



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CAJEME

NOMBRE DEL PROYECTO

**Desarrollo de Medidor de Flujo Lácteo
con Tarjeta de Adquisición de Datos.**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA MECATRONICA**

PRESENTA

ING. RUBEN ADRIAN LOPEZ OLIVARRIA

Mtro. Dagoberto Rodríguez Rendón

42da Impresión 70515



DICTAMEN DE LIBERACIÓN Y APROBACIÓN

F02PSA16.04

Fecha

4 de Agosto de 2023

No. de Registro

MIM-071

José Efrén Ruelas Ruiz

**Responsable del Programa de Posgrado en Ingeniería Mecatrónica
PRESENTE**

A través de este documento, me permito comunicarle que el estudiante
cuyo proyecto de obtención de grado

Rubén Adrián López Olivarría

Desarrollo de Medidor de Flujo Lácteo con Tarjeta de Adquisición de Datos

Cumple satisfactoriamente, con los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado
en el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, por lo que ha sido aceptado
para la obtención del grado:

MAESTRO EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

Sin más por el momento, quedo de Usted.

Mtro. Dagoberto Rodríguez Rendón

Nombre y Firma del Director de proyecto

Director de proyecto de obtención de grado

4 de Agosto de 2023

Fecha

DICTAMEN DE ACEPTACION - COMISIÓN REVISORA

PRESIDENTE

Mtro. Dagoberto Rodríguez Rendón

Nombre

Firma

4 de Agosto de 2023

Fecha

MIEMBRO 1

Dr. Alberto Ramírez Treviño

Nombre

Firma

4 de Agosto de 2023

Fecha

MIEMBRO 2

Dr. José Efrén Ruelas Ruiz

Nombre

Firma

4 de Agosto de 2023

Fecha

INDICE

CAPÍTULO I	5
INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2. Planteamiento del problema	7
1.3 Justificación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Alcances y Delimitaciones	9
1.5.1. Alcances	9
1.5.2. Limitaciones	9
CAPÍTULO II	10
Marco Teórico	10
2.1 Mecánica de fluidos	10
2.2 Macro Medidores	12
2.3 Tarjetas de microcontroladores	14
2.4) ESP32	16
2.6 Tubería para lácteos	18
2.6 Sensor de temperatura	18
2.6 Angular	21
2.8.1 ¿Cómo funciona MySQL?	23
CAPÍTULO III	24
Metodología	24
3.1 Investigación de campo	25
3.2 Análisis de la planta de ordeña	26
3.3 Mejora a incorporar	26
3.3.1 Diseño del sistema electrónico de medición y monitoreo	26
3.3.2 Desarrollo y programación del ESP32	27
3.3.3 Desarrollo de la aplicación y la base de datos	28
3.4 Equipo a utilizar	29

3.4.1 Medidor de Flujo	29
3.4.2 Medidor de Temperatura	30
3.4.3 Bomba Johnson Pump Cm30P7-1	31
3.4.4 ESP32	32
CAPÍTULO IV	32
Resultados	32
4.1 Investigación de campo	32
4.2 Análisis de la planta de ordeña	35
4.3 Mejora a Incorporar	35
4.3.1 Diseño del sistema electrónico de medición y monitoreo	36
4.3.1 Desarrollo y programación en ESP32	36
4.3.2 Aplicación y Base de datos	38
4.3.3 Aplicación web	39
4.4 Equipo a utilizar	41
4.4.1 Medidor de Flujo	42
4.4.2 Medidor de Temperatura	42
4.4.3 Bomba Johnson Pump Cm30P7-1	43
4.4.4 ESP32	43
CAPITULO V	44
CONCLUSIONES	44
5.1 Conclusiones del proyecto	44
ANEXOS	45
Anexo A: Código de microcontrolador (Arduino)	45
Anexo B: Código en PHP	48
Anexo C: Base de datos en MYSQL	49
Referencias	50

Índice de figuras

Figura 2.1 Flujo Volumétrico	11
Figura 2.2 Relación Velocidad y Caudal.	12
Figura 2.3 Medición con ondas sonoras	13
Figura 2.5 Medidor de Flujo	14
Figura 2.6 Microcontroladores	16

Figura 2.7 ESP 32	16
Figura 2.8 Tubos de acero inoxidable con norma ASTM A270.	18
Figura 2.9 Termopar.	19
Figura 2.10 RTD.	19
Figura 2. 11 Termistor.	20
Figura 2. 12 Infrarrojo.	20
Figura 3.1 Proceso de Almacenamiento de Datos.....	26
Figura 3.2 Diagrama de sensores.....	27
Figura 3.3 Diagrama de flujo ESP 32.....	28
Figura 3.4 medidor de flujo con pantalla.....	30
Figura 3.5 MAX 6675.....	31
Figura 3.6 Bomba Johnson.....	31
Figura 3.7 ESP32	32
Figura 4.1 Ganado Con chip en el arete.....	33
Figura 4.2 Camino de extracción de leche	33
Figura 4.3 Pezonera conectada.....	34
Figura 4.4 Tanque donde se almacena el liquido	35
Figura 4.5 prototipo	36
Figura 4.6 Conexiones de prototipo	37
Figura 4.7 Base de datos.	39
Figura 4.8 Agregar usuarios.	39
Figura 4.9 Lista de Usuarios.....	40
Figura 4.10 Agregar ganado.....	40
Figura 4.11 Listado de ganado.....	41
Figura 4.12 grafica flujo y temperatura	41
Figura 4.13 medidor de flujo Yf-s201	42
Figura 4.14 MAX 6675.....	42
Figura 4.15 Bomba Johnson.....	43
Figura 4.16 ESP32	43

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende ilustrar el desarrollo de una aplicación práctica dentro de la industria de un sistema mecatrónico, esta permitirá una mejora en el monitoreo y control de la producción de leche, mostrando así algunos de los posibles beneficios que puede traer a las empresas el incorporar e invertir en nuevos sistemas. Como principal objetivo de investigación es identificar de forma analítica la solución a la pérdida de fluido de una forma más precisa a la que se llega a encontrar en algunas compañías.

1.1 Antecedentes

La industria siempre ha tratado de mejorar sus procesos, desde la adquisición de nuevo equipo de trabajo como de tácticas de organización más eficientes, y en la mayoría de casos, se debió de mejorar la recolección de datos, lo cual brindaba una perspectiva más amplia de la situación diaria de la empresa y una útil herramienta de comparación entre temporadas pasadas y metas futuras, adentrándonos en el campo de la industria ganadera, la leche, como uno de los principales productos de materia prima, siempre ha sido necesario el poder contabilizar la producción, y a pesar de las herramientas existentes enfocadas para este propósito, algunas compañías no las adoptan presuntamente por su precio o por su dificultad (<https://amyd.quimica.unam.mx/>, s.f.) (1).

Una propiedad de estos sistemas es la identificación de lácteos y pureza de la leche que en la actualidad se usa un gran número de sensores a fibra óptica que se basan en la interacción del campo evanescente de los modos guiados en la

fibra con el medio exterior, ya sea de forma directa o a través de medios materiales (STUDIO DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN A MEDIDORES DE FLUJO EN LOS SECTORES AGRÍCOLA Y SILVÍCOLA., s.f.)(2). .

Para control de fluidos en ganadería actual es el flujo de leche se mide con una precisión extrema gracias a la tecnología de luz infrarroja. Esto significa que la leche fluye directamente a través de él sin componentes móviles que puedan restringir el flujo. Al no tener componentes móviles, se minimiza el riesgo de avería. Su diseño sólido y compacto hace también que la medición sea menos vulnerable a las alteraciones, lo que permite mantener la calidad de la leche y le proporciona información fiable sobre la producción de leche. (HISTORIA DE ARDUINO Y SU NACIMIENTO, s.f.) (3).

En los medidores de flujos que se ha estado utilizando tiene algunas desventajas por lo cual no lo hace un fácil manejo, por ejemplo, como la ubicación del medidor ya que la mayoría de los medidores que se tiene en el mercado son colocados en el tanque el cual causa mucha pérdida de fluido ya que es manipulado.

Para la operación de estos flujos se tiene que tener una persona al pendiente de lo que está marcando durante el proceso ya que la mayoría no cuenta con memoria para grabar los rendimientos que se tiene día a día. Los medidores que pueden guardar dicha información son demasiados caros para los proveedores.

1.2. Planteamiento del problema

Después de haber realizado una búsqueda documental y exploratoria acerca de los medidores de flujos para el área de lácteos correcto y preciso a continuación se formula la siguiente pregunta:

¿Se puede evitar pérdidas en la recolección de leche desarrollando un sistema para monitorear la cantidad de leche producida por vaca, que consiste en hacer una adaptación a un sistema de medición de flujo, a través una tarjeta electrónica y un software utilizando en un servidor de monitoreo?

1.3 Justificación

La producción de leche en los establos es una de las principales fuentes en el mundo para la producción de un alimento básico de muchas familias.

Sin embargo, cuando al extraer la leche, a los productores se les presentan diversos problemas para conocer las cantidades producidas diariamente. Una de las causas principales es, según palabras de los propios encargados, el robo de leche, y fuga en tuberías, lo que genera una pérdida monetaria importante, al poder tener un control de la producción.

El estado de Sonora es uno de los más extensos y productivos en México. La tecnificación y actualización tecnológica es una necesidad urgente para ser más productivo a dicho estado. Por tal motivo es importante desarrollar mediante una línea de investigación experimental un dispositivo medidor de flujo de lácteos económico, preciso y de alta tecnología.

Con el objetivo de poder controlar la producción de una manera más exacta y segura y así poder conocer la producción con más exactitud por día, por mes y por año, se hace necesario la instalación de un medidor de gasto, así como su control, para aumentar ganancias y evitar el robo y la fuga de lácteos.

Se justifica en el sentido de que plantea desarrollar una línea de investigación experimental en medidor de flujos lácteos con orientación a mejoramiento a los existentes y otras actividades en el área de sistemas.

De esta manera aplicamos de manera didáctica, puesto que se describirán las partes que componen el medidor de flujo lácteo, así como los componentes que se utilizaran para que se tenga un mejor funcionamiento y recaudación de información y se pueda tener acceso rápido a dicha información por el productor.

1.4. Objetivos

En esta sección se presentan el objetivo principal y los particulares relacionados con esta tesis:

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar una sistema para monitorear la cantidad de leche producida por vaca, que consiste en hacer una adaptación con un sensor de flujo volumétrico, a través de microcontrolador y un software utilizando un servidor de monitoreo para evitar pérdidas en la producción.

1.4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- 1). Desglosar el tema de interés para la investigación y desarrollar experimentalmente el medidor de flujo con tableta inteligente.
- 2). Describir las características de la bomba de succión, del medidor de flujo y cómo se comportan la tableta inteligente en la lectura de los datos.
- 3). Describir la forma de cómo se pueden comunicar los datos obtenido en el flujo de datos con la aplicación del cliente.

1.5. Alcances y Delimitaciones

Los alcances y límites de este proyecto son los siguientes:

1.5.1. Alcances

- 1) Construir un prototipo que sea más accesible por el usuario.
- 2) Mejora para perdida de fluidos.
- 3) Mayor precisión para el conteo de litros y mejorar proceso.
- 4) Para el proceso de adquisición y procesamiento se utilizará una tarjeta inteligente programable con aplicación a desarrollar.

1.5.2. Limitaciones

- 1) Conocimiento sobre medidores de flujo de lácteo.
- 2) Recursos económicos.
- 3) Durante el proceso de extracción de datos de la tarjeta programable hacia la aplicación se utilizaría internet.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

En este capítulo explicaremos los conocimientos, dispositivos y/o algoritmos que se usaran en el desarrollo de la tesis.

2.1 Mecánica de fluidos

La mecánica de fluidos es la rama de la física comprendida dentro de la mecánica de medios continuos que estudia el movimiento de los fluidos, así como las fuerzas que lo provocan. La característica fundamental que define a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes (lo que provoca que carezcan de forma definida). También estudia las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita.

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa, una representación de esto se ve en la Figura 2.1.

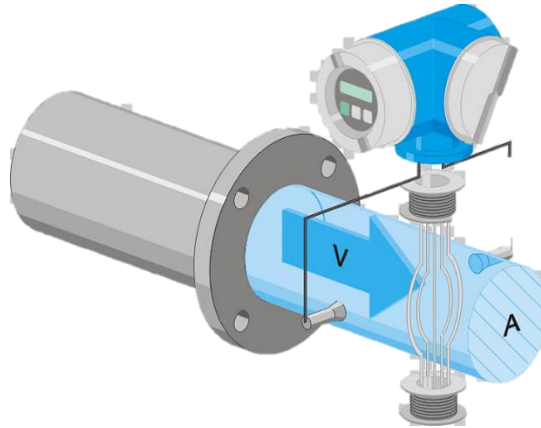


Figura 2.1 Flujo Volumétrico.

En el caso de que el flujo sea normal a la superficie o sección considerada, de área A , entre el caudal y la velocidad promedio del fluido existe la relación la cual puede ser vista gráficamente en la Figura 2.2:

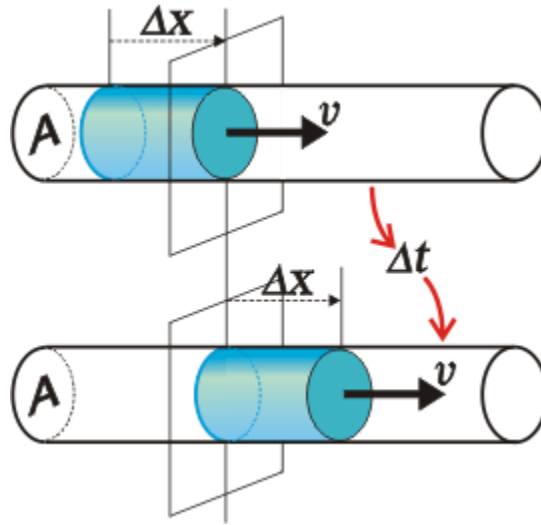


Figura 2.2 Relación Velocidad y Caudal.

Y su modelado matemático corresponde a la siguiente formula:

$$Q = A \bar{v}$$

Donde

- **Q** Caudal ($[L^3 T^{-1}]$; m³/s)
- **A** Es el área ($[L^2]$; m²)
- **v** Es la velocidad promedio.

2.2 Macro Medidores

Existen varias maneras para la medición del flujo, ya dependerá de la aplicación cual sea más eficiente en su relación costo-beneficio, pero se pueden englobar en dos grupos, el primero se trata de medidores que no entran en contacto directo con el líquido, estos emplean sistemas como ondas sonoras u ondas magnéticas para monitorear el flujo dentro de una tubería, este funcionamiento se muestra en la Figura 2.3.

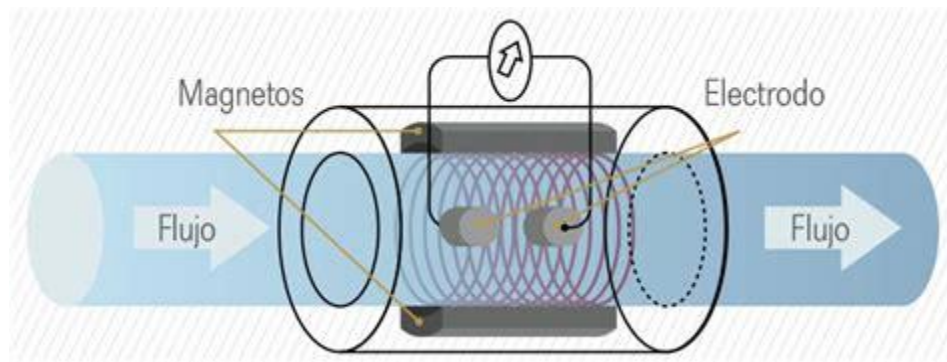


Figura 2.3 Medición con ondas sonoras

El segundo tipo es aquel que ya entra en contacto con el líquido, estos macro medidores miden por medio de una Paleta o Turbina montada en la parte superior del cuerpo del medidor. La cuál está colocada de forma paralela a la dirección del flujo. El líquido que entra al medidor hace que la paleta rote para así empezar a contabilizar el volumen. La rotación de la paleta es directamente proporcional a la velocidad del flujo, y su movimiento es transmitido de forma magnética al registro, este mecanismo es el que se muestra en la Figura 2.4.

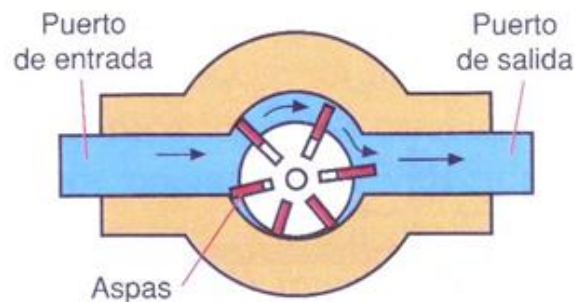


Figura 2.4 Medición de Contacto

Los elementos de medición son desmontables. Esto permite su fácil mantenimiento y así una larga vida útil al medidor. Por otra parte, su carátula está

sellada lo cual también prolonga el buen funcionamiento del equipo en la figura 1 se puede observar el medidor que se estará utilizando para el desarrollo del proyecto.

Características Metrológicas: El error máximo permitido en el campo inferior, comprendido entre Q_{min} (flujo mínimo) incluido y Q_t (flujo de transición) excluido, es de $\pm 5\%$. Por otra parte, el error máximo permitido en el campo superior, comprendido entre Q_t incluido y Q_s (flujo de sobrecarga) incluido, es de $\pm 2\%$.

Transmisión Magnética: Estos medidores cuentan con transmisión magnética directa. La cual se obtiene por medio de imanes resistentes de alta calidad, que permiten alta confiabilidad en las lecturas. Además, cuenta con protección contra influencias magnéticas externas. (EMULADOR VIRTUAL BREADBOARD, s.f.) (4).



Figura 2.5 Medidor de Flujo

2.3 Tarjetas de microcontroladores

La mayoría de las aplicaciones de IoT requieren más que simplemente agregar un sensor a un objeto físico. Cuando las personas hablan de 'objetos inteligentes',

generalmente están hablando de la adición de un microcontrolador conectado a Internet (también conocido como MCU).

Se puede pensar que los microcontroladores son computadoras diminutas que se agregan a cualquier objeto físico o espacio para darle un 'cerebro'. Contienen uno o más procesadores de computadora, junto con memoria y periféricos de entrada / salidas programables, todo en un solo circuito integrado.

Si bien las MCU tienen menos capacidad que un procesador de computadora estándar, su bajo costo las convierte en una opción más práctica para agregar capacidades de computación a un objeto, espacio o proceso que no las tiene.

Las MCU comúnmente van junto con lo que se conoce como una "placa de desarrollo". Una placa de desarrollo proporciona todo lo necesario para programar la MCU.

Las placas de desarrollo incluyen cosas como una fuente de alimentación, soporte para conectar sensores y, a veces, incluso sensores y actuadores a bordo. También permiten a los usuarios conectar rápidamente sensores y actuadores (si no están ya incluidos en la placa) y el software que los acompaña facilita la creación y el despliegue del código.

Hay muchos tableros de desarrollo y microcontroladores disponibles de una variedad de compañías: TI, Samsung, Arduino, Raspberry Pi y más como lo muestra la Figura X. Elegir cuál es el adecuado depende de una serie de factores que varían según la naturaleza de su aplicación (Lemus., 2017) (5).



Figura 2.6 Microcontroladores.

2.4) ESP32

Dado los objetivos del proyecto se decide optar por emplear una tarjeta de microcontrolador en lugar de emplear únicamente el microcontrolador dado que la tarjeta permitirá un desarrollo más óptimo gracias a las ventajas con las que cuentan estas placas en comparación del solamente el microcontrolador. También se contempla que la placa cumpla las prestaciones de ser lo mayor comercial posible y claro que cuente con las especificaciones necesarias para el desarrollo del proyecto, es por ello que se decidió emplear la placa ESP32 que se muestra en la Figura 2.7.



Figura 2.7 ESP 32

La placa ESP32 nos permite conectarnos a Internet por medio de un módulo que trae integrado de fábrica.

El ESP32 dispone internamente de un pequeño procesador, prácticamente es capaz de replicar casi cualquier cosa los Arduinos puedan hacer. Así que los proyectos con sensores que envían los datos a la WIFI mediante un ESP32, es muy probable que podamos ahorrarnos un módulo Wi-Fi externo en el proceso, gracias a un firmware basado en C ++. Este permite que la CPU ESP32 y sus componentes Wi-Fi sean programados como cualquier otro dispositivo Arduino. (Arduino Conectado a Internet, 2020)(6).

Tabla 1: Especificaciones del ESP32

Microcontrolador	Tensilica Xtensa LX6
Voltaje de operación	3.3V
Voltaje de entrada	5 V
Pines de E/S Digitales	34
PWM	16
Pines de entrada Analógica	18
Pines de salida analógica	2
Velocidad de reloj	240MHz

2.6 Tubería para lácteos

Tubos de acero inoxidable con norma ASTM A270 utilizado en una variedad de aplicaciones en las que se requieren especificaciones sanitarias estrictas y el tipo de tubería que se requiere para este proyecto por el sensor ya especificado a utilizar es de un enroscado de 1/2.

La norma **ASTM A270**, define la terminación superficial interna y externa, en función del tipo de material de pulido utilizada. No indica un parámetro claro en cuanto a los límites de rugosidad definidos para un producto sanitario.



Figura 2.8 Tubos de acero inoxidable con norma ASTM A270.

2.6 Sensor de temperatura

La temperatura es la medida física más utilizada por los ingenieros y científicos en el mundo, y puede ser medida por una gran diversidad de sensores. Todos ellos toman la temperatura detectando algún cambio en una propiedad física. Los tipos de sensores para temperatura más utilizados son:

Termopares - son los más utilizados en los dispositivos de medición de temperatura. Al estar conectados en pares, son simples y eficientes que dan salida a un voltaje DC muy pequeño proporcional a la diferencia de temperaturas entre dos juntas en un circuito termoeléctrico cerrado, un ejemplo de este se ve en la Figura 2.9.



Figura 2.9 Termopar.

RTD – Miden la temperatura mediante la correlación de la resistencia del elemento del RTD con la temperatura. La mayoría de los RTD consiste en un pedazo de alambre enrollado bien envuelto con un núcleo de cerámica o vidrio alrededor. Los RTD son inmunes al ruido eléctrico y adecuado para medir la temperatura en ambientes industriales, por ejemplo, alrededor de motores, generadores y equipos de alta tensión, un ejemplo de este se ve en la Figura 2.10.



Figura 2.10 RTD.

Termistores – Usan electrodos internos que detectan el calor y lo miden a través de impulsos eléctricos. Dicho de otras palabras un termistor es un resistor sensible a la temperatura, un ejemplo de este se ve en la Figura 2.11. Existen dos tipos:

- Termistores NTC - Un termistor NTC debe elegirse cuando es necesario un cambio continuo de la resistencia en una amplia gama de temperaturas. Ofrecen estabilidad mecánica, térmica y eléctrica, junto con un alto grado de sensibilidad.
- Termistores PTC - deben elegirse cuando se requiere un cambio drástico en la resistencia a una temperatura específica o nivel de corriente.



Figura 2. 11 Termistor.

Infrarrojo - Los sensores de temperatura infrarrojos o sondas de temperatura por infrarrojos, son sensores para medida de temperatura sin contacto. Esto permite realizar medidas de temperatura con alta precisión para rangos amplios de temperatura, un ejemplo de este se ve en la Figura 2.12.



Figura 2. 12 Infrarrojo.

2.6 Angular

Angular es un framework Javascript potente, muy adecuado para el desarrollo de aplicaciones frontend modernas, de complejidad media o elevada. El tipo de aplicación Javascript que se desarrolla con Angular es del estilo SPA (Single Page Application) o también las denominadas PWA (Progressive Web App).

El framework Angular ofrece una base para el desarrollo de aplicaciones robustas, escalables y optimizadas, que promueve además las mejores prácticas y un estilo de codificación homogéneo y de gran modularidad

Aunque ofrece principalmente una base para el desarrollo de la parte frontal, la programación Javascript del lado del cliente, también aborda técnicas de desarrollo de la parte del backend, para la implementación del Server Side Rendering. A esta parte se le llama Angular Universal.

El desarrollo en Angular se hace por medio de TypeScript (aunque también se podría desarrollar con Javascript, todas las guías y recomendaciones se basan en usar TypeScript), un superset del lenguaje Javascript que ofrece muchas herramientas adicionales al lenguaje, como el tipado estático o los decoradores. (angular, s.f.)(7).

2.7 PHP

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular, adecuado para desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Es popular porque un gran número de páginas y portales web están creadas con PHP. Código abierto significa que es de uso libre y gratuito para todos los programadores que quieran usarlo. Incrustado en HTML significa que en un mismo archivo vamos a poder combinar código PHP con código HTML, siguiendo unas reglas.

PHP se utiliza para generar páginas web dinámicas. Recordar que llamamos página estática a aquella cuyos contenidos permanecen siempre igual, mientras

que llamamos páginas dinámicas a aquellas cuyo contenido no es el mismo siempre. Por ejemplo, los contenidos pueden cambiar en base a los cambios que haya en una base de datos, de búsquedas o aportaciones de los usuarios, etc.

¿Cómo trabaja PHP? El lenguaje PHP se procesa en servidores, que son potentes ordenadores con un software y hardware especial. Cuando se escribe una dirección tipo `http://www.aprenderaprogramar.com/index.php` en un navegador web como Internet Explorer, Firefox o Chrome, ¿qué ocurre? Se envían los datos de la solicitud al servidor que los procesa, reúne los datos (por eso decimos que es un proceso dinámico) y el servidor lo que devuelve es una página HTML como si fuera estática.

El esquema es: Petición de página web al servidor --> El servidor recibe la petición, reúne la información necesaria consultando a bases de datos o a otras páginas webs, otros servidores, etc --> El servidor responde enviando una página web “normal” (estática) pero cuya creación ha sido dinámica (realizando procesos de modo que la página web devuelta no siempre es igual). (PHP, s.f.)(8).

2.8 MySQL

Entre los software de gestión de bases de datos, uno de los más populares es MySQL, desarrollado en 1994 por la empresa sueca MySQL AB, que, en 2008 fue comprada por la americana Sun Microsystems. Dos años después, a su vez, la famosa Oracle adquirió Sun Microsystems, llevándose la patente de MySQL.

El sistema MySQL tiene varias peculiaridades. En primer lugar, es un software de código abierto, lo que significa que puede ser usado libremente y modificarlo a

voluntad. Por ese motivo, cualquier persona puede instalarlo y personalizar el código fuente para satisfacer sus necesidades específicas.

Además, se ofrece una versión comercial para las personas que desean más flexibilidad y se benefician de un soporte adicional. La otra peculiaridad de MySQL es su modelo cliente-servidor. Funciona de la siguiente manera: siempre que los clientes necesitan acceder a los datos, se conectan al servidor de la base de datos relacional.

En este contexto, las computadoras en las que MySQL está instalado y en ejecución se denominan “clientes”.

Se utiliza una base de datos relacional para almacenar y organizar datos estructurados mediante tablas vinculadas. Sin embargo, para crear y administrar datos en él, es necesario utilizar un software de administración de base de datos, ¡ahí es donde entra MySQL!

2.8.1 ¿Cómo funciona MySQL?

¿Vamos a una explicación más detallada de esta operación? Los dispositivos del cliente se conectan a un servidor **a través de una red específica**. Cada cliente emite una solicitud de GUI (interfaz gráfica) en su pantalla. En respuesta, el servidor produce el resultado deseado, siempre que ambas partes comprendan la instrucción.

Este proceso se denomina cliente-servidor, o sea, la base de datos está en un servidor que solo se usa para eso. Para interactuar con él, debes utilizar un software “cliente”, que consultará al servidor y transmitirá los datos. Entonces, de hecho, estará instalando dos cosas (al menos): el servidor y el cliente.

Cada solicitud se realiza a través del cliente. Nunca vas a discutir directamente con el servidor, por lo que necesita un idioma para enviar las solicitudes que se desean hacer (el lenguaje SQL).

En resumen, el proceso se divide en tres etapas: primero MySQL crea una base de datos. Luego, los clientes realizan consultas en el lenguaje SQL. Para finalizar, la aplicación del servidor responde, proporcionando la información solicitada que aparece en la pantalla (MYSQL, s.f.)(9).

CAPÍTULO III

Metodología

En este capítulo se detallará el proceso realizado para el diseño y construcción de los dispositivos para el prototipo así como el análisis, código y librerías utilizadas para los algoritmos de análisis del microcontrolador y la aplicación.

En primera instancia se realizó una investigación de campo en una granja, en donde se pudieron hacer análisis del proceso completo de la recolección de leche, en paralelo se recolectaron ideas y conocimientos empíricos de algunos trabajadores, por último, se le dio una solución preliminar como sugerencia.

En un segundo paso se recopiló información y se complementó la ya existente sobre diversos dispositivos y lenguajes de programación buscando el más adecuado, a su vez se diseñó un prototipo que funcione como simulador del sistema recolector de leche, con esto se generó se eligieron algunos elementos para probar un algoritmo general.

A continuación, se detalla cada uno de los pasos:

3.1 Investigación de campo

Se realizó una investigación de campo en una empresa encargada de la recolección de leche del ganado bobino, esto con el fin de observar en mejor detalle el procedimiento actual que se maneja en la extracción y control de la ordeña de las vacas para ver el tipo de problemática que se presenta en la vida real, una empresa accedió a esto siempre y cuando se mantuviera en anonimato.

El primer punto a descubrir consistía en conocer si la empresa contaba con algún método para llevar un control sobre la cantidad de animales que manejaba, ya fuese un control de manera grupal o individual, y que información tomaba en consideración.

Como segundo foco de interés se pretendía conocer el proceso general de la ordeña, abarcando la mayor cantidad de información en la cuestión de cómo se maneja el ganado antes de la ordeña, si es que se recolecta alguna información de las vacas antes de succionar la leche, si es que estas se transportan a algún sitio o si se lleva la maquinaria a donde se encuentran.

Lo tercero es entender qué tipo de sistema se utiliza para la extracción del líquido, si se realizaba de forma manual o se empleaba alguna maquinaria, y de cualquier caso, buscar la manera de entender este proceso de la forma más practica posible.

Lo último consiste en saber si la leche es pasada por algún proceso luego de su extracción o de manera general el que se hace con la leche después de ser ordeñada.

3.2 Análisis de la planta de ordeña

Se realizó un análisis con la información obtenida de la investigación, se verificó que la planta de ordeña tiene un monitoreo limitado del proceso de ordeña, siendo única fuente de información las vacas que han sido ordeñadas y la cantidad de leche producida en el tanque, sin embargo se desconoce la cantidad de leche producida por cada vaca, esto puede implicar desde la ignorancia de una fuga como un nulo punto de comparación.

3.3 Mejora a incorporar

Se desarrolló un sistema para monitorear la cantidad de leche producida por vaca, que consiste en hacer una adaptación con un sensor de flujo volumétrico, a través de microcontrolador y un software utilizando un servidor de monitoreo para evitar pérdidas en la producción y llevar un mejor control.

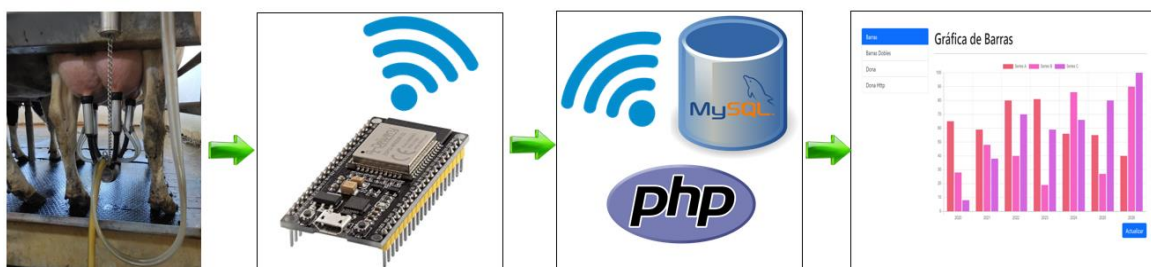


Figura 3.1 Proceso de Almacenamiento de Datos.

3.3.1 Diseño del sistema electrónico de medición y monitoreo

Se diseñó el diagrama de conexiones del sistema electrónico del prototipo del medidor de flujo con los sensores utilizados en la figura 3.5.

Se desarrolló un prototipo donde conecte los sensores (Medidor de flujo y temperatura) y la tarjeta inteligente (esp32), también se conectó una bomba para simular el flujo del líquido y obtener los datos necesarios.

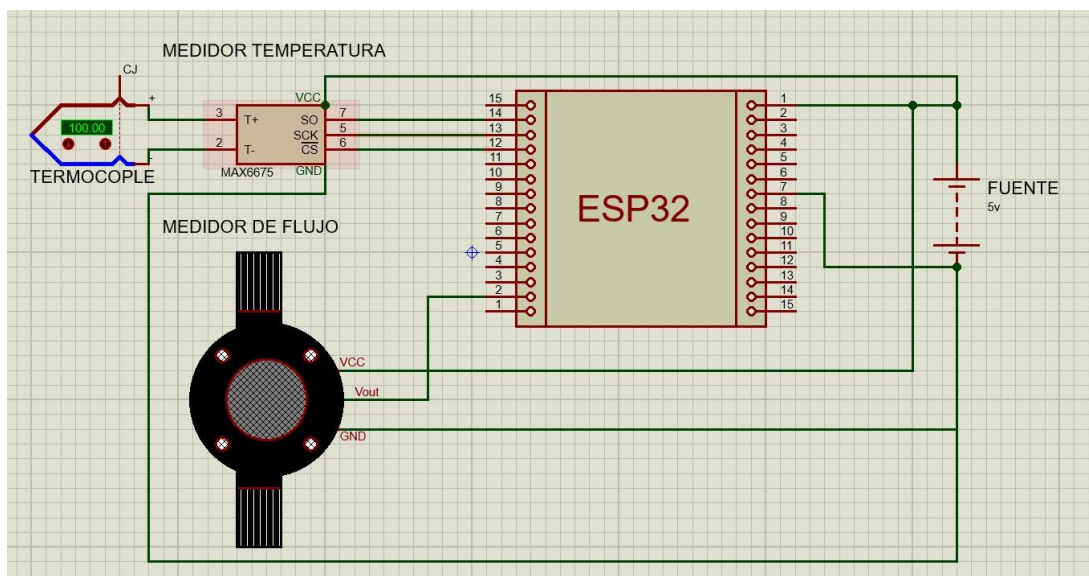


Figura 3.2 Diagrama de sensores

El prototipo no pretende imitar el flujo real de la leche que se da dentro de la empresa si no que funciona como un apoyo para el desarrollo y las pruebas de los programas.

3.3.2 Desarrollo y programación del ESP32

Se conectaron los sensores al esp32 que se encargaron de medir el flujo y temperatura del líquido enviando la información por internet a una base de datos de MYSQL mediante una inserción realizada con un método de PHP.

Se cargó el código desde el IDE de arduino al esp32 para que los sensores obtuvieran las lecturas correspondientes (flujo y temperatura).

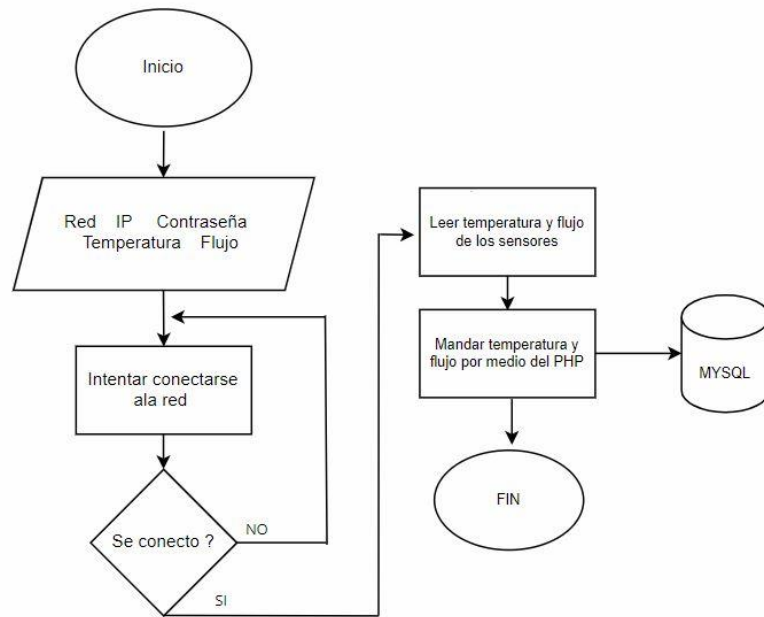


Figura 3.3 Diagrama de flujo ESP 32

3.3.3 Desarrollo de la aplicación y la base de datos

Diseñe y cree una base de datos para almacenar las lecturas obtenidas por mis sensores, se utilizó un método PHP que contiene los parámetros de volumen, temperatura, serie del producto, fecha, el cual se encuentra en un servidor para realizar la inserción de las lecturas de los sensores en una base de datos de MYSQL.

Desarrolle una aplicación web con el lenguaje angular y php en la cual el administrador puede agregar usuarios y el ganado, además puede monitorear la producción de leche y la temperatura.

3.4 Equipo a utilizar

En este proyecto se utilizaran algunos componentes para comprobar el funcionamiento del algoritmo y el prototipo.

3.4.1 Medidor de Flujo

Se considera un medidor de flujo Yf-s201 para emplear en el prototipo, para la aplicación real se utilizaría el medidor (buscar uno de alimentos real).

El YF-S201 es un sensor de flujo que se puede utilizar para medir el flujo de líquidos en aplicaciones industriales y domésticas. Este sensor consiste básicamente en un cuerpo de válvula de plástico, un rotor y un sensor de efecto Hall. El rotor de molinete gira cuando el agua/líquido fluye a través de la válvula y su velocidad será directamente proporcional a la velocidad de flujo. El sensor de efecto Hall proporcionará un impulso eléctrico con cada revolución del rotor molinete. Este módulo sensor de flujo de agua puede ser fácilmente interconectado con microcontroladores, placas Arduino y Raspberry Pi. Conecte la salida PWM de este módulo a un pin del microcontrolador y cuente el número de impulsos por unidad de tiempo. La tasa de flujo de agua será directamente proporcional al número de pulsos contados.

Hay que tener en cuenta que este dispositivo 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. Sin embargo, es un producto muy bueno en tareas básicas. Este sensor es ideal para aplicaciones que tengan que ver con sistemas de tanques de almacenamiento, aplicaciones domésticas de reciclaje de

agua, sistemas de riego, entre otras. La señal de salida puede ser conectada a un microcontrolador para el control de consumo de agua y el cálculo de la cantidad de agua que queda en un tanque, etc



Figura 3.4 medidor de flujo con pantalla

3.4.2 Medidor de Temperatura

Es un dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial muy pequeña $\mu V/^{\circ}C$.

Existen varios tipos de termopares, el termopar tipo K (cromel/alumel) el cromel es una aleación de Ni-Cr, y el alumel es una aleación de Ni-Al.

Tienen un rango de temperatura de $0^{\circ}C$ a $+1024^{\circ}C$ y una sensibilidad $41 \mu V/^{\circ}C$. El módulo MAX6675 realiza la **compensación y linealización** de la respuesta del sensor con un ADC.

La resolución es de $0.25^{\circ}C$ el voltaje de alimentación para el módulo va desde 3.0 a 5.5 VCD, por lo que la puedes utilizar con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo.

El tiempo de respuesta oscila entre los 170 ms y los 220 ms.

Especificaciones:

- C.I: MAX6675
- Voltaje de operación: 3.3 ~ 5VCD
- Rango de medición: 0~800 °C
- Resolución: 0.25°C
- Comunicación: SPI
- Bit de salida: 12
- Dimensiones Modulo: 38 x 16 x 16 mm
- Peso Modulo: 6 g
- Dimensiones Termopar: 32.2 x 17.8 x 14.2 mm
- Peso Termopar: 16.7 g



Figura 3.5 MAX 6675

3.4.3 Bomba Johnson Pump Cm30P7-1

Para simular la lactancia de una vaca se emplea un sistema de tuberías en el cual están conectados los sensores y viajara agua que se empujada por una bomba de 24 volts.



Figura 3.6 Bomba Johnson

3.4.4 ESP32

El ESP32 tiene la capacidad de procesamiento suficiente para recolectar la información de los sensores y manipularla, también cuenta con un módulo WIFI integrado para comunicarse mediante internet con una base de datos la cual se encuentra en un servidor.



Figura 3.7 ESP32

CAPÍTULO IV

Resultados

En esta sección describiremos los resultados obtenidos de las diferentes actividades realizadas.

4.1 Investigación de campo

De la investigación de campo se obtuvo la siguiente información:

La manera en que la empresa se maneja para llevar un control sobre el ganado es mediante un sistema de identificación por radiofrecuencia, cada ejemplar bobino posee en la oreja izquierda un arete de color amarillo que posee integrado un chip que identifica al animal, esta información se relaciona con un registro que posee la compañía donde se almacena información general del vacuno como lo es su tamaño, peso y salud en general, la Figura 4.1 es una fotografía del ganado llevando expuesto este arete.



Figura 4.1 Ganado Con chip en el arete

El primer paso para la ordeña de los animales consiste en hacerlas pasar a través de un camino estrecho el cual obliga al ganado a avanzar en fila de un individuo tras otro, esto mantiene un orden para saber que vaca entro primero y cuales después, el ganado continua su trayecto pasando por un sensor que lee el chip de radiofrecuencia del arete identificando al individuo, el recorrido termina cuando el ganado llega a su puesto en la maquinaria donde es inmovilizado para conectar el equipo de extracción de leche, es decir la pezonera, esto se ve en la Figura 4.2.



Figura 4.2 Camino de extracción de leche

Una vez conectado el animal a la maquina como se ve en la Figura 4.3, el dispositivo inicia el proceso de ordeña, este se realiza mediante la activación de una bomba de succión que empieza a sacar la leche del animal, cabe mencionar que este sistema cuenta con un sensor para detectar el flujo, dicho sensor no mide la cantidad de flujo como tal, sino que simplemente detecta la presencia de líquido para mantener activo el proceso o en caso de no detectar detendría la bomba.

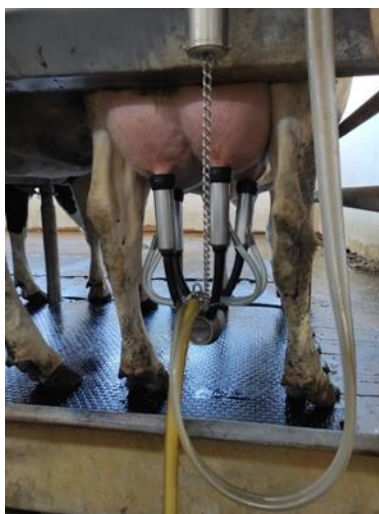


Figura 4.3 Pezonera conectada

Finalmente todo el líquido recolectado de manera individual por cada vaca es enviado por un mismo conducto hasta llegar a almacenarse en un tanque especial que mantiene la leche en movimiento y a una cierta temperatura, este tanque se ve en la Figura 4.4, y se conserva en este estado para asegurar el buen estado del producto y es en el cual se contabiliza la cantidad de leche obtenida.



Figura 4.4 Tanque donde se almacena el liquido

4.2 Análisis de la planta de ordeña

En base al análisis se obtuvo que la empresa posee un monitoreo limitado del proceso de ordeña, siendo prácticamente su única fuente de información las vacas que han sido ordeñadas y la cantidad de leche recolectada en el tanque, sin embargo desconoce la cantidad de leche producida por cada vaca, esto puede implicar desde la ignorancia de una fuga como un nulo punto de comparación.

El desconocer la cantidad de leche que produce una vaca puede acarrear el hecho de no saber si dicho individuo está disminuyendo la cantidad regular de leche que produce y por lo tanto las ganancias de la compañía, (el sensor si bien no resolvería el problema serviría como indicador para prestar mas atención).

Adicionalmente el único otro factor que se toma en consideración es el de la temperatura de la leche extraída, esta suministra información adicional de la vaca y como el flujo podría ser utilizado posteriormente con el sistema de regulación de la temperatura del tanque

4.3 Mejora a Incorporar.

Una vez ya identificados los factores a manejar ya se puede comenzar con la aplicación de la mejora a incorporar, para ello se hizo el prototipo de la figura 4.5

4.3.1 Diseño del sistema electrónico de medición y monitoreo

Se implementó un prototipo donde se conectaron los sensores (medidor de flujo y temperatura) y la tarjeta inteligente (Esp32), también se conectó una bomba para simular el flujo del líquido para obtener los datos necesarios.



Figura 4.5 prototipo

4.3.1 Desarrollo y programación en ESP32

El esp32 está conectado con sensores a la salida de la leche de la vaca que están midiendo el flujo y la temperatura de la leche figura 4.2, enviando la información por internet a una base de datos de MYSQL mediante una inserción con un método de PHP.

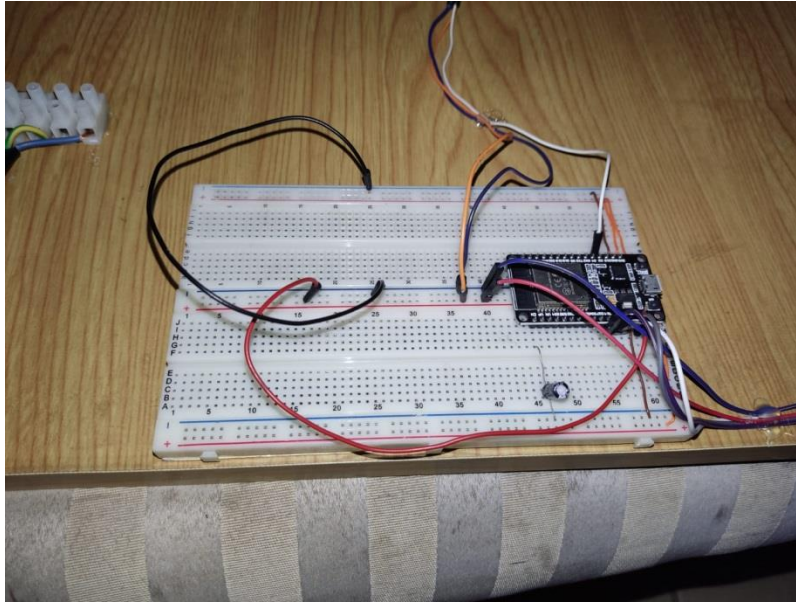


Figura 4.6 Conexiones de prototipo

Esta implementado un complemento en el IDE de arduino para programar el esp desde la interfaz.

El siguiente código se utiliza en la función step para conectar el esp con el internet.

```
WiFi.begin(ssid, password);  
  
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
}
```

Las instrucciones inferiores sirven para obtener los valores de la temperatura y del flujo de los sensores.

```
#include "max6675.h"  
//Leer temperatura.  
temperatura=ktc.readCelsius();
```

Y el siguiente código son las instrucciones para realizar la inserción de los datos a la base de datos de MYSQL mediante el método PHP.

```
client.print(String("GET  
http://localhost:8080/pruebaesp32/conect2.php?") +  
   ("&chipId=") + 2 +  
   ("&temperatura=") + temperatura +  
    " HTTP/1.1\r\n" +  
    "Host: " + host + "\r\n" +  
    "Connection: close\r\n\r\n");
```

4.3.2 Aplicación y Base de datos

Se utiliza un método PHP el cual se encuentra en un servidor para realizar la inserción de las lecturas de los sensores en una base de datos de MYSQL.

```
$chipid = $_GET ['chipId'];  
$temperatura = $_GET ['temperatura'];  
$flujo = $_GET ['flujo'];
```

```
$sql = "INSERT INTO tabla (chipId, fecha, temperature, flujo)  
VALUES ('$chipid', CURRENT_TIME(), '$temperatura', '$flujo')";  
close\r\n\r\n");
```

Esto da como resultado que se agreguen los valores del ID, Fecha, Temperatura y flujo en la base de datos de MYSQL como se puede ver en la figura 4.6.

Opciones

			id	chipld	fecha	temperatura	flujo				
		Editar		Copiar		Borrar	1375	5	2022-05-06 19:42:01	40.5	0.1
		Editar		Copiar		Borrar	1376	5	2022-05-06 19:42:07	40.25	0.3
		Editar		Copiar		Borrar	1377	5	2022-05-06 19:42:14	40	0.2
		Editar		Copiar		Borrar	1378	5	2022-05-06 19:42:20	39.75	0.13
		Editar		Copiar		Borrar	1379	5	2022-05-06 19:42:27	39.5	0.11
		Editar		Copiar		Borrar	1380	5	2022-05-06 19:42:33	38.25	0.12
		Editar		Copiar		Borrar	1381	5	2022-05-06 19:42:40	37.25	0.15
		Editar		Copiar		Borrar	1382	5	2022-05-06 19:42:47	36.75	0.12
		Editar		Copiar		Borrar	1383	5	2022-05-06 19:42:53	36.75	0.9
		Editar		Copiar		Borrar	1384	5	2022-05-06 19:43:00	36.25	0.1
		Editar		Copiar		Borrar	1385	5	2022-05-06 19:43:06	35.75	0.6
		Editar		Copiar		Borrar	1386	5	2022-05-06 19:43:13	35.75	0.8
		Editar		Copiar		Borrar	1387	5	2022-05-06 19:43:19	35.75	0.9
		Editar		Copiar		Borrar	1388	5	2022-05-06 19:43:26	36	0.05
		Editar		Copiar		Borrar	1389	5	2022-05-06 19:43:33	36.25	0
		Editar		Copiar		Borrar	1390	5	2022-05-06 19:43:39	36	0
		Editar		Copiar		Borrar	1391	5	2022-05-06 19:43:46	35.75	0.05

Figura 4.7 Base de datos.

4.3.3 Aplicación web

En la aplicación web los administradores pueden dar de alta a los usuarios como se ve en la figura 4.8 también podrán visualizar una lista de todos los usuarios registrados como se ve en la figura 4.9.

USUARIOS

- Agregar nuevo
- Listado

GANADO

- Agregar nuevo
- Listado

GRAFICAS

- Barras
- Barras doble
- Dona
- Dona Http

AGREGAR USUARIO

Nombre [?]

Apellidos [?]

Dirección [?]

Ciudad [?]

Correo electrónico [?]

Número de teléfono [?]

Usuario [?] Usuario obligatorio

Contraseña [?] Contraseña requerida

Confirmar contraseña [?]

Tipo de usuario [?]

Zona comercial [?]

Estado [?] ☒ Activo ☐ Inactivo

Figura 4.8 Agregar usuarios.

USUARIOS Agregar nuevo Listado GANADO Agregar nuevo Listado GRAFICAS Barras Barras doble Dona Dona Http	GANADO			
	Buscar cultivo Q			
	ID	FECHA	TEMPERATURA	LITROS PRODUCIDOS
	1	20-03-1990	23 grados	20
	2	20-04-1999	10 grados	14
	3	30-01-2000	30 grados	23
	4	23-11-2020	18 grados	23

Figura 4.9 Lista de Usuarios.

Otra función con la que cuenta el sistema es la de dar de alta ganado como se muestra en la figura 4.10, con su respectivo listado como se muestra en la figura 4.11.

USUARIOS Agregar nuevo Listado GANADO Agregar nuevo Listado GRAFICAS Barras Barras doble Dona Dona Http	AGREGAR GANADO DATOS GENERALES Serie de Ganado ? RFGF123255TT5 Raza ? Raza Edad ? Edad Vacunas ? Vacunas Peso ? Peso Alimentos ? Alimentos Fecha de Ingreso ? dd/mm/aaaa Estado ? ☒ Activo ☐ Inactivo Comentarios ? Añadir un comentario LIMPIAR GUARDAR CANCELAR
--	--

Figura 4.10 Agregar ganado

USUARIOS Agregar nuevo Listado GANADO Agregar nuevo Listado GRAFICAS Barras Barras doble Dona Dona Http	GANADO			
	Buscar cultivo Q			
	ID	FECHA	TEMPERATURA	LITROS PRODUCIDOS
	1	20-03-1990	23 grados	20
	2	20-04-1999	10 grados	14
	3	30-01-2000	30 grados	23
	4	23-11-2020	18 grados	23

Figura 4.11 Listado de ganado

El usuario también puede monitorear y revisar la producción de leche y temperatura de manera diaria como se muestra en la figura 4.12.

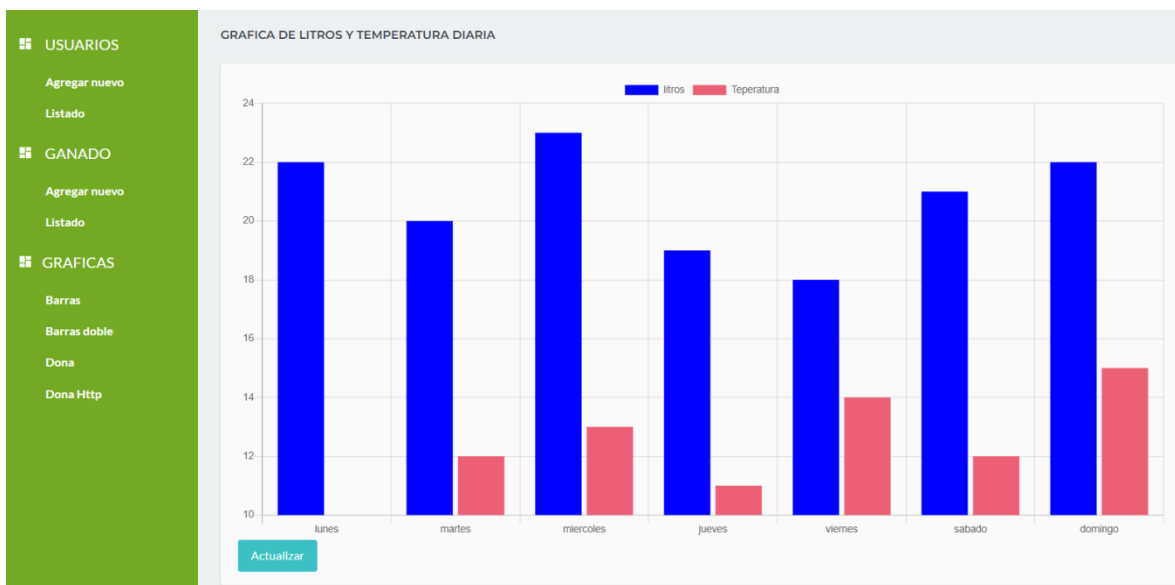


Figura 4.12 grafica flujo y temperatura

4.4 Equipo a utilizar

En este proyecto se utilizaron los siguientes componentes para comprobar el funcionamiento del algoritmo y el prototipo.

4.4.1 Medidor de Flujo

El medidor de flujo Yf-s201 se utilizó para medir el líquido que pasa por la tubería y mandar la señal al microcontrolador para que este envíe la información a la base de datos y quede registro.



Figura 4.13 medidor de flujo Yf-s201

4.4.2 Medidor de Temperatura

El medidor de temperatura MAX 6675 se utilizó para medir la temperatura del líquido que pasa por la tubería y mandar la señal al microcontrolador para que este envíe la información a la base de datos y quede registro.



Figura 4.14 MAX 6675

4.4.3 Bomba Johnson Pump Cm30P7-1

La bomba Johnson Pump Cm30P7-1 se utilizó para generar un flujo de líquido dentro de las tuberías que simulara a la leche que se mueve debido a la bomba de succión con la que cuentan en la plana de ordeña para que revisar el funcionamiento de los sensores (temperatura y flujo).



Figura 4.15 Bomba Johnson

4.4.4 ESP32

El ESP32 se encargó de recolectar la información de los sensores para enviarla por medio de internet a la base de datos la cual se encuentra en un servidor.

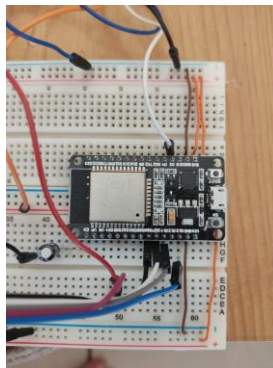


Figura 4.16 ESP32

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto fueron las siguientes.

5.1 Conclusiones del proyecto

Tal y como hemos podido comprobar el objetivo de la presente tesis fue desarrollar una sistema para monitorear la cantidad de leche producida por vaca, que consiste en hacer una adaptación con un sensor de flujo volumétrico, a través de microcontrolador y un software utilizando un servidor de monitoreo para evitar pérdidas en la producción.

Como resultado el medidor de flujo es capaz de medir la temperatura y flujo del líquido que pasa por las tuberías, los cuales se guardan en una base de datos y de esta manera se pueda llevar un mejor control viendo esta información de una manera gráfica más organizada que permita a los usuarios detectar alteraciones en la producción de leche y poder tomar medidas o rastrear los orígenes de algún problema.

Cabe mencionar que por disponibilidad de tiempo no fue posible la implementación en campo para llevar a cabo las mediciones correspondientes por un periodo de pruebas, para verificar la efectividad en la reducción de pérdidas en la producción de la leche.

ANEXOS

Anexo A: Código de microcontrolador (Arduino)

Durante el desarrollo del proyecto se creó un programa de microcontrolador usando lenguaje de arduino que se emplea dentro del ESP32 y se comunica mediante la red WIFI a un servidor con un código de PHP.

```
1. #include <WiFi.h>
2.
3. const char* ssid    = "INFINITUMA40E";
4. const char* password = "0961999735";
5. const char* host = "192.168.1.67";
6.
7. #include "max6675.h"
8. // CONFIGURACION DE LOS PINES UTILIZADOS PARA LA COMUNICACIÓN
   CON EL MAX6675
9. #define CONFIG_TCGND_PIN    13
10. #define CONFIG_TCVCC_PIN    12
11. #define CONFIG_TCSCCK_PIN   14
12. #define CONFIG_TCCS_PIN     27
13. #define CONFIG_TCDO_PIN     26
14. // OBJETO UTILIZADO PARA LA COMUNICACION CON EL MAX6675
15. MAX6675 thermocouple(CONFIG_TCSCCK_PIN, CONFIG_TCCS_PIN,
   CONFIG_TCDO_PIN);
16.
17.
18. // variables de medidor de flujo
19. const int sensorPin = 2;
20. const int measureInterval = 2500;
21. volatile int pulseConter;
22. // YF-S201
23. const float factorK = 7.5;
24. void ISRCountPulse()
25. {
26.   pulseConter++;
27. }
28. float GetFrequency()
29. {
30.   pulseConter = 0;
31.   interrupts();
32.   delay(measureInterval);
33.   noInterrupts();
34.   return (float)pulseConter * 1000 / measureInterval;
35. }
36.
```

```

37. void setup()
38. {
39.     // USAR PINES DE ARDUINO PARA ALIMENTAR EL MODULO MAX6675
40.     pinMode(CONFIG_TCVCC_PIN, OUTPUT); digitalWrite(CONFIG_TCVCC_PIN,
        HIGH);
41.     pinMode(CONFIG_TCGND_PIN, OUTPUT); digitalWrite(CONFIG_TCGND_PIN,
        LOW);
42.
43.     //interrupcion del sensor hall de el medidor de flujo
44.     attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensorPin), ISRCountPulse, RISING);
45.
46.     Serial.begin(115200);
47.     // We start by connecting to a WiFi network
48.
49.     Serial.println();
50.     Serial.println();
51.     Serial.print("Connecting to ");
52.     Serial.println(ssid);
53.
54.     WiFi.begin(ssid, password);
55.
56.     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
57.         delay(500);
58.         Serial.print(".");
59.     }
60.
61.     Serial.println("");
62.     Serial.println("WiFi connected");
63.     Serial.println("IP address: ");
64.     Serial.println(WiFi.localIP());
65. }
66.
67.
68.
69. void loop()
70. {
71.     float temperatura = thermocouple.readCelsius();
72.     //variable de medicion de flujo
73.     float frequency = GetFrequency();
74.     float flow_Lmin = frequency / factorK;
75.
76.
77.     Serial.print("flujo: ");
78.     Serial.print(flow_Lmin);
79.     Serial.print(" ");
80.     Serial.print("Temperatura: ");
81.     Serial.print(temperatura);
82.     Serial.println(" *C");
83.     delay(3000);
84.
85.

```

```

86. Serial.print("connecting to ");
87. Serial.println(host);
88.
89. // Use WiFiClient class to create TCP connections
90. WiFiClient client;
91. const int httpPort = 8080;
92. if (!client.connect(host, httpPort)) {
93.     Serial.println("connection failed");
94.     return;
95. }
96.
97.
98.
99.
100.     // This will send the request to the server
101.     client.print(String("GET http://localhost:8080/pruebaesp32/milkflux.php?") +
102.         ("&chipId=") + 5 +
103.         ("&temperatura=") + temperatura +
104.         ("&flujo=") + flow_Lmin +
105.         " HTTP/1.1\r\n" +
106.         "Host: " + host + "\r\n" +
107.         "Connection: close\r\n\r\n");
108.     unsigned long timeout = millis();
109.     while (client.available() == 0) {
110.         if (millis() - timeout > 1000) {
111.             Serial.println(">>> Client Timeout !");
112.             client.stop();
113.             return;
114.         }
115.     }
116.
117.     // Read all the lines of the reply from server and print them to Serial
118.     while(client.available()) {
119.         String line = client.readStringUntil('\r');
120.         Serial.print(line);
121.
122.     }
123.
124.     Serial.println();
125.     Serial.println("closing connection");
126. }

```

Anexo B: Código en PHP

Se realizó un código para hacer la inserción de las mediciones que arroja el microcontrolador a la base de datos en MYSQL.

```
1.
2. <?php
3. $servername = "localhost";
4. $username = "root";
5. $password = "";
6. $dbname = "milkflux";
7.
8. // Create connection
9. $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname
    );
10. // Check connection
11. if ($conn->connect_error) {
12.     die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
13. }
14.
15.
16.
17. $chipid = $_GET ['chipId'];
18. $temperatura = $_GET ['temperatura'];
19. $flujo = $_GET ['flujo'];
20.
21.
22. $sql = "INSERT INTO mediciones (chipId, fecha,
    temperatura, flujo)
23.     VALUES ('$chipid', CURRENT_TIME(),
    '$temperatura','$flujo')";
24.
25. if ($conn->query($sql) === TRUE) {
26.     echo "New record created successfully";
27. } else {
28.     echo "Error: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
29. }
30.
31. $conn->close();
32. ?>
```

Anexo C: Base de datos en MYSQL.

La estructura de la base de datos se hizo en MYSQL.

	#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
☐	1	id 	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT
☐	2	chipId	int(11)			No	None		
☐	3	fecha	timestamp			No	None		
☐	4	temperatura	float			No	None		
☐	5	flujo	float			No	None		

Referencias

- [1] “Capítulo 9 Medidores de flujo,” <https://amyd.quimica.unam.mx/>.
https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/2659/mod_resource/content/1/Cap%C3%ADtulo%209-%20TIPOS%20DE%20MEDIDORES%20DE%20CAUDAL.pdf (accessed Mar. 12, 2023).
- [2] “Capítulo 9 Medidores de flujo,” <https://amyd.quimica.unam.mx/>.
https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/2659/mod_resource/content/1/Cap%C3%ADtulo%209-%20TIPOS%20DE%20MEDIDORES%20DE%20CAUDAL.pdf (accessed Mar. 12, 2023).
- [3] R. Benitez, “Historia de Arduino y su nacimiento,” <https://www.mybib.com/>, Jun. 12, 2012. <https://www.mybib.com/tools/ieee-citation-generator> (accessed Mar. 12, 2023)
- [4] “Aprendiendo Arduino,” [aprendiendoarduino. https://www.mybib.com/tools/ieee-citation-generator](https://www.mybib.com/tools/ieee-citation-generator) (accessed Mar. 12, 2023).
- [5] Lemus., I. (28 de 02 de 2017). <https://conocimientolibre.mx>. Obtenido de <https://conocimientolibre.mx/microcontrolador/>.
- [6] Evans, B. W. (2007). *Arduino Programming NOtebbok.*
- [7] “Angular,” desarrolloweb.com. <https://desarrolloweb.com/home/angular> (accessed Mar. 12, 2023).
- [8] “¿Qué es PHP? y ¿Para qué sirve? Un potente lenguaje de programación para crear páginas web. (CU00803B),” www.aprenderaprogramar.com.
https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=492:ique-es-php-y-ipara-que-sirve-un-potente-lenguaje-de-programacion-para-crear-paginas-web-cu00803b&catid=70&Itemid=193 (accessed Mar. 12, 2023).
- [9] “MySQL: qué es y cuáles son sus beneficios,” www.hostgator.mx.
https://www.hostgator.mx/blog/mysql-conoce-que-es-y-que-ventajas-tiene/?gclid=Cj0KCCQjw4PKTBhD8ARIsAHChzRIOYcjd2ynvCR3JECpwMwnC7L9fm4_xTDaZ2ula2vNM8QnklnlZ07YaAisEEALw_wcB (accessed Mar. 12, 2023).