

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO
TELEMÉTRICO PARA MEJORAR LA SUPERVISIÓN DEL
CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LOS COMBOYS EN LA
MINERA SANTA LUISA-ANCASH.”**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

PRESENTADO POR:

Bach. ENVER CUSTODIO AGUIRRE

Bach. PAUL ERICK SÁNCHEZ MORALES

ASESOR:

Dr. OBLITAS VERA CARLOS LEONARDO

LAMBAYEQUE – PERU 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO TELEMETRICO PARA
MEJORAR LA SUPERVISION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE
EN LOS COMBOYS EN LA MINERIA SANTA LUISA-ANCASH”**

PARA OPTAR **TESIS** PROFESIONAL DE:

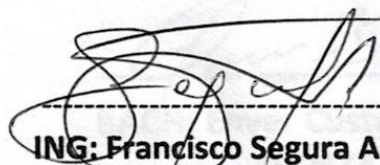
INGENIERO ELECTRONICO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

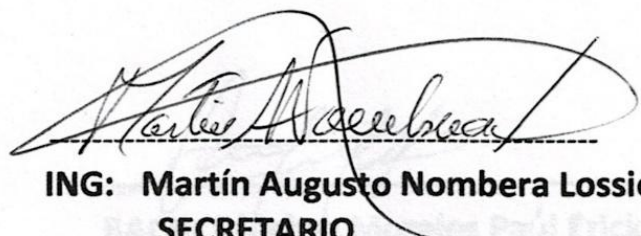
INGENIERO ELECTRONICO

ING: Carlos Leonardo Obillos Vera


SUSTENTADO ANTE EL JURADO CALIFICADOR:



ING: Francisco Segura Altamirano
PRESIDENTE



ING: Martín Augusto Nombera Lossio
SECRETARIO



Mg. ING: Oscar Uchelly Romero Cortez
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA



Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y por permitir
el haber llegado hasta esta etapa importante de mi formación profesional.

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

ING: Carlos Leonardo Oblitas Vera
ASESOR

BACH: Enver Custodio Aguirre
TESISTA

BACH: Sánchez Morales Paúl Erick
TESISTA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, por el esfuerzo, para ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, brindándome una carrera para poder sobresalir en el futuro, a mi familia, a mi hermano por estar siempre conmigo, a mis amigos por alentarme a seguir adelante sin esperar nada a cambio, a todos ustedes muchas gracias.

Muchas gracias a aquellos seres queridos que siempre aguardo en mi alma.

Enver

DEDICATORIA

Primordialmente a Dios, quien fue el que me brindo sabiduría, amor y fortaleza.

A mi padre, por su apoyo incondicional durante toda mi preparación profesional y por mostrarme el camino de la perseverancia y la gratitud, y consejos que en la vida profesional uno tiene que asimilar.

A mi madre, por las palabras precisas para motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles, ella es dulce y amorosa pero también es severa cuando la ocasión lo amerita.

A mis hermanos, quiénes ya son profesionales formados gracias al esfuerzo de mis padres y seguir el camino que ellos llevan de forma profesional y así poder lograr mis objetivos, y metas queriendo así ser un ejemplo de vida como lo son mis padres para futura generación como son primos y sobrinos..

A mis familiares, viejos amigos y a quienes recién se sumaron a mi vida para hacerme compañía con sus sonrisas de ánimo.

A mis tíos, que gracias a ellos nos apoyaron en momentos difíciles en los que siempre estuvieron presentes ya sea de diferentes formas y enseñarnos siempre que si estamos unidos como familia llegaremos a ser grandes

Paul Erick

AGRADECIMIENTO

“Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.

Proverbios 2:6

A nuestros profesores por compartir sus conocimientos, experiencias de vida y laborales, lo cual nos permitió terminar un paso más en nuestra carrera profesional.

A la Escuela de Ingeniería Electrónica por permitirnos utilizar los instrumentos, equipos y los laboratorios para las pruebas respectivas de nuestros prototipos.

Enver y Paul Erick

PRESENTACION

En la presente tesis se diseñó un sistema de monitoreo telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible en los cowboys en la minera Santa Luisa, y dar solución a una problemática real que tiene esta minera con respecto al proceso de supervisar el nivel de combustible de los vehículos, basándose en el uso sensores de nivel y de temperatura.

En la mina Santa Luisa se ha hecho común ver que los valores de consumo de combustible cada vez son diferentes sobrepasando los registros anteriores y en muchos casos teniendo el mismo recorrido, motivo por el cual surge la interrogante sobre ¿Qué es lo que sucede con el combustible? ya que esto genera pérdidas económicas para la empresa pues esta tiene que gastar más en combustible por recorridos iguales.

Otro detalle es que la mina no puede determinar el momento durante el recorrido de la unidad en que ocurre dicho suceso de pérdida de combustible.

Frente a esta situación, es que la mina Santa Luisa, debería contar con un sistema de monitoreo telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible en los cowboys de transporte.

Con este diseño del sistema de monitoreo telemétrico se satisface la demanda del consumo de energía de la institución educativa.

RESUMEN

En la presente tesis se diseñó un sistema de monitoreo telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible en los cowboys en la minera Santa Luisa, y dar solución a una problemática real que tiene esta minera con respecto al proceso de supervisar el nivel de combustible de los vehículos, basándose en el uso sensores de nivel y de temperatura.

El uso de la plataforma Arduino que es de código abierto y que actualmente tiene gran aceptación por profesionales y estudiantes es uno de los principales elementos que contiene este sistema y que servirá para controlar la parte electrónica de este mismo.

El uso es de código abierto, es otro de los elementos importantes en este sistema, pues se utilizará como servidor web donde estará la base de datos del sistema y se podrá visualizar los datos recibidos de los sensores.

La comunicación entre la parte electrónica y la base de datos se realiza mediante la red GPRS/ GPS. La demostración del funcionamiento de este sistema se realizó mediante un prototipo con todas las características que cuenta el sistema propuesto, ayudándonos de la simulación en la plataforma Labview para la representación de los dispositivos electrónicos, se demuestra que utilizando la plataforma Arduino como controlador principal se puede realizar un sistema de interconexión de adquisición de datos, donde las bases de datos gestionan el proceso de supervisión.

ABSTRACT

In this thesis, a telemetric monitoring system was designed to improve the monitoring of fuel consumption in cowboys at the Santa Luisa mining company, and to solve a real problem that this mining company has with respect to the process of monitoring the fuel level of the vehicles, based on the use of level and temperature sensors.

The use of the Arduino platform that is open source and that currently has great acceptance by professionals and students is one of the main elements that this system contains and that will serve to control the electronic part of it.

The use is open source, it is another of the important elements in this system, since it will be used as a web server where the system database will be and it will be possible to visualize the data received from the sensors.

The communication between the electronic part and the database is done through the GPRS / GPS network. The demonstration of the functioning of this system was carried out by means of a prototype with all the characteristics that the proposed system has, helping us with the simulation on the Labview platform for the representation of electronic devices, demonstrating that using the Arduino platform as the main controller can be realize an interconnection system of data acquisition, where the databases manage the supervision process.

INTRODUCCION

La presente tesis describe el diseño de un sistema de monitoreo telemétrico, con la finalidad de mejorar supervisión del consumo de combustible en la minera Santa Luisa S.A en Áncash. Estudiamos una problemática real de la minera Santa Luisa S.A., seleccionando de entre dos alternativas de solución la que más adecuada esté a nuestro ámbito profesional, la primera adquirir un sistema ya fabricado de alguna empresa reconocida y la segunda diseñando un sistema de monitoreo telemétrico propio teniendo en cuenta diferentes opciones actuales redes de datos, localización de vehículos a través de GPS, captura de información a través de la medición del nivel de combustible y captura de información para medir la temperatura del combustible. De las dos alternativas de solución propuestas se optó por realizar la segunda, ya que nuestro énfasis se basa en el diseño de sistemas electrónicos. Por lo tanto se detallará todos los elementos físicos de control involucrados, así como la técnica de control empleada y el software que permitirá visualizar y registrar los datos.

El objetivo de este proyecto de tesis es diseñar un sistema de monitoreo telemétrico que permita agilizar la supervisión de combustible, utilizando un sensor de nivel y de temperatura, el primero cuyo cargo será tomar la lectura de nivel del tanque de combustible y así medir su nivel, mientras que el segundo, un sensor que soporte el contacto con líquidos (combustible) y cuyo encargo será de medir la temperatura del combustible dentro del tanque; además a esto que permita tener la ubicación exacta de los vehículos de la flota utilizando un dispositivo GPS. Recogiendo los datos de estos sensores (Nivel, Temperatura,

GPS) y procesarlas con controladores (Arduino y Sim900) para permitir al operador encargado, poder supervisar de manera interactiva los diferentes dispositivos que intervienen en este proyecto, visualizándolas en un software de aplicación (página web) y a todo ello almacenarlos en una base de datos (MySQL Server); hace que este proyecto cumpla con las expectativas propuestas para la mejora de la situación problemática que tiene la minera Santa Luisa S.A.

Esta tesis está dividida en cinco capítulos. En el Capítulo I se hace un análisis de la situación problemática en la que se encuentra la minera Santa Luisa en cuanto a la dificultad que se tiene para supervisar el nivel de combustible de los vehículos, además se describen los objetivos de este proyecto y se da una justificación de la investigación realizada. En el Capítulo II se hace un recorrido de los temas empleados para este proyecto. En el Capítulo III muestra el diseño del sistema describiendo sus elementos empleados, y el funcionamiento a través de diagrama de bloques; y muestra el diseño del software para la página web que se empleará para el interfaz gráfico del usuario, junto con los diagramas de flujo para la programación de los Arduino y Modulo SIM900 y la programación del software de aplicación web y la base de datos del sistema. En el Capítulo IV muestra y analiza las pruebas y resultados del prototipo que demostrará el funcionamiento de las características del sistema de este proyecto de tesis a través de simulación en la plataforma Labview, se detalla también la evaluación económica del prototipo. Y por último en el capítulo V se concluye los resultados obtenidos y se hace recomendaciones para posibles mejoras de este proyecto de tesis.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
CAPITULO II	4
MARCO TEORICO	4
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.2.1 <i>Descarga de materiales a los destinos en la minería [1].....</i>	<i>7</i>
2.2.1.1 <i>Equipos de transporte en minería a cielo abierto.....</i>	<i>7</i>
2.2.2 <i>Control automático de procesos [2].....</i>	<i>9</i>
2.2.3 <i>Tecnologías GSM y GPRS [3].....</i>	<i>9</i>
2.2.4 <i>Sistema GPS [4].....</i>	<i>10</i>
2.2.4.1 <i>Segmentos del sistema de navegación por satélite.....</i>	<i>11</i>
2.2.5 <i>Sistema de rastreo vehicular automatizado [5].....</i>	<i>12</i>
2.2.6 <i>Sistema embebido [6].....</i>	<i>13</i>
2.2.7 <i>Arduino [7].....</i>	<i>15</i>
2.2.8 <i>Sensor ultrasónico [8].....</i>	<i>17</i>
CAPITULO III	18
DISEÑO DEL SISTEMA.....	18

3.1	DISEÑO.....	18
3.2	DISEÑO DEL HARDWARE.....	25
3.3	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA.....	27
3.3.1	<i>Etapas de encendido.....</i>	27
3.3.2	<i>Etapas de sensado.</i>	29
3.3.2.1.	<i>Sensor de Nivel</i>	30
3.3.2.2.	<i>Sensor de temperatura</i>	31
3.3.2.3.	<i>Sensor de velocidad shield GPS/GSM/GPRS.....</i>	32
3.3.3	<i>Etapas de procesamiento de los datos.....</i>	34
3.3.3.1.	<i>Arduino Uno.....</i>	34
3.3.3.2.	<i>Arduino – GSM.....</i>	35
3.3.4	ETAPA DE COMUNICACIÓN DE DATOS.....	37
3.3.5	ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS.....	39
3.4	DISEÑO DEL SOFTWARE.....	40
3.4.1	<i>Base de datos y pagina web del sistema telemétrico.....</i>	40
3.5	CREACIÓN DE TABLAS EN PHPMYADMIN.....	43
3.6	PROGRAMACION DEL ARDUINO UNO Y SIM900... ..	45
PRUEBAS Y RESULTADOS.....		47
4.1	PRUEBAS PARA LA EJECUCIÓN.	47
4.2	TIEMPO DE MUESTREO EN SEGUNDOS:	49
4.3	RESULTADOS EN LA DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SIMULACIÓN.	57
4.4	COSTOS DEL PROTOTIPO.....	58
4.4.1	<i>Costos de Componentes Electrónicos.</i>	58
4.4.2	<i>Costo de Materiales para Ensamblar el prototipo.</i>	59

4.4.3	<i>Costos de Investigación.</i>	59
4.4.4	<i>Costo de Diseño y Construcción del prototipo.</i>	60
4.4.5	<i>Costos Administrativo.</i>	60
4.4.6	<i>Costos del prototipo general.</i>	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		62
5.1	CONCLUSIONES.....	62
5.2	RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		64

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DATOS DEL CONDUCTOR.....	41
TABLA 2: DATOS DEL VEHÍCULO	42
TABLA 3: DATOS DE VEHÍCULO DURANTE SU TRAYECTORIA	43
TABLA 4: COSTOS DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	58
TABLA 5: COSTOS DE MATERIALES PARA ENSAMBLAR EL PROTOTIPO.	59
TABLA 6: COSTOS DE INVESTIGACIÓN.....	59
TABLA 7: COSTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	60
TABLA 8: COSTOS ADMINISTRATIVOS.....	60
TABLA 9: COSTOS DEL PROTOTIPO.	61

ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1: SUPERVISIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	19
ESQUEMA 2: OBSERVACIÓN LLENADO DE TANQUE	20
ESQUEMA 3: DISPOSITIVOS DE MONITOREO	21
ESQUEMA 4: SISTEMA DE MONITOREO	22
ESQUEMA 5: SISTEMA DE MONITOREO TELEMÉTRICO	26
ESQUEMA 6: TRANSFERENCIA DE DATOS.....	46
ESQUEMA 7: BASE DE DATOS	46
ESQUEMA 8: LABVIEW E INTERFAZ.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CAMIÓN MINERO.....	7
FIGURA 2. CAMIÓN ARTICULADO.....	8
FIGURA 3. CAMIÓN CAT DE PERFIL BAJO	8
FIGURA 4: SENSOR ULTRASONICO.....	17
FIGURA 5: SISTEMA DE CONTROL TELEMÉTRICO.....	24
FIGURA 6: ETAPA DE ENCENDIDO	27
FIGURA 7: SISTEMA PROPUESTO PARA EL ENCENDIDO.....	28
FIGURA 8: OCTOCOPLADOR	29
FIGURA 9: SENSOR DE TEMPERATURA	32
FIGURA 10: SENSOR GPS/GSM/GPRS	33
FIGURA 11: ARDUINO UNO	35
FIGURA 12: SIM900	36
FIGURA 13: SHIELD GPS/GPR/GSM V3.....	38
FIGURA 14: TP-LINK TD-W8960N.....	39
FIGURA 15: MONITOR DE VISUALIZACIÓN	39
FIGURA 16: TABLA DE CONDUCTORES	43
FIGURA 17: TABLA DE VEHÍCULOS	44
FIGURA 18: TABLA DE MEDIDAS.....	44
FIGURA 19: CÓDIGO PHP	45
FIGURA 20: INTERFAZ	49
FIGURA 21: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE VEHÍCULO	50
FIGURA 22: CÓDIGO DE MEDIDA DE COMBUTIBLE.....	53
FIGURA 23: COORDENADAS	54
FIGURA 24: TEMPERATURA.....	55
FIGURA 25: ENVÍO DE DATOS	56
FIGURA 26: CONTROL TELEMÉTRICO	57

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Por experiencia, se ha observado que con respecto a la flota de cowboys que transportan los minerales que se extraen de una mina, estos no presentan los medios de supervisión adecuados del consumo de combustible ya que el único medio, es el registro inicial del nivel del tanque de la unidad antes de trasladarse de un punto a otro con el correspondiente registro final.

En la mina Santa Luisa se ha hecho común ver que los valores de consumo de combustible cada vez son diferentes sobrepasando los registros anteriores y en muchos casos teniendo el mismo recorrido, motivo por el cual surge la interrogante sobre ¿Qué es lo que sucede con el combustible? ya que esto genera pérdidas económicas para la empresa pues esta tiene que gastar más en combustible por recorridos iguales.

Otro detalle es que la mina no puede determinar el momento durante el recorrido de la unidad en que ocurre dicho suceso de pérdida de combustible.

Frente a esta situación, es que la mina Santa Luisa, debería contar con un sistema de monitoreo telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible en los cowboys de transporte.

1.2 Formulación del Problema

Una manera de contribuir a la mejora de la supervisión del consumo de combustible en los cowboys de transporte es diseñar un sistema de monitoreo telemétrico de manera, por ello el problema de la presente tesis es:

¿Cómo monitorear el proceso de lectura de datos de un sensor de nivel de combustible de la flota de cowboys de la Minera Santa Luisa?

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Monitoreo telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible de los cowboys en la Minera Santa Luisa - Ancash.

Objetivos Específicos

- Estudiar el sistema telemétrico y control de nivel.
- Diseñar el hardware para la lectura de datos del sensor de nivel de combustible.
- Diseñar el software para el monitoreo de los datos del sistema.
- Diseñar el sistema de radio enlace entre la central y la unidad de cowboy.
- Implementar la simulación del sistema de monitoreo basado Labview.
- Seleccionar los equipos e instrumentos adecuados para el sistema telemétrico y de supervisión.
- Recolectar datos de las mediciones de consumo de combustible en tiempo real.

1.4 Justificación De La Investigación

Actualmente en la mina Santa Luisa no se cuenta con un sistema que permita supervisar el consumo de combustible en tiempo real ya que en dicha mina solo se logra realizar la supervisión de una manera antigua la cual consiste en tomar mediciones a la hora que sale del campamento la unidad y por ultimo cuando esta llega a su punto final la cual al comparar con registros anteriores estas no coinciden en el gasto del combustible, el cual genera pérdidas económicas en la mina. Frente a esta situación el proyecto estará orientado a tener una supervisión en tiempo real que permita; saber el momento en el cual se da este gasto de combustible; hechos que ayudarían a la supervisión del consumo del combustible.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En el año 2005, en la **Escuela Politécnica Del Ejercito Sede Latacunga-Ecuador**, fue presentado un proyecto de tesis cuyo autor fue Silvia Marcela Tapia Panchi – Magdalena Jacqueline Zapata Villamarin donde el trabajo realizado tiene como objetivo el estudio e implementación de un sistema HMI/SCADA para el prototipo de un control de nivel de una estación surtidora de gasolina.

Como resultado de este análisis se llegaron a las siguientes conclusiones importante que nos dieron una visión para desarrollo de nuestro proyecto como son las siguientes:

El control de nivel de líquido de un tanque se realizó utilizando el software de labview 7.0 para la adquisición de datos, generación del reporte y ayudados de las funciones TCP/IP para la conexión y envío de la información atreves de la red de redes (internet), logrando así un monitoreo y control exacto del nivel y cantidad de líquido en el tanque.

Se ha incrementado una visualización grafica de “bajo nivel” como una alarma para no permitir el vaciado del tanque ya que automáticamente se cierra la electroválvula y el tanque debe ser llenado ya que de los tanques de combustible no pueden quedarse completamente vacíos.

En el año 2007, en la **Escuela Superior Politécnica Del Litoral- Ecuador**, fue presentado el proyecto de tesis cuyo autor fue Mercedes Elizabeth Dueñas Llanos – Juan Pablo Palacios Andrade, que tuvo como objetivo Ser una estación altamente productiva, brindar una atención y servicio al cliente de calidad, desarrollando una gama de servicios que satisfagan sus exigencias, implementar sistemas operativos altamente eficientes acorde a las exigencias actuales de seguridad, ecología, imagen y servicio

Como resultado de la implementación de este sistema se llegó a las siguientes conclusiones que tendremos en cuenta para el desarrollo de una parte de nuestro proyecto:

La utilización de un PLC y un software de visualización y control permite realizar un mejoramiento importante en el monitoreo de las variables críticas dentro de una estación de servicio.

En el año 2008, en la **Universidad Pontificia Bolivariana Facultad de Ingeniería Electrónica Bucaramanga**, fue presentado un proyecto de tesis cuyo autor fue Manuel Ricardo García Patiño – Didier Alexander Suarez Fajardo donde se desarrolló Desarrollar e implementar un modelo didáctico de telemetría para el monitoreo de señales manejadas por sensores de presión(4-20mA), nivel(0-10V) , realizar un proceso de documentación sobre las técnicas de comunicación alámbricas e inalámbricas de manera que se pueda realizar un paralelo de la viabilidad de cada una de ellas, implementar un Modulador-Demodulador digital ASK que trabaja en la banda UHF mediante el uso del circuito integrado RFPIC12F675, crear un sistema de transmisión/recepción digital mediante el uso de ondas de radio frecuencia incorporando la implementación del micro controlador RFPIC12F675, elaborar un manual de usuario que contenga información

relacionada con el mantenimiento y funcionamiento del módulo elaborado, de manera que sirva como soporte.

Como resultado de este análisis se llegaron a las siguientes conclusiones importante que nos dieron una visión para desarrollo de nuestro proyecto como son las siguientes:

El prototipo desarrollado presenta una transmisión óptima cuando esta es realizada con línea de vista directa; al existir obstrucciones físicas la calidad de la señal decae y la velocidad de recepción se ve alterada, debido que la potencia se ve saturada.

2.2 Fundamentos teóricos

2.2.1 Descarga de materiales a los destinos en la minería

Los equipos de transporte tienen por principal función desplazar el material extraído por el equipo de carguío hacia un punto de destino definido por el plan minero. Pueden tener un camino fijo, como es el caso de trenes que requieren el tendido de líneas férreas, o bien pueden desplazarse libremente por cualquier camino, como es el caso de los camiones. Además, se pueden dividir en unidades discretas, como es el caso de camiones y trenes, o equipos de transporte de flujo continuo. [1]

2.2.1.1. Equipos de transporte en minería a cielo abierto

Entre los equipos utilizados en este tipo de faenas tenemos los camiones, trenes, tranvías y cintas transportadoras.

- **El camión:** Los camiones mineros están especialmente diseñados para acarrear tonelajes mayores, además poseen características de diseño especiales para su utilización en minería. Pueden acarrear sobre 300 ton de material en cada ciclo, lo que genera un bajo costo de operación.



Figura 1. Camión minero
Fuente: Camiones de obras - Cat

[1] Descarga de materiales en destinos, Técnico profesional, Educar Chile, Disponible en: http://ww2.educarchile.cl/Materiales_para_odas_2012/5%20Mineria/material.pdf

- **Camión articulado:** Usados principalmente para canteras y minerales industriales, requieren de una alta inversión comparada con camiones tolva convencional. Consiste en una tolva unida por un sistema de articulación a la cabina del camión, esto le permite el movimiento en espacios más reducidos en comparación a un camión minero común.



Figura 2. Camión articulado
Fuente: Camiones de obras - Cat

- **Camión de perfil bajo:** Para minería subterránea, existen los camiones de bajo perfil, que permiten su acceso y operación en galerías de sección reducida. El material es descargado de la tolva hacia atrás. Sus capacidades van de 8 a sobre 30 toneladas.



Figura 3. Camión CAT de perfil bajo
Fuente: Camiones de obras - Cat

2.2.2 Control automático de procesos

Es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial. [2]

- **Monitoreo**

Proceso mediante el cual se reúne, observa, estudia y emplea información para luego poder realizar un seguimiento de un programa o hecho particular.

- **Control**

La palabra control proviene del término francés controle y significa comprobación, inspección, fiscalización o intervención. También puede hacer referencia al dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema.

2.2.3 Tecnologías GSM y GPRS

- **GSM:** Global System for Mobile communication o Sistema Global para comunicación Móvil) es un sistema telefónico digital móvil ampliamente utilizado en Europa y otras partes del mundo. GSM emplea una variación del sistema TDMA (Time Division Multiple Access) y es el más ampliamente utilizado de las tres tecnologías de telefonía digital inalámbrica (TDMA, GSM y

[2] Patricio Abarca, El ABC de la automatización sistemas de control automático, Disponible en <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sistemas-de-control-utomatico.pdf>

CDMA). GSM digitaliza y comprime los datos y luego los envía por un canal con otros dos flujos de datos del usuario, cada uno a su propio tiempo. En telefonía, GSM opera ya sea en la banda de frecuencia de 900 ó 1800 MHz [3].

- **GPRS:** GPRS es un servicio de comunicación inalámbrica basado en el uso de paquetes de información que promete velocidades de transmisión de datos de 56 hasta 114 Kbps y una conexión continua a Internet para los usuarios de teléfonos celulares y computadoras portátiles, dentro de las cuales, por supuesto se incluyen las terminales portátiles de captura de datos. Las velocidades de transmisión de datos más altas permitirán a los usuarios tomar parte en videoconferencias e interactuar con sitios web multimedia. De hecho, la tecnología GPRS está basada en la comunicación GSM

2.2.4 Sistema GPS

Global Position System”, en castellano, Sistema de Posicionamiento Global, está formado por una red de 24 satélites. El sistema necesita recibir la señal de por lo menos 4 satélites para localizar un objeto de forma precisa, aunque con tres, es capaz de calcular dos posibles ubicaciones, de las cuales solo una de ellas será la real. El receptor de este sistema GPS recibirá estas señales con información relativa a la posición, hora del reloj atómico de cada satélite y su identificación. Con una cuarta señal de un cuarto satélite, el sistema descarta la ubicación errónea y es capaz de determinar la correcta, informándonos también de la altitud del objeto. [4]

[3] TEC electrónica, Boletín Informativo TEC, Tecnologías GSM y GPRS en Terminales Portátiles, 2003

[4] Sistemas GPS, uso, limitaciones, y funcionamiento, Disponible en: <https://cursopilotodrones.net/leccion/1-5-sistemas-gps-uso-limitaciones-y-funcionamiento/>

2.2.4.1. Segmentos del sistema de navegación por satélite

El sistema de navegación por satélite se divide en segmentos, todos fundamentales para un correcto funcionamiento, y son los siguientes:

- **Segmento espacial:** Lo conforman una red de satélites distribuidos en las diferentes órbitas de forma estratégica para poder conseguir una cobertura a nivel mundial.
- **Segmento control:** Lo conforman las estaciones de Tierra cuyo fin es recibir la información enviada por los satélites. Estas estaciones monitorizan los satélites que forman el segmento espacial controlando y corrigiendo la posición temporal y en órbita de los mismos.
- **Segmento usuario:** Lo conforman los equipos capaces de recibir la señal de los satélites, formados generalmente por receptor y antena, y las funciones que realizan principalmente son las siguientes:
 - ✓ Satellite Manager: Gestionar los datos que envía el satélite.
 - ✓ Select Satellite: Seleccionar a partir de una lista de satélites visibles, los cuatro necesarios para cada momento, es decir, los que tengan la geometría adecuada para la correcta navegación.
 - ✓ Sv Position Velocity Acceleration: Calcular la velocidad y la posición de los satélites utilizados durante la navegación.

2.2.5 Sistema de rastreo vehicular automatizado

En la mayoría de los casos, la localización es determinada utilizando un equipo GPS y la transmisión hacia el lugar de control es mediante tecnologías de comunicaciones como la satelital, celular o radio, utilizando un módem de transmisión ubicado en el vehículo como parte al dispositivo GPS. [5]

Debido a que el GPS tiene que buscar la señal emitida por al menos 4 satélites para poder calcular su posición, una vez que cualquier tipo de receptor es recién instalado, este debe de ejecutar una secuencia llamada arranque en frío. Esto significa que buscará la señal de cada uno de los 27 satélites y basándose en los que encuentre identificará su satélite de origen y hasta entonces podrá calcular su posición. Esto significa que el tiempo que tardará en calcular su posición por primera vez será entre 5 y 10 minutos, dependiendo de la calidad de la señal que reciba. Una vez que el receptor obtenga estos datos, los próximos cálculos serán mucho más rápidos, del orden de 0,3 s y de 1 min en reinicio.

De la misma manera, si el receptor se encuentra localizado en algún lugar cerrado, como un estacionamiento, no podrá detectar la señal de los satélites y por lo tanto no podrá calcular su posición en ese instante. Sin embargo, se han desarrollado receptores GPS de alta sensibilidad que si pueden detectar señales satelitales más débiles, aunque estas sean atenuadas por paredes o condiciones atmosféricas adversas, aunque no en ambientes hostiles para las señales, como lo son estacionamientos subterráneos, etc.

[5] Vectium sureste, rastreo satelital de vehículos y activos, Monitoreo en tiempo real, 22 de Abril de 2014

2.2.6 Sistema embebido

Sistema de computación diseñado para realizar una o algunas funciones dedicadas frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (como por ejemplo una computadora personal o PC) que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas.

Los sistemas embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos, pueden utilizarse lenguajes como C o C++; en algunos casos, cuando el tiempo de respuesta de la aplicación no es un factor crítico, también pueden usarse lenguajes como JAVA [6]

- **Características**

- Deben ser confiables, esto es la probabilidad de que el sistema trabaje correctamente dado que está funcionando en $t=0$.
- La mantenibilidad, es la probabilidad de que el sistema vuelva a trabajar correctamente d unidades de tiempo después de un fallo.
- La disponibilidad, es la probabilidad de que el sistema esté funcionando en el tiempo t.
- La seguridad informática: consiste en disponer de una comunicación confidencial y autenticada.
- La creación de un sistema confiable debe ser considerada desde un comienzo, no como una consideración posterior.

- Deben ser eficientes en cuanto a la energía, al tamaño de código, al peso y al costo.
- Están dedicados a ciertas aplicaciones.

- **Estructura**

Está formado por un microprocesador y un software que se ejecute sobre éste. Sin embargo este software necesitará sin duda un lugar donde poder guardarse para luego ser ejecutado por el procesador. Esto podría tomar la forma de memoria RAM o ROM. Todo sistema embebido necesitará una cierta cantidad de memoria, la cual puede incluso encontrarse dentro del mismo chip del procesador. También contará con una serie de salidas y entradas necesarias para comunicarse con el mundo exterior. Debido a que las tareas realizadas por sistemas embebidos son de relativa sencillez, los procesadores comúnmente empleados cuentan con registros de 8 o 16 bits. En su memoria sólo reside el programa destinado a gobernar una aplicación concreta. Sus líneas de entrada/salida (I/O) soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como finalidad atender a sus requerimientos.

- **Plataformas**

- El Microprocesador (MP o μ P) y los microcontroladores (MCU), que tienen menos poder de cómputo, pero varios periféricos;
- Arquitecturas de base - Von Neumann and Harvard
- Utilizado μ P y MCU - CISC (Complex Instruction Set Computer) y más a menudo RISC (Reduced Instruction Set Computer);
- Popular RISC familias de procesos: ARC (ARC International), ARM (ARM Holdings), AVR (Atmel), PIC (Microchip), MSP430 (TI) y otros
- CISC CPUs: Intel y Motorola
- Por lo general en el interior hay una memoria caché y procesamiento canalización de instrucciones; \rightarrow Memoria para datos e instrucciones: RAM, PROM - OTP (OneTime Programmable), EEPROM o memoria Flash;
- Periféricos: General Purpose Input / Output - GPIO, temporizadores, ADC, DAC y mucho más.

2.2.7 Arduino

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. [7]

Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y a aficionados interesados sobre otros sistemas.

- Barato: Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano.
- Multiplataforma: El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas Microcontroladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple: El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero es flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación Processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.
- Código abierto y software extensible: El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C; en el cual está basado de forma similar, se puede añadir código AVR-C directamente en programas Arduino.

El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.

2.2.8 Sensor Ultrasónico HC-SR04

El Sensor ultrasónico HC-SR04 es un circuito que detecta o mide la distancia y es compatible con Arduino. Básicamente, el sensor puede detectar objetos, distancia o nivel en un rango mínimo de 2 cm a un máximo de 400 cm. Se puede utilizar, por ejemplo, para diferente tipos de proyectos como lo son alarmas de proximidad, medir niveles de agua de un tinaco o cualquier otro objeto que almacene algún tipo de líquidos. Ten en cuenta que para que este sensor funcione de manera correcta, se requiere de una superficie lisa y perpendicular a la dirección de propagación del sensor [8]



Figura 4. Sensor Ultrasónico HC-SR04
Fuente: Propia.

[8] Sensor ultrasónico HC-SR04 crear una alarma con Arduino-HETPRO <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-hc-sr04/>

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 DISEÑO

Este sistema de monitoreo es diseñado, para dar solución a la problemática en el que hoy vive la minera Santa Luisa S.A., cuyas características son:

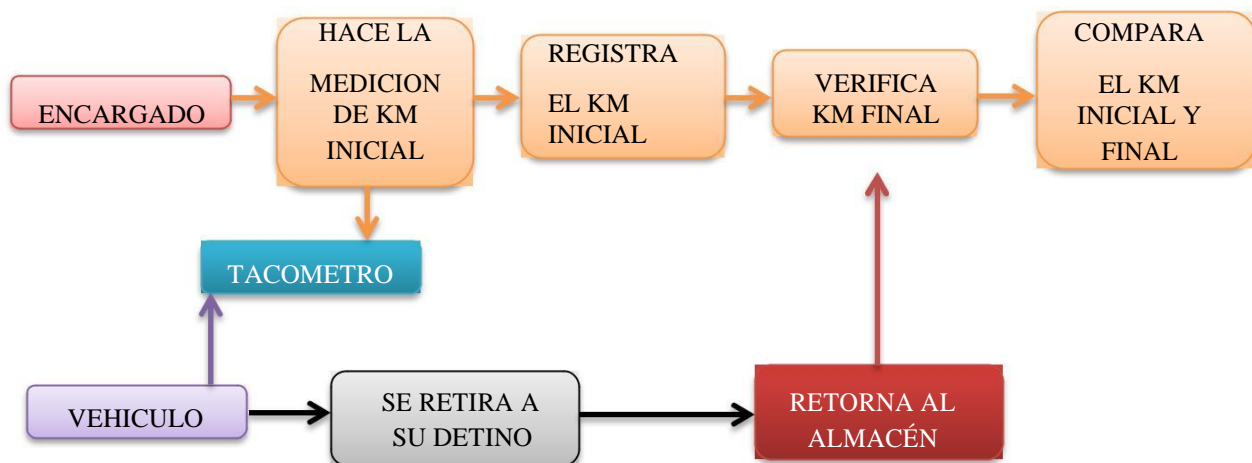
- Inadecuada supervisión del consumo de combustible en los cowboys de la minera Santa Luisa S.A.
- Perdidas económicas de parte de la empresa por los gastos excesivos de combustible sin supervisión.
- No existe un monitoreo en tiempo real de los sucesos en la perdida de combustible.

En la actualidad la minera Santa Lucia para, realizar la gestión de supervisión de consumo de combustible de los convoys, debe cumplir con los siguientes procesos:

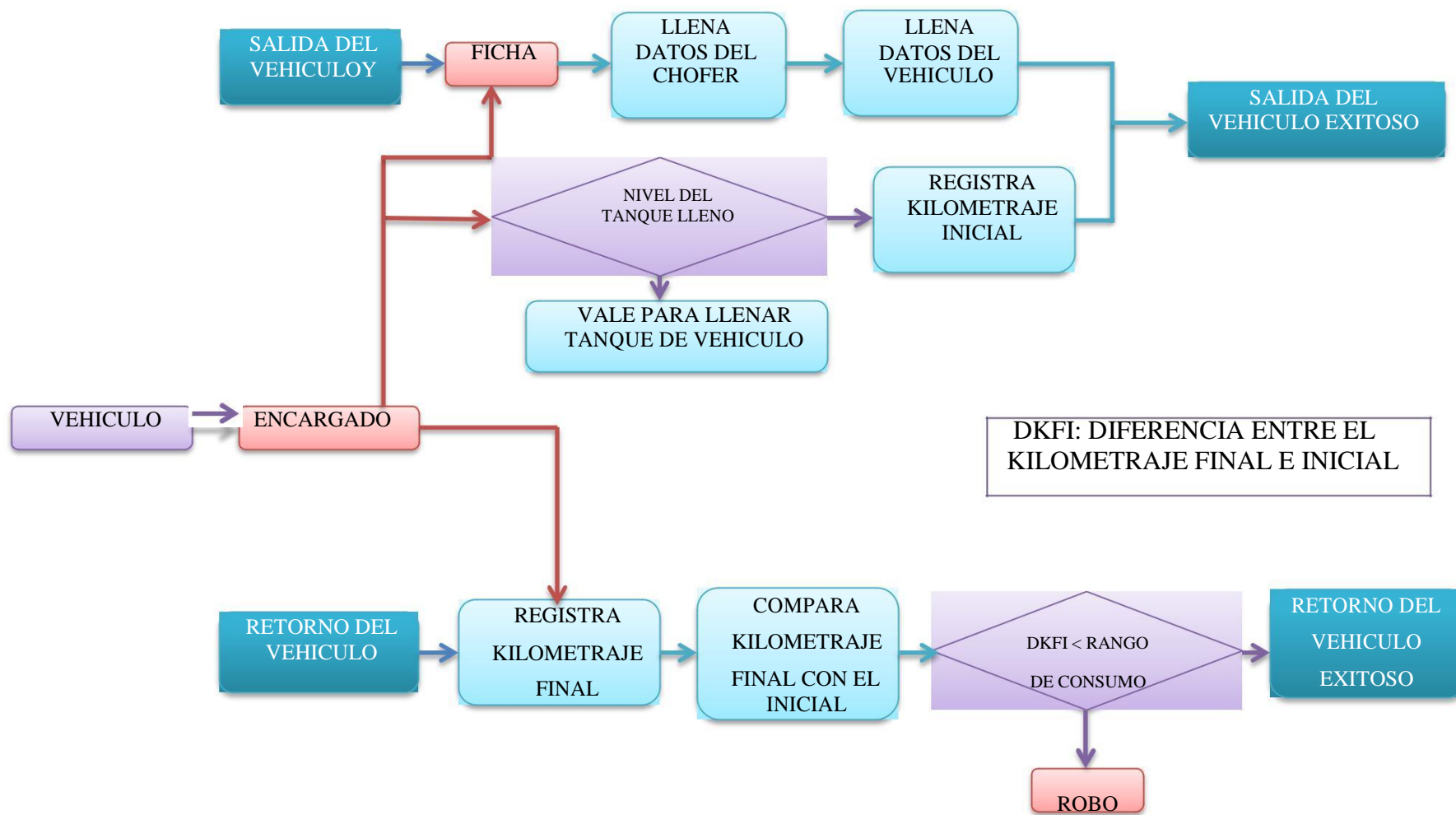
- ✓ **MEDICIÓN.** La Minera Santa Luisa cuenta con un encargado que realiza la función de registrar la medida del kilometraje inicial para definir el nivel del tanque de combustible al momento de la salida de los vehículos a su destino.
- ✓ **VERIFICACIÓN.** Al momento del retorno de los vehículos al almacén, el encargado vuelve a realizar el registro de medición del kilometraje final y verificar el nivel de consumo de combustible de estos mismos.

- ✓ **COMPARACIÓN.** El encargado hace la comparación entre el registro del kilometraje inicial al momento de la partida de los vehículos, y el registro de Kilometraje final momento de su retorno y descarta un posible robo en consumo de combustible.

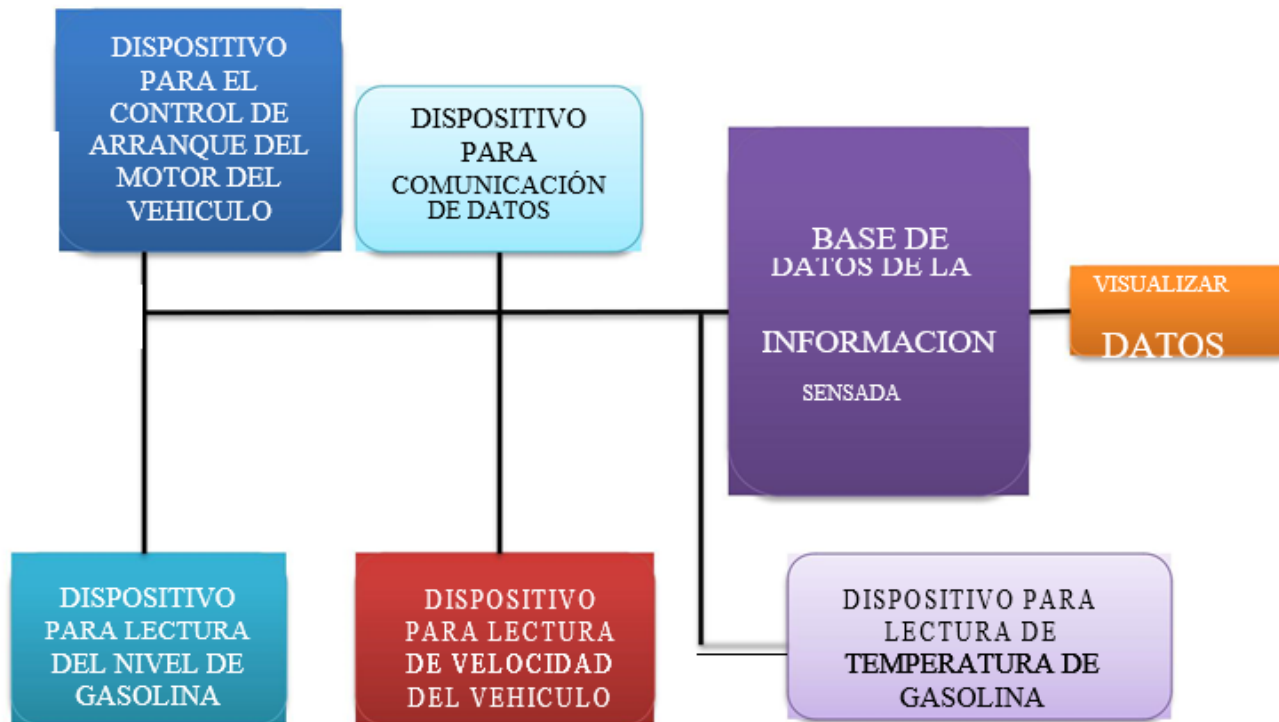
A continuación se presenta un diagrama de bloques que describe el proceso actual de la supervisión de consumo de combustible de los vehículos de la Minera Santa Luisa.



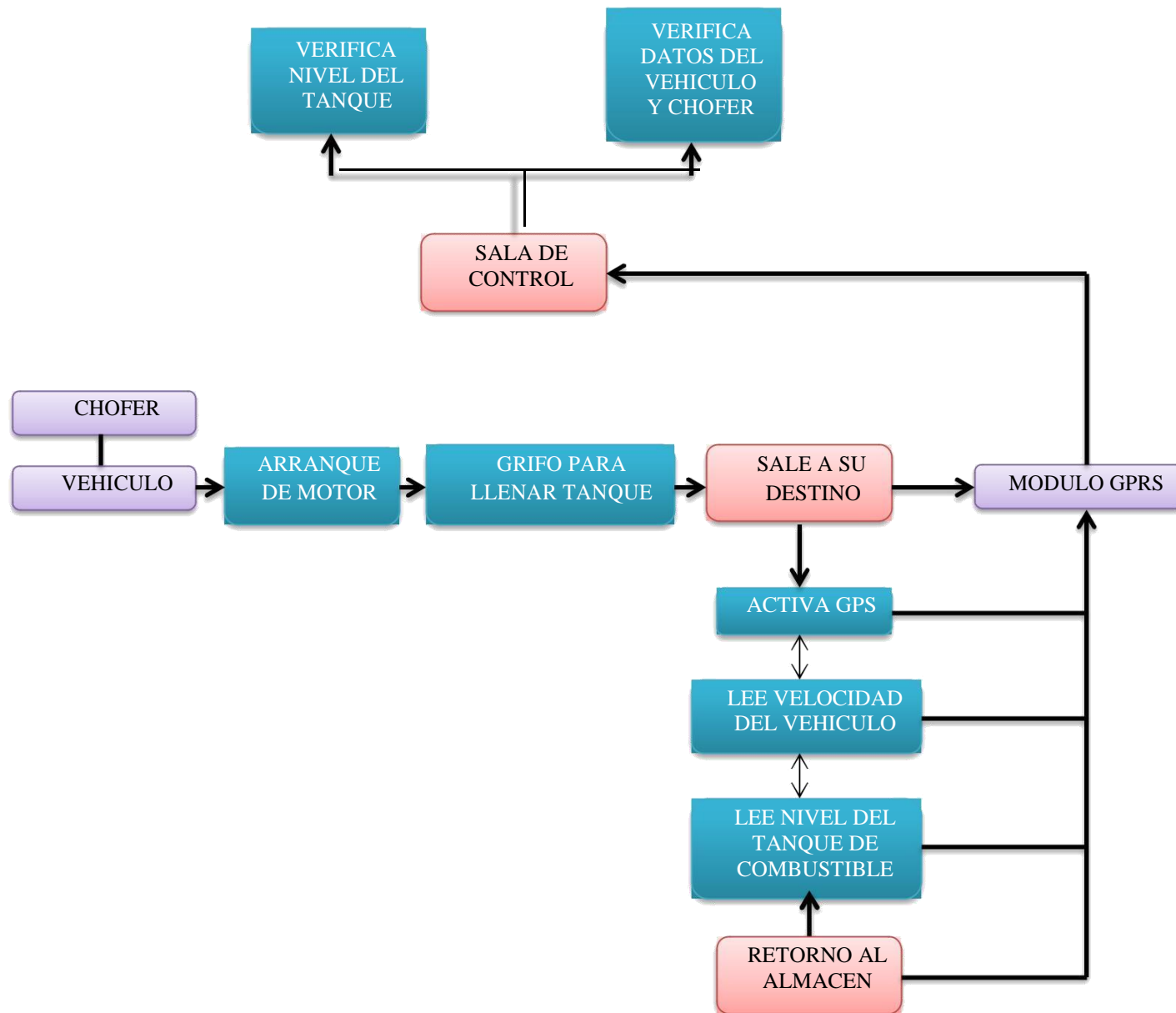
Esquema 1: Supervisión de consumo de combustible
Fuente: Propia



Esquema 2: Observación llenado de tanque
Fuente: Propia



Esquema 3: Dispositivos de monitoreo
Fuente: Propia



Esquema 4: Sistema de monitoreo
Fuente: Propia

Este sistema de monitoreo telemétrico hace el registro en su base de datos los reportes que generan los dispositivos del vehículo tanto de medición, como de sus sensores. A continuación se describe el proceso que implica este sistema propuesto.

El chofer al momento de arrancar el motor del cowboy, la parte electrónica del sistema instalada en él, envía una señal a la sala de control a través de la red GPRS, en ese momento se puede ver que el vehículo ya se encuentra en funcionamiento y se dirige a un establecimiento de combustible para llenar el tanque según lo requiera. Cuando el tanque de combustible del cowboy se encuentre lleno este se dirige a su destino, siendo rastreada por un dispositivo GPS que a su vez la información de sus coordenadas en la que se encuentra el cowboy es enviada por un dispositivo de comunicación GPRS a la sala de control.

El nivel del tanque es leído por un dispositivo que sensa la presión diferencial del nivel de combustible y que a través de la velocidad en la va el cowboy va disminuyendo en su trayecto y los datos son enviados a la sala de control para su respectiva visualización. Al retorno del cowboy se sigue leyendo la información de los dispositivos hasta su llegada al almacén.

La sala de control es el lugar donde se monitorea los datos leídos de los dispositivos que se encuentran instalados en los vehículos cowboys, cuyos datos son transmitidos por la red GPRS a través del protocolo TCP/IP.

DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE CONTROL TELEMÉTRICO

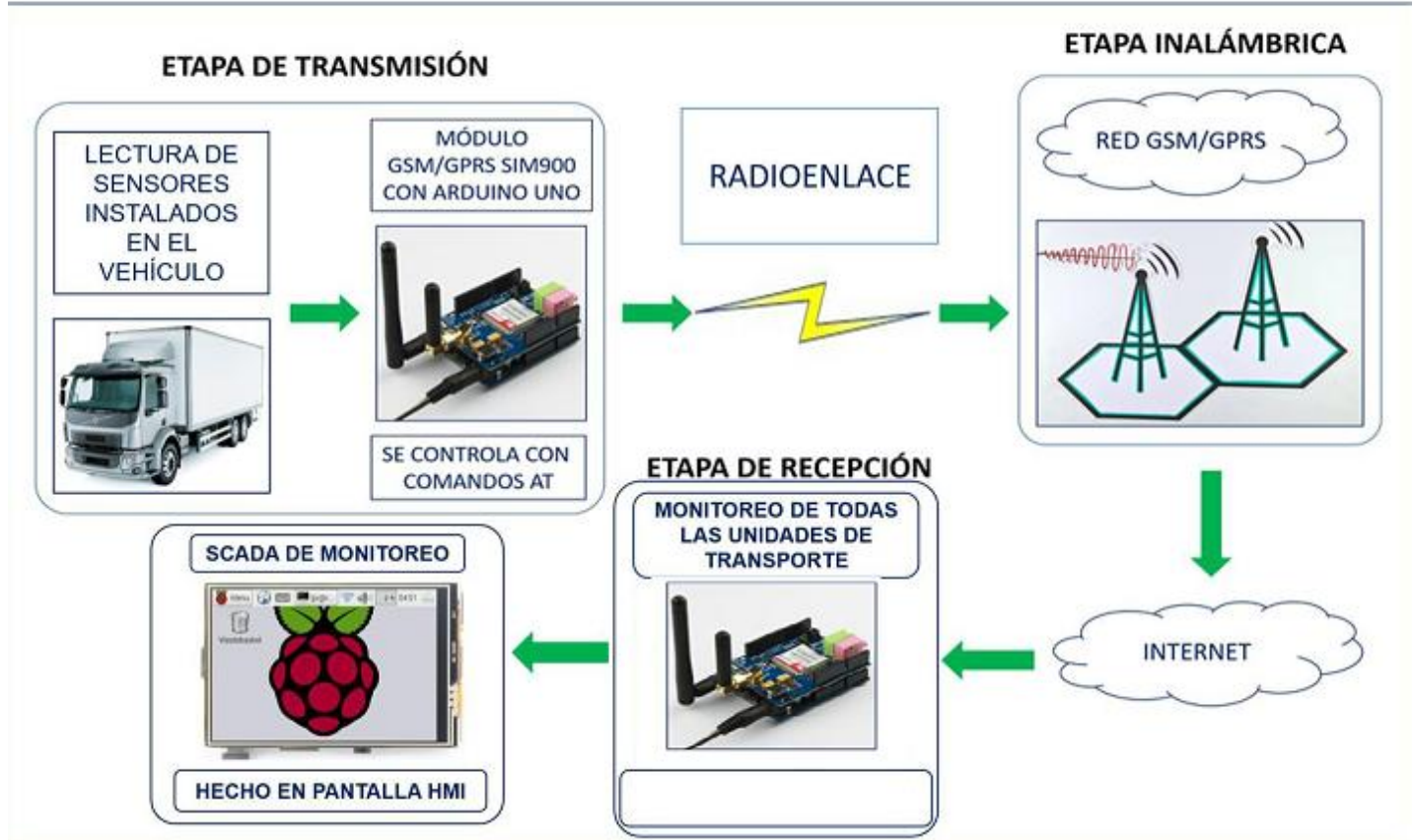


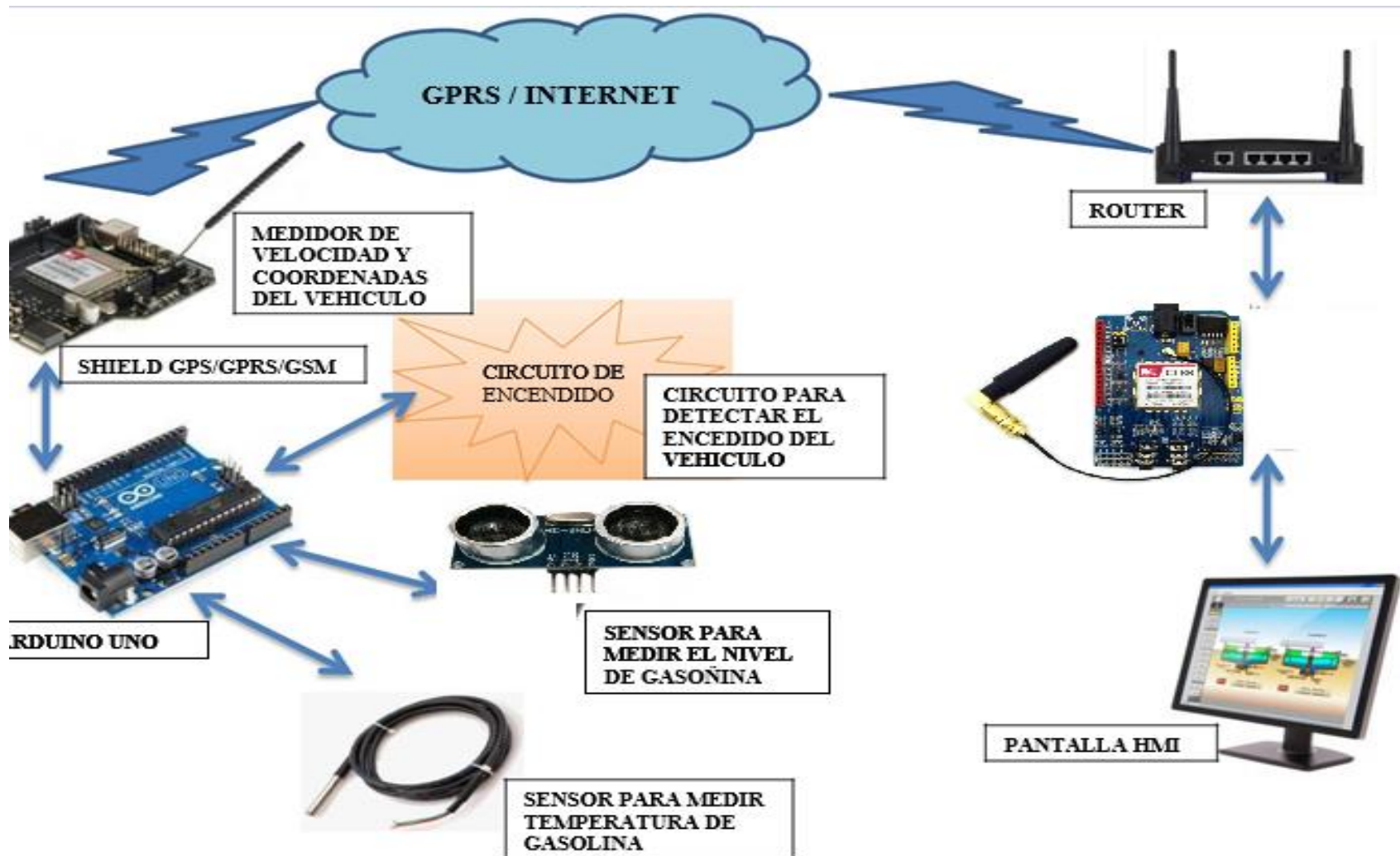
Figura 5: Sistema de control telemétrico

Fuente: Propia

3.2 Diseño del Hardware

Para el diseño del hardware del sistema de monitoreo del presente proyecto de tesis, se opta por utilizar la plataformas Arduino , puesto que presenta ciertas ventajas tanto en hardware como en software, y que son de bajo coste y flexible en comparación con otras tecnologías, por lo tanto el hardware de este proyecto se ha dividido en dos partes; el control del Arduino, las cuales se encargará de hacer el control de los dispositivos que se encuentran en el cowboy, y el control del Sim900, cuya ventaja de ser una micro computadora embebida se encargará de administrar los datos recibidos del Arduino para su respectivo manejo y visualización. En esta presente tesis se hace uso de un sensor de nivel que hace la medición de combustible que contiene el tanque del cowboy, y un módulo GPRS/GPS para el envío de datos y el registro de la ubicación exacta de estos vehículos.

A continuación se presenta un esquema general del sistema de monitoreo telemétrico propuesto que supervisará el consumo de combustible de los vehículos cowboy de la minera Santa Luisa S.A.



Esquema 5: Sistema de monitoreo telemétrico

Fuente: Propia

3.3 Descripción de los elementos que intervienen en el sistema

En el desarrollo de este sistema se ha tenido en cuenta realizar cuatro etapas que completan el buen funcionamiento de este de sistema de monitoreo telemétrico. A continuación se describe el funcionamiento de cada una de las etapas con sus respectivos elementos que la componen.

3.3.1 Etapa de encendido

En la etapa de encendido del sistema propuesto se inicia en el momento de arranque de cada vehículo, para ello se hará un circuito que envíe una señal al controlador para su respectivo monitoreo.

El sistema de encendido es el encargado de elaborar la corriente de tensión que salta, en forma de chispa, entre los electrodos de la bujía, iniciando la combustión de la mezcla en el interior del cilindro. Además de la producción de la alta tensión, en su misión distribuir las chispas entre los cilindros, haciéndolas saltar en las bujías en un momento del final de la etapa de compresión que depende del número de revoluciones del motor y de su estado de carga.

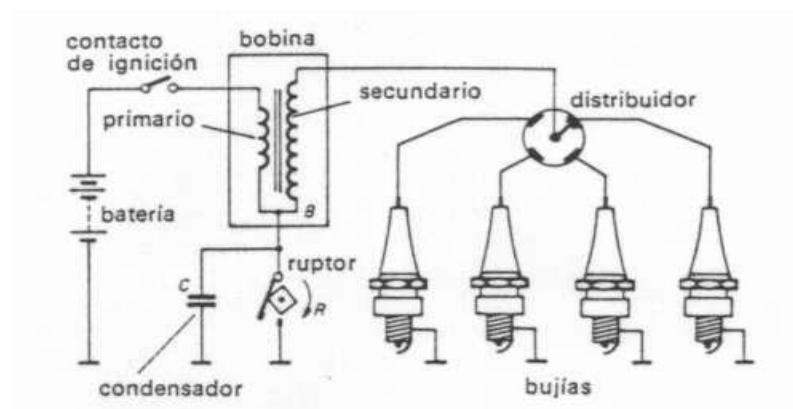


Figura 6: Etapa de encendido

Fuente: www.afalamecanica.net

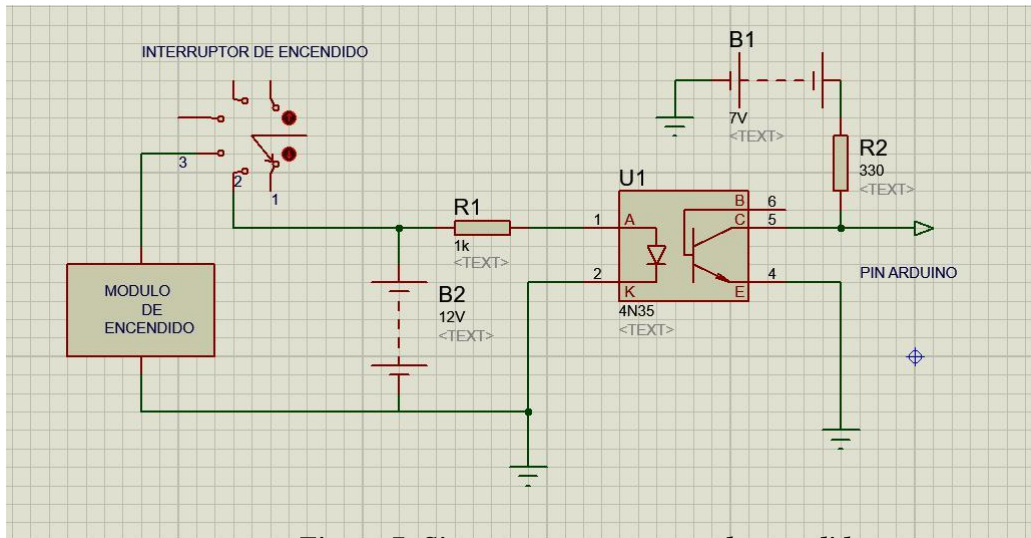


Figura 7: Sistema propuesto para el encendido

Fuente: Propia

En este sistema se pensó en enviar a la sala de monitoreo, una señal que avise cuando el motor de cada vehículo del convoy esté encendido, para esto implicaría que el circuito de encendido del vehículo se acople al circuito formado por el Arduino.

Entonces como mejor opción se propone emplear el uso de un optocoplador de la serie 4N35 que protegerá al Arduino de sobretensiones que el circuito de arranque del vehículo podría proporcionar, cuyos valor de R1 a calcular se basa en el contenido de su datasheet.

$$R1 = \frac{V_{in} - V_{LED}}{I_{LED}} \quad (1)$$

$$R1 = 1350\Omega$$

Donde:

- Voltaje de entrada: 12V
- Voltaje de caída del led: 1.5V
- Corriente de Consumo del led: 10mA

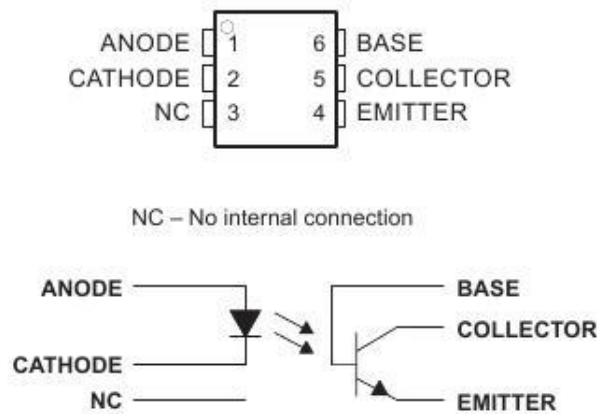


Figura 8: Octoacoplador
Fuente: Electrónicos caldas

3.3.2 Etapa de sensado.

Para la etapa de sensado se ha tenido en cuenta la medición de las siguientes variables:

Nivel: es la variable principal de este proyecto y es utilizada para medir el nivel de combustible que contiene el tanque de cada vehículo.

Temperatura: esta variable es utilizada para medir la temperatura del combustible dentro del tanque de cada vehículo.

Hay muchas maneras o métodos para medir la variable nivel de sustancias liquidas tales como la medición directa, la medición a través de la presión hidrostática, indicó todos los medios que se halla el nivel electromecánico, capacitivo, ultrasonico, etc. Y de acuerdo a lo descrito en el capítulo anterior sobre los métodos de medición de nivel para este proyecto se opta por utilizar el de presión hidrostática cuyo método es

viable para la obtención del nivel de combustible, su implementación es de manera sencilla y es resistente a vibraciones e impactos.

3.3.2.1. Sensor de nivel HC-SR04.

El Sensor ultrasónico HC-SR04 es un circuito que detecta o mide la distancia y es compatible con Arduino. Básicamente, el sensor puede detectar objetos, distancia o nivel en un rango mínimo de 2 cm a un máximo de 400 cm. Se puede utilizar, por ejemplo, para diferentes tipos de proyectos como lo son alarmas de proximidad, medir niveles de agua de un tinaco o cualquier otro objeto que almacene algún tipo de líquidos. Ten en cuenta que para que este sensor funcione de manera correcta, se requiere de una superficie lisa y perpendicular a la dirección de propagación del sensor.

En primer lugar, el sensor ultrasónico HC-SR04 se alimenta con 5 volts a 1.5 mA DC lo cual, de hecho, lo hace ideal para trabajar con Arduino.

Las características principales de este sensor son:

- Alimentación de 5 volts.
- Interfaz de cuatro hilos (vcc, trigger, echo, GND).
- Rango de medición: 2 cm a 400cm.
- Corriente de alimentación: 1.5mA.
- Frecuencia de pulso: 40Khz.
- Apertura del pulso ultrasónico: 15°.
- Señal de disparo: 10us.
- Dimensiones del módulo: 45x20x15mm

3.3.2.2. Sensor de temperatura MAX6675

El termopar tipo k es un sensor de temperatura analógico que no necesita de ser alimentado por un voltaje ya que es un sensor autogenerado. Los materiales que componen a un termocupla tipo k son cromel que es una alineación de Ni-Cr y alumen que es una alineación de Ni-Al. El termocople tipo k es capaz de generar una señal de 41 mili-voltios por cada grado centígrado detectado.

Los termocoples son característicos por ser indicadores de temperatura de un precio muy económico en el mercado y con un rango de exactitud bastante bueno. En este tutorial aprenderemos a leer la temperatura entregada por un termocople tipo k, con ayuda de un módulo MAX6675 y una tarjeta de desarrollo Arduino Micro. La librería para el módulo MAX6675 es compatible también con Arduino Mega, Arduino Uno, y Leonardo. También se mostrará cómo usar esa temperatura obtenida para diseñar una alarma audio visual temporizada.

Las características principales de este sensor son:

- Interfaz compatible con SPI solo de lectura.
- Resolución de 12 bits, 0.25 grados centígrados.
- Medición hasta 1024 grados centígrados.
- Alimentación de 3.3 a 5 volts.
- Frecuencia de reloj SPI máxima F_{scl} 4.3 Mhz.
- Tiempo de conversión 0.17 s máximo 0.22 segundos.
- Consumo máximo de 1.5 mA

Los sensores de temperatura se aplican en varios lugares de las cuales para este proyecto se utilizará específicamente para medir la temperatura del combustible de los tanques de combustible del comboy.



Figura 9: Sensor de temperatura MAX6675
Fuente: Propia

3.3.2.3. Sensor de velocidad shield GPS/GSM/GPRS

Medir la velocidad en este sistema se tuvo en cuenta 3 maneras muy comunes en las que se puede medir esta variable, de las cuales son:

La primera opción que se tuvo en cuenta es medir la velocidad a través del sistema CAN Bus (Controller Area Network) de cada vehículo. Este es un protocolo de comunicaciones a través de una topología de red en forma de bus. CAN es una red duradera y económica que permite a varios dispositivos comunicarse entre sí, y a la vez que permite a las unidades de control electrónico (ECUs) tener una sola interfaz CAN, en lugar de diferentes entradas analógicas y digitales para cada dispositivo en el sistema.

La segunda opción es poner un sensor de efecto Hall en el eje del motor o en la rueda del vehículo y hacer un conteo de las revoluciones por minuto (RPM) del motor o de la rueda respectivamente, es decir medirá la velocidad a través de la rotación del eje de dicho motor. La tercera opción y la más precisa es la medición de la velocidad a través del GPS que calculan la velocidad del vehículo midiendo la distancia que se ha recorrido y en cuanto tiempo usando los satélites GPS.

Para la elección del sensor que mida la velocidad en este proyecto se tuvo en cuenta la gran ventaja de este dispositivo, su utilización para el envío de los datos de todos los sensores a través de la red GPRS y su uso como GPS para su respectiva localización. En ambos casos es necesario el uso de este módulo ya que a través del GPS se podrá tener la medición de la velocidad de cada vehículo.

La GPS/GPRS/GSM Shield está basada en un módulo cuatribanda SIM908 que funciona en la frecuencias EGSM 900MHz/DCS 1800MHz y GSM850 MHz/PCS 1900MHz. También incorpora un receptor GPS para recuperar datos de posicionamiento. La shield permitirá saber dónde se encuentra cada vehículo y comunicar con el mundo exterior por la red móvil, todo al mismo tiempo. La shield se controla con comandos AT e incluye dos antenas: una antena GPS y una antena GSM de alta ganancia.



Figura 10: Sensor GPS/GSM/GPRS

Fuente: Propia.

3.3.3 Etapa de procesamiento de los datos

Para controlar los datos del sistema de monitoreo telemétrico se tienen en cuenta dos factores importantes; la primera es controlar los dispositivos de sensado que se encuentran en cada vehículo, y la segunda es la de controlar la administración de los datos para que estas puedan ser monitoreadas en tiempo real a través de un ordenador en la sala de monitoreo. Por ello se optó por el empleo del Arduino Uno para el manejo de los sensores y demás dispositivos (nivel, velocidad, temperatura, encendido, envío de datos) y para el manejo de la administración y monitoreo de los datos a continuación se hablará de los dos controladores y su función en el sistema.

3.3.3.1. Arduino Uno

Como ya se mencionaba el Arduino Uno jugará uno de los papeles más importantes en el funcionamiento de este sistema, de las cuales será procesar los datos obtenidos de los sensores ya antes mencionados para su respectivo envío a la sala de monitoreo y pueda ser vista por un operador.

Arduino Uno es una placa microcontrolador basada en el ATmega328. Tiene 14 pines de entrada/salida (E/S) digital, 6 entradas analógicas, un oscilador de cuarzo a 16MHz, una conexión USB, un conector para alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reset. Sus principales características del Arduino Uno son:

- Puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa (no USB).
- La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios pero el rango recomendado es de 7 a 12 voltios.
- El Arduino Uno tiene una capacidad de memoria 32KB (de los cuales 0,5KB son usados por el bootloader). Y tiene 2KB de SRAM y 1KB EEPROM.
- Tiene un solo puerto serial 0 RX y 1 TX, dos interruptores externos el Pin 2 y el Pin 3, y para la comunicación SPI utiliza los pines 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).



*Figura 11: Arduino Uno
Fuente: Propia.*

3.3.3.2. Módulo GSM SIM900

Para este tipo de propósitos podemos utilizar un Módulo GSM/GPRS con una tarjeta SIM, de forma que podamos comunicarnos con él como si se tratase de un teléfono móvil. Y es que esta tarjeta basada en el módulo SIM900 nos permite enviar y recibir llamadas y SMS y conectarnos a Internet, transformando nuestro Arduino en un teléfono móvil.

EL GSM (Global System for Global Communications) es el sistema de comunicaciones que más se utiliza en teléfonos móviles y es un estándar en Europa. La primera funcionalidad de esta tecnología es la transmisión de voz, pero también permite la transmisión de datos (SMS, Internet), eso sí, a una velocidad muy baja de 9kb/s.

El GPRS (General Packet Radio Service) es una extensión del GSM basada en la transmisión por paquetes que ofrece un servicio más eficiente para las comunicaciones de datos, especialmente en el caso del acceso a Internet. La velocidad máxima (en teoría) del GPRS es de 171kb/s, aunque en la práctica es bastante más pequeña.

Las características principales del Sim 900 son:

- Totalmente compatible con Arduino Conexión con el puerto serial
- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz
- GPRS multi-slot clase 10/8GPRS mobile station clase B
- Compatible GSM fase 2/2+Clase 4 (2 W (AT) 850 / 900 MHz)
- Clase 1 (1 W (AT) 1800 / 1900MHz)TCP/UP embebido
Soporta RTCConsumo de 1.5 mA (susp)

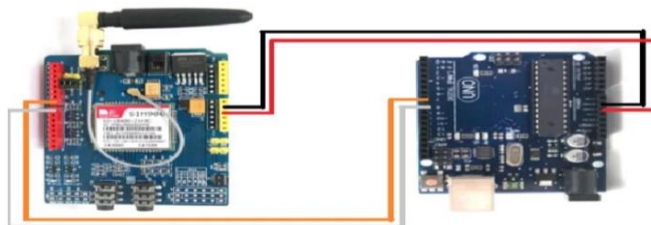


Figura 12: Sim900
Fuente: Propia

3.3.4 Etapa de comunicación de datos

En esta etapa se hace mención el uso de un módulo shield GPS/GPRS/GSM. Diseñado para Arduino y el módulo SIM900 que cuenta con tecnologías GPRS y GPS lo que permite realizar fácilmente aplicaciones de seguimiento en tiempo real. La idea en este proyecto es simple; nivel de combustible y enviarlas mediante la red GPRS/GSM.

Principales características del shield GPS/GPRS/GPS v3 son:

- Consumo en reposo: (100mA/7v - en modo GSM).
- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz.
- GPRS multi-slot class 10.
- GPRS mobile station class B.
- Soporta GSM phase 2/2+.
- Control con comandos AT: GSM07.07 ,07.05 y SIMCOM).
- Receptor GPS incorporado.
- Antena SMD integrada para GPS y GSM.
- Conexión para teclado 4x4.
- Interruptor USB/Arduino.
- Indicadores LED para alimentación, estado de la red y estado del módulo.
- Interruptores:

S1: Modo programación/ Modo comunicación.

S2: Interfaz: USB / Arduino.

- Interfaces: Zócalo SIM, Jack para salida de audio, Jack para entrada de audio.
- Especificaciones para SMS por GSM/GPRS:
Punto a punto MO y MT, SMS cell broadcast, Texto u modo PDU
- Especificaciones para GPS:
Receptor de 42 canales, GPS L1 C/A code, núcleo STE.
Sensibilidad: Tracking: -160 dBm, Cold starts: -143 dBm.
- Tiempo de captura (primera vez): Cold starts: 30s, Hot starts: 1s.
- Margen de error: Inferior a 2.5m CEP.
- Consumo (GSM en reposo): Acquisition 77mA, Tracking 76mA.



Figura 13: Shield GPS/GPR/GSM v3
Fuente: Propia

Router TP-LINK TD-W8960N.

Para este sistema telemétrico el uso del acceso al internet para recibir los datos enviados por el Arduino Uno desde cada vehículo hacia la sala de monitoreo a través de la red GPRS/INTERNET es infaltable el empleo de un Router con un punto de internet ya sea este cableado, inalámbrico, fibra óptica, etc. Por lo tanto en este proyecto se opta por utilizar un Router de la

marca TP-LINK modelo TD-W8960N que es un router de alto rendimiento que proporciona una tasa completa de estándar ADSL2 +, con la excelente fiabilidad. Combina la función de un módem DSL de alta velocidad, un router de 4 puertos 10/100 Mbps y un NAT inalámbrico N de un access point cuya velocidad inalámbrica es de 300 Mbps.



Figura 14: TP-LINK TD-W8960N
Fuente: Propia

3.3.5 Etapa de visualización de los datos

Para visualizar los datos de este sistema de monitoreo telemétrico, se tiene en cuenta el uso de una pantalla, que permita al encargado por medio de esta pantalla visualizar la información de cada dispositivo que interviene en este sistema, por lo tanto la pantalla debe estar conectada al SIM900 y que muestre los resultados obtenidos por los sensores ya antes mencionados.



Figura 15: Monitor de visualización
Fuente: Propia.

3.4 Diseño del Software

Para el diseño del software se tuvieron en cuenta dos partes importantes: la programación del Software de Aplicación (Base de datos - Pagina web) para la PC de monitoreo y la programación de los controladores Arduino.

3.4.1 Base de datos y pagina web del sistema telemétrico

Para la creación de la Base de Datos del sistema Telemétrico se pensó en guardar en diferentes tablas los datos de los Conductores, de los Vehículos y de las medidas de los parámetros en tiempo real de los viajes de las Unidades Vehiculares. Para no sobrecargar a la Base de Datos se pensó en tomar muestras del trayecto de la Unidad Vehicular cada 5 minutos.

Las plataformas que se utilizaron fueron MySQL para la Base de Datos y Dreamweaver para la aplicación web en el Lenguaje PHP.

Tabla n°1:

Utilidad: Guardamos todos los datos del Conductor (Código, Nombres, Apellidos).

Nombre de tabla: tabla _conductor

Columnas:

- ✓ CODIGO_CONDUCTOR (Tipo VARCHAR).
- ✓ NOMBRES (Tipo VARCHAR).
- ✓ APELLIDOS (Tipo VARCHAR).

Ejemplo:

CODIGO_CONDUCTOR (VARCHAR)	NOMBRES (VARCHAR)	APELLIDOS (VARCHAR)
Placa_1	Nombre_1	Apellidos_1
Placa_2	Nombre_2	Apellidos_2
Placa_3	Nombre_3	Apellidos_3

***Tabla 1: Datos del conductor
Fuente: Propia***

Tabla n°2:

Utilidad: Guardamos todos los datos del Vehículo (Nombre, Placa, Conductor asignado).

Nombre de tabla: tabla _ vehículo

Columnas:

- ✓ ID_VEHICULO (Tipo INT).
- ✓ VEHICULO (Tipo TEXT).
- ✓ PLACA (Tipo TEXT).
- ✓ CODIGO_CONDUCTOR (Tipo VARCHAR).

Ejemplo:

Tabla n°3:

ID_VEHICULO (INT)	VEHICULO (TEXT)	PLACA (TEXT)	CODIGO_CONDUCTOR (VARCHAR)
1	MÓVIL #01	A1A-602	123478 ^a
2	MÓVIL #02	A1A-950	126799F
3	MÓVIL #03	A1A-702	124066D
4	MÓVIL #04	A1A-802	125566E
5	FANTÁSTICO	A1A-670	123567K

***Tabla 2: Datos del vehículo
Fuente: Propia***

Guardamos todos los datos del Medidas del Vehículo durante la trayectoria (Fecha, Velocidad, Nivel de Combustible, Temperatura, Motor prendido o apagado, Velocidad de Descarga, Coordenadas).

Nombre de tabla: tabla _medidas

Columnas:

- ✓ ID_VEHICULO (Tipo INT).
- ✓ FECHA (Tipo DATETIME).
- ✓ VELOCIDAD (Tipo FLOAT).
- ✓ NIVEL_COMBUSTIBLE (Tipo FLOAT).
- ✓ TEMPERATURA (Tipo FLOAT).
- ✓ MOTOR (Tipo BOOLEAN).
- ✓ VELOCIDAD_DESCARGA (Tipo FLOAT).
- ✓ COORDENADAS (Tipo POINT)

Ejemplo:

FECHA	VELOCIDAD(Km/s)	NIVEL DE COMBUSTIBLE(Lts)	TEMPERATURA(°C)	MOTOR	VELOCIDAD DE DESCARGA(Lts/hr)	COORDENADAS
2018-03-13 10:59:03	164.579	756	25.5763	ENCENDIDO	16	POINT(45.09719 90.09719)
2018-03-13 10:59:13	90.3712	900	26.9331	APAGADO	9	POINT(45.061565 90.061565)
2018-03-13 10:59:23	93.963	816.75	26.505	ENCENDIDO	9	POINT(45.046101 90.046101)
2018-03-13 10:59:33	43.8102	768.25	26.1966	ENCENDIDO	4	POINT(45.053768 90.053768)
2018-03-13 10:59:43	43.0038	728.25	25.0185	ENCENDIDO	4	POINT(45.071365 90.071365)

Tabla 3: Datos de vehículo durante su trayectoria
Fuente: Propia

3.5 Creación de Tablas en phpMyAdmin

Tabla de Conductores:

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'u659145169_bd1'. The selected table is 'tabla_conductor'. The table structure is as follows:

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
1	CODIGO_CONDUCTOR	varchar(7)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar, Eliminar, Navegar los valores distintivos, Primaria, Más
2	NOMBRES	varchar(20)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar, Eliminar, Navegar los valores distintivos, Primaria, Más
3	APELLIDOS	varchar(20)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar, Eliminar, Navegar los valores distintivos, Primaria, Más

Below the table structure, there are options for 'Vista de impresión', 'Vista de relaciones', 'Planteamiento de la estructura de tabla', and 'Hacer seguimiento a la tabla'. There is also a section for 'Índices' (Indexes) and a 'Crear tabla' button.

Figura 16: Tabla de conductores
Fuente: Propia

Tabla de Vehículos:

phpMyAdmin

localhost » u659145169_bd1 » tabla_vehiculo "Tabla de Nombre de los Vehículos"

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Operaciones Seguimiento

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
1	ID_VEHICULO	int(10)		UNSIGNED	No	Ninguna	AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Más
2	VEHICULO	text	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Más
3	PLACA	text	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Más
4	CODIGO_CONDUCTOR	varchar(7)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Más

Marcar todos / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados: Examinar Cambiar Eliminar Primaria Único Índice Espacial

Vista de impresión Vista de relaciones Planteamiento de la estructura de tabla Hacer seguimiento a la tabla

Agregar 1 columna(s) Al final de la tabla Al comienzo de la tabla Después de ID_VEHICULO Continuar

+ Índices

Información

Espacio utilizado	Estadísticas de la fila
Datos 192 B	Formato dinámico/a
Índice 4 KB	Cotejamiento utf8_unicode_ci
Total 4.2 KB	Filas 5
	Longitud de la fila 38
	Tamaño de la fila 8
	Índice automático siguiente 6
	Creación 15-03-2017 a las 20:47:41
	Última actualización 06-06-2017 a las 18:47:51
	Última revisión 06-06-2017 a las 18:47:51

Figura 17: Tabla de vehículos
Fuente: Propia

Tabla de Medidas:

phpMyAdmin

localhost » u659145169_bd1 » tabla_medidas

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Operaciones Seguimiento

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
1	ID_VEHICULO	int(10)		UNSIGNED	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
2	FECHA	datetime			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
3	VELOCIDAD	float			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
4	NIVEL_COMBUSTIBLE	float			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
5	TEMPERATURA	float			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
6	MOTOR	tinyint(1)			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
7	VELOCIDAD_DESCARGA	float			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más
8	COORDENADAS	point			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Más

Marcar todos / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados: Examinar Cambiar Eliminar Primaria Único Índice Espacial

Vista de impresión Vista de relaciones Planteamiento de la estructura de tabla Hacer seguimiento a la tabla

Agregar 1 columna(s) Al final de la tabla Al comienzo de la tabla Después de ID_VEHICULO Continuar

+ Índices

Información

Espacio utilizado	Estadísticas de la fila
Datos 6.2 KB	Formato dinámico/a
Índice 14 KB	Cotejamiento utf8_unicode_ci
Total 20.2 KB	Filas 118
	Longitud de la fila 53
	Tamaño de la fila 175 B
	Creación 08-03-2017 a las 01:34:32
	Última actualización 06-06-2017 a las 18:47:51

Figura 18: Tabla de medidas
Fuente: Propia

Código de PHP en Dreamweaver:

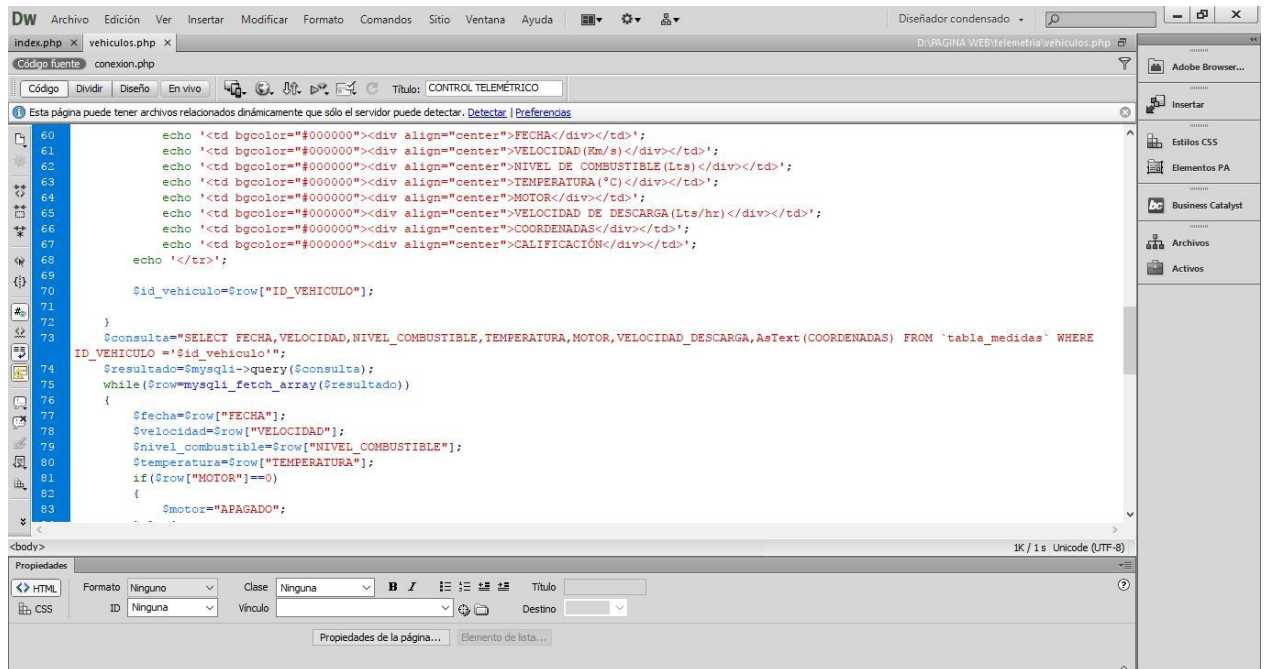
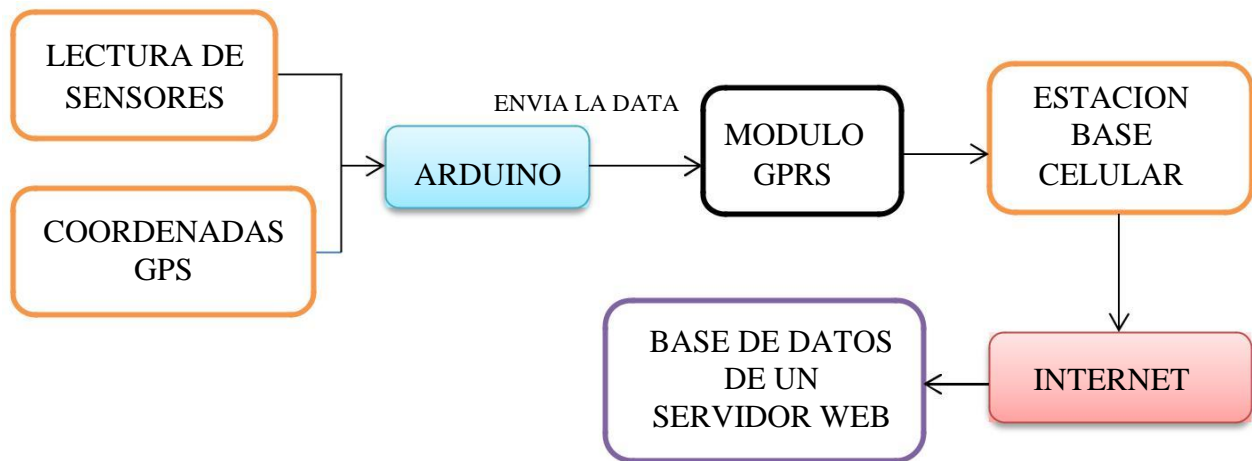


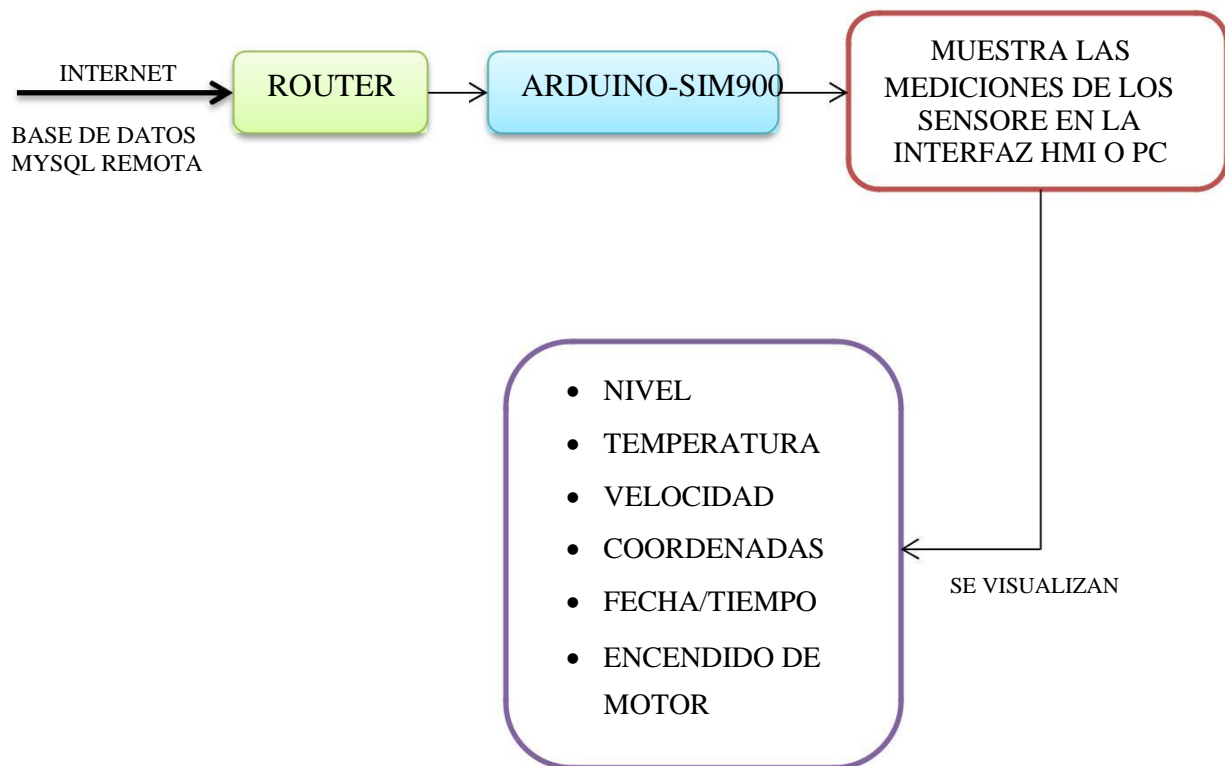
Figura 19: Código PHP
Fuente: Propia

3.6 Programación del Arduino Uno y Sim900

La parte electrónica de este sistema se ha dividido en dos plataformas, la primera que está basada en la programación del Arduino Uno que consiste en controlar los diferentes dispositivos que sensa las variables que se instalaran en los vehículos y la segunda plataforma Sim900 cuyas características antes mencionadas será para funcionar como transmisor y receptor de los reportes generados por el Arduino Uno. A continuación se presenta un diagrama de flujo de lo que sería la programación de las dos plataformas en este sistema telemétrico.



Esquema 6: Transferencia de datos
Fuente: Propia



Esquema 7: Base de datos
Fuente: Propia

CAPITULO IV

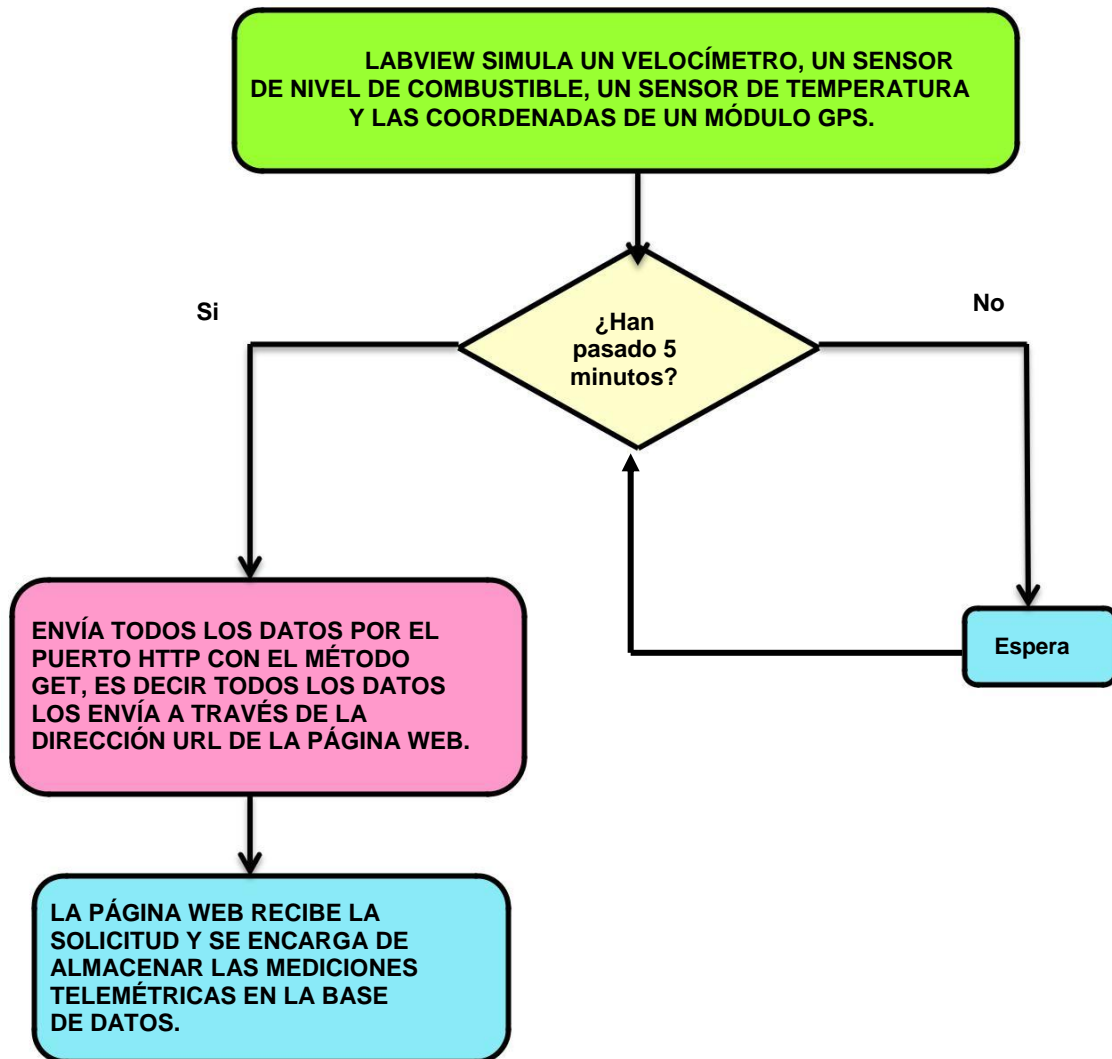
PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Pruebas para la ejecución.

En este proyecto de tesis las condiciones económicas no fueron muy favorables para la demostración del sistema de monitoreo telemétrico, puesto que parte del hardware utilizado en este mismo tiene precios un poco caros. Por lo tanto se dio la necesidad de utilizar software de simulación para la representación gráfica del sistema y demostrar que tanto los componentes de hardware y software que se plantean en el diseño de sistema funcionaran satisfactoriamente para el sistema real.

Lo ideal para la simulación de este sistema es el uso de una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico, para ello la herramienta principal para el funcionamiento de la simulación del hardware de este sistema de monitoreo telemétrico, es el Labview (acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) cuyo potencial es recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y sistemas embebidos.

Diagrama de flujo de la comunicación Labview e interfaz web



*Esquema 8: Labview e interfaz
Fuente: Propia*

A continuación se describe los elementos que se pusieron a prueba a través de la simulación de Labview.



*Figura 20: Interfaz
Fuente: Propia*

4.2 Tiempo de muestreo en segundos:

Este tiempo consiste en tomar unos segundos las muestras de los datos y mostrarlos en la pantalla de monitoreo. Para la simulación del sistema de monitoreo telemétrico se usa una página web gratuita (no puede recibir muchos datos al mismo tiempo debido a su

saturación por ser de un servidor gratuito) que constantemente está pidiendo información a Labview para que se puedan visualizar los datos, entonces Labview envía cada cierto tiempo los datos reales obtenidos durante ese tiempo de muestreo.

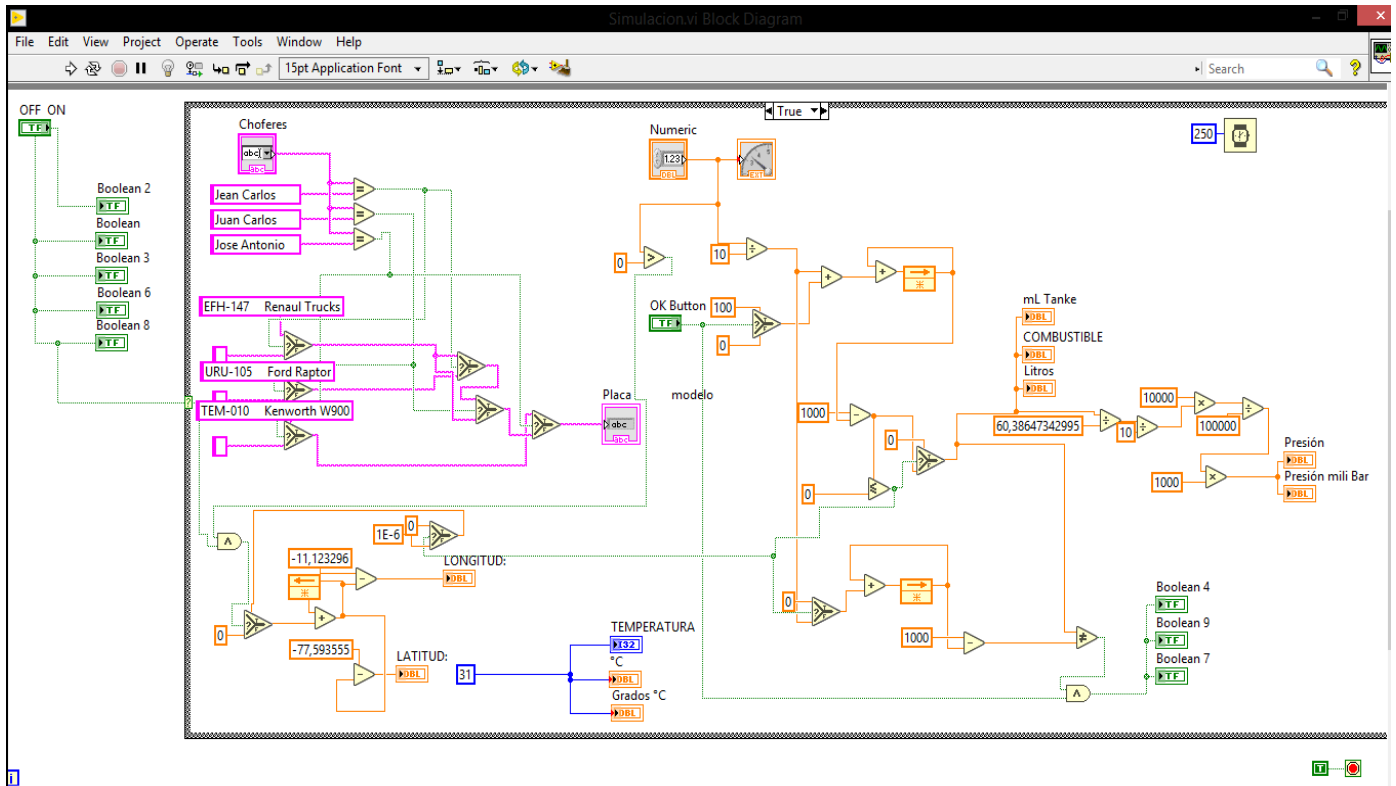


Figura 21: Código de programación de vehículo
Fuente: Propia

Motor:

Una vez encendido el motor y establecidos los valores de los demás parámetros el vehículo entra en funcionamiento. Para la simulación del encendido del motor se usa un botón de encendido y apagado propio del Labview.

Velocímetro:

Una vez puesta en marcha el motor, el velocímetro marcará la velocidad en km/h en la que se desplaza el vehículo. Para la simulación de este elemento se opta por utilizar una programación con datos aleatorios propios del Labview.

Descarga:

Este es una tabla con luces indicadoras que permiten saber que tan rápido se hace la descarga del tanque de combustible. Para la simulación de esta tabla de luces indicadores se utiliza una programación con booleanos propios de Labview. Para ello se tiene que tener en cuenta los siguientes parámetros:

Valor inicial: Este es el valor o la cantidad de combustible que tiene el tanque al momento de su funcionamiento.

Velocidad de descarga: Este parámetro permite a la simulación aumentar o disminuir la velocidad en la que se descarga el tanque de combustible.

Nivel de combustible: Este es una pantalla de visualización de la cantidad de combustible que contiene el tanque según su recorrido.

Temperatura:

Una vez puesta en marcha el motor se hace la medición de la temperatura del combustible, teniendo en el tablero del vehículo un indicador de temperatura. Para la simulación de la temperatura del combustible se emplea un slider propio del Labview teniendo datos aleatorios dependiendo de la velocidad del vehículo.

ID del Vehículo:

Dentro de una flota de cowboys existen varios vehículos y cada uno de ellos recibe un ID de identificación aparte de la placa de rodaje.

A continuación se muestra parte la programación principal usada para la simulación de todos los parámetros usados para el buen funcionamiento del hardware instalado en los vehículos.

El encendido del motor del vehículo es la clave principal para el encendido y funcionamiento del sistema completo. En la figura se presenta el trozo de programación cuya lógica es darle un valor inicial al tanque de gasolina, para que cuando se encienda el motor, este a través de un algoritmo matemático empiece la descarga del combustible dependiendo a la velocidad que ejerza.

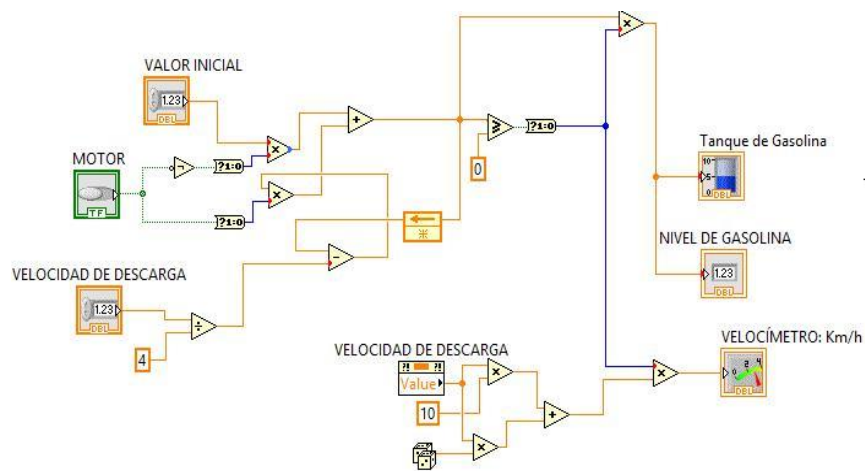


Figura 22: Código de medida de combustible
Fuente: Propia

En la figura de abajo se aprecia la parte de programación de la geo localización del vehículo. Para la simulación del dispositivo GPS se usa un random numeric que es un objeto que muestra datos aleatorios.

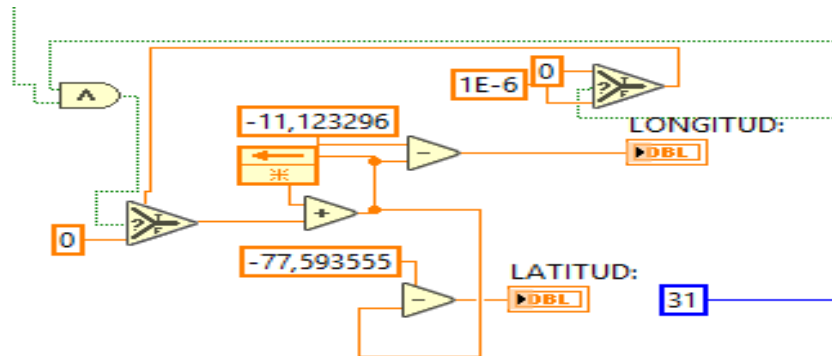


Figura 23: Coordenadas
Fuente: Propia

Al igual que la geo localización del vehículo, el dispositivo para la medición de la temperatura se simula a través de un random numeric que trabaja con datos aleatorios.

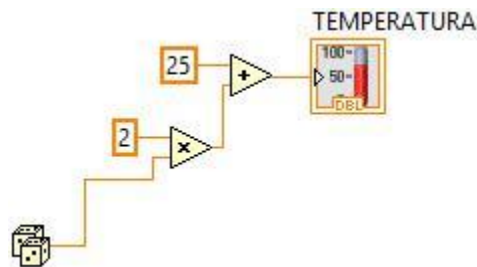


Figura 24: Temperatura
Fuente: Propia

La figura que a continuación se presenta muestra la lógica de programación para enviar los datos de los dispositivos (sensores) a la página web para su respectiva visualización y monitoreo. Esta programación está basada en los objetos de concatenación de string. Esto quiere decir que enlaza todos los datos de los diferentes parámetros para enviarlos por una sola salida a la página web.

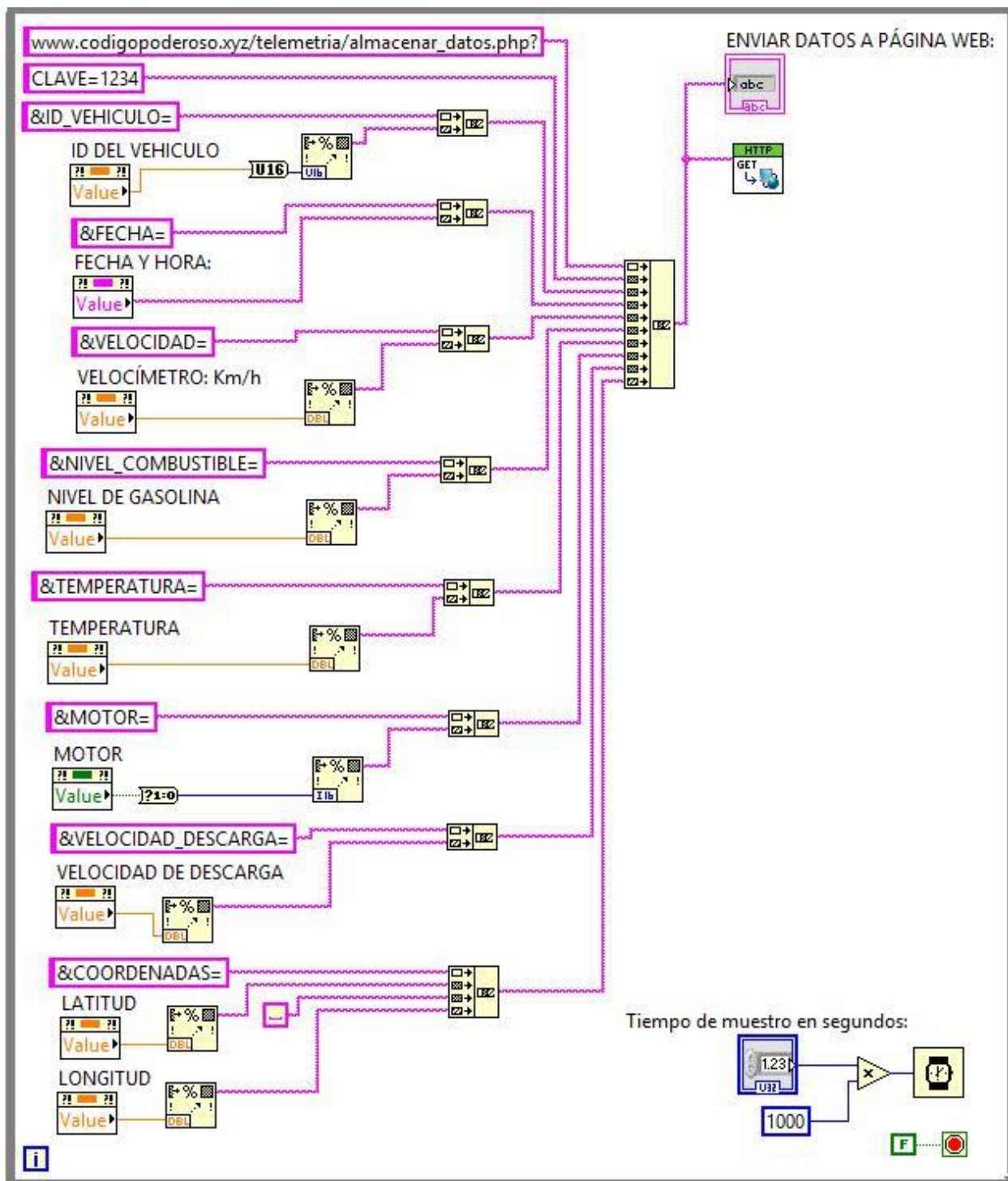
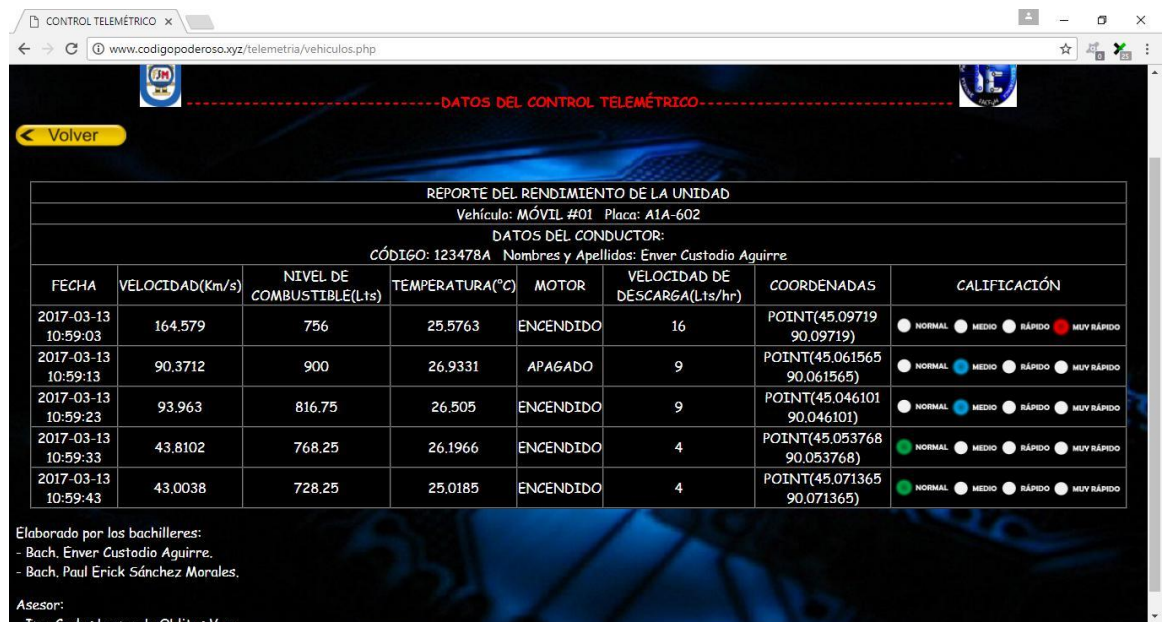


Figura 25: Envío de datos
Fuente: Propia

4.3 Resultados en la demostración del funcionamiento de la simulación.

En las pruebas de demostración del funcionamiento de la simulación del sistema telemétrico, se pusieron en marcha las dos partes importantes del sistema; los dispositivos electrónicos (Sensores) representados en Labview, y la página web (<http://www.codigopoderoso.xyz/telemetria/>). Al finalizar las pruebas se dieron los siguientes resultados:

- Fácil manipulación del aplicativo de monitoreo.
- Mayor orden y conformidad al momento del monitoreo del consumo de combustible.
- Adecuado funcionamiento del prototipo.
- Monitoreo en tiempo real del nivel de combustible.
- Lectura en tiempo real de los dispositivos que conforman el sistema.



-----DATOS DEL CONTROL TELEMÉTRICO-----

[Volver](#)

REPORTE DEL RENDIMIENTO DE LA UNIDAD							
Vehículo: MÓVIL #01 Placa: A1A-602							
DATOS DEL CONDUCTOR:							
CÓDIGO: 123478A Nombres y Apellidos: Enver Custodio Aguirre							
FECHA	VELOCIDAD(Km/s)	NIVEL DE COMBUSTIBLE(Lts)	TEMPERATURA(°C)	MOTOR	VELOCIDAD DE DESCARGA(Lts/hr)	COORDENADAS	CALIFICACIÓN
2017-03-13 10:59:03	164.579	756	25.5763	ENCENDIDO	16	POINT(45.09719 90.09719)	<input type="radio"/> NORMAL <input type="radio"/> MEDIO <input type="radio"/> RÁPIDO <input checked="" type="radio"/> MUY RÁPIDO
2017-03-13 10:59:13	90.3712	900	26.9331	APAGADO	9	POINT(45.061565 90.061565)	<input type="radio"/> NORMAL <input checked="" type="radio"/> MEDIO <input type="radio"/> RÁPIDO <input type="radio"/> MUY RÁPIDO
2017-03-13 10:59:23	93.963	816.75	26.505	ENCENDIDO	9	POINT(45.046101 90.046101)	<input type="radio"/> NORMAL <input checked="" type="radio"/> MEDIO <input type="radio"/> RÁPIDO <input type="radio"/> MUY RÁPIDO
2017-03-13 10:59:33	43.8102	768.25	26.1966	ENCENDIDO	4	POINT(45.053768 90.053768)	<input checked="" type="radio"/> NORMAL <input type="radio"/> MEDIO <input type="radio"/> RÁPIDO <input type="radio"/> MUY RÁPIDO
2017-03-13 10:59:43	43.0038	728.25	25.0185	ENCENDIDO	4	POINT(45.071365 90.071365)	<input checked="" type="radio"/> NORMAL <input type="radio"/> MEDIO <input type="radio"/> RÁPIDO <input type="radio"/> MUY RÁPIDO

Elaborado por los bachilleres:
 - Bach. Enver Custodio Aguirre.
 - Bach. Paul Erick Sánchez Morales.

Asesor:
 Tpa. Carlos Leonardo Obispo Vaca

Figura 26: Control telemétrico
Fuente: Propia

4.4 Costos del prototipo

Teniendo en cuenta todos los gastos que se originan para realizar este Prototipo de un Sistema de Telemétrico para mejorar la supervisión del consumo de combustible, se hace necesario desglosar ordenadamente todos los recursos empleados en este prototipo, es así que se tiene lo siguiente:

4.4.1 Costos de Componentes Electrónicos.

PRODUCTOS	CANTIDAD	COSTO UNIDAD (S/)	COSTO TOTAL(S/)
Placa de Arduino Uno	2	80.00	160.00
Shield GPS/GPRS/GSM	2	300.00	600.00
Sensor de Temperatura	1	110.00	110.00
Sensor de Presión	1	80.00	80.00
Pantalla Monitor HP 19"	1	300.00	300.00
Router TP – LINK TD – W8960N	1	95.00	95.00
Optocoplador 4N35	1	4.00	4.00
Resistencias 330 y 1K Ohm	2	0.10	0.20
Cables Jumper	40	0.25	10
			1359.20

*Tabla 4: Costos de Componentes Electrónicos.
Fuente: Propia*

4.4.2 Costo de Materiales para Ensamblar el prototipo.

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNIDAD (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Plataforma de Acrílico para ensamblar componentes	1	30	30
Accesorios de Acrílico	-	10	10
Tornillos	30	0.10	3.0
Silicona	1	1.5	1.5
Soldimix	1	5.0	5.0
Pintura	1	7.0	7.0
Broca	3	2.0	6
			62.50

*Tabla 5: Costos de Materiales para ensamblar el prototipo.
Fuente: Propia*

4.4.3 Costos de Investigación.

	DETALLE	COSTO(S/)
Consultas	Internet, Biblioteca	500.00
Transporte	Movilización fuera y dentro de la Ciudad de Chiclayo	900.00
		1400.00

*Tabla 6: Costos de Investigación.
Fuente: Propia*

4.4.4 Costo de Diseño y Construcción del prototipo.

	ELEMENTOS	DETALLE	COSTO(S/)
Diseño y desarrollo de Software	MySQL	Software para la Base de Datos	600
	Página Web	Software para el monitoreo de los dispositivos instalados en el vehículo	1000
Diseño y Construcción de Hardware	Arduino Uno SIM900	Programación de los controladores. Para el control de los sensores y para el control administrativo.	1000
	Diseño de Circuitos	Conexión de los dispositivos del prototipo	900
Implementación del Sistema	Hardware Otros	Acoplamiento de todos los dispositivos electrónicos en el vehículo para su funcionamiento.	100
			3600

Tabla 7: Costos de Diseño y Construcción del Proyecto.

Fuente: Propia

4.4.5 Costos Administrativo.

	DETALLE	COSTO(S/)
Tesis	Copias, Empastados, Hojas e Impresión	150.00
		150.00

Tabla 8: Costos Administrativos.

Fuente: Propia

4.4.6 Costos del prototipo general.

ELEMENTOS	COSTOS TOTAL (S/)
Costos de componentes electrónicos	1359.20
Costos de Materiales para ensamblar el prototipo	62.50
Costos de investigación	1400.00
Costo de diseño y construcción del prototipo	3600
Costos administrativos	150.00
	S/ 6,571.7

*Tabla 9: Costos del Prototipo.
Fuente: Propia*

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En la finalización de la simulación del proyecto de tesis titulado: Diseño de un Sistema Telemétrico para mejorar la Supervisión del consumo de combustible en la minera Santa Luisa S.A, se concluye lo siguiente:

- El prototipo que se propone cumple con la mayoría de los requerimientos que necesita la minera Santa Luisa S.A con respecto a la supervisión de combustible.
- Utilizando la plataforma de Labview podemos simular el proceso de control de los dispositivos electrónicos y enviarlos a una página web para visualizar sus datos.
- Tanto el hardware como el software planteados en el diseño del sistema funcionaran perfectamente en la minera Santa Luisa S.A, equipándolos con sus dispositivos reales.
- Con el envío de datos a través de la red GPRS los vehículos serán monitoreados y localizados en tiempo real a través de un aplicativo web.
- El sistema propuesto permite un mejor orden y una eficaz supervisión del nivel de combustible de cada vehículo.
- Para cada pérdida de señal, el sistema almacena los datos en la memoria del Arduino para luego, cuando la señal es restablecida, ser enviada a la página web y este almacenarlos en la base de datos.

5.2 Recomendaciones

Este sistema como hemos mencionado es un prototipo de un sistema de monitoreo Telemétrico para mejorar la Supervisión del consumo de combustible, las cuales hacemos las siguientes recomendaciones para los posibles cambios que se le pudiera dar:

- Este sistema está basado en el monitoreo de vehículos de una flota de cowboys para asegurar un buen consumo de combustible, para ello es necesario la instalación de un dispositivo GPS en cada vehículo para su ubicación y un dispositivo GPRS para el envío de datos, por lo tanto sería factible un estudio profundo de la cobertura de la zona, implementado una red con más alcance.
- Para la supervisión de un proceso a través del monitoreo telemétrico, se pueden encontrar muchos sistemas sofisticados, entonces se podría agregar una tecnología más a este sistema para seguir aumentando el nivel de vigilancia de estos vehículos, como por ejemplo cámaras de video vigilancia, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Descarga de materiales en destinos, Técnico profesional, Educar Chile, Disponible en http://ww2.educarchile.cl/Materiales_para_odas_2012/5%20Mineria/material.pdf
- [2] Patricio Abarca, El ABC de la automatización sistemas de control automático. Disponible en <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sistemas-de-control-automatico.pdf>
- [3] TEC electrónica, Boletín Informativo TEC, Tecnologías GSM y GPRS en Terminales Portátiles, 2003
- [4] Sistemas GPS, uso, limitaciones, y funcionamiento, Disponible en <https://cursopilotodedrones.net/leccion/1-5-sistemas-gps-uso-limitaciones-y-funcionamiento/>
- [5] Vectium sureste, rastreo satelital de vehículos y activos, Monitoreo en tiempo real, 22 de Abril de 2014
- [6] Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control, Controladores industriales de diseño de alto nivel módulo 3: Sistemas Embebidos (ES), pág. 3, 4,7
- [7] Ingeniería MCI, Arduino.cl, Disponible en: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- [8] Sensor ultrasónico HC-SR04 crear una alarma con Arduino-HETPRO <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-hc-sr04/>