

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL
CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES
INDUSTRIALES”**

PRESENTADO POR:

JOSE CARLOS HUAYTA SUCASACA
ELMER WILSON SUAÑA HUMPIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL
CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES
INDUSTRIALES”**

PRESENTADO POR:

JOSE CARLOS HUAYTA SUCASACA
ELMER WILSON SUAÑA HUMPIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO - PERÚ
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES INDUSTRIALES"

TESIS PRESENTADA POR:

JOSÉ CARLOS HUAYTA SUCASACA

ELMER WILSON SUAÑA HUMPIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO ELECTRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : 

Ing. Mg. MARCO ANTONIO QUISPE BARRA

PRIMER MIEMBRO : 

Ing. M.Sc. GAVINO JOSÉ FLORES CHIPANA

SEGUNDO MIEMBRO : 

Ing. M.Sc. MÁXIMO AMANCIO MONTALVO ATCO

DIRECTOR DE TESIS : 

Dr. IVAN DELGADO HUAYTA

Puno - Perú

2017

Área: Automatización e instrumentación

Tema: Instrumentación y control de procesos



AGRADECIMIENTO

A Dios por otorgarme el preciado don de la vida y porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome sabiduría y fortaleza para continuar.

A mis padres por estar junto a mí en todo momento, brindándome su apoyo incondicional y siendo mi pilar fundamental para llegar a completar cada una de mis metas.

A cada uno de los docentes de la carrera que supieron guiarme en mi formación académica y personal.

A mi hermana Delia Suaña, quien de una u otra manera ha permanecido a mi lado durante este proceso dándome palabras de aliento.

Suaña Humpire Elmer Wilson

Doy gracias a Dios por estar junto a mi cada día, en mis fracasos y logros.

También quiero dar las gracias a mi familia por apoyarme en todo momento y darme los ánimos para seguir adelante.

Huayta Sucasaca José Carlos

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres Román y Ana, ya que con su incondicional amor y ejemplos dignos de superación y entrega, dentro de mi formación académica, así como integral, han logrado que este esfuerzo se culmine con éxito. Por su total apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera, puesto que siempre me han ayudado a enfrentar con valentía cada obstáculo presentado.

Suaña Humpire Elmer Wilson

Este proyecto de tesis va dedicado a mis padres, porque creyeron en mí y por qué me sacaron adelante, dándome buenos ejemplos de superación y entrega, hoy puedo ver alcanzada mi meta ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho en mí. Mi agradecimiento a mis docentes que me instruyeron y a mis amigos que me brindaron su ayuda, su atención y el más importante su amistad.

Huayta Sucasaca José Carlos.

INDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1.Descripción del Problema	20
1.2. Justificación del Problema	20
1.2.1. Justificación Técnica.	20
1.2.2. Justificación Económica.	20
1.2.3. Justificación Social.	21
1.3. Objetivos de la Investigación	21
1.3.1. Objetivos Generales.	21
1.3.2. Objetivos Específicos.	21
CAPITULO II	22
MARCO TEORICO	23
2.1. Antecedentes de la Investigación.	23
2.2. Sustento Teórico	26
2.2.1. Tanque de Agua.	26
2.2.2. Control del nivel.	27
2.2.3. Sistema Scada.	29

2.2.4. Redes Industriales.	32
2.2.5. Automatización.....	32
2.2.6. Domótica.....	34
2.2.7. Materiales Del Proyecto.	40
2.2.8. Software.....	55
2.3. Glosario de términos básicos.....	63
2.4. Hipótesis de la investigación.....	65
2.4.1. Hipótesis general.....	65
2.4.2. Hipótesis específico.....	65
2.5. Operacionalizacion de variables.	66
CAPITULO III.....	67
DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN.....	68
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	68
3.2. Población y Muestra de Investigación.....	68
3.3. Ubicación y Descripción de la Población.	68
3.4. Material experimental.....	69
3.5. Técnicas de Instrumentos para Recolectar Información.	70
3.6. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de Datos.....	70
3.7. Procedimiento del Experimento.....	70
3.7.1 Modelo realizada para determinar el caudal.....	70
3.7.2 Diseño y análisis de los circuitos.....	72
3.7.3. Funcionamiento del sensor ultrasonido.....	74

3.7.4 Ecuaciones para algunas pruebas.....	76
3.8. Plan de Tratamiento de los Datos	78
3.8. Gráfico de pruebas y número de pruebas	78
CAPITULO IV.....	81
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	82
4.1. Descripción General del Proyecto.....	82
4.2. Desarrollo del Proyecto.....	82
4.2.1. Diseño e implementación del proyecto	82
4.3. Instalación Del Interfaz Labview-Arduino	83
4.4. Instalación y Configuración del interfaz linx.	84
CONFIGURACION.....	86
4.5. Programación en Labview.....	86
4.5.1. Inicia la Conexión del Puerto.....	87
4.5.2. Sensor HC-SR04	87
4.5.3. Nivel de tanque en cm Max y Min	88
4.5.4. Median filter.....	88
4.5.5. Salidas digitales para el motor	89
4.5.6. Cierra la conexión del puerto	89
4.6. Panel Frontal de Labview.....	90
4.7. Pruebas realizadas	91
4.7.1 Análisis y datos de todas las pruebas realizadas.....	91
CONCLUSIONES	93



SUGERENCIAS	94
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escala de calidad	24
Figura 2: Sensor de nivel mecánico	29
Figura 3: Sistema scada	30
Figura 4: Esquema de una casa conectada en red.....	35
Figura 5: Infraestructura hogar domótica.	40
Figura 6: Motor bomba de agua.....	42
Figura 7: Arduino uno.....	44
Figura 8: Cable USB arduino	45
Figura 9: Entrada de alimentación del arduino.....	46
Figura 10: Placa arduino estructura	46
Figura 11: Esquema del arduino	47
Figura 12: IDE arduino	48
Figura 13: Arduino uno.....	50
Figura 14: Funcionamiento de un relé.....	51
Figura 15: Sensor CH-SR04	52
Figura 16: Funcionamiento del sensor ultrasónico.....	53
Figura 17: Rouser	55
Figura 18: Labview.....	56
Figura 19: Panel de labview	57
Figura 20: Paleta de funciones.....	60
Figura 21: Funciones numéricas	61
Figura 22: Funciones lógicas	61
Figura 23: Funciones Hileras	62
Figura 24: Funciones de comparación	62

Figura 25: Google Heard.....	69
Figura 26: Esquema el Nivel de Líquidos.....	71
Figura 27: Circuito en Eagle de relé.....	72
Figura 28: Placa relé diseñada en Eagle.	73
Figura 29: Funcionamiento del sensor.....	75
Figura 30: Funcionamiento del proyecto	82
Figura 31: Proyecto terminado mecánico.....	83
Figura 32: MarKerHub.....	84
Figura 33: Configuración del puerto COM.....	85
Figura 34: Instalación del linx.....	86
Figura 35: Conexiones del puerto	87
Figura 36: Sensor HC-SR04	87
Figura 37: Nivel de tanque en cm	88
Figura 38: Median filter	88
Figura 39: Salidas digitales para el motor	89
Figura 40: Close del programa.....	89
Figura 41: Scada del control de nivel	90
Figura 42: Panel de control de labview	90
Figura 43: Señal del nivel de agua.....	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Conexión arduino y el sensor	74
Grafico 2: Llenado de tanque	79
Grafico 3: De datos de Scada	79
Grafico 4: comparación de los datos reales con los datos del scada	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de materiales	69
Tabla 2: Datos reales del scada	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO:.....	98
1.1. Descripción del equipo	98
1.2. Montaje del equipo	98
1.3. Utilización del equipo	98
1.4. Desconexión del equipo	99
ANEXO 2. MANUAL DE USUARIO AL PROGRAMA.....	100
ANEXO 3. FOTOGRAFIAS DEL EQUIPO EN OPERACION	100

ACRONIMOS

- **HMI:** Interfaz Hombre Maquina.
- **LABVIEW:** Banco de Trabajo de Ingeniería de Instrumentación Virtual de Laboratorio.
- **MATLAB:** Laboratorio de matrices.
- **PAC:** Controlador de Automatización.
- **PLC:** Controlador Lógico Programable.
- **SCADA:** Supervisión, Control y Adquisición de Datos
- **UTR:** Unidad Terminal Remota.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES INDUSTRIALES” tiene como finalidad la elaboración de un sistema de control de nivel de líquido, creando así nuevos espacios de facilidad y monitoreo. En este proyecto desarrollamos habilidades en el manejo del programa LabVIEW- Arduino y el sistema de comunicación IEEE 802, la implementación del control de nivel a través de la programación en Labview, usando el interfaz LINX entre Labview y Arduino. Los materiales utilizados para la adquisición y procesamiento de datos fueron: una laptop, Arduino Ethernet, Arduino uno, sensor ultrasónico HC-SR04, una placa de relé, bomba de agua DENSO 12V, fuente de 12V, y el software Labview. Se fabricó una maqueta para realizar las pruebas de funcionamiento, arrojando los resultados esperados.

Palabras clave: Arduino uno, Arduino Ethernet, Interfaz Gráfica de Usuario, LabVIEW, MATLAB, sensor ultrasónico, Monitorización en Tiempo Real.

ABSTRACT

The present research project "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SCADA SYSTEM FOR THE CONTROL OF WATER LEVEL FOR DOMUSTIC USE BY INDUSTRIAL NETWORKS " has as purpose the elaboration of a system of control of liquid level, thus creating new spaces of facility and Monitoring. In this project we develop skills in the management of the LabVIEW-Arduino program and the IEEE 802 communication system, implementing level control through Labview programming using the LINX interface between Labview and Arduino. The materials used for data acquisition and processing were: a laptop, Arduino Ethernet, Arduino one, ultrasonic sensor HC-SR04, a relay board, DENSO 12V water pump, FPD-270 solenoid valve, Routhier, 12V source, And Labview software. A mock-up was made to perform the performance tests, yielding the expected results.

Keywords: Arduino one, Arduino Ethernet, Graphical User Interface, LabVIEW, MATLAB, ultrasonic sensor, Real Time Monitoring.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES INDUSTRIALES” orientado a su utilización en prácticas de control automático sobre un prototipo a escala que representa un sistema real. Para realizar el proyecto de control de nivel liquido es necesario realizar un estudio de la parte electrónica, mecánica y software para realizar una serie de pasos y garantizar un óptimo desarrollo de este y así poder llegar a un funcionamiento del sistema, se debe conocer el manejo de Arduino, Arduino Ethernet, LabVIEW el funcionamiento lógico de un sistema de este tipo, y otros temas a fines. Este proyecto está relacionado con su utilidad en los procesos industriales además de establecer ciertos criterios y normas de funcionamiento que sirven de guía para la aplicación de la misma.

El presente trabajo se muestra en capítulos los cuales tratan los siguientes temas:

EL PRIMER CAPÍTULO: Describe todo lo referente a la fundamentación del proyecto de investigación.

EL SEGUNDO CAPÍTULO: Muestra el fundamento teórico. Define conceptos básicos de tanque de agua, nivel de agua, sistema scada, redes industriales, automatización, domótica. Software LabVIEW, diagrama de bloques.

EL TERCER CAPÍTULO: Presenta la metodología del proyecto de investigación, contienen fases de investigación y condiciones de prueba.

EL CUARTO CAPÍTULO: Presenta los resultados de la investigación desarrollada, también presenta sugerencias para futuras investigaciones.

Además, contiene índice de referencias, tablas, imágenes entre los diferentes capítulos, conclusiones y bibliografía.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

De acuerdo a la realidad del distrito de puno existen problemas relacionados con el agua: la escasez, la falta de acceso, la falta de conciencia por parte de las autoridades y del público, la disminución en la asignación de recursos financieros y la fragmentación en su administración.

1.2. Justificación del Problema

La falta de conciencia y el mal uso del agua de la población en no poder controlar el agua desde una computadora.

Para el buen uso del control de nivel de agua se realizará un control del nivel de un tanque sistema scada mediante redes industriales.

El proyecto de investigación será para toda la población que tenga acceso a una computadora.

El uso de la computadora para controlar, monitorizar y la Facilidad que se le da a la población.

1.2.1. Justificación Técnica.

Desde el punto de vista técnico, la implementación de un sistema de control de un tanque de nivel de agua el cual pueda controlar con facilidad y ser sistema scada de la manera más simple y eficiente, esto mejorara el ahorro del agua en el uso doméstico.

1.2.2. Justificación Económica.

La implementación de sistema de control de nivel de agua en un tanque domestico contribuirá en el ahorro de agua potable, actualmente los tanques mecánicos no pueden ser monitorizados y esto genera un mal uso del agua, en

cambio cuando usemos este sistema se podrá monitorizar y mantener el nivel de agua almacenado en el tanque, contribuyendo en el ahorro del agua.

1.2.3. Justificación Social.

Actualmente en la mayoría de los hogares de nuestro país no cuentan con un sistema automático para el ahorro del agua. El presente proyecto pretende dar una nueva alternativa de implementación para tanques de agua el cual se podrá monitorizar y ahorrar con facilidad. El agua cumple un papel importante en nuestra sociedad puesto que lo usamos en nuestras actividades cotidianas (beber, cocinar, lavar, aseo personal, etc.).

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivos Generales.

Diseñar e implementar el control del nivel de agua de un tanque usando redes industriales.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- a) Analizar el sistema de control y diseño mecánico-electrónico para tener datos exactos y un eficiente funcionamiento del proyecto.
- b) Diseñar un sistema scada para el tanque del nivel de agua para obtener datos.
- c) Mandar y recibir datos mediante redes industriales.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.

Referente al tema de investigación realizado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE NIVEL DE AGUA PARA USO DOMOTICO MEDIANTE REDES INDUSTRIALES”, existe muy poca información que trate específicamente del tema en particular, que es de realizar un sistema scada.

Existen investigaciones de sistemas de monitorización y control usando otros protocolos, pero para el monitoreo de temperaturas y humedad.

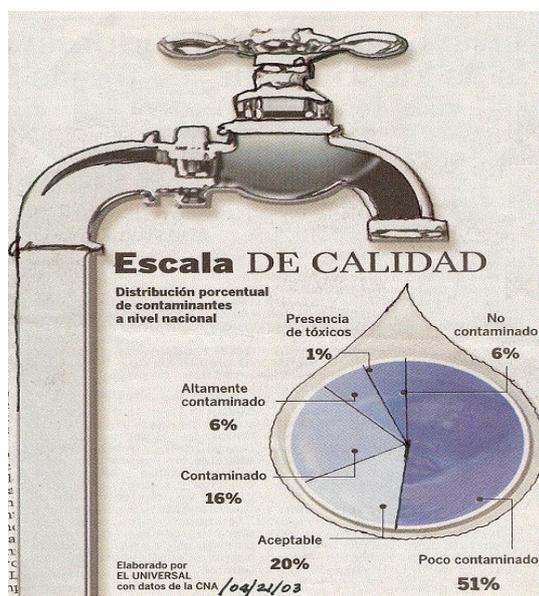
- El hombre utiliza grandes cantidades de agua para sus actividades cotidianas (beber, cocinar, lavar, W.C., aseo personal etc.) pero mucho más para producir alimentos, papel, ropa y demás productos que consume. La huella hídrica de un país se define como el volumen total de agua que se utiliza para producir los bienes y servicios.
- La dueña de nuestras vidas es el agua, porque constituye un importante porcentaje en la composición de los tejidos de nuestro cuerpo y de todos los seres vivos, El cuerpo humano de una persona adulta está compuesto en un 60 % por agua. El cuerpo de un niño contiene aproximadamente 75 % de agua. El cuerpo humano puede vivir varias semanas sin alimentos, pero puede sobrevivir sólo unos pocos días sin agua. Unos 220 millones de personas que viven en ciudades de países en desarrollo carecen de una fuente de agua potable cerca de sus hogares. El 90 % de las aguas de desechos de las ciudades de los países en desarrollo se descarga sin tratar en ríos, lagos y cursos de aguas costeras. El hombre requiere de 50 y 250 litros de agua diariamente para satisfacer sus

necesidades de tipo doméstico. La agricultura consume entre el 60 % y el 80 % de los recursos de agua dulce en la mayoría de los países, y hasta el 90 % en otros. Para la generación de un kilowatt-hora se emplean 4,000 litros promedio. (CRISIS DEL AGUA DE LA CIUDAD DE MEXICO. Marco Alfredo, AHM 2015).

Problemática del agua en México

La crisis del agua potable en el país alcanza cada vez niveles más preocupantes: cada año se pierden 5 mil millones de metros cúbicos debido a fugas y tomas clandestinas, lo que representa un costo financiero de alrededor de 20 mil millones de pesos; es decir, unos 55 millones de pesos diarios aproximadamente. (<http://civilgeeks.com/2010/09/22/proyecto-agua-potable-antecedentes-historicos/>)

Figura 1: Escala de calidad



Fuente: <http://civilgeeks.com/2010/09/22/proyecto-agua-potable-antecedentes-historicos/>
/2010/09/ (2009)

- El persistente perfeccionamiento de nuevas tecnologías en el campo de la automatización, ha provocado la necesidad de extender la

manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, por lo que debido al coste de estos sistemas las instituciones educativas no han podido implementar módulos de entrenamiento de este tipo, lo que ha causado a los alumnos del área eléctrica del Instituto Tecnológico "Carlos Cisneros" una deficiencia de conocimientos en lo que se refiere a sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, causando así un desfase entre el avance tecnológico. Por todo lo descrito anteriormente nos hemos visto en la necesidad de implementar en el Instituto el proyecto de medición y control del nivel de líquidos basado en un sistema SCADA, la comunicación del sistema eléctrico de control. Que como parte de un sistema de Adquisición de Datos" esta se basa en la integración de los diferentes señales que a través del sensor ultrasónico proporcionara a la tarjeta, y de esta forma solucionar el problema de cómo entrelazar las señales físicas a datos que puedan ser procesadas por el ordenador y al mismo tiempo obtener una herramienta fundamental que proporcione todo los conocimientos básicos para un buen aprendizaje y buena comprensión de cómo se realiza la comunicación de la interface gráfica del software a los elementos físicos del sistema SCADA. El objetivo principal de este sistema integrado al proyecto de control de nivel de fluidos es dotar de las herramientas necesarias para la medición y control de la variable nivel de líquidos en un sistema supervisión, control y adquisición de datos (SCADA).

- En el trabajo de María del rosario Camargo García (UNIVERSIDAD DE QUERETANO DE MEXICO DEL AÑO 2014) "SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO AUTOMATICO MEDIANTE EL MNITOREO DE LA

HUMEDAD DEL SUELO VIA INTERNET" abarca el diseño y construcción de un sistema de control de riego automático mediante el monitoreo de la humedad vía internet, sin embargo sin importar el método de riego utilizado, el propósito de la irrigación es poder reponer periódicamente el almacenamiento de la humedad.

- El de Cintia Valeria Paspuezan Granja de la universidad técnica del norte ecuador facultad en ciencias aplicadas carrera de ingeniería en electrónica y redes de comunicación "MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA EN LOS TANQUE DE LA SUBESTACION AZAYA DE LA EMPRESA EMAPA" trabajo consiste en el desarrollo de un sistema de supervisión de nivel de agua, compuesto por un interfaz gráfico en computador, un dispositivo remoto de adquisición de datos, y un sistema de comunicación basado en el estándar IEEE802. para tomar decisiones oportunas en el aumento y disminución de agua en los tanques, realizando por parte de los operarios.

2.2. Sustento Teórico

2.2.1. Tanque de Agua.

Los tanques de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable. Puesto que las plantas de tratamiento de agua potable funcionan mejor si tienen poca variación del caudal tratado, conviene mantener aproximadamente constante el caudal. Los tanques absorben las variaciones horarias: cuando hay poco consumo (como en la noche) se llenan, y cuando el consumo es máximo (como, por ejemplo, a la hora de cocinar) se vacían.

2.2.1.1. Tipos de Tanques.

Los tanques de agua, desde el punto de vista de su uso, pueden ser:

Públicos, cuando están localizados de forma tal en la ciudad que pueden abastecer a un amplio sector de esta.

Privados, cuando se encuentran al interior de las viviendas, o en el terreno de un edificio de apartamentos, y sirven exclusivamente a los moradores de este.

Desde el punto de vista de su localización, los tanques de agua pueden ser:

- Enterrados (subterráneos).
- Apoyados sobre el suelo (de superficie).
- Elevados (por encima del nivel de los techos).

2.2.2. Control del nivel.

2.2.2.1. Concepto.

Los controles de nivel son dispositivos o estructuras hidráulicas cuya finalidad es la de garantizar el nivel del agua en un rango de variación pre establecido. Existen algunas diferencias en la concepción de los controles de nivel, según se trate de canales; plantas de tratamiento; tanques de almacenamiento de agua o un embalse. (DIEGO SANTIAGO BENITEZ MEJIA, Quito, noviembre de 1994 'Diseño Y Construcción De Un Sistema De Control De Nivel De Líquidos')

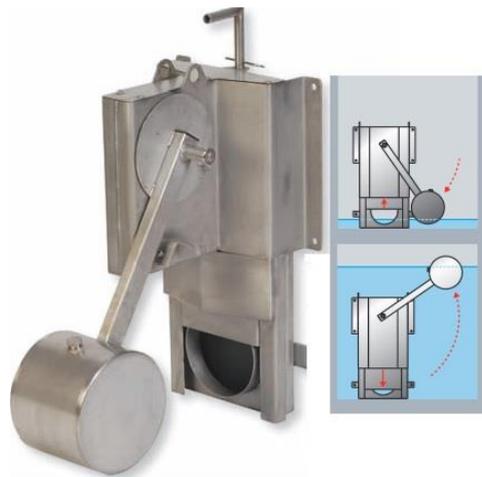
2.2.2.2. Controles de Nivel Para Tanques de Almacenamiento de Agua.

Los controles del nivel máximo del agua en un tanque de almacenamiento tienen la doble función de garantizar la seguridad de las estructuras y de evitar el desperdicio de agua. El control del nivel máximo se hace mediante un sensor de nivel conectado en alguna forma, ya sea mecánica o electrónica con la operación de una válvula a la entrada del tanque. Como todo mecanismo siempre puede fallar en el momento de su operación, es importante que el tanque disponga de un sistema de seguridad de funcionamiento totalmente automático como por ejemplo un vertedero libre, eventualmente conectado con una alarma.

El control del nivel mínimo del agua tiene la función de garantizar el buen funcionamiento del sistema evitando la entrada de aire en la tubería que se encuentra aguas abajo del tanque, como por ejemplo en la red de distribución de agua, o en la succión de la o las bombas. En este caso también el sistema está compuesto por un sensor de nivel conectado a una alarma, para que el operador intervenga, o en sistemas más sofisticados, el sensor actúa directamente, para aumentar la entrada de agua al tanque.

(https://es.contrladores.org/wiki/Control_de_nivel)

Figura 2: Sensor de nivel mecánico



Fuente: https://es.contradores.org/wiki/Control_de_nivel (15 de agosto del 2016)

2.2.3. Sistema Scada.

Supervisión, Control y Adquisición de Datos) permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. (rodriguez, 2007) Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención. (Según Rodríguez (2007).

Figura 3: Sistema scada



Fuente: www.google.com.pe/search?q=sistema+scada&source (15 de agosto del 2016)

2.2.3.1. Definiciones del Sistema.

- **Supervisión:** Acto de observar el trabajo o tareas de otro (individuo o máquina) que puede no conocer el tema en profundidad, supervisar no significa el control sobre el otro, sino el guiarlo en un contexto de trabajo, profesional o personal, es decir con fines correctivos y/o de modificación.
- **Automática:** Ciencia tecnológica que busca la incorporación de elementos de ejecución autónoma que emulan el comportamiento humano o incluso superior.
- **Principales familias:** Autómatas, robots, controles de movimiento, adquisición de datos, visión artificial, etc.
- **PLC:** Programmable Logic Controller, Controlador Lógico Programable.
- **PAC:** Programable Automation Controller, Controlador de Automatización Programable.

Un sistema SCADA incluye un hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre-máquina (HMI), redes, comunicaciones, base de datos y software. (Gómez, Reyes y Guzmán del Río (2008), sistema scada)

El término SCADA usualmente se refiere a un sistema central que monitoriza y controla un sitio completo o una parte de un sitio que nos interesa controlar (el control puede ser sobre máquinas en general, depósitos, bombas, etc.) o finalmente un sistema que se extiende sobre una gran distancia (kilómetros / millas). La mayor parte del control del sitio es en realidad realizada automáticamente por una Unidad Terminal Remota (UTR), por un Controlador Lógico Programable (PLC) y más actualmente por un Controlador de Automatización Programable (PAC). Las funciones de control del servidor están casi siempre restringidas a reajustes básicos del sitio o capacidades de nivel de supervisión.

2.2.3.2. Aplicaciones Scada.

Para desarrollar un sistema SCADA es necesario un IDE en el cual diseñar, entre otras cosas:

- El aspecto que va a tener el SCADA.
- Las funciones y eventos que debe ejecutar cuando se interactúa con su interfaz.
- Las operaciones y cálculos que debe realizar con los datos adquiridos.

También funciona con los controladores lógicos establecidos por National Instrument tales como LABVIEW y MULTISIM PROTEUS entre otros incluso se establece conexión con micro controlador tales como el ARDUINO, haciendo a SCADA una herramienta bastante útil para los sistemas de control automatizado. Así pues, una de las soluciones en el control SCADA es utilizar la aplicación creada junto con un programa para

monitorizar, controlar y automatizar señales analógicas y digitales, capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos. (Gómez et al., 2008).

2.2.4. Redes Industriales.

2.2.4.1. Concepto.

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas (FÉLIX JESÚS VILLANUEVA MOLINA, (2007) *redes industriales*).

Con el mejoramiento de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesitado para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización y el tiempo real de respuesta determinística en algunas aplicaciones.

2.2.5. Automatización.

2.2.5.1. Concepto.

El termino Automatización viene de la palabra griega "auto" y significa la ejecución por medios propios de un proceso, en el que materia, información o energía es transformado. (https://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial), Es una amplia variedad de sistemas o procesos; donde se transfieren tareas de producción a un conjunto de elementos tecnológicos que operan con mínima o sin intervención del ser humano.

2.2.5.2. Causas e Inicios de la Automatización.

Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos. Eliminación de trabajos desagradables – peligrosos.

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación, como se explica a continuación.

La división del trabajo se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones (1776). En la fabricación, la división del trabajo permitió incrementar la producción y reducir el nivel de especialización de los obreros.

La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hacia la automatización. La simplificación del trabajo también permitió el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos del trabajador. A medida que evolucionó la tecnología de transferencia de energía, estas máquinas especializadas se motorizaron, aumentando así su eficacia productiva.

Los robots industriales, diseñados en un principio para realizar tareas sencillas en entornos peligrosos para los trabajadores, son hoy extremadamente hábiles y se utilizan para trasladar, manipular y situar

piezas ligeras y pesadas, realizando así todas las funciones de una máquina de transferencia. En realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola.

En la década de 1920 la industria del automóvil cambió estos conceptos en un sistema de producción integrado. El objetivo de este sistema de línea de montaje era abaratar los precios. A pesar de los avances más recientes, éste es el sistema de producción con el que la mayoría de la gente asocia el término automatización. (<http://www.monografias.com/trabajos5/caudes/caudes.shtml>)

2.2.6. Domótica

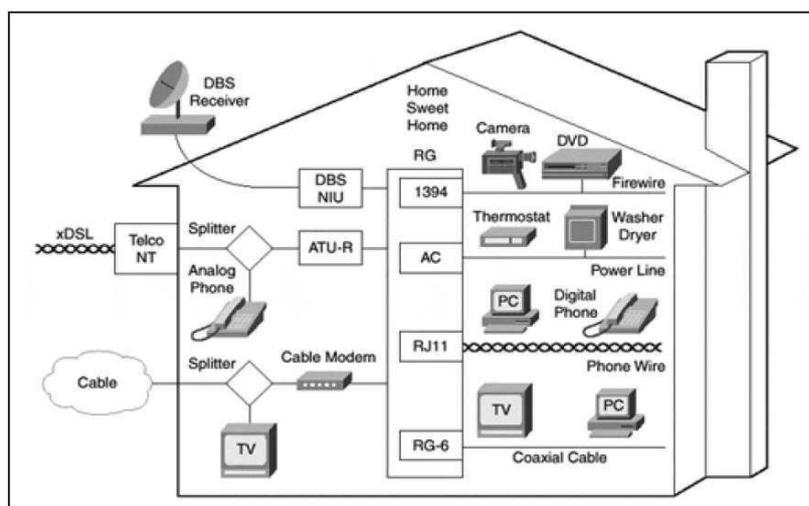
2.2.6.1. Definición.

El término Domótica viene del latín “domus” que significa casa y de la palabra “automática”, por lo tanto, la Domótica se refiere a una casa automática o como se le ha llamado más comúnmente una casa inteligente. En inglés a la Domótica se le conoce más como “home networking” o “smart home”. Una casa inteligente es aquella cuyos elementos o dispositivos están integrados y automatizados a través de una red (principalmente Internet) y que a través de otro dispositivo remoto o inclusive interno se pueden modificar sus estados o los mismos dispositivos están diseñados para realizar ciertas acciones cuando han detectado cambios en su propio ambiente (*CASADOMO SOLUCIONES, 1999*).

La enciclopedia Larousse definía en 1988 el término Domótica como: "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en

materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.". Una definición más técnica del concepto sería: "conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación. Gracias a ello se obtiene un notable ahorro de energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda, una buena comunicación con el exterior y un alto nivel de seguridad" (Junestrand, Passaret, & Vazquez, 2004).

Figura 4: Esquema de una casa conectada en red.



Fuente: (O'DRISCOLL, 2000) consulta (15 de agosto del 2016)

A continuación, se detallan las diferentes definiciones que han ido tomando el término Domótica en los últimos años:

La nueva tecnología de los automatismos de maniobra, gestión y control de los diversos aparatos de una vivienda, que permiten aumentar el confort del usuario, su seguridad y el ahorro en el consumo energético.

Un conjunto de servicios en las viviendas, asegurados por sistemas que realizan varias funciones, pudiendo estar conectados, entre ellos, y a redes internas y externas de comunicación.

La informática aplicada a la vivienda. Agrupa el conjunto de sistemas de seguridad y de la regulación de las tareas domésticas destinadas a facilitar la vida cotidiana automatizando sus operaciones y funciones (CASADOMO SOLUCIONES, 1999).

Una característica de las casas inteligentes es que deben tener la flexibilidad para asumir modificaciones de manera conveniente y económica.

Desde el punto de vista computacional, una Casa Inteligente sugiere la presencia de sistemas basados en técnicas de inteligencia artificial, programados, sistemas distribuidos, capaces de:

- Tomar las decisiones necesarias en un caso de emergencia.
- Predecir y auto diagnosticar las fallas que ocurran dentro de la casa.
- Tomar las acciones adecuadas para resolver dichas fallas en el momento adecuado.
- Monitorear y controlar las actividades y el funcionamiento de las instalaciones de la casa. Para que esto sea entendible, la siguiente figura muestra las conexiones.

2.2.6.2. Los Sistemas Inteligentes Pueden ser Centralizados o Descentralizado.

2.2.6.2.1. Centralizados.

Tienen una unidad central inteligente encargada de administrar la edificación, a la que enviarán información distintos elementos de campo - sensores, detectores, la central se encargará de procesar los datos del entorno y, en función de la información y de la programación que se haya hecho sobre ella, actuará sobre determinados circuitos encargados de cumplir funciones, desde la seguridad hasta el manejo de la energía eléctrica y otras rutinas de mantenimiento. Los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) inteligente (PC o similar). (<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>)

Esta central es el 'corazón' de la vivienda, en cuya falta todo deja de funcionar, en esta topología de cableado no es posible su ampliación.

2.2.6.2.2. Descentralizado.

No es necesario tener una central inteligente conectada para funcionar y tomar decisiones sobre las acciones a desarrollar. Solo hace falta una PC para programar las unidades, y como cada una está posee un microprocesador son completamente autónomas. En caso de querer un constante monitoreo de la edificación y tener una interface usuario-sistema o realizar instrucciones verdaderamente complejas, la mejor opción sí es una central inteligente como una PC donde, por ejemplo, puede estar cargado el plano de la edificación con la distribución de las unidades en forma de iconos que cambian según sus estados.

Es ya inevitable no ver el increíble adelanto de las computadoras, tanto en las oficinas, en los negocios y en el hogar, son impresionante las facilidades que nos ofrecen y el minúsculo trabajo para obtener beneficios. (<http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>)

2.2.6.3. Características De Un Sistema Demótico.

Las principales características generales de una casa inteligente son las siguientes:

- **Integración.**

Todo el sistema funciona bajo el control de una computadora. De esta manera, los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos, con su propia programación, indicadores situados en diferentes lugares, dificultades de interconexión entre equipos de distintos fabricantes, etc.

- **Interrelación.**

Una de las principales características que debe ofrecer un sistema demótico es la capacidad para relacionar diferentes elementos y obtener una gran versatilidad y variedad en la toma de decisiones. Así, por ejemplo, es sencillo relacionar el funcionamiento del aire acondicionado con el de otros electrodomésticos, con la apertura de ventanas, o con que la vivienda esté ocupada o vacía, etc.

- **Facilidad de uso.**

Con una sola mirada a la pantalla de la computadora, el usuario está completamente informado del estado de su casa. Y si desea

modificar algo, solo necesitará pulsar un reducido número de teclas. Así, por ejemplo, la simple observación de la pantalla nos dirá si tenemos correo pendiente de recoger en el buzón, las temperaturas dentro y fuera de la vivienda, si está conectado el aire acondicionado, cuando se ha regado el jardín por última vez, si la tierra está húmeda, si hay alguien en las proximidades de la vivienda, etc.

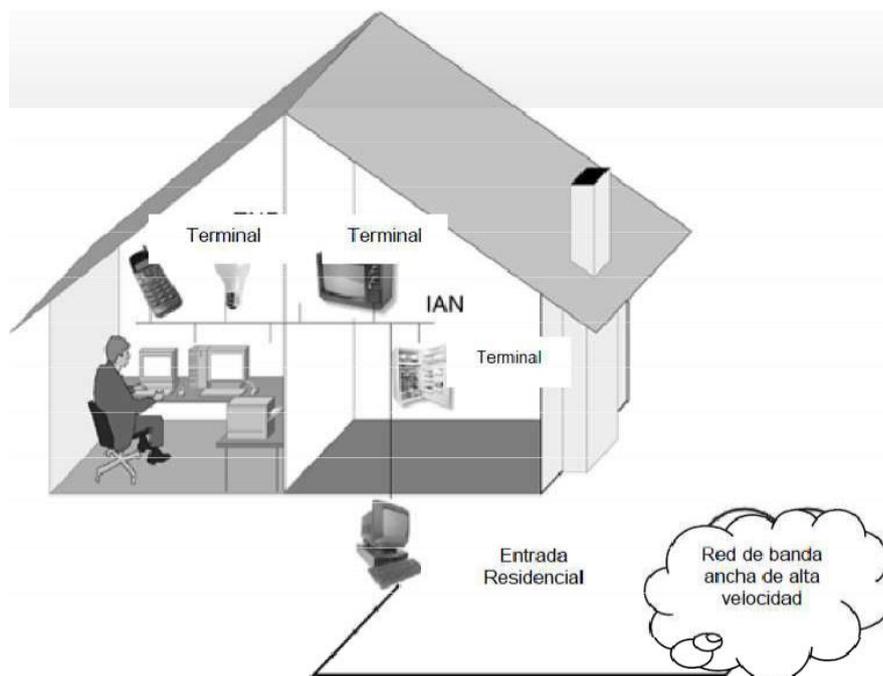
- **Control remoto.**

Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, (excepto sonido y música ambiental) pueden obtenerse mediante conexión telefónica desde otra computadora en cualquier lugar del mundo. De gran utilidad será en el caso de personas que viajan frecuentemente, o cuando se trate de residencias de fin de semana, etc.

- **Actualización.**

La puesta al día del sistema es muy sencilla. Al aparecer nuevas versiones y mejoras sólo es preciso cargar el nuevo programa en su equipo. Toda la lógica de funcionamiento se encuentra en el software y no en los equipos instalados. De este modo, cualquier instalación existente puede beneficiarse de las nuevas versiones, sin ningún tipo de modificación (*Domótica Soluciones Integrales S.L., 1999*)

Figura 5: Infraestructura hogar domótica.



Fuente: (Domótica Soluciones Integrales S.L., 1999), (consulta 17 de agosto del 2016)

2.2.7. Materiales Del Proyecto.

2.2.7.1. Computadora

2.2.7.1.1. Definición

Una computadora es un dispositivo informático que es capaz de recibir, almacenar y procesar información de una forma muy útil. (http://www.cad.com.mx/que_es_una_computadora.htm), Una computadora está programada para realizar operaciones lógicas o aritméticas de forma automática.

Esta palabra se utiliza en la mayoría de países de Hispanoamérica, aunque en Chile y en Colombia es más común en masculino ('**computador**'). En España se usa más el término '**ordenador**'

2.2.7.2. Bomba de Agua.

2.2.7.2.1. Concepto.

Una bomba hidráulica es generadora que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. (http://www.igme.es/ZonaInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartel4/CARTEL%204_4-4.pdf), El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

Figura 6: Motor bomba de agua



Fuente: CODESOLAR - Bomba-PK-PKM-60-100, (tomada 17 de agosto del 2016)

2.2.7.2.1. Tipos de Bomba.

- **Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico**, En las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan
- **bombas volumétricas**. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo. A su vez este tipo de bombas pueden subdividirse en
- **Bombas de émbolo alternativo**, En las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de

bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.

- **Bombas volumétricas rotativas o rotoestáticas,** En las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina.

2.2.7.3. Arduino Uno.

2.2.7.3.1. Concepto.

Arduino es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales, y en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Su corazón es el chip Atmega8, un chip sencillo y de bajo coste que permite el desarrollo de múltiples diseños. Al ser open-hardware tanto su diseño como su distribución es libre. Es decir, puede utilizarse libremente para desarrollar cualquier tipo de proyecto.

2.2.7.3.2. Para que puedo Utilizar Arduino.

Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede conectarse a un PC a través del puerto serie utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación.

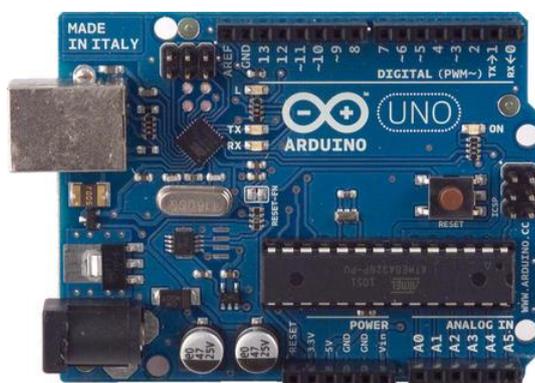
Asimismo, su sencillez y su bajo coste, recomiendan su uso como elemento de aprendizaje e iniciación en el mundo de la electrónica digital.

2.2.7.3.3. Hardware.

2.2.7.3.3.1. Placa Arduino (Serie/Usb)

Lo primero que se necesita es una placa Arduino. Existen varios modelos e incluso nos podemos construir nuestra propia placa. La placa Arduino es “open hardware”, lo que quiere decir que su diseño es de libre distribución y utilización. En la página web se proporcionan todos los esquemas necesarios para integrar nuestra propia placa.

Figura 7: Arduino uno



Fuente: <http://hacedores.com> (consulta 20 de agosto del 2016)

2.2.7.3.3.2. Cable de comunicaciones (serie/usb)

En función del modelo de placa que hayamos adquirido tendremos que elegir un cable serie o USB.

El cable serie debe tener en sus extremos dos conectores de tipo DB-9. Uno macho (para conectar la placa) y otro hembra (para conectar al PC). Es muy importante comprobar que el cable serie NO sea del tipo “NULL MODEM” ya que no nos sirve.

Figura 8: Cable USB arduino



Fuente: [http:// playgroundsessions.com](http://playgroundsessions.com) (20 de agosto del 2016)

El cable USB debe ser tal y como se muestra en la imagen inferior. Con un conector tipo A (para conectar al PC) y otro tipo B (para conectar a la placa) en sus extremos No hay que equivocarlo con el cable mini-USB que habitualmente se utiliza con dispositivos más pequeños como cámaras de fotos y lectores de tarjetas.

2.2.7.3.3. Fuente de Alimentación (opcional).

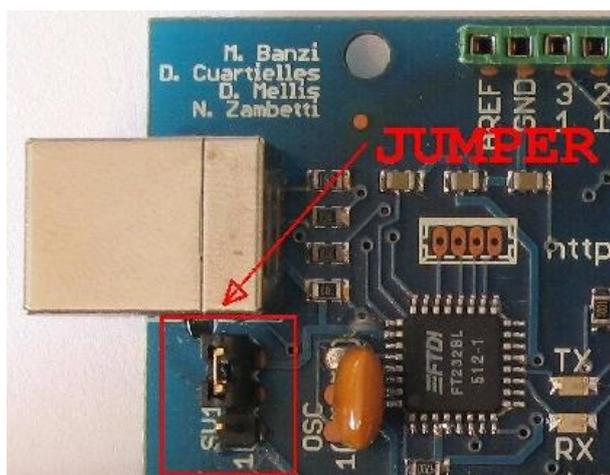
Si bien en el caso de la placa USB no es preciso utilizar una fuente de alimentación externa, ya que el propio cable USB la proporciona, en el caso de la placa serie es necesario disponer de una fuente externa.

Se puede utilizar una fuente de alimentación de corriente continua o una pila/batería con el conector apropiado. Se recomienda no obstante el uso de la primera ya que no

Tenemos que estar pendientes de sustituir las pilas en caso de que se queden sin carga.

En ambos casos el voltaje de la fuente puede ser de entre 6 y 25 voltios, y la polaridad del conector debe ser como se indica en la

Figura 9: Entrada de alimentación del arduino



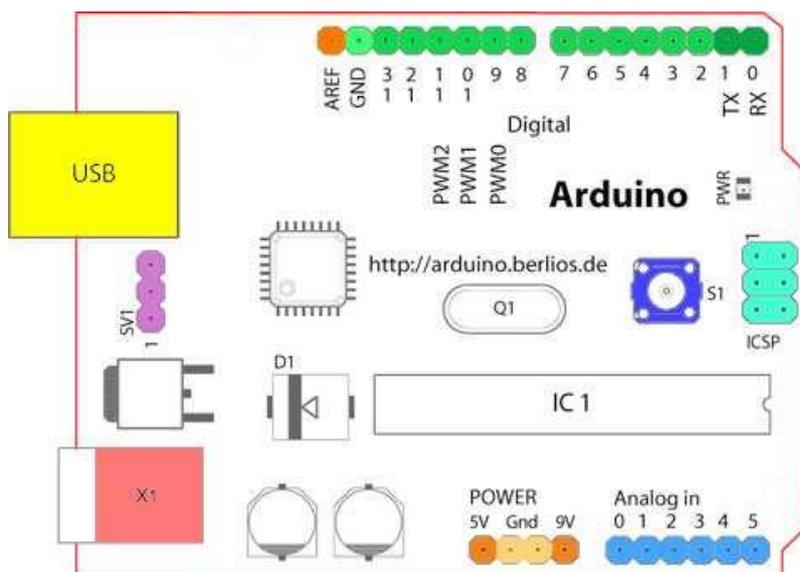
Fuente: Elaboración propia (tomada el 30 de agosto del 2016)

2.2.7.3.3.5. Estructura placa arduino.

La placa Arduino está basada en el chip Atmega8 o Atmega168. Alrededor de uno de estos se monta toda la circuitería necesaria para poder sacarle el máximo partido.

Tomamos como referencia la placa USB.

Figura 10: Placa arduino estructura



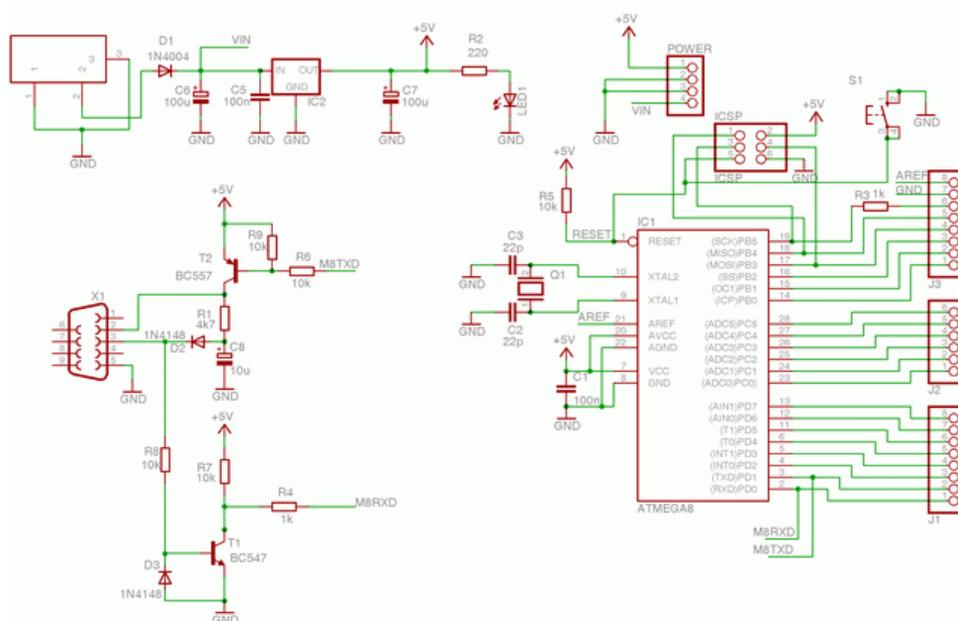
Fuente: <https://www.google.com.pe/url> (tomada el 30 de agosto del 2016)

Comenzando en el sentido de las agujas del reloj desde el centro de la parte

superior:

- Pin de referencia analógica (naranja) Señal de tierra digital (verde claro)
Pines digitales 3-13 (verde)
- Pines digitales 1-2 / entrada y salida del puerto serie: TX/RX (verde oscuro) Botón de reset (azul oscuro)
- Entrada del circuito del programador serie (azul turqués) Pines de entrada analógica 0-5 (azul claro)
- Pines de alimentación y tierra (fuerza: naranja, tierra: naranja claro)
Entrada de la fuente de alimentación externa (9-12V DC) – X1 (rosa)
- Conmuta entre fuente de alimentación externa o alimentación a través del puerto
- USB – SV1 (violeta) Puerto USB (amarillo)

Figura 11: Esquema del arduino



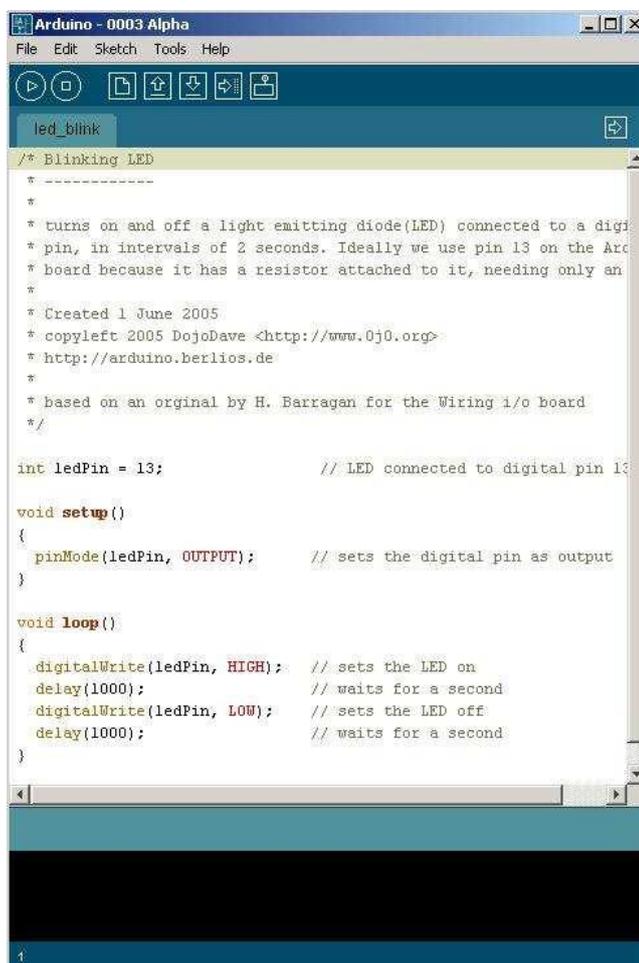
Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn> (tomada el 3 de setiembre del 2016)

2.2.7.3.4. Software.

2.2.7.3.4.1. Entorno de desarrollo.

Para programar la placa es necesario descargarse de la página web de Arduino (<http://www.arduino.cc/en/Main/Software>) el entorno de desarrollo (IDE). Se dispone de versiones para Windows y para MAC, así como las fuentes para compilarlas en LINUX.

Figura 12: IDE arduino



```
Arduino - 0003 Alpha
File Edit Sketch Tools Help

led_blink

/* Blinking LED
 * -----
 *
 * turns on and off a light emitting diode(LED) connected to a digital
 * pin, in intervals of 2 seconds. Ideally we use pin 13 on the Arduino
 * board because it has a resistor attached to it, needing only an
 *
 * Created 1 June 2005
 * copyleft 2005 DojoDave <http://www.0j0.org>
 * http://arduino.berlios.de
 *
 * based on an original by H. Barragan for the Wiring i/o board
 */

int ledPin = 13;          // LED connected to digital pin 13

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);                // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
  delay(1000);                // waits for a second
}
```

Fuente: <http://www.engstatic.com> (2009) (tomada el 3 de setiembre del 2016)

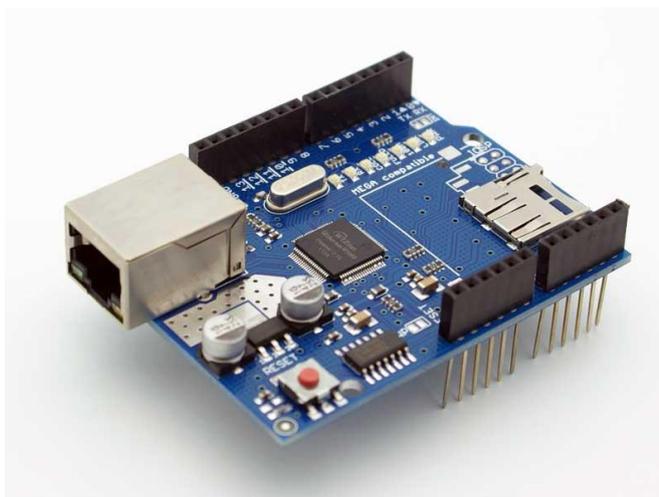
2.2.7.4. Arduino Ethernet.

2.2.7.4.1. Concepto

El Arduino Ethernet Shield conecta su Arduino a Internet en cuestión de minutos. Simplemente conecte este módulo a su tarjeta Arduino, conéctelo a su red con un cable RJ45 (no incluido) y siga unas sencillas instrucciones para comenzar a controlar su mundo en Arduino uno a través de Internet. (<http://arduinoethernet.weebly.com/iquestqueacute-es.html>), Como siempre con Arduino, cada elemento de la plataforma - hardware, software y documentación - está libremente disponible y de código abierto. Esto significa que usted puede aprender exactamente cómo se hace y utilizar su diseño como el punto de partida para sus propios circuitos. Cientos de miles de tableros de Arduino ya están alimentando la creatividad de la gente en todo el mundo, todos los días.

- Requiere tarjeta Arduino (no incluida)
- Tensión de servicio 5V (suministrada desde la tarjeta Arduino)
- Controlador Ethernet: W5100 con buffer interno de 16K
- Velocidad de conexión: 10 / 100Mb
- Conexión con Arduino en el puerto SPI

Figura 13: Arduino uno



Fuente: www.educachip.com Arduino-Ethernet (tomada el 5 de setiembre del 2016)

2.2.7.4.2. Descripción.

El Arduino Ethernet Shield permite que una tarjeta Arduino se conecte a Internet. Se basa en la Wiznet W5100 ethernet chip (hoja de datos). El Wiznet W5100 proporciona una pila de red (IP) capaz de TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de socket simultáneas. Utilice la biblioteca Ethernet para escribir bocetos que se conectan a Internet utilizando el escudo. El escudo ethernet se conecta a una placa Arduino usando cabezales largos que se extienden a través del blindaje. Esto mantiene el diseño del pasador intacto y permite que otro escudo se apile en la parte superior.

La revisión más reciente del tablero expone el pinout 1.0 en la rev 3 del tablero de la UNO de Arduino.

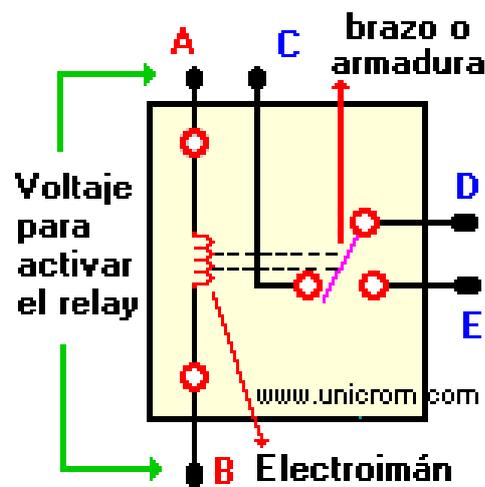
El escudo Ethernet tiene una conexión estándar RJ-45, con un transformador de línea integrado y Power over.

2.2.7.5. Relé

2.2.7.5.1. Definición.

El Relé es un interruptor operado magnéticamente. El relé se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del relé) es energizado (le ponemos un voltaje entre sus terminales para que funcione). (<https://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-rele.>), php Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el relé). Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán.

Figura 14: Funcionamiento de un relé



Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRtPpltv9_Crm2UHM7T2V-q0HsintjFWB2zTLL-kuLydeMjfQKLDQ (tomada el 5 de setiembre del 2016)

2.2.7.6. Sensor HCSR04.

2.2.7.6.1. Definición.

El sensor de ultrasonido se enmarca dentro de los sensores para medir distancias o superar obstáculos, entre otras posibles funciones.

(<http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>)

En este caso vamos a utilizarlo para la medición de distancias. Esto lo consigue enviando un ultrasonido (inaudible para el oído humano por su alta frecuencia) a través de uno de la pareja de cilindros que compone el sensor (un transductor) y espera a que dicho sonido rebote sobre un objeto y vuelva, retorno captado por el otro cilindro.

Este sensor en concreto tiene un rango de distancias sensible entre 3cm y 3m con una precisión de 3mm.

2.2.7.6.2. Descripción.

Lo más singular del sensor de ultrasonidos HC-SR04 es quizás su "par de ojos", estos no son más que un emisor y un receptor de ultrasonidos que trabajan a una frecuencia de 40KHz (una frecuencia inaudible para las personas).

Figura 15: Sensor CH-SR04

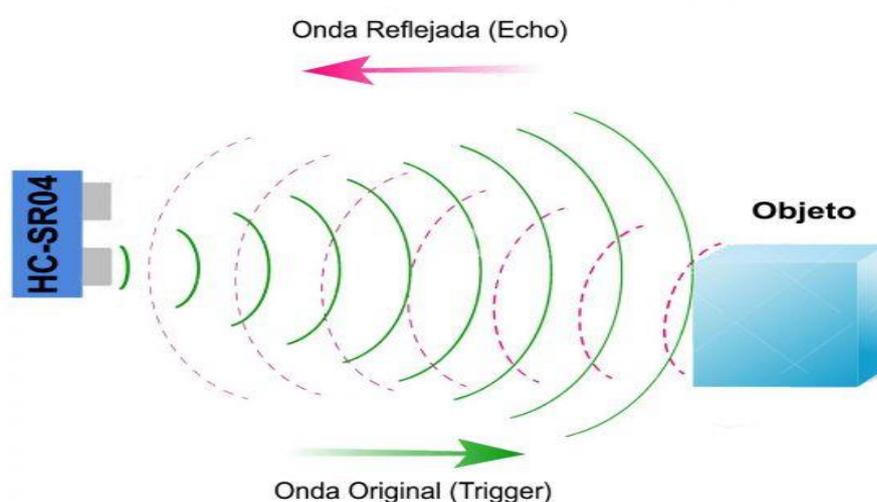


Fuente: [http://. www.tautvidas.com](http://www.tautvidas.com) sensor

2.2.7.6.3. Funcionamiento.

El principio en el que se basa su funcionamiento es muy sencillo, tan solo hay que generar una onda sónica en el emisor mediante un pulso en la patilla que pone "trig" (trigger o disparador), esta onda al encontrarse con algún obstáculo rebotará, volviendo al sensor y siendo registrada por el receptor, traduciéndose esta en un pulso en la patilla "Echo".

Figura 16: Funcionamiento del sensor ultrasónico



Fuente: <http://www.gstatic.com> (tomada el 8 de setiembre del 2016)

Con esto podemos hacer dos cosas, detectar un obstáculo esperando simplemente que Arduino reciba un "Echo" o contar el tiempo que transcurre desde que se manda el pulso por el trigger hasta que se recibe, de esta forma, y conociendo cual es la velocidad del sonido, podemos determinar de forma muy sencilla la distancia exacta a la que se encuentra el objeto en el que está rebotando la señal.

Para aclarar un poco el factor de multiplicación que vamos a introducir en Arduino, basta con decir que la velocidad es igual al espacio dividido por el tiempo que se tarda en recorrer dicho espacio. La velocidad del sonido es

conocida (343m/s) y el tiempo lo vamos a determinar, como el tiempo que transcurre desde que efectuamos el disparo hasta que recibimos el eco.

Aquí se tiene un pequeño resumen del cálculo que hay que hacer:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Tiempo}} \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

$$\text{Espacio} = \text{Velocidad} \times \text{Tiempo} \dots\dots\dots (\text{Ec. 2})$$

$$\text{Velocidad del sonido} = 343 \text{ m/s} = 0.0343 \text{ cm}/\mu\text{s}$$

$$\text{Espacio} = 0.0343 \times \text{Tiempo}$$

*Pero como la onda ha recorrido el camino dos veces (ida y vuelta) hay que dividir entre dos para conocer la distancia a la que se encuentra el objeto.

$$\text{Espacio} = 0.01715 \times \text{Tiempo}$$

2.2.7.8. Router

2.2.7.8.1. Definición

Un Router también conocido como enrutador o encaminador de paquetes es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Router>) Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un encaminador (mediante puentes de red), y que por tanto tienen prefijos de red distintos.

Figura 17: Router



Fuente: <http://www.Informática.com> router (tomada el 8 de setiembre del 2016)

2.2.8. Software.

2.2.8.1. Labview.

2.2.8.1.1. Introducción.

La programación G (gráfica) de LabVIEW consta de un panel frontal y un panel de código; en el panel frontal es donde se diseña la interface de usuario y se ubican los controles e indicadores. (LABVIEW. (2013). Requisitos para los Módulos y el Sistema de Desarrollo de NI LabVIEW. Obtenido de Requisitos para los Módulos y el Sistema de Desarrollo de NI LabVIEW: <http://www.ni.com/labview/esa/requirements>.)

En el panel de código se encuentran las funciones. Cada control que se utiliza en la interfaz tiene una representación en el panel de código, igualmente los indicadores necesarios para entregar la información procesada al usuario tienen un icono que los identifica en el panel de código o de programación.

Los controles pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial de estos o una combinación de los anteriores; y los indicadores pueden ser tablas, gráficos entre otros.

Figura 18: Labview



Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/myfS9qPfrhs/maxresdefault.jpg>

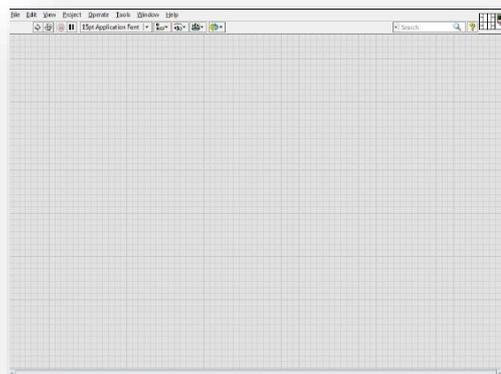
(Tomada el 10 de setiembre del 2016)

Los Programas en LabVIEW son llamados instrumentos virtuales (VIs) y las funciones pueden ser VIs prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, e igual que en un lenguaje de programación estándar las funciones procesan las entradas y entregan una o varias salidas, estos VI pueden también estar conformados de otros subVIs y así sucesivamente, de esta forma se pueden representar como un árbol genealógico donde un VI se relaciona o depende de varios SubVIs.

LabVIEW tiene VIs de adquisición de datos e imágenes, de comunicaciones, de procesamiento digital de señales, de funciones matemáticas simples, hasta funciones que utilizan otros programas como Matlab para resolver

problemas, otras más complejas como "nodos de formula" que se utilizan para la resolución de ecuaciones editando directamente estas como en lenguajes de programación tradicionales y definiendo las entradas y las salidas. LabVIEW también se puede utilizar para graficar en tres dimensiones, en coordenadas polares y cartesianas, tiene disponibles herramientas para análisis de circuitos RF como la Carta de Smith, tiene aplicaciones en manejo de audio y se puede comunicar con la tarjeta de sonido de la computadora para trabajar conjuntamente. Cada VI comprende tres partes principales:

Figura 19: Panel de labview



Panel frontal

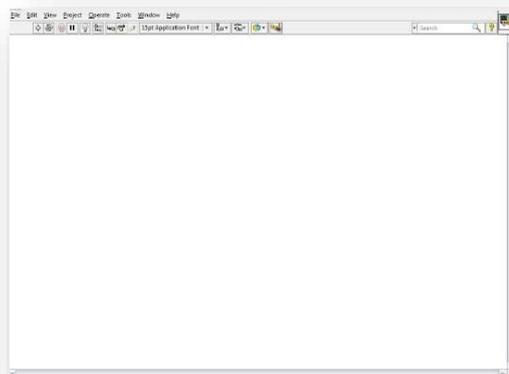


Diagrama de bloque

Fuente: fotografía tomada del panel de inicio de labview

Elaboración: propia. (Tomada el 7 de setiembre del 2016)

Cada control o indicador del panel frontal tiene una terminal correspondiente en el diagrama de bloques. Cuando un VI se ejecuta, los valores de los controles fluyen a través del diagrama de bloques, en donde son aplicados en las funciones del diagrama y los resultados son entregados a otras funciones o indicadores.

Adicionalmente, el diagrama de bloques contiene las librerías de LabVIEW como son las funciones y estructuras para construir nuestro programa. En el diagrama de bloques se conecta virtualmente cada nodo, incluyendo las terminales de los controles e indicadores, funciones y estructuras.

2.2.8.1.2. Entorno LabVIEW.

Los elementos básicos en el entorno LabVIEW son los menús (en la parte superior de las ventanas del panel frontal y diagrama de bloques) la barra de herramientas y las paletas flotantes que se pueden colocar en cualquier parte de la pantalla.

2.2.8.1.3. Paleta de controles.

Para generar el panel frontal, se colocan controles e indicadores de la paleta de controles. Cada icono representa una subpaleta, la cual contiene controles para colocar en el panel frontal. (LIV, H. A. (2001). *TUTORIAL DE LABVIEW. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas".*)

Se despliega la paleta de controles haciendo un clic derecho en un área abierta del panel frontal.

Un indicador es un objeto del panel frontal que muestra datos al usuario. Se pueden citar como ejemplos: gráficas, termómetros, medidores analógicos y digitales.

Cuando se coloca un control o indicador en el panel frontal, automáticamente se muestra un terminal en el diagrama de bloques.



Num Ctrls – Para la introducción de cantidades numéricas.



Num Inds – Para la visualización de cantidades numéricas.



Buttons – Para la entrada de valores booleanos.



LEDs – Para la visualización de valores booleanos.



Text Ctrls – Para la entrada de texto.



Text Inds – Para visualizar texto.



Graph – Para representar gráficamente los datos.



User Ctrls – Para elegir un control creado por el propio usuario.



All Control – Muestra todos los controles que posee LabVIEW.

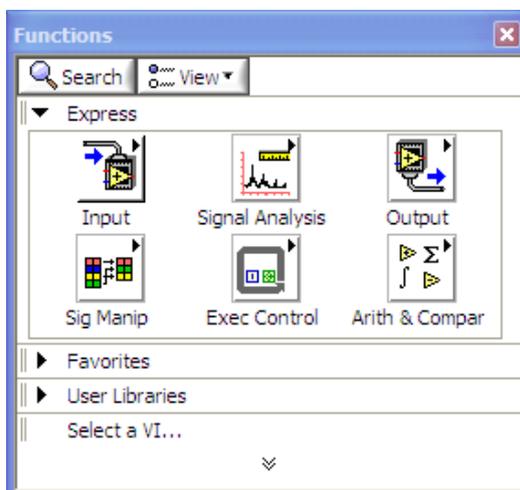
2.2.8.1.4. Paleta de funciones.

La paleta de funciones está disponible solamente en el diagrama de bloque y se despliega dando un click derecho en un área abierta del diagrama de bloques. Para desaparecer la paleta de funciones presione el botón en la parte superior izquierda de la paleta.

Las estructuras, VIs y funciones (llamados en conjunto nodos) de la paleta de funciones proporcionan la funcionalidad al VI. Cuando se añaden nodos a un diagrama de bloques, estos se pueden conectar entre si y a los terminales generados por los controles e indicadores del panel de control mediante la herramienta de conexión (Wiring Tool) de

la paleta de herramientas. Al final, un diagrama de bloques completo se asemeja a un diagrama de flujo.

Figura 20: Paleta de funciones



Fuente: Fotografía tomada de labview

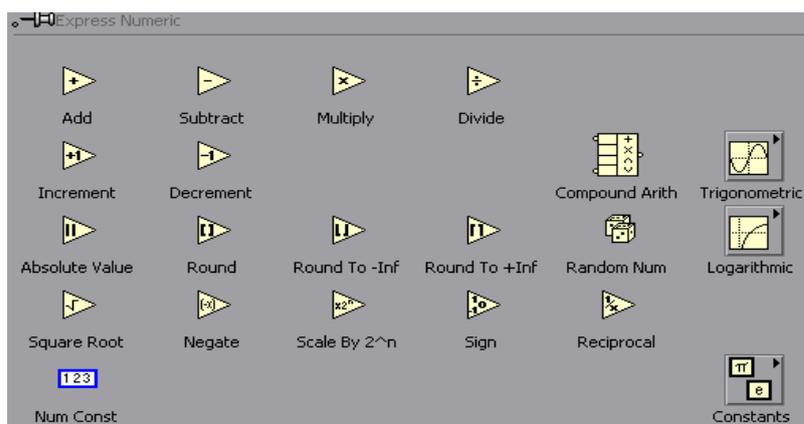
Elaboración: propia. (Tomada el 7 de setiembre del 2016)

Las funciones son los elementos de operación esenciales para programar en LabVIEW. Las funciones no tienen representación en el Panel Frontal, por lo que no se pueden abrir ni editar en dicha ventana. La paleta de funciones también incluye los VI que vienen con LabVIEW.

Entre las funciones más utilizadas están:

- **Funciones Numéricas:** Se usan las funciones numéricas para crear y ejecutar operaciones aritméticas, trigonométricas, logarítmicas y complejas, también para convertir números de un tipo a otro.

Figura 21: Funciones numéricas

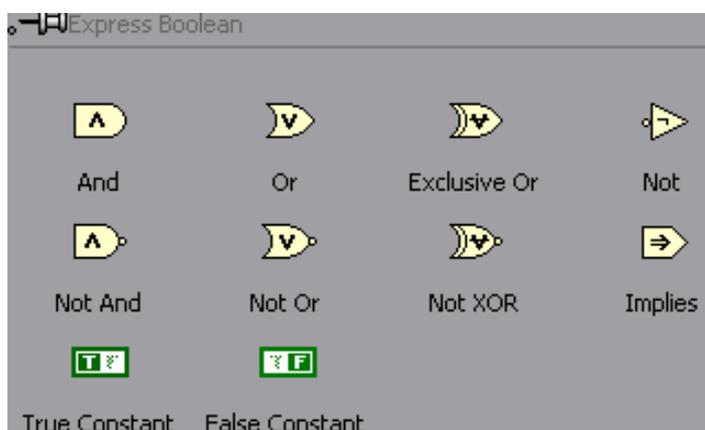


Fuente: Fotografía tomada de labview

Elaboración: propia. (Tomada el 7 de setiembre del 2016)

- **Funciones Booleanas (lógicas):** Con ellas se ejecutan operaciones lógicas en valores boléanos.

Figura 22: Funciones lógicas



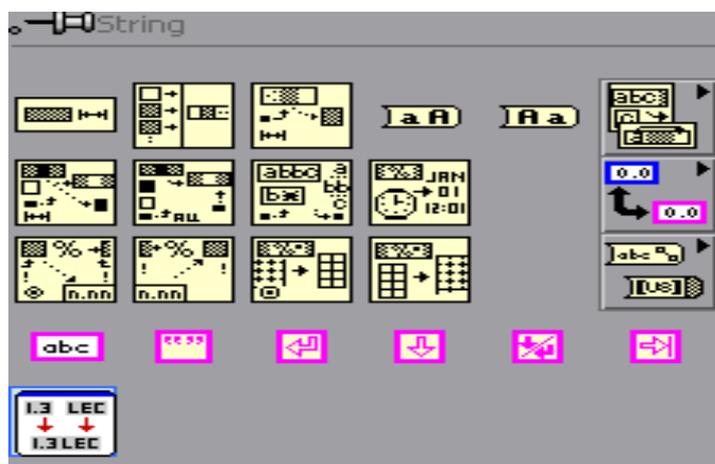
Fuente: Fotografía tomada de labview

Elaboración: propia. (Tomada el 7 de setiembre del 2016)

- **Funciones de hileras:** Se utilizan para realizar: concatenaciones entre dos o más hileras, extraer un rango de caracteres, buscar y reemplazar

uno o más caracteres, convertir datos numéricos a hileras, dar formato a una hilera para usarse en un procesador de texto o en una hoja de cálculo.

Figura 23: Funciones Hileras

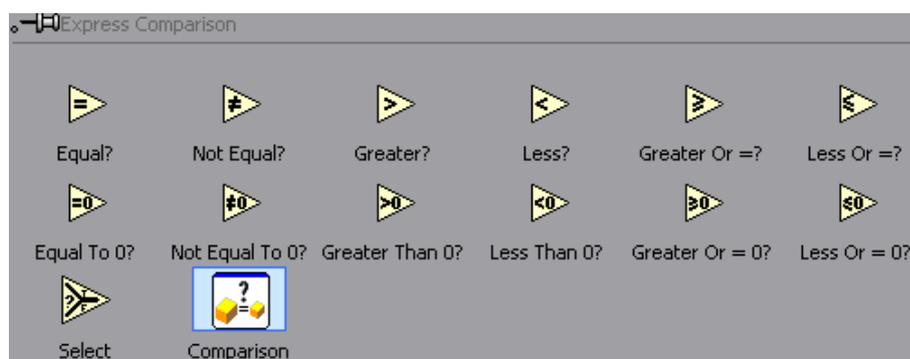


Fuente: Fotografía tomada de labview

Elaboración: propia. (Tomada el 8 de setiembre del 2016)

- **Funciones de comparación (relación):** Se comparan valores boléanos, de hileras, numéricos, arreglos y clusters.

Figura 24: Funciones de comparación



Fuente: Fotografía tomada de labview

Elaboración: propia. (Tomada el 8 de setiembre del 2016)

2.3. Glosario de términos básicos

- **Ethernet:** Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.
- **Frecuencia:** La frecuencia es una magnitud la cual contabiliza las repeticiones por unidad de tiempo de cualquier suceso periódico, para calcular esta magnitud se toman en cuenta un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido.

HMI: Una interfaz Hombre - Máquina o HMI es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Linx: proporciona VIs LabVIEW fáciles de usar para interactuar con plataformas comunes como Arduino, chipKIT y myRIO. Utilice los VIs de sensores incorporados para comenzar a obtener datos en su PC en segundos o utilice los VIs periféricos para acceder a sus dispositivos E / S digitales, E / S analógicas, SPI, I2C, UART, PWM y más.

MTBF: (acrónimo de Mean Time Between Failures) es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación.

- **Ordenador:** Máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.
- **Puerto:** El Universal Serial Bus es un estándar industrial desarrollado a mediados de los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos.
- **Relé:** es un interruptor operado magnéticamente. El relé se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del **relé**) es energizado (le ponemos un voltaje entre sus terminales para que funcione).
- **Router:** Un dispositivo dedicado a la tarea de administrar el tráfico de información que circula por una red de computadoras.
- **Sensor:** Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en un termistor), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.
- **Ultrasonido:** El **ultrasonido** son ondas mecánicas, es decir no ionizantes, cuya frecuencia está por encima de la capacidad de audición del oído humano (aproximadamente 20 000 Hz).

2.4. Hipótesis de la investigación

2.4.1. Hipótesis general

El diseño e implementación de un sistema de monitorización del control del nivel de agua permitirá ahorrar y mejorar en el distrito de Puno.

2.4.2. Hipótesis específico

- a) Si el sistema de monitorización del tanque de nivel de agua es óptimo podría llegar a tener datos con errores mínimos.
- b) Si al mandar y recibir datos en tiempo real vía ethernet. Entonces el sistema de control para el proyecto será adecuado.
- c) Si sistema y el diseño mecánico-electrónico de acuerdo al sensor de nivel y la electroválvula no afecta en envió de datos, entonces los errores disminuirán.

2.5. Operacionalización de variables.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOL
Problema General	Objetivo General	Hipótesis general		OGIA
¿Cómo mantener el nivel de Agua en un tanque de uso doméstico usando redes industriales?	Diseñar e implementar el control del nivel de agua de un tanque usando redes industriales.	El diseño e implementación de un sistema de monitorización del control del nivel de agua permitirá ahorrar y mejorar en el distrito de Puno.	Variable independiente e Automatización y Control Variable dependiente	La presente investigación es de tipo básica descriptiva
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
<p>a) ¿El sistema de control, permitirá que todo el sistema mecánico– electrónico, tenga un adecuado y eficiente funcionamiento en cuanto al sensor de nivel, durante la captación del agua?</p> <p>b) ¿El reconocimiento del sensor de nivel, realizado con el sistema de control será óptimo para tener datos exactos?</p> <p>c) ¿La realización de recibir y mandar datos en tiempo real usando redes industriales en el proyecto, presentará alguna dificultad?</p>	<p>a) Analizar el sistema de control y diseño mecánico- electrónico para tener datos exactos y un eficiente funcionamiento del proyecto.</p> <p>b) Diseñar un sistema scada para el tanque del nivel de agua para obtener datos.</p> <p>c) Mandar y recibir datos mediante redes industriales.</p>	<p>a) Si el sistema de monitorización del tanque de nivel de agua es óptimo podría llegar a tener datos con errores mínimos.</p> <p>b) Si al mandar y recibir datos en tiempo real vía ethernet. Entonces el sistema de control para el proyecto será adecuado.</p> <p>c) Si sistema y el diseño mecánico- electrónico de acuerdo al sensor de nivel y la electroválvula no afecta en envío de datos, entonces los errores disminuirán.</p>		

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es del tipo aplicada, porque se caracteriza para resolver problemas, atender necesidades concretas y en función a la naturaleza del problema es del tipo creativo innovador, porque genera nuevos conocimientos en base a la asimilación de los proyectos ya existente.

Además, es de tipo inductivo analítico, porque se fundamenta en base a las teorías y formulación estudiada y establecida anteriormente por otros investigadores

ÁREA DE ESTUDIO: AUTOMATIZACION E INSTRUMENTACION.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS.

3.2. Población y Muestra de Investigación

La población es en las viviendas que cuentan con contenedores de agua de alcance familiar. Tanque 2500 litros / Medida: Diámetro 1.55 x Altura 1.75 mts. Aproximado.

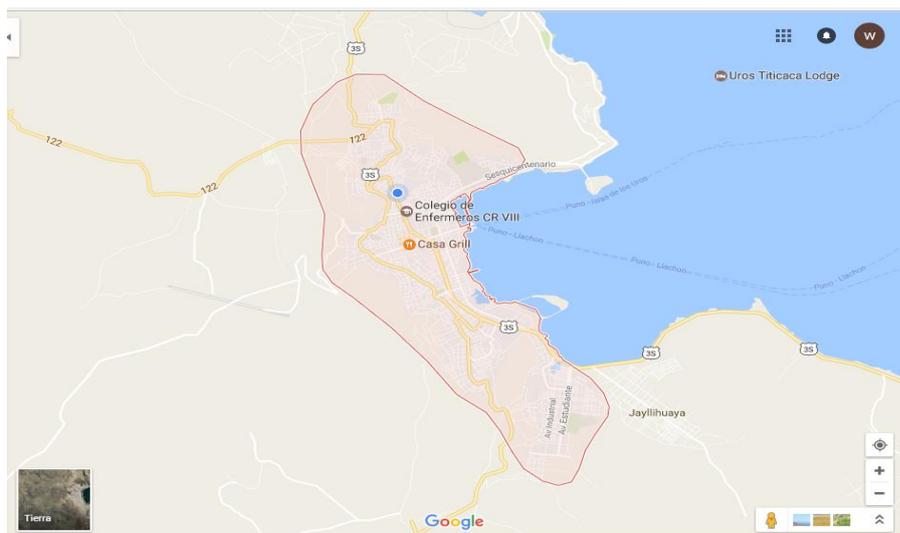
En la muestra se consideró contenedores de mayor volumen ubicados en lugares de mayor consumo de agua como en hoteles, restaurantes. (Tanque 10000 litros / Medida: Diámetro 2.20 x Altura 3.10 mts.).

3.3. Ubicación y Descripción de la Población.

La ciudad de Puno según el Instituto Nacional de Estadística e Informática es la vigésima ciudad más poblada del Perú.

Oscilando entre los 3810 a 4050 msnm. Actualmente tiene una población de 1, 566,64 habitantes aproximadamente

Figura 25: Google Heard.



Fuente: imagen captada desde google heart internet

Elaboración: propia. (Tomada el 17 de setiembre del 2016)

3.4. Material experimental

Tabla 1: Lista de materiales

	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO C/U	COSTO TOTAL
1	COMPUTADORA	1	1600	1600
2	ARDUINO UNO	1	70.00	70.00
3	ARDUINO ETHERNET	1	90.00	90.00
4	SENSOR HC-SR04	1	20.00	20.00
5	MODULO DE RELE	1	8.00	8.00
6	BOMBA DE AGUA	1	80.00	80.00
7	ELECTROVALVULA	1	50.00	50.00
8	TUBERIAS PVC	1	6.00	6.00
9	MANGUERAS	1	3.00	3.00
10	PINTURAS	2	7.00	14.00
11	ABRASADERA PLASTICAS	2	5.00	10.00
12	SILICONA	1	7.00	7.00
13	PEGAMENTO PVC	1	4.00	4.00
14	CABLES	10	1.00	10.00
15	PROTOBOARD	1	20.00	20.00
	TOTAL			1992.00

3.5. Técnicas de Instrumentos para Recolectar Información.

a) **TECNICAS:** Formales.

b) **INSTRUMENTOS:** guías de laboratorio, multímetro. Cinta métrica

3.6. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de Datos

a) **TECNICAS:** observación.

b) **ANALISIS DE DATOS:** El análisis de datos se realiza a través de del software LabVIEW, porque es un programa industrial y puede trabajar con diferentes interfaces de comunicación.

3.7. Procedimiento del Experimento

PRIMERO: Revisión bibliográfica: estudio y comparación de los sistemas de control.

SEGUNDO: Diseño del prototipo de sistema:

TERCERO: Diseño e implementación de los módulos.

CUARTO: Diseño del interfaz y sistema de comunicación.

QUINTO: Pruebas.

3.7.1 Modelo realizada para determinar el caudal

Considere a la planta como un sistema de primer orden, (un solo tanque, en estas condiciones las ecuaciones dinámicas que describen al sistema son:

$$Q_i = Q_a + Q_o \quad \dots\dots\dots (Ec. 3)$$

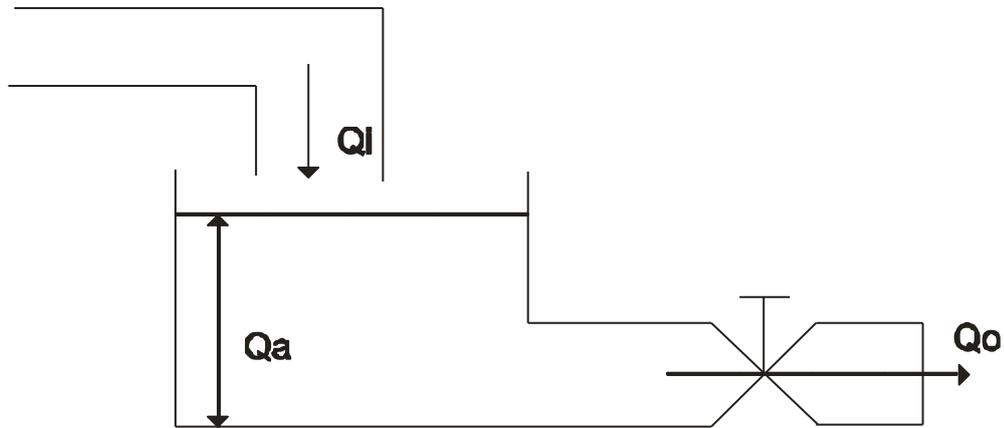
Dónde:

$$Q_i = \text{caudal de entrada al tanque} [cm^3/s]$$

$$Q_o = \text{caudal de salida del tanque} [cm^3/s]$$

$$Q_a = \text{caudal de almacenado en el tanque} [cm^3/s]$$

Figura 26: Esquema el Nivel de Líquidos



Fuente: Diseño en corel draw

Elaboración: propia. (Tomada el 17 de setiembre del 2016)

El caudal de salida del tanque viene dado por:

$$Q_o = K_v \cdot \sqrt{h_1} \dots \dots \dots \text{(Ec. 4)}$$

Dónde:

$$h_1 = \text{altura del tanque en el agua} [cm]$$

$$K_v = \text{constante de la valvula} [cm^3/s]$$

El volumen almacenado dentro del tanque puede representar por:

$$Q_a = \frac{dV_a}{dt} = A \frac{dh_1}{dt} = Ah_1 \dots \dots \dots \text{(Ec. 5)}$$

Dónde:

$$V_a = \text{Volumen del tanque ocupado por el agua} [cm^3]$$

$$A = \text{area transversal del tanque} [cm^2]$$

Remplazando la ecuación (3) y (4). En la ecuación (1) se tiene:

$$Q_i = A \frac{dh_1}{dt} + K_v \sqrt{h_1} = Ah_1 + K_v \sqrt{h_1} \dots\dots\dots (Ec.6)$$

El segundo término de la ecuación (4) no es un término lineal, para linealizarlo se debe derivar esta expresión y evaluarla en el punto de operación ($H_1 = altura\ de\ trabajo = 10\ cm$)

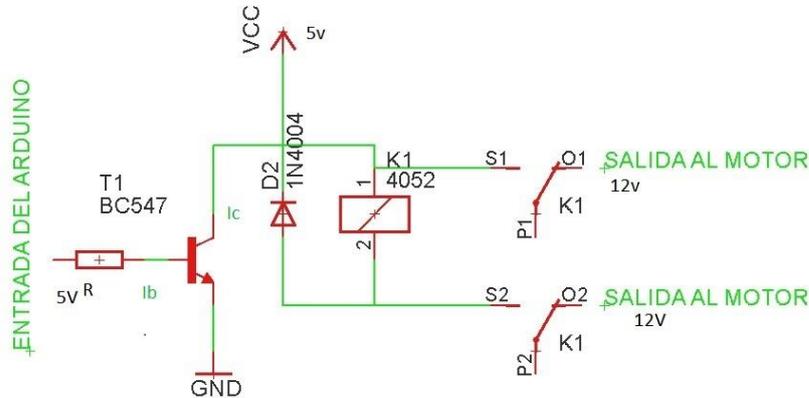
Linealizando la ecuación (iv) se tiene:

$$\frac{Q_i}{A} = h_1 + \frac{K_v}{2.A.\sqrt{H_1}} (h_1) \dots\dots\dots (Ec.7)$$

3.7.2 Diseño y análisis de los circuitos.

- **Diseño del circuito**

Figura 27: Circuito en Eagle de relé



Fuente: diseño en el software Eagle

Elaboración: propia. (Tomada el 19 de setiembre del 2016)

Analizamos la resistencia R con datos entrantes del arduino.

$$V = 5V$$

$$I_b = 40\ mA$$

$$R_b = 125 \text{ ohm}$$

- **Análisis para la conexión de un relé**

El diodo en paralelo con la bobina del relé cumple la función de absorber las tensiones que se generan en todos los circuitos inductivos.

Si la bobina del relé tiene 50 ohm de resistencia y funciona a 5V calcularemos el consumo de corriente que tiene el relé.

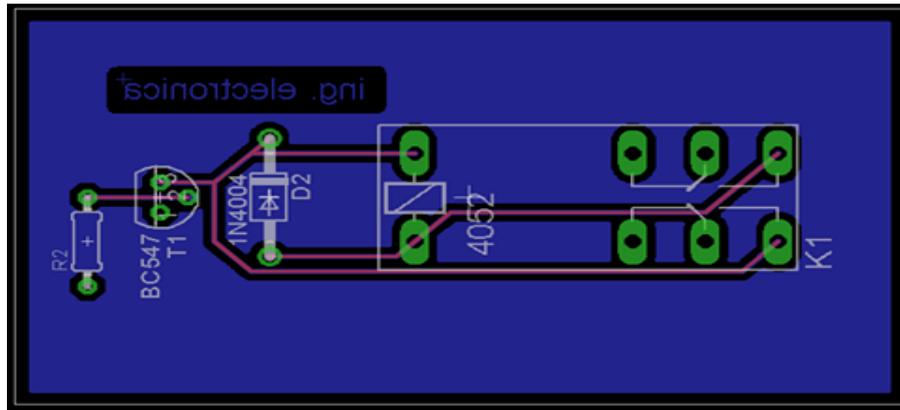
$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots (\text{Ec. 8})$$

$$I_c = \frac{5V}{50}$$

$$I_c = 10mA$$

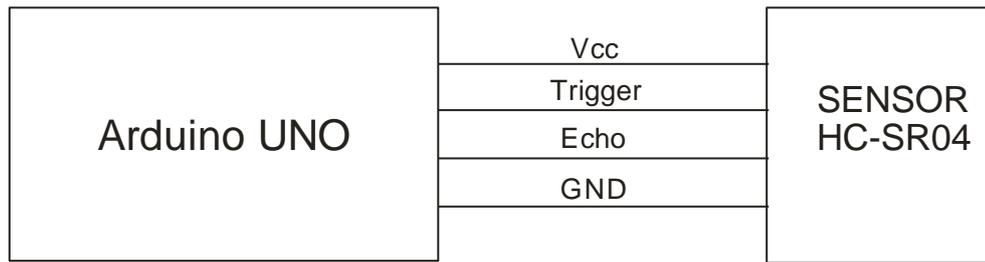
El consumo de la corriente sería de 10 mA.

Figura 28: Placa relé diseñada en Eagle.



Fuente: Elaboración propia, (Tomada el 19 de setiembre del 2016)

Grafico 1: Conexión arduino y el sensor



Fuente: Elaboración Propia, (Tomada el 19 de setiembre del 2016)

Salida de voltaje del arduino

5V y 0V con corriente de 40mA

Entrada de voltaje al sensor:

5V y 0V.

Calculamos la resistencia que fluye entre el arduino y sensor:

$$V = 5V$$

$$I = 40mA$$

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (Ec. 9)$$

$$R = \frac{5V}{125omh}$$

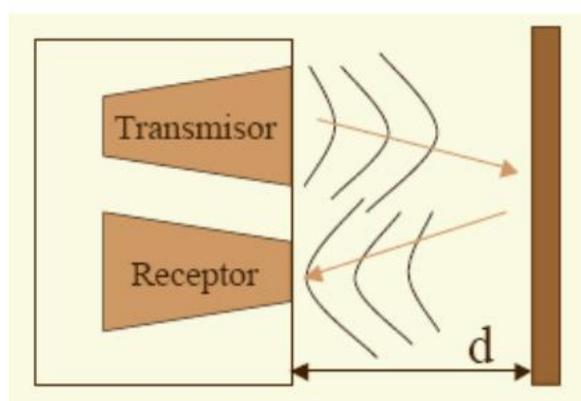
$$R = 125omh.$$

3.7.3. Funcionamiento del sensor ultrasonido.

El sensor ultrasonido exactamente igual que los que oímos normalmente, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que nosotros

vamos a utilizar sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonido es a lo que llamamos Ultrasonido. El funcionamiento básico del ultrasonido como medidor de distancia se muestra de una manera muy clara en el siguiente esquema, donde se tiene un receptor que emite un pulso de ultrasonido que rebota sobre un determinado objeto y la reflexión de ese pulso es detectado por un receptor de ultrasonido.

Figura 29: Funcionamiento del sensor.



Fuente: diego Pérez (2006) (tomada 22 de setiembre del 2016)

Fórmula para medir la distancia en el sensor

$$d = \frac{1}{2} V \cdot t \dots\dots\dots (Ec. 10)$$

Dónde:

V: es la velocidad del sonido en el aire.

T: es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso.

3.7.4 Ecuaciones para algunas pruebas.

- PRIMERA PRUEBA**

Cuando:

$$d = 22.2cm$$

$$V = 34300cm/s$$

$$d = \frac{1}{2}(V \cdot t) \dots\dots\dots (Ec. 11)$$

$$t = 2 \left(\frac{22.2cm}{34300cm/s} \right)$$

$$t = 1.29 \times 10^{-3} seg$$

- SEGUNDA PRUEBA**

Cuando:

$$d = 17.6781cm$$

$$V = 34300cm/s$$

$$d = \frac{1}{2}(V \cdot t) \dots\dots\dots (Ec. 12)$$

$$t = 2 \left(\frac{17.6781cm}{34300cm/s} \right)$$

$$t = 1.03 \times 10^{-3} seg$$

- **TERCERA PRUEBA**

Cuando:

$$d = 12.8219cm$$

$$V = 34300cm/s$$

$$d = \frac{1}{2}(V \cdot t) \dots \dots \dots (Ec. 13)$$

$$t = 2 \left(\frac{12.8219cm}{34300cm/s} \right)$$

$$t = 7.47 \times 10^{-4} seg$$

- **CUARTA PRUEBA**

Cuando:

$$d = 9.7493cm$$

$$V = 34300cm/s$$

$$d = \frac{1}{2}(V \cdot t) \dots \dots \dots (Ec.14)$$

$$t = 2 \left(\frac{9.7493cm}{34300cm/s} \right)$$

$$t = 5.68 \times 10^{-4} seg$$

- **QUINTA PRUEBA**

Cuando:

$$d = 7.48cm$$

$$V = 34300cm/s$$

$$d = \frac{1}{2}(V \cdot t) \dots \dots \dots (Ec. 15)$$

$$t = 2 \left(\frac{7.48cm}{34300cm/s} \right)$$

$$t = 4.36 \times 10^{-4} seg$$

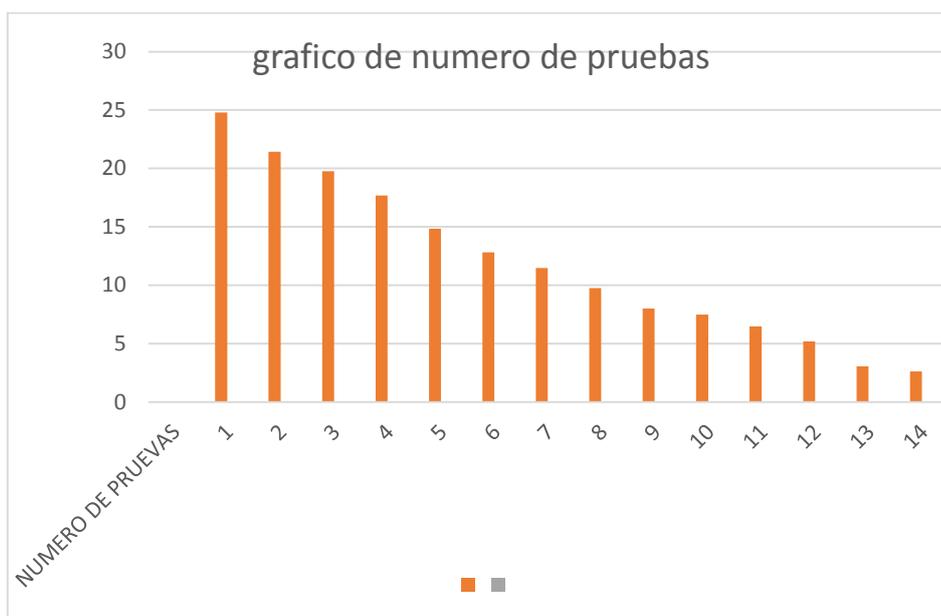
3.8. Plan de Tratamiento de los Datos

Los datos se obtuvieron luego de haber realizado el diseño en el software LabVIEW, el cual nos permitirá ajustar los parámetros su implementación de acuerdo a la altura del contenedor de agua.

3.8. Gráfico de pruebas y número de pruebas

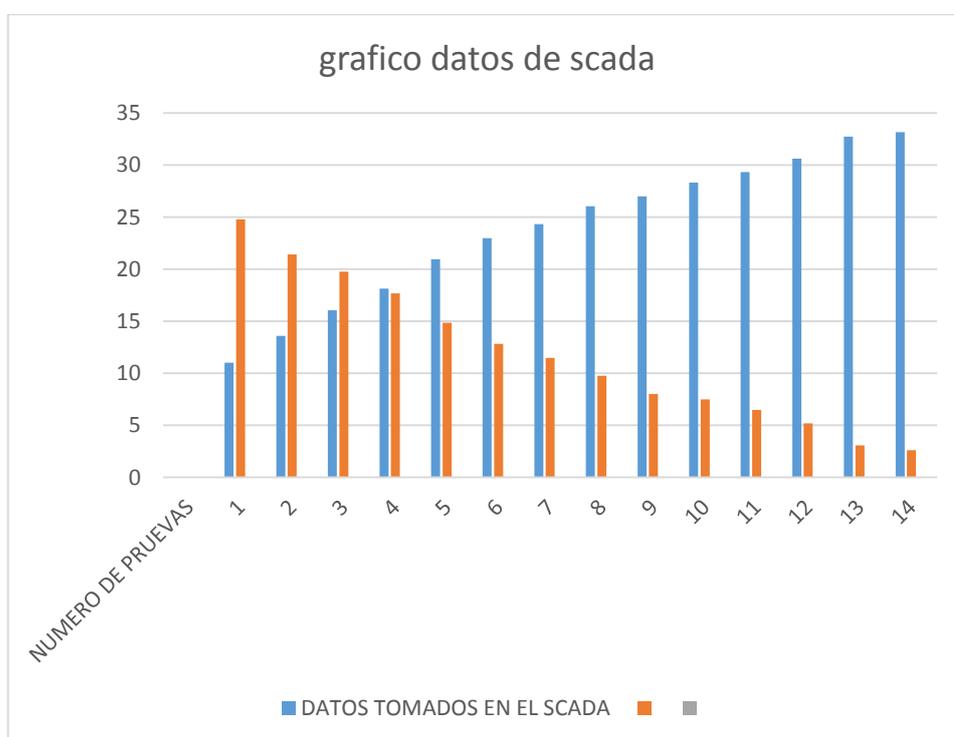
En el grafico podemos apreciar que se hizo 14 pruebas respecto al llenado del tanque.

Grafico 2: Llenado de tanque



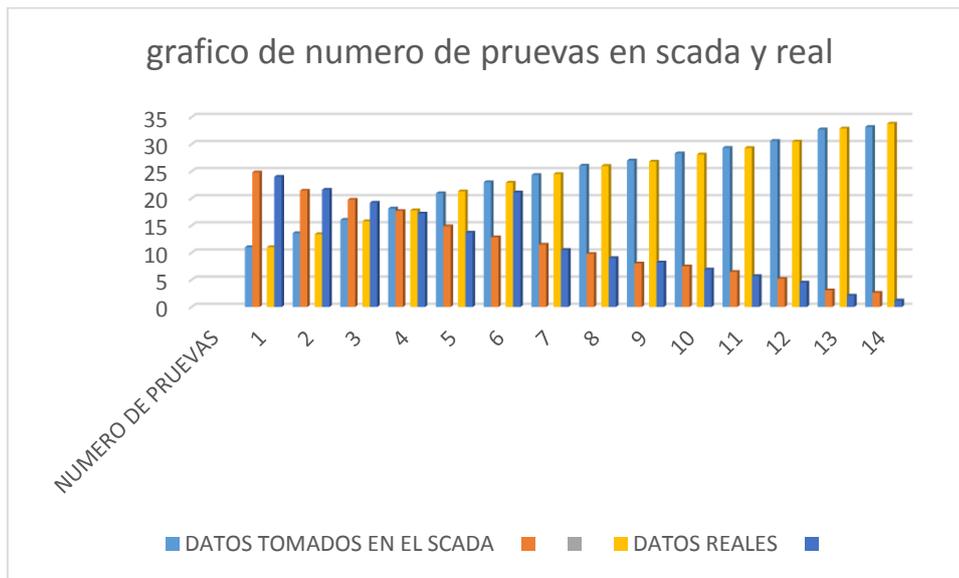
Fuente: Elaboración propia, (tomada 22 de setiembre del 2016)

Grafico 3: De datos de Scada



Fuente: Elaboración propia, (tomada 22 de setiembre del 2016)

Grafico 4: comparación de los datos reales con los datos del scada



Fuente: Elaboración propia, (tomada 22 de setiembre del 2016)

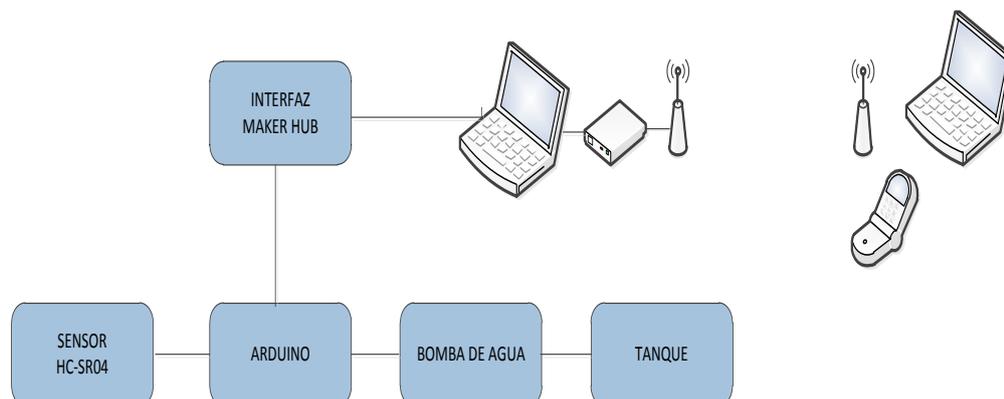
CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1. Descripción General del Proyecto.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se ha de seguir la siguiente secuencia.

Figura 30: Funcionamiento del proyecto



Fuente: Elaboración propia, (tomada 25 de setiembre del 2016)

4.2. Desarrollo del Proyecto.

4.2.1. Diseño e implementación del proyecto

La implementación está conformada por varios módulos electrónicos, cada uno de los cuales se encarga una tarea en específico, en primer lugar, mencionaremos al módulo arduino, el cual se encargará de recibir toda la información del sensor ultrasónico, donde el sensor ultrasónico mide la distancia del nivel de agua, en donde este actúa mediante la programación de un máximo y mínimo de nivel agua en el software LabVIEW de acuerdo a ese margen se inicia el llenado del tanque mediante el motor.

Figura 31: Proyecto terminado mecánico



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 25 de setiembre del 2016)

4.3. Instalación Del Interfaz Labview-Arduino

El LINX LabVIEW MakerHub hace más fácil conectarse con plataformas embebidas comunes como, sensores comunes incluyendo acelerómetros, sensores de temperatura y sensores ultrasónicos de distancia. Con este toolkit y software para NI LabVIEW, usted puede controlar y adquirir datos desde plataformas embebidas comunes. Una vez que la información está en LabVIEW, usted puede analizarla usando las herramientas respectivas de labview.

Figura 32: MarKerHub



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 25 de setiembre del 2016)

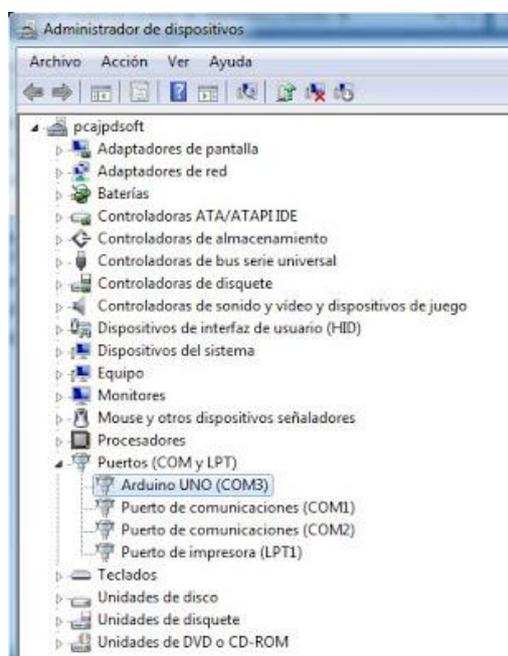
4.4. Instalación y Configuración del interfaz linx.

INSTALACION

- Conectaremos Arduino UNO al PC mediante el cable USB
- El sistema operativo Windows 7 detecta el dispositivo e intentará instalar los drivers
- Como no los encuentra da un error
- Accederemos al botón “Inicio” “Panel de control”
- Pulsamos en “Hardware y sonido”
- Pulsamos en “Administrador de dispositivos”
- En la ventana del Administrador de dispositivos, en “Otros dispositivos” nos debe mostrar “Arduino Uno”, pulsaremos con el botón derecho del ratón y seleccionaremos “Actualizar software de controlador”:
- Pulsaremos en “Buscar software de controlador en el equipo. Buscar e instalar el software de controlador de forma manual”.

- Pulsaremos en el botón “Examinar” para seleccionar la carpeta donde se encuentran los drivers.
- El asistente para instalar un nuevo controlador nos mostrará un aviso de seguridad, pues estamos cambiando algo vital para la seguridad del PC. pulsamos “Instalar este software de controlador de todas formas”.
- Si todo es correcto, el asistente nos habrá instalado el controlador para Arduino UNO y nos lo mostrará en una ventana
- En el Administrador de dispositivos de Microsoft Windows 7 nos mostrará el nuevo controlador instalado, en “Puertos (COM y LPT)”. Es importante que anotemos el nombre asignado al puerto COM para Arduino, en nuestro caso COM3, pues lo necesitaremos seleccionar en el IDE de Arduino.

Figura 33: Configuración del puerto COM



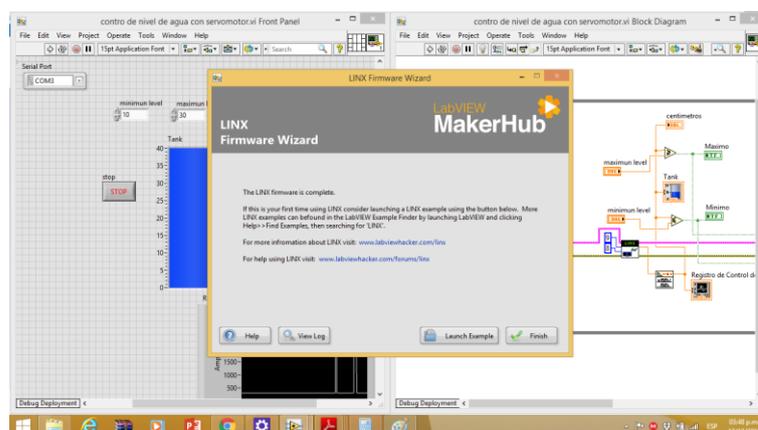
Fuente: Elaboración propia, (tomada el 28 de setiembre del 2016)

CONFIGURACION.

Para la configuración del MARKHUB – LabVIEW vamos hacer los siguientes pasos para mandar datos desde labVIEW al arduino y poder manejar de acuerdo que se quiere programar.

- en el menú de LabVIEW ir a la ventana de tolos – MakerHub
- MAKERHUB se habrá 3 opciones en el cual elegimos LINX- firmware.
- elegiremos la familia el tipo de arduino y el puerto el cual está conectado el arduino.
- por ultimo seleccionar el COM con el cual la computadora está trabajando.

Figura 34: Instalación del linx



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 28 de setiembre del 2016)

4.5. Programación en Labview

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

A continuación, tenemos partes a detalle de la programación:

4.5.1. Inicia la Conexión del Puerto

Hace la conexión entre el arduino y labview mediante el linx, como se muestra en la figura en donde dice visa se elige el puerto en donde se conecta el arduino y finalmente hace una conexión que se podrá manipular la entrada.

Figura 35: Conexiones del puerto

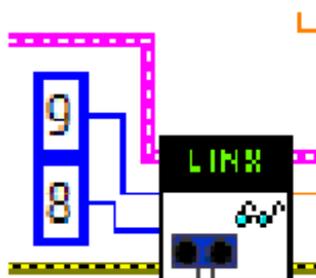


Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

4.5.2. Sensor HC-SR04

En labview instalado el linx buscamos el sensor ultrasónico lo llevamos a labview en ahí se elige a que puerto digital del arduino deseas conectar en este caso se conectó en la salida digital 8 y 9 del arduino.

Figura 36: Sensor HC-SR04

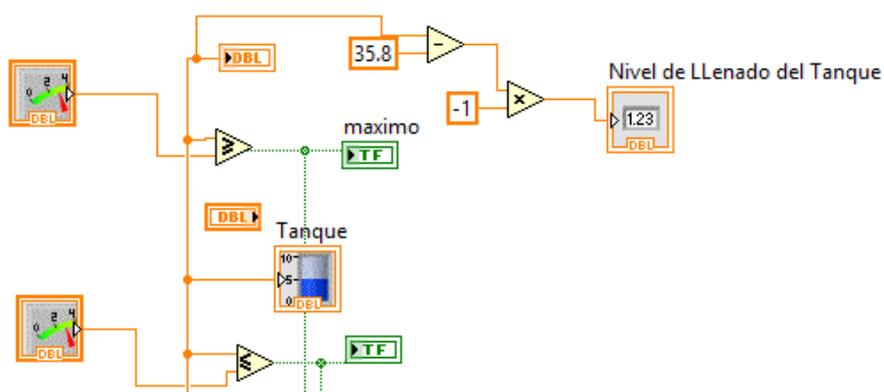


Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

4.5.3. Nivel de tanque en cm Max y Min

La medida del tanque se realiza en cm donde tiene un mayor y menor que indica si está subiendo el agua o está bajando, pero tiene un nivel máximo, que cuando llega a su nivel máximo el motor se apaga y se abre la válvula de descarga, cuando llega al nivel mínimo, inmediatamente el motor enciende y empieza a llenarse el agua al tanque.

Figura 37: Nivel de tanque en cm



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

4.5.4. Median filter

Median filter hace un registro de control del nivel de agua dependiendo la altura o bajada en el tanque, si hay movimiento en el tanque median filter manda un registro discontinuo.

Figura 38: Median filter

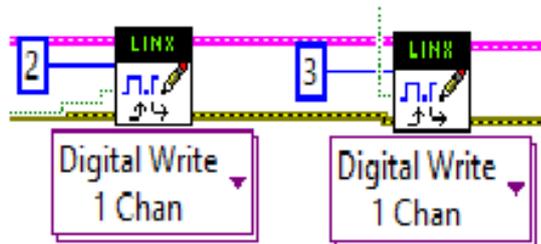


Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

4.5.5. Salidas digitales para el motor

Las salidas digitales del motor se pueden usar n salidas ya se encendido del motor para la carga o salida del motor para la descarga, aquí se usó los puertos del arduino que son la 2 y 3 como se muestra en la figura.

Figura 39: Salidas digitales para el motor

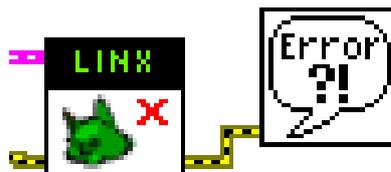


Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

4.5.6. Cierra la conexión del puerto

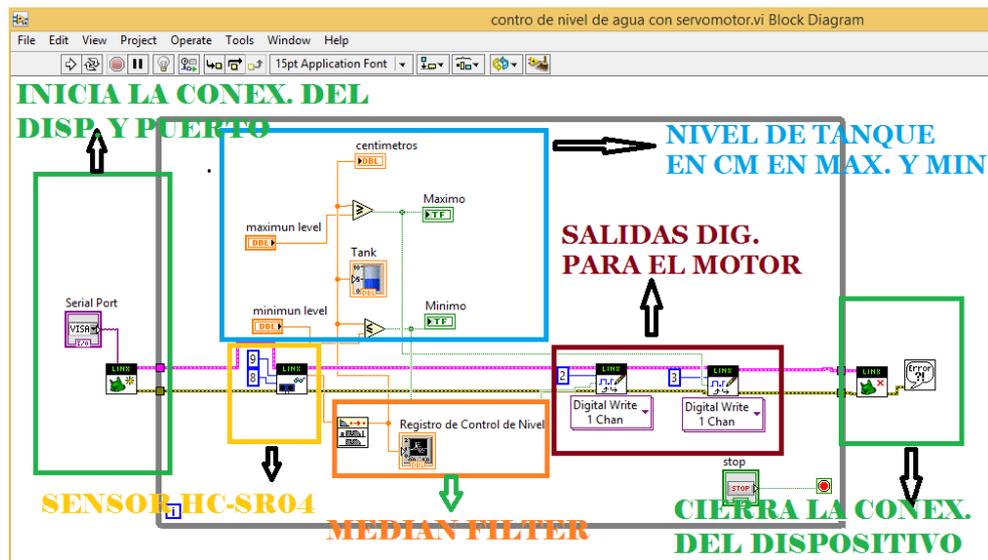
Para terminar con la conexión del arduino y labview se debe poner el close del linx para el arduino, seguidamente ira la conexión “error”, cuando inicias o corres el programa si hay alguna falla el error te muestra que fallas tiene el programa o si algún puerto de conexión en el arduino está mal o no pertenece al mismo puerto.

Figura 40: Close del programa



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 29 de setiembre del 2016)

Figura 41: Scada del control de nivel



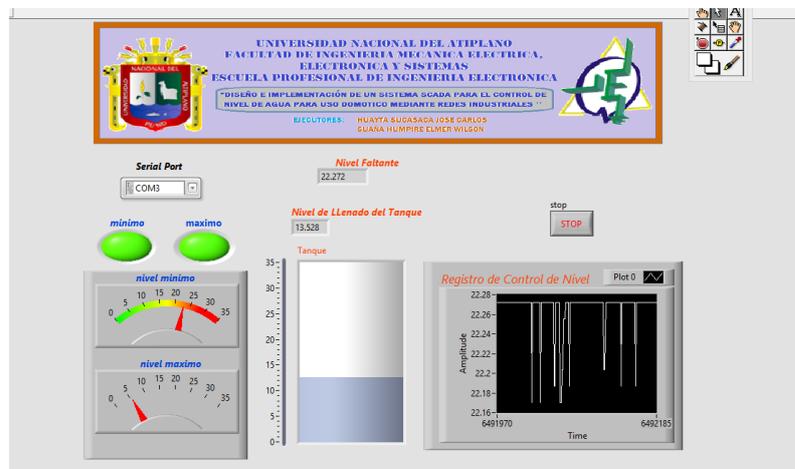
Fuente: Elaboración propia, (tomada el 1 de octubre del 2016)

4.6. Panel Frontal de Labview

La ventana del panel frontal es la interfaz de usuario para el VI. La muestra un ejemplo de una ventana del panel frontal.

El panel frontal hemos insertado un tanque la variación del máximo y mínimo del nivel de agua, además de eso tiene un registro de control de nivel de líquido, dos indicadores de máximo y mínimo.

Figura 42: Panel de control de labview



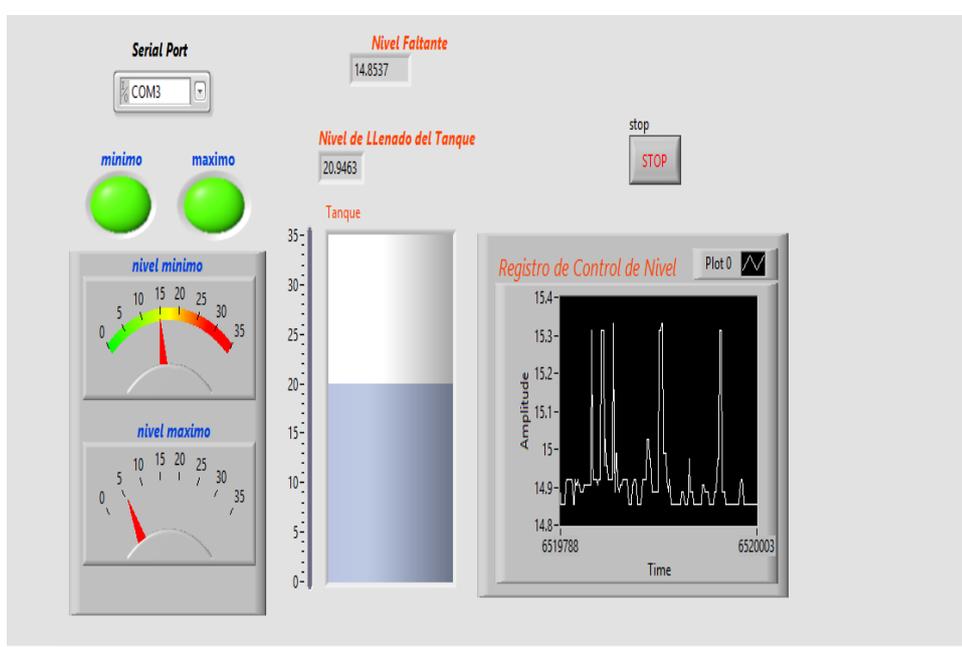
Fuente: Elaboración propia, (tomada el 1 de octubre del 2016)

4.7. Pruebas realizadas

Esta es una prueba donde el nivel de líquido nos indica 4.30 cm y el marcador mínimo no indica que el motor debe encenderse para continuar con el llenado del tanque hasta 30 cm. Según la configuración de la programación

PRIMERA PRUEBA: en el scada se muestra un nivel de llenado del tanque de 20.963 cm

Figura 43: Señal del nivel de agua



Fuente: Elaboración propia, (tomada el 1 de octubre del 2016)

4.7.1 Análisis y datos de todas las pruebas realizadas

En la tabla podemos apreciar el llenado y el tanque por llenar y tiempo de cuanto se demora en procesar en las 14 pruebas realizadas u demás podemos hacer una comparación de centímetros en los datos reales y los datos que me envía por el sistema scada.

**DATOS TOMADOS REALES Y EN SCADA JUNTO AL TIEMPO DE
PROCESAMIENTO DEL SENSOR**

Tabla 2: Datos reales del scada

NUMERO DE PRUEVAS	DATOS TOMADOS EN EL SCADA			DATOS REALES	
	LLENADO DE TANQUE EN Cm	TANQUE POR LLENAR EN Cm	TIEMPO DE ENVIÓ DE DATOS EN seg.	LLENADO DE TANQUE EN Cm	TANQUE POR LLENAR EN cm
1	11.0099	24.7901	1.44×10^{-3}	11.01	23.99
2	13.582	21.418	1.29×10^{-3}	13.4	21.6
3	16.0462	19.7538	1.15×10^{-3}	15.8	19.2
4	18.1219	17.6781	1.03×10^{-3}	17.8	17.2
5	20.94	14.8537	8.66×10^{-3}	21.3	13.7
6	22.9881	12.8219	7.47×10^{-3}	22.9	12.1
7	24.3152	11.4848	6.69×10^{-4}	24.5	10.5
8	26.0507	9.7493	5.68×10^{-4}	26.0	9.0
9	26.9865	8.0135	5.13×10^{-4}	26.8	8.2
10	28.3136	7.4863	4.36×10^{-4}	28.1	6.9
11	29.3345	6.4655	3.76×10^{-4}	29.3	5.7
12	30.6106	5.1894	3.02×10^{-4}	30.5	4.5
13	32.7374	3.0626	1.78×10^{-4}	32.9	2.1
14	33.1798	2.6202	1.52×10^{-4}	33.8	1.2

Fuente: *Elaboración propia*, (tomada el 1 de octubre del 2016)

CONCLUSIONES

PRIMERO. - Se ha logrado diseñar e implementar el control de nivel de agua de tanque usando la red IEEE 802

SEGUNDO. - Se analizó el sistema de control usando la ecuación del sensor de distancia, comparando datos en el scada y el prototipo.

TERCERO. - Se diseñó un sistema scada en LabVIEW donde se puede visualizar el nivel de agua en el tanque.

CUARTO. - se puede mandar y recibir datos mediante la red IEEE 802. Donde el usuario puede visualizarlo de cualquier punto, pero conectado en la misma red.

QUINTO. - Este proyecto hace un gran aporte a nuestra sociedad para el ahorro del agua pudiéndose hacer instalaciones en hoteles, viviendas, centros comerciales, instituciones públicas y privadas.

SUGERENCIAS

PRIMERO. - Se recomienda efectuar un análisis de seguridad enfocado en mantener ambientes de trabajos libres de accidentes por posibles descargas eléctricas teniendo en cuenta que utiliza línea trifásica y monofásica en cuanto al uso de un motor real para el bombeo de agua.

SEGUNDO. - Se debe implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la bomba de agua, para garantizar el correcto funcionamiento y la vida útil de los actuadores.

TERCERO. - Se recomienda usar el LINX para una rápida interfaz entre el LabVIEW y arduino ya que es menos complejo que hacer un interfaz con el LIFA.

CUARTO. - Al momento de elegir el software para un sistema scada recomendamos usar el software LabVIEW por sus múltiples herramientas, y por la variedad de información del programa en internet.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio J. Jara Valera INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA VIVIENDAS INTELIGENTES. Dpto. de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones Facultad de Informática - Universidad de Murcia.
- CEKIT (1999). Bus de Campo. En: Revista Electrónica & Computadores. No. 53, (jun.). Pereira (Colombia): Publicaciones Cekit, p. 70-73. ISSN: 0121-9318
- CRISIS DEL AGUA DE LA CIUDAD DE MEXICO. Marco Alfredo, AHM 2015
- DIEGO SANTIAGO BENITEZ MEJIA, (Quito, noviembre de 1994) 'Diseño Y Construcción De Un Sistema De Control De Nivel De Líquidos'
- FÉLIX JESÚS VILLANUEVA MOLINA, (2007) redes industriale.
- Gómez, Reyes y Guzmán del Río (2008), sistema scada.
- <http://arduinodhtics.weebly.com/iquestqueacute-es.html>
- <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>
- http://www.cad.com.mx/que_es_una_computadora.htm
- http://www.igme.es/ZonaInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartertel4/CARTEL%204_4-4.pdf
- https://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_nivel.
- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>.
- <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/EI-rele>.
- <https://www.theguardian.com/cities/2015/nov/12/la-crisis-del-agua-de-la-ciudad-de-mexico>

- JOSE MANUEL RUIZ GUTIERREZ. (ver. 1.0 año 2012) LabVIEW + arduino. Utilización de LabVIEW para la visualización y control de la plataforma open hardware arduino.
- LABVIEW. (2013). Requisitos para los Módulos y el Sistema de Desarrollo de NI LabVIEW. Obtenido de Requisitos para los Módulos y el Sistema de Desarrollo de NI LabVIEW: <http://www.ni.com/labview/esa/requirements>.
- LIV, H. A. (2001). TUTORIAL DE LABVIEW. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas".
- MALVINO, A. P. (2000). Principios de Electrónica. . ESPAÑA: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. ISBN 84-481-2568-1.
- RASHID, M. (2004). Electrónica de Potencia. México – México.: Pearson Educación.
- RODRIGO AROSTICA, (27 de Agosto de 2014), sistema de lazo abierto y cerrado.
- Rodríguez (2007) sistema scada.

ANEXOS

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO:

1.1. Descripción del equipo

El equipo de control de nivel de líquidos está constituido por el programa en labVIEW y los módulos arduino.

El prototipo del control de nivel está formado a su vez por dos tanques acoplados principales, que están contruidos por los materiales que se usaron, en esta estructura de tanques es donde se va realizar el control de nivel de agua en el último tanque del prototipo, donde en este último se encuentra el sensor ultrasónico para medir en qué nivel o en que altura se encuentra el agua.

1.2. Montaje del equipo

Para utilizar el equipo, hay que montarlo adecuadamente para ello se recomienda primero colocar los dos módulos cerca uno del otro, en el lugar donde va a trabajar el equipo, luego extraer los cables de conexión del prototipo de tanques acoplados y Conectarlos adecuadamente en el módulo de control, en sus respectivas borneras de conexión, respetando la polaridad de cables (guiarse por las señales de identificación en las respectivas borneras y por los colores entre plugs y borneras), tener cuidado de que el equipo se encuentre desenergizado, luego antes de conectar 220 AC. Entonces si todo esta alimentado proceder a configurare el arduino y el programa viéndolo detalladamente

1.3. Utilización del equipo

Una vez que el equipo ha sido adecuadamente montado, está listo para proceder a trabajar, para ello es necesario conectar el cable de poder al módulo de control en su respectivo terminal, antes de proceder a encenderlo seleccionar el tipo de control a utilizar en este caso el control en labVIEW con los respectivos

selectores, y proceder como a continuación se detalla para cada tipo de control, luego encender el equipo (activar el interruptor de encendido, la luz de encendido se enciende y el equipo empieza a funcionar) y proceder a realizar las pruebas requeridas.

Tener cuidado de que antes de encender el equipo, la manguera que sube desde la bomba de inmersión a los tanques del prototipo se encuentre dentro orificio de conexión dentro del tanque deseado para evitar que el agua se derrame fuera del prototipo.

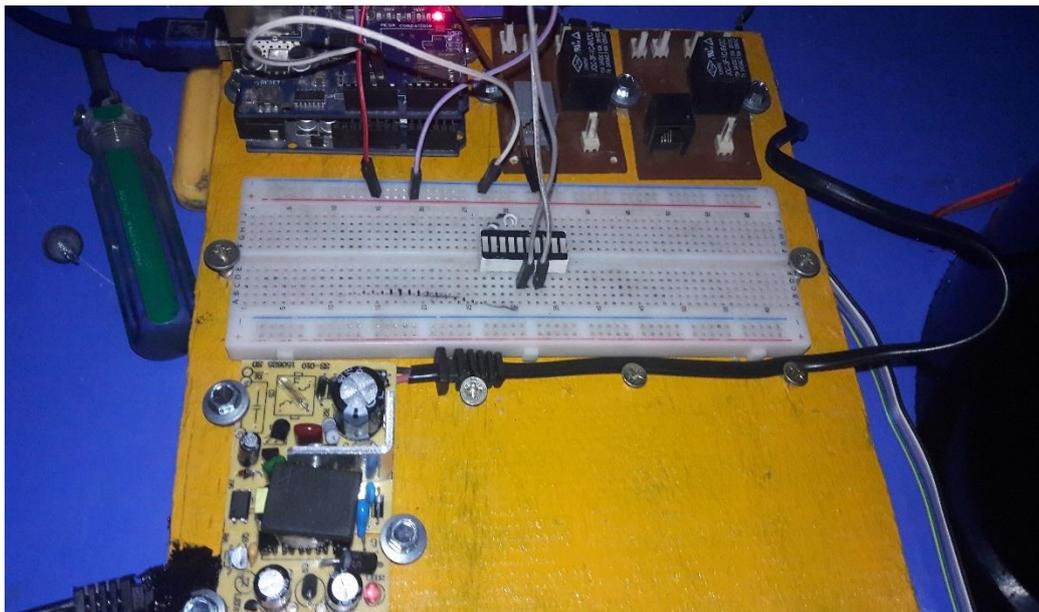
1.4. Desconexión del equipo

Cuando el equipo ha terminado de utilizarse, debe proceder a desmontarse para ello primero desconectar el cable de poder (siempre y cuando el equipo este apagado), luego desconectar los cables de conexión entre el prototipo de tanques acoplados y el módulo de control, tener cuidado de no Jalar los cables si no sacarlos con el plug respectivo de la respectiva bornera con cuidado. Para sacar la manguera de plástico acoplada a la sonda de vidrio, primero es necesario vaciar por completo el tanque en el que esta se encuentra, dejara abierta la llave para desfogue toda el agua. Del buen uso que se dé al equipo depende la vida útil del mismo, por lo tanto, es necesario observar con cuidado todas estas normas para su correcta utilización.

ANEXO 2. MANUAL DE USUARIO AL PROGRAMA

Para ingresar al programa de control digital del prototipo, debe ingresarse primero al programa de CONTROL NIVEL DE LIQUIDOS instalado en el computador. Inmediatamente en la pantalla del computador se presenta el menú principal del programa en un ambiente de trabajo similar al de la mayoría de paquetes comerciales existentes en el mercado. Referirse al manual de operación del programa de CONTROL para el manejo de las opciones del menú principal.

ANEXO 3. FOTOGRAFIAS DEL EQUIPO EN OPERACION



Armado de la maqueta parte electrónica



Control para el control de nivel de agua



Armado de maqueta de control de nivel de agua sin el programa

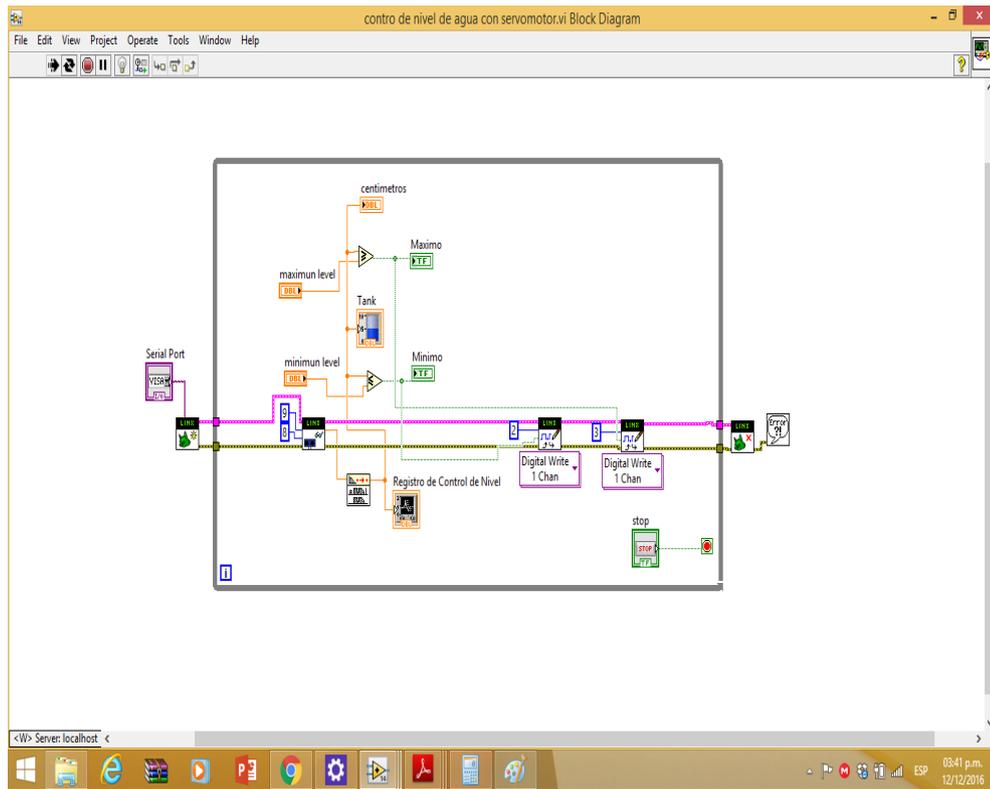
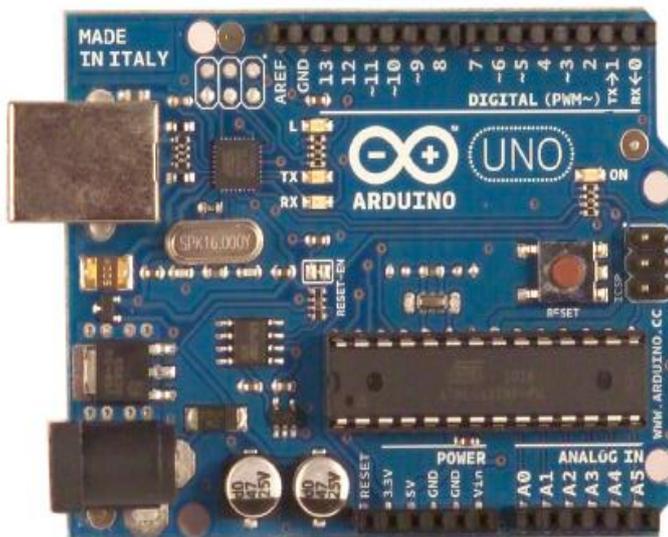


Diagrama de bloques del programa de control de nivel

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Enviroment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Enviromental Policies half sqm of green via Impatto Zero®	Page 7

Technical Specification

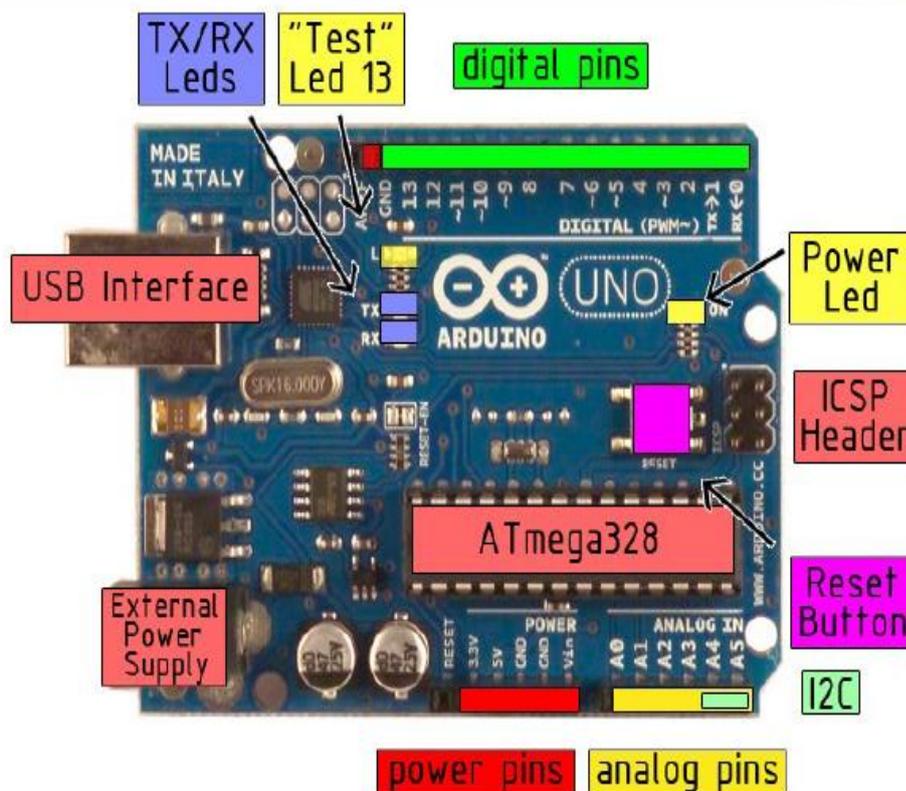


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

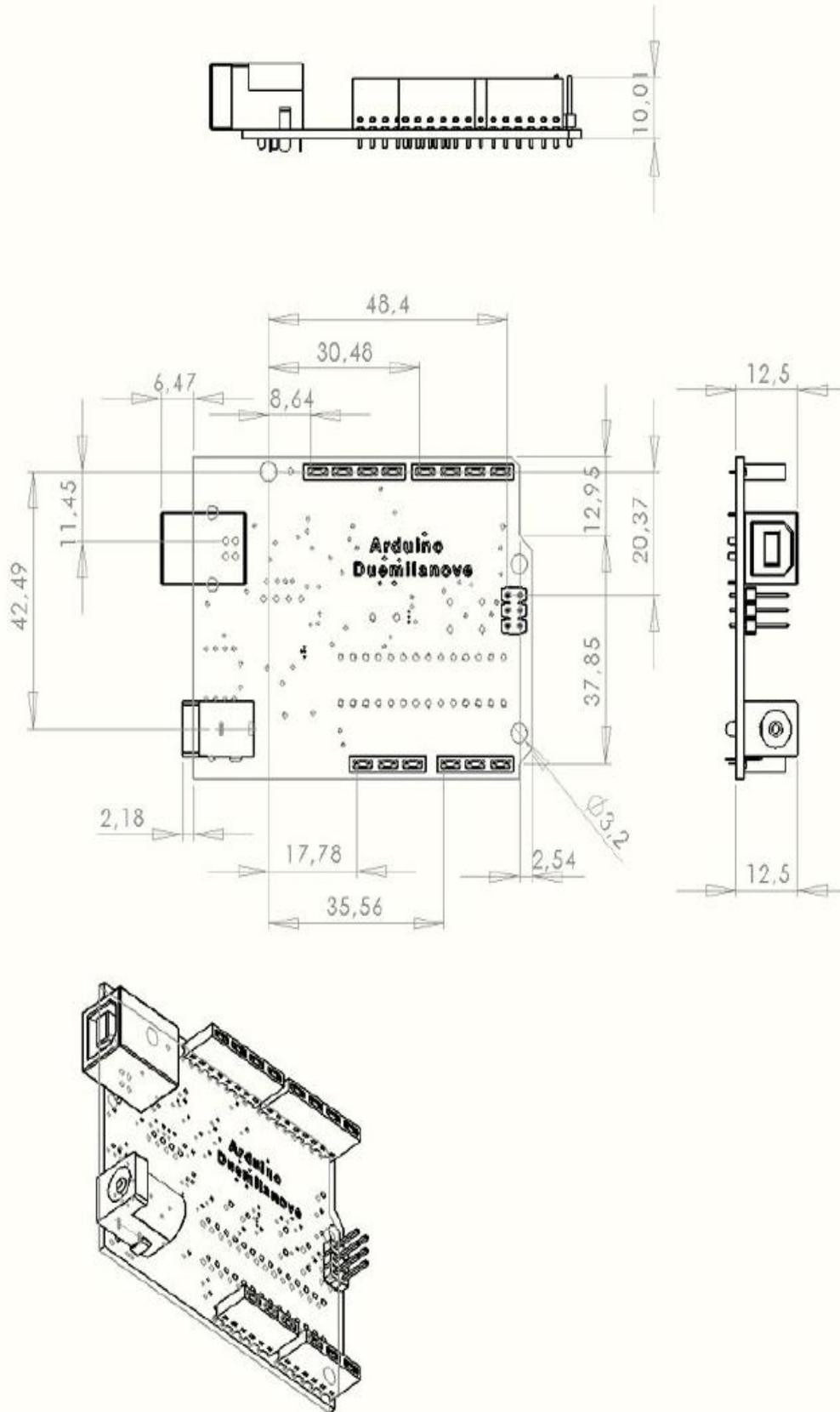
The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

Dimensioned Drawing



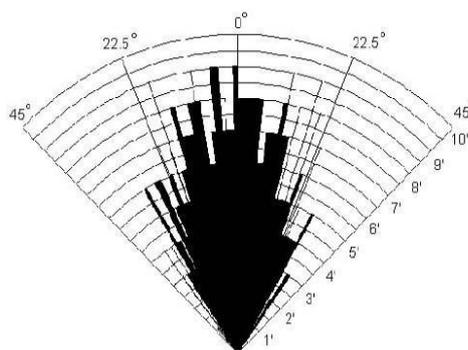
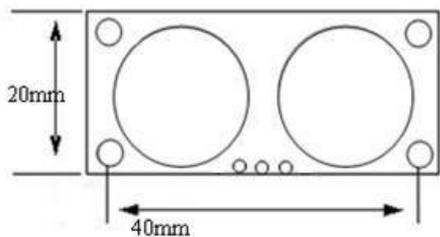
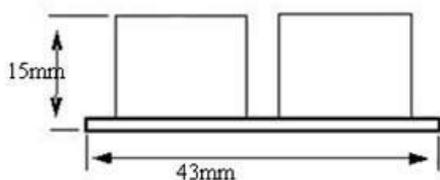
Ultrasonic ranging module: HC-SR04

Specifications:

power supply :5V DC quiescent current : <2mA

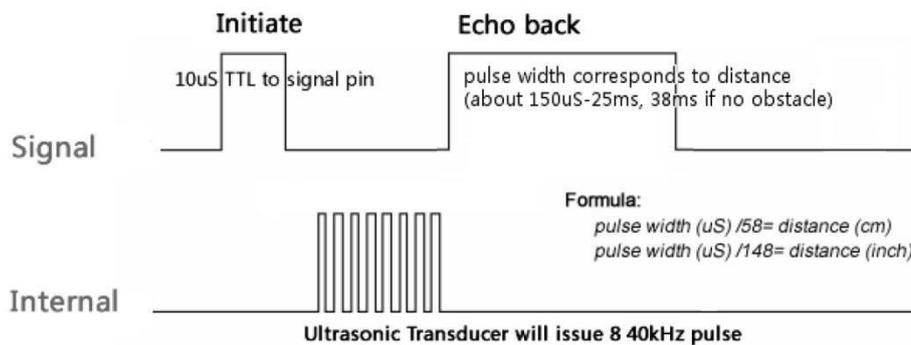
effectual angle: <15° ranging distance : 2cm –

500 cm resolution : 0.3 cm



*Practical test of performance,
Best in 30 degree angle*

Sequence chart



A short ultrasonic pulse is transmitted at the time 0, reflected by an object. The sensor receives this signal and converts it to an electric signal. The next pulse can be transmitted when the echo is faded away. This time period is called cycle period. The recommend cycle period should be no less than 50ms. If a 10µs width trigger pulse is sent to the signal pin, the Ultrasonic module will output eight 40kHz ultrasonic signal and detect the echo back. The measured distance is proportional to the echo pulse width and can be calculated by the formula above. If no obstacle is detected, the output pin will give a 38ms high level signal.