



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Protocolo para Telemetría por Medio de la Tecnología Celular GSM  
y SMS Empleando el Microcontrolador Arduino

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero de Sistemas

**AUTORES:**

Espinoza Ortiz Cesar Eduardo ([orcid.org/0000-0001-9024-6140](https://orcid.org/0000-0001-9024-6140))

Sandoval Sandoval Eder Gerson ([orcid.org/000-0002-1163-1460](https://orcid.org/000-0002-1163-1460))

**ASESOR:**

Mg. More Valencia Rubén Alexander([orcid.org/0000-0002-7496-3702](https://orcid.org/0000-0002-7496-3702))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Infraestructura y Servicio de Redes y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios por ser nuestra guía, es quien nos acompaña espiritualmente en los momentos difíciles. A nuestros queridos padres por brindarnos constantemente su incondicional apoyo, por ser nuestra inspiración y motivarnos en la perseverancia, el esfuerzo, la excelencia y los valores.

## **Agradecimiento**

A los docentes que han contribuido con sus conocimientos y experiencias en nuestra formación profesional, a nuestras familias por el respaldo y motivación que nos impulsaron a lograr el objetivo de culminar la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas satisfactoriamente.

Al docente asesor de desarrollo de proyecto de investigación Mg. More Valencia Rubén Alexander perteneciente a la sede Piura, por conducirnos a lograr el objetivo de culminar la tesis de manera exitosa, en base a la exigencia, la ética y su amplia experiencia investigativa.

## Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.1.1 Tipo de investigación.....	16
3.1.2 Diseño de investigación .....	16
3.2 Variables y operacionalización .....	17
3.3 Población, muestra y muestreo .....	18
3.3.1 Población .....	18
3.3.2 Muestra .....	19
3.3.3 Muestreo .....	20
3.3.4 Unidad de análisis.....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5 Procedimientos.....	22
3.6 Métodos de análisis de datos .....	24
3.7 Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS .....	27
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1: Especificaciones técnicas de arduino uno R3 .....	11
Tabla 2: Especificaciones técnicas de la placa electrónica SHIELD SIM900 .....	13
Tabla 3: Comandos AT para la programación de la SIM900.....	14
Tabla 4: Técnica e instrumento de recolección de datos según dimensión e indicador.....	21
Tabla 5: Resultado de test t para una muestra de tiempo unidireccional .....	28
Tabla 6: Resultado test t para una muestra de tiempo de respuesta .....	29
Tabla 7: Resultado test de proporciones para una muestra de tasa de pérdida de datos .....	30
Tabla 8: Resultado test de proporciones para una muestra de tasa de retransmisión de datos .....	32
Tabla 9: Resultado de test de proporciones para una muestra de similitud de datos enviados y recibidos .....	33
Tabla 10: Resultado de test de proporciones para una muestra de alertas tempranas .....	34

## Índice de figuras

Figura 1: Modelo de flujo de comunicación de solicitud de trama del protocolo de red HAN.....	9
Figura 2: Modelo de segmentación de campos de datos para SMS .....	11
Figura 3: Arduino uno R3 .....	12
Figura 4: Editor de código de programación de arduino.....	12
Figura 5: Placa electrónica SHIELD SIM 900.....	14
Figura 6: Proporción datos recibidos y perdidos .....	31
Figura 7: Proporción de datos SMS retransmitidos .....	32
Figura 8: Proporción de datos SMS incompletos .....	33
Figura 9: Proporción de alertas transmitidas .....	35

## Resumen

El estudio tiene como propuesta determinar la factibilidad de la aplicación de la telemetría por medio de la tecnología celular GSM mediante SMS, para ello se desarrolló un protocolo de comunicación que permite el envío, recepción y procesamiento de datos bajo un formato específico. Los datos transmitidos están relacionados al consumo de GLP de uso doméstico, siendo el peso del contenido y su porcentaje como datos transmitidos. La investigación es de tipo aplicada con diseño no experimental y transversal descriptivo. Las pruebas realizadas sobre una muestra de 384 datos SMS, muestran que el tiempo promedio de transmisión unidireccional es de 14 segundos, mientras que el tiempo promedio de respuesta de un dato SMS es de 37.6 segundos, igualmente se observó que los datos perdidos en una hora representan el 3.2% del total y los datos retransmitidos debido a su pérdida se encuentra en 3.13%, así mismo los datos recibidos incompletos son del 2.6% y los SMS de alerta se generan y transmiten al 97%. El estudio concluye que la tecnología GSM mediante SMS es adecuada para la telemetría, aunque se considera que la calidad de transmisión depende de la cobertura en la zona geográfica donde se implementan los dispositivos transmisores.

**Palabras Clave:** Tecnología GSM, transmisión de paquetes por SMS, Tecnología arduino, protocolo de comunicación, telemetría.

## Abstract

The objective of the study is to determine the feasibility of the application of telemetry through GSM cellular technology by means of SMS, for which a communication protocol was developed that allows sending, receiving and processing data under a specific format. The data transmitted are related to the consumption of LPG for domestic use, being the weight of the content and its percentage as transmitted data. The research is of applied type with non-experimental and descriptive cross-sectional design. The tests carried out on a sample of 384 SMS data, show that the average one-way transmission time is 14 seconds, while the average response time of an SMS data is 37.6 seconds, it was also observed that the data lost in an hour represent 3.2% of the total and the data retransmitted due to its loss is 3.13%, likewise the data received incomplete is 2.6% and the SMS alerts are generated and transmitted at 97%. GSM technology via SMS is suitable for telemetry, although it is considered that the quality of transmission depends on the coverage in the geographical area where the transmitting devices are implemented.

**Keywords:** GSM technology, SMS packet transmission, arduino technology, communication protocol, telemetry.

## I. INTRODUCCIÓN

Los protocolos de comunicación, hacen posible la transmisión de datos desde el dispositivo que realiza una petición hasta el dispositivo que la recibe y emite la respuesta a dicha solicitud; en la actualidad existen diversos protocolos estandarizados para la comunicación y transporte de datos por los dispositivos intermedios y finales en las redes externas e internas. Actualmente existen muchas aplicaciones informáticas que emplean la transmisión de datos por medios inalámbricos, las más empleadas son las señales de wifi, señales satelitales y las tecnologías celulares, en estas tecnologías celulares se encuentra el estándar GSM que mediante el servicio de mensajes cortos (SMS) se pueden transmitir datos formateados en paquetes de bits para su transmisión aprovechando su bajo costo y gran alcance de esta tecnología.

En el artículo titulado “Estudio de viabilidad sobre la aplicación de la tecnología GSM-SMS a la adquisición de datos de campo” se documenta una investigación sobre la viabilidad de implementar un sistema prototipo para la recopilación de datos, en un campo de cultivo en Taiwán, y luego estos datos enviarlos a un equipo de monitoreo, para ello emplean la tecnología GSM por medio de SMS para la transmisión de datos; estos datos se relacionan con los indicadores de humedad, temperatura, velocidad del viento y número de plagas. (Tseng et al. 2006)

El empleo de la red GSM a través de mensajes de texto representa un beneficio en la transmisión de datos, ya que es una tecnología de bajo costo para el usuario y de gran alcance a nivel geográfico, además que ofrece el envío de datos bajo un protocolo propio el cual genera un mayor control sobre la codificación de datos a enviar. Debido a ello se origina la necesidad de realizar un estudio sobre el desarrollo de un protocolo para la codificación de datos y su transmisión por la red GSM y SMS; teniendo como principal aporte en la telemetría, es decir control y monitoreo remoto de diversos tipos de dispositivos.

Ante este contexto, hemos identificado el siguiente problema de investigación: ¿cómo desarrollar un protocolo para telemetría por medio de la red GSM y SMS

empleando el micro controlador arduino?, de esta interrogante subyacen las preguntas ¿Cuál es el tiempo de transmisión de los datos SMS?, ¿Cuál es el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta luego de ejecutar una instrucción solicitado por un dispositivo remoto?, ¿Cuál es la proporción de datos SMS que no son recibidos en el transcurso de 1 hora?, ¿Cuál es la proporción de datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados?, ¿Existe similitud entre los datos SMS enviados y recibidos?, ¿Cuál es la efectividad en el envío de mensajes de alerta ante un evento definido?.

En ese sentido se justifica la elaboración del presente trabajo de investigación, ya que se considera su importancia en lo teórico, metodológico, académico, social y práctico. En lo teórico se justifica ya que se emplean las bases teóricas representadas en los antecedentes para la comparación de los resultados del estudio con los resultados de dichos antecedentes lo que indicará que un protocolo desarrollado en arduino por medio de la tecnología GSM y SMS si se puede emplear para la telemetría. En lo metodológico se justifica porque generará aporte científico que será de consulta para investigaciones futuras por medio de los resultados y los instrumentos para la toma de datos como las fichas de registro. En lo académico se justifica ya que se emplearán conocimientos y conceptos científicos para el desarrollo de la propuesta, además se pretende generar interrogantes para futuras investigaciones. En lo social se justifica debido a que la propuesta tecnológica puede ser implementada para la satisfacción de requerimientos enfocados en el envío de datos específicos codificados a un bajo costo y con una red de gran cobertura geográfica. Se justifica de manera práctica porque se desarrollará un protocolo para el control y monitoreo remoto de dispositivos por medio de la red GSM y SMS haciendo uso del micro controlador arduino uno y la tarjeta GSM SHIELD SIM900.

Ante lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo principal del trabajo de investigación, desarrollar un protocolo para la telemetría por medio de la red celular GSM y SMS empleando el micro controlador arduino.

Siendo los objetivos específicos determinar el tiempo de transmisión unidireccional de los datos SMS; determinar el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta; identificar la proporción de datos SMS perdidos en una hora; identificar

la proporción de datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados; verificar la similitud de los datos SMS enviados y recibidos; verificar el envío del mensaje SMS de alertar ante un evento específico.

En la hipótesis general se plantean como hipótesis nula  $H_0$ : un protocolo generado en el micro controlador arduino y con la tecnología celular GSM y SMS no se puede emplear para la telemetría. Mientras que como hipótesis alterna  $H_a$ : un protocolo generado en el micro controlador arduino con la tecnología celular GSM y SMS se puede emplear para la telemetría.

Como hipótesis específicas se plantean el tiempo de transmisión de datos SMS por la red GSM es menor a 20 segundos; el tiempo promedio de transmisión de datos SMS de respuesta es menor a 30.5 segundos; la proporción de datos SMS perdidos es menor al 5% del total transmitidos en una hora; la proporción de datos perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados es menor al 2.73% del total transmitidos; los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos no son iguales; todos los mensajes SMS de alerta se generan y transmiten.

## II. MARCO TEÓRICO

En la India, Yellamma y otros (2021) en el artículo de investigación “**Sistema de Alerta de Accidentes de Vehículos Basado en Arduino Usando GPS, GSM y Acelerómetro MEMS**”, esta investigación tuvo como objetivo prevenir que las personas que sufren un accidentes de tránsito pierdan la vida a causas de heridas en la cabeza, mediante la construcción de un sistema automatizado de alerta utilizando tecnología GSM con Arduino para alertar mediante el envío de un mensaje a los familiares tan pronto como suceda el accidente.

El análisis de estudio se basó en los cuatro tipos de accidentes: Accidente frontal, accidente de espalda, accidente izquierdo y accidente derecho, todos relacionados con el Acelerómetro MEMS el cual revelará las coordenadas X, Y de nuestro vehículo para determinar el tipo de accidente, en la India año 2021.

Se utilizaron un micro controlador Arduino UNO R3, un receptor GPS GY6MV2 (para capturar la latitud y la longitud del lugar del accidente), un sensor Acelerómetro ADXL335 MEMS (para la captura las coordenadas X e Y del vehículo), una pantalla LCD de 16x2 (para presentar los mensajes , alcance y la longitud del lugar del accidente) y un módulo GSM SIM 800L(para enviar un SMS de alerta) que informarán a los familiares sobre el tipo de accidente y proporcionarán la ubicación del accidente a través de Google Maps.

Como resultado se obtuvo, que cuando el vehículo sea golpeado por otro vehículo, el sistema nos indicara cuatro tipos de accidente: Si es un accidente frontal, un accidente de espalda, un accidente de lado izquierdo, accidente lado derecho. El Acelerómetro MMS detectará las coordenadas X, Y del vehículo, el módulo GSM nos mostrará un mensaje de salida indicando el tipo de accidente, este mensaje será enviado a los números de las personas registrados al vehículo.

Como discusión se tuvo que cuando ocurre un accidente, que puede ser cualquiera de los cuatro tipos de accidentes que ya hemos mencionado y si el conductor no presionó el botón de reinicio en el tiempo sugerido por el sistema, entonces se creará que el accidente es grave y se enviará un mensaje de precaución a los miembros de la familia registrados en el sistema. El sistema enviará un mensaje de

aviso a los integrantes de la familia del individuo que ha sufrido un accidente, utilizando un módulo GSM configurado con un módem GPS que localizará la ubicación del lugar y enviará la latitud y la longitud del lugar del accidente. (Yellamma et al. 2021)

En Piura, en la Universidad Nacional de Piura, Jara Neyra, Ordinola Poicón y Siancas Panta (2019) **“Desarrollo de prototipo de un sistema de monitoreo y control de consumo de agua potable utilizando tecnología celular GSM”**, investigación que tuvo por objetivo principal desarrollar un modelo de sistema para el monitorear y controlar el consumo de agua, y así lograr prevenir su desperdicio y contribuir a conservar este recurso vital, así mismo saber el consumo mediante las lecturas.

Se utilizaron un Módulo de Relé denominado “SRD-5VDC” (dispositivo que controla el encendido y apagado de los equipos que trabajan con alta potencia, es decir controlar la electroválvula de 12V), un Sensor para el control del caudal de agua YF-S201, un Módulo SIM900 (para permitir al sistema las comunicaciones), Modulo Arduino Uno R3, Una Electroválvula de ½” N/C 12V.

Como resultado, se efectuó diversas pruebas sobre las cantidades consumidas de agua potable en tres días continuos, pero sin tener un control sobre la apertura y cierre de la “electroválvula” en un periodo iniciando el 25 y concluyendo el 28 de junio de 2019, la lectura del agua comenzó desde las 06:22 pm, y realizando las mediciones entre las 6:22 pm y 6:27 pm en los días establecidos; así mismo se les dio indicaciones a los habitantes de los domicilios que empleen el agua como habitualmente lo hacen.

Como discusión se tiene que el proyecto de investigación fue desarrollado para las viviendas, pero se puede proyectar para futuras aplicaciones como a instituciones educativas y cualquier empresa de distinto rubro. El empleo de la tecnología celular GSM ha permitido poder determinar el consumo del agua, de uso doméstico, de una forma rápida por medio del uso de los mensajes de texto así como también poder controlar el consumo. (Jara Neyra, Ordinola Poicón y Siancas Panta 2019)

De igual manera, pero a nivel nacional, en Huancavelica, en la Universidad Nacional de Huancavelica, Capcha De La Cruz y Chaico Pecho (2018) **“Diseño e implementación de un sistema de telemetría utilizando red GSM para alertar y prevenir el robo de combustible en vehículos Toyota diésel en la ciudad de Pampas – departamento de Ancash año 2017”**, investigación que ha tenido como principal objetivo el desarrollo de un sistema de telemetría utilizando la red GSM que origine mensajes de texto de alerta para que de esta manera se pueda impedir el robo de combustible en vehículos livianos.

Trescientos ochenta y cuatro son las muestras necesarias para la prueba de hipótesis, la población está compuesta por interminables mensajes de texto, estos mensajes son emitidos por el transmisor del sistema de telemetría. Se usaron instrumentos de recolección de datos como: Una Cámara fotográfica y de video, fichas de recopilación de datos (para ver el nivel de combustible), un Multi tester “FLUKE 87 III TRUE RMS” y memorias tipo “SD Card” (para la recopilación de datos del tiempo de recepción de los mensajes de texto).

Se lograron como resultado: un sistema orientado a la telemetría para avisar cuando se detecte el hurto de combustible en los vehículos livianos haciendo uso del estándar y tecnología GSM, de manera que se envían mensajes de aviso ante algún intento de robo de combustible, a los números de teléfonos pre establecidos registrados en el sistema.

Como conclusión se obtiene que el sistema de telemetría haciendo uso de la red GSM/ SMS alerta el robo de combustible con una eficacia del 95%, entre el transmisor y receptor a través del envío de mensaje de texto y con un mínimo consumo en la pérdida de mensajes. (Capcha De La Cruz y Chaico Pecho 2018)

En Taiwán, en la Universidad Nacional de Tecnología de Tseng y otros (2006) **“Estudio de viabilidad sobre la aplicación de la tecnología GSM-SMS a la adquisición de datos de campo”**, esta investigación tuvo como objetivo proponer una arquitectura de comunicación basada en GSM-SMS y luego desarrollar un formato de paquete de mensaje corto que este adecuado para monitorear las áreas de cultivo y poder recopilar datos de campo, como temperatura, humedad, velocidad del viento y número de plagas, numero de insectos capturados.

Los datos de prueba de este estudio, el GSM-SMS puede enviar y recibir correctamente datos de campo en el rango de distancia de 2-83 km en un plazo de 23-52 segundos.

Se utilizaron un módulo GPS, un módulo GSM, un módulo para la detección de parámetros ambientales y módulo empleado como núcleo de integración. Como resultado se obtuvo, que el sistema de vigilancia basado en el método de transmisión de datos propuesto es más flexible y reconfigurable que otros sistemas convencionales, la recogida automática de datos, la supervisión/control a distancia y la generación de alarmas. Todo esto mejorará la producción en el sector agrícola y además de la eficiencia de la medición de datos mediante la combinación de GSM-SMS y las modernas tecnologías agrícolas.

Como discusión se tiene la viabilidad de la adquisición de datos de campo utilizando la tecnología GSM-SMS. La tecnología GSM-SMS en Taiwán es un servicio prevalente que puede llegar incluso a las zonas poco pobladas, incluyendo las laderas de las montañas o las zonas rurales y retransmitir los datos en 24 horas para reducir la posibilidad de pérdida de datos SMS. (Tseng et al. 2006)

El presente trabajo se sustenta en investigación científica, tal es así que las principales teorías en las que se encuentra basada las variables de estudio son:

Según Capcha y Chaico (2018) la **telemetría** hace referencia a una tecnología que abarca el proceso de adquisición de datos, su adecuación o codificación para su posterior envío hacia el equipo o dispositivo que recepcionará y decodificará el mensaje para su procesamiento. La palabra telemetría proviene del vocablo griego “tele” que significa lejanía y “metrón” que significa medida.

En esencia significa el monitoreo y control remoto por medio del envío de datos a larga distancia; en sus inicios se empleaba la comunicación por medios alámbricos, en la actualidad con el crecimiento de la tecnología digital también se emplean los medios inalámbricos como la tecnología celular, wifi, satelital, etc.

La telemetría ha sido muy importante en la recopilación y envío de datos en el rubro de la agricultura, el control y monitoreo de plantas generadoras de energía e incluso en el monitoreo de los vuelos de naves espaciales tanto los tripulados como también los no tripulados.

La telemetría tiene como principal objetivo la transmisión de datos por medios inalámbricos desde un punto emisor hasta uno receptor, ya que no se dispone de un medio cableado o no existe viabilidad económica para implementar ese medio alambrado. (Capcha De La Cruz y Chaico Pecho 2018).

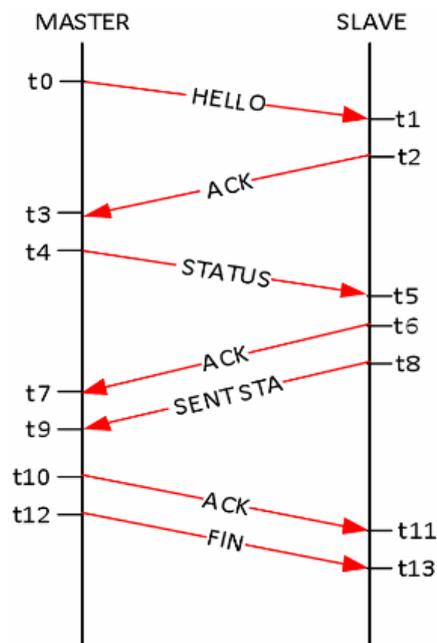
Según Cárcamo y Riquelme (2017), el **protocolo** se emplea para realizar y garantizar la comunicación entre nodos y abarca de manera transversal las diferentes capas según el modelo empleados, en la actualidad los modelos estandarizados corresponden a los modelos de referencia de protocolos de red TCP/IP y OSI.

El protocolo implica que se generen enlaces entre los dispositivos o nodos en una determinada red, incluyendo los códigos estandarizados para la comunicación entre los nodos y sin dejar de lado los códigos propios de las aplicaciones de la red que solicitan datos. Uno de los objetivos del protocolo de comunicación es generar la interoperabilidad entre dispositivos que pertenecen a una determinada red.

Como se mencionó anteriormente en la actualidad el protocolo más conocido es el estándar para internet es el TCP/IP la cual esta normada por la IEEE 802.3x para el caso de redes cableadas y 802.11x para redes inalámbricas; de manera técnica y especifica un protocolo contempla la conformación de una trama la cual contendrá la información sobre el proceso que se esté realizando, esta trama se construye con un algoritmo para su codificación y decodificación e interpretación de los bits de datos que conforman la trama.

Para conocer el proceso de operación de los protocolos se emplean generalmente los diagramas de tiempo en donde se puede especificar el flujo del desarrollo de la comunicación, el cual contempla el saludo inicial y envío de trama, saludo y la solicitud para el accionamiento de algún dispositivo o equipo y por último el flujo de interrupción. (Cárcamo y Riquelme 2017).

Figura 1: Modelo de flujo de comunicación de solicitud de trama del protocolo de red HAN



Fuente: Carcamo y riquelme (2017)

Según Capcha y Chaico (2018) que estudia a Giraldo (2013), **GSM** provienen de las siglas “**Global System Communication**”, que representa un estándar de comunicación específico a la telefonía móvil, esta tecnología se encuentra implementada por medio de satélites y de las antenas terrestres, estos componentes representan la parte de radio de esta tecnología, es decir de la comunicación inalámbrica por medio de señales electromagnéticas que son empleadas para la comunicación entre los dispositivos móviles y las antenas de radio receptoras y emisoras de señal.

La tecnología GSM emplea las bandas entre las frecuencias de los 850 y 1800 MHz con un máximo rendimiento de 9.6 Kbps, lo cual permite las transmisiones para las señales de origen de voz y también para los datos tipos digitales con volumen bajo, aquí es donde se encuentran el servicio de mensajes cortos o SMS y también el servicio de mensajes multimedia o MMS. En la red del estándar GSM el dispositivo móvil perteneciente al usuario se le designa como estación móvil, ésta contiene el

módulo que identifica al abonado o tarjeta "SIM" que permite la identificación del usuario y su dispositivo móvil.

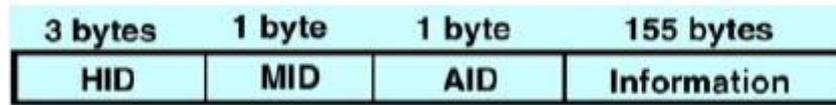
Estos dispositivos tienen una identificación de 15 dígitos denominada "IMEI"; la tarjeta SIM contiene un número que se caracteriza por ser único y secreto de identificación "IMSI" el cual puede ser protegido con una clave compuesta por cuatro dígitos, a la clave se le denomina código PIN. El dispositivo móvil del usuario se conecta a una estación base por medio de la señal de radio, las estaciones base se conectan al "BSC" o controlador de estaciones base, que gestiona los recursos; las estaciones base y el BSC conforman el subsistema de estaciones base o "BSS".

Estos BSS se conectan físicamente al "MSC" o centro de conmutación móvil, finalmente el MSC se enlaza a la red pública de telefonía y al internet que es administrado por el proveedor del servicio de telefonía. El MSC integra al "NSS" o subsistema para la conmutación de red que administra la identificación de los abonados o usuarios, la localización de los usuarios y las comunicaciones con otros dispositivos registrados.

El MSC está conectado a las diversas bases de datos las cuales ofrecen el servicio de registro de localización o ubicación de origen también conocido como "HLR", el registro de localización de visitante denominado "VLR", el registro para la identificación del equipo también conocido como "EIR" y el centro que gestiona la autenticación o "AUC". (Capcha De La Cruz y Chaico Pecho 2018) (Giraldo 2013).

De la misma manera Tseng y otros (2006); comentan que el **servicio de mensajería corta o SMS**, el cual emplea las capacidades del estándar GSM, ofrece la funcionalidad de envío de datos en formato alfanumérico cuya longitud del mensaje tiene un máximo de 160 bytes. La tecnología GSM ofrece la capacidad de emisión y recepción de mensajes de texto mientras se encuentra en curso alguna llamada de voz gracias al canal de control SACCH; por el contrario cuando no existe alguna llamada de voz transcurriendo en el momento de la transmisión de un mensaje de texto, entonces se emplea en canal de control dedicado SDCCH.(Tseng et al. 2006).

Figura 2: Modelo de segmentación de campos de datos para SMS



Fuente: Tseng et al. (2006)

De igual forma Sotero y Atoche (2019) mencionan que **arduino uno R3** es un componente electrónico que está basada en el micro controlador ATmega 328, esta tarjeta electrónica consta de 14 entradas y salidas de señal digital, 6 de estas pueden ser empleadas como señales de salidas para la modulación mediante el ancho de pulsos denominados “PWM”; también cuenta con 6 entradas analógicas. Esta placa también contiene un resonador de cerámico con una frecuencia de 16 MHz, conexión de alimentación de energía, conexión USB, la cabecera de ICSP y un botón para el reseteo; la tarjeta permite la conexión a una computadora por medio del cable USB y alimentación directa a la corriente eléctrica por medio de un transformador. (Cajo Sotero y Cardoza Atoche 2019).

Tabla 1: Especificaciones técnicas de arduino uno R3

Características técnicas de Arduino uno R3	
Voltaje de funcionamiento	5 v
Voltaje recomendado de entrada	7 – 12 v
Corriente de cada Pin de entrada y salida	40mA
Corriente de los pines de 3.3V	50mA
Capacidad de la memoria tipo Flash	32 Kb
Capacidad de la SRAM	2Kb
Capacidad de la EEPROM	1 Kb
Frecuencia de funcionamiento del reloj	16 Mhz

Figura 3: Arduino uno R3



Fuente: Pagina web de Proyecto Arduino<sup>1</sup>

Figura 4: Editor de código de programación de arduino



Fuente: Syed y Faruk (2017)

<sup>1</sup> <https://proyectoarduino.com/arduino-uno-r3/>

Cajo Sotero y Cardoza Atoche (2019) mencionan sobre la placa electrónica **SHIELD SIM 900**, que está basado en el módulo SIM 900 perteneciente a SIMCOM, la cual es totalmente compatible con arduino u otras placas semejantes a arduino. Esta placa SHIELD ofrece la comunicación por GSM y GPRS; con el escudo se pueden enviar mensajes cortos o SMS, mensajes multimedia o MMS, GPRS y además audio por medio de UART empleando los comandos AT. Esta SHIELD también contempla 12 GPIO, ADC y 2 PWM. (Cajo Sotero y Cardoza Atoche 2019)

*Tabla 2: Especificaciones técnicas de la placa electrónica SHIELD SIM900*

Características técnicas del SHIELD SIM 900	
Voltaje mínimo de funcionamiento	9 voltios
Voltaje máximo de funcionamiento	20 voltios
Corriente bajo el modo suspendido	1.5mA
Comunicación	UART
Frecuencia de operación	850/ 900/ 1800 y 1900 MHZ
Estación celular móvil	GPRS clase base GSM 2/2+
Frecuencia en Clase 1 a 1W	De 1800 a 1900 Mhz
Frecuencia en Clase 4 a 2W	De 850 a 900 Mhz
Formato de datos de SMS	Ascii, hexadecimal
Pila embebida de TCP – UDP	Los datos se cargan a un servidor de aplicaciones web
Puerto en serie	Selección libre
Altavoces y auriculares	2 conectores tipo Jack de 3.5 mm
Dimensiones en milímetros	75 x 55 x 10
Rango de temperatura de operación	-40° C y 85° C

Figura 5: Placa electrónica SHIELD SIM 900



Fuente: Página web de naylampmechatronics<sup>2</sup>

Tabla 3: Comandos AT para la programación de la SIM900

Comando	Descripción
“AT”	Verifica si la SIM900 funciona correctamente, como respuesta el módulo SIM retorna “OK”.
“ATI”	Visualizar las especificaciones relacionadas al dispositivo.
“AT+IPR=?”	Indica el “Baud Rate” de operación del SIM.
“AT+IPR?”	Muestra el “Baud Rate” configurado actualmente.
“AT+IPR=XXX”	Para configurar la SIM con la frecuencia que se desea que opere.
“AT+COPS?”	Muestra el nombre de la empresa operadora de telefonía.

<sup>2</sup> <https://naylampmechatronics.com/ardusystem-shields/146-shield-sim900-gsm-gprs.html>

"AT+CGSN"	Muestra el IMEI de la tarjeta chip empleada.
"AT+CSCS?"	Configuración del tipo de texto.
"AT+CSCS="XXXX"	Configuración al tipo de texto
"AT+CMGF?"	Muestra en que formato se encuentra un mensaje, que puede ser SMS (1) o PDU (0).
"AT+CMGF=1"	Establece el SMS en modo texto.
"AT+CMGS=04455XXXX"	Para el envío del SMS, se muestra el símbolo ">" luego se escribe el mensaje y se finaliza presionando "Ctrl+Z", si devuelve "OK" el mensaje se envió de manera correcta.
"AT+CMGL=ALL"	Para visualizar los mensajes recibidos por el SIM.
"ATD04455XXXXX"	Para realizar una llamada a un teléfono celular.
"ATA"	Para responder la llamada entrante.
"ATH"	Para finalizar la llamada en curso.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación será de tipo aplicada ya que el desarrollo se basa en ofrecer una solución práctica a una situación específica.

La investigación aplicada es aquella que mediante el empleo de la investigación básica u otros métodos particulares, se aplica con una finalidad práctica, siendo adecuado para desarrollos tecnológicos en diversos campos como lo son la ingeniería, tecnología en la biología, en lo social y mental. (García 2018)

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de investigación del estudio de investigación será no experimental, ya que el objetivo es realizar una propuesta tecnológica de transmisión de datos para la telemetría, no se manipularán las variables de estudio. Además será transversal descriptivo ya que especificará las características y propiedades del objeto que se someterá al análisis.

El diseño no experimental no realiza la manipulación de las variables, el objetivo de este tipo de diseño es estudiar el fenómeno en la misma forma en cómo se manifiesta en la realidad, para luego realizar el análisis, la comprensión y la explicación. En ésta investigación el investigador no genera estímulos o condiciones hacia los sujetos objeto de estudio. Los estudios descriptivos tienen como objeto describir, medir y obtener información referente a las variables de estudio pero no intentan estudiar o analizar la relación entre ellas. (Martínez Ruiz 2018)

### 3.2 Variables y operacionalización

Las variables del estudio son:

La variable “protocolo para telemetría”, se define como el algoritmo para la transmisión de datos por medio de la tecnología inalámbrica celular del estándar GSM, el cual permite que se transmitan señales de voz y datos cortos mediante SMS. Esta variable tiene como dimensiones “inicialización”, esta dimensión referencia al primer envío de un mensaje de dato SMS, esta dimensión tiene por indicador el tiempo de transmisión de SMS unidireccional y como escala de medición es continua / razón.

Así mismo esta variable tiene por dimensión “recibir y manejar SMS”, que define el flujo constante de envíos y recepción de mensajes de datos SMS, esta dimensión tiene por indicador tiempo de transmisión promedio de una respuesta y como escala de medición es continua / razón; también tiene por dimensión “integridad”, bajo el cual se analiza la pérdida de datos en la transmisión, esta dimensión tiene por indicador la tasa de pérdida de datos en una hora y como escala de medición es discreta.

Del mismo modo para esta dimensión se tiene el indicador de la tasa de retransmisión de datos que nos indica el porcentaje de datos que necesitan ser reenviados debido a su pérdida en la transmisión, su escala de medición es discreta.

También esta variable tiene por dimensión “exactitud”, que compara la similitud del mensaje enviado y recibido, esta dimensión tiene por indicador la verificación cruzada de los datos enviados y recibidos y como escala de medición es discreta.

La variable “micro controlador arduino”, la cual se define como un formato en serie representado por una placa electrónica diseñada para desarrollar diversos prototipos tecnológicos, soportado por una gran variedad de lenguajes de programación para alcanzar una comunicación fluida con el dispositivo y otros periféricos diversos.

Esta variable, tiene por dimensión “efectividad”, en esta dimensión se analiza el cumplimiento de las funciones programadas para la notificación

de eventos mediante alertas de SMS, esta dimensión tiene por indicador las alertas tempranas y como escala para la medición es discreta.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

Mendoza y Ramírez (2020), la población la conforma el grupo de individuos, elementos u objetos que se requiere conocer para cierta investigación, es este grupo es donde se generalizarán los resultados, también se consideran a las unidades de estudio que el investigador le interesa analizar. Es necesario el cumplimiento de criterios para la delimitación de la población el cual está conformado por los criterios de inclusión y exclusión. (Mendoza y Ramírez, 2020)

Generalmente la población se denota por el símbolo " $\mu$ ", se asume que es discreta y compuesta por una cantidad finita de elementos, que pueden ser: compañías, individuos, hogares. De esta población, el interés se encuentra en las variables y sus valores que estas obtienen producto de la observación, el objetivo radica en calcular los parámetros en esta población. (Tille 2020)

La población se encuentra conformada por los infinitos datos de mensajes de texto que se envía desde el hardware transmisor por medio de la tecnología GSM y mediante SMS hacia el hardware receptor. Así mismo también se considera como población a las tramas de datos representados o agrupados en un formato específico.

Para los criterios de inclusión se consideran los mensajes completados que se transmiten mediante un formato codificado propio del protocolo implementado. Como criterio de exclusión se considera aquellos mensajes que no han completado su transmisión y además aquellos mensajes con formato que no

corresponde al implementado por el algoritmo de empaquetamiento de datos.

### 3.3.2 Muestra

Otzen y Manterola (2017), especifican a la muestra como el grupo que representa a los sujetos seleccionados pertenecientes a la población de estudio, así una muestra será representativa si los seleccionados estuvieron en igualdad de probabilidades de ser elegidos en la muestra para una determinada investigación, además que el número de elementos seleccionados tengan una representatividad numérica en relación a la población de origen de acuerdo con la distribución de la variable planteada en el estudio. (Otzen y Manterola 2017)

La muestra se obtuvo aplicando la fórmula para una población infinita la cual se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 (P)(1 - P)}{E^2}$$

Dónde:

N: Representa el tamaño de la muestra.

Z: Representa el estadístico de prueba con un nivel de confianza; en el caso actual para un nivel de confianza del 95% se determina para Z el valor de 1,96.

E: Error de la muestra, para el caso presente es del 5% o 0,05.

P: Representa la proporción de elementos que tienen la característica de interés en la población, cuyo valor es del 50% o 0,5.

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(1 - 0.5)}{0.05^2}$$

Aplicando la fórmula reemplazado con los valores numéricos en sus respectivas variables, se obtiene una muestra de 384 datos de mensajes de texto.

### **3.3.3 Muestreo**

Como técnica estadística se utilizó el muestreo aleatorio simple, ya que cada elemento o dato de mensaje de texto que forma parte de la población tiene igual de probabilidades para ser seleccionado y ser parte de la muestra.

En el muestreo aleatorio simple los participantes son seleccionados de manera aleatoria haciendo uso de tablas que contienen números aleatorios o también por medio de programas informáticos; debido a que el azar es parte principal de este muestreo, entonces las muestras obtenidas son más representativas, sin embargo, es necesario realizar una lista con toda la población referenciada. (Arrogante 2022)

Para el proyecto de investigación se tomaran de una lista de mil datos SMS transmitidos los 384 datos SMS calculados de la muestra, estos datos de la muestra serán evaluados en la respectiva ficha de registro.

### **3.3.4 Unidad de análisis**

Según Carhuancho y otros (2019), la unidad de análisis está referido a quien será el que brinde la información, los cuales pueden ser empresas u organizaciones, turistas, médicos, ingenieros, etc. (Carhuancho Mendoza et al. 2019)

La unidad de análisis, para la población conformada por los datos SMS, está conformado por el dato SMS cuya transmisión ha sido completada en un intervalo de tiempo, este dato SMS se encuentra establecido en un formato específico. Del mismo modo, para la población conformada por las tramas que representan el dato a enviar por SMS, la unidad de análisis es la trama formateada por medio de un algoritmo para el agrupamiento y ordenamiento de datos a transmitir.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la investigación fue la observación, el cual permite la recolección de datos a través de los instrumentos que para el presente caso se empleó la ficha de registro.

La observación tiene como característica que el investigador puede observar el objeto de estudio o algún fenómeno en el estado natural en el que se produce, es decir se mantiene separado físicamente y no participa en el estudio. Así mismo comenta que la ficha de observación se emplea cuando el investigador observador desea evaluar, analizar o medir algún objeto en particular, es decir cuando se desea obtener la información necesaria sobre dicho objeto. (Arias Gonzáles 2020)

*Tabla 4: Técnica e instrumento de recolección de datos según dimensión e indicador*

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Inicialización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo de transmisión de SMS unidireccional.</li></ul>	Observación	Ficha de registro
<b>Recibir y manejar SMS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo de transmisión promedio de una respuesta.</li></ul>	Observación	Ficha de registro
<b>Integridad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tasa de pérdida de datos. (datos de SMS que no pueden ser recibidos después de 1 hora / total de datos transmitidos )</li></ul>	Observación	Ficha de registro
	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tasa de retransmisión de datos. (datos de SMS reenviados por perdida / total de datos transmitidos)</li></ul>	Observación	Ficha de registro

<b>Exactitud</b>	• Verificación cruzada de los datos enviados y recibidos.	Observación	Ficha de registro
<b>Efectividad</b>	• Alertas tempranas.	Observación	Ficha de registro

La validez se realizó por medio de un juicio de profesionales, mediante la presentación de las fichas de registro a los profesionales seleccionados para que sean validados los indicadores planteados en dichas fichas de registro.

Según Carhuancho Mendoza y otros (2019) que estudia a Corral (2009) Comentan que la validez sobre un instrumento de recolección de datos consiste en asegurar que dicho instrumento mida lo que tiene que medir. (Carhuancho Mendoza et al. 2019)

### **3.5 Procedimientos**

Para el desarrollo de la investigación, se inició por identificar la problemática en estudio, el cual consiste en desarrollar un protocolo para Telemetría haciendo uso de la tecnología celular GSM y SMS, es por ello que se han planteado el uso de dos variables de estudio, protocolo de telemetría y micro controlador arduino, una vez identificadas las variables de estudio, se procedió a indagar situaciones similares en artículos científicos , tesis y repositorios nacionales e internacionales y toda investigación que tenga suficientemente similitud con el proyecto de investigación.

Así mismo se hará uso de un módulo GSM SHIELD SIM 900, el cual va permitir un sistema de comunicación a través de la red celular y una tarjeta de Micro controlador Arduino que va permitir la conexión con el modulo SIM 900, juntos crean un módulo electrónico que permitirá poder realizar el protocolo de telemetría. Con la finalidad de seguir modelos sólidos para el desarrollo del protocolo de telemetría se utilizará la metodología John Durkin, a la par con los comandos AT de SIM 900, IDE de arduino para la configuración.

Los pasos seguidos en el proyecto de investigación, dando cumplimiento a los objetivos específicos establecidos, fueron los siguientes:

Se realizó la lectura y análisis de los diferentes antecedentes, ubicando diferentes artículos y tesis relacionadas con el proyecto de investigación. Se investigó acerca de protocolo GSM, SIM 900 y micro controlador arduino y su funcionamiento. Así mismo, se recolectó información relacionada con protocolo de telemetría. Se empleó, como instrumento de evaluación, las fichas de registro por cada indicador.

Se prepararon los módulos electrónicos que conforman el sistema de telemetría en el nodo de envío y el nodo de recepción de datos SMS, estos módulos están conformados principalmente por la placa electrónica arduino uno R3 y el SHIELD SIM900, conexión establecida para una comunicación serial; arduino uno se conecta por puerto USB a una computadora que mediante el IDE de arduino y el monitor serial, se puede visualizar los datos salientes hacia el SIM900 y entrantes desde el SIM900, estos datos se visualizan junto con el tiempo en horas, minutos y segundos de llegada o salida de la red GSM.

Registrando los tiempos de llegada y salida, se realiza la medición respecto al tiempo unidireccional y de respuesta de SMS, así mismo cada dato tiene un identificador numérico único correlativo, el cual permite identificarlo tanto en su salida como en la llegada a los dispositivos, además también permite identificar su pérdida y su transmisión con la completitud de datos generados y enviados por el dispositivo emisor.

Para la transmisión de los datos SMS se emplearon dos modos, el primero es el modo programado, en el que el dispositivo de adquisición de datos, obtiene el dato relacionado al consumo de gas y lo transmite hacia el dispositivo receptor o de control y monitoreo, esta transmisión se realizó en tiempos de cada 15, 20 y 13 segundos. El segundo modo de transmisión es aquella generada por el dispositivo de control y monitoreo que envía un SMS de solicitud de datos al dispositivo de adquisición que inmediatamente genera el paquete de datos y lo transmite, esta acción de solicitud de datos

SMS se realizaba en intervalos de tiempo seleccionados de manera aleatoria por el controlador del dispositivo de control y monitoreo.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Para el análisis de los datos recolectados, se empleó el software estadístico “R”; dicho software según Fernández Lizana (2020) aparte de ser un entorno también es un lenguaje de programación que se emplea principalmente para el análisis estadísticos de los datos y sus respectivos gráficos; el software R es denominado software libre que se basa en el proyecto GNU y tiene una distribución con la licencia de GNU GPL.

Con R es posible realizar operaciones como el análisis y edición de imágenes, análisis de sonido, análisis de textos tanto cuantitativa como cualitativamente, generación de mapas y análisis espacial, analizar las redes sociales, extracción y análisis de datos de páginas web, redacción de textos y su publicación digital, creación de gráficos interactivos y animados, entre otros. (Fernández Lizana 2020)

Para realizar el análisis es necesario estudiar detalladamente la relación que existen entre las variables de investigación en la cual al sistema de telemetría se le aplicó una prueba Z para la hipótesis nula e hipótesis alterna, estableciendo un nivel de confianza del 95 % y un 5% para el nivel de significancia.

Referente al análisis estadístico de las hipótesis que evalúan el tiempo de transmisión unidireccional y el tiempo de respuesta, primero se realizó la comprobación de normalidad de los datos que corresponden a los tiempos en segundos, para ello se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba ha sido empleada ampliamente para realizar pruebas de distribución, la prueba KS opera estableciendo un valor numérico para las distancias entre dos distribuciones que derivan de dos diferentes muestras de datos.

Debido a que no es paramétrica, no realiza suposiciones sobre aquellas distribuciones subyacentes de donde se obtienen las muestras, aun así se considera que los valores correspondientes a cada muestra son

independientes estadísticamente, esto deriva a que existan una gran cantidad de no aceptaciones de la hipótesis nula. (Lanzante 2021)

Posterior a la determinación de que los datos proceden de una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de T para una muestra. Esta prueba se emplea usualmente para realizar la comparativa entre la media de una muestra y la media de la población hipotética, esta prueba estadística sigue una distribución T con n-1 grados de libertad, así mismo el estadístico T también se relaciona con la distribución normal, solo que esta es más plana en la parte superior en comparación con la distribución normal estándar.

El estadístico T se utiliza cuando la muestra es menor a 30 elementos y se desconoce la varianza de la población, por el teorema del límite central, la distribución de T se convierte en normal si la muestra tiene 30 o más elementos. (Verma y Abdel-Salam 2019)

Para las hipótesis en las que se evalúan las proporciones como lo son: la pérdida de datos, la retransmisión de datos, la completitud de datos, y la alertas SMS transmitidas; estas evaluaciones se realizan con la prueba de proporción de una muestra. En esta prueba la proporción “P” estimada está dada como:  $P = \frac{x}{n}$ , donde la variable “x” es el número de elementos de la muestra que poseen el resultado de interés y la variable “n” representa al tamaño de la muestra. En la hipótesis se considera si la proporción de una población es semejante a algún valor pre establecido. (David et al. 2020)

### **3.7 Aspectos éticos**

El proyecto de investigación se encuentra expresado de una manera responsable, su contenido es original, asimismo mantiene una información que es completamente primordial y reservado, los datos obtenidos y los resultados son mantenidos en absoluta cautela, la acción de ser difundidos y distribuidos es solo responsabilidad de los investigadores del proyecto de investigación.

Así mismo, para el estudio, se siguieron los aspectos éticos de acuerdo con la resolución de consejo universitario N° 129-2022-VI-UCV de fecha 02 de marzo del 2022. Se realizó las citas de las diferentes fuentes bibliografías utilizadas, se citó a los diferentes autores conforme a las reglas ISO 690. Para más garantía de transparencia genuina se utilizó el programa anti plagio Turnitin.

## IV. RESULTADOS

La evaluación se realizó mediante la transmisión de 384 datos SMS que fueron seleccionados de manera aleatoria, dichas pruebas se desarrollaron los días 25, 26 y 27 de octubre del 2022, desde las 7:00 horas hasta las 11:00 horas, en las cuales se evaluó el tiempo de transmisión unidireccional de los datos SMS, el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta, la proporción de datos SMS perdidos en una hora, la proporción de datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados, la similitud de los datos SMS enviados y recibidos, el envío del mensaje SMS de alertar ante la detección de un contenido mínimo de GLP

Los resultados se evalúan por cada hipótesis específica referenciada a cada indicador.

En la hipótesis específica **“El tiempo de transmisión de datos SMS por la red GSM es menor a 20 segundos”**, se evalúa con el indicador tiempo de transmisión unidireccional. Los datos obtenidos corresponden a la muestra de 384 datos de SMS, los datos evaluados son los segundos que transcurren desde que se envía un paquete de datos hasta que llega al receptor del dato SMS, para ello se realiza la diferencia del tiempo en horas, minutos y segundos de recepción del SMS y el tiempo en horas, minutos y segundos del envío del SMS.

Los 384 datos a evaluar primero deben verificarse que poseen una distribución normal, para determinar ello se realiza un test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se plantearon las siguientes hipótesis para determinar la normalidad de los datos:

$H_0$ : los datos proceden de una distribución normal

$H_a$ : los datos no proceden de una distribución normal

Los resultados que se obtuvieron para un nivel de confianza del 95 % fueron:

$D = 0.37117$ ,  $p\text{-valor} < 2.2e-16$

Si el  $p\text{-valor}$  es menor a 0.05, entonces se puede aceptar la hipótesis nula.

Para el presente caso el p-valor es menor al valor de significancia, por lo tanto a un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que los datos resultan de una distribución normal. A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica.

$H_0$ : el tiempo de transmisión unidireccional no es menor a 20 segundos

$H_a$ : el tiempo de transmisión unidireccional es menor a 20 segundos

Aplicando un test de media con un 95% de confianza, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Resultado de test t para una muestra de tiempo unidireccional

Unidad	Valor
Nivel de confianza	0.95
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	369
p-valor	< 2.2e-16
Media	14.01081

La media de los datos es de 14.01 segundos de transmisión de dato SMS de emisor a receptor con un tiempo mínimo de 10 segundos y un máximo de 34 segundos. Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula puede ser rechazada.

Por lo tanto con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que el tiempo de transmisión unidireccional es menor a 20 segundos.

En la hipótesis específica “**el tiempo promedio de transmisión de datos SMS de respuesta es menor a 30.5 segundos**”, se evalúa con el indicador tiempo promedio de transmisión de una respuesta. Los datos a evaluar corresponden a la muestra de 384 datos de SMS, estos datos evaluados son los segundos que transcurren desde que el host o dispositivo de control envía un SMS solicitando datos al dispositivo de adquisición de datos y este le envía el paquete de datos solicitado, es decir una transmisión bidireccional, para ello se realiza la diferencia del tiempo en horas, minutos y segundos de envío del SMS solicitando datos y el

tiempo en horas, minutos y segundos de recepción del SMS con los datos solicitados.

Los 384 datos a evaluar primero deben verificarse que tienen una distribución normal, para ello se realiza un test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se plantearon las siguientes hipótesis para determinar la normalidad de los datos:

$H_0$ : los datos proceden de una distribución normal

$H_a$ : los datos no proceden de una distribución normal

Los resultados obtenidos con un nivel de confianza del 95 % fueron:

$D = 0.24374$ ,  $p\text{-valor} = 6.037e-16$

Si el p-valor es menor a 0.05, entonces se puede aceptar la hipótesis nula.

Para el presente caso el p valor es menor al valor de significancia, por lo tanto a un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que los datos provienen de una distribución normal. A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica.

$H_0$ : El tiempo promedio de transmisión de datos SMS de respuesta no es menor a 30.5 segundos.

$H_a$ : El tiempo promedio de transmisión de datos SMS de respuesta es menor a 30.5 segundos

Aplicando un test de media con un 95% de confianza, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6: Resultado test t para una muestra de tiempo de respuesta

Unidad	Valor
Nivel de confianza	95 %
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	98
p-valor	1
Media	37.61616

La media de los datos es de 37.62 segundos de transmisión de dato SMS de respuesta, con un tiempo mínimo de 25 segundos y un máximo de 82 segundos. Debido a que el p-valor es mayor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula no puede ser rechazada.

Por lo tanto con un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que el tiempo de transmisión de respuesta no es menor a 30.5 segundos.

En la hipótesis específica “**la proporción de datos SMS perdidos es menor al 5% del total transmitidos en una hora**”, se evalúa con el indicador La tasa de pérdida de datos. Los datos a evaluar corresponden a la muestra de 282 datos de SMS transmitidos en una hora, estos datos evaluados corresponden a los datos SMS enviados que no han sido recepcionados, es decir que no se completó la transmisión. De los 282 datos SMS se encontró que 9 datos SMS no fueron recibidos, es decir que representan a datos perdidos.

A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica.

$H_0$ : la tasa de perdida de datos no es menor al 5%

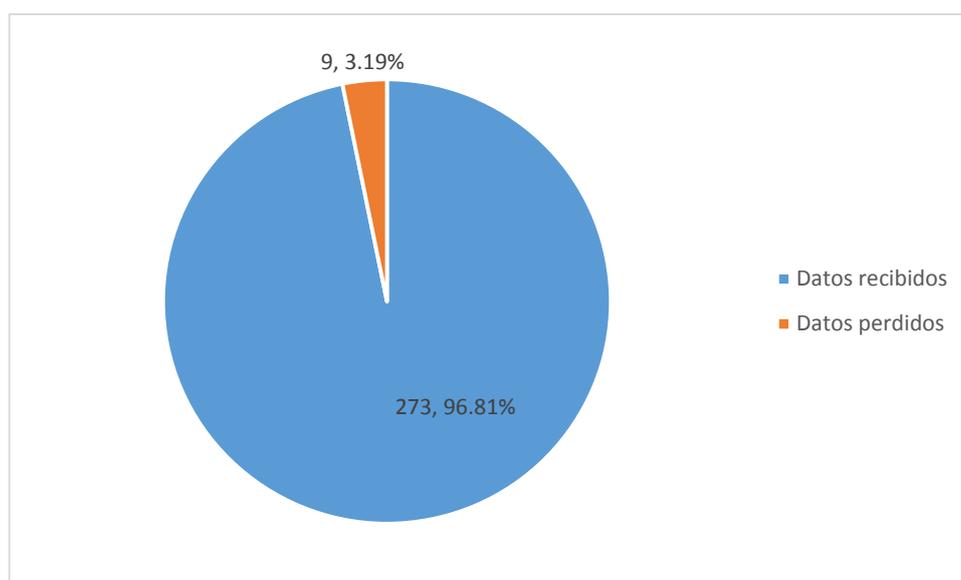
$H_a$ : la tasa de perdida de datos es menor al 5%

Para esta evaluación se realizó un test de proporción para una muestra, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7: Resultado test de proporciones para una muestra de tasa de pérdida de datos

Unidad	Valor
Nivel de confianza	0.95
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	1
p-valor	0.1044
P	0.03191489

Figura 6: Proporción datos recibidos y perdidos



Debido a que el p-valor es mayor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula no puede ser rechazada.

Por lo tanto, a un nivel de confianza del 95%, no existe suficiente evidencia para afirmar que la tasa de pérdida de datos en una hora es menor al 5 %.

En la hipótesis específica **“la proporción de datos perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados es menor a 2.73% del total transmitidos”**, se evalúa con el indicador La tasa de retransmisión de datos. Los datos a evaluar corresponden a la muestra de 384 datos de SMS transmitidos, estos datos evaluados corresponden a los datos SMS enviados que no han sido recepcionados, es decir datos perdidos en la transmisión que han sido reenviados o retransmitidos. De los 384 datos SMS se encontró que 12 datos SMS no fueron recibidos, es decir que representan a los datos perdidos que fueron reenviados.

A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica.

$H_0$ : la proporción de datos reenviados no es menor a 2.73%

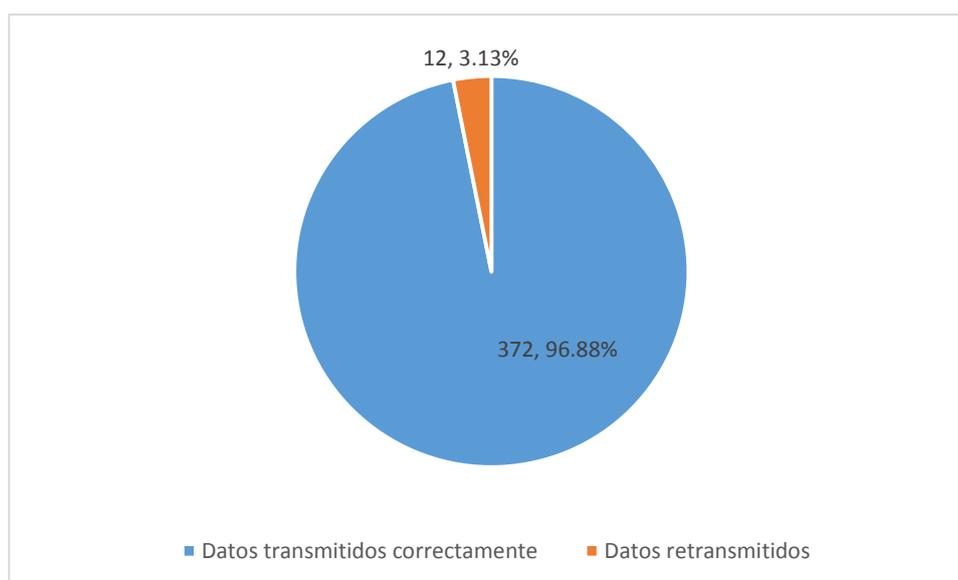
$H_a$ : la proporción de datos reenviados es menor a 2.73%

Para esta evaluación se realizó un test de proporción para una muestra, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8: Resultado test de proporciones para una muestra de tasa de retransmisión de datos

Unidad	Valor
Nivel de confianza	0.95
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	1
p-valor	0.6249
P	0.03125

Figura 7: Proporción de datos SMS retransmitidos



Debido a que el p-valor es mayor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula no puede ser rechazada.

Por lo tanto, a un nivel de confianza del 95%, no existe suficiente evidencia para afirmar que la tasa de datos reenviados es menor al 2.73 %.

En la hipótesis específica “**Los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos no son iguales**”, se evalúa con el indicador verificación cruzada de los datos

enviados y recibidos. Los datos a evaluar corresponden a la muestra de 384 datos de SMS transmitidos, en esta evaluación se especifican los datos enviados y recibidos que muestran completitud en el dato transmitido. De los 384 datos SMS se encontró que 10 datos SMS no fueron recibidos completos, es decir que existen caracteres que no se recibieron.

A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica.

$H_0$ : todos los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos son iguales

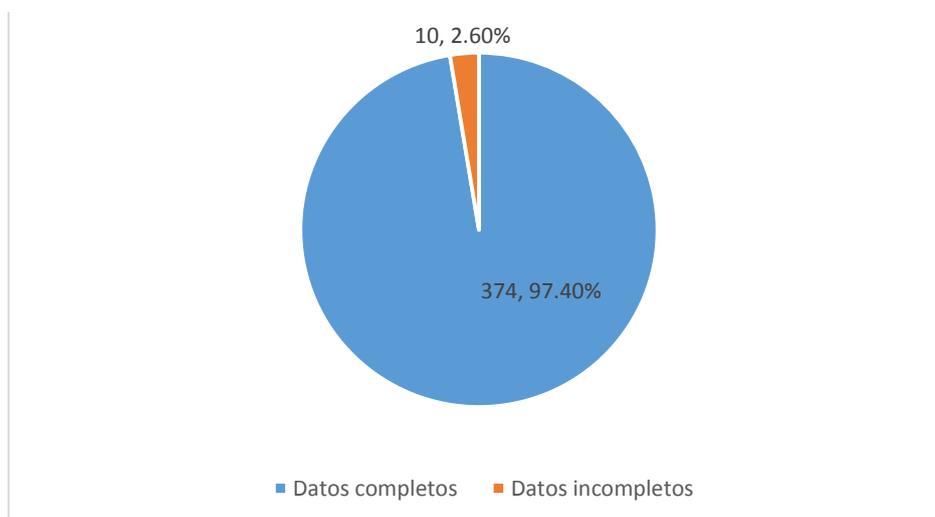
$H_a$ : todos los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos no son iguales

Para esta evaluación se realizó un test de proporción para una muestra, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9: Resultado de test de proporciones para una muestra de similitud de datos enviados y recibidos

Unidad	Valor
Nivel de confianza	95 %
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	1
p-valor	< 2.2e-16
P	0.02604167

Figura 8: Proporción de datos SMS incompletos



Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula puede ser rechazada.

Por lo tanto, a un nivel de confianza del 95%, es posible afirmar que los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos no son iguales.

En la hipótesis específica “**Todos los mensajes SMS de alerta se generan y transmiten**”, se evalúa con el indicador Alertas tempranas. Los datos a evaluar corresponden a 100 SMS de alerta programadas, las cuales 3 SMS no fueron recepcionados según lo obtenido en la respectiva ficha de registro.

A continuación se procede a evaluar la hipótesis específica:

$H_0$ : *no todos los mensajes SMS de alerta se generan y transmiten.*

$H_a$ : *todos los mensajes SMS de alerta se generan y transmiten.*

Tabla 10: Resultado de test de proporciones para una muestra de alertas tempranas

Unidad	Valor
Nivel de confianza	0.95
Nivel de significación	0.05
Grados de libertad	1
p-valor	0.9342
P	0.03

Debido a que el p-valor es mayor al nivel de significancia de 0.05, entonces se concluye que la hipótesis nula no puede ser rechazada.

Por lo tanto, para un nivel de confianza del 95%, es posible afirmar que no todos los SMS de alerta se generan y transmiten de manera correcta.

Figura 9: Proporción de alertas transmitidas



## V. DISCUSIÓN

La evaluación para determinar la fiabilidad de la red GSM como medio o canal de transmisión de datos SMS, fue la finalidad principal del estudio; para lograrlo fue preciso realizarlo desde el punto de vista de los tiempos de transmisión de SMS, la pérdida de datos producidos en la transmisión y la completitud del dato SMS recepcionado.

Para ello, se registró el tiempo en horas, minutos y segundos de envío de los datos SMS, así mismo se registró el tiempo en horas, minutos y segundos de la recepción de los datos SMS, cada dato tenía su número de identificación, de modo que se podía controlar y obtener información sobre el dato transmitido.

Este identificador de dato SMS permitió conocer el tiempo de origen de un dato específico, su tiempo recepción y de ser el caso el tiempo de respuesta ante una solicitud de envío de datos. La transmisión se realizó de manera programada bajo el algoritmo codificado y también se evaluó la transmisión de datos cuando estos eran solicitados por el host de control o dispositivo receptor.

Los datos fueron transmitidos por medio del servicio de mensajes cortos bajo el formato de texto, esto resultó que la formación del paquete de datos sea más sencillo de implementar, ya sea en la codificación, así como en su decodificación y procesamiento en el nodo receptor; mientras que Wu et al. (2012), en su investigación realizaron la formación del mensaje mediante el formato PDU, esto debido a que en la zona donde se realizó la implementación, solo admite este tipo de formato, el formato PDU tiene más complejidad en su empleo al momento de generar el mensaje y transmitirlo.

El estudio empleó una red comercial de telefonía celular para la transmisión y recolección de datos, para lo cual se considera que un análisis óptimo se obtendría empleando más de dos operadores de telefonía celular, tal y como lo plantea Tsen y otros (2006), que realizó su estudio evaluando la transmisión bajo tres operadores de servicio de telefonía, ello le permitió obtener resultados concluyentes para determinar cuál operador es más eficiente en función del tiempo de transmisión.

Así mismo para el estudio se empleó un intervalo de tiempo para las pruebas, empleando 3 días y en horario de 6:00 am a 8:00 am; el factor tiempo fue un limitante al momento de realizar dichas pruebas de transmisión, ya que se considera ideal emplear más días y en diferentes horas para tales pruebas, tal como lo plantea Tsen y otros (2006), quienes emplearon 22 días en horario de 3:00 a 12:00 am, esto les permitió tener un mayor campo de evaluación en función de los horarios del día.

Para una mejor evaluación de la efectividad del canal de transmisión, se considera idóneo la medición tomando en cuenta las distancias de los puntos de envío y recepción del dato SMS, en el estudio de Tsen y otros, realizaron pruebas en la transmisión para distancias desde 2 km a 83.2 km, mientras que en el estudio se midió a una sola distancia de 13 km desde una zona urbana a una zona rural.

También se considera que la eficacia de la red GSM como canal de transmisión de datos para la telemetría, se puede relacionar con la carga de datos transmitidos por un determinado tiempo, en el estudio se propuso una transmisión programada de cada 15 segundos, considerando también, que en ese intervalo de 15 segundos se puede recibir un SMS de solicitud de datos.

Tsen y otros (2006) propusieron un marco de tiempo para la transmisión de datos SMS de 10 minutos con el propósito de no sobrecargar el proceso de transmisión, ya que para la transmisión, el dato SMS es recepcionado, almacenado y procesado por los equipos de las diversas estaciones de control del operador u operadores que intervienen en la transmisión.

La evaluación diferenciada en el estudio de Capcha de la Cruz y Chaico (2018) y el estudio de Tsen y otros (2006), resulta en el proceso por tiempo comparado, mientras el estudio de Capcha de la Cruz y Chaico consideró rangos por 20 segundos y Tsen y otros consideró rangos de 24 horas, el estudio mide las pérdidas en ciclos de una hora, la consideración de la cobertura y de recepción del equipo utilizado en la investigación establece criterios o factores a tomarse en cuenta para esta diferencia como factores predominantes.

El estudio activa las alertas tempranas asociadas al consumo de gas doméstico tomando en cuenta que Capcha de la Cruz y Chaico Pecho (2018) lo conlleva a un ambiente social que está relacionado con impedir el robo de combustible en vehículos livianos y nuestro estudio lo lleva a un ámbito doméstico para el control de peso del balón de gas.

De la misma manera, Wu y otros (2012) propusieron un sistema de telemetría, con el cual se logre el monitoreo y control remoto de las líneas eléctricas, mediante la captura de la tensión, corriente eléctrica y temperatura, en su estudio las alertas estuvieron asociadas al ambiente técnico por medio del control del sistema eléctrico doméstico.

Así mismo, Ayon (2018), en su investigación propuso un sistema de seguridad basada en SMS; este sistema alerta inmediatamente, mediante el envío de SMS, al usuario cuando se detecta la apertura no autorizada de una caja de seguridad, de esta manera, el autor conlleva su estudio a un ambiente social relacionada a la seguridad tanto domestica como empresariales.

Capcha De La Cruz y Chaico Pecho(2017) en su estudio obtuvieron como resultado que el sistema de telemetría haciendo uso de la red GSM/ SMS alerta el robo de combustible con una eficacia del 95%, en el tiempo de verificación cruzada de los datos enviados y recibidos del transmisor y receptor a través del envío de mensaje texto y con un consumo mínimo por pérdida de SMS, el estudio demostró que la eficacia en el tiempo de transmisión y la perdida de SMS depende mucho de la zona geográfica donde se encuentre ubicado el módulo electrónico Arduino Uno – SIM900.

La evaluación en el tiempo de transmisión de una respuesta por medio de la recepción de SMS en la red GSM, fue un punto muy importante del estudio; para poder determinarlo se realizó la medición del tiempo de envío y recepción luego de ejecutar el envío de SMS con una instrucción de un mensaje de texto al Arduino Uno y SIM 900 remoto, también se midió la exactitud del dato SMS enviado y la integridad del SMS recepcionado.

Jara y otros (2018), en su estudio evaluaron la transmisión a través de comandos AT , los cuales activaron el envío y recepción de SMS para el encendido, apagado

o reiniciado del módulo Arduino Uno y Sim 900 para el control y de esta manera, haciendo uso de la red GSM pudieron controlar los datos de consumo de agua potable.

El estudio se orientó al monitoreo remoto del consumo de GLP doméstico, evaluando el control en tiempo real que permita tomar decisiones sobre dicho consumo y su abastecimiento, partiendo desde la adquisición de los datos a través de los módulos electrónicos y por medio del algoritmo generar el paquete de datos que será transmitido por medio de la red GSM, finalizando con la recepción y procesamiento de dicho dato transmitido.

El protocolo de telemetría desarrollado se encuentra conformado por un algoritmo codificado en el IDE de arduino, este algoritmo tiene las instrucciones necesarias para la generación del paquete de datos bajo un formato específico solamente reconocido por el algoritmo receptor y además tiene las instrucciones para realizar la transmisión por medio de la red celular y el procesamiento del dato recibido para su medición y control, lo cual representa la telemetría.

Así como Sipani y otros (2018), quienes señalan que la telemetría permite monitorear los datos desde una estación denominada control, que se ubica remotamente desde la cual se coordina ininterrumpidamente los procesos en las diversas operaciones en las industrias e incluso en actividades domésticas.

La telemetría se asocia a un concepto que viene en auge, como lo es el internet de las cosas. Para Septian, Rakesh y Dhora (2020), la telemetría empleando el internet de las cosas crece de manera significativa en la medida en que el internet se vuelve más común y accesible para la mayoría de personas e industrias, por medio del IoT se puede monitorear dispositivos electrónicos de manera fácil por medio de los teléfonos móviles inteligentes.

Para el sistema de telemetría también se empleó el módulo arduino uno R3 y el módulo SIM900, que emplea comandos AT propios para la configuración de la comunicación con la red GSM que logra la transmisión de los datos por SMS o servicio de mensajes cortos.

Arduino es una placa electrónica de desarrollo de código abierto, que permitió trabajar de manera rápida la programación del algoritmo que representa al

protocolo de comunicación, gracias a las librerías que esta tecnología posee y a su ambiente de desarrollo propio, además de poder implementar muchos módulos tales como sensores, actuadores, que ayudaron a la obtención de datos del entorno real hacia la digitalización de manera rápida y sencilla.

Tal y como lo manifiesta Neyra, Poicon y Siancas (2019), quienes señalan que arduino es una placa electrónica de tipo "Open Source" que se encuentra basado en hardware y software de fácil empleo, por ello se encuentra orientado para estudiantes, diseñadores u otra persona con interés en generar proyectos interactivos que empleen sensores, luces, motores entre otros.

Existen otros dispositivos semejantes a arduino como el Raspberry pi, el cual también prestaba las funcionalidades del arduino uno R3, ya que permite la conectividad con la placa electrónica SIM900 para su uso y recolección de datos en el prototipo; la preferencia del empleo del arduino uno R3, radica en que el lenguaje de programación de arduino, para su micro controlador, se basa en C++, lenguaje conocido por los investigadores; a diferencia de Raspberry que requiere instalar un sistema operativo especial para luego empezar a programar y construir prototipos.

Neyra, Poicon y Siancas (2019), también afirman que la tecnología arduino emplea su propio lenguaje de programación con su propio IDE, la codificación desarrollada permite, a la placa electrónica arduino, operar de manera autónoma o también con conexión a algún dispositivo computacional, esto gracias a que arduino tiene un micro controlador para la automatización y una variedad de pines por medio de los cuales se realiza la conexión con los sensores o actuadores.

El dispositivo empleado para la transmisión de los datos SMS fue SHIELD SIM900, que mediante pines se conectó con la placa arduino, logrando así la comunicación y transmisión. La configuración de la SIM900 se realiza mediante los comandos AT, que son comandos especiales para la comunicación con los módems y que son adoptados por la telefonía móvil por GSM para la conectividad con las terminales.

Así como lo afirman Jara, Ordinola y Siancas (2019), quienes señalan que para la configuración de las funcionalidades de la tarjeta Sim900, se deben emplear los

comandos AT, también conocidos como comandos HAYES, estos comandos de estándar abierto permiten la configuración y parametrización de módems.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el tiempo de transmisión de los datos SMS por medio de la red GSM, el tiempo se encuentra en un rango de 10 y 34 segundos con un promedio de 14 segundos, por medio del algoritmo de envío y recepción implementado con apoyo de bibliotecas dedicadas a la transmisión de SMS y de la sincronización en tiempo de los dispositivos de emisión y recepción lograda por la conexión de ambos dispositivos a un mismo servidor de tiempo. Se logró determinar el tiempo de transmisión limitado un mismo operador de telefonía celular, a una misma distancia y zona geográfica de emisión y recepción.
2. Se determinó el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta, el cual es de 33 segundos para que el dispositivo de control reciba una respuesta de datos por SMS, a través del algoritmo que genera paquetes de datos con un identificador para el seguimiento respectivo desde el SMS de solicitud de datos hasta el SMS de respuesta con los datos solicitados, la evaluación se limitó a emplear un operador de telefonía celular, no estableciendo una comparativa de rapidez y efectividad con otros operadores del servicio celular.
3. Se identificó la proporción de datos SMS perdidos luego de transcurrido una hora, esta pérdida de datos se encuentra en un 3.2 % del total enviados, esta identificación se logró por medio del empleo del puerto serial del arduino que permite visualizar los datos y el tiempo en que ingresan en el buffer de entrada del Sim900, el estudio identifico la perdida de datos basado en un tiempo de envío programado limitado a cada 15 segundos, no evaluando para periodos de tiempo más amplios donde no exista una sobrecarga del servicio de mensajes cortos.
4. Se identificó la proporción de datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados, los cuales corresponden al 3.13 % del total de enviados, mediante la identificación de datos SMS enviados que no llegan al receptor en un tiempo de 20 segundos, la identificación se limitó a considerar los datos no recepcionados en el tiempo establecido, no evaluando aquellos datos SMS pudieran ser recepcionados después de los 20 segundos.

5. Se verificó la similitud de los datos SMS enviados y recibidos, del total de datos SMS transmitidos, el 2.6 % muestran incompletitud en el mensaje recepcionado, esta verificación se logró mediante el empleo del algoritmo que empaqueta el mensaje en un orden bajo el formato programado y en el lado del receptor el algoritmo de desempaquetamiento que permite visualizar los datos transmitidos, el estudio logro verificar la incompletitud de los datos SMS transmitidos sin determinar el nivel de incompletitud por cada dato recibido incompleto.
6. Se verificó el envío del mensaje SMS de alerta ante un evento específico, del cual se obtuvo que del total de alertas programadas, cuando el sistema detectaba un contenido mínimo de GLP, el 97% se lograron generar y transmitir satisfactoriamente al receptor, a través de un algoritmo que evalúa los datos obtenidos de un módulo electrónico y genera el SMS de alerta según la condición predeterminada. El estudio se limitó a evaluar la generación, envío y recepción de la alerta, sin evaluar los tiempos de transmisión.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a la importancia de los resultados obtenidos en el estudio, se proponen algunas recomendaciones para la investigación del protocolo de telemetría basado en arduino con red GSM, esto con el propósito de lograr mejores avances en futuras investigaciones, y que se pueda emplear en otros campos de estudio, para ello se hace llegar las siguientes recomendaciones:

- A los investigadores que tengan como propósito la réplica del producto tecnológico, particularmente al diseño del prototipo de control del peso del balón de gas, se recomienda considerar otras alternativas de obtención del contenido de GLP y que la construcción de la estructura se base en un análisis estructural, de modo que sea más rígida que no genere movimiento al momento de calibrar los datos, así evitar se pueda alterar el resultado de control de peso del balón de gas.
- Para los investigadores cuyo estudio esté enfocado en el monitoreo de control de peso de balón de gas, se recomienda incorporar más funcionalidades al proyecto, mediante el desarrollo de una aplicación móvil para un proveedor de gas que permita realizar pedidos en línea y así aprovechar al máximo este proyecto de medidor de balón de gas.
- Para los investigadores cuyo trabajo se encuentre enfocado en el protocolo de telemetría por medio de la tecnología GSM, se recomienda averiguar sobre los operadores de telefonía celular que tienen una mejor cobertura en la zona urbana – rural donde se implementen los dispositivos transmisores.
- Para los futuros investigadores, se recomienda implementar la investigación a otros campos de estudio como son: la salud, deporte, entre otros que permita la mejora de la calidad de vida de las personas y automatice procesos a través del empleo de la telemetría.

## REFERENCIAS

AAL-NOUMAN, M.I., ABDULLAH, O., SALMAN, O.H. y AL-SHAIKHLI, N.Q.A., 2020. Transmission of Disaster Warnings via Control Channels in Cellular Networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology* [en línea], no. 4, pp. 53-61. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 15094553. DOI <https://doi.org/10.26636/jtit.2020.140820>. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2475937178/abstract/5864C8DC5F204B68PQ/17>.

AIRA, N., RAHMAN, A., HISYAM, N., LOMBIGIT, L., AZMAN, A., JAAFAR, Z., ARYMASWATI, N., AND, A., HADZIR, G. y MOHAMAD, P., 2018. GSM module for wireless radiation monitoring system via SMS. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 298, no. 1, pp. 012040-012040. ISSN 17578981.

ARIAS GONZÁLES, J.L., 2020. *Técnicas e instrumentos de investigación científica* [en línea]. S.I.: Enfoques Consulting EIRL. [Consulta: 25 junio 2022]. ISBN 978-612-48444-0-9. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>.

ARROGANTE, O., 2022. Técnicas de muestreo y cálculo del tamaño muestral: Cómo y cuántos participantes debo seleccionar para mi investigación. *Enfermería Intensiva* [en línea], vol. 33, no. 1, pp. 44-47. [Consulta: 18 junio 2022]. ISSN 1130-2399. DOI 10.1016/j.enfi.2021.03.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130239921000328>.

AYON, S.I., 2018. Short Messaging System (SMS) Based Security Box using Arduino and GSM Module. *International Journal of Knowledge Based Computer Systems* [en línea], vol. 6, no. 1, pp. 12-17. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 23215623. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=131056897&lang=es&site=ehost-live>.

CAJO SOTERO, J.A. y CARDOZA ATOCHE, V.R., 2019. Diseño e implementación de un prototipo de alimentador automático para animales domésticos utilizando una plataforma en módulo electrónico. En: Accepted: 2020-01-18T17:19:08Z, *Universidad Nacional de Piura / UNP* [en línea], [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2034>.

CAPCHA DE LA CRUZ, F. y CHAICO PECHO, M., 2018. Diseño y construcción de un sistema de telemetría para alertar el hurto de combustible en vehículos Toyota diésel livianos en la ciudad de pampas en el año 2017. En: Accepted: 2018-08-29T20:46:52Z, *Repositorio Institucional - UNH* [en línea], [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1823>.

CÁRCAMO, H.K. y RIQUELME, E.V., 2017. Desarrollo de protocolo de comunicaciones para redes HAN en SmartGrids/Development communications protocol for networks HAN in SmartGrids. *Ingeniare : Revista Chilena de Ingeniería* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 15-27. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 07183291.

Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/1879086892/abstract/11C7F9239F40E0PQ/9>.

CARHUANCHO MENDOZA, I.M., SICHERI MONTEVERDE, L., NOLAZCO LABAJOS, F.A., GUERRERO BEJARANO, M.A. y CASANA JARA, K.M., 2019. *Metodología de la investigación holística* [en línea]. S.l.: GUAYAQUIL/UIDE/2019. [Consulta: 24 junio 2022]. ISBN 978-9942-36-316-9. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3893>.

CASTILLO RODRÍGUEZ, D.R., MARTÍNEZ LAGUARDIA, A.S. y GÓMEZ ABREU, A., 2018. Architecture based on open source hardware and software for designing a real-time vehicle tracking device: Arquitectura de hardware y software libres para dispositivo de rastreo de vehículos en tiempo real. *Arquitetura de hardware e software gratuitos para dispositivo de rastreamento de veículos em tempo real.*, vol. 16, no. 44, pp. 49-61. ISSN 16925238. DOI 10.18046/syt.v16i44.2726.

CHAPARRO MESA, J.E., BARRERA LOMBANA, N. y LEÓN SOCHA, F.A., 2021. Módulo Terminal Remoto, para la adquisición de datos, monitoreo y control de procesos Agroindustriales - AgriculTIC: Remote Terminal Module, for data acquisition, monitoring and control of Agro-industrial processes - AgriculTIC. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería* [en línea], vol. 29, no. 2, pp. 245-264. [Consulta: 13 mayo 2022]. ISSN 07183291. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=150919804&lang=es&site=ehost-live>.

DAVID, I., ADUBISI, O., FAROUK, B. y ADEHI, M., 2020. ASSESSING MSMEs GROWTH THROUGH ROSCA INVOLVEMENT USING PAIRED t-TEST AND ONE SAMPLE PROPORTION TEST. *Journal of Social & Economic Statistics* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 30-42. [Consulta: 14 diciembre 2022]. ISSN 2285388X. DOI 10.2478/jses-2020-0011. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=148175900&lang=es&site=ehost-live>.

FALOHUN, A.S., MAKINDE, B.O., AKIN-OLAYEMI, T.H., AKINLEYE, F.W., KEHINDE, O.P. y OYELAMI, T.M., 2021. Design and Construction of a Door Security Alarm System Based on Sms Verification and Voice Recognition. *International Journal of Advanced Research in Computer Science* [en línea], vol. 12, no. 3, pp. 23-37. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 09765697. DOI 10.26483/ijarcs.v12i3.6705. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=151545814&lang=es&site=ehost-live>.

FERNÁNDEZ LIZANA, M.I., 2020. Ventajas de R como herramienta para el Análisis y Visualización de datos en Ciencias Sociales. *Revista Científica de la UCSA* [en línea], vol. 7, no. 2, pp. 97-111. [Consulta: 25 junio 2022]. ISSN 2409-8752. DOI 10.18004/ucsa/2409-8752/2020.007.02.097. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-87522020000200097&lng=en&tlng=en](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522020000200097&lng=en&tlng=en).

GARCÍA, A., 2018. *Teoría y Metodología de la Investigación Científica*. S.I.: Alfaomega . Editorial Universitaria Felix Varela. ISBN 978-958-778-440-4.

JARA NEYRA, K., ORDINOLA POICÓN, E.M. y SIANCAS PANTA, K.M., 2019. Prototipo de sistema de monitoreo y control de consumo de agua potable aplicando tecnología GSM. En: Accepted: 2019-08-30T15:59:17Z, *Universidad Nacional de Piura / UNP* [en línea], [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1859>.

LANZANTE, J., 2021. Testing for differences between two distributions in the presence of serial correlation using the Kolmogorov–Smirnov and Kuiper’s tests. *International Journal of Climatology* [en línea], vol. 41, no. 14, pp. 6314-6323. [Consulta: 14 diciembre 2022]. ISSN 08998418. DOI 10.1002/joc.7196. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=153561679&lang=es&site=ehost-live>.

MAJEED, S.H., JUMAA, N.K. y MOHAMAD, A.A.H., 2017. Real Time Sticky Bomb Detection System Based on Compass Device and Arduino Board. *Iraqi Journal for Electrical & Electronic Engineering* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 46-52. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 18145892. DOI 10.33762/eej.2017.128786. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=124848391&lang=es&site=ehost-live>.

MARTÍNEZ RUIZ, H., 2018. *Metodología de la investigación*. 2a. edición. Ciudad de México: Cengage Learning. ISBN 978-607-526-668-8.

MUKHOPADHYAY, S.K., MITRA, S. y MITRA, M., 2015. A combined application of lossless and lossy compression in ECG processing and transmission via GSM-based SMS. *Journal of Medical Engineering & Technology* [en línea], vol. 39, no. 2, pp. 105-122. [Consulta: 13 mayo 2022]. ISSN 03091902. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=34852976&lang=es&site=ehost-live>.

MURALI, H., PRABHA, P.L., NAIR, A. y NAIR, V.R., 2018. Wireless Recording of Limb Flexion-Extension Counter using GSM Module. *Biomedical & Pharmacology Journal* [en línea], vol. 11, no. 3, pp. 1485-1490. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 09746242. DOI <https://doi.org/10.13005/bpj/1515>. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2264144080/abstract/9601D7494DA74FD1PQ/1>.

N° 129-2020-CD/OSIPTTEL. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 3 julio 2022]. Disponible en: <https://www.osiptel.gob.pe/n-129-2020-cd-osiptel/>.

OLDAN, B.R.M., 2021. A System for Water Quality Monitoring at Taal Lake with Alert Warning and Aeration System using Arduino. *Review of International Geographical Education Online* [en línea], vol. 11, no. 10, pp. 1411-1422. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 21460353. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=155787526&lang=es&site=ehost-live>.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio: Sampling Techniques on a Population Study. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. [Consulta: 24 junio 2022]. ISSN 07179367. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=122891094&lang=es&site=ehost-live>.

PAKANATI, R. y RAVVA, G., 2018. Using the Arduino Platform for Controlling AC Appliances with GSM Module and Relay. *i-manager's Journal on Mobile Applications and Technologies* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 29-34. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 23501413. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2115971370/abstract/B7F1AE8240C74B13PQ/1>.

RATNADEWI, R., NURDIYANTO, H., NAJMURROKHMAN, A., PRABOWO, C., IDMAYANTI, R., ETERUDDIN, H., SUGIANTO, C.A., KURNIASIH, N., SIBURIAN, H.K., NABABAN, D. y RAHIM, R., 2018. Control and Notification Automatic Water Pump with Arduino and SMS Gateway. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 407, no. 1, pp. 012160-012160. ISSN 17578981.

SAMIHA, A., SARKER, F.H., CHOWDHURY, R.N.K., HABIB, A.K.M.R.R. y RAHMAN, R., 2019. Ogrodut: GSM based Gas Leakage Detection and Ventilation System using Arduino and Servo Motor. *2019 International Energy and Sustainability Conference (IESC)*. S.l.: s.n., pp. 1-6. DOI 10.1109/IESC47067.2019.8976710.

SARHAN, Q.I., 2020. Arduino Based Smart Home Warning System. *2020 IEEE 6th International Conference on Control Science and Systems Engineering (ICCSSE)*. S.l.: s.n., pp. 201-206. DOI 10.1109/ICCSSE50399.2020.9171939.

SARI, R.F., ROSYIDI, L., SUSILO, B. y ASVIAL, M., 2021. A Comprehensive Review on Network Protocol Design for Autonomic Internet of Things. *Information* [en línea], vol. 12, no. 8, pp. 292. [Consulta: 14 mayo 2022]. DOI 10.3390/info12080292. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000689214200001>.

SATRIA, D., ZULFAN, MUNAWIR y HIDAYAT, T., 2019. Implementation of wireless sensor network (WSN) on garbage transport warning information system using GSM module. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea], vol. 1175, no. 1. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 17426588. DOI <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012054>. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2566021611/abstract/B7F1AE8240C74B13PQ/11>.

SEPTIAN, B., RAKESH, P. y DHORA, S.R., 2020. IoT Based Power Monitoring System for Diesel Generator. *2020 5th IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE)*. S.l.: s.n., pp. 1-4. DOI 10.1109/ICRAIE51050.2020.9358316.

SIPANI, J.P., PATEL, R.H., UPADHYAYA, T. y DESAI, A., 2018. Wireless Sensor Network for Monitoring & Control of Environmental Factors using Arduino. *International Journal of Interactive Mobile Technologies* [en línea], vol. 12, no. 2, pp. 15-26. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 18657923. DOI 10.3991/ijim.v12i2.7415. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=128801825&lang=es&site=ehost-live>.

SYED OMAR FARUK TOWAHA, 2017. *Learning C for Arduino : A Comprehensive Guide That Will Help You Ace C's Fundamentals Using the Powerful Arduino Board* [en línea]. Birmingham, UK: Packt Publishing. [Consulta: 13 mayo 2022]. ISBN 978-1-78712-009-9. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1587480&lang=es&site=ehost-live>.

TELECOMUNICACIONES (PERÚ), O.S. de I.P. en, 2020. Nuevo marco normativo para la evaluación de la cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones. En: Accepted: 2020-08-01T00:11:12Z, *Repositorio Institucional OSIPTEL* [en línea], [Consulta: 3 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.osiptel.gob.pe/xmlui/handle/20.500.12630/730>.

TILLE, Y., 2020. *Sampling and Estimation from Finite Populations* [en línea]. Newark, UNITED KINGDOM: John Wiley & Sons, Incorporated. [Consulta: 14 diciembre 2022]. ISBN 978-1-119-07126-6. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioucv/detail.action?docID=6119411>.

TSENG, C.-L., JIANG, J.-A., LEE, R.-G., LU, F.-M., OUYANG, C.-S., CHEN, Y.-S. y CHANG, C.-H., 2006. Feasibility study on application of GSM–SMS technology to field data acquisition. *Computers and Electronics in Agriculture* [en línea], vol. 53, no. 1, pp. 45-59. [Consulta: 19 mayo 2022]. ISSN 0168-1699. DOI 10.1016/j.compag.2006.03.005. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169906000494>.

UPADHYAY, S.K. y BHARDWAJ, I., 2020. Digital Electronic Board Using GSM Module and Database. *IUP Journal of Electrical & Electronics Engineering* [en línea], vol. 13, no. 4, pp. 7-16. [Consulta: 14 mayo 2022]. ISSN 09741704. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=148509802&lang=es&site=ehost-live>.

VERMA, J.P. y ABDEL-SALAM, A.-S.G., 2019. *Testing Statistical Assumptions in Research* [en línea]. Newark, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated. [Consulta: 14 diciembre 2022]. ISBN 978-1-119-52840-1. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioucv/detail.action?docID=5724035>.

WU, Y., WU, T., YANG, R., WANG, Y. y HOU, C., 2012. Data Acquisition and Transmission System Based on Short Message Service. *Physics Procedia* [en línea], vol. 25, pp. 2190-2196. [Consulta: 19 mayo 2022]. ISSN 1875-3892. DOI 10.1016/j.phpro.2012.03.369. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212007857>.

YELLAMMA, P., CHANDRA, N.S.N.S.P., SUKHESH, P., SHRUNITH, P. y TEJA, S.S., 2021. Arduino Based Vehicle Accident Alert System Using GPS, GSM and MEMS Accelerometer. *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. S.l.: s.n., pp. 486-491. DOI 10.1109/ICCMC51019.2021.9418317.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Técnica	Instrumento
Protocolo de Telemetría.	Cuantitativa	Inicialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de transmisión de SMS unidireccional.</li> </ul>	Segundos	Observación	Ficha de registro
		Recibir y manejar SMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo promedio de transmisión de una respuesta.</li> </ul>	Segundos	Observación	Ficha de registro
		Integridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>La tasa de pérdida de datos. (datos de SMS que no se reciben en 1 hora / total de datos transmitidos en 1 hora * 100</li> </ul>	Valor porcentual	Observación	Ficha de registro
			<ul style="list-style-type: none"> <li>La tasa de retransmisión de datos. (datos de SMS reenviados por perdida / total de datos transmitidos) * 100</li> </ul>	Valor porcentual	Observación	Ficha de registro
		Exactitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación cruzada de los datos enviados y recibidos. (datos recibidos incompletos / total de datos recibidos) * 100</li> </ul>	Valor porcentual	Observación	Ficha de registro
	Cuantitativa	Efectividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alertas tempranas. (alertas emitidas / alertas programadas) * 100</li> </ul>	Valor porcentual	Observación	Ficha de registro

Micro Controlador Arduino							
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

### Anexo 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala de medición	Metodología
¿Cómo desarrollar un protocolo para telemetría por medio de la red GSM y SMS empleando el micro controlador arduino?	<b>General:</b> Desarrollar un protocolo para la telemetría por medio de la red celular GSM y SMS empleando el micro controlador arduino.	<b>H<sub>0</sub>:</b> un protocolo generado en el micro controlador arduino y con la tecnología celular GSM y SMS no se puede emplear para la telemetría. <b>H<sub>a</sub>:</b> un protocolo generado en el micro controlador arduino con la tecnología	Protocolo de Telemetría.	La telemetría hace referencia a la tecnología que abarca el proceso de adquisición de datos para su posterior transmisión hacia el dispositivo que recepcionará el mensaje para el monitoreo remoto de datos. (Capcha y Chaico, 2018)	Tiempo de transmisión de SMS unidireccional.	Continua/Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada. <b>Diseño de Investigación:</b> No experimental. <b>Técnica de Recolección de Datos:</b> Observación. <b>Población y Muestra:</b> Población: infinita. Muestra: 384. <b>Muestreo:</b> Aleatorio simple.
					Tiempo de transmisión promedio de una respuesta.	Continua/Razón	
					La tasa de pérdida de datos.	Discreta	
					La tasa de retransmisión de datos.	Discreta	

		celular GSM y SMS se puede emplear para la telemetría.					
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>					
1. ¿Cuál es el tiempo de transmisión de los datos SMS? 2. ¿Cuál es el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta luego de ejecutar una instrucción solicitado por un dispositivo remoto? 3. ¿Cuál es la proporción de datos SMS que no son	1. Determinar el tiempo de transmisión unidireccional de los datos SMS. 2. Determinar el tiempo promedio de transmisión de SMS de respuesta. 3. Identificar la proporción de datos SMS perdidos en el transcurso de una hora. 4. Identificar la proporción de	1. El tiempo de transmisión de datos SMS por la red GSM es menor a 20 segundos. 2. El tiempo promedio de transmisión de datos SMS de respuesta es menor a 30.5 segundos. 3. La proporción de datos SMS			Verificación cruzada de los datos enviados y recibidos.	Discreta	
			Micro Controlador Arduino	Es un formato serie, soportado por una gran variedad de lenguajes de programación y los que no lo soportan permite el uso de	Alertas tempranas.	Discreta	

<p>recibidos después de 1 hora?</p> <p>4. ¿Cuál es la proporción de datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados?</p> <p>5. ¿Existe similitud entre los datos SMS enviados y recibidos?</p> <p>6. ¿Cuál es la efectividad en el envío de mensajes de alerta ante un evento definido?</p>	<p>datos SMS perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados.</p> <p>5. Verificar la proporción en la similitud de los datos SMS enviados y recibidos.</p> <p>6. Verificar la proporción entre las alertas emitidas y las programadas ante un evento específico.</p>	<p>perdidos es menor al 5% del total transmitido en una hora.</p> <p>4. La proporción de datos perdidos en la transmisión que requieren ser reenviados es menor a 2.73% del total transmitidos.</p> <p>5. Los datos SMS enviados y los datos SMS recibidos no son iguales.</p> <p>6. Todos los mensajes</p>		<p>software intermediario de traducción de estos para alcanzar una comunicación fluida con el dispositivo. (Samman et al., 2022)</p>			
---	--	---	--	--	--	--	--

		SMS de alerta se generan y transmiten.					
--	--	---	--	--	--	--	--

### Anexo 3: Cuadro de análisis de variables

Variable	Indicador	Población	Muestra	Marco muestral	Unidad de muestreo	Unidad de análisis	Variable de estudio	Escala de medición
Protocolo de Telemetría.	Tiempo de transmisión de SMS unidireccional.	Todos los datos SMS	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Transmisión.	Transmisión SMS	Continua/ Razón
	Tiempo promedio de transmisión de una respuesta.	Datos SMS	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Transmisión.	Transmisión de una respuesta	Continua/ Razón
	La tasa de pérdida de datos.	Datos SMS	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Transmisión.	Datos SMS	Discreta

	La tasa de retransmisión de datos.	Datos SMS	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Transmisión.	Retransmisión de datos	Discreta
	Verificación cruzada de los datos enviados y recibidos.	Caracteres	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Trama	Paquetes de datos SMS.	Discreta
Micro Controlador Arduino	Alertas tempranas.	Datos SMS	384 datos SMS	Mensajes SMS entre el arduino y la tarjeta GSM SIM900	Arduino uno	Transmisión.	Mensajes de alerta.	Discreta

### Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos

Ficha de registro para Inicialización					
Investigadores	Cesar Eduardo Espinoza Ortiz. Eder Gerson Sandoval Sandoval.		Tipo de prueba		Descriptivo
Institución	Universidad Privada César Vallejo				
Dimensión de estudio para protocolo de telemetría	Inicialización				
Fecha de Inicio	25/10/2022		Fecha final		27/10/2022
Variable	Indicador	Medida	Ubicación de envío de SMS	Ubicación de Recepción de SMS	Distancia
Protocolo de telemetría	Tiempo de transmisión de SMS unidireccional	Segundos	Piura - Piura	Catacaos - Piura	10 km
#	Fecha de revisión	Hora de envío de SMS	Hora de llegada de SMS		Resultado
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Ficha de registro para Recibir y Manejar SMS						
Investigadores		Cesar Eduardo Espinoza Ortiz. Eder Gerson Sandoval Sandoval.	Tipo de prueba		Descriptivo	
Institución		Universidad Privada César Vallejo				
Dimensión de estudio para protocolo de telemetría		Recibir y Manejar SMS				
Fecha de Inicio		25/10/2022	Fecha final		27/10/2022	
Variable		Indicador	Medida	Ubicación de envío de SMS	Ubicación de recepción de SMS	Distancia
Protocolo de telemetría		Tiempo promedio de transmisión de una respuesta	Segundos	Piura - Piura	Catacaos - Piura	10 Km
#	Fecha de revisión	Hora de envío de SMS de petición	Hora de llegada de SMS de respuesta		Resultado	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

**Ficha de registro para Integridad**

<b>Investigadores</b>	Cesar Eduardo Espinoza Ortiz Eder Gerson Sandoval Sandoval		<b>Tipo de prueba</b>		Descriptivo	
<b>Institución</b>	Universidad Privada César Vallejo					
<b>Dimensión de estudio para protocolo de telemetría</b>	Integridad					
<b>Fecha de Inicio</b>	25/10/2022		<b>Fecha final</b>		27/10/2022	
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Ubicación de envío de SMS</b>	<b>Ubicación de recepción de SMS</b>	<b>Distancia</b>
Protocolo de telemetría	Tasa de pérdida de datos en una hora	Valor porcentual	Datos SMS perdidos en una hora / total de datos transmitidos	Piura - Piura	Catacaos - Piura	10 Km
<b>#</b>	<b>Fecha de revisión</b>	<b>Datos de SMS que no reciben respuesta después de la transmisión</b>	<b>Total de datos transmitidos</b>		<b>Resultado</b>	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

**Ficha de registro para Integridad**

<b>Investigadores</b>	Cesar Eduardo Espinoza Ortiz Eder Gerson Sandoval Sandoval		<b>Tipo de prueba</b>	Descriptivo		
<b>Institución</b>	Universidad Privada César Vallejo					
<b>Dimensión de estudio para protocolo de telemetría</b>	Integridad					
<b>Fecha de Inicio</b>	25/10/2022		<b>Fecha final</b>	27/10/2022		
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Ubicación de envío de SMS</b>	<b>Ubicación de recepción de SMS</b>	<b>Distancia</b>
Protocolo de telemetría	Tasa de retransmisión de datos	Valor porcentual	Datos de SMS reenviados por perdida / total de datos transmitidos	Piura - Piura	Catacaos - Piura	10 km
<b>#</b>	<b>Fecha de revisión</b>	<b>Datos de SMS reenviados por perdida</b>	<b>Total de datos transmitidos</b>	<b>Resultado</b>		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Ficha de registro para Exactitud							
Investigadores		Cesar Eduardo Espinoza Ortiz Eder Gerson Sandoval Sandoval	Tipo de prueba		Descriptivo		
Institución		Universidad Privada César Vallejo					
Dimensión de estudio para micro controlador arduino		Exactitud					
Fecha de Inicio		25/10/2022	Fecha final		27/10/2022		
Variable		Indicador		Medida		Formula	
Protocolo de telemetría		Verificación cruzada de los datos enviados y recibidos		Valor porcentual		(datos recibidos incompletos / total de datos recibidos) * 100	
#	Fecha de revisión	Datos - caracteres enviados	Datos - caracteres recibidos	Completo			
				Si	No		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Ficha de registro para Efectividad				
<b>Investigadores</b>	Cesar Eduardo Espinoza Ortiz Eder Gerson Sandoval Sandoval	<b>Tipo de prueba</b>	Descriptivo	
<b>Institución</b>	Universidad Privada César Vallejo			
<b>Dimensión de estudio para micro controlador arduino</b>	Efectividad			
<b>Fecha de Inicio</b>	25/10/2022	<b>Fecha final</b>	27/10/2022	
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medida</b>	<b>Fórmula</b>	
Micro controlador arduino	Alertas tempranas	Valor porcentual	(alertas emitidas / alertas programadas) * 100	
#	Fecha de revisión	Tipo de Alerta programada	Alerta recibida	
			Si	No
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## Anexo 5: Validación de instrumentos de recolección de datos

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Inicialización</b>							
<b>1</b>	<b>INDICADOR 1: Tiempo de transmisión de SMS unidireccional</b>	x		x		x		
<b>a</b>	Es formulado con lenguaje apropiado.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>b</b>	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnología.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>c</b>	Existe una organización lógica.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>d</b>	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>e</b>	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>f</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>g</b>	En los datos respecto al indicador.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>h</b>	Responde al propósito de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>i</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**                    **Aplicable después de corregir [ ]**                    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador.    **Mg. Távara Ramos, Anthony Paul.**                    **DNI:40784283**

**Especialidad del validador:**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**Fecha validación**  
13/07/2022



-----  
**Firma del Experto Informante.**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 2: Recibir y manejar SMS</b>							
<b>1</b>	<b>INDICADOR 1: Tiempo de transmisión de una respuesta.</b>	x		x		x		
<b>a</b>	Es formulado con lenguaje apropiado.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>b</b>	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnología.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>c</b>	Existe una organización lógica.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>d</b>	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>e</b>	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>f</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>g</b>	En los datos respecto al indicador.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>h</b>	Responde al propósito de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>i</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      **Aplicable [ x ]**              **Aplicable después de corregir [ ]**              **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador.**    **Mg. Távara Ramos, Anthony Paul.**                      **DNI:40784283**

**Especialidad del validador:**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**Fecha validación**  
13/07/2022



-----  
**Firma del Experto Informante.**



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 3: Integridad</b>							
<b>1</b>	<b>INDICADOR 2: La tasa de retransmisión de datos</b>	x		x		x		
<b>a</b>	Es formulado con lenguaje apropiado.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>b</b>	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnología.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>c</b>	Existe una organización lógica.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>d</b>	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>e</b>	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>f</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>g</b>	En los datos respecto al indicador.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>h</b>	Responde al propósito de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>i</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      **Aplicable [ X ]**              **Aplicable después de corregir [ ]**              **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador.**    **Mg. Távara Ramos, Anthony Paul.**                      **DNI: 40784283**

**Especialidad del validador:**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**Fecha validación 13/07/2022**



-----  
**Firma del Experto Informante.**





## **Anexo 6: Continuación de antecedentes**

En Piura, la Universidad Nacional de Piura, Cajo Sotero y Cardoza Atoche (2019) **“Diseño e implementación de un prototipo de alimentador automático para animales domésticos utilizando una plataforma en modulo electrónico”**, la investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar un prototipo de alimentador automático para animales domésticos que utilice una plataforma web mediante el uso de un módulo electrónico, para así de esta manera poder ofrecer un mejor cuidado y atención a los animales domésticos para que tengan una alimentación apropiada.

Como población se escogió un determinado número de zonas del ámbito urbano, rural, empresas y otras organizaciones de Piura. Se utilizaron encuestas, Internet, observación directa y Revisión de información estadística, Modulo Arduino, Módulos Relés, Módulo shield sim900.

Como resultado se obtuvo que el sistema de comunicaciones quedo conformado por un módulo Sim900, el cual haciendo utilizando la tecnología celular gsm /gprs, el cual le va permitir mantener un correcto monitoreo del estado de sistema y también le va posibilitar poder realizar diferentes acciones en el sistema a través de mensajes de texto.

Como discusión se logró que queda por estimar el impacto saludable y económico producido por el prototipo de alimentador automático para animales domésticos. El sistema se diseñó con el propósito de que los animales domésticos sean alimentados correctamente, debido a que muchas veces por la falta de tiempo de sus dueños o por diversos motivos, estos animales no son alimentados en su horario respectivo, perjudicándolos así en su nutrición, el proyecto de estudio ayudará a dar solución a este problema, ya que va permitir tener un mejor control en el horario y en las cantidades de alimento correspondiente de estos animales domésticos. (Cajo Sotero y Cardoza Atoche 2019)

En China, en la Universidad Tecnológica de Hebei, Tianjin, Wu y otros (2012) **“Sistema de adquisición y transmisión de datos basado en el servicio de**

**Servicio de Mensajes Cortos**”, esta investigación tuvo como objetivo poder tener un control automático y una vigilancia remota del funcionamiento de las líneas eléctricas, que le permitan al operador poder saber de una forma fácil y rápida el funcionamiento de los equipos y poder controlarlos. El análisis de estudio estuvo basado en el formato de codificación de los SMS, los métodos de envío y recepción de SMS, el flujo de procesamiento de los SMS y la administración de errores.

Se utilizaron El SCM (Single chip micro controlador), utilizado para poder implementar la operación de datos, procesar los SMS, controlar el módulo GSM y la pantalla LCD , el TC35i utilizado como un módulo GSM (permitirá implementar el envío y recepción de SMS bajo el control del SCM), la pantalla LCD (permitirá mostrar los datos obtenidos en tiempo real), el teclado (para que el operador ingrese el valor de la alarma por defecto, el número de teléfono del usuario y las señales de control local), un circuito de adquisición de datos(utilizado para realizar la capturar la tensión, la corriente y la temperatura mediante un chip A/D).

Como resultado se obtuvo, que el control remoto de los equipos puede implementarse mediante el envío y la recepción de SMS. Tiene las ventajas de un bajo costo, control automático y control remoto al mismo tiempo y también tiene una buena practicidad.

Como discusión se tuvo que los códigos de envío y recepción de SMS en modo texto son sencillos y fáciles de implementar, pero el inconveniente es que los SMS chinos no se pueden enviar ni recibir en este modo. Sin embargo, tanto los SMS en chino como en inglés están disponibles en el modo PDU. El SMS de alarma se enviará en formato PDU si los datos en tiempo real superan el valor de alarma preestablecido. (Wu et al. 2012)

En Bangladesh, en la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Khulna, Departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería, Ayon (2018) **“Caja de Seguridad basada en un Sistema de Mensajería Corta (sms) utilizando Arduino y un módulo GSM”**, en la presente investigación se planteó como objetivo: Proveer al usuario una caja de seguridad de peso ligero y a un costo bastante asequible, cuyo sistema alerta instantáneamente al usuario por medio de un SMS en el momento que una persona no autorizada abre la caja de manera

anticipada a la hora programada. Para la elaboración de este sistema de seguridad se tomaron en cuenta componentes tales como un micro controlador Arduino de 8 bits llamado ATmega328, un módulo SIM 900A GPRS/GSM, un servomotor, una pantalla LCD (16 \* 2), un Zumbador piezoeléctrica, un sensor LDR.

Como resultado se obtuvo un diseño e implementación exitosos del prototipo de la caja de seguridad basada en SMS pudiéndose corroborar su funcionamiento correcto a través de varias pruebas y cuyos resultados han tenido una alta precisión, eso quiere decir que el sistema envía una respuesta correcta al sensor remitiendo un SMS en caso que la caja sea manipulada previamente a la hora dispuesta. Por lo tanto, se puede concluir que un sistema de seguridad para el hogar es estrictamente necesario debido a la coyuntura actual de inseguridad a la que estamos expuestos y que ha motivado que las personas se preocupen en mayor medida por mantener a salvo sus propiedades de intrusos, el presente sistema de seguridad basado en SMS tiene una implementación sencilla no solo para hogares sino también para oficinas u otros ambientes. (Ayon 2018)

En Malasia, en la Agencia Nuclear de Malasia, Aira y otros (2018) "**GSM module for wireless radiation monitoring system via SMS**", para dicha investigación se trazó como objetivo: Diseñar e implementar un módulo personalizado del Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) que permita monitorear inalámbricamente la radiación por medio del Servicio de Mensajería Corta (SMS). Para la implementación del presente sistema de monitoreo se hizo uso de componentes tanto de hardware como firmware tales como la plataforma Arduino; Arduino Uno y GSM Shield para Arduino, un microcontrolador Atmega328P, un módulo Telit GL865-DUAL/QUAD V3 (Telit), en donde el módulo GSM está esbozado para facilitar la comunicación inalámbrica en el elemento de monitorización de la radiación propuesto para la monitorización continua de datos y a la alerta de emergencia. Se toman en cuenta 3 parámetros de configuración considerados principales para cumplir el trabajo; el número de Host, el intervalo de tiempo para la transmisión de datos y el nivel de umbral para el SMS de alerta, dichos parámetros son almacenados en la EEPROM del micro controlador, por otro lado, el usuario tendrá la facultad de modificar y renovar los parámetros de configuración por medio de un SMS.

Como resultado se reveló que el módulo GSM logró identificar y calcular los SMS entrantes y respondió en consecuencia, por otro lado, el módulo GSM también tiene la cualidad de permitir al usuario hacer consultas respecto del estado del dispositivo y los datos actualizados en cualquier momento. Como conclusión, se puede decir que se cumplió con el objetivo inicial, ya que se logró diseñar, fabricar y testear exitosamente un módulo GSM de dimensiones reducidas y compactas, el cual fue integrado a un instrumento de detección y medición de radiación, como es el caso de un medidor de encuestas y un monitor de área, el cual accede al monitoreo inalámbrico de la radiación y el sistema de alerta temprana eficientemente, por lo que su funcionamiento ha cumplido estrictamente con las especificaciones diseñadas. (Aira et al. 2018)

En Colombia, en la Universidad de Antioquía, Chaparro, Barrera y León (2021) **“Módulo Terminal Remoto, para la adquisición de datos, monitoreo y control de procesos Agroindustriales - AgriculTIC”**, en esta investigación se estableció como objetivo: Diseñar un dispositivo que facilite la automatización y monitoreo de procesos agroindustriales, con la opción de injerencia a través del sitio web o a través de la asistencia de los servicios de Internet de las cosas (IoT). Para la implementación del presente sistema se consideró la coexistencia de 3 sub sistemas, siendo el primero el Subsistema Hardware Terminal Remoto, el cual consta de componentes tales como: unidad central de procesamiento CPU; unidad de almacenamiento; unidad de medición de variables agrícolas; unidad de calendario y hora; unidad de comunicación local; unidad de activación de actuadores y unidad de comunicación con plataforma web; el segundo subsistema es el Subsistema de Comunicación del MTR con el Servicio Web, el cual consta de 2 elementos, que son: Un Modem SIM800L y un Microcontrolador PIC18F252; y el tercer subsistema es el Subsistema de Aplicación para usuario final, WebAPP, cuyo único y principal elemento es la aplicación web, la cual facilita el acceso a los usuarios del sistema para que gestionen los dispositivos predeterminados, el dominio de trabajo es <http://agricultic.com>.

Tal como se evidenció en la fase de prueba, la performance de los tres subsistemas (unidad central de procesamiento, módulo de comunicación y plataforma web), tuvieron valores altamente eficientes, no sólo individualmente sino también en la

fase de integración, en tanto, los sensores escogidos se adaptaron a las necesidades pretendidas de manera óptima, ya que los valores de las variables ambientales se capturaron y posteriormente fueron transmitidos a internet sin ningún aplazamiento. Es preciso mencionar que el módulo MTR AgriculTIC ofrece indiscutibles ventajas con respecto a los sistemas diseñados en los proyectos relacionados. Como se puede verificar, los tres trabajos examinados, hacen uso de hardware comercial (ARDUINO, RASPBERRY PI 3 y MTM-CM5000-MSP), lo cual constituye una limitación de las posibilidades de potenciales patentes o su posterior comercialización, y con respecto a AgriculTIC, se implementó un hardware propio, eliminando así su dependencia de placas comerciales.

En conclusión, esta propuesta tecnológica, denominada AgriculTIC posee canales de comunicación, alternativos a internet, tales como: la tecnología GPRS, 3G y 4G para SMS y voz; por lo que sería un sistema idóneo de ser utilizado en sectores donde no se tiene acceso a internet. Adicionalmente, es necesario resaltar que el presente proyecto permite el acceso irrestricto a los protocolos de comunicación, con la finalidad de que otros investigadores empleen esta tecnología para múltiples fines, pudiendo personalizar su uso. (Chaparro Mesa, Barrera Lombana y León Socha 2021)

En Bangladesh, en la North South University, Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, Samiha y otros (2019). **“Ogrodut: GSM based Gas Leakage Detection and Ventilation System using Arduino and Servo Motor”**, en esta investigación el objetivo es: Brindar asistencia a los usuarios de GLP a través de la notificación de alarma ante cualquier emisión o fuga de gas inadvertida, del mismo modo facilitar alternativas de solución que permitan llevar a cabo acciones críticas e inmediatas. Este sistema ha requerido para su implementación, componentes tales como: una plataforma Arduino, un módulo GSM, un sensor de gas MQ-2, un sistema servomotor y un módulo LCD JHD 162 A de 16\*2.

Para el diseño del presente sistema de detección de fugas, se emplean sensores del grupo MQ que constituye un elemento químico de consistencia líquida que reacciona ante fuentes emisoras de gas absorbiéndolo. Subsiguientemente dicha reacción origina pulsos electromagnéticos que son fomentados a la entrada de

señal analógica del módulo Arduino, y que a continuación es registrada y procesada en un sistema informático.

Luego del procesamiento de varias fórmulas, la salida analógica se transforma en salidas de voltaje reales de distintos valores que pueden ser interpretadas como varios niveles de gases. En principio, el usuario puede constituir un límite durante el proceso de la instalación para todo el sistema, fundamentado en las especificaciones y la demanda de los entornos. En caso que la emisión del gas cruza el límite, por medio de la salida digital del módulo Arduino, se impulsan las funciones de alarma que comprende fundamentalmente la activación de un zumbador y un sistema de alarma por leds. Inmediatamente, el sistema de ventilación (podría ser una ventana residencial) se habilita con ayuda de un servomotor, facilitando la expulsión del gas a zonas abiertas, provocando la atenuación de la concentración del gas y restituyendo condiciones iniciales de seguridad del ambiente.

Adicionalmente, el sistema contempla otra opción de seguridad, como es la notificación por medio de un mensaje de texto al teléfono del usuario, sobre la probable fuga de gas. Los resultados obtenidos se coincidieron con las expectativas iniciales ya que cada uno de los sensores de gas MQ2 expresa un valor analógico en un rango de entre 56 a 4095. En donde el borde para la activación de los sistemas de alarma se establece en 100, y si una fuga sobrepasa ese límite, el zumbador es habilita al igual que el LED. Al mismo tiempo que el servomotor procede a abrir la ventana para facilitar una disipación más rápida del gas. De inmediato el usuario es notificado rápidamente de la avería mediante el GSM para que este lleve a cabo las medidas más idóneas. Como conclusión, se puede decir que, esta tecnología tiene potencial para ser utilizada en varios sectores, en especial el productivo. El campo de acción del sensor puede abarcar variedades más amplias de gas. (Samiha et al. 2019)

En Iraq, University College Baghdad, Majeed, Jumaa y Mohamad (2017) "**Real Time Sticky Bomb Detection System Based on Compass Device and Arduino Board**", para esta investigación, el objetivo fue: Utilizar una de las diversas formas de detección de explosivos con el fin de impedir que un vehículo sea dañado por la

colocación de una bomba en la carrocería, en momentos que su propietario está alejado del mismo. Para el presente sistema de Detección de explosivos se necesitó de componentes tales como una placa Arduino, un módulo GSM y un dispositivo de brújula. La función de la placa Arduino es dirigir la brújula que es empleada para la detección de IED. El sensor de la brújula se encargará de medir el campo electromagnético generado por el coche con cierta periodicidad; el coche posee un campo electromagnético inicial generado por la gravedad terrestre y otras fuentes de campos electromagnéticos, en caso llegue a producirse una variación en el campo electromagnético que rodea el coche, la placa Arduino emitirá un mensaje SMS fundamentado en el módulo GSM dirigido al propietario del automóvil.

El presente método propuesto constituye una excelente alternativa de prevención y seguridad para las personas que viven en países inseguros, brindándoles la opción de determinar si su auto ha sido manipulado con una bomba IED o de lo contrario su auto sigue siendo seguro. Se puede concluir que el sistema de detección automática de explosivos propuesto si logra descubrir el artefacto explosivo sin necesidad de intervención humana. Entre las ventajas que ofrece este sistema de detección es que, en paralelo con las técnicas de detección tradicionales, este tiene un menor coste, un escaso dispendio de energía y demanda un tiempo menor de análisis comparado con otros sistemas de detección tradicionales. (Majeed, Jumaa y Mohamad 2017)

En India, Universidad de Ciencia y Tecnología, Sipani u otros (2018) “**Wireless Sensor Network for Monitoring & Control of Environmental Factors using Arduino**”, en esta investigación, se planteó el objetivo de: monitorizar datos de temperatura y la humedad por medio de una red de sensores inalámbricos que se encargan de captarlos y luego transmitirlos a un dispositivo móvil por mensaje de texto, para proceder a modificar dichos valores en caso sea necesario. Para este sistema de monitoreo y control se hizo uso de componentes tales como: un sensor de temperatura y humedad (DHT11), una pantalla LCD y un módulo GSM SIM900A. Con respecto a la parte de codificación, las simulaciones y pruebas se hicieron utilizando el software Arduino IDE y la placa Arduino Uno.

El funcionamiento óptimo de este sistema de monitoreo y control, tiene como componente principal en su red de sensores inalámbricos propuesta un sensor de temperatura y humedad (DHT11) en los ambientes donde se lleva a cabo el monitoreo en línea. Dicho sensor se interconecta con la placa de desarrollo Arduino UNO. La señal analógica recibida en la placa Arduino es transformada a un formato digital. Dichos valores digitales de la temperatura y la humedad son referenciados en la pantalla LCD. Luego de ello, la información digital es enviada al módulo GSM que se interconecta como un periférico de comunicación serial con Arduino, el cual transferirá los datos al dispositivo móvil por medio de mensaje de texto. Por otro lado, en el Arduino se programa un límite de temperatura por medio del cual se determina el aumento de la misma si este límite es sobrepasado.

Una vez que se alcanza el valor del límite, los dispositivos de refrigeración (motor de 5V DC que cumple la función de un ventilador) se activan en automático para mantener la temperatura en el valor deseado y un SMS de advertencia se remite al dispositivo móvil junto con la visualización del valor de la misma en la pantalla LCD. Tanto la plataforma Arduino como el escudo GSM son sustentados por adaptadores de CC / cables USB. El resto de los componentes del sistema son mantenidos por el Arduino (+5V).

Los resultados obtenidos en la etapa de prueba han sido contundentes ya que se midió la temperatura y la humedad en varias instalaciones y se procedió con el respectivo análisis de los valores adquiridos. Ante la evidencia de la presencia de distintos escenarios para la configuración en un entorno la monitorización de los datos se llevó en cada uno de ellos. El límite de temperatura establecido fue de 35 °C, el cual, si es sobrepasado, de inmediato el sensor DHT11 detecta dicho aumento y el microcontrolador remite la señal de respuesta a los periféricos de refrigeración conectados a él y se da inicio el proceso para reestablecer la temperatura por debajo del umbral.

Como conclusión se puede aseverar que la propuesta de este sistema de sensores inalámbricos brinda un proceso óptimo para el control y regulación eficaz de la temperatura y la humedad en tiempo real. El hecho de ser compacto hasta cierto punto lo hace provechoso en comparación con otros sistemas utilizados para

cumplir esta misma misión. La alternativa de que la configuración de este sistema de cableado anidado pueda ser reemplazado por tecnología inalámbrica sería mucho más conveniente no sólo para la captura de datos más precisos, sino también para prevenir futuras contingencias. (Sipani et al. 2018)

En India, Instituto de Ciencia y Tecnología SRM, Departamento de Ingeniería Biomédica, Murali y otros (2018) **“Wireless Recording of Limb Flexion-Extension Counter using GSM Module”**, en esta investigación, se propuso como objetivo: Implementar un dispositivo que permita monitorizar parámetros como la frecuencia cardíaca, la temperatura y los recuentos de flexión-extensión de las extremidades de los pacientes que han sufrido traumatismos severos por accidentes. Para la etapa de prueba se contó con la participación de 19 pacientes. Para este sistema de registro inalámbrico se necesitó de componentes tales como: un microcontrolador Arduino Mega 2560, un sensor de temperatura LM 35, un sensor de Pulso SEN-11574, un sensor de Proximidad IR, un brazalete de presión arterial, un módulo GSM SIM 900<sup>a</sup>, un Goniómetro, interfaz GSM.

El diseño del presente sistema de registro ha sido configurado de la siguiente manera, el microcontrolador ARDUINO Mega 2560, se interconecta con el sensor de pulso (SEN11574), el sensor de temperatura (LM-35) y el sensor de proximidad IR, el manguito de presión arterial es colocado alrededor de la extremidad del sujeto para ejercer presión sobre la misma; el sensor de pulso y el sensor de temperatura son colocados en los dedos del sujeto; el goniómetro es fijado junto a la extremidad del sujeto con la finalidad de medir el ángulo creado por el movimiento de la extremidad, cuando el paciente desee registrar su estado de entrenamiento, tendrá que pulsar el botón para remitir un mensaje al número telefónico donde se registran los valores del rendimiento (frecuencia de pulso, temperatura y numero de flexiones).

Los resultados obtenidos en la etapa de prueba se pudieron verificar que, para cada sujeto, la presión del manguito se mantuvo en 35 mm de Hg y el ángulo de flexión fue medido a través del goniómetro, el cual fue ajustado para facilitar el movimiento. El sensor de proximidad es fijado en la parte superior del manguito para detectar el movimiento de la extremidad en flexión y proceder con el recuento; se registra

elevación de la medida en las lecturas de temperatura y frecuencia del pulso en la medida que el ejercicio avanza. Se registra un rango de ángulo de flexión que varía entre 43 ° y 49 °, constituyendo valores cercanos al del movimiento normal de la una extremidad, sin llegar a ser los óptimos. La carga es invariable durante el ejercicio y la pérdida de presión se estabiliza en un mínimo de 2 mm de Hg<sup>2</sup>.

Se observa una variación visible de la frecuencia del pulso y de la temperatura, es decir, por cada fracción de cambio de temperatura entre cada paciente, la frecuencia del pulso es superior para los que poseen una temperatura corporal elevada. El aumento del número de recuentos también es directamente proporcional al aumento de la frecuencia del pulso en casi todos los casos, sin embargo, otros factores podrían ser la causa de una leve desviación del valor propuesto. Los valores de las lecturas de la temperatura, la frecuencia del pulso y el número de recuentos son remitidos en un SMS a través de GSM. El aumento de la frecuencia del pulso simboliza una ligera eventualidad de hipertensión que indirectamente induce a la variación de la temperatura.

En conclusión: El análisis llevado a cabo de los resultados, nos permiten inferir que queda claro que la temperatura y la frecuencia del pulso son directamente proporcionales entre sí, siempre y cuando los valores de la presión del manguito y otros parámetros sean invariables. Consecuentemente, a medida que progresa el ejercicio, se genera un incremento de la frecuencia cardíaca y conlleva a un aumento de la temperatura y viceversa. El recuento está limitado a 10-12 veces, debido a que las repeticiones deben ser lentas y graduales y llevarse a cabo en un minuto, de sobrepasar el límite la oclusión puede causar daños arteriales y musculares. (Murali et al. 2018)

En Iraq. Universidad de Duhok, Facultad de Ciencias, Departamento de Informática. Sarhan (2020) “**Arduino Based Smart Home Warning System**”, para esta investigación, el objetivo planteado fue: Presentar el diseño y la implementación de un sistema de alerta doméstico inteligente basado en Arduino. Con respecto a los componentes que participan en la implementación de este sistema tenemos en el caso del software: Lenguaje de programación Arduino en su versión 1.8.10 de Arduino IDE, librería de sensores DHT22, librería del sensor MQ2, biblioteca del

sensor de la cámara, biblioteca de la tarjeta Micro SD, librería SIM900 GSM/GPRS; con respecto al hardware se ha considerado: una placa micro controladora Arduino Uno (ATmega328P), módulo de sensor DHT22, módulo de sensor MQ2, cámara JPEG de serie TTL, módulo Zumbador, módulo de tarjeta Micro SD, módulo de relés de 3 canales, ventilador, electroválvula, escudo SIM900 GSM/GPRS . El sistema opera inicialmente con los procesos de lectura y comprobación de cada uno de los sensores interconectados.

En caso se produzca un incendio, entra en acción el sensor DHT22 que detectará un incremento de la temperatura y si esta supera los 50 °C, quiere decir que hay un incendio en progreso. Para el caso de fuga de gas GLP, entra en acción el sensor MQ2, que mide la concentración de gas en el aire. El sensor de la cámara se encarga de detectar cualquier movimiento que pueda producirse en el ambiente bajo vigilancia. Cualquier tipo de amenaza para la seguridad detectada, el sistema activará las alertas y notificaciones pertinentes., tales como: el envío de mensajes SMS, el envío de correos electrónicos con imágenes adjuntas, llamada al propietario, la activación de un timbre y el parpadeo de una bombilla.

El ventilador se activará en caso se detecte incendio en progreso (en esta eventualidad, también se activa la válvula solenoide) o fuga de gas para que estos sean disipados. Es necesario resaltar que el flujo de operación es iterativo, generándose evidencias de manera continua (las fotografías se almacenarán en el módulo de la tarjeta Micro SD utilizada para ser remitida al usuario). El sistema se interrumpe cuando se recibe un mensaje SMS del usuario.

Los resultados obtenidos durante la faceta experimental del sistema, deja en evidencia que la detección de las contingencias (incendio, fugas de gas y robos en viviendas) es eficaz, mientras que los usuarios reciben las respectivas notificaciones por medio de mensajes SMS, correos electrónicos con imágenes adjuntas, etc. Adicionalmente el sistema propuesto lleva a cabo acciones convenientes, como interrumpir el fuego con agua y reducir la concentración de gas con ventilación. En conclusión, el sistema de advertencia domestica inteligente, permite a los propietarios patrullar sus viviendas estén donde estén. Las situaciones más peligrosas (incendios, fugas de gas y robos en viviendas) pueden ser

detectadas de manera inmediata y los usuarios son notificados a su equipo celular. (Sarhan 2020)

En Filipinas. Universidad Politécnica de Filipinas Sto. Tomas Batangas, Programa de Ingeniería Eléctrica. Oldan (2021) **“Sistema de control de la calidad del agua en el lago Taal con aviso de alerta y sistema de aireación mediante Arduino”**, en esta investigación, el objetivo fue: proponer la implementación de sistema de vigilancia de la calidad del agua de bajo coste y micro controlado para el agua dulce de clase C. Un micro controlador Arduino Uno ATmega2560, un módem GSM compatible con la red GSM/GPRS cuatri banda y un sistema de aviso de alarma integrado a un sistema de aireación son los principales componentes de la boya alimentada por energía solar.

El sistema inicia su funcionamiento cuando Los paneles fotovoltaicos colocados en la boya absorben las partículas solares (fotones) y las transforman en energía eléctrica la cual es almacenada en una batería de iones de litio para que dicha energía sea utilizada durante la noche o en circunstancias meteorológicas hostiles, además, un controlador de carga regulariza la tensión variable generada por los paneles fotovoltaicos, mientras que la batería suministrará energía al dispositivo, desde la fase de detección hasta la transferencia de datos y alimentará también al sistema de alerta y aireación, por otro lado, la sonda de OD, las sondas de temperatura, la sonda de NH<sub>3</sub> y las sondas de pH detectarán y capturarán datos de las aguas del lago cada tres horas y los remitirán al micro controlador Arduino Uno, el cual a través del módulo SIM800L, expedirá los datos a los usuarios, por otro lado, un LED indicador de color verde permanecerá encendido en condiciones consideradas normales, pero si el nivel de OD cae por debajo de 5mg/L (valor mínimo de OD en las aguas del lago), la luz LED amarilla de color se activará y en caso el valor de DO cae por debajo de 3 mg/L (el valor crítico de DO en las aguas del lago), las luces LED de color rojo se activarán y el sistema de alarma emitirá una señal sonora, un mensaje SMS a los usuarios, y en automático un sistema de aireación entra en acción.

La estación de Pesca y Recursos Acuáticos (BFAR)-Región IVA en Talisay, Batangas, ubicó el aparato por un periodo de dos semanas para vigilar la calidad

del agua junto al estanque de peces (unos 350 metros del agua). La boya, sustentada por energía solar, flotó independientemente y comunicó consecutivamente los datos observados a una hora preconfigurada. Para determinar la aceptabilidad y la precisión del dispositivo, se evaluaron los criterios de la BFAR R IV-A y la Orden Administrativa del DENR n° 34 de la serie de 1990 - Criterio de calidad del agua para las aguas dulces, clase C.

Lográndose determinar, que el dispositivo es capaz de medir el nivel de pH y los niveles de oxígeno disuelto a distintos niveles de profundidades por debajo de la superficie del agua. El Arduino Mega procesa los valores capturados y los remite por medio de mensajes SMS a los usuarios a través del módulo GSM. Cada tres horas, el dispositivo fue configurado para detectar y transmitir datos.

Los sensores regresan al estado de OFF luego de que se haya enviado el SMS con los valores capturados. Se observa un flujo de corriente típico de 650 mA durante el estado ON y de 20 mA durante el estado OFF. La energía solar almacenada puede emplearse para cargar la batería durante la noche o en días nublados (funcionamiento intermitente). En conclusión, las pruebas de laboratorio revelan que el sistema funciona óptimamente no solo cuando los niveles de OD están en su punto más alto, sino también cuando el nivel de OD del agua desciende por debajo de un nivel crítico, emitiendo una señal de alerta, el indicador LED se pone en rojo y el periférico envía un mensaje de texto a los usuarios. En resumen, se trata de un enfoque factible para vigilar la calidad del agua del lago. (Oldan 2021)

En India, University College of Engineering, Departamento de Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones, Pakanati y Rawa (2018) **“Using the Arduino platform for controlling ac appliances with GSM module and Relay”**, el objetivo propuesto para esta investigación fue: Controlar aparatos eléctricos mediante el envío de SMS (Mensajes de texto) al módulo GSM SIM900, el cual está integrado a la plataforma Arduino y a la que se conecta también un relé para manejar los dispositivos de alta tensión. Para este sistema de control participaron componentes tales como: plataforma Arduino, Escudo GSM SIM900, un relé. Los dispositivos eléctricos son controlados exitosamente usando el módulo GSM y Arduino por

medio de SMS, en donde cada componente empleado en el proyecto tiene su propia importancia y la manera en cómo están integrados es relevante.

Comúnmente es necesario un microcontrolador para controlar cualquier periférico que usamos en ese sentido la placa Arduino constituye un microcontrolador fundamental para este proyecto, pues en él se integra el programa principal, que se encarga de procesar todas las instrucciones dadas por el usuario para controlar dispositivos. Para efectos de un control remoto de los dispositivos, se necesita otro módulo (Bluetooth, GSM módulo GSM, escudo Ethernet, módulo Wi-Fi, etc.). Particularmente en esta aplicación el proceso de control es a través de SMS, por lo tanto, es a través del módulo GSM en que se pueden enviar o recibir. Por otro lado, sin relé es posible controlar los LEDs mediante la integración de Arduino y el módulo GSM a través de SMS. Pero para este proyecto el relé entra en acción para controlar aparatos eléctricos de alto voltaje y tensión.

Luego de las pruebas respectivas se pudo evidenciar que el GSM y el Arduino responden correctamente para todas las cadenas de SMS de los hilos. Se hizo uso de bombillas las cuales fueron conectadas para cada canal. El relé IN1 está conectado a la bombilla amarilla y se llama 'a'. Relé IN2 está conectado a la bombilla azul y se denomina "b". El relé IN3 está conectado a la bombilla blanca y se denomina "c". El relé IN4 está conectado a la bombilla roja y se denomina "d". Para la cadena de entrada #a0b1c1d1, el aparato del canal 1 se enciende y todos los demás aparatos se apagan.

Para la cadena de entrada #a1b0c1d1, el aparato del canal 2 se enciende y todos los demás aparatos se apagan. Para la cadena de entrada #a1b1c0d1, el aparato del canal 3 se enciende y todos los demás aparatos se apagan. Para la cadena de entrada #a1b1c1d0, el aparato del canal 4 se enciende y todos los demás aparatos se apagan. Similarmente, es posible controlar dos, tres y cuatro aparatos al mismo tiempo usando otras cadenas. Podemos concluir que controlar los electrodomésticos de alta tensión no es una tarea tan fácil, sin embargo, es posible. Los electrodomésticos pueden estar en "ON" u "OFF" por medio de un SMS que se envía desde un equipo celular en cualquier parte por más remota que esta sea.

Este tipo de tecnologías constituye uno de los principios de la casa inteligente. (Pakanati y Ravva 2018)

En Cuba, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Castillo Rodríguez, Martínez Laguardia y Gómez Abreu (2018). "**Architecture Based on Open Source Hardware and Software for Designing a Real-Time Vehicle Tracking Device**", esta investigación tuvo como objetivo general: Proponer una arquitectura de hardware y software libre que permita el control de flota de vehículos en tiempo real. Los componentes para este proyecto son: plataforma Arduino, un módulo Adafruit FONA 808 - Mini Cellular GSM + GPS Breakout, un módulo módulo Adafruit de tarjeta SD/MicroSD, una antena GPS pasiva de 50  $\Omega$ , una antena de Itead Studio de 15 g de peso y conector SMA a un cable uFL, una batería LiPoly de 3.7V 1200 mAh con conector JST de dos pines.

El programa inicia con un bloque de configuración del dispositivo, configurándose, primeramente, los pines de entrada/salida del Arduino; iniciándose el puerto serie de hardware, útil para la comunicación con una computadora personal; inicializa la comunicación SPI con la tarjeta SD y la comunicación del puerto serial efectuado desde software con FONA808; se inicia el módulo FONA808; cargándose los valores de la configuración del dispositivo por defecto desde la EEPROM (número del administrador, código de desbloqueo de la tarjeta SIM, tiempos de encuesta al GPS y envío de la trama por la red móvil y velocidad máxima) y la tarjeta SIM es desbloqueada. Inmediatamente después la configuración, el programa ejecuta un ciclo infinito, el cual está fraccionado en distintas subrutinas.

La subrutina de encuesta a FONA808 primariamente consulta si existen notificaciones de SMS o llamadas en su puerto serial. De ser positivo, lee la cadena de texto recibida e identifica el tipo de notificación. En caso de ser una llamada telefónica, cuelga seguidamente; si es un mensaje de texto, se comprueba el origen del número (que sea del administrador) y que el mensaje sea válido, es decir, que contenga datos útiles para la configuración del programa, caso inverso, se ignora. De las pruebas realizadas se puede evidenciar que el periférico diseñado en el presente proyecto es factible que funcione, no sólo en modo diferido, sino también en tiempo real. El impacto es aún mayor cuando el control es en tiempo

real, sin embargo, la estimación de una cifra exacta del ahorro resulta compleja de estimar porque esta variante no se ha implementado en Cuba de forma general. Muy al margen de ello, se puede afirmar que, a través de un control de flota en tiempo real, donde es de conocimiento en cada momento la localización, velocidad y curso de sus vehículos, se alcanza un control total de la logística de rutas y entregas a cargo de la administración.

También, abrevia el número de viajes y de kilómetros innecesarios, ya que es posible planificar la ruta más eficiente. Además, es posible detectar instantáneamente eventualidades como exceso de velocidad, paradas prohibidas y desvío de las rutas ya dispuestas, y llevar a cabo las acciones pertinentes para evitar situaciones indeseables (accidentes, hechos delictivos y gastos innecesarios de combustible y recursos ). Se puede concluir que a partir de tecnologías de hardware y software libres es factible diseñar la arquitectura de un periférico de rastreo de vehículos que facilite el control de flota tanto en tiempo real como de forma diferida. La placa microcontroladora Arduino UNO y el módulo Adafruit FONA808 son las plataformas tecnológicas más adecuadas, entre las diversas alternativas examinadas. (Castillo Rodríguez, Martínez Laguardia y Gómez Abreu 2018)

En Nigeria. International Journal of Advanced Research in Computer Science. Falohun y otros (2021), "**Design and construction of a door security alarm system based on sms verification and voice recognition**", el objetivo de esta investigación es: Diseñar un sistema de seguridad que controle de manera automática las operaciones de apertura y cierre de una puerta por medio de un comando de voz mediante una aplicación android y por medio de la verificación por SMS con un módulo GSM. Los componentes para este proyecto son: un módulo GSM, un módulo SIM800L, un módulo Bluetooth HC-05, un zumbador. Este sistema de seguridad para puertas fundamentado en android y GSM es un diseño basado en un microcontrolador que controla una puerta a través de la entrada de voz utilizando el speech-to-text de código abierto de Google en la aplicación android, así como a través de SMS a través del teléfono móvil.

Se utiliza un módulo Bluetooth HC-05 que permite el enlace inalámbrico entre la aplicación androide y la puerta, mientras que un módulo GSM SIM800L se usa también para servir de enlace inalámbrico entre la unidad del microcontrolador (ATMEGA328P) y el teléfono móvil. La comunicación entre el microcontrolador y los demás componentes del sistema es serial. El microcontrolador recibe perenemente órdenes del módulo GSM y de la aplicación androide interconectada a través del módulo Bluetooth. Seguidamente, toma una decisión basada en la orden recibida. El diseño del sistema está hecho para trabajar con la tecnología GSM, que emitirá un mensaje, cada vez que un fisgón desee acceder sin autorización a la casa.

El diseño del hardware se fundamentará en el microcontrolador (ATMega328P), el módulo Bluetooth (HC-05), el módulo GSM (SIM800L), el botón, el controlador del motor (L298N) y el zumbador. De las pruebas realizadas se puede evidenciar que el dispositivo diseñado en el presente proyecto tiene una alta potencialidad de implementación exitosa, sin embargo, aún hay situaciones que se deben superar, como es el caso de la comunicación fallida entre el controlador y el móvil utilizado en este proyecto, esto es debido a que ambos elementos no funcionaban a la misma frecuencia. Se decidió cambiar el oscilador, por otro lado, la tergiversación de la red podría ocasionar un retraso en la entrega del mensaje de texto, ante ello, se reajustó el tiempo de retardo para compensar los retrasos en la entrega del mensaje por parte de los proveedores de red.

En conclusión, la performance del proyecto después de las pruebas respectivas cumplió con las especificaciones del diseño. Sin embargo, el funcionamiento general del proyecto y el rendimiento dependen del usuario, debido a la propensión de cometer errores humanos tales como: ingresar un comando de control de voz incorrecto. Además, el funcionamiento obedece de la calidad de la soldadura y de la colocación correcta de los componentes en la placa de circuito impreso. (Falohun et al. 2021)

En India. Universidad de Calcuta. Mukhopadhyay, Mitra y Mitra (2015), **“A combined application of lossless and lossy compression in ECG processing and transmission via GSM-based SMS”**, el objetivo de esta investigación es:

Desarrollar un módulo de procesamiento de ECG automatizado que sea capaz de comprimir eficientemente la señal de ECG digitalizada y transferirla mediante la tecnología 2G-GSM a algún centro de salud distante o a algún cardiólogo experto en caso de emergencia o para un control periódico. Los componentes para este proyecto son: un módulo GSM, un sistema de monitorización de ECG. El módulo completo se divide en tres secciones principales, que son: (i) Compresión de datos, (ii) Transmisión-Recepción y (iii) Reconstrucción de datos. La compresión de datos se divide en 3 subsecciones: (a) Cálculo de la desviación estándar (SD), (b) Compresión sin pérdidas en regiones de alta SD (L2CHSR) y (c) Compresión con pérdidas en regiones de baja SD (LCLSR). El algoritmo de reconstrucción de datos se divide en dos subsecciones: (a) Reconstrucción sin pérdidas en regiones de alta SD (L2RHSR) y (b) Reconstrucción con pérdidas en regiones de baja SD (LRLSR).

De los resultados obtenidos se puede destacar que el método propuesto también consigue una mejor RC en comparación con otros métodos; además, la transmisión simultánea de ECG de varios pacientes a un teléfono móvil concreto es una ventaja adicional de este sistema con respecto a otros métodos, adicionalmente el número de SMS que deben enviarse para un número fijo de ciclos de ECG depende en gran medida de la RC y de la frecuencia de muestreo de la señal original. En conclusión, se está proponiendo un nuevo método de compresión y transferencia de señales de ECG. La técnica de compresión sin pérdidas da un PRD de 0,023%. Por consiguiente, en las regiones de alta SD la señal reconstruida es casi similar a la del original. Por otro lado, la técnica de compresión con pérdidas es capaz de reconstruir regiones de baja SD sin ninguna pérdida significativa de información clínica (PRD  $\frac{1}{4}$  7,89%), inclusive después de un muestreo descendente. Las opiniones de los cardiólogos también amparan estos resultados numéricos. (Mukhopadhyay, Mitra y Mitra 2015)

En indonesia, la universidad Serambi Mekkah. Satria y otros (2019), **“Implementation of wireless sensor network (WSN) on garbage transport warning information system using GSM module”**, la investigación tuvo como objetivo la creación de un prototipo de sistema para el aviso de transporte de basura aplicando el sistema Wireless Sensor Network (WSN) utilizando medios de comunicación GSM. El prototipo del sistema cliente se construye utilizando un

sensor ultrasónico que se utiliza como detector de basura completo, así mismo el micro controlador Arduino Uno y un módulo GSM. El sistema cliente tiene un sensor ultrasónico como bloque de entrada, un micro controlador Arduino Uno como bloque de procesamiento y un bloque de salida que consiste en un módulo transmisor GSM, así mismo en el sistema del servidor hay un bloque de entrada en forma de módulo receptor GSM y un ordenador como bloque del sistema de procesamiento de la información, se empleó Apache Web Server, MySql y PHP. Basándose en el análisis y el diseño del sistema, el prototipo de cliente puede enviar información al servidor e información al encargado de transportar la basura empleando la pasarela SMS. En el momento de la simulación, el servidor se opera mediante un ordenador portátil que está conectado al módem como el remitente al recolector de basura y recibe un SMS del sistema cliente. El sistema cliente emplea un sensor ultrasónico colocado sobre el contenedor de la basura. El sensor ultrasónico está conectado al micro controlador Arduino, cuyos datos procesados se envían al servidor del sistema de información de alertas de transporte a través del módem GSM. Se desarrolló un sistema basado en la arquitectura cliente - servidor, así mismo se desarrolló un prototipo de sistema de información para sistemas de alerta de transporte de residuos utilizando el concepto del sistema de red de sensores inalámbricos (WSN). De los resultados de las pruebas se desprende que el sistema cliente logró enviar datos de basura al servidor del sistema de información. Y el servidor logró mostrar los resultados del envío de datos a una determinada página web, desde la página del sistema de información de avisos de transporte de basuras, el operador puede enviar los datos completos de localización de la basura que debe transportarse inmediatamente al encargado del transporte en forma de SMS. (Satria et al. 2019)

En Iraq, Al-Nahrain University. Aal Nouman y otros (2020) “**Transmission of Disaster Warnings via ControlChannels in Cellular Networks**”, tuvo como objetivo proponer un método para transmitir mensajes de alerta temprana a través de redes celulares UMTS, basándose en extensiones libres de los canales de control (FACH). Las alertas enviadas pueden denominarse de enlace descendente, ya que los avisos van de la red móvil al UE utilizando UMTS. La red de acceso de radio terrestre universal UTRAN recibe las alertas del operador y de un proveedor

de datos y servicios externo como parte de los servicios basados en la localización. La trama FACH puede dividirse en cabecera y carga útil. La cabecera contiene información como el tipo de trama (FT) y CFN, que se utiliza para indicar qué trama se emite primero, y muestra el nivel de potencia. A continuación, la trama FACH se carga en S-CCPCH. Si una ranura no es capaz de transportar la trama completa, se utilizará la siguiente. Además, si los datos no pueden acomodarse en una trama, se empleará la siguiente. Al final, se calcula la suma CRC de la cabecera y se inserta en ella. Por último, cada dato de dos bits se presenta como un símbolo y se envía con modulación QPSK. La investigación propone un nuevo método para enviar mensajes de alerta del proveedor de servicios a los usuarios móviles sin necesidad de utilizar Internet o canales empaquetados. Las extensiones FACH de repuesto se utilizan para enviar los mensajes en UMTS. FACH se transporta utilizando S-CCPCH. En los estándares 3GPP, FACH es principalmente la parte del RRC utilizada para establecer la conexión, con el consiguiente inicio del proceso de transmisión de información entre el usuario y la red móvil. Los resultados de la evaluación muestran que el método propuesto es capaz de transmitir mensajes de advertencia a los usuarios. Además, esta transmisión es más rápida que en 3GPP. (Aal-Nouman et al. 2020)

En Indonesia, Ratnadewi y otros (2018), **“Control and Notification Automatic Water Pump with Arduino and SMS Gateway”**, el estudio tuvo como objetivo facilitar el control de la máquina de bomba de agua de vacío, cuya condición del agua es que esté lleno o no y en casa o apartamento. Los sistemas actuales aún tienen muchas limitaciones en el control de la máquina de la bomba de agua. El sistema de control de la máquina de agua fue diseñado con el dispositivo que tiene un sistema de vigilancia inteligente que se puede acceder con el teléfono inteligente Android y toda la información desde o hacia el sistema de control de la máquina de comandos mediante el uso de SMS, este sistema emplea la tecnología de micro controladores Arduino UNO que permite la lectura del módulo GSM y conectado con SMS Gateway.

La solución propuesta contempla un acceso remoto, ya que la información se enviará automáticamente al propietario de la máquina de agua notificándole que la máquina de agua se ha llenado y éste podría ser apagado mediante el uso de

comandos SMS. Este sistema de control utiliza la técnica de parada del motor para conectarse y encenderse junto con el micro controlador Arduino UNO. Arduino UNO procesará las señales y los mensajes entrantes y, a continuación, los enviará a los dispositivos LCD. LCD mostrará los datos recibidos de Arduino UNO; el siguiente relé recibirá comandos de los procesados por Arduino UNO y conectará los cables de encendido/apagado en una máquina de agua controlada mediante un Smartphone. El prototipo de control de la bomba de agua obtuvo un buen resultado, y la pasarela SMS como conexión entre la aplicación del Smartphone con el dispositivo en el envío y recepción de notificación es lo suficientemente buena, una de las debilidades es que no se implementa el método difuso en el proceso de comprobación del volumen de agua en el tanque de agua por lo que se debe cumplir con ciertas otras condiciones de volumen para enviar una notificación. (Ratnadewi et al. 2018)

En India, la universidad Galgotias, Upadhyay y Bhardwaj (2020) “**Digital Electronic Board Using GSM Module and Database**”, el estudio tuvo como propósito desarrollar un sistema que acepte mensajes vía SMS o Google Assistant o alguna otra aplicación que posteriormente los almacene en la base de datos para su historial poder reutilizarlo. La pantalla LCD se emplea para mostrar el texto, la imagen o el vídeo, esta propuesta está dirigida básicamente a colegios, universidades y lugares públicos como estaciones de autobús y ferrocarril donde se requiera mostrar los datos esenciales de una forma más rápida y sencilla. La idea principal es ofrecer a los usuarios un sistema sencillo, fiable y constante, que puedan utilizar para colocar avisos y notificaciones importantes en la pantalla LCD, y que el usuario pueda enviar un mensaje que se mostrará en la pantalla LCD. El sistema utiliza un micro controlador LPC 2148 basado en ARM de 32 bits, un módulo GSM SIM 900 y una interfaz de usuario para la aplicación bajo el sistema android, además se requiere una cobertura para la conectividad a la red móvil. El sistema propuesto se caracteriza por su sencillez al manejarlo y puede aplicarse en muchas tecnologías futuras, también podría ser útil en inteligencia artificial y aprendizaje automático. (Upadhyay y Bhardwaj 2020)

## Anexo 7: Continuación de bases teóricas

Así mismo Sipani y otros (2018); señalan con respecto a la **telemetría** que los sensores inalámbricos pueden recolectar diferentes tipos de datos como humedad, temperatura, voltaje, corriente, etc; desde localidades remotas y posteriormente enviar la información por la red hacia la estación receptora.

De esta manera se puede monitorear estos datos desde una estación de control ubicado remotamente el cual ayuda a coordinar ininterrumpidamente los procesos en las operaciones de las plantas, industrias, e incluso para actividades domésticas. (Sipani et al. 2018).

Del mismo modo Septian, Rakesh y Dhora (2020) que estudian a Joshi y Kiran (2020) comentan que la **telemetría** por medio del internet de las cosas crece significativamente a medida que el internet se vuelve común y accesible para la mayoría de personas, estas pueden monitorear componentes electrónicos de manera fácil por medio de sus teléfonos móviles; el IoT comienza con un sensor conectado a un controlador o procesador de manera que éste pueda obtener continuamente los parámetros que serán enviados a un host remoto, el Internet de las cosas puede conectar cualquier cosa desde cualquier lugar en el mundo. (Septian, Rakesh y Dhora 2020) (Joshi y Kiran, 2020)

De la misma manera Sari y otros (2021) que estudia a Minerva y otros (2015); señala que los **protocolos** para el internet de las cosas requiere un análisis de la complejidad de la red a la que representa, ya que esta red interconecta sensores, actuadores y dispositivos inteligentes los cuales deben ser programables, inteligentes y con capacidad de poder interactuar con el ser humano brindando servicios útiles; por ello los protocolos para el IoT (internet de las cosas) difieren de un caso a otro según las condiciones y requerimientos de comunicación específicas al caso.

La mayoría de protocolos están concentrados en la eficiencia del consumo, debido a que la energía es la mayor restricción en cuanto al IoT. Los protocolos también están dirigidos a funcionalidades como enrutamiento, seguridad, agrupamiento de

redes, vida útil de la red, calidad de servicio y mejora del rendimiento de la red. (Sari et al. 2021) (Minerva et al. 2015)

Según Neyra, Poicon y Siancas (2019) **arduino** es una placa electrónica “open-source”, es decir de código abierto que está basado en hardware y software de fácil uso orientado para diseñadores, estudiantes y cualquier persona interesada en crear proyectos interactivos. La capacidad de arduino consiste en detectar e interpretar las señales desde diferentes sensores y responder mediante la interacción con luces, motores y otros dispositivos.

Para la programación con arduino se emplea el lenguaje de programación propio de arduino y el ambiente de desarrollo o codificación de arduino; esta programación permite operar el arduino de manera autónoma o con interacción con alguna aplicación de computadora o dispositivo móvil. Arduino consta de una placa electrónica de hardware libre el cual contiene un micro controlador con capacidad de ser automatizado mediante la programación y una variedad de pines denominadas “hembra” que permiten la conexión de sensores y actuadores.

Arduino también consta de un software libre que funciona bajo los sistemas Linux, Windows y MacOS, el cual permite grabar en memoria del micro controlador las instrucciones a ejecutar; por último arduino consta de un lenguaje de programación de alto nivel y de acceso libre conocido como “arduino SDK”, este entorno es de fácil uso para principiantes y flexible para usuarios de nivel avanzado. (Jara Neyra, Ordinola Poicón y Siancas Panta 2019).

Así mismo sobre arduino uno R3 Syed y Faruk (2017) comentan que, la partes más importantes del **arduino uno R3** son el puerto USB, el cual se emplea para la alimentación de la placa electrónica y también para cargar los programas al micro controlador desarrollados por el IDE de arduino en una computadora, para ello se emplea el cable A –B; del mismo modo otra parte importante de la placa arduino uno R3 es el Jack de alimentación externa, el cual solo sirve para energizar la placa mediante una fuente de alimentación externa, generalmente emplea de 7 a 12 voltios de entrada de alimentación.

Los pines analógicos que van desde el A0 – A5, que corresponden a un total de seis pines analógicos se emplean para la lectura de valores analógicos; de la misma manera los 14 pines digitales (0-13) se emplean para la lectura de valores digitales obtenidos de sensores, además generan señales digitales para la comunicación con otros componentes por medio de interfaces digitales; otra parte importante del arduino uno R3 es el ICSP o programación en circuito serial, que consta de dos juegos de pines que sirven para actualizar el “Firmware” o reinstalar el “BootLoader”, este “Firmware” es un software permanente que se aloja en la memoria de solo lectura y el “BootLoader” representa a un programa de computo que ayuda a cargar el sistema operativo. El micro controlador que se compone del procesador núcleo, memoria y entradas y salidas de periféricos, un ejemplo de micro controlador es el “ATmega328”, la modulación por ancho de pulso significa que se obtienen salidas analógicas mediante entradas digitales.

El botón “Reset” es otra pieza resaltante en el arduino uno R3, se emplea para actualizar la placa y reiniciar el sistema. El arduino uno R3 emplea la comunicación serial, lo que significa que el envío de datos se realiza bit a bit por medio del canal de comunicación, por ello cuando se inicializa el puerto serial de comunicación se recomienda asignarle al parámetro “Baud Rate” de la función “setup()” el valor de “9600”, que significa que se envían 960 caracteres por segundo, es decir se envía un bit de inicio, ocho bits correspondiente a los datos y un bit de finalización, haciendo un total de 10 bits a una velocidad de 9600 bit por segundo.

La función “setup ()” se emplea para inicializar las variables declaradas en la programación de arduino y establecer el modo de los pines, además aquí se pueden emplear las bibliotecas; esta función se llama cuando se compila y se carga el código, esta función solo corre por una única primera vez cuando se carga el programa a la placa electrónica y también luego de presionar el botón “Reset”. Como se mencionó anteriormente, el IDE arduino se puede instalar en sistemas operativos “Windows”, “Ubuntu/Linux” y “Mac”; arduino IDE es un ambiente de desarrollo integrado, en el cual se puede escribir los algoritmos en código de programación basado en el lenguaje “C”, también se puede depurar el código y cargarlo a la placa arduino uno u otras tarjetas electrónicas de arduino. (Syed Omar Faruk Towaha 2017)

Jara, Ordinola y Siancas (2019) comentan que para la programación de las diversas funcionalidades que ofrece la tarjeta SHIELD SIM900 se deben emplear los **comandos AT**, los cuales son muy extensivas en su lista. Los comandos AT también se le conoce como comandos Hayes; estos comandos Hayes, desarrollados por la empresa HAYES Communications, representan los comandos de estándar abierto para la configuración y parametrización de módems.

Los caracteres especiales “AT” significa “atención” y son caracteres que van precedidos a todos los comandos, debido a estos caracteres “AT” es por lo que al conjunto de comandos se les conoce como comandos AT. (Jara Neyra, Ordinola Poicón y Siancas Panta 2019)

El organismo supervisor de inversión privada en telecomunicaciones en su informe N° 00092-GPRC/2020 contempla la modificación al vigente reglamento de calidad N° 123-2014-CD/OSIPTEL; este reglamento, en el artículo 5, establece los **indicadores de calidad para el servicio público móvil**, el cual se mencionan al indicador “Tiempo de entrega de mensaje de texto” o “**TEMT**” y también al indicador “Proporción de mensajes de texto enviados que son recibidos exitosamente” o “**PMTR**”.

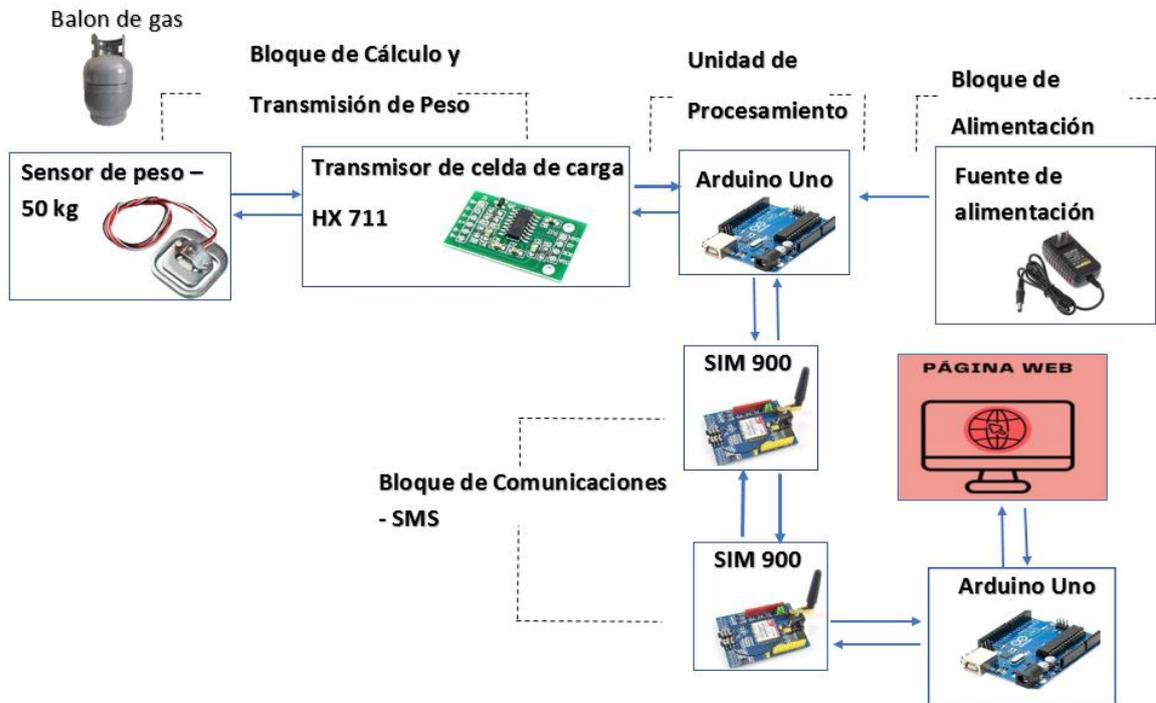
Para el indicador TEMT se establece que el tiempo de entrega de un SMS debe ser menor o igual a 20 segundos y para el indicador PMTR se establece que la proporción de SMS recibidos exitosamente debe ser mayor o igual al 95%. La forma de calcular se establece en el “Anexo 3” contemplado en el mismo reglamento; allí se menciona que el indicador TEMT se define como el tiempo que comprende desde que se envía un mensaje de texto desde un equipo terminal móvil hasta su posterior recepción en el equipo móvil de destino, la ventana de observación para a evaluación del indicador es de 175 segundos recomendados por ETSI TS 102 250-5 V.1.5.1.

En ese mismo anexo se define al indicador PMTR como la proporción de mensajes de texto que se reciben en relación con el total de mensajes de texto enviados dentro de una ventana de observación correspondiente a una hora, este indicador se expresa en porcentaje. («N° 129-2020-CD/OSIPTEL» 2020)

El organismo supervisor de inversión privada en telecomunicaciones en su audiencia pública virtual, menciona sobre la **cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones** que esta hace referencia a la capacidad con la que se dispone para acceder a los servicios públicos de telecomunicaciones, el análisis de la cobertura permite conocer las zonas en las que se puede acceder a un servicio específico de telecomunicaciones con la exigencia que el usuario residente en la zona pueda hacer un disfrute efectivo del servicio, de modo que no es posible exigir calidad de servicio si no existe cobertura para dicho servicio de telecomunicación.

Así mismo se menciona sobre los umbrales de señal que a medida que el usuario del servicio móvil se aleja de la estación base celular o "EC" el nivel de la intensidad de la señal que se recibe (esta señal se mide en dBm o decibelio milivatio) se reduce. **La generación de telefonía móvil "2G"** contempla a las tecnologías "**GSM**", "GPRS" y "EDGE" que implementan los sistemas "TDMA" y "FDMA" para la transmisión de señales; la 2G emplea una velocidad máxima de 240 kbps a una frecuencia de 200 khz. (Telecomunicaciones (Perú) 2020)

## Anexo 8: Diagrama de bloques de comunicación de los dispositivos del sistema de telemetría aplicado al consumo de GLP domestico



## Anexo 9: Capturas de pantalla del código fuente del protocolo de envío de paquete SMS, programado en Arduino IDE

Correspondiente al dispositivo de adquisición de datos y envío de SMS.

```
Main_Protocolo § ClockModule § Configuration § ProcessingInputData § ProcessingOutputData WeightProcessing
1 #include <LayadCircuits_SalengGSM.h>
2 #include <SoftwareSerial.h>
3 #include <RTClib.h>
4 #include <EEPROM.h>
5 #include <HX711.h>
6
7 unsigned long previousMillisSendDataPackage = 0;
8 unsigned long previousMillisMonitorAlert = 0;
9 const long intervalSendDataPackage = 15000; // enviar datos cada 15 segundos
10 const byte sendDataPackageProcessID = 1;
11 const long intervalMonitorAlert = 17000; // monitorear alerta cada 18 segundos
12 const byte monitorAlertProcessID = 2;
13 unsigned long currentMillis = 0;
14
15 SoftwareSerial gsmSerial(7, 8);
16
17 LayadCircuits_SalengGSM salengGSM = LayadCircuits_SalengGSM(&gsmSerial);
18
19 void setup()
20 {
21   initialConfiguration();
22 }
23
```

```
24 void loop()
25 {
26   currentMillis = millis(); // start milliseconds method
27   receiveSMS(); // always attentive to receive any SMS
28   doProcess(&currentMillis, &previousMillisSendDataPackage, intervalSendDataPackage, sendDataPackageProcessID); // enviar SMS programado
29   doProcess(&currentMillis, &previousMillisMonitorAlert, intervalMonitorAlert, monitorAlertProcessID); // monitorear alerta
30 }
```

```
Main_Protocolo § ClockModule § Configuration § ProcessingInputData § ProcessingOutputData WeightProcessing
1 RTC_DS3231 rtc;
2
3 void moduleClockConfiguration(){
4   if (!rtc.begin()) {
5     Serial.println("Couldn't find RTC");
6     Serial.flush();
7     while (1) delay(10);
8   }
9
10  if (rtc.lostPower()) {
11    Serial.println("RTC lost power, let's set the time!");
12    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
13  }
14 }
15 String getDateime(){
16   DateTime now = rtc.now();
17   return makeDateTimeFormat(String(now.day()) + makeDateTimeFormat(String(now.month())) + String(now.year()) + makeDateTimeFormat(String(now.hour()))
18   + makeDateTimeFormat(String(now.minute())) + makeDateTimeFormat(String(now.second()));
19 }
20
21 String makeDateTimeFormat(String dateTime){
22   return dateTime.length() == 1 ? "0" + dateTime : dateTime;
23 }
```

```
Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData  WeightProcessing
1 String receivedPhoneNumber;
2 String receivedMessage;
3
4 void initialConfiguration(){
5   powerSim900();
6   delay(15000); // allow 15 seconds for modem to boot up and register
7   salengGSM.begin(9600); // this is the default baud rate
8   Serial.begin(9600);
9   salengGSM.initSalengGSM();
10  moduleClockConfiguration();
11  hx711Configuration();
12 }
13
14 void powerSim900(){
15  digitalWrite(9, HIGH);
16  delay(3000);
17  digitalWrite(9, LOW);
18  delay(3000);
19 }
20
```

```
Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData  WeightProcessing
21 void receiveSMS(){
22  salengGSM.smsMachine(); // we need to pass here as fast as we can, this allows for non-blocking SMS transmission
23  if(salengGSM.isSMSAvailable()) // we also need to pass here as frequent as possible to check for incoming messages
24  {
25    salengGSM.readSMS(); // updates the read flag
26    receivedPhoneNumber = salengGSM.smsSender;
27    receivedMessage = salengGSM.smsRxMsg;
28    processSMS();
29  }
30 }
31
32 void doProcess(unsigned long *cMillis, unsigned long *pMillis, const long interval, const byte processID) //utilizar apuntadores - pasar la direccion de memoria de cada variable
33
34 if (*cMillis - *pMillis >= interval) {
35   *pMillis = *cMillis;
36
37   switch (processID) {
38     case 1: // enviar sms programado
39       Serial.println("Envio de datos programado");
40       sendSMSToHost(getHeaderIdentifier(), "1");
41       break;
42     case 2: // monitorear mensaje de alerta
43       sendSMSAlert();
```

```
42     case 2: // monitorear mensaje de alerta
43       sendSMSAlert();
44     break;
45     default:
46       Serial.println("you can run another process");
47     break;
48   }
49 }
50
51 }
52
53
```

```

Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData  WeightProcessing
1 const String hostCellPhone = "+51980906296"; // numero celular del sim receptor
2 const byte actionCodeLength = 1;
3 static char actionCode[actionCodeLength + 1];
4 String headerIdReceived;
5
6 void processSMS() {
7   receivedMessage.trim();
8   receivedMessage.substring(receivedMessage.length() - 1).toCharArray(actionCode, actionCodeLength + 1);
9   headerIdReceived = receivedMessage.substring(receivedMessage.length() - 4, receivedMessage.length() - 1); // obtener el header id enviado del dispositivo solicitante de datos
10
11 if(receivedPhoneNumber.equals(hostCellPhone)){
12
13   switch (actionCode[0]) {
14     case '1': // envio de datos al sim900 receptor
15       Serial.println("Petición de datos del proveedor...");
16       sendSMSToHost(headerIdReceived, "2");
17       break;
18     case 'c': //envio de datos al celular
19       Serial.println("Solicitud de envio de datos al usuario...");
20       //sendSMSToUser();
21       break;
22     case 'C': // envio de datos al celular
23       Serial.println("Solicitud de envio de datos al usuario...");
24       break;

```

```

23   Serial.println("Solicitud de envio de datos al usuario...");
24   break;
25   default:
26     Serial.println("No action code");
27     break;
28   }
29 }else{
30   Serial.println("No match phone number");
31 }
32

```

```

Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData $  WeightProcessing
1 String const receiverPhoneNumber = "980906296"; // host cell phone number
2 static int headerIdentifier = 0; // IDC 3 bytes
3 String const deviceIdentifier = "1"; //IDD 1 byte
4 //String actionIdentifier = "1"; // IDA 1 byte
5 static char phoneNumber[10]; // 9 del numero telefonico + 1 obligatorio
6 //static char phoneNumber = "978095808";
7 static char messageToSend[31]; // 5 header + dateTime 14 ( 8 fecha y 6 hora) + 5 peso + 6 porcentaje +1 obligatorio
8
9 void makeDataPackage(String headerIdentifier, String actionIdentifier, String dateTime, String data1, String data2){
10
11   String dataPackeage = headerIdentifier + deviceIdentifier + actionIdentifier + dateTime + data1 + data2;
12
13   receiverPhoneNumber.toCharArray(phoneNumber, 10);
14   dataPackeage.toCharArray(messageToSend, 31);
15 }
16
17 void sendSMSToHost(String headerId, String actionIdentifier){
18   makeDataPackage(headerId, actionIdentifier, getDateTime(), getWeight(), getPercentageOfContent());
19   salengGSM.sendSMS(phoneNumber, messageToSend);
20   Serial.println(messageToSend);
21   headerIdentifier++;
22 }

```

```

21 headerIdentifier ++;
22 }
23
24 // incrementa el header identifier actual
25 String getHeaderIdentifier(){
26     if(headerIdentifier == 999){
27         headerIdentifier = 0;
28     }
29     String headerString = "00" + String(headerIdentifier + 1);
30     return headerString.substring(headerString.length() - 3);
31 }

```

```

Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData $  WeightProcessing $
1 #include "HX711.h"
2
3 #define DEBUG_HX711
4
5 // Parámetro para calibrar el peso y el sensor
6 #define CALIBRACION -53600.0
7
8 // Pin de datos y de reloj
9 byte pinData = 5;
10 byte pinClk = 6;
11
12 // Objeto HX711
13 HX711 bascula;
14 float glpContentWeight = 10.0; // peso de la sustancia del glp es de 10 kg segun norma Osinergmin
15 float glpCylinderAverageWeight = 10.0; // peso minimo de un balon de gas vacio es de 9.75 kg y maximo de 10.25 kg segun norma Osinergmin
16

```

```

Main_Protocolo $  ClockModule $  Configuration $  ProcessingInputData $  ProcessingOutputData $  WeightProcessing $
14 float glpContentWeight = 10.0; // peso de la sustancia del glp es de 10 kg segun norma Osinergmin
15 float glpCylinderAverageWeight = 10.0; // peso minimo de un balon de gas vacio es de 9.75 kg y maximo de 10.25 kg segun norma Osinergmin
16
17 void hx711Configuration(){
18     // Iniciar sensor
19     bascula.begin(pinData, pinClk);
20     // Aplicar la calibración
21     bascula.set_scale(CALIBRACION);
22     // Iniciar la tara
23     // No tiene que haber nada sobre el peso
24     bascula.tare();
25 }
26
27 float getWeightContent(){
28     return bascula.get_units() - glpCylinderAverageWeight;
29 }
30
31 String getWeight(){
32     String weight = String(getWeightContent()) + "000";
33     return weight.substring(0, 5);
34 }

```

```
Main_Protocolo $ ClockModule $ Configuration $ ProcessingInputData $ ProcessingOutputData $ WeightProcessing $
32 String weight = String(getWeightContent()) + "000";
33 return weight.substring(0, 5);
34 }
35
36 String getPercentageOfContent(){
37 String percentage = String(((getWeightContent()) / glpContentWeight) * 100) + "000";
38 return percentage.substring(0, 5);
39 }
40
41 void sendSMSAlert(){
42 if(getWeightContent() >= 0.0 && getWeightContent() <= 1.0 ){
43 Serial.println("alerta GLP bajo. Menos del 10%");
44 //sendSMSToHost("3");
45 salengGSM.sendSMS(phoneNumber, "alerta GLP bajo. Menos del 10%");
46 }
47 }
48 }
```

## Anexo 10: Capturas de pantalla del código fuente de programación del ESP8266, programado en Arduino IDE

Programación del lado del receptor, que recibe el dato SMS y lo transmite a la red por el ESP8266, con la finalidad de mostrarlo en una página web.

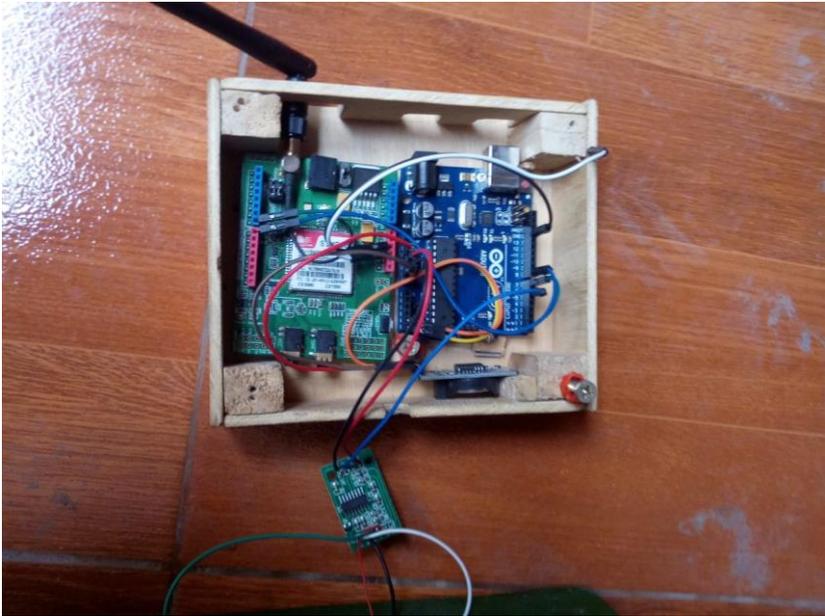
```
esp8266
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <ESP8266WebServer.h>
3 #include <ArduinoJson.h>
4
5 ESP8266WebServer server;
6 char* ssid = "Red_Sistema";
7 char* password = "-SkYn3t++IA01000101";
8
9 void setup()
10 {
11   WiFi.begin(ssid,password);
12   Serial.begin(9600);
13   while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
14   {
15     Serial.print(".");
16     delay(500);
17   }
18   Serial.println("");
19   Serial.print("IP Address: ");
20   Serial.println(WiFi.localIP());
21
22   server.on("/",handleIndex);
23   server.begin();
24 }
```

esp8266

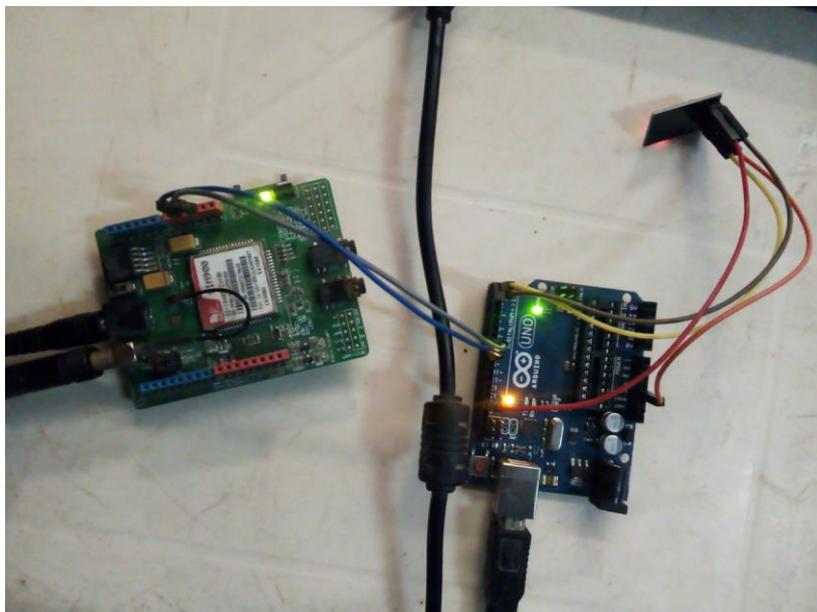
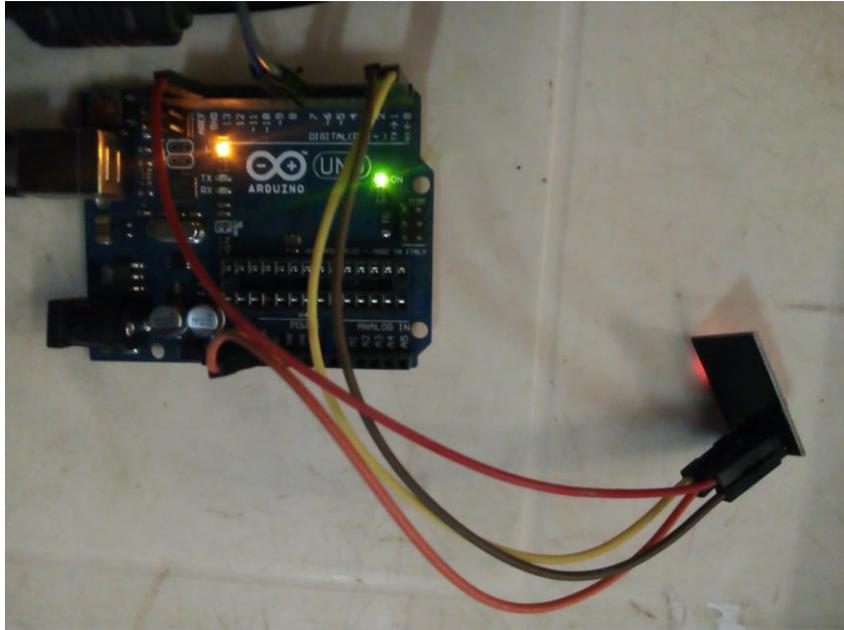
```
22 server.on("/",handleIndex);
23 server.begin();
24 }
25
26 void loop()
27 {
28   server.handleClient();
29 }
30
31 void handleIndex()
32 {
33   // Send a JSON-formatted request with key "type" and value "request"
34   // then parse the JSON-formatted response with keys "gas" and "distance"
35   DynamicJsonDocument doc(1024);
36   double peso = 0;
37   delay(500);
38   // Sending the request
39   doc["type"] = "request";
40   serializeJson(doc, Serial);
41   // Reading the response
42   boolean messageReady = false;
43   String message = "";
44   while(messageReady == false) { // blocking but that's ok
```

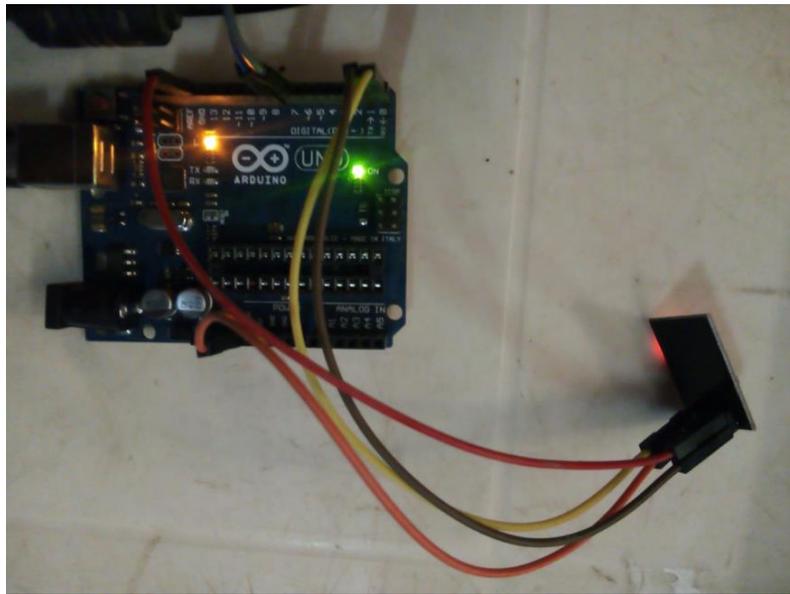
```
43   String message = "";
44   while(messageReady == false) { // blocking but that's ok
45     if(Serial.available()) {
46       message = Serial.readString();
47       messageReady = true;
48     }
49   }
50   // Attempt to deserialize the JSON-formatted message
51   DeserializationError error = deserializeJson(doc,message);
52   if(error) {
53     Serial.print(F("deserializeJson() failed: "));
54     Serial.println(error.c_str());
55     return;
56   }
57   peso = doc["peso"];
58   // Prepare the data for serving it over HTTP
59   String output += "Peso: " + String(peso) + "\n";
60   // Serve the data as plain text, for example
61   server.send(200,"text/plain",output);
62 }
```

**Anexo 11: Fotos del prototipo del dispositivo de captura de consumo de  
GLP**



**Anexo 12: Fotos de los dispositivos de recepción de datos SMS**







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MORE VALENCIA RUBEN ALEXANDER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Protocolo para Telemetría por Medio de la Tecnología Celular GSM y SMS Empleando el Microcontrolador Arduino", cuyos autores son SANDOVAL SANDOVAL EDER GERSON, ESPINOZA ORTIZ CESAR EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 14 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MORE VALENCIA RUBEN ALEXANDER <b>DNI:</b> 02897931 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7496-3702	Firmado electrónicamente por: RMOREV el 16-12- 2022 18:54:53

Código documento Trilce: TRI - 0487530