

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones



**SIMULACION DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE FLUJO DE
HIDROCARBUROS ACTIVADO POR REGISTRO BIOMÉTRICO**

CABALLERO FONTALVO ANDRÉS FELIPE

Colombia, Barranquilla

2020

**SIMULACION DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE FLUJO DE
HIDROCARBUROS ACTIVADO POR REGISTRO BIOMÉTRICO**

CABALLERO FONTALVO ANDRÉS FELIPE

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electrónico y en
Telecomunicaciones

Director

EVERT DE LOS RIOS

Co-Director

JOSE LEDESMA

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Colombia, Barranquilla

2020

Resumen

Este proyecto busca diseñar un sistema económico, confiable y de rápida respuesta que pueda controlar la cantidad de flujo de combustible según el precio solicitado de una estación gasolinera junto a un registro biométrico del cliente.

El sistema tiene como objetivo medir la cantidad de combustible vendido a partir de una medida de seguridad biométrica. El proceso de diseño está basado en el análisis de los aparatos de última tecnología actualmente utilizados en cultivos y cuidado de campos deportivos que se encuentran disponibles en el mercado. Una de las principales dificultades que se presenta con los dispositivos parecidos que ya existen en el mercado es que debido a su tamaño y forma algunos pueden llegar a ser extenuantes para su montaje retrasando el tiempo de productividad además de su elevado costo para conseguirlo, muchos de los dispositivos están destinados a ser usados en espacios grandes ya que son los lugares donde por naturaleza se realizan estas tareas. Este proyecto además de apoyarse en estos sistemas que nos brindan una guía, también lo hace por medio de bibliografías y documentos extraídos de base de datos reconocidos. Luego, de cumplir con las pruebas competentes, se pretenderá obtener los conceptos, diseños y configuraciones necesarias para que el sistema pueda ser viable para otros proyectos que estén dirigidos a esta misma problemática.

Abstract

This project seeks to design an economic, reliable and fast response system that can control the amount of fuel flow according to the requested price of a gas station together with a biometric record of the customer.

The system aims to measure the amount of fuel sold from a biometric security measure. The design process is based on the analysis of the latest technology devices currently used in farming and sports field care that are available on the market. One of the main difficulties with similar devices that already exist on the market is that due to their size and shape some can become strenuous for their assembly delaying the time of productivity in addition to their high cost to achieve it, many of the devices are intended to be used in large spaces as they are the places where these tasks are performed by nature. This project, besides relying on these systems that provide us with a guide, also does so through bibliographies and documents extracted from recognized databases. Then, after fulfilling the competent tests, we will try to obtain the necessary concepts, designs and configurations so that the system can be viable for other projects that are directed to this same problem

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, 11 de noviembre de 2020

Dedicatoria

Principalmente dedicamos este trabajo a nuestros padres por su apoyo y confianza incondicional, por su sacrificio y entrega es que tuvimos la oportunidad de poder tener una educación superior, cumplir satisfactoriamente la meta de convertirnos en profesionales y forjar un mejor futuro en nuestras vidas. Este triunfo se lo debemos a ellos, nuestra mayor inspiración y fortaleza. A nuestros amigos que nos brindaron su ayuda y vivieron con nosotros pasó a paso en este recorrido de nuestras vidas.

Agradecimientos

La presente tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas las cuales nos brindaron sus conocimientos, paciencia, dando ánimo y acompañándonos tanto en los buenos y malos momentos.

Agradecemos a nuestra familia que nos han acompañado y apoyado en esta aventura que fue estudiar Ing. electrónica y telecomunicaciones, conocer nuevos amigos y compañeros; quienes siempre tuvieron palabras de ánimo para seguir adelante y llegar a este momento.

Contenido

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción	11
Capítulo 1 Descripción del Proyecto	12
Planteamiento del Problema	12
Formulación del Problema.....	12
Impacto Esperado.....	13
Usuarios Directos e Indirectos	13
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Metodología	14
Materiales y Equipos Utilizados	16
Capítulo 2 Marco Teórico y Estado del Arte	26
Capítulo 3 Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril	39
Capítulo 4 Conclusiones	42
Capítulo 5 Recomendaciones.....	44
Bibliografía	45
Anexos	49

Lista de Figuras

Figura 1: Placa Arduino Mega.....	17
Figura 2: Pantalla táctil shield TFT LCD	18
Figura 3: Lector de huella.....	19
Figura 4: Diagrama de relé	20
Figura 5: Modelos de módulos relé	21
Figura 6: Electroválvula	22
Figura 7: Medidor de flujo.....	23
Figura 8: Software PCB Wizard.....	23
Figura 9: Software Arduino IDE	24
Figura 10: Pantalla táctil capacitiva.....	27
Figura 11: Tubo de Venturi	28
Figura 12: Carburador	29
Figura 13: Partes de la electroválvula.....	34
Figura 14: TLS-350	36
Figura 15: Diagrama de bloques del sistema propuesto.	40
Figura 16: Logo de la compañía Arduino.....	41

Lista de Anexos

Anexo A: Circuito para distribución de voltaje de entrada.	49
Anexo B: Circuito para conexión de medidor de flujo y la tarjeta Arduino.	49
Anexo C : Circuito para conexión de fuente de voltaje externa, módulo de relevadores, electroválvula, medidor de flujo y el módulo relé.	50

Introducción

La tecnología está cambiando constantemente para mejorar y facilitar la calidad de vida de las personas y los servicios que se prestan en el área doméstica, y laboral la cual no es la excepción, cada vez los equipos utilizados son más rápidos, fáciles de usar y más seguros para los usuarios.

En este proyecto se pretende desarrollar un sistema automatizado de entrega de combustible con el fin de optimizar su funcionamiento haciendo que sea de fácil uso para cualquier persona que pueda manejarlo con total confianza y obtenga los resultados deseados y de esta forma fomentar la investigación en esta área de la ingeniería para seguir mejorando estos dispositivos de los cuales las personas se benefician.

Capítulo 1

Descripción del Proyecto

Planteamiento del Problema

Una de las principales quejas que se presenta en la utilización de los sistemas convencionales de venta de combustible, es la medición del líquido en relación con el precio, tarea que se realiza por el personal de manera manual y dicho servicio no cuenta los niveles de seguridad para registro de cliente.

La idea surge con la necesidad de suplir tres problemáticas, primero el poder facilitar la tarea del cálculo de la relación cantidad y precio del líquido, dándole al usuario una mejor exactitud en el servicio y usarlo de manera oportuna para el ahorro del líquido. En segundo lugar, proporcionar la seguridad mediante un registro para que pueda tener acceso al servicio, dándole una mejor sensación de comodidad y por último un sistema más económico, flexible y de fácil instalación a diferencia de los modelos que se ven en el mercado.

El principal factor con esta problemática es el tiempo que se malgasta en el cálculo manual que realiza el personal mientras realiza el servicio de venta del hidrocarburo el cuál no es tan preciso, obteniendo una manera rápida y efectiva de poder usar mejor el recurso del hidrocarburo. Seguidamente se requiere de un sistema de registro de usuario para que así el empresario pueda utilizar estos datos como estudios de marketing.

Formulación del Problema

Con esto surge una inquietud, el cual se formula de la siguiente manera:

¿Es posible mejorar un sistema de venta de hidrocarburos a través de la automatización del proceso de cálculo y registro biométrico?

Impacto Esperado

Con el desarrollo de este proyecto se espera, principalmente que los usuarios puedan tener acceso a este dispositivo de una forma más segura con el registro biométrico, ya que los presentes en el mercado no cuentan con esta opción, en segundo lugar por la parte ingenieril se busca que los elementos utilizados para su construcción sean confiables, económicos y pequeños para que no ocupen mucho espacio en el lugar donde se desea instalar, si el dispositivo desarrollado se logra en su totalidad acorde como es visualizado, puede llegar a ser un producto comercial fácil y rápido de hacer por las industrias.

Usuarios Directos e Indirectos

Los usuarios directos por la realización de este proyecto son las empresas distribuidoras de hidrocarburos al contar con una manera más eficaz para el registro de usuario y los conductores de vehículos, ellos son los más beneficiados, al poder tener un sistema automatizado de cálculo. Brindando así la posibilidad de efectuar su tarea en un menor tiempo y con una alta eficiencia, ya que contarán con un sistema confiable que les indicara realmente la cantidad exacta que se está vendiendo en relación al precio.

Los usuarios indirectos son los consumidores al contar con un sistema que les ofrece una venta garantizada en donde se les despacha la cantidad de combustible acorde su pago y la sensación de comodidad de que sus datos quedan guardados por el registro de su huella para tener beneficios en futuras compras.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollo el uso de registro biométrico en un sistema de propósito específico para el control de un sistema de medición de flujo de hidrocarburo.

Objetivos Específicos

- Adaptar el registro biométrico como el control del sistema de medición de flujo del hidrocarburo.
- Diseñar un interfaz que permita al usuario controlar la cantidad de combustible que desea adquirir.
- Desarrollar un sistema económico, flexible y de fácil instalación.

Metodología

El proyecto se centra en la elaboración de un dispositivo para controlar un sistema de medición de flujo por medio de un sistema de registro biométrico, y es por esto que se realiza el estudio.

De acuerdo con la información que se obtenga, se tendrán las bases y guías de los elementos, modificaciones y comportamiento que se requieren y se deben realizar, para que el dispositivo funcione de acuerdo a los objetivos; se considera este el mejor tipo de estudio para este proyecto, ya que proporciona elementos que otro tipo de estudio no proporciona, los siguientes ítems muestra a que se hace referencia:

- Mayor control del factor de estudio
- Proporcionan la mejor evidencia causa-efecto

- Proporcionan de manera práctica cuales son los inconvenientes que se pueden presentar debido a la inversión de capital y de esta manera podemos evaluar cuáles son los elementos más recomendables que nos permite limitar las variables a utilizar.

El desarrollo de este proyecto obedece al cumplimiento de las siguientes actividades:

- **Selección de los componentes** – en el desarrollo de la investigación determinaremos qué elementos son los apropiados para que se ajusten a nuestros criterios para el proyecto.
- **Prueba de lectura de datos** – no es solo realizar de manera adecuada la detección de huella dactilar, parte fundamental de este proyecto se basa en lograr dar aviso de esta, para esto es necesario que los elementos de lectura biométrica estén en óptimo funcionamiento.
- **Conexión de elementos** – cada elemento detallado anteriormente será evaluado de forma individual.

Una vez configurados para lo que se desean se interconectarán todos los componentes para realizar nuevas pruebas y verificar si las configuraciones previas son las adecuadas, si no es el caso se configuraran hasta lograr funcionar todo el sistema en conjunto.

El proyecto consta de las siguientes fases:

- **Fase 1 Diseño**
 - Revisión del estado del arte
 - Investigación de Tecnología a implementar
 - Modelo del Equipo a crear
 - Establecer la Innovación o valor agregado del producto
 - Diseño electrónico del sistema hardware
- **Fase 2 Construcción Del Prototipo**

- Creación del software
 - Adquisición de materiales
 - Presentación de los diseños esquemáticos adelantados
 - Pruebas y corrección de errores de funcionalidad del sistema de adquisición
 - Pruebas y corrección errores en el laboratorio para las etapas análogas
 - Diseño y fabricación de las placas de circuito impreso del equipo
 - Pruebas de laboratorio de las tarjetas electrónicas
- **Fase 3 Muestra De Resultados.**
 - Comparación de resultados con estrategias tradicionales.
 - Escritura del documento.

Materiales y Equipos Utilizados

El primer paso que se realizó para resolver la pregunta problema fue la búsqueda de diferentes tipos de estudios similares en el campo de la automatización, al observar los resultados arrojados por el estudio se definió que se necesitaría para el estudio las siguientes partes:

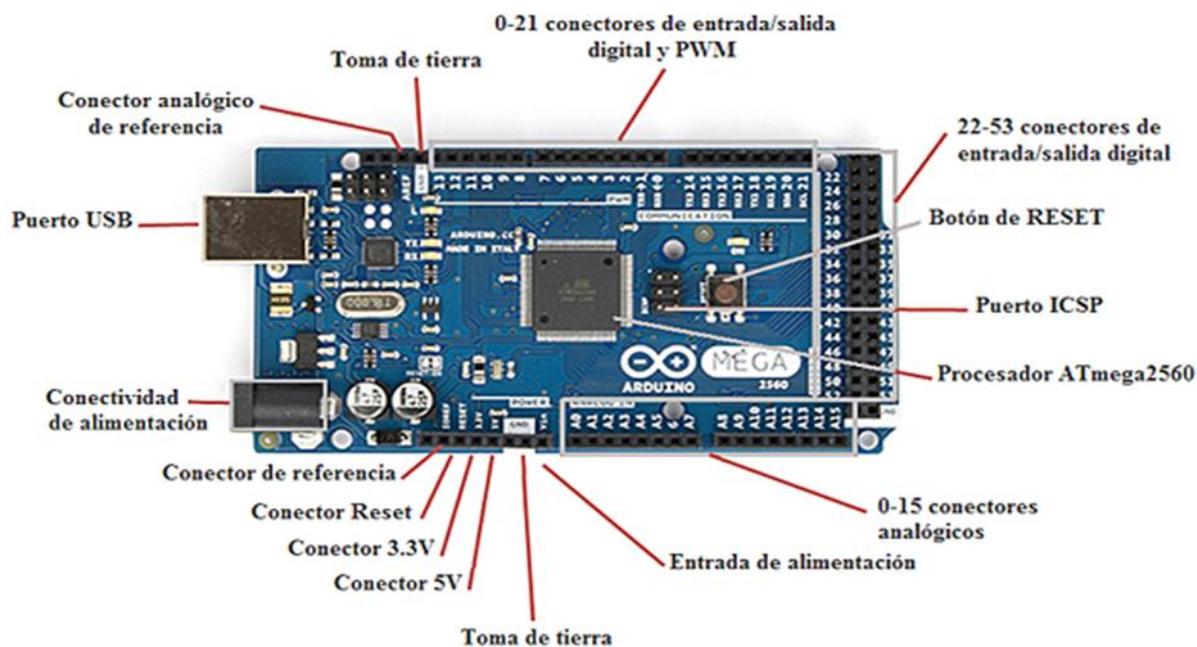
- Placa Arduino Mega
- Pantalla Tactil Shield TFT LCD
- Lector de Huella
- Circuito Controlador
- Electroválvula
- Medidor de flujo

Todas estas partes deben trabajar en conjunto para ser un sistema de entrega de combustible más innovador.

Placa Arduino Mega

El Arduino mega 2560 es una placa de la familia Arduino siendo una de las más robustas con un procesador ATmega 2560 de donde sale el nombre del dispositivo, Arduino es una marca mundialmente conocida en el campo de la electrónica, la programación y la robótica. Además, el bajo costo de sus productos, el software que maneja es libre y le brinda la capacidad a todos sus clientes de desarrollar placas a su propia necesidad, la tarjeta mega provee al usuario con 54 pines los cuales pueden ser modificados como entrada o salida, de las cuales 15 de ellas tienen configuración PWM (modulación de ancho de pulso), 16 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz y se puede alimentar de dos formas por conexión USB o con alimentación externa DC por medio de un Jack con un voltaje entre 7-12V.

Figura 1: Placa Arduino Mega



Fuente: <https://www.ediciones->

[eni.com/open/mediabook.aspx?idR=8d182e726219b5c89e24125beb9c5494](https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=8d182e726219b5c89e24125beb9c5494)

Accesorios Para Placa Arduino

Según las necesidades del proyecto, se realizó una investigación en el mercado y se encontraron los elementos adecuados para cubrirlos.

Pantalla Táctil Shield TFT LCD

El shield consiste en una pantalla TFT LCD en color de 16 bits y de 3.5" de tamaño. Funciona como pantalla táctil al incorporar un sensor capacitivo, lo que nos permite controlarla tocando con el dedo directamente sobre ella y tiene una resolución de 480×320 pixeles, relativamente alta para su tamaño.

Está diseñada específicamente para funcionar con las placas de Arduino, de forma que encaja directamente sobre ellas y nos libra de tener que usar cualquier otro tipo de hardware adicional. Además, contiene una ranura para tarjetas SD, aunque de momento no es necesaria para el sistema propuesto.

Figura 2: Pantalla táctil shield TFT LCD



Fuente: <https://3.bp.blogspot.com/->

[BsoRDUDQzso/WUlyRp5PkUI/AAAAAAAAAvG/vhZ7YTesHvU64h4zK2tNPwRWQxMrSDVQQCLcBGAs/s640/shieldArduinoTFT.jpg](https://3.bp.blogspot.com/-BsoRDUDQzso/WUlyRp5PkUI/AAAAAAAAAvG/vhZ7YTesHvU64h4zK2tNPwRWQxMrSDVQQCLcBGAs/s640/shieldArduinoTFT.jpg)

Lector De Huella

La comunidad de Arduino no ha tardado en aprovechar esta técnica de identificación y por eso tenemos a nuestra disposición un módulo que tiene todo lo necesario para poder trabajar con ello. Este módulo de reconocimiento de huellas dactilares almacena las huellas en su memoria interna para compararlas y reconocerlas posteriormente.

Figura 3: Lector de huella



Fuente: <https://www.prometec.net/lector-de-huellas/>

El módulo se comunica con nuestro Arduino a través de un puerto serie, y le basta con menos de un segundo para escanear una huella. Para utilizarlo, basta con escanear la huella en cuestión y almacenarla en la memoria del lector (hasta 162 en su FLASH interna). Después el podremos comprobar cualquier lectura nueva contra las huellas ya almacenadas.

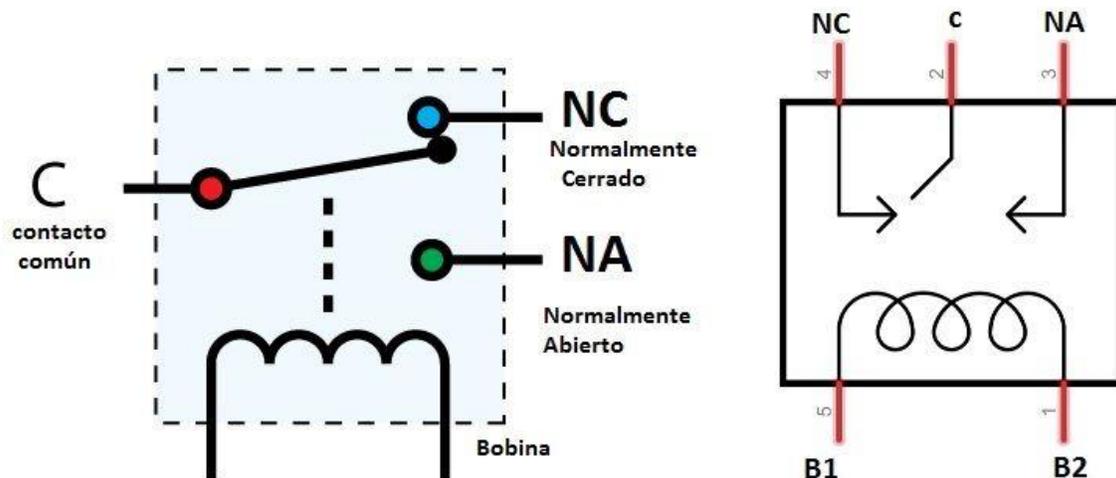
Circuito Controlador

Para poder controlar la electroválvula y el medidor de flujo, que son dispositivos externos que trabajan con voltaje mayor a las señales digitales provenientes del microcontrolador Arduino, es

necesario obtener un circuito controlador. Un relé es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Hay límites en la corriente que un transistor puede aceptar, pero un relé se puede diseñar para que aguante cualquier carga, porque basta con los extremos metálicos de los contactos lo soporten. Aunque hay relés que necesitan muy poca potencia para activar la bobina, por regla general Arduino se quedará corto y vamos a tener que usar un transistor que nos lo resuelva.

Resumiendo, el relé es dispositivo que permite controlar cargas de un voltaje mayor en base a señales de voltaje menor. En este caso usamos un relé de 5V.

Figura 4: Diagrama de relé

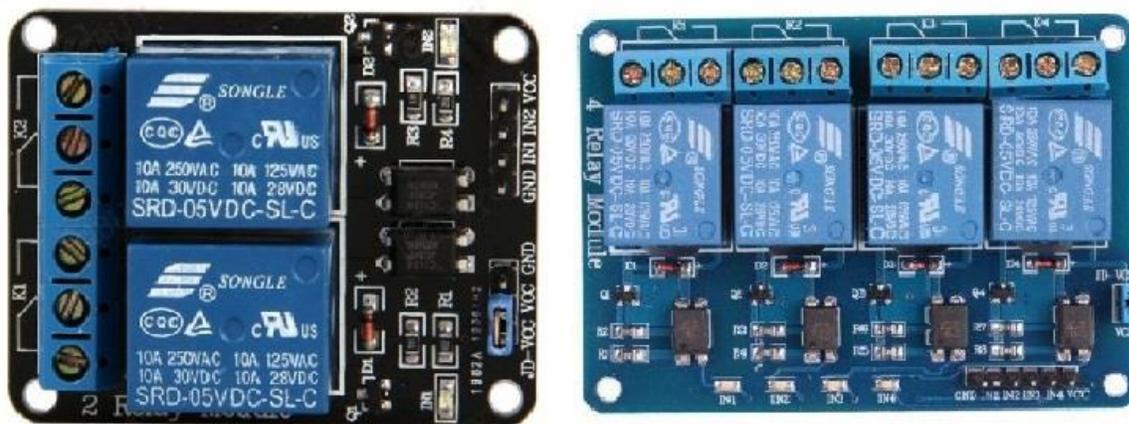
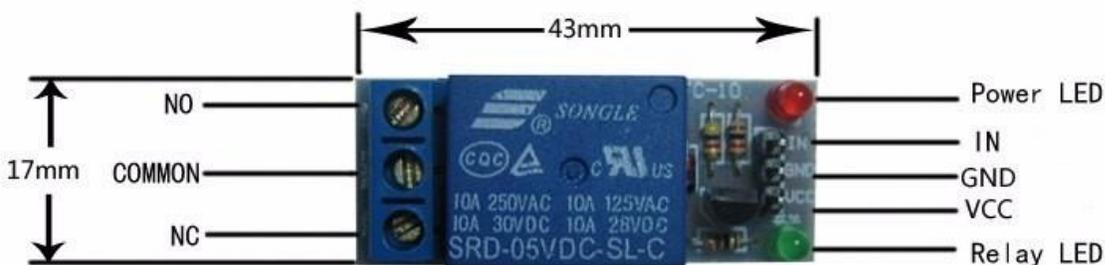


Al meter corriente por la bobina los contactos abiertos se cierran y los cerrados se abren.

Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/imagenes/relés.jpg>

Una vez obtenido el módulo relé deberemos tener en cuenta el voltaje del aparato eléctrico que deseemos controlar ya que existen relés para 12 Voltios, 24 V, 110 V, 220 V, etc.

Figura 5: Modelos de módulos relé



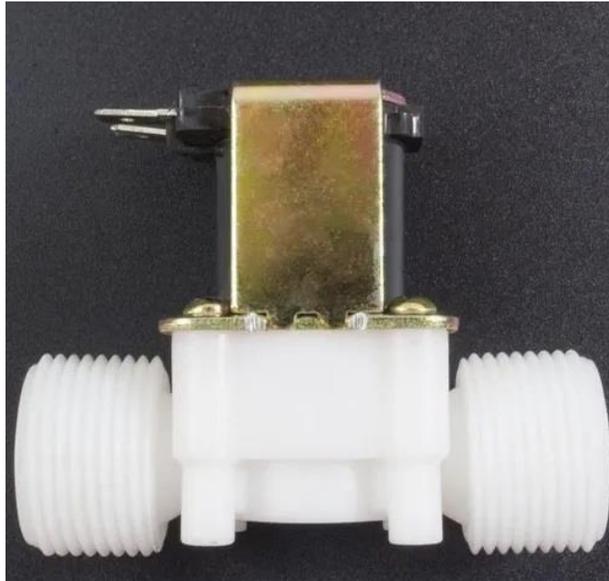
Fuente: Autor

Electroválvula

Con un amplio mercado de esta herramienta y variedad para elegir de acuerdo a nuestra necesidad, la electroválvula es crucial para llevar a cabo este proyecto. La electroválvula es de gran importancia para nuestro sistema de medición de flujo de hidrocarburo ya que se abren y cierran para permitir que el que el combustible se distribuya desde las tuberías del sistema hasta

el medidor de flujo. También son fáciles de instalar y utilizar, con lo este sistema requerirá un menor mantenimiento.

Figura 6: Electroválvula



Fuente: Autor

Medidor De Flujo

El sensor de Flujo YF-S201 se instala en la línea del agua y sirve para medir el flujo que pasa a través de un sistema, cabe resaltar que es muy importante conocer el consumo de líquido y para eso este sensor cuenta con un aspa el cual tiene un pequeño imán atado y así mismo hay un sensor magnético de efecto Hall. En el otro lado del tubo de plástico se puede medir la cantidad de vueltas del aspa de viento que ha hecho a través de la pared de plástico ,Este método permite que el sensor permanezca seguro y seco.

El sensor viene con tres cables: rojo (potencia 5-24VDC), negro (a tierra) y amarillo (salida de impulsos de efecto Hall). Al contar los pulsos de la salida del sensor puede seguir fácilmente el movimiento del fluido: cada pulso es de aproximadamente 2,25 mililitros.

Hay que tener en cuenta que esto no es un sensor de precisión, y la frecuencia del pulso varía un poco dependiendo de la velocidad de flujo, la presión del fluido y la orientación del sensor. Se necesitará una cuidadosa calibración si se requiere más que un 10% de precisión.

Figura 7: Medidor de flujo



Fuente: <https://www.microjpm.com/products/yf-s201-water-flow-sensor/>

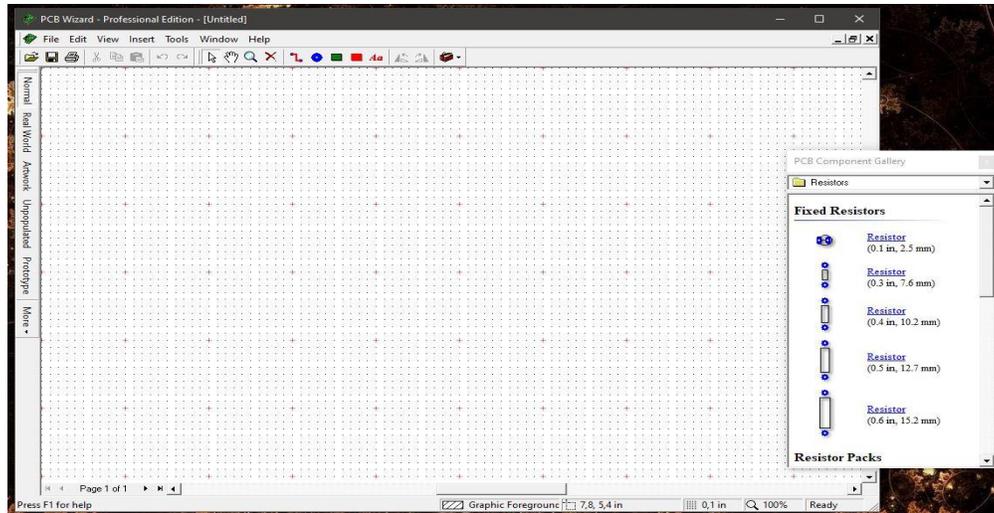
Implementación

Los elementos seleccionados tienen una configuración independiente de la otra, para que puedan trabajar en conjunto para nuestro sistema, aquí solo se verá la configuración en la cual es usada para la placa de Arduino junto a los accesorios para lograr que trabajen conectadas entre sí.

Software Utilizado

1. **PCB Wizard:** Es un programa diseñado para el ámbito educativo que permite crear esquemas de circuitos electrónicos y a partir de estos, obtener de una manera sencilla el diseño del circuito impreso a una o dos caras.

Figura 8: Software PCB Wizard



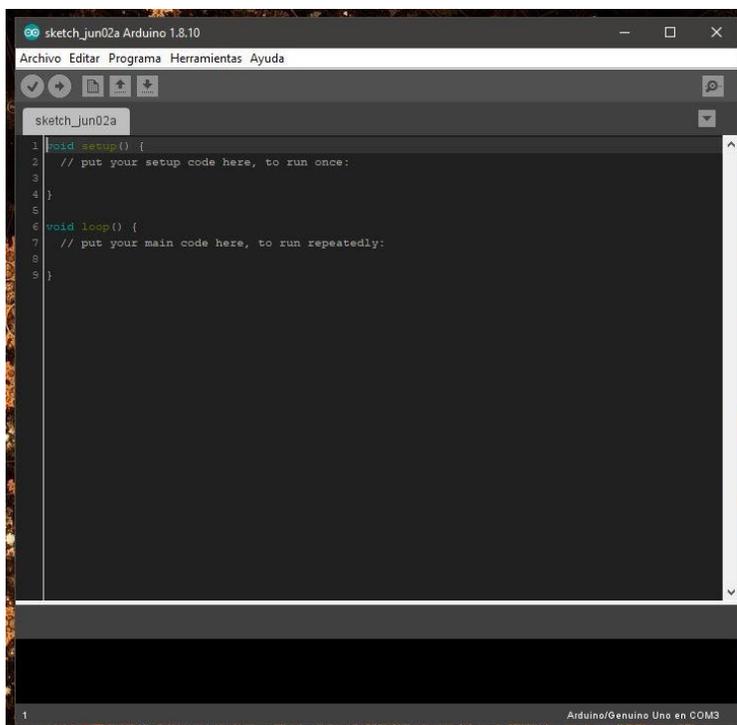
Fuente: Autor

2. **Arduino IDE:** Puesto que Arduino a diferencia del ordenador que se usa normalmente no tiene pantalla ni teclado, se necesita un programa externo ejecutado en otro ordenador para poder escribir programas para la placa Arduino. Éste software es lo que llamamos Arduino IDE. IDE significa “Integrated Development Environment” (Entorno de Desarrollo Integrado), y es un término común para llamar a este tipo de desarrollo de software.

Las placas Arduino se conectan al ordenador utilizando un cable USB, al igual que cualquier otro periférico, como la impresora, el teclado o incluso, un mando de videojuegos, que necesitan estar conectadas al ordenador a través del cable USB para cargar un programa. La conexión USB sirve también para suministrar energía a la placa, pero también se puede suministrarle energía con una fuente externa, como una batería o un transformador apropiado.

Al escribir el programa en el IDE, se carga en el Arduino, y el programa se ejecutará en la placa. El compilador incluye actualizaciones gratuitas y un soporte de producto técnico.

Figura 9: Software Arduino IDE



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "sketch_jun02a Arduino 1.8.10". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for saving, undo, redo, and other functions. The main editor area shows a sketch named "sketch_jun02a" with the following code:

```
1 void setup() {  
2   // put your setup code here, to run once:  
3  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7   // put your main code here, to run repeatedly:  
8  
9 }
```

The status bar at the bottom indicates "1" on the left and "Arduino/Genuino Uno en COM3" on the right.

Fuente: Autor

Capítulo 2

Marco Teórico y Estado del Arte

Ya es una realidad y se encuentra al alcance de nuestras manos el poder desarrollar aplicaciones controladas desde una pantalla táctil, una idea tal vez para algunos futuristas. Hasta el momento los avances que se habían tenido respecto al tema eran bastante limitados en razón a que los módulos existentes son fácilmente alterados en su funcionamiento por la presión al tacto a la hora de usarlas y aunque no es posible aun decir que este sea un tema cien por ciento superado si se han logrado avances bastante significativos. A continuación, se menciona el nacimiento de este novedoso sistema y los beneficios que se obtuvo a través de su historia.

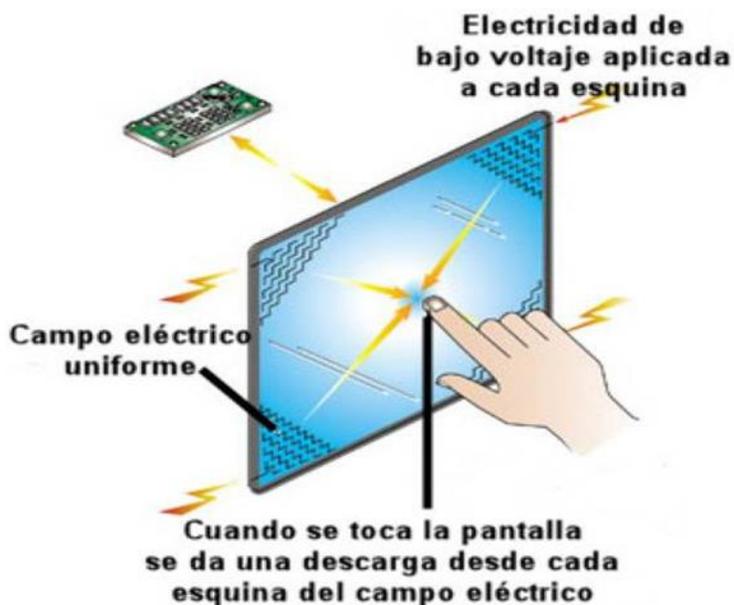
Las pantallas táctiles parecen funcionar como por magia, lo que permite al usuario manipular un entorno digital con el toque de un dedo. Siendo comunes hoy en día en todas partes desde los teléfonos celulares hasta un televisor, la tecnología de pantalla táctil se remonta a la década de 1970. La historia comienza con la invención del Elograph por Elographics. La tecnología fue inventada por el Dr. Samuel Hurst, quien fundó la compañía en 1971 y patentó su dispositivo en 1972.

Además, mientras que al principio las pantallas táctiles funcionaban por presión de los dedos, ahora operan por detección del movimiento y sensores.

La primera persona en desarrollar una pantalla táctil fue E. A. Johnson, en el año 1965. No obstante, la tableta, con capacidad de detección de un único toque, no fue patentada hasta 1969, y fue la tecnología que se utilizó hasta el año 1995 en las tareas de control de tráfico aéreo. Este tipo de pantallas son las que nos rodean actualmente. De hecho, son las pantallas de la mayoría de los teléfonos móviles actuales. El funcionamiento se basa en que una masa fija, que es la propia pantalla, está cargada de electricidad. Esta carga es plan y estática. Sin embargo, cuando

hacemos presión sobre la pantalla, esta carga eléctrica cambia, lo que provoca que deje de ser plana y, de esta forma, se detecta el área donde se ha ejercido presión.

Figura 10: Pantalla táctil capacitiva



Fuente: <http://s.culturacion.com/wp-content/uploads/2012/04/imagen-2.jpg>

Por otra parte, la medición de flujo es uno de los aspectos más importantes en el control de procesos, de hecho, puede ser la variable que más se mide. Algunos métodos de medición son aplicables solamente a líquidos, otros solo a gases y vapores, mientras que en otros a ambos.

Sin la medición de flujo sería imposible el balance de materiales, el control de calidad y la operación de procesos continuos. Para escoger el método con el que se haría la medición es necesario conocer la viscosidad, densidad, gravedad específica, compresibilidad, temperatura y presión.

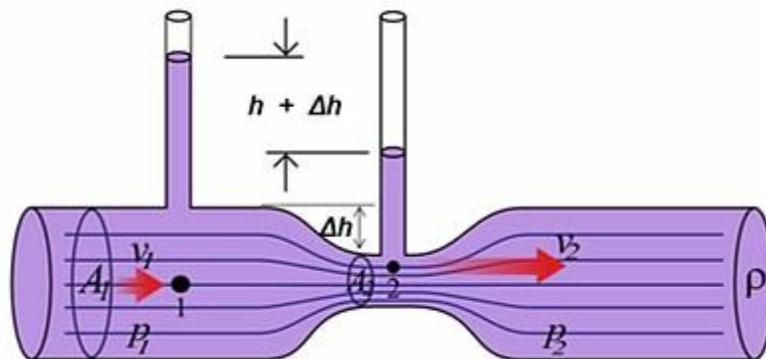
Un caudalímetro es un instrumento para la medición del caudal o el volumen de un fluido (líquido o gas) que pasa a través de un tubo. Es un aparato muy común, todos tienen al menos cuatro o cinco en casa ya sea para la medición volumétrica de un líquido o un gas, para medir su

caudal lineal, no lineal o su masa, se emplean flujómetros, instrumentos diseñados especialmente para comprender el comportamiento de los fluidos. Los flujómetros están diseñados para que los trabajadores o encargados en las industrias de este proceso puedan entender como es la conducta de los líquidos con los que se trabaja.

El medidor de flujo es un dispositivo de medición que no se menciona a diario, pero que es utilizado ampliamente y con regularidad por muchas personas en diferentes entornos. Es capaz de determinar la velocidad de flujo a la que el líquido es transportado a través de la tubería o el sistema, así como su velocidad.

El medidor de flujo nació gracias a la investigación del gran físico Giovanni Battista Venturi, un sacerdote italiano nacido en 1746, que fue profesor de física, filosofía y geometría e ingeniero de estado, entre otros.

Figura 11: Tubo de Venturi



Fuente:

https://static.wixstatic.com/media/71d6d7_fe82cb99690f4b81a2ec38c14dd89377~mv2.png/v1/fi/ll/w_420,h_193,al_c,q_85,usm_0.66_1.00_0.01/71d6d7_fe82cb99690f4b81a2ec38c14dd89377~mv2.webp

Al pasar el líquido a través del tubo, pudo distinguir la presión ejercida sobre el líquido en ambas áreas del instrumento de las áreas más amplias y estrechas (efecto Venturi). Cabe mencionar, sin embargo, que no fue sino hasta 1888 que el primer modelo comercial del tubo Venturi fue patentado por Clemens Herschel.

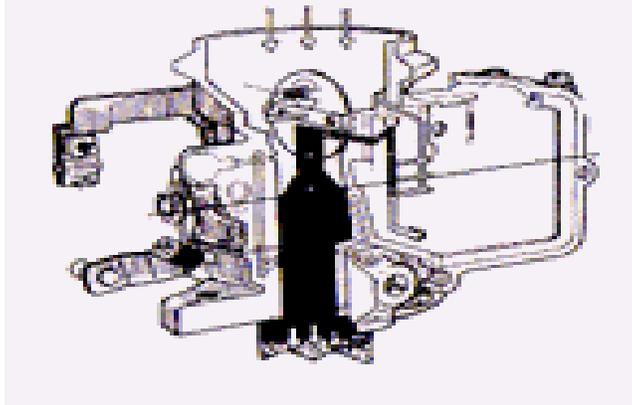
El Tubo de Venturi es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, o bien, uniéndola a un depósito carburante, se puede introducir este combustible en la corriente principal.

Para el próximo siglo, especialmente en 1926, se creó el diseño del medidor de flujo Venturi, y las aplicaciones y modificaciones de los medidores de flujo están aumentando.

El Tubo Venturi puede tener muchas aplicaciones entre las cuales se pueden mencionar, en la industria automotriz, el carburador del carro, el uso de éste se puede observar en lo que es la alimentación de combustible.

Figura 12: Carburador

El carburador



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos31/medidores-flujo/medidores-flujo.shtml>

Los motores requieren aire y combustible para funcionar. Un litro de gasolina necesita aproximadamente 10.000 litros de aire para quemarse, y debe existir algún mecanismo dosificador que permita el ingreso de la mezcla al motor en la proporción correcta. A ese dosificador se le denomina carburador, y se basa en el principio de Venturi: al variar el diámetro interior de una tubería, se aumenta la velocidad del paso de aire.

Dentro del sistema del motor, actúa como un sensor que mide la cantidad de aire aspirado por el motor y determina el flujo ideal de la mezcla aire-combustible necesario para la combustión.

Gracias a esta investigación y, por supuesto, a los nuevos avances en el desarrollo de instrumentos de medición, el caudalímetro es ahora conocido como un instrumento extremadamente importante en muchas áreas de la vida cotidiana.

Además, gracias a su excelente rendimiento, es un instrumento indispensable en las grandes industrias que producen productos líquidos y permite la medición de cantidades muy precisas de sustancias para obtener la mezcla adecuada. Estas empresas necesitan tener un medidor de flujo en sus procesos de producción para determinar con precisión sus mediciones.

Hay diferentes tipos de medidores de flujo, pero en todos ellos se pueden encontrar partes comunes para la medición del flujo. En general, se dividen en dos:

3. Caudalímetros mecánicos para molinos: A las que se mueven con la circulación del fluido.

El molino que es responsable del movimiento del medidor que expresa la medición del flujo.

Este tipo de medidor de flujo consiste en un molino con palas dispuestas en ángulo recto con la circulación del líquido. Cuando este líquido fluye a través del caudalímetro, hace que el molino gire, el eje mueve un contador que indica la velocidad de flujo.

Estos flujómetros están generalmente destinados al uso doméstico. Un ejemplo son los medidores de agua o los medidores de gas natural en los apartamentos.

4. Medidores electrónicos de flujo: Las hojas están dispuestas transversalmente al flujo del

líquido. Molino o impulsor impulsado por el flujo. Imanes que generan un campo magnético.

Este modelo es volumétrico, no tiene partes móviles y es ideal para su uso en aguas residuales u otros líquidos sucios que pueden conducir electricidad o son a base de agua. Este tipo de flujómetro no funcionará con hidrocarburos, agua destilada o soluciones no acuosas.

Dependiendo del tipo de medidor de flujo utilizado, tiene diferentes partes como válvulas, electroimanes, electrodos.

Las opciones de flujómetros, medidores de caudal, o medidores de flujo, como también se les conoce son muy abundantes y se diferencian entre sí por su funcionalidad, el nivel de precisión en las mediciones que ofrecen y por supuesto en el precio. El más conocido es el famoso contador del agua o del gas, aunque también los encontramos en muchos electrodomésticos, En los lavavajillas hay uno y tiene como función controlar la cantidad justa de agua que tiene que

entrar en la zona de lavado en cada momento para que los platos queden limpios. Estos dispositivos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

Existen muchos tipos dependiendo del mecanismo que se encarga de la medición y son los siguientes:

1. Rotámetros
2. Electromagnéticos
3. Medidores másicos
4. Dispersión térmica
5. Vortex

Los más simples son los visuales y los usados en los contadores de agua que tienen dentro un pequeño molino, los más sofisticados usan métodos electrónicos, magnéticos, diferenciales de presión y el instrumento de medición de caudal representa una gran ayuda en estos ámbitos:

- mediciones en canales
- mediciones en salidas de aire
- mediciones del nivel de confort
- mediciones en filtros

Los medidores de flujo se han vuelto tan avanzados hasta el punto que hoy en día su uso es fundamental en industrias y maquinarias. Estos sistemas aunque realizan una sola función sirven para obtener mejor control de fluidos basado en su lectura en varios campos, haciendo que los procesos sean mucho más prácticos y fáciles de monitorear.

En el mundo hay millones de estaciones sistemas analógicos en donde millones de usuarios consumidores no interactúan directamente con el sistema de entrega del combustible. Podría ser

un potencial mercado gigantesco. Desarrollar una tecnología que ofrezca un mejor control y medición del combustible que el esbozo actual puede dar la primacía a la empresa que lo consiga.

Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden ser accionadas por medio de acciones eléctricas. También son utilizadas en vacío o hasta en altas presiones y altas temperaturas.

Son más fáciles de controlar mediante programas de software e ideales para la automatización industrial.

Las válvulas eléctricas en general, se componen de:

1. **Cuerpo:** es la parte que queda roscada a la tubería.
2. **Tapa:** es la parte superior de la válvula. Normalmente se fija al cuerpo mediante tornillos o bien a rosca, dependiendo del fabricante. Puede llevar incorporado un accionamiento manual, para hacer funcionar la válvula cuando no disponemos de energía eléctrica.
3. **Membrana:** es de un material flexible y hace que, por un juego de presiones en el interior de la válvula, permita el paso de agua cuando actúa el solenoide. También hace de junta entre la tapa y el cuerpo.
4. **Muelle:** Está situado entre la membrana y la tapa. Lógicamente no es visible al estar situado en el interior.
5. **Solenoide:** Es la pieza, normalmente roscada en la tapa de la electroválvula y que permite su accionamiento eléctrico.

Las electroválvulas se aplican a surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, procesos de niquelado o galvanizado, en máquinas de café y en muchos lugares más.

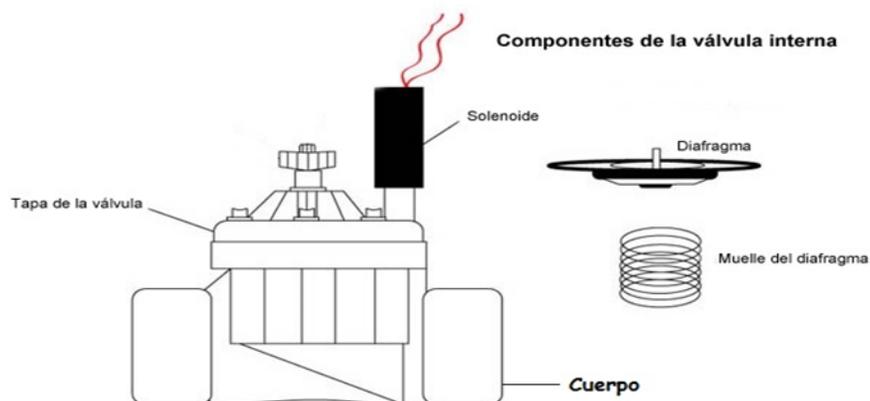
Gracias a sus características de solidez y fiabilidad son la solución ideal para diferentes aplicaciones industriales. Se adaptan particularmente para el control de agua, aire, gases inertes, vapor y en general de fluidos no agresivos. El cuerpo robusto y compacto y las soluciones técnicas adoptadas permiten tener espacio reducidos, tiempo de instalación rápidos e intervenciones de mantenimiento específicas.

Están previstas para funciones 2/2 o 3/2 normalmente cerradas, abiertas o para función universal; también disponibles versiones de control proporcional o biestables. Los numerosos modelos standard, las ejecuciones especiales y la posibilidad de desarrollar nuevas válvulas que respondan a exigencias particulares garantizan soluciones adecuadas incluso para las aplicaciones más complejas.

Desde hace tiempo en la sociedad se ha manipulado esta herramienta mediante el manejo de un computador para emitir la señal de activación a las electroválvulas.

Como se ha visto, las electroválvulas se usan principalmente para la automatización del control sobre la válvula en sus diferentes aplicaciones en la industria, este proyecto busca el poder automatizar una tarea cotidiana como lo es la tarea del regado, ya sea en espacios pequeños como hogares o grandes como campos de cultivo.

Figura 13: Partes de la electroválvula



Fuente: <http://www.hunterindustries.com/es/homeowners/product-support/valves>

Las electroválvulas se aplican a surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, procesos de niquelado o galvanizado, en máquinas de café y en muchos lugares más.

Gracias a sus características de solidez y fiabilidad son la solución ideal para diferentes aplicaciones industriales. Se adaptan particularmente para el control de agua, aire, gases inertes, vapor y en general de fluidos no agresivos. El cuerpo robusto y compacto y las soluciones técnicas adoptadas permiten tener espacio reducidos, tiempo de instalación rápidos e intervenciones de mantenimiento específicas.

Desde hace tiempo en la sociedad se ha manipulado esta herramienta mediante el manejo de un computador para emitir la señal de activación a las electroválvulas.

Como se ha visto, las electroválvulas se usan principalmente para la automatización del control sobre la válvula en sus diferentes aplicaciones en la industria, este proyecto busca el poder automatizar una tarea cotidiana como lo es la tarea del recargue de combustible de forma eficiente a través de una medición exacta para su ahorro.

Haciendo una indagación en internet se encontró el caso de la Universidad de San Buenaventura en Bogotá donde desarrollaron un sistema digital de medición y control de combustible que permite visualizar la medición y el nivel de tanque para el manejo de su inventario.

El sistema funciona a través de un microcontrolador encargado de obtener datos de los diferentes sensores, que controlan las variables como presión atmosférica y densidad del fluido.

La empresa Gilbarco es líder global en soluciones de abastecimiento y ofrece un producto que permite la medición de nivel llamado “Veeder-Root” que tiene las siguientes características: El TLS-350R es un sistema completamente integrado de reconciliación de stock del producto y detección de fugas, esta diseño de forma modular, lo que permite una configuración personalizada, Este sistema no está implementado en el resto del país por su alto costo por lo que aún se toma la medición con la anticuada vara aforada y su distribución a vehículos con la medición manual del operario.

Figura 14: TLS-350



Fuente: http://www.ispmedellin.com/assets/img/main/TLS350_1.jpg

Los realizadores del proyecto en la universidad de San Buenaventura, explican su prototipo cuenta con un programa informático que administra el sistema en tiempo real. Este permite

obtener datos históricos; medir el consumo del combustible y de agua; y controlar variables de presión atmosférica y densidad del fluido en los tanques de aprovisionamiento de combustible. Este sistema permite la medición del combustible desde los tanques subterráneos de reserva, debido a que es un sistema implementado a mayor escala, su costo es elevado en comparación con el proyecto de la propuesta que consiste en un sistema de medición preciso en la manguera de salida donde se distribuye hacia los vehículos automatizando el proceso de cálculo y brindando una mayor exactitud la cantidad de producto que es vendido.

En la universidad distrital Francisco José de Caldas en Bogotá D.C. se realizó un proyecto nombrado Diseño E Implementación De Un Prototipo Para El Control De Acceso En La Sede De Ingeniería De La Universidad Distrital Francisco José De Caldas Mediante El Uso De Torniquetes Controlados Por Carnet Con Tecnología Nfc Y Lector Biométrico De Huella Dactilar. El proyecto presentado mediante la integración en el prototipo de un sistema de control central, lectores y un torniquete obtuvo un sistema robusto que brinda seguridad, agilidad y eficiencia a la hora del ingreso de los integrantes de la Universidad, se definieron las necesidades de la sede de ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas en cuanto a al control de acceso, donde se encontró que ingreso de los estudiantes y funcionarios a las instalaciones se realiza de manera manual mediante la validación del carnet o recibo de pago por el guarda de seguridad. Dado el caso anterior se vio la necesidad de que las instalaciones cuenten con un sistema de control de acceso automático que genere un nivel de seguridad mayor y un flujo de personal constante. Con ese sistema de verificación obsoleto se buscó una manera más segura y eficiente de identificar a cada estudiante que ingresa, el proyecto cuenta con 2 opciones de identificación que son:

1. Carnet de contacto NFC suministrado a cada estudiante con un ID único que los identifica.

2. Lector de huellas en caso de que el estudiante no posea su carnet a su alcance y no se limite su identificación únicamente a la carnetización.

Este proyecto usa el registro de huella como método secundario de identificación para el acceso a estudiante con ayuda de una amplia base de datos suministrada por la entidad, mientras que el proyecto propuesto usa el registro de la huella dactilar del cliente como registro del el usuario para que al volver a usar el sistema, solo tenga que volver a ingresar si huella y una vez reconocida, el usuario podrá ingresar el precio de compra deseado sin necesidad de volver a ingresar el documento de identidad.

En la escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Ecuador, se trabajó en un diseño y construcción de un sistema medidor de flujo de combustible con visualizador consumo vs. recorrido, tiene como objetivo elaborar un sistema capaz de calcular el consumo de combustible adaptable en varias marcas de vehículos a gasolina incorporando sensores de caudal. Este sistema nos permite tener una noción acerca del rendimiento del consumo en función del recorrido.

En este sistema fue fundamental incorporar dos caudalímetros del tipo de tubo Venturi, los caudalímetros fueron construidos bajo la normalización ISO 5167, las ecuaciones que rigen los cálculos del caudal están establecidas por los constructores de los sensores de presión diferencial. Uno de los principios fundamentales que se ha considerado para la elaboración de este sistema es el vínculo que existe entre el dispositivo y el sensor VSS del vehículo, éste permite tomar datos que informa la velocidad de desplazamiento del vehículo, en base en esta información, el sistema realizará los cálculos para la visualización de datos. Este diseño va destinado a los vehículos para obtener una mejor visualización de consumo mientras se conduce.

Los autores del proyecto explican que, con el uso de este dispositivo, el usuario podrá no solo adaptarse a mejores condiciones de manejo, sino como también verificar si la estación de servicio le está suministrando la cantidad indicada de combustible.

La aplicación que complementa al dispositivo está diseñada de tal manera que su utilización permita visualizar datos, donde el usuario puede observar el consumo en función de recorrido. Ya que se podría encontrar un mismo recorrido con diferentes valores de consumo, porque este estará en función de la carga del motor, condición de carretera, factores mecánicos, hábitos de manejo, etc. Este proyecto brinda información de consumo vs recorrido a partir de dos caudalímetros y en este proyecto se propone el uso de caudalímetro para obtener datos y hacer el cálculo de la cantidad de producto a distribuir con el precio por galón vs el precio de compra introducido para distribuir con exactos la cantidad de líquido según el precio introducido por el cliente.

Capítulo 3

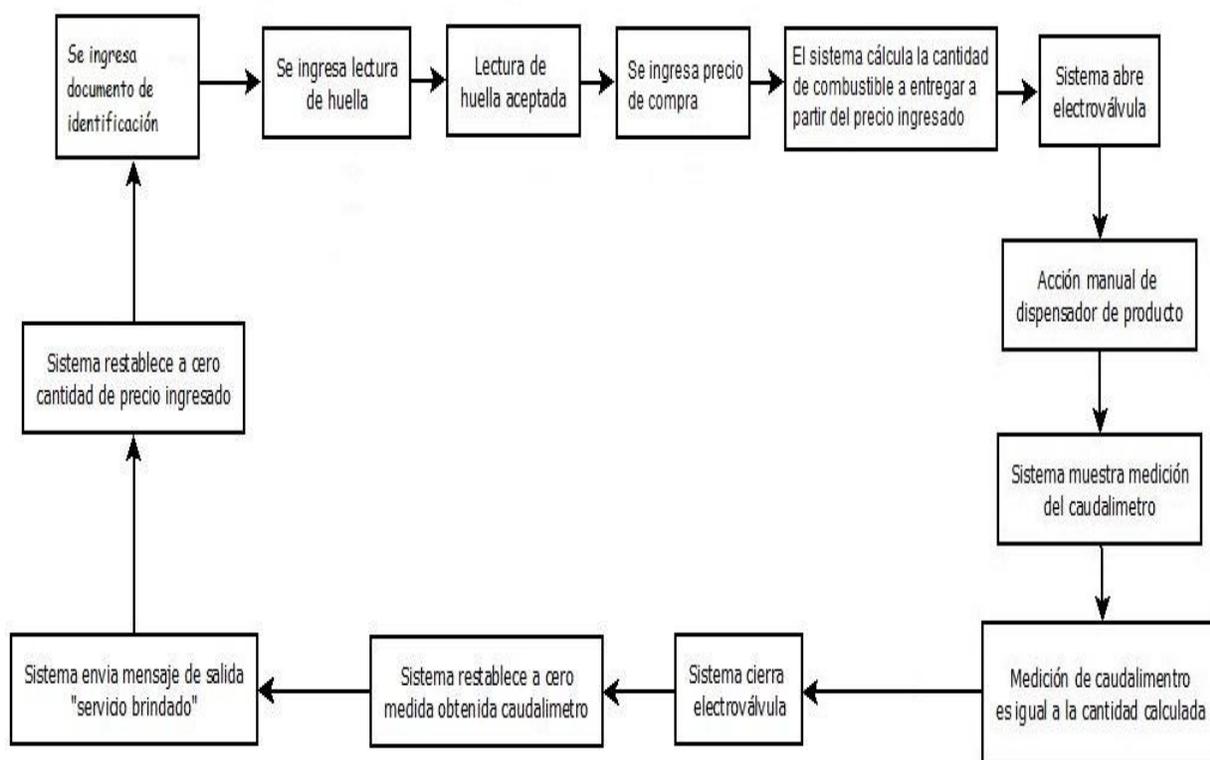
Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril

La rama de la electrónica se ha unido a varios campos para llevar a cabo mejoras en la tecnología y así lograr obtener avances. Podemos decir que la electrónica brinda una ayuda al hombre para que este pueda avanzar hacia una mejor calidad de vida. Es el hombre quien sigue siendo el hombre quien realiza la toma de decisiones, por tal razón al desarrollar este proyecto se tuvo en cuenta dicha analogía para brindar mucha más ayuda en los sistemas de entrega de combustible convencionales y poder realizar un diseño moderno. Tomando como idea principal la enseñanza adquirida o brindada por el cuerpo docente para así realizar una mezcla de tecnologías o

reemplazo de estas. Se quiere que sean tecnologías aplicativas para el diseño de nuevas interfaces para el futuro ya que todo está en continuo crecimiento.

El siguiente diagrama representa el flujo de la información procesada por el dispositivo desarrollado, la cual está disponible a partir de la entrada de la pantalla táctil, proceso que se finaliza con el envío de la orden de compra, destinado a controlar la lectura del medidor de flujo y la acción de las electroválvulas.

Figura 15: Diagrama de bloques del sistema propuesto.



Fuente: Autor

Una vez ingresado los datos biométricos del usuario y el precio solicitado de compra, la placa Arduino realiza el cálculo de la cantidad de combustible que debe ser vendida y lleva a cabo los procesos de control sobre la lectura del medidor de flujo y la acción de las electroválvulas.

Análisis Y Resultados

Para realizar este proyecto independiente, se siguieron una serie de pasos y consultas las cuales fueron de vital importancia en la realización de este, una de los principales retos fueron dos:

1. La configuración de la pantalla táctil para establecer una interfaz fácil de comprender y usar para los usuarios.
2. Fijar las medidas numéricas para el medidor de flujo que permiten identificar el equivalente a un galón y completar la ecuación que es esencial para la activación la electroválvula.

El equipo elegido como sistema de desarrollo específico para desarrollar el reconocimiento de comandos de voz para el sistema es un microcontrolador de la compañía Arduino.

Figura 16: Logo de la compañía Arduino



Fuente: <http://www.mellamabangeek.com/que-es-arduino/>

Capítulo 4

Conclusiones

Los resultados que se obtuvieron con la realización del proyecto fue modernizar el uso de un sistema de venta de combustible a la hora de realizar una aplicación por parte de los usuarios con el fin de lograr una buena tarea en el campo deseado.

Una vez probado el dispositivo controlador, se encontraron diferentes limitaciones para su respectivo funcionamiento, donde se menciona como afectan las distintas variables estudiadas respecto a la interfaz de usuario:

- Dado el caso en que el recinto en donde se vaya usar el dispositivo controlador, tomando medidas para contrarrestar los factores externos que puedan afectar el uso de la interfaz táctil como la humedad y/o suciedades en el aire para obtener una mejor respuesta del dispositivo.

Se evidenció que, al programar la pantalla táctil como la interfaz de usuario principal, se puede modificar el calibre de sensibilidad al tacto de la pantalla desde bajo hasta alto (Low, Medium and High), se obtienen respuestas rápidas ante el mínimo estímulo en la pantalla, dando lugar a nuevas posibilidades para su aplicación, en este caso, se precisó usar el calibre intermedio dada la necesidad que se busca cubrir con este proyecto.

Comparando los resultados obtenidos en la prueba estándar y en la prueba real, se observa que el proceso de interacción con el panel táctil, es más efectivo al tener un régimen de limpieza antes de su manipulación.

En este proyecto se aplica la estrategia ingenieril a través del diseño e implementación de un sistema digital partiendo de estándares análogos. Este dispositivo brindara una mayor comodidad, agilidad, versatilidad a la persona destinada a la compra de combustible con el fin de evitar un malgaste, una entrega que exceda el precio estimado en algún mal momento y sea mucho más fácil poder ejecutar esta tarea y así poder mantener un control mejor en su uso.

Capítulo 5

Recomendaciones

Al trabajar con este proyecto se notó que la electrónica se puede ligar a muchas aplicaciones de hoy en día a diferentes campos como lo es la agricultura o la jardinería. Adicionalmente se obtuvieron resultados interesantes durante el desarrollo de la propuesta, debido a que se abordaron las diferentes áreas de la electrónica, para el entendimiento del proyecto, el desarrollo fue necesaria la lectura de documentos para el programa ARDUINO 1.8.10 la cual fue muy provechosa e interesante poder recomendar en esta área, el uso del programa para tutorías futuras en la Universidad.

Es de vital importancia revisar el manual de operación del módulo mencionado, en donde se puede encontrar el listado completo de funciones y sentencias referentes a la programación del mismo que permiten aprovechar al máximo el dispositivo, considerando que para este proyecto no se implementaron en su totalidad.

Gracias a su estudio se diseñó un programa de fácil manejo el cual puede ser utilizado por cualquier persona ya que contiene diversas aplicaciones y con la posibilidad de actualizaciones a futuro.

Con internet se aumentan las posibilidades de mejoras para este dispositivo, si se quiere adaptar el equipo poder usarlo a través de un teléfono móvil con IOS o Android para darles las ordenes desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

En caso de llevar más a cabo la automatización del dispositivo, se le pueden agregar más actuadores externos como sensores para que este sea capaz de notificar bajos niveles de combustible en el tanque subterráneo en el panel de usuario para que el operador sepa el momento indicado para el reabastecimiento.

Bibliografía

- Garcia A. (28 de octubre de 2015.)Enviar números de más de un dígito a Arduino. Recuperado de <http://panamahitek.com/enviar-numeros-de-mas-de-un-digito-a-arduino/>
- electrotec, Reconocimiento de huella. Recuperado de <https://electrotec.pe/blog/ReconocimientoDeHuella>
- 20 de junio de 2017. Arduino para todos, Pantalla TFT LCD táctil con Arduino. Recuperado de <http://arduparatodos.blogspot.com/2017/06/pantalla-tft-lcd-tactil-con-arduino.html>
- Promotec, ARDUINO Y LOS RELÉS. Recuperado de <https://www.promotec.net/reles/>
 - Valero A. (28 de noviembre de 2016) Utiliza un relé con tu placa Arduino. Recuperado de <http://diwo.bq.com/utilizar-rele-arduino-zum-core/>
- 23 de marzo 2018. INFAIMON, Pantalla capacitiva: pantallas para el siglo XXI. Recuperado de <https://blog.infaimon.com/pantalla-capacitiva-pantallas-siglo-xxi/>
- 22 de septiembre 2018. Cómo han evolucionado las pantallas de los teléfonos inteligentes desde 1994 hasta hoy. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45516586>
- Moore E. Historia de la tecnología de pantalla táctil. Recuperado de https://techlandia.com/historia-tecnologia-pantalla-tactil-hechos_101720/
- García L. TEORÍA DE LA MEDICIÓN DE CAUDALES Y VOLÚMENES DE AGUA E INSTRUMENTAL NECESARIO DISPONIBLE EN EL MERCADO. Recuperado de

https://www.igme.es/actividadesIGME/lineas/HidroyCA/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf

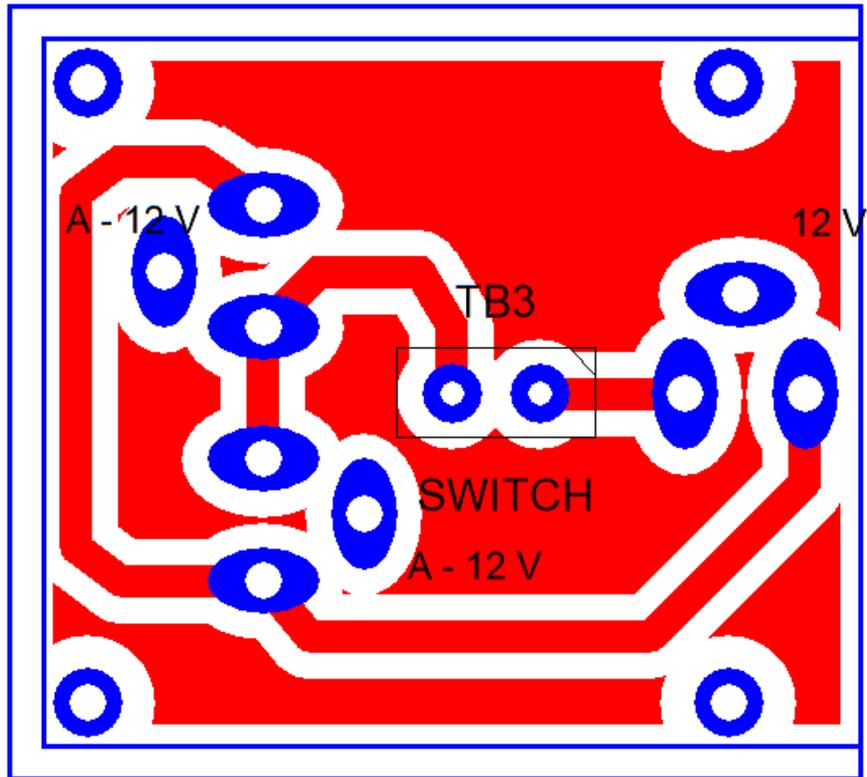
- Ramírez F. (11 de mayo del 2017) ¿Qué es y cómo funciona un medidor de flujo para tuberías? Recuperado de <http://temedie.com/wordpress/medidor-de-flujo-funcionamiento-basico/>
- Mattarollo Y. (9 de enero de 2014) ¿Cómo funcionan las electroválvulas o válvulas solenoides de uso general? Recuperado de <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- 8 de diciembre de 2011. EL USO DE LAS ELECTROVÁLVULAS EN LA INDUSTRIA. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-las-electrovalvulas-en-la-industria-2648462.htm>
- Historia del cuadalimento. Recuperado de <https://www.sensoresdepression.top/2020/02/historia-del-caudalimetro.html>
- Montaña D. (2017) SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN MEDIANTE HUELLA DIGITAL PARA EL CONTROL DE ACCESOS A LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR SIMULADO EN UN ENTORNO WEB. Universidad Libre Sede Bosque Popular [Tesis de Pregrado]. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10557>
- Toasa R. y Tustón C. (2013) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MEDIDOR DE FLUJO DE COMBUSTIBLE CON VISUALIZADOR CONSUMO VS. RECORRIDO, PARA VEHÍCULOS A GASOLINA CON SENSOR DE CAUDAL. Escuela de Ingeniería Automotriz [Tesis de Pregrado]. Recuperado de dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2964/1/65T00091.pdf 2013

- Balsero J. y Vargas C. (2016) DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ACCESO EN LA SEDE DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS MEDIANTE EL USO DE TORNIQUETES CONTROLADOS POR CARNET CON TECNOLOGIA NFC Y LECTOR BIOMÉTRICO DE HUELLA DACTILAR, Universidad Distrital Francisco José De caldas [Tesis de pregrado]. Recuperado de repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/.../VargasGarciaCristianGerman2016.pdf
- Guhl L. Jaramillo C. y Téllez K. (2007) DISEÑO DE UN SISTEMA DIGITAL DE MEDICION Y CONTROL DE COMBUSTIBLE [Tesis de pregrado]. Universidad de San Buenaventura. Recuperado de biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/40954.pdf
- Godoyo J. Cervantes G. Cruz J. Hernández M. y Ramírez A. (octubre de 2008) Sistema de medición de flujo multifásico mediante tecnología ciclónica GLCC®1 para aforo de pozos petroleros. Instituto Mexicano de petróleo. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432008000400004
- Huey F. APLICACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO EN HIDROCARBUROS PARA TRANSFERENCIA DE CUSTODIA [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4-oKnpYDgAhUJyFkKHfzkBQAQFjAAegQIChAC&url=https%3A%2F%2Fwww.zaragoza.unam.mx%2Fportal%2Fwp-content%2FPortal2015%2FLicenciaturas%2Ffig%2Ftesis%2Ftesis_huey_gil.pdf&usg=AOvVaw2sOWPkQmt8L7WwQKJm_sIX

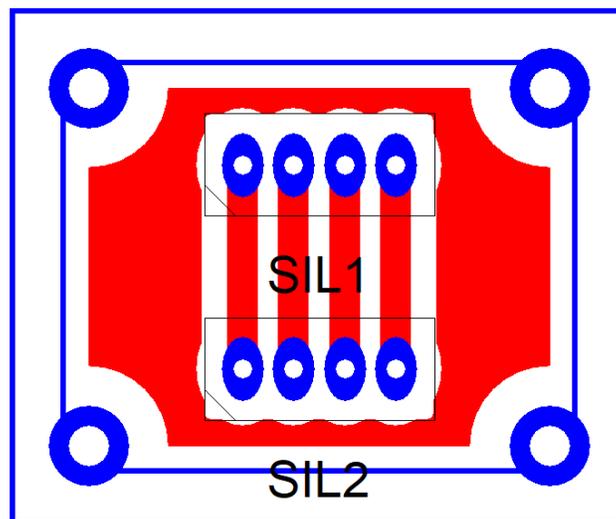
- Junio de 2016. Instrumentación y Control con énfasis Hidrocarburos. Recuperado de <https://automatizacionhidrocarburos.blogspot.com/2016/06/medidores-de-flujo.html>

Anexos

Anexo A: Circuito para distribución de voltaje de entrada.



Anexo B: Circuito para conexión de medidor de flujo y la tarjeta Arduino.



Anexo C: Circuito para conexión de fuente de voltaje externa, módulo de relevadores, electroválvula, medidor de flujo y el módulo relé.

