



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**“PROTOTIPO DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO IOT PARA LA  
ADQUISICIÓN DE DIVERSOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LA  
TRANSPORTACIÓN PÚBLICA.”**

**AUTOR**

JOSÉ ARIEL SUÁREZ BRIONES

**TUTOR**

ING. JOSÉ SÁNCHEZ AQUINO, MACI

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

2019

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: **“Prototipo de dispositivo electrónico IoT para la adquisición de diversos parámetros físicos en la transportación pública.”**, elaborado por el estudiante **José Ariel Suárez Briones** , de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, lo apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 31 de enero del 2019

Firma   
Ing. José Sánchez

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a Dios, Padre celestial, por darme salud para alcanzar mis objetivos propuestos, por su amor y bondad infinita hasta en los momentos difíciles, brindándome fortaleza y su misericordia para culminar otra etapa importante en mi vida.

A mis padres, esposa, hermanos, familia y amigos; por su ayuda incondicional, consejos y comprensión a lo largo de toda mi vida, además por brindarme la oportunidad de estudiar y concluir satisfactoriamente mi carrera y ser quienes que han impulsado el desarrollo de este proyecto de vida.

**José Ariel Suárez Briones.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme vida y salud para llegar hasta este momento.

A mi esposa, a mis padres, y a mis hermanos por la motivación, la fuerza y el apoyo durante todo el proceso académico.

A los directivos, personal docente de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y a las personas que me brindaron su amistad, paciencia y sus valiosos conocimientos en la guía impartida en este proyecto de titulación.

“El que gana fuerza superando obstáculos posee la única fuerza que puede superar la adversidad”.


(Albert Schweitzer).

**José Ariel Suárez Briones**

## TRIBUNAL DE GRADO



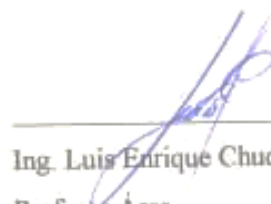
Ing. Freddy Rolando Villao Santos, Msc  
Decano de la Facultad de  
Sistemas y Telecomunicaciones



Ing. Washington Daniel Torres Guin, Msc  
Director de Carrera  
Electrónica y Telecomunicaciones



Ing. José Sánchez Aquino, Msc.  
Profesor Tutor



Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez  
Profesor Área



Abg. Victor Coronel Ortiz.  
Secretario General - Procurador

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**  
**CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**“Prototipo de dispositivo electrónico IoT para la adquisición de diversos parámetros físicos en la transportación pública”**

**Autor: JOSÉ ARIEL SUÁREZ BRIONES**

**Tutor: JOSÉ SÁNCHEZ AQUINO**

**RESUMEN**


El medio de transporte más usado en el Ecuador es el transporte público terrestre, siendo este el medio que requiere más control y atención por parte de las autoridades. En la provincia de Santa Elena se evidencian problemas en la transportación terrestre entre ellos está la inseguridad que existe al viajar con excesos de pasajeros, el exceso de velocidades por partes de los conductores y las horas de aglomeración que provocan la falta de servicio en horas pico e incluso robos dentro de las unidades, no existe un sistema digitalizado del control de las condiciones con las que se viajan en un bus. Es por eso que la siguiente propuesta se base en la creación de un prototipo electrónico que contribuirá a la adquisición de parámetros físicos de los buses y mediante protocolos de comunicación destinar dicha información a una plataforma web IoT. De esta manera se planea la contribución de datos a investigadores futuros que deseen obtener información y crear estadísticas con el fin de resolver estos tipos de problemas. Está compuesto internamente con un módulo de comunicación GSM/GPRS/GPS, 2 sensores de proximidad configurados como un contador de personas, un sensor final de carrera para indicar el estado de la puerta y dos tarjetas. Tiene una apariencia amigable y fácil de usar. Funciona con una entrada de alimentación compatible con el sistema de alimentación de las unidades de transporte, enviando datos físicos cada 20 segundos a una plataforma Web por GPRS, y generando un consumo mensual de 2.86 MB garantizando una efectividad de 99.28% en el proceso de envío de datos.

## **ABSTRACT**

The most used means of transport in Ecuador is public land transport, this being the means that requires more control and attention by the authorities. In the province of Santa Elena there are problems in ground transportation, among them there is the insecurity that exists when traveling with excesses of passengers, excessive speeds by parts of the drivers and the hours of agglomeration that cause the lack of service during peak hours and even robberies within the units, there is no digitalized system to control the conditions with which they travel on a bus. That is why the following proposal is based on the creation of an electronic prototype that will contribute to the acquisition of physical parameters of buses and through communication protocols to allocate this information to an IoT web platform. In this way, the contribution of data to future researchers who wish to obtain information and create statistics in order to solve these types of problems is planned. It is composed internally with a GSM / GPRS / GPS communication module, 2 proximity sensors configured as a person counter, a limit switch to indicate the status of the door and two cards. It has a friendly appearance and easy to use. It works with a power input compatible with the power system of the transport units, sending physical data every 20 seconds to a Web platform by GPRS, and generating a monthly consumption of 2.86 MB, guaranteeing a 99.28% effectiveness in the sending process. of data.

## **DECLARACIÓN**

El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

José Ariel Suárez Briones



## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DECLARACIÓN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>GENERALIDADES DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES: .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO:.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GENERAL: .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN: .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 ALCANCE DEL PROYECTO:.....</b>	<b>7</b>
<b>1.7 METODOLOGÍA: .....</b>	<b>7</b>
<b>1.7.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.7.2 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....</b>	<b>8</b>

1.7.3	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	8
	CAPÍTULO II.....	9
	LA PROPUESTA.....	9
2.1	MARCO CONTEXTUAL.....	9
2.1.1	ENTIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTA ELENA. 9	
2.1.2	RUTAS TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTA ELENA. ....	10
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.2.1	CONTROLADORES Y MICROCONTROLADORES .....	10
2.2.2	ARDUINO .....	12
2.2.3	SENSORES.....	13
2.2.4	REDES GSM Y GPRS .....	16
2.2.5	COMANDOS AT .....	20
2.2.6	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN TCP Y UDP.....	21
2.2.7	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL(GPS).....	22
2.2.8	SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) .....	23
2.2.9	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	24
2.2.10	SISTEMAS DE ENERGÍA BACKUP .....	28
2.3	MARCO TEÓRICO.....	30
	CAPÍTULO III.....	32
	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	32
3.1	COMPONENTES DE LA PROPUESTA.....	32
3.1.1	COMPONENTES LÓGICOS .....	32
3.1.1.1	IDE DE ARDUINO.....	32
3.1.1.2	SKETCHUP .....	33

3.1.1.3	FRITZING .....	33
3.1.1.4	EASYEDA.....	34
3.1.1.5	PLATAFORMA IOT THINGSPEAK.....	35
3.1.2	COMPONENTES FÍSICOS.....	37
3.1.2.1	DISPOSITIVO CONTROLADOR ARDUINO.....	37
3.1.2.2	MÓDULO GSM/GPRS/GPS.....	38
3.1.2.3	TARJETA SIM.....	44
3.1.2.4	SENSORES SHARP 2Y0A21.....	45
3.1.2.5	SENSORES DE FINALES DE CARRERA.....	46
3.1.2.6	MODULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596 .....	47
3.1.2.7	RESISTENCIAS.....	50
3.1.2.8	DIODO 1N5401.....	50
3.1.2.9	BATERÍA DE RESPALDO .....	51
3.2	DISEÑO DE LA PROPUESTA .....	56
3.2.1	FUNCIONES ADICIONALES PLANTEADAS. ....	56
3.2.2	DIAGRAMA DE PROCESOS.....	60
3.2.3	DISEÑO PROTOBOARD.....	61
3.2.4	DISEÑO ESQUEMÁTICO .....	62
3.2.5	DISEÑO PCB.....	63
3.1.1	DISEÑO 3D DEL PROTOTIPO.....	66
3.1.2	CONTADOR DE PASAJEROS.....	69
3.1.3	UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS EN EL VEHÍCULO PESADO .....	73
3.3	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	73
3.3.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA .....	73
3.4	RESULTADOS.....	74

<b>3.4.1</b>	<b>ESCENARIOS DE PRUEBAS</b> .....	<b>74</b>
<b>3.4.1.1</b>	<b>PRUEBAS DE VOLTAJE</b> .....	<b>74</b>
<b>3.4.1.2</b>	<b>PRUEBAS DE ENVÍO</b> .....	<b>78</b>
<b>3.4.1.3</b>	<b>PRUEBAS DE OPERATIVIDAD SEGÚN LA COBERTURA MÓVIL.</b>	<b>82</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>90</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>91</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>92</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>96</b>
	<b>COMANDOS AT USADOS</b> .....	<b>96</b>
	<b>CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO Y THINGSPEAK</b> .....	<b>96</b>
	<b>CÓDIGO DE MUESTREO</b> .....	<b>99</b>
	<b>CÓDIGO MICROCONTROLADOR</b> .....	<b>100</b>
	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO</b> .....	<b>101</b>
	<b>PRESUPUESTO:</b> .....	<b>101</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 CTE. Cantón Salinas.....	9
Ilustración 2 Microcontrolador ATmega328p [15] .....	11
Ilustración 3 Clasificación de los sensores de nivel y proximidad [19] .....	14
Ilustración 4 Configuración de foco fijo, para el emisor-receptor como medidor de proximidad [20] .....	15
Ilustración 5 Arquitectura de un reed switch [21] .....	16
Ilustración 6 Respuestas de comandos AT en el monitor Serial .....	21
Ilustración 7 Conjunto de satélites utilizados para el posicionamiento GPS [24].	23
Ilustración 8 Distribución de Satélites del Sistema GLONASS [25] .....	24
Ilustración 9 Circuito regulado sencillo, la carga consume lo necesario y el regulador disipa la potencia sobrante en forma de calor.....	27
Ilustración 10 Diferentes ángulos de componentes electrónicos en un paquete TO-220. Las diferentes vistas se organizan como una proyección de tercer ángulo y una vista de cuarta perspectiva. La regla está marcada en centímetros. [29].....	27
Ilustración 11 Banco de Baterías [30].....	28
Ilustración 12 UPS 2200VA/1320W [31] .....	29
Ilustración 13 Screenshot de Arduino IDE Versión 1.8.5.....	32
Ilustración 14 Sketchup Pro 2018.....	33
Ilustración 15 Fritzing Versión 0.9.3 .....	34
Ilustración 16 Interfaz EasyEDA.....	35
Ilustración 17 Plataforma ThingSpeak [35] .....	36
Ilustración 18 Arduino NANO V3.0.....	38
Ilustración 19 Módulo Sim808 .....	39
Ilustración 20 Conexión Arduino a SIM808 .....	39
Ilustración 21 Trama Nmea0183 .....	41
Ilustración 22 Trama en formato GNSS sim808 .....	42
Ilustración 23 Tamaños de Tarjetas SIM más usados actualmente .....	44
Ilustración 24 Sharp2Y0A21 10-80CM.....	45
Ilustración 25 Sensores Magnéticos usados para indicar el estado de la puerta ...	46
Ilustración 26 Esquema del circuito regulador a una salida conmutada de 5V.[36] .....	47

Ilustración 27 Regulador LM2596.....	48
Ilustración 28 Modulo Regulador LM2596 .....	48
Ilustración 29 Esquema Circuito Regulable Conmutada dado por el fabricante.[36] .....	48
Ilustración 30 Esquema para la alimentación del prototipo.....	50
Ilustración 31 Esquema de protección del circuito total con los Diodos 1N5401.	51
Ilustración 32 Batería de Litio de 7.4 conectada a un PCM de 9V .....	52
Ilustración 33 Esquema de batería tampón para el prototipo. ....	52
Ilustración 34 Batería cargándose por la fuente .....	53
Ilustración 35 Batería cargada y suministrando corriente.....	54
Ilustración 36 La batería ya no toma corriente del nodo.....	54
Ilustración 37 Batería suministrando corriente junto con la fuente.....	55
Ilustración 38 Batería cargando nuevamente .....	55
Ilustración 39 Alimentación del circuito con la batería de respaldo en el momento que se quita el suministro de la fuente externa. ....	56
Ilustración 40 Resistencia Pull Down .....	57
Ilustración 41 Respuesta del SIM808 a mensajes de configuración.....	58
Ilustración 42 Switch selector Modo1: Configuración Modo2: Linea1 o Linea2.	59
Ilustración 43 Diagrama de flujo de procesos .....	60
Ilustración 44 Diseño de las conexiones generales del Prototipo realizado en Fritzing .....	61
Ilustración 45 Diseño esquemático realizado en Fritzing. ....	62
Ilustración 46 Diseño PCB del circuito electrónico .....	63
Ilustración 47 Vista 3D de la placa PCB.....	63
Ilustración 48 Imagen SVG de la Placa lista para imprimir.....	64
Ilustración 49 Diseño impreso, junto a la placa antes de ser transferida .....	64
Ilustración 50 Placa con el circuito realizado y con los agujeros correspondientes usando el método, transferencia de calor .....	65
Ilustración 51 Parte de circuito armado en la placa electrónica .....	65
Ilustración 52 Diseño del prototipo en 3D .....	66
Ilustración 53 Diseño de la tapa del prototipo.....	66
Ilustración 54 Switch de configuración y de modo de línea .....	67

Ilustración 55 Switch de ON/OFF y conectores del módulo de contador e indicador de estado de puerta. ....	67
Ilustración 56 Conectores hembra para las antenas de GPRS y GPS .....	68
Ilustración 57 Circuito interno del prototipo .....	68
Ilustración 58 Prototipo funcionando con su batería interna, junto a sus componentes .....	69
Ilustración 59 Prototipo listo para ser usado. ....	69
Ilustración 60 Calibración y comprobación de las señales de los sensores de distancia.....	70
Ilustración 61 Lectura correcta de los sensores Sharp [41].....	70
Ilustración 62 Diseño 3D de contador de personas .....	71
Ilustración 63 Diseño 3D de la tapa del contador de personas.....	71
Ilustración 64 Conexiones internas del modulo .....	72
Ilustración 65 Ubicación de los sensores de distancias .....	72
Ilustración 66 Modulo listo para conectar al prototipo .....	72
Ilustración 67 Ubicación de los Sensores en el bus de Transporte Urbano [33] ...	73
Ilustración 68 Alimentación de entrada de un camión que funciona con 24V.....	74
Ilustración 69 Tensión de salida regulada que va directo a la batería. ....	74
Ilustración 70 Alimentacion de entrada de una batería de carro de 12V .....	75
Ilustración 71 Tensión de salida regulada que va directo a la batería interna.....	75
Ilustración 72 Multímetro DT9208A .....	75
Ilustración 73 Comportamiento del consumo del prototipo por un periodo de 40 segundos .....	77
Ilustración 74 Corriente demandada por el prototipo en un tiempo X .....	77
Ilustración 75 Monitoreo del envío de tramas por medio del Serial Monitor .....	78
Ilustración 76 Consulta del último dato enviado al instante a la plataforma .....	78
Ilustración 77 Resumen de la plataforma que muestra del conteo de datos por día.....	79
Ilustración 78 Datos generados por el prototipos plasmados en Google Maps.....	79
Ilustración 79 MB restantes de un paquete de 2048MB a un periodo de 81 horas80	
Ilustración 80 Saldo de MB restantes de un paquete de 2048MB a un periodo de 274 horas(14 días , 10 horas).....	81

Ilustración 81 Parte de la Consulta a Thingspeak en formato Json del 15/01/2019 05:00:13 a 17:00:13. ....	83
Ilustración 82 Gráfico que muestra la tendencia de rango de envío. ....	85
Ilustración 83 Primer Valor en la consulta.....	86
Ilustración 84 Ultimo Valor en la consulta .....	86
Ilustración 85 Primer Valor en la consulta para 24horas .....	87
Ilustración 86 Ultimo Valor en la consulta para 24 horas.....	87
Ilustración 87 Mapa de Cobertura CLARO de la provincia de Santa Elena Red 2G [36].....	88
Ilustración 88 Mapa de Cobertura CNT Red 2G [35] .....	89
Ilustración 89 Campos del canal de ThingSpeak configurados.....	97
Ilustración 90 Key de escritura y de lectura del canal .....	97
Ilustración 91DashBoard principal de la plataforma ThingSpeak.....	98



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de las Líneas por Cooperativas _____	10
Tabla 2 Bandas de Frecuencias GSM[22] _____	18
Tabla 3 Frecuencias GSM usadas en países Sudamericanos _____	18
Tabla 4 Operadores Móviles y sus APN _____	20
Tabla 5 Datos Técnicos Arduino Nano V3.0 _____	37
Tabla 6 Características y Ventajas Sim808 [33] _____	40
Tabla 7 Parámetros de la trama GPS del Sim808 [35] _____	43
Tabla 8 Tamaños de Tarjetas SIM actualmente _____	44
Tabla 9 Características SHARP2Y0A21 [41] _____	46
Tabla 10 Características Diodo 1N5401 [40] _____	51
Tabla 11 Parámetros para configurar el prototipo. _____	58
Tabla 12 Datos medidos en un intervalo de 40 segundos _____	76
Tabla 13 Promedio consumo de megas diarios con un periodo de 81 horas(3 días , 9 horas) _____	80
Tabla 14 Promedio consumo de megas diarios con un periodo de 81 horas(14 días , 10 horas) _____	81
Tabla 15 Primeros 25 Intervalos de tiempo en el periodo seleccionado. _____	84
Tabla 16 Análisis Total de tiempo /Total de Envíos. _____	84
Tabla 17 Valor de la Mediana por el tiempo transcurrido. _____	85
Tabla 18 Tabla de comando AT usados _____	96
Tabla 19 Características del Prototipo _____	101

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se plantea como una nueva ayuda tecnológica generadora de información con respecto a factores ocurrentes en la transportación terrestre pública en el sector de la provincia de Santa Elena. Se basa en la creación de un prototipo electrónico que contribuirá a la adquisición de algunos parámetros físicos de los buses y su vez mediante protocolos de comunicación, destinar dicha información a una plataforma web IoT.

En el Capítulo I de la propuesta se abarcan generalidades de cómo surgió la idea de la propuesta a partir de ciertos problemas relacionados con la transportación urbana en la provincia de Santa Elena y debido a un bajo estudio del tráfico estadístico en la provincia. Los resultados que se esperan en el transcurso del desarrollo del prototipo.

En el Capítulo II se detalla parte de lo que es el medio donde se elaborará el estudio para la elaboración del prototipo, aborda parte de lo que es la distribución de las rutas actuales en la provincia según sus entidades de control. Y conceptos generales que nos servirán de ayuda para que en el desarrollo del prototipo se cumplan con las funcionalidades planteadas.

En el Capítulo III se analizan los requerimientos del proyecto y se detalla el desarrollo de este, se presentan evidencias gráficas, físicas y descriptivas de la realización del prototipo. Así mismo se presentan pruebas realizadas del funcionamiento y se determina la operatividad y efectividad que este tiene por medio de cálculos.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA PROPUESTA**

#### **1.1 ANTECEDENTES:**

El 70% de los ecuatorianos utiliza el transporte público a nivel nacional. Siendo este un sector muy utilizado requiere de atención por parte de las autoridades. La provincia de Santa Elena tiene 308.693 habitantes de acuerdo al Censo Poblacional del 2010 realizado por el INEC [1]. Al 2018 se estima un aproximado de 384.102 personas [2]. Cuenta con una infraestructura de trasportación urbana compuesta por 3 cantones: Santa Elena, La Libertad, y Salinas que de acuerdo a la información entregada por “la directora de la ANT está conformado por 8 cooperativas de transporte y 240 unidades” [3] para brindar el servicio a los usuarios. Según la publicación de el Diario “El Telégrafo” el 11 de julio del 2016 [4], se indica que el transporte público urbano no deja de ser un problema en la sociedad, ya que existen demasiadas críticas y quejas del servicio, de sus unidades, y del trato de los choferes.

En la provincia de Santa Elena se evidencian algunos problemas a nivel del transporte público como la inseguridad que existe al viajar con excesos de pasajeros, muchas veces en las horas de mayor aglomeración ocurren robos en los transportes urbanos y faltas contra la moral al género femenino. Esto a su vez ocasiona la falta de servicio en esas horas, es decir, que muchos usuarios no pueden acceder a un servicio de transporte porque las líneas ya están completamente ocupadas, otro problema actual es la falta de información que existe sobre las rutas que hay en la provincia, no existen mapas con rutas de las líneas que cubren las distintas paradas ubicadas a nivel provincial, esto deja un descontento a muchos usuarios incluyendo a turistas que llegan en ocasiones a nuestra provincia utilizando el transporte público, estamos lejos del servicio de calidad y eficiencia que exige la ciudadanía.

En la actualidad, en la provincia de Santa Elena no existe un sistema que se dedique al control del servicio del transporte urbano, ni que genere información del estado de un bus con respecto a su ruta, por eso muchos buses no respetan la ruta asignada y toman los llamados atajos, de igual manera no hay control de seguridad en la velocidad con la que se transportan los buses y eso es un factor clave ya que muchos de estos circulan a mayores velocidades de las que se permite según la ley de transporte terrestre en su Art. 191 [5], elevando las posibilidades de ocasionar accidentes viales, dejando de lado la seguridad de los usuarios civiles.

En el año 2017 ocurrieron 641 accidentes de tránsito en la provincia de Santa Elena según datos de la ANT [6]. Dando un total de 40 fallecidos [7]. Para el 2018 al mes de octubre se llevan contabilizados 476 siniestros [8]. Y un total de 30 fallecidos [9]. Esto genera un descontento como ciudadano ya que somos una provincia pequeña con un tráfico pequeño en comparación con otras ciudades, y deja mucho que desear de los conductores en general. Por lo tanto, existe la necesidad de la creación de un sistema digitalizado para el control de flotas de buses, pero para aquello primero se necesita contar con un dispositivo electrónico pionero que se dedique y sea capaz de generar información automáticamente sobre los parámetros, con que se viajan en los buses. Dicha información debería estar disponible en una plataforma web, siendo el dispositivo electrónico lo que se desarrollará en el presente trabajo de titulación.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

La propuesta actual se plantea como un módulo de un proyecto destinado al “mapeo y visualización de rutas de buses urbanos de la provincia de Santa Elena” el cual estaría compuesto por los siguientes módulos:

- 1) Aplicación Móvil
- 2) Cliente/Administrador Web
- 3) Prototipo de Hardware para el monitoreo y control

#### 4) Capa de servicios web y geográfico.

El presente trabajo de titulación se enfocará en el desarrollo del prototipo encargado de adquirir y transmitir los parámetros físicos del transporte terrestre, hacia un web service. Se realizará mediante 2 tarjetas controladoras Arduino conectadas asincrónicamente por medio de sus terminales rx y tx creando una conexión maestro-esclavo.

Una de estas tarjetas controladoras Arduino(esclavo) se dedica a la recepción continua de los parámetros de lectura de pasajeros actuales funcionando como un contador de personas que suben y bajan continuamente del bus, esto se hará mediante el uso de sensores Sharp gp2y0a21 configurados a cierta distancia como dispositivos de señales digitales y ubicados dentro del sitio de lectura de datos estratégicamente, también monitoreará el estado de la puerta mediante un sensor de carrera magnético. Toda esta información será enviada en una trama de datos vía serial a la otra tarjeta controladora Arduino(maestro).

Dicha tarjeta Arduino(maestro) estará conectada al módulo de comunicación GSM/GPRS/GPS y recibirá la trama de información de los datos proporcionados por la antena GPS mediante la interacción con los satélites en la órbita terrestre, se encargará de separar datos específicos como: hora, coordenadas georreferenciales, y velocidad en km/h. También se encargará de unir los datos proporcionados por la tarjeta Arduino(esclavo) en una trama final, la cual será enviada a una plataforma Web Iot para su almacenamiento y análisis.

Esta información tiene como fin la contribución a la toma de decisiones estadísticas para futuros investigadores y futuras soluciones, para problemas como el exceso de personas, excesos de velocidad, viajar con la puerta abierta y otros problemas no enfocados en el presente trabajo.

### **1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar un prototipo de dispositivo electrónico de adquisición de datos en la transportación pública, aplicando tecnologías electrónicas, web e IoT, para proveer de información a una plataforma web.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Diseñar la arquitectura electrónica eficiente del prototipo que facilite la conectividad entre sus componentes.
- Desarrollar un prototipo electrónico capaz de conectarse al sistema eléctrico del bus, de acuerdo a la arquitectura planteada.
- Realizar pruebas de adquisición y envío de datos desde el prototipo hacia la plataforma web.

### **1.4 RESULTADOS ESPERADOS**

- Realizando algunas comparativas y tomando resultados de trabajos similares de componentes electrónicos se espera seleccionar los dispositivos más óptimos para su uso en el desarrollo del prototipo.
- Mediante el uso de herramientas EDA haber obtenido el diseño del circuito electrónico que contenga a los componentes conectados y funcionando correctamente.
- Un diseño de la carcasa impreso en 3D que permite la conexión y ubicación del circuito electrónico y sus módulos al diseño impreso facilitando su uso y dando la certeza de ser robusto.

- Un prototipo estable, de fácil conexión, que sea compatible con el sistema eléctrico del vehículo pesado y que posea su propia fuente de energía.
- Mediante la plataforma IoT medir la efectividad del prototipo al enviar los parámetros físicos y de igual manera realizar el análisis del consumo de datos.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN:**

Con el desarrollo del prototipo electrónico no solo se prevé contribuir con la toma de datos físicos dentro de un bus, si no que en un futuro cercano, investigadores usen dicha información para plantear soluciones a los problemas descritos en secciones anteriores.

Una de las varias soluciones podría ser un sistema inteligente que use la información adquirida, para contribuir al manejo de las unidades terrestres evitando las aglomeraciones en horas determinadas, mismas que influyen en la seguridad y comodidad de los usuarios. Así mismo el uso de los datos de ubicación podría ser usado para un futuro mapeo de las rutas recorridas por las diferentes líneas de transporte. Esto ayudaría para proveer de información a los usuarios en un futuro de modo eficaz y accesible de la ubicación de las unidades por medio de alguna App móvil. Incluso se podrían realizar estudios sobre el porcentaje total de la cobertura del transporte público en la provincia, donde podrían surgir necesidades de más unidades o quizás una nueva ruta que cubra sectores no recorridos por las líneas de transporte urbano.

## **1.6 ALCANCE DEL PROYECTO:**

El prototipo del dispositivo electrónico va dirigido hacia el sector de transporte público de la provincia de Santa Elena, este se limita a generar la información con los parámetros del bus y crear una conexión con un web service o servicio web, de modo que la información que se obtiene cada cierto intervalo de tiempo, sea transferida a una plataforma IoT mediante el protocolo de comunicación TCP.

De esa manera se planea generar información sobre la ubicación de los buses públicos, para saber su estado en la ruta que se le asignó. Así mismo se podrá monitorear el cumplimiento de las rutas de las unidades, desde la plataforma web, y se prevé el control en la velocidad de los vehículos a través del monitoreo junto con las autoridades competentes o los directivos de las cooperativas.

## **1.7 METODOLOGÍA:**

### **TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Este proyecto requiere de la utilización de los tipos de investigación, que se detallan a continuación:

#### **1.7.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Se trata de probar la efectividad de un método o material, esto se logrará con la lectura de los datos de acuerdo a las coordenadas mostradas por el GPS de modo de garantizar un bajo margen de error y buena funcionalidad. Mediante recorridos con el dispositivo.



### **1.7.2 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

Consiste específicamente en hacer diferentes tipos de pruebas del prototipo de dispositivo electrónico, para este caso se utilizará el modulo SIM de modo que se determine el número de errores de envío en la conexión y el margen de señal GPRS y GPS en determinadas ubicaciones.

### **1.7.3 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se realizará mediante consulta a libros, revistas, artículos técnicos y científicos publicados en internet y en antecedentes de proyectos similares referente a la comunicación y manejo de dispositivos IoT.

## CAPÍTULO II

### LA PROPUESTA

#### 2.1 MARCO CONTEXTUAL

##### 2.1.1 ENTIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTA ELENA.

En la provincia de Santa Elena existen 3 entidades de control del sector de transporte terrestre: ANT, CTE Transporte Terrestre, CTE Transporte Publico.

A nivel de transporte público las encargadas de la regulación de las unidades y del cumplimiento de la Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) son la ANT y la CTE Transporte Publico.

ANT (Agencia Nacional de Tránsito). - La agencia nacional de tránsito es la entidad encargada de controlar y regular la gestión del transporte terrestre, tránsito y de la seguridad vial en el territorio nacional. Contribuyendo al desarrollo nacional, a través de la regulación, planificación y control mediante la formulación y aplicación de leyes, normas, políticas, planes, programas y proyectos que garanticen la satisfacción de los usuarios. [10]

CTE. (Comisión de Transito del Ecuador). – La CTE Transporte Publico es el organismo encargado para hacer cumplir las leyes dispuestas por la ANT y que las unidades de transporte publico cumplan con los requisitos impuestos en la LOSEP, monitoreando y sancionando a las unidades que no cumplan o cometan infracciones, con el fin de garantizar la seguridad de los transeúntes. [11]



Ilustración 1 CTE. Cantón Salinas

### 2.1.2 RUTAS TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTA ELENA.

El transporte público en la provincia de Santa Elena dispone de 14 rutas que abarcan gran parte del sector urbano, la mayoría de estas Líneas de transportes pertenecen al Consorcio de Transporte Integrado de Santa Elena (CITSE).

Distribuidas por Cooperativas de la siguiente forma:

LÍNEA	COOPERATIVA
1	PUERTO PENINSULAR
2	PUERTO PENINSULAR
3	TRANSPORTE DEL PACÍFICO Y HORIZONTE PENINSULAR
4	TRANSPORTE DEL PACÍFICO Y HORIZONTE PENINSULAR
5	SALISEL
6	SALISEL
7	TRANSCISA
8	UNIFICACIÓN PENINSULAR
9	UNIFICACIÓN PENINSULAR
10	TRANSPORTE DEL PACÍFICO Y HORIZONTE PENINSULAR
11	HORIZONTE PENINSULAR
12	TRUNSA
13	CITSE
14	MAR AZUL

Tabla 1 Distribución de las Líneas por Cooperativas

Estos datos fueron tomados de la resolución No. 001-DIR-2016-ANT de la ANT [12] y de artículo del Diario Expreso [13]

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 CONTROLADORES Y MICROCONTROLADORES

La definición de un controlador ha permanecido constante a través del tiempo, aunque su implementación física ha variado con los cambios tecnológicos. En el comienzo, los controladores se fabricaron con base en circuitos analógicos, las decisiones se tomaban con diferentes estructuras de transistores o amplificadores operacionales. Hoy en día los microcontroladores son componentes comunes y fundamentales de todo tipo de sistema digital, estos poseen diversas funciones y pueden ser requeridos en diferentes ramas.

### ¿PERO QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR?

Un microcontrolador es un circuito integrado con una escala de integración muy grande (VLSI1, very large scale integration) que internamente contiene una unidad central de procesamiento (CPU, Central Processing Unit), memoria para código, memoria para datos, temporizadores, fuentes de interrupción y otros recursos necesarios para el desarrollo de aplicaciones, por lo general con un propósito específico. [14].

Si bien, un MICROCONTROLADOR incluye prácticamente los componentes necesarios para ser apreciado como una computadora reducida en un circuito integrado, repetidamente no es tratado como tal, ya que su uso típico consiste en el desempeño de funciones de “CONTROL” interactuando con el “mundo real” para monitorear condiciones (a través de sensores) y en respuesta a ello, accionar o apagar dispositivos (por medio de actuadores).



Ilustración 2 Microcontrolador ATmega328p [15]

Un controlador necesita una serie de instrucciones en código binario (lenguaje de la maquina) para que este pueda cumplir con su función, para aquello podemos recurrir a compiladores y hardware que permitan simplificar y facilitar la comunicación entre el usuario y máquina. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente será de utilidad para cumplir con la tarea asignada. Para el prototipo los dos microcontroladores serán la base fundamental del funcionamiento.

### **2.2.2 ARDUINO**

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas Arduino se basan en microcontroladores y pueden ser usadas como receptor de salidas de otro dispositivo o entradas hacia otro dispositivo. Puede decirle a su tarjeta qué debe hacer o que quiere hacer usted, enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador que es el cerebro de la tarjeta. Para hacerlo, utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el software Arduino (IDE), basado en el procesamiento.

A lo largo de los años, Arduino se ha convertido en el cerebro de miles de proyectos, desde pequeños proyectos cotidianos hasta proyectos científicos complejos. Existe una comunidad a nivel mundial de creadores (estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales) que se han reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones ya suman una cantidad increíble de conocimientos accesibles que pueden servir de gran ayuda para nuevos usuarios principiantes y de igual manera para los expertos por igual.

El software Arduino es fácil de usar para principiantes, pero lo suficientemente flexible para usuarios avanzados. Esto lo vuelve una plataforma muy competitiva en el mercado de los microcontroladores. Es compatible con usuarios de S. O. Mac, Windows y Linux.

En este proyecto se ha considerado algunas ventajas en consideración a la utilización de microcontroladores comunes como:

**Economía:** Las tarjetas Arduino son relativamente económicas en comparación con otras plataformas de microcontroladores. O en comparación con lo que costaría ensamblar un microcontrolador a una placa con los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento (reguladores, diodos, osciladores, pines de comunicación, etc...).

**Multiplataforma:** el software Arduino (IDE) aparte de ser gratuito, se ejecuta en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los sistemas de microcontroladores están limitados a Windows o Linux, pero muchos de estos son de paga.

**Software libre:** El software Arduino se publica como herramientas de código abierto a todo público, es decir está disponible a extensión por programadores experimentados. El lenguaje se puede expandir a través de las bibliotecas de C ++, y las personas que deseen comprender los detalles técnicos pueden dar el salto de Arduino al lenguaje de programación AVR C en el que se basa. Muchos usuarios avanzados crean sus propias librerías para simplificar las tareas y mejorar la interacción de muchos usuarios principiantes en distintos proyectos.

**Hardware Libre:** Las placas al ser bajo una licencia de Creative Commons los usuarios pueden crear modificaciones y mejorar placas referentes a sus necesidades. [16]

### 2.2.3 SENSORES

Para comprender bien el concepto de un sensor debemos partir del concepto de un transductor. Un transductor se define como aquel dispositivo que es capaz de convertir una variable física en otra que tiene dominio diferente. De acuerdo con esta definición es posible afirmar que un transductor forma parte de un sensor o actuador; en el sensor proporciona una salida útil para ser usada como variable de entrada a un sistema de procesamiento de la información. Por ende, de manera

general se dice que un transductor cambia la variable física medida a una señal eléctrica.

El concepto de sensor está relacionado con la definición de transductor, ya que un sensor hará siempre un uso de un transductor, no obstante, la principal diferencia entre un transductor y un sensor radica en que el sensor no solo cambia de dominio de la variable física medida, sino que además la salida del sensor será un dato útil para un sistema de medición. De este modo, definimos a un sensor como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida. A diferencia de un transductor el sensor solo puede ser un dispositivo de entrada. [17]

### 2.2.3.1 SENSORES DE NIVEL Y PROXIMIDAD

Un **sensor de proximidad** es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor. [18]

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, los inductivos y los fotoeléctricos, como el de infrarrojos.

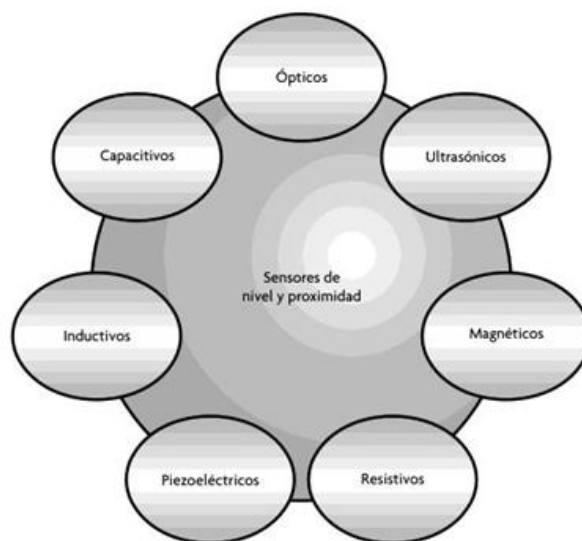


Ilustración 3 Clasificación de los sensores de nivel y proximidad [19]

### 2.2.3.1.1      **SENSORES FOTOELÉCTRICOS DE PROXIMIDAD**

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. Constan de dos elementos principales; 1) emisor de luz infrarrojo y 2) elemento fotosensible, conocido como receptor. La señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguirla de otra y así identificar varios sensores a la vez. Esto es muy utilizado en la robótica en casos en que se necesita tener más de un emisor infrarrojo y solo se quiera tener un receptor. La configuración más utilizada para medir proximidad con este tipo de sensores se conoce como configuración de foco fijo.

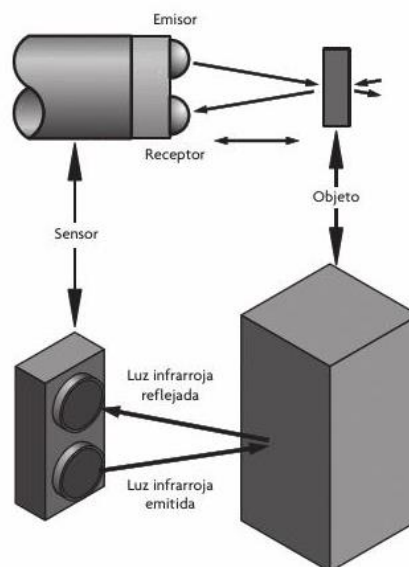


Ilustración 4 Configuración de foco fijo, para el emisor-receptor como medidor de proximidad [20]

Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos, los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos.

### 2.2.3.1.2      **SENSORES FINALES DE CARRERA MAGNÉTICOS**

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones



pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación. Generalmente están compuestos por dos laminas ferromagnéticas, que en presencia de un campo magnético tienden a atraerse entre sí debido a la fuerza magnética ejercida. Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura.

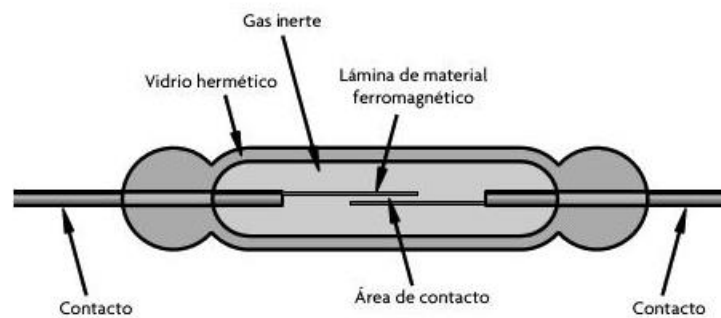


Ilustración 5 Arquitectura de un reed switch [21]

#### 2.2.4 REDES GSM Y GPRS

Los seres humanos desde que nacen empiezan a socializar mediante la comunicación ya sea por medio de gestos, símbolos o por la voz. Viven en un entorno que en que estar comunicados permite saciar una necesidad nata. Todos los humanos se comunican de alguna forma u otra, y en los recientes años esto se ha dado aún en mayor medida gracias a los avances tecnológicos y las redes de comunicaciones son el epicentro de estas transformaciones.

Más allá de los inventos que servían para comunicarse con personas por medio alámbricos nacieron las redes inalámbricas de comunicaciones.

Entre ellas las redes GSM que es un acrónimo del Sistema Global para Comunicaciones Móviles que se ha desplegado en todo el mundo como sistemas de

comunicaciones móviles de segunda generación. En la actualidad existen redes por un nivel superior al GSM.

- ¿Pero que son las redes GSM?

El GSM inicialmente fue una red de comunicación inalámbrica que se desarrolló para transmisión de voz. Pero que también es capaz de transmitir datos con una carga pequeña de bits. Su velocidad máxima inicial de transmisión fue de hasta 9'6 kbps en subida y bajada. Por lo que luego vinieron mejoras a este sistema de comunicación. La Unión Internacional de Telecomunicaciones opto por designar bandas específicas para la telefonía móvil a nivel global de la siguiente manera.

Sistema	Banda	Frecuencia		Asignación de canal
		Subida (MHz)	Bajada (MHz)	
<b>T-GSM-380</b>	380	380.2–389.8	390.2–399.8	dinámica
<b>T-GSM-410</b>	410	410.2–419.8	420.2–429.8	dinámica
<b>GSM-450</b>	450	450.4–457.6	460.4–467.6	259–293
<b>GSM-480</b>	480	478.8–486.0	488.8–496.0	306–340
<b>GSM-710</b>	710	698.0–716.0	728.0–746.0	dinámica
<b>GSM-750</b>	750	747.0–762.0	777.0–792.0	438–511
<b>T-GSM-810</b>	810	806.0–821.0	851.0–866.0	dinámica
<b>GSM-850</b>	850	824.0–849.0	869.0–894.0	128–251
<b>P-GSM-900</b>	900	890.2–914.8	935.2–959.8	1–124
<b>E-GSM-900</b>	900	880.0–914.8	925.0–959.8	975–1023, 0-124
<b>R-GSM-900</b>	900	876.0–914.8	921.0–959.8	955–1023, 0-124

<b>T-GSM-900</b>	900	870.4–876.0	915.4–921.0	dinámica
<b>DCS-1800</b>	1800	1710.2–1784.8	1805.2–1879.8	512–885
<b>PCS-1900</b>	1900	1850.0–1910.0	1930.0–1990.0	512–810

Tabla 2 Bandas de Frecuencias GSM[22]

La mayoría de las redes GSM utilizan las frecuencias de 900MHz y 1800MHz en los EE.UU., 850MHz y 1900Mhz en el continente Sudamericano.

A continuación, algunos países de Sudamérica con su uso de la banda GSM:

País	Frecuencia GSM
<b>Argentina.</b>	GSM-850 y 1900 MHz.
<b>Bolivia.</b>	GSM-850, 900, 1800 y 1900 MHz.
<b>Chile.</b>	GSM-850 y 1900 MHz.
<b>Colombia.</b>	GSM 850 Y 1900 MHz.
<b>Ecuador.</b>	GSM-850, 1900 MHz.
<b>Perú.</b>	GSM 850-1900 MHz.
<b>Venezuela.</b>	GSM 850,900,1800,1900,2100 MHz.
<b>Paraguay.</b>	GSM 850 - 1900 MHz.
<b>Uruguay.</b>	GSM 850,900,1800,1900 MHz.

Tabla 3 Frecuencias GSM usadas en países Sudamericanos

Debido a su capacidad baja de transmitir datos, nació una mejora denominada GPRS (servicio general de radio por paquetes). El GPRS es un servicio de datos que está disponible para los usuarios de GSM y se puede utilizar para todos los servicios de datos, como navegación por Internet, acceso WAP, SMS y MMS. A diferencia del GSM, el GPRS utiliza conmutación de paquetes. En el caso de multiplicidad de usuarios, solo comparte el canal de transmisión cuando es

necesario enviar datos. La velocidad de transmisión que se puede alcanzar en GPRS depende de la clase de multintervalo que admita. Esta llega a alcanzar hasta 80 kbps en bajada y 20 kbps en subida. Con la llegada del GPRS los operadores móviles para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, proporcionan un APN, que controla la transferencia de datos de GPRS y cobra por volumen de información transmitida (en kilo o megabytes), mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales queda para el servicio de voz ya que esta factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente de si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. De este modo los servicios de paquetes como GPRS se orientan al tráfico de datos. La tecnología GPRS como bien lo indica su nombre es un servicio orientado a radio-enlaces que da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes en dichos radio-enlaces. [23]

#### 2.2.4.1 NOMBRE DEL PUNTO DE ACCESO(APN)

Un APN en inglés Access Point Name es un nombre de un punto de acceso que cumple con el convenio del sistema de nombres de dominio(DNS), y que al resolverlo proporciona una dirección ip pública que servirá como puerta de enlace al internet. En la telefonía móvil, los operadores móviles son los que nos proveen del APN y son los que se encargan de controlar la cantidad de flujo de tráfico de los usuarios. En Ecuador existen 3 operadores móviles físicos, y un operador móvil virtual(Tuenti) que trabaja por la plataforma de movistar.

Cada uno consta de una puerta de enlace que detallaremos a continuación.

MARCA	OPERADOR	Bandas (MHz)	APN
<b>Movistar</b>	Otecel S.A.	GSM 850 / GSM 1900 / UMTS 850 / UMTS 1900 / LTE 1900	Internet.movistar.com.ec

<b>Claro</b>	CONECEL S.A.	GSM 850 / UMTS 850 / UMTS 1900 / LTE 1700	Internet.claro.com.ec
<b>CNT Mobile</b>	Corporación Nacional de Telecomunicacione s (CNT EP)	GSM 850 / UMTS 1900 / LTE 1700	Internet.cnt.net.ec
<b>Tuenti</b>	Otecel S.A.	GSM 850 / GSM 1900 / UMTS 850 / UMTS 1900 / LTE 1900	Internet.tuenti.ec

Tabla 4 Operadores Móviles y sus APN

Es importante conocer cada uno de estos APN porque sin este punto de acceso no podremos acceder al internet por medio de la red móvil. Para el prototipo la configuración del APN dependerá de la tarjeta SIM que utilice.

### 2.2.5 COMANDOS AT

Los comandos AT son un estándar de comunicación abierto inicialmente usados para configurar y parametrizar módems hoy en día se usan en muchos dispositivos dedicados a la comunicación.

La mayoría de las reglas del lenguaje de comando AT son bastante simples:

- Cada comando comienza con "AT" o "at".
- Los comandos se pueden dar en mayúsculas y minúsculas.
- Varios comandos se pueden combinar en una sola línea de comando.
- La longitud de una línea de comando debe ser inferior a cuarenta caracteres.
- Para permitir la edición manual, se reconoce el retroceso para eliminar el carácter escrito anterior en una cadena de comando.



Por otro lado, el protocolo UDP no está orientado a conexión y ofrece un servicio poco fiable, aunque más rápido y con poca carga en la red. Los paquetes que se envían no tienen destino como tal por lo que se suele usar la dirección broadcast o de multicast de IP, lo cual permite enviar un mismo paquete a varios destinos de forma simultánea. De modo que el mensaje llega a todos, pero el cliente decide si desea verlo o no. En lo que concierne a la presente propuesta el método TCP fue el que se usó ya que las plataformas IOT trabajan con TCP para el control de datos que los usuarios suben.

### **2.2.7 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL(GPS)**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos.

El GPS se compone de tres elementos: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores del GPS propiedad de los usuarios. Desde el espacio, los satélites del GPS transmiten señales que reciben e identifican los receptores del GPS; ellos, a su vez, proporcionan por separado sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud, así como la hora local precisa.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que

tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación", la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. Cabe recalcar que los usuarios civiles solo pueden usar la frecuencia de 1575.42MHZ [23]

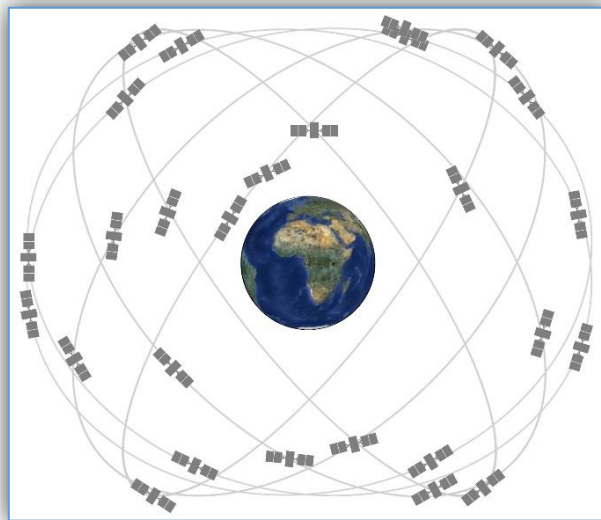


Ilustración 7 Conjunto de satélites utilizados para el posicionamiento GPS [24]

### **2.2.8 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)**

GNSS o Sistema Global de Navegación por Satélite es el nombre con el que se designan a todas las tecnologías o sistemas utilizados para posicionamiento o navegación mediante satélites geoestacionarios. Los dos sistemas que actualmente mantienen una cobertura global son el Americano GPS y el ruso GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema). Existe un tercer sistema, el europeo Galileo, que aun esta es fase de desarrollo y prueba. De igual manera el gobierno chino está invirtiendo en su propio sistema de geolocalización denominado BeiDou-2 pero se espera que este operativo en el 2020.



El sistema GLONASS también cuenta con 24 satélites en la órbita terrestre a una altura de 19100km, aunque su precisión es un poco menos en comparación con la del GPS, los civiles no dudan con respecto a su uso. En la actualidad los dispositivos de ubicación utilizan estos dos sistemas para lograr una eficaz georreferencia.



Ilustración 8 Distribución de Satélites del Sistema GLONASS [25]

### 2.2.9 ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de señales o mejor conocida como adquisición de datos, consiste en la toma de muestras del mundo real (señales analógicas) para crear datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otro dispositivo electrónico (sistema digital). Se basa, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una maquina eléctrica. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecúa la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ), en este caso sería la placa Arduino con el microcontrolador Atmega328p.

La adquisición de datos inicialmente surge de un fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno puede ser un cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, para este caso serán los valores detectados por los infrarrojos al pasar un objeto delante de ellos, la fuerza que ejerce un imán para activar un sensor magnético, o la variación de señales recogidas por la antena GPS. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todos estos diferentes propiedades o fenómenos.

### **Procesos de adquisición de datos**

**Dato:** Es una representación simbólica (numérica, alfabética...), atributo o característica de un valor. No tiene sentido en sí mismo, pero convenientemente tratado (procesado) se puede utilizar en la relación de cálculos o toma de decisiones.

**Adquisición:** Se refiere a la recogida de un conjunto de variables físicas, conversión en voltaje y digitalización de manera que se puedan procesar en un ordenador.

**Sistema:** Un sistema es un conjunto organizado de dispositivos que interactúan entre sí ofreciendo prestaciones más completas y de más alto nivel. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos a la memoria del PC. Una vez los datos están en memoria pueden procesarse con una aplicación adecuada, archivarlas en el disco duro, visualizarlas en la pantalla, entre otros.

**Bit de resolución:** Número de bits que el convertidor analógico a la digital (ADC) utiliza para representar una señal. Dependiendo de los bits existirá un rango determinado en Arduino para las señales analógicas de entrada los pines controlar 10bits dando un rango de 0-1023 y para salidas PWM 8bits con rango 0-255.

**Rango:** Valores máximo y mínimo entre los que el sensor, instrumento o dispositivo funcionan bajo unas especificaciones. [26]

## **REGULACIÓN DE LA TENSIÓN**

La tensión en el manejo de un circuito es un factor muy importante ya que el incorrecto uso por desconocimiento o negligencia de esta suele producir problemas graves a nivel del dispositivo electrónico que se esté usando, por eso es recomendable antes de usar cualquier dispositivo electrónico indagar en sus características de modo que se conozca la tensión nominal con la que este trabaja, al hablar de tensión referimos al voltaje como tal. Por lo que es recomendable siempre el uso de reguladores de voltajes para prevenir de daños a los circuitos, un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado precisamente para mantener un nivel de tensión constante. [27] [28].

Los reguladores electrónicos de tensión se encuentran en distintos dispositivos como las fuentes de alimentación de los computadores, los cargadores de celulares y laptops, donde estabilizan las tensiones de corriente continua usadas por la carga. En los alternadores de los automóviles y en las plantas generadoras, los reguladores de tensión controlan la salida de la planta. En un sistema de distribución de energía eléctrica, los reguladores de tensión pueden instalarse en una subestación o junto con las líneas de distribución de forma que todos los consumidores reciban una tensión constante independientemente de cuanta potencia exista en la línea.

En términos de corriente continua que es el tipo de corriente en la que se enfoca el consumo del dispositivo los reguladores más comunes son integrados, conmutados y electromecánicos.

## **REGULADORES INTEGRADOS**

Se podría decir que son los más fáciles de encontrar en las fuentes de alimentación, normalmente son componentes muy parecidos a los transistores de potencia, suelen

tener tres terminales, uno de entrada, un común, y uno de salida, tienen una capacidad de reducción del rizado muy alta y normalmente sólo hay que conectarles un par de condensadores. Existen circuitos reguladores con un gran abanico de tensiones y corrientes de funcionamiento. La serie más conocida de reguladores integrados es la 78xx y la serie 79xx para tensiones negativas. Los de mayor potencia necesitarán un disipador de calor, este es el principal problema de los reguladores serie lineales tanto discretos como integrados, al estar en serie con la carga las caídas de tensión en sus componentes provocan grandes disipaciones de potencia. Es decir, toda la energía que no se necesita se desperdicia en forma de calor.

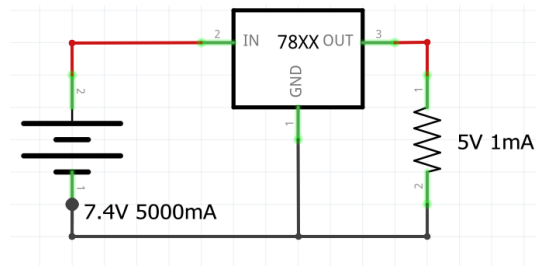


Ilustración 9 Circuito regulado sencillo, la carga consume lo necesario y el regulador disipa la potencia sobrante en forma de calor

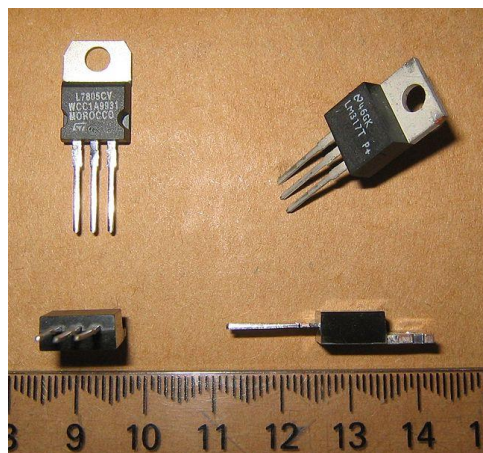


Ilustración 10 Diferentes ángulos de componentes electrónicos en un paquete TO-220. Las diferentes vistas se organizan como una proyección de tercer ángulo y una vista de cuarta perspectiva. La regla está marcada en centímetros. [29]

## **2.2.10 SISTEMAS DE ENERGÍA BACKUP**

Los sistemas de respaldo de energía o backup son sistemas de respaldo cuya función es almacenar energía adicional al sistema principal, en modo de apoyo para mantener el suministro de energía eléctrica en una situación de cortes de corriente por factores externos de la fuente principal. Si bien estos sistemas no cuentan con autogeneración de la energía son compatibles para tomar parte de la energía suministrada al sistema para su almacenamiento, estos sistemas de respaldo dependen principal de un dispositivo capaz de almacenar cantidades de energía eléctrica como baterías, o los llamados supercondensadores. Entre los más destacados tenemos:

### **2.2.10.1 BANCO DE BATERÍAS**

La utilización de la batería está dirigida a evitar la interrupción de energía DC al sistema, en caso de falla del equipo rectificador AC/DC. Por lo general, alimenta a los esquemas de protección, control, señalización y todos los demás elementos que trabajen con corriente continua.

Los tipos de baterías utilizadas en los sistemas, son de tipo electrolítico ácidas o alcalinas, pueden ser conectadas en serie o en paralelo de acuerdo al nivel de carga instalado, siempre se recomienda asociar baterías de la misma marca y modelo.



Ilustración 11 Banco de Baterías [30]

### 2.2.10.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

También conocido por sus siglas en inglés UPS (Uninterruptible Power Supply) es un sistema que, por medio de sus elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado, cuando se presenta una falla en el suministro principal, a los dispositivos que tenga conectados. Adicionalmente, tiene la capacidad de filtrar subidas y bajadas de tensión, así como eliminar armónicos provenientes de la red eléctrica. Se emplea para respaldar a las cargas con procesamiento de datos que no pueden ser interrumpidos ni perturbados, se define como el equipo que provee protección contra las fluctuaciones en el suministro eléctrico y un respaldo de energía para asegurar la continuidad e integridad del proceso y operación que se esté ejecutando en cualquier sistema. Se recomienda emplear al UPS como un sistema de protección transitorio.



Ilustración 12 UPS 2200VA/1320W [31]

### 2.3 MARCO TEÓRICO

En esta sección detallaremos los proyectos que proporcionaron información referente para complementar los conocimientos; se da una breve descripción de los mismos.

En Guatemala en el año 2018 se realizó el trabajo titulado: **Sistema de localización por medio de SMS o GPRS**, donde se usó un módulo GM862-GPS para realizar pruebas de ubicación mediante el uso de mensajes de texto, también se usó la plataforma de Python para comunicarse con el módulo de manera que envié datos de ubicación a través del GPRS dando como resultado un modo más eficaz de envío ya que se comprobó que aportaba a el ahorro de mensajes y reducción del tiempo de envío. Se hizo a través del protocolo de comunicación TCP. [33]

En el trabajo de titulación: **Control y Monitoreo del recorrido de los buses de transporte público mediante tecnología GPS y GSM (Guayaqui-2010)**, se realiza un monitoreo virtual de los parámetros de ubicación y velocidad de un bus por medio que un computador que recibe datos por puerto serial de un dispositivo GPS y un modem de comunicación por mensajes de Texto. [34]

En la tesis de Postgrado de la la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Espol: **Implementación de una plataforma de rastreo vehicular para uso personal, basada en un sistema de localización GPS de código abierto y en un dispositivo de rastreo (Guayaquil -2016)**, se realizó el uso de un dispositivo de localización GPS TK103B con el objetivo de realizar seguimientos de un vehículo personal, obteniendo resultados de una plataforma web dada por la empresa durante 15 días de pruebas. Y concluyendo que el tráfico de datos desde el dispositivo de rastreo a la plataforma tiene una proyección a ser de 2MB mensuales con una periodicidad de comunicación cada 5 minutos [35]

En la ciudad de Granada(España) en el año 2017 se realizó el trabajo titulado **Diseño e implementación de un dispositivo IoT de bajo coste para entornos**

**agrícolas (Granada -2017)**, donde se hizo el uso de dispositivos IoT con plataformas y se concluyó que la plataforma ThingSpeak es una plataforma ideal para analizar los datos obtenidos mediante dispositivos. Ya que no presentaba ningún coste para trabajar con el volumen de datos que se planea generar en el transcurso del desarrollo del prototipo. [36]

La tesis de grado realizada en Loja en el año 2018: **Diseño, construcción e implementación de un sistema de bloqueo vehicular con rastreo satelital a través de un dispositivo celular** tenía como objetivo controlar el bloqueo de un vehículo por mensajes de texto, se evidencio una comparativa entre módulos de conexión GSM/GPRS dando como resultado el uso de un módulo SIM900 que pertenece a la familia de SIMCOM como los módulos más eficaces al momento de usar la tecnología móvil. [37]



## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

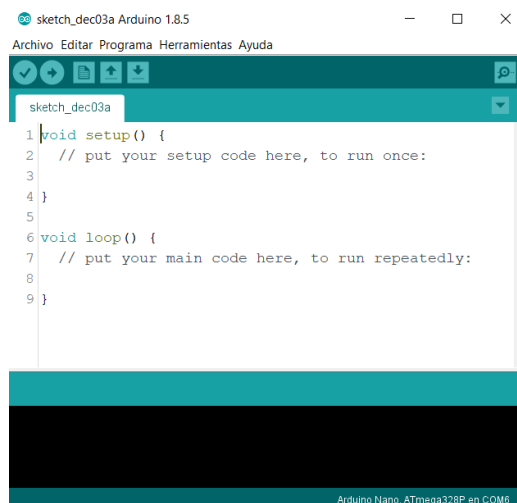
#### 3.1 COMPONENTES DE LA PROPUESTA

##### 3.1.1 COMPONENTES LÓGICOS

A continuación, se describen los softwares usados en el desarrollo del prototipo, con sus respectivas características y uso.

##### 3.1.1.1 IDE DE ARDUINO

El entorno de desarrollo integrado (**IDE**) de Arduino es una aplicación multiplataforma compatible con sistemas operativos como: Windows, Linux, y MacOs. Esta está basada en el lenguaje de programación JAVA y una de sus funciones es escribir y cargar programas en la placa Arduino [32]. Además, permite enviar y recibir fácilmente información a través del puerto serie por medio de una pequeña utilidad integrada dentro denominada “Monitor Serial”.



```
sketch_dec03a Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_dec03a
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }
```

Arduino Nano, ATmega328P en COM6

Ilustración 13 Screenshot de Arduino IDE Versión 1.8.5

Por medio del IDE se procedió a programar el microcontrolador de manera que este pueda comunicarse con el SIM808 y a su vez ir comprobando que se cumpla cada acción programada, lo que es una gran ayuda al momento de corregir errores.

### 3.1.1.2 SKETCHUP

Sketchup es uno de muchos programas de diseño gráfico en 3 Dimensiones basados en caras. Es un programa desarrollado por Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y finalmente vendida a Trimble en 2012. Tiene una interfaz amigable y de fácil aprendizaje que permitirá diseñar modelos en 3D y 2D. [34]

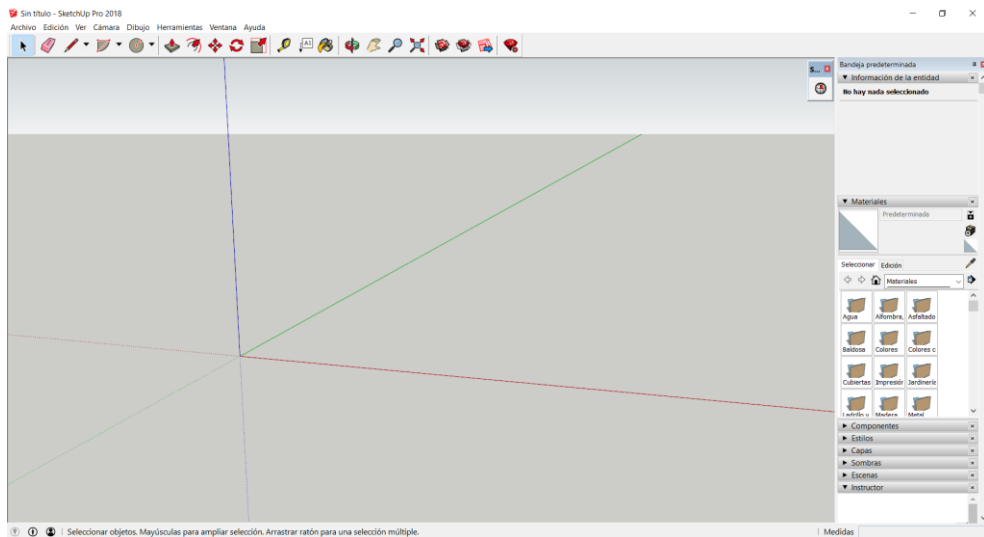


Ilustración 14 Sketchup Pro 2018

### 3.1.1.3 FRITZING

Fritzing es una iniciativa de hardware de código abierto que hace que la electrónica sea accesible como material creativo para cualquier persona. Se ha convertido en uno de los softwares más usados al momento de plasmar circuitos electrónicos en un simulador ya que cuenta con librerías con componentes muy usados y componentes hechos por la comunidad. Ofrece una interfaz interactiva para diseñar las conexiones de un circuito con sus componentes o dibujar un circuito ya realizado con fines informativos esto puede realizarse en modo Protoboard, modo esquemático, y PCB. Actualmente cuenta con un sitio web que permite a los

usuarios documentar sus prototipos, compartirlos con otros, enseñar electrónica en un aula y diseñar y fabricar PCB profesionales. [35]

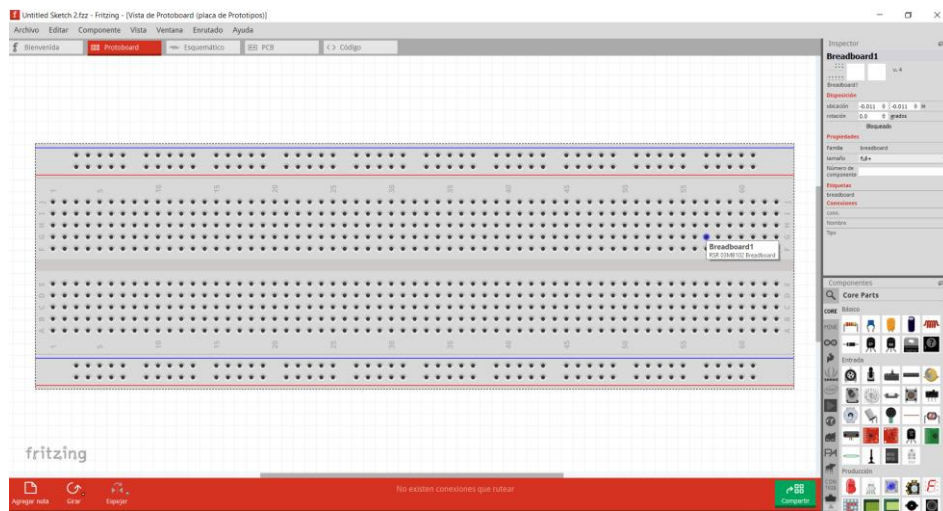


Ilustración 15 Fritzing Versión 0.9.3

#### 3.1.1.4 EASYEDA

**EasyEDA** es un conjunto de herramientas EDA basadas en la nube que permite a los usuarios de hardware diseñar, simular, compartir, de manera pública y privada, y discutir esquemas, simulaciones y tableros de circuitos impresos.

EasyEDA permite la creación y edición de diagramas esquemáticos, la simulación, creación y edición de circuitos analógicos, digitales y mixtos. Diseños de placas de circuitos impresos en la nube y, opcionalmente, la fabricación de placas de circuitos impresos.

La principal característica de EasyEDA es que es una herramienta gratuita, y aunque ofrece un software para computadora no requiere la instalación de este ya que se pueden realizar diseños desde un navegador online. EasyEDA ofrece un servicio de fabricación de PCB a un costo moderado. [38]

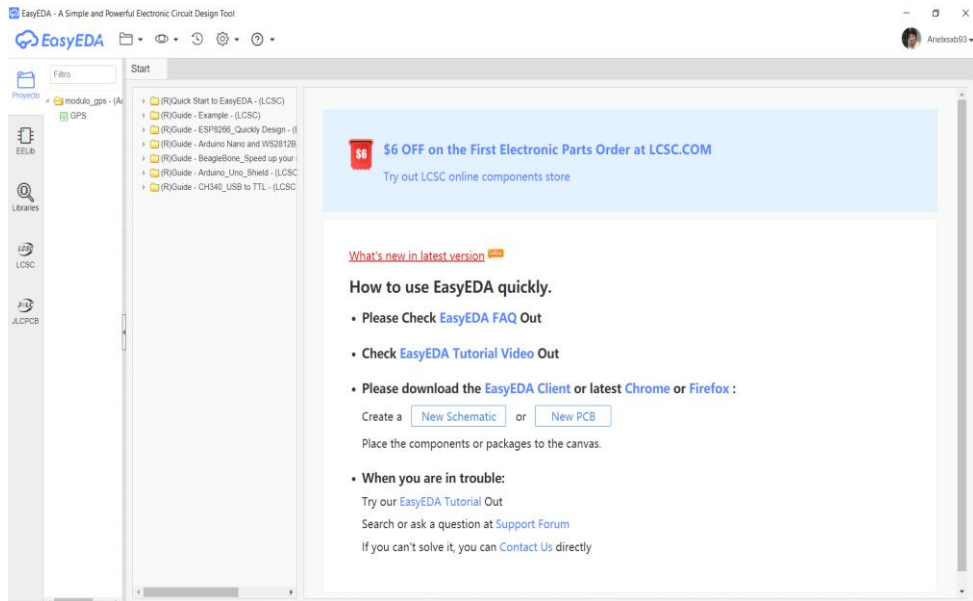


Ilustración 16 Interfaz EasyEDA

### 3.1.1.5 PLATAFORMA IOT THINGSPEAK

Para realizar las pruebas de envío del prototipo se necesitaba un destino a donde enviar datos y por ello hemos seleccionado la plataforma Iot llamada ThingSpeak. ThingSpeak es un servicio web gratuito que permite recopilar y almacenar datos de sensores en la nube y desarrollar aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT). El servicio web ThingSpeak proporciona aplicaciones que permiten analizar y visualizar sus datos. Es una de las plataformas más utilizadas actualmente por los usuarios debido a la cantidad de envíos gratis que da a los usuarios para manejo de datos (3,000,000 de envío/año) a diferencia de otra famosa plataforma muy utilizada por los estudiantes denominada Ubidots que solo brinda 5000. En este caso el envío masivo de datos llevó la propuesta hacia la plataforma ThingSpeak con la cual se ha trabajado durante este proceso.

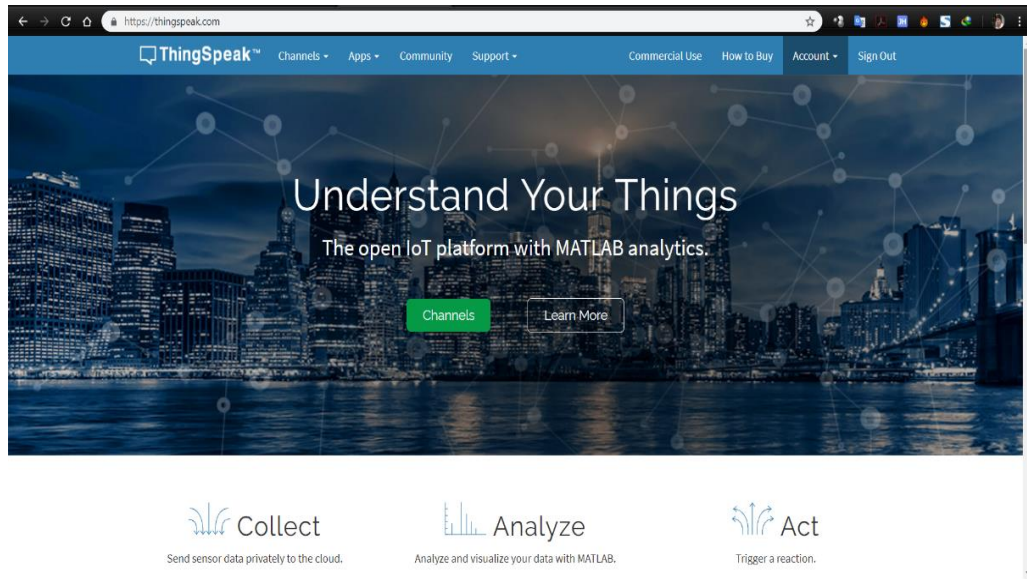


Ilustración 17 Plataforma ThingSpeak [35]

Hemos tomado en cuenta algunas de estas ventajas:

- Tiene soporte de MATHWORKS lo que permite realizar análisis directo desde el software Matlab en el caso de automatizaciones.
- La interfaz es muy agradable.
- Puedes crear plantillas adicionales basados en programación de MATLAB para hacer visualizaciones y análisis de datos.
- Puedes crear plantillas complementarias para crear Google® Gauges, gráficos o pantallas personalizadas utilizando HTML, CSS y JavaScript.
- El usuario puede elegir si desea que el canal sea compartido al público o que solo sea privado.
- Se pueden realizar consultas del canal en distintos formatos CVS, XML, JSON y según los datos que necesitemos.
- Existen aplicaciones para móviles, así como Widgets incrustables que permiten monitorear tus datos desde tu celular.
- Admite método GET y POST.

### 3.1.2 COMPONENTES FÍSICOS

A continuación, se realiza una descripción de los componentes físicos más relevantes que fueron necesarios para cumplir con el objetivo del prototipo, con sus respectivas características y uso.

#### 3.1.2.1 DISPOSITIVO CONTROLADOR ARDUINO

La placa Arduino basada en el microcontrolador ATmega328p es el dispositivo central en el manejo del prototipo, por medio de una programación basada en C++ el microcontrolador es capaz de comunicarse con cada uno de los periféricos que están conectadas a él, a través de sus pines de entrada y salida. Inicialmente se formuló la idea de usar una placa Arduino Uno y luego por la comodidad y eficacia en tamaño se optó por la placa nano ya que ambas están basadas en el mismo microcontrolador. Entre sus principales características tenemos:

Características	
<b>Tensión de Funcionamiento</b>	5v
<b>Memoria Flash</b>	32KB -2KB para el gestor de arranque
<b>SRAM</b>	2KB
<b>Frecuencia Reloj</b>	16MHZ
<b>Pines Analógicos</b>	8
<b>Memoria EEPROM</b>	1KB
<b>Corriente en pines Digitales</b>	40mA
<b>Tensión de Entrada</b>	7-12V
<b>Pines Digitales</b>	26
<b>PWM</b>	6
<b>Consumo de corriente</b>	19mA
<b>Tamaño PCB</b>	18x45mm
<b>Peso</b>	7g

Tabla 5 Datos Técnicos Arduino Nano V3.0

El Arduino Nano tiene una serie de instalaciones para comunicarse con una computadora, otro Arduino u otros microcontroladores. Ya que el ATmega328P proporciona comunicación serial UART TTL (5V), por medio de los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Usando este medio se realizó la comunicación entre los dos Arduino uno como principal y el otro como esclavo. En el computador se pueden ver los datos por el puerto de comunicaciones(COM) virtual interactuando con el software de Arduino. De modo que se facilita la interacción con el microcontrolador por medio del Monitor Serial.

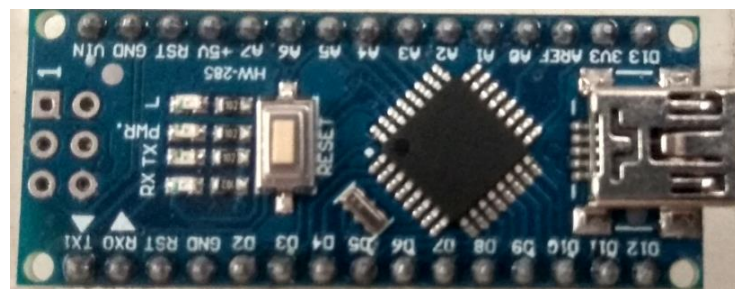


Ilustración 18 Arduino NANO V3.0

### 3.1.2.2 MÓDULO GSM/GPRS/GPS

El chip SIM808 de la empresa SIMCOM es uno de los tantos productos que esta empresa ofrece con respecto a comunicaciones. Este componente electrónico es una mejora del chip SIM908, y podría decirse que es uno de los chips más completos ofrecidos por la empresa ya que tiene compatibilidad GSM/GPRS/GPS/GNSS/BT. Al ser un dispositivo pequeño que contiene 68 pines su uso se vuelve muy dificultoso por lo que empresas de todo el mundo han optado por crear módulos accesibles basados en el control del chip parecidos a la plataforma Arduino, de este modo podemos encontrarlos en distintas presentaciones al público y en diferentes tamaños.





comparación con otros sistemas de comunicación. Entre sus características y ventajas más importante que hemos tenido en cuenta están:

Características	Ventaja
<b>Cuatribanda 850/900/1800 / 1900MHz</b>	Lo que permite compatibilidad para trabajar en las frecuencias de Ecuador y de todas las operadoras
<b>Dimensiones: 42 * 55 * 3,2 mm</b>	El tamaño es bastante reducido
<b>Bajo consumo de energía</b>	En comparación con su antecesor reduce la cantidad de corriente consumida.
<b>Control a través de comandos AT</b>	Recibe y responde mensajes del controlador por el estándar AT
<b>Suministro de tensión de 5 a 26 V.</b>	El módulo posee el regulador MIC29302 [33] que permite estabilidad de voltaje en el rango determinado sin que tenga algún problema
<b>Conectores IPX para antenas GPS y GSM/GPRS</b>	Esto facilita la conexión y desconexión de las antenas de manera sencilla.
<b>Compatibilidad con bluetooth 3.0</b>	Si es algún caso se necesita usar bluetooth, también posee una ranura para la antena.
<b>Sistema de navegación más sensible con capacidad GNSS con sensibilidad de -165 dBm con una exactitud &lt; 2.5m</b>	Mejor calidad de señal comparado con el GPS del SIM908 con sensibilidad de -160dBm. El GNSS es GPS + GLONASS, una terminología utilizada si el dispositivo admite la navegación con satélites de EE. UU y de Rusia y que al momento de unirse proporciona una mejor precisión de la coordenadas Georreferenciales.
<b>GPRS clase 12: máx. 85.6 kbps (enlace descendente / enlace ascendente)</b>	La velocidad de transmisión es suficiente para él envió de tramas requeridas en el prototipo.
<b>Protocolo TCP / UDP incorporado</b>	Es compatible con los 2 protocolos de comunicación

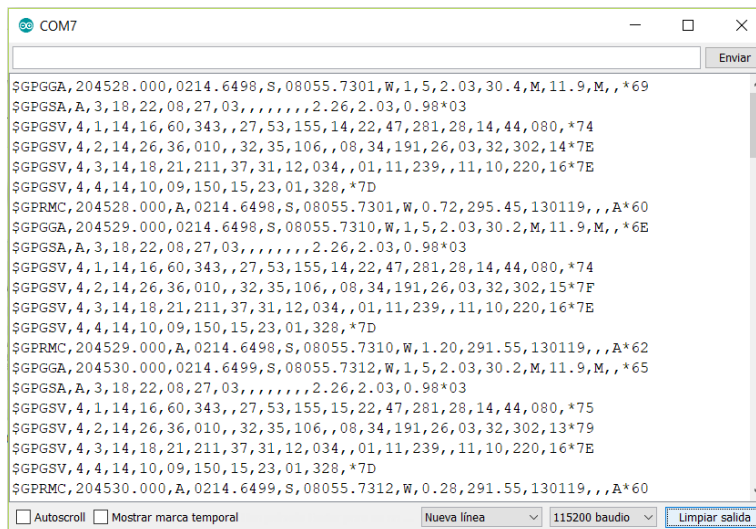
Tabla 6 Características y Ventajas Sim808 [33]

### 3.1.2.2.1 OBTENER UBICACIÓN DEL SIM808 POR GNSS

Antes de definir el formato de la trama se definió los parámetros que se necesitaban para del GPS para el prototipo, de los cuales los más importantes son:

- Fecha
- Longitud
- Latitud
- Velocidad en Km/h

Usualmente al momento de obtener coordenadas de georreferenciación la mayoría de dispositivos GPS opta por la usar el protocolo NMEA0183 que envía 8 diferentes tramas con información específica, donde la trama iniciada en **\$GPRMC** se usa para descomponer los valores de posicionamiento necesarios, pero cabe recalcar que al momento de procesar dicha información estamos desgastando recursos de memoria y tiempo ya que los microcontroladores necesitan leer dato por dato, para identificar la trama.



```
COM7
$GPGGA,204528.000,0214.6498,S,08055.7301,W,1,5,2.03,30.4,M,11.9,M,,*69
$GPGSA,A,3,18,22,08,27,03,,,,,,,,,2.26,2.03,0.98*03
$GPGSV,4,1,14,16,60,343,,27,53,155,14,22,47,281,28,14,44,080,*74
$GPGSV,4,2,14,26,36,010,,32,35,106,,08,34,191,26,03,32,302,14*7E
$GPGSV,4,3,14,18,21,211,37,31,12,034,,01,11,239,,11,10,220,16*7E
$GPGSV,4,4,14,10,09,150,15,23,01,328,*7D
$GPRMC,204528.000,A,0214.6498,S,08055.7301,W,0.72,295.45,130119,,A*60
$GPGGA,204529.000,0214.6498,S,08055.7310,W,1,5,2.03,30.2,M,11.9,M,,*6E
$GPGSA,A,3,18,22,08,27,03,,,,,,,,,2.26,2.03,0.98*03
$GPGSV,4,1,14,16,60,343,,27,53,155,14,22,47,281,28,14,44,080,*74
$GPGSV,4,2,14,26,36,010,,32,35,106,,08,34,191,26,03,32,302,15*7F
$GPGSV,4,3,14,18,21,211,37,31,12,034,,01,11,239,,11,10,220,16*7E
$GPGSV,4,4,14,10,09,150,15,23,01,328,*7D
$GPRMC,204529.000,A,0214.6498,S,08055.7310,W,1.20,291.55,130119,,A*62
$GPGGA,204530.000,0214.6499,S,08055.7312,W,1,5,2.03,30.2,M,11.9,M,,*65
$GPGSA,A,3,18,22,08,27,03,,,,,,,,,2.26,2.03,0.98*03
$GPGSV,4,1,14,16,60,343,,27,53,155,15,22,47,281,28,14,44,080,*75
$GPGSV,4,2,14,26,36,010,,32,35,106,,08,34,191,26,03,32,302,13*79
$GPGSV,4,3,14,18,21,211,37,31,12,034,,01,11,239,,11,10,220,16*7E
$GPGSV,4,4,14,10,09,150,15,23,01,328,*7D
$GPRMC,204530.000,A,0214.6499,S,08055.7312,W,0.28,291.55,130119,,A*60
```

Ilustración 21 Trama Nmea0183

Además, las coordenadas que muestra la trama **\$GPRMC** están en formato de grados. En este caso no se usó el protocolo NMEA0183 sino el GNSS que presenta algunas ventajas contra NMEA0183 entre ellas la trama es precisa con los datos que necesitamos y está en formato decimal los que ahorra la conversión de valores. La trama GNSS obtenida tiene la siguiente estructura:

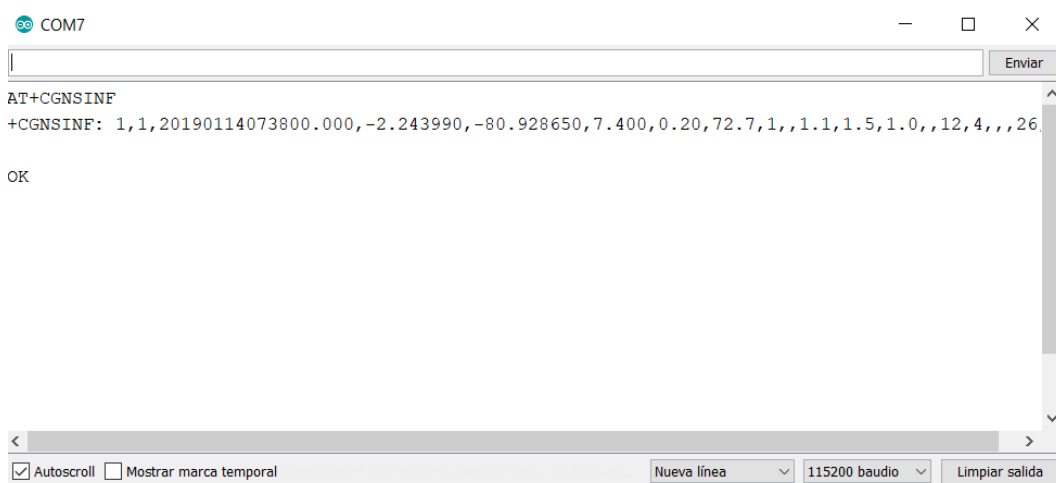


Ilustración 22 Trama en formato GNSS sim808

**+CGNSINF:1,1,20190114073800.000,-2.243990,  
-80.928650,7.400,0.20,72.7,1,,1.1,1.5,1.0,,12,4,,,26,,**

Cada parámetro está separado por comas y según el fabricante los parámetros están separados de la siguiente manera:

Número	Valor	Parámetros	Unidad	Rango	Tamaño de vector
1	1	O N-OFF GPS	--	0-1	1
2	1	Estado del arreglo	--	0-1	1
3	20190114073800.000	Fecha y hora en horario UTC	yyyyMMd dhh mmss.sss	yyyy: [1980, 2039] MM : [1,12] dd: [1,31] hh: [0,23] mm: [0,59] ss.sss:[0.000, 60.999]	18
4	-2.243990	Latitud	±dd.ddddd d	[-90.000000, 90.000000]	10

5	- 80.928650	Longitud	±ddd.dddd dd	[- 180.000000, 180.000000]	11
6	7.400	Altura sobre nivel del mar	metros	--	8
7	0.20	Velocidad sobre el suelo	Km/	[0,999.99]	6
8	72.7	Curso sobre el suelo	grados	[0,360.00]	6
9	1	Modo del arreglo	--	0,1,2	1
10	Reservado				0
11	1.1	HDOP	--	[0,99.9]	4
12	1.5	PDOP	--	[0,99.9]	4
13	1.0	VDOP	--	[0,99.9]	4
14	Reservado2				0
15	12	Satélites en Visión GPS	--	[0,99]	2
16	4	Satélites en Uso GNSS	--	[0,99]	2
17	0	Satélites en visión GLONASS	--	[0,99]	2
18	Reservado3				0
19	26	C/N0 max	dBHz	[0,55]	2
20	0	HPA	Metros	[0,9999.9]	6
21	0	VPA	Metros	[0,9999.9]	6

Tabla 7 Parámetros de la trama GPS del Sim808 [35]

De esta manera leyendo una sola trama se limita a tomar los datos requeridos sin necesidad de conversión.

### 3.1.2.3 TARJETA SIM

La tarjeta SIM al igual que el módulo sim808 es uno de los dispositivos claves para el funcionamiento del proyecto como tal, ya que la tecnología móvil GSM/GPRS depende en sí, de la tarjeta SIM y de la conectividad que esta tenga con el operador móvil. La tarjeta sim es una pequeña tarjeta de plástico con un chip de núcleo que contiene toda la información perteneciente a una cuenta dentro de un operador móvil, a contener dicha información es natural que las mismas operadoras sean las encargadas de crearlas. Esta pequeña tarjeta actúa como llave mediadora entre el cliente y la operadora de modo que esta proporciona la información del cliente a la operadora, la cual con dicha información brindara los servicios disponibles (Datos, SMS, Voz, Video, MMS, etc...) al usuario según sus datos internos.

Actualmente existen 4 tamaños de tarjetas sim:

Tarjeta SIM	Largo (mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)
<b>Tamaño normal</b>	85,60	53,98	0,76
<b>MiniSIM</b>	25,00	15,00	0,76
<b>MicroSIM</b>	15,00	12,00	0,76
<b>NanoSIM</b>	12,30	8,80	0,67

Tabla 8 Tamaños de Tarjetas SIM actualmente

Pero ya en la actualidad el estándar grande está en desuso.



Ilustración 23 Tamaños de Tarjetas SIM más usados actualmente

El módulo SIM808 es compatible con la versión MicroSIM de cualquiera de las 3 operadoras físicas a nivel nacional.

### 3.1.2.4 SENSORES SHARP 2Y0A21

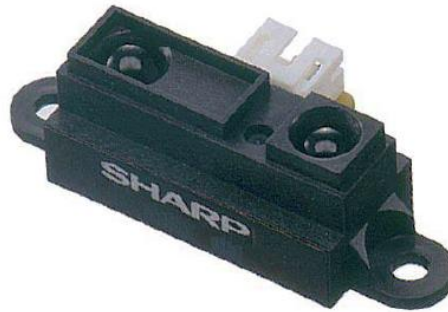


Ilustración 24 Sharp2Y0A21 10-80CM

Los sensores de proximidad que usaremos son los Sharp 2Y0A21 que trabajan de manera analógica con un rango de medición de 10-80cm.

Hemos tomado en cuenta el uso de estos sensores por los siguientes criterios:

Características	Detalle
<b>Rango de alimentación de 4.5-5.5V</b> <b>Consumo de 30mA</b>	Lo que representa una carga muy pequeña para la alimentación por parte del microcontrolador
<b>Filtros</b>	Una ventaja especificada por el fabricante de estos sensores es que no son sensibles a la luz ambiental o el Sol, enemigo de los sensores infrarrojos, el Sharp usa una luz infrarroja intermitente con una frecuencia determinada, que en el receptor es filtrada y elimina cualquier otra fuente de luz diferente a la frecuencia emitida.

<b>Dimensiones 29.5*13*13.5mm</b>	Tamaño reducido garantizando lecturas más efectivas.
<b>Temperatura de funcionamiento 10<sup>o</sup>c a 60<sup>o</sup>c</b>	Correcto funcionamiento tomando en cuenta el clima de la provincia donde se realiza la propuesta.
<b>Salida Análoga</b>	Esto representa una ventaja ya que podemos establecer rangos de medición analógica y configurarlos como digital en el microcontrolador.

Tabla 9 Características SHARP2Y0A21 [41]

### 3.1.2.5 SENSORES DE FINALES DE CARRERA

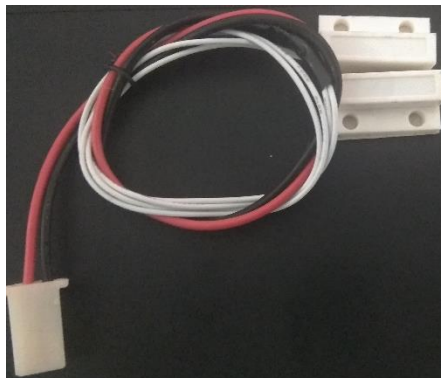


Ilustración 25 Sensores Magnéticos usados para indicar el estado de la puerta

Los sensores usados para esta propuesta son de tipo magnético entre sus características tenemos:

#### **Características:**

- Voltaje nominal: 100VDC
- Corriente nominal: 100mA
- Tipo: Normalmente Abierto (NA)
- Distancia de operación: entre 15mm y 25mm
- Potencia nominal: 3W
- Material: ABS anti fuego.

### 3.1.2.6 MODULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596

El modulo regulador Lm2596 es un regulador ajustable que ayudara a mantener una tensión que permita la operación correcta del prototipo electrónico.

Tiene las siguientes características más importantes:

- Voltaje de Operación de Entrada 4.5-45V.
- Voltaje de salida entre 1,5 y 35Vdc(Ajustable).
- Corriente de salida: Máxima 3A
- Frecuencia de switching: 150 KHz.

Para el correcto funcionamiento de un regulador hacen falta componentes adicionales que ayuden al filtrado y estabilidad de la tensión hacia la carga.

El fabricante da un ejemplo para una fuente conmutada de 5V.

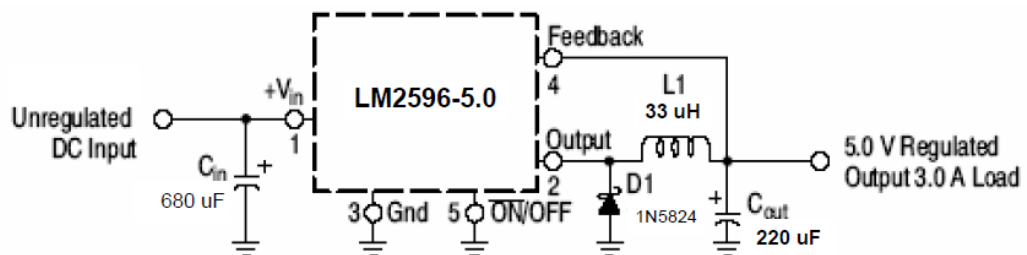


Ilustración 26 Esquema del circuito regulador a una salida conmutada de 5V.[36]

Actualmente es poco común encontrar uno de estos reguladores solos, ya que la mayoría de empresas y distribuidores de componentes electrónicos los traen en módulos integrados, con sus componentes adicionales a un precio igualitario al que se vendería solo. Y si es el caso de adquirir uno solo, luego tocará añadirle los componentes adicionales que da el fabricante para un buen funcionamiento.





Ilustración 27 Regulador LM2596

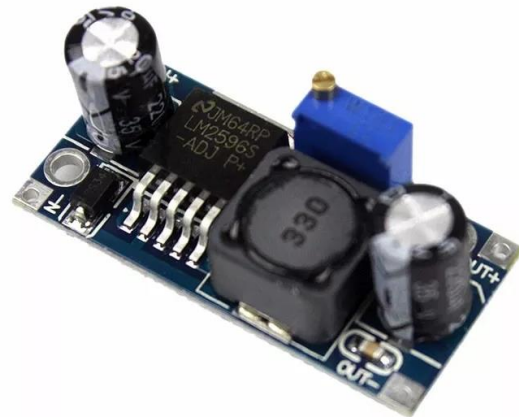
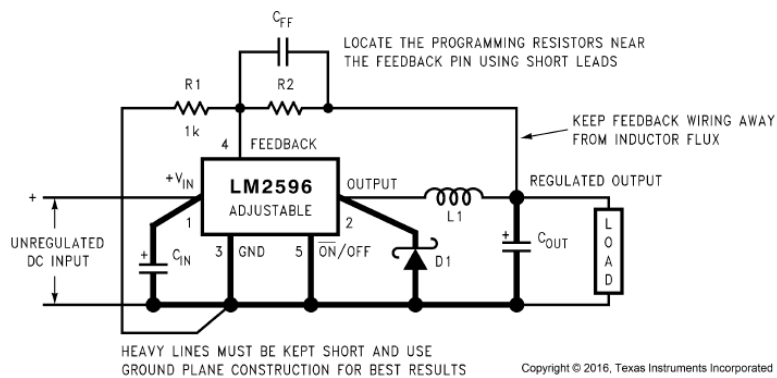


Ilustración 28 Modulo Regulador LM2596

Podemos notar que los módulos hechos en fábricas traen los componentes recomendados en el esquema proporcionado por el mismo fabricante.



$$V_{OUT} = V_{REF} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

where  $V_{REF} = 1.23 \text{ V}$

$$R_2 = R_1 \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

Select  $R_1$  to be approximately 1 k $\Omega$ , use a 1% resistor for best stability.

$C_{IN}$  — 470- $\mu\text{F}$ , 50-V, Aluminum Electrolytic Nichicon *PL Series*

$C_{OUT}$  — 220- $\mu\text{F}$ , 35-V Aluminum Electrolytic, Nichicon *PL Series*

D1 — 5-A, 40-V Schottky Rectifier, 1N5825

L1 — 68  $\mu\text{H}$ , L38

R1 — 1 k $\Omega$ , 1%

$C_{FF}$  — See [Feedforward Capacitor \( \$C\_{FF}\$ \)](#)

Ilustración 29 Esquema Circuito Regulable Conmutada dado por el fabricante.[36]

Donde el voltaje de Salida viene dado por la ecuación.

$$V_{out} = V_{ref} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right). \quad \text{O} \quad R_2 = R_1 \left( \frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right) [36]$$

Este circuito funciona de manera similar a los divisores de voltaje con los Amplificadores Operacionales donde se debe ir modificando las resistencias para lograr un valor de voltaje de acuerdo a las necesidades requeridas.

Para los casos de 12v y de 24v tenemos que analizar los siguientes puntos que se presentan antes de calcular un valor de resistencia:

- El rango de entrada al regulador puede variar desde ( $V_{out}+V_{ref}$ ) hasta 40V sin afectar la tensión de salida.
- La batería interna que se usara tiene un voltaje funcional de 7.4V y máximo de carga a  $7.4V+15\%=8.5V$ . En este caso usaremos 7.5-7.7v para una carga equilibrada y sin forzar mucho a la batería.
- El circuito antes de la carga y de la alimentación de la batería interna tiene un diodo de protección 1N5401 que consume 1V

Para cargar la batería interna y para alimentar el circuito sin problema se necesitará un voltaje de 7.5 pero como él tiene un diodo de protección que consume 1V lo esencial seria aumentar el voltaje de salida a 8.5V

$$V_{out}=8.5V$$

$$V_{ref}=1.23V$$

$$R1=1K$$

Reemplazando queda:

$$8.5V = 1.23 \left( 1 + \frac{R2}{1} \right)$$

$$8.5 = 1.23 + 1.23R2$$

$$\frac{8.5 - 1.23}{1.23} = R2$$

$$R2 = 5.91K$$

Para una salida de 8.5V el circuito debe alimentarse mínimo con  $8.5+1.23=9.73V$  y un máximo de 40V.

Como el rango de alimentación será de 12 a 24V no tendrá problemas en su funcionamiento.

El esquema del regulador quedaría de este modo:

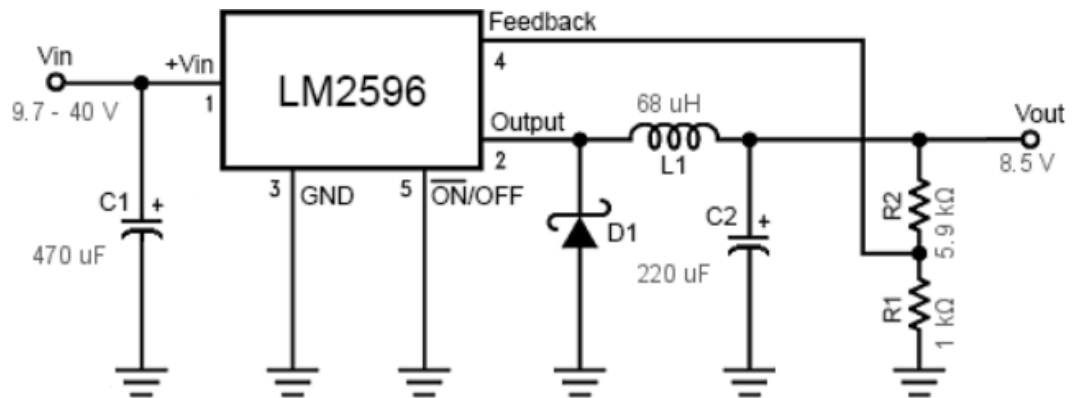


Ilustración 30 Esquema para la alimentación del prototipo.

Si bien el módulo regulador basado en el LM2596 trae un potenciómetro en lugar de R2 ya se sabe el valor de al que se debe ajustar.

### 3.1.2.7 RESISTENCIAS

Las resistencias son elementos que nunca deben faltar a la hora de armar un circuito, estas ayudan a atenuar el voltaje en muchos dispositivos que no necesitan una tensión tan alta como son los leds y sirven como protección igual a los voltajes en exceso, son como reguladores sencillos y de menor presupuestos hechos para tareas sencillas. En el prototipo las resistencias protegen los diodos leds que están como indicadores y sirven para aterrizar entradas pull down hacia los microcontroladores.

### 3.1.2.8 DIODO 1N5401

Los diodos son dispositivos semiconductores que permiten el flujo de corriente en un solo sentido y que actúan como barrera contra corrientes inversas. Para el prototipo se necesita un diodo que permita el paso de corriente mayor a 2 Amperios, soporte una tensión de 24V en funcionamiento y una barrera mínima igual Este punto llevó a considerar el Diodo 1N5401 ya que cumple con estas características:

Características	Valor
<b>Voltaje de Paso</b>	100V
<b>Voltaje de Bloqueo</b>	
<b>Voltaje de Bloqueo RMS</b>	70V
<b>Corriente de salida rectificadora media</b>	3.0 A
<b>Tensión Directa</b>	1V
<b>Temperatura de Operación</b>	-65 to +150°C

Tabla 10 Características Diodo 1N5401 [40]

En el diseño del circuito se usaron dos diodos 1N5401 como protección uno para la alimentación del circuito general y otro para la alimentación del circuito general hacia la batería en el caso que surjan corrientes inversas.

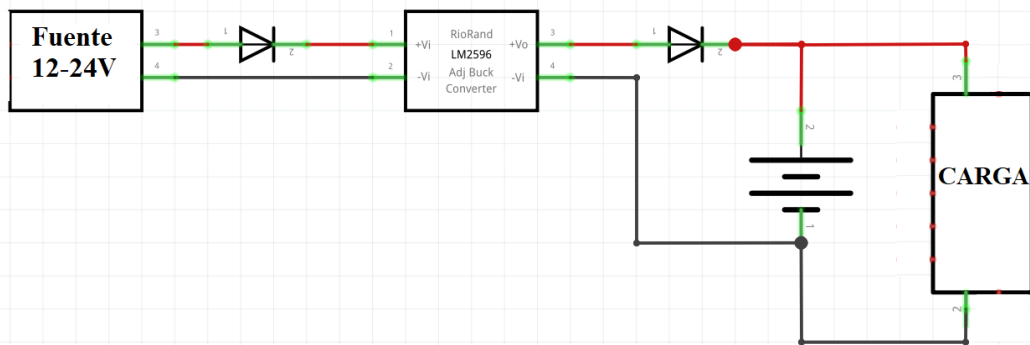


Ilustración 31 Esquema de protección del circuito total con los Diodos 1N5401.

### 3.1.2.9 BATERÍA DE RESPALDO

Una batería, acumulador o pila es un dispositivo de almacenamiento de energía en celdas electroquímicas, para luego convertir la energía química almacenada en tensión eléctrica. Se ha considerado una batería de ion de litio de 7.4V y 600mA conectado a un PCM (Modulo de Protección del Circuito) de 9-7.4V como respaldo

ya que tiene un tamaño reducido y suministra la corriente suficiente para mantener funcionando el sistema en caso de corte de la fuente externa.

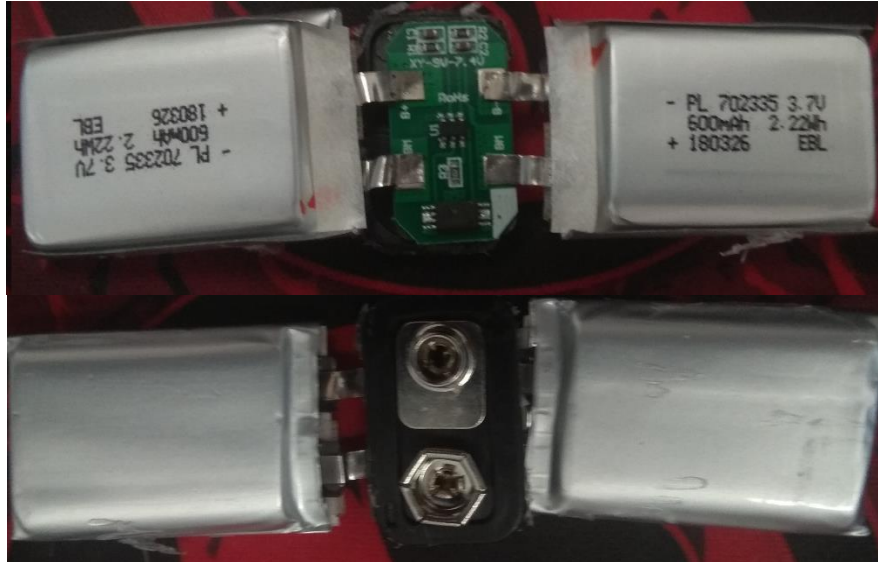


Ilustración 32 Batería de Litio de 7.4 conectada a un PCM de 9V

Como se puede notar la batería escogida está protegida por un circuito que cierra su alimentación al momento de estar cargada y una ventaja de este circuito es que es compatible con los conectores de 9V de las baterías comunes de manera que será fácil su conexión al circuito.

### 3.1.2.9.1 SISTEMA DE ENERGÍA BACKUP

En esta propuesta se usó un sistema de backup de batería sencillo, que simula un UPS llamado batería de tampón. [40]

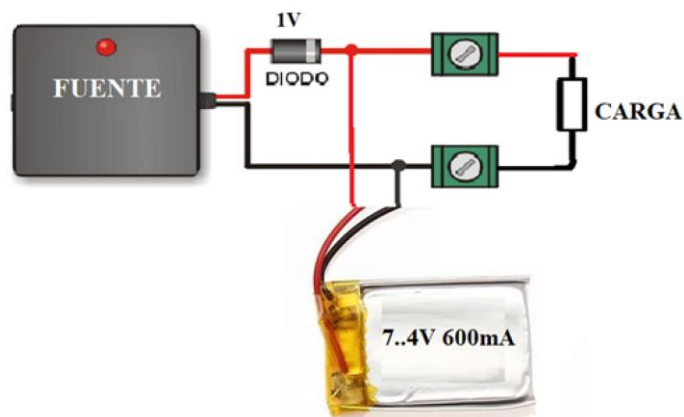


Ilustración 33 Esquema de batería tampón para el prototipo.

Estas características permiten, con una electrónica muy simple, el uso de baterías como tampón, es decir, que automáticamente mantienen la tensión de alimentación de un circuito cuando falta la energía eléctrica. Como ejemplos de uso podemos citar las alarmas anti-robo, las luces de emergencia y los grupos de continuidad UPS. Como podemos observar en la ilustración anterior la batería de respaldo está conectada paralelamente a la carga y a la fuente de carga usando un diodo como protección. De modo que en el momento en que mientras la batería este en modo de carga la corriente circula de la fuente a la batería.

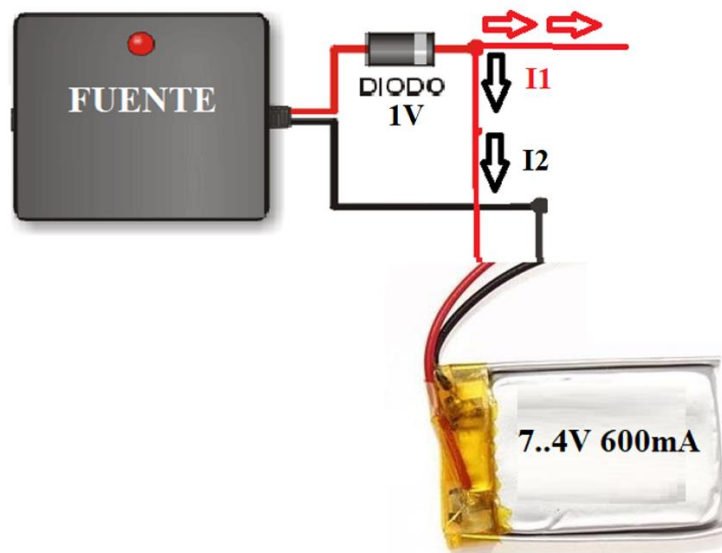


Ilustración 34 Batería cargándose por la fuente

Cuando la batería llegue a su voltaje máximo entrara en acción el diodo de protección, evitando que pase corriente de retorno hacia la fuente. Hay que recalcar que las baterías cargan a más de un 15% a un 20% de su voltaje nominal.

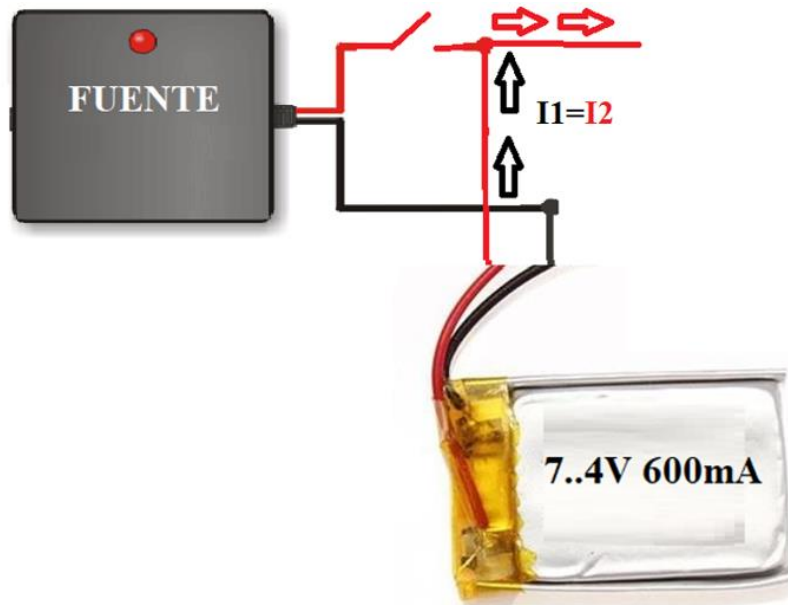


Ilustración 35 Batería cargada y suministrando corriente

Esto permite por momentos apreciar el hecho de que la batería no tomará más corriente en el nodo por lo que la corriente de la fuente será únicamente para la carga.

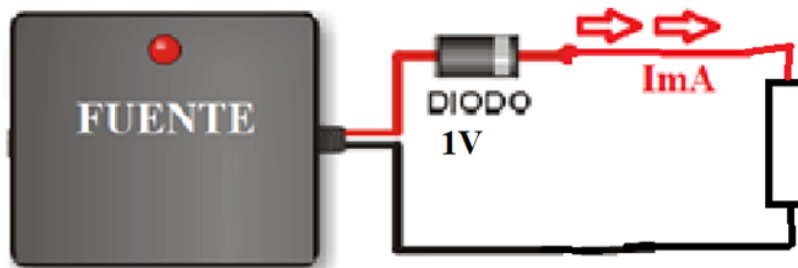


Ilustración 36 La batería ya no toma corriente del nodo

Una ventaja de este tipo de esquemas es que la batería en el momento en que este cargada puede servir como un acumulador de corriente si la carga necesitara más potencia. Eso pasa porque ambas fuentes están en el mismo nivel de voltaje.

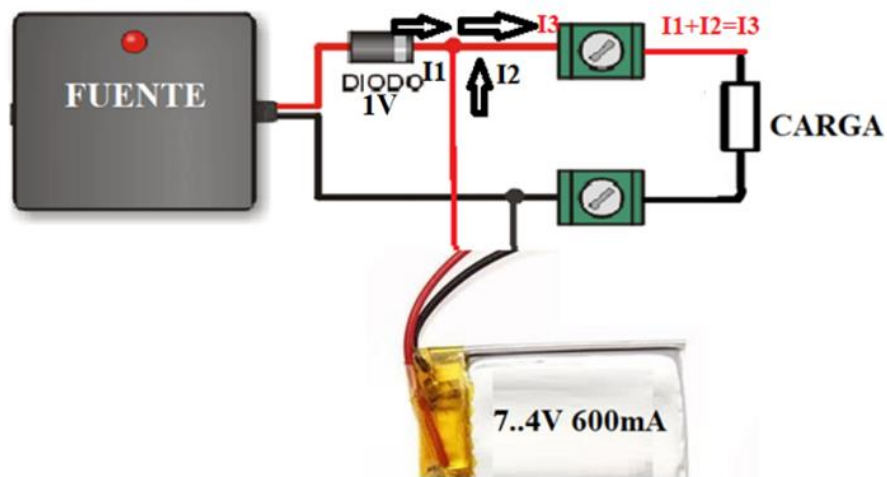


Ilustración 37 Batería suministrando corriente junto con la fuente.

Pero esto ocurriría solo por un corto periodo de tiempo ya que luego de un instante la batería por medio del PCM comenzaría a pedirle suministro a la fuente también para lograr su carga nuevamente.

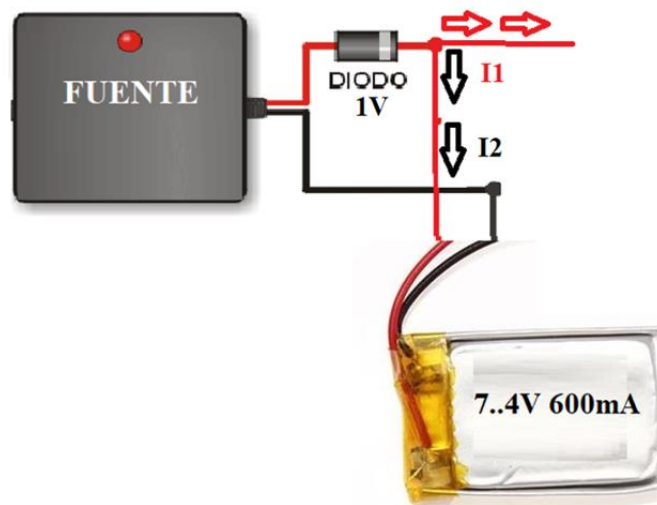


Ilustración 38 Batería cargando nuevamente

En el momento en que la fuente no suministra energía la batería de respaldo asume el papel de fuente, sin necesidad de un reseteo del sistema. Estas probabilidades ocurren cuando el usuario del bus hace mantenimiento a sus baterías principales, por lo que se prevé que la batería de backup siempre estará cargada y lista.



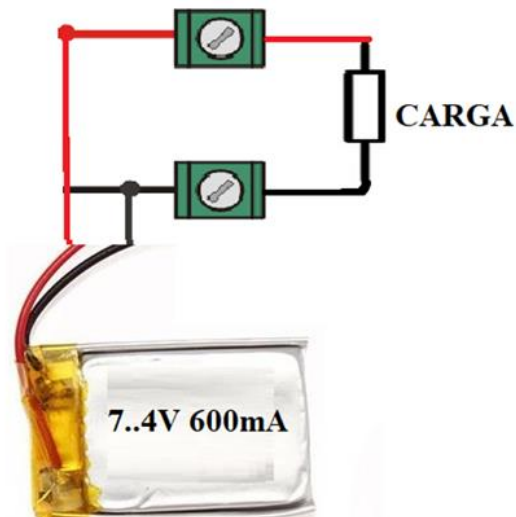


Ilustración 39 Alimentación del circuito con la batería de respaldo en el momento que se quita el suministro de la fuente externa.

## 3.2 DISEÑO DE LA PROPUESTA

### 3.2.1 FUNCIONES ADICIONALES PLANTEADAS.

En secciones anteriores se han detallados los dispositivos que se usaron para el desarrollo del prototipo.

Ahora antes del desarrollo del prototipo se estableció funciones adicionales que surgen por factores externos para que el prototipo cumpla con los requisitos que se consideran que serían necesarios y de mucha utilidad para los datos que vamos a crear.

Entre ellos están:

1. **El conteo de personas que suben y bajan debería reiniciarse todos los días para que se realicen análisis diarios.**
2. **El prototipo debería ser configurable en los parámetros de:**
  - **Api\_Key de la plataforma con la que se trabaja.**
  - **Placa del bus.**
3. **La información configurada no debe borrarse solo sobrescribirse.**
4. **Algunas cooperativas cambian de línea por día.**
5. **Debería establecerse un tiempo máximo de configuración.**

Para cada una de estas necesidades generadas se ha planteado las siguientes soluciones:

1. El conteo de personas se reiniciará dependiendo de la hora adquirida en la trama GPS en este caso varía desde 000000 a 235959 en horario UTC. Dando como suposición que en el horario de 01:00am a 4:00am no se está trabajando se elige como un buen periodo para el reinicio del conteo. Y tomando en cuenta la zona horaria UTC-5 el periodo seria 0600 a 0900. Se definió que un pin del Arduino maestro le comunique a la otra placa que debe reiniciar. Por medio de estas líneas de código:

```
if (tiempogps>=600 && tiempogps <=900){digitalWrite(reset, HIGH);  
}else{digitalWrite(reset, LOW);}
```

De igual manera el microcontrolador esclavo recibirá esta lectura por medio de un pin de entrada.

```
if (digitalRead(reset)==HIGH){reiniciar();}
```

Cabe rescatar que el pin de envío estará ligado a una resistencia pull down. Garantizando que no se presenten rebotes adicionales

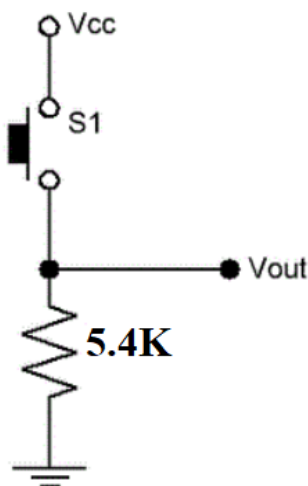


Ilustración 40 Resistencia Pull Down

2. La configuración de los parámetros establecidos se hará al encender el equipo y dependerá de un switch que establecerá si entra o no al modo de configuración. Un diodo led indicara si el prototipo entro en modo de configuración. Y este funcionará por el envío de mensajes de texto al

número del sim que está en el módulo SIM808, de acuerdo con los siguientes formatos:

<b>key#&lt;api_key&gt;</b>	Establece el número de la key y responde con un mensaje de confirmación
<b>actual#key</b>	Devuelve el ultimo valor guardado de la variable key
<b>placa#&lt;número_placa&gt;</b>	Establece el número de la placa y responde con un mensaje de confirmación
<b>actual#placa</b>	Devuelve el ultimo valor guardado de la variable placa

Tabla 11 Parámetros para configurar el prototipo.

Por cada mensaje de configuración correcto que se reciba, el led indicador se apagará por un segundo y se volverá a encender indicando que está listo para recibir otro mensaje.



Ilustración 41 Respuesta del SIM808 a mensajes de configuración.

3. La información de los parámetros se guardará en la memoria EEPROM del microcontrolador maestro esto se harán con ayuda de su librería.

Mediante estas líneas de código:

```
for (int i = 0 ; i < 17 ; i++) { EEPROM.write(i, api[i]);}
```

```
for (int i = 18 ; i < 24 ; i++) { EEPROM.write(i, placa[i-18]);}
```

De igual manera al momento de encender el prototipo si no se necesita configuración el microcontrolador recorrerá la EEPROM en las posiciones guardadas asignando los datos a las variables de la siguiente manera:

```
for (int i = 0 ; i < 17 ; i++){api[i] = EEPROM.read(i);}
```

```
apikey = api;
```

```
for (int i = 18 ; i < 24 ; i++){placa[i-18] = EEPROM.read(i);}
```

```
placakey = placa;
```

4. El cambio de cooperativa se hará con el mismo switch seleccionador del modo de configuración en el momento en el que el prototipo termine la configuración, el switch definirá entre dos tipos de estado a un pin de entrada. En este caso el estado 0 será para linea1 y el estado 1 será para linea2.

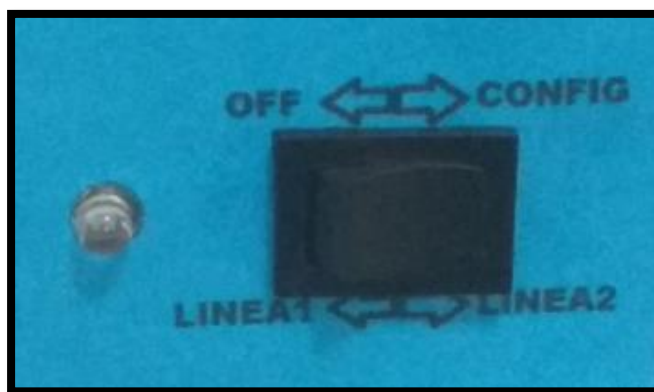


Ilustración 42 Switch selector

Modo1: Configuración

Modo2: Linea1 o Linea2

5. Se estableció un tiempo máximo de 2 minutos en el proceso de configuración, ya que los parámetros son sencillos y solo son dos. Además, se aprovecha este tiempo para que el GPS adquiriera señal. El tiempo se limitará por medio de la línea de comandos:

```

t_actual=millis();
while (t_actual + (120000) > millis()) {if (digitalRead(sconfig) == LOW)
{digitalWrite(ledconfig, HIGH);esperamensaje();}else{break;}}
digitalWrite(ledconfig, LOW);

```

### 3.2.2 DIAGRAMA DE PROCESOS

Para entender parte de la función del prototipo se diseñó un diagrama de flujo que explica de manera general los procesos que se realizan dentro de este.

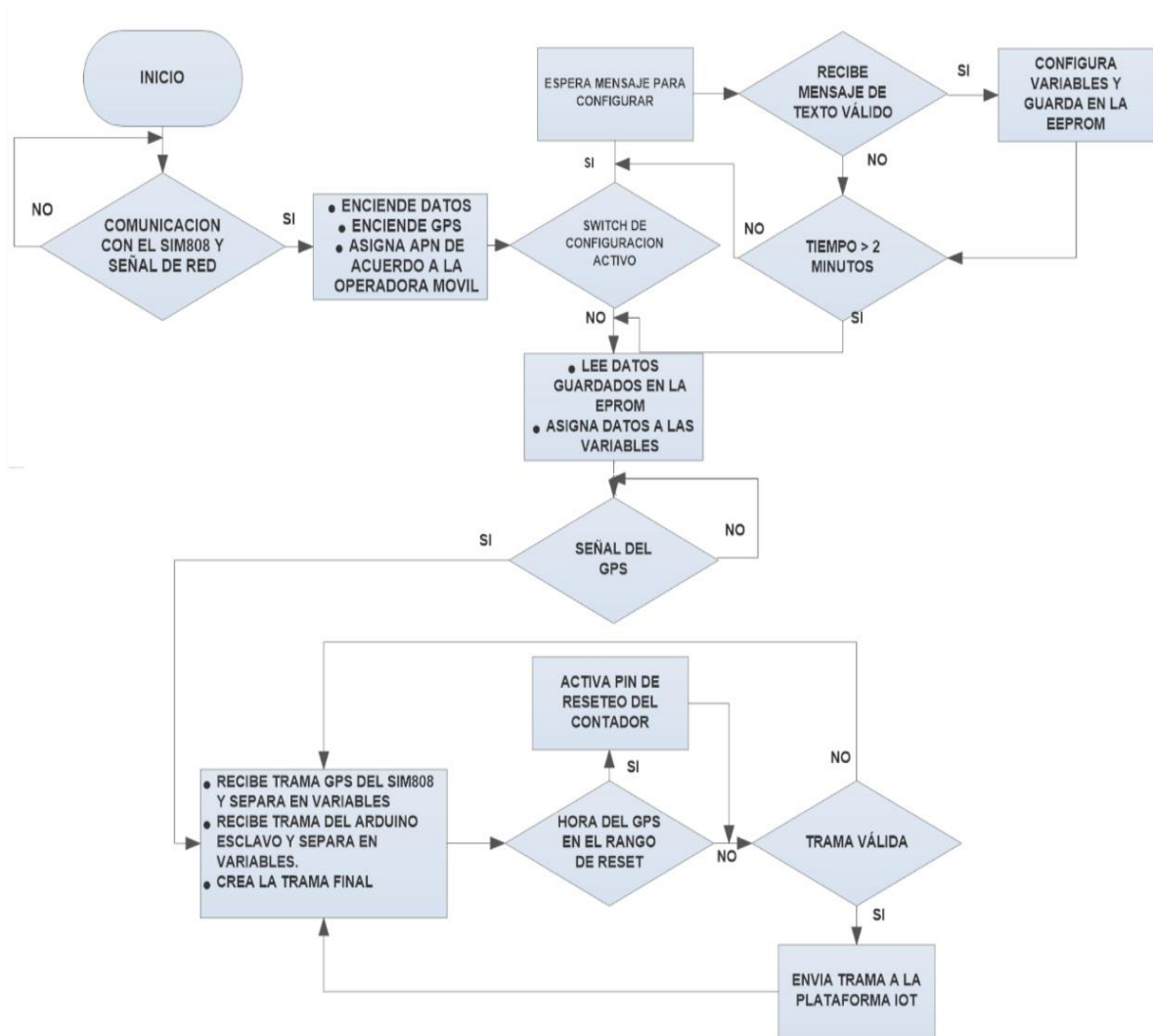


Ilustración 43 Diagrama de flujo de procesos

### 3.2.3 DISEÑO PROTOBOARD

Luego de la selección de los componentes electrónicos que integraran el prototipo y definir de manera general los procesos que debe realizar el prototipo, se usó la herramienta Fritzing para crear un diagrama de conexiones que ayude a facilitar la unión entre los componentes electrónicos y ver de una manera general como se formó el prototipo.

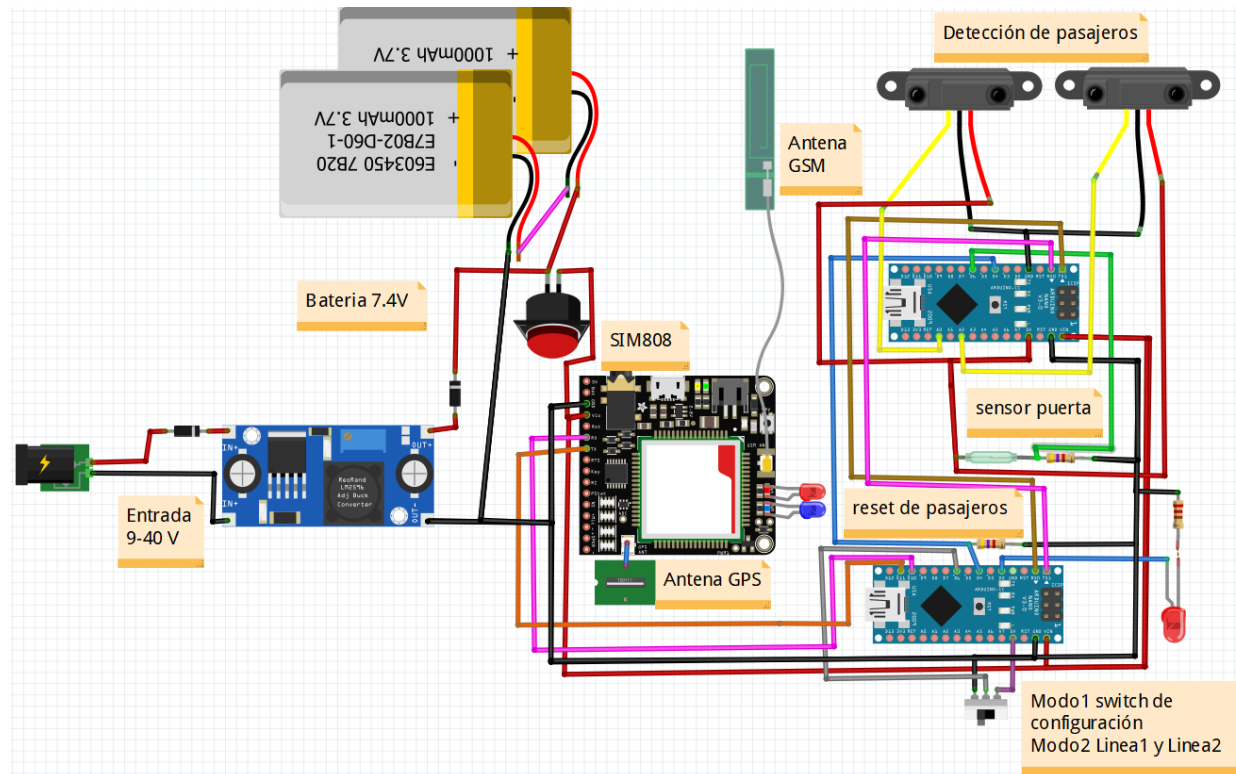


Ilustración 44 Diseño de las conexiones generales del Prototipo realizado en Fritzing

### 3.2.4 DISEÑO ESQUEMÁTICO

El software fritzing también permite crear un diagrama esquemático con las conexiones entre los componentes electrónicos.

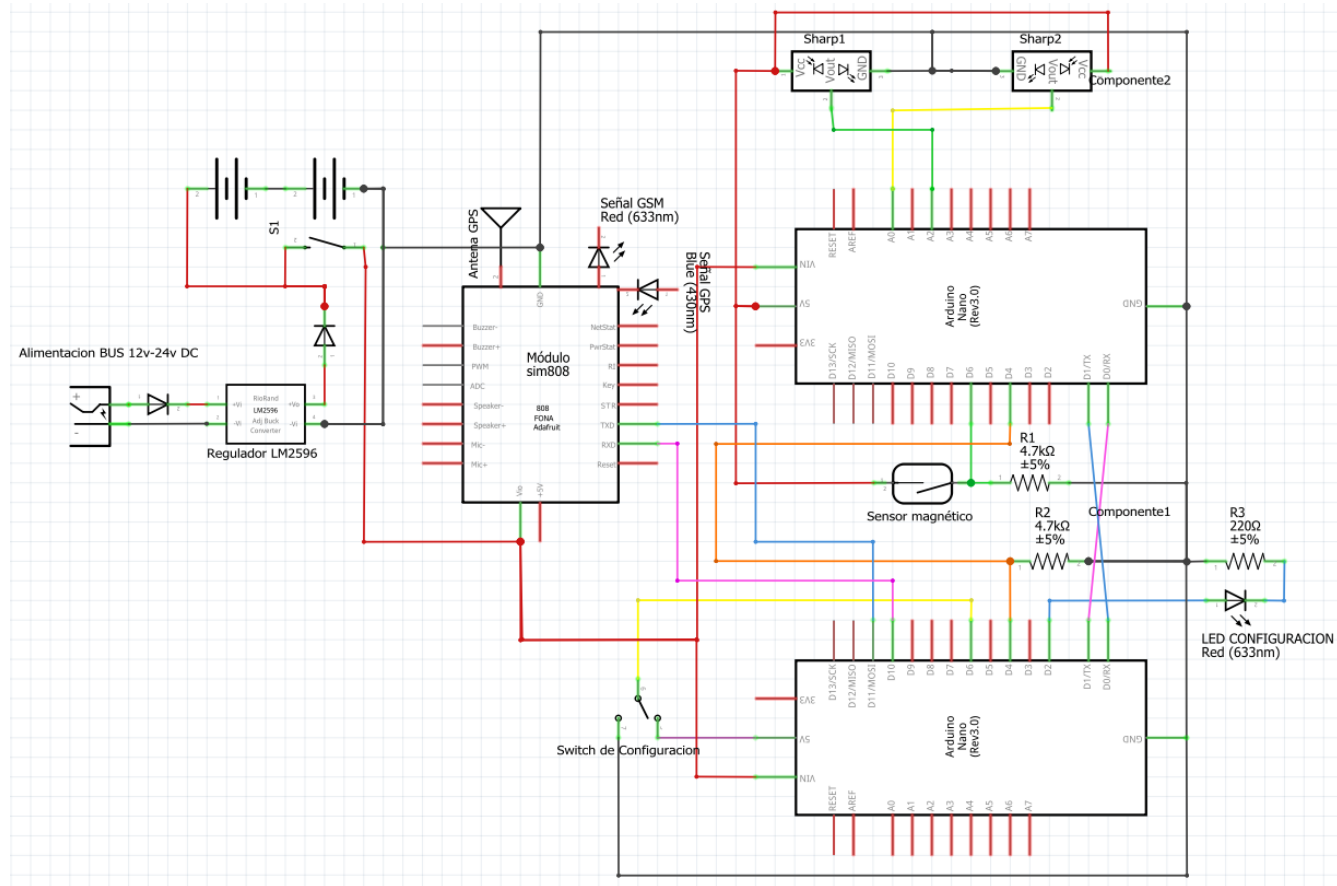


Ilustración 45 Diseño esquemático realizado en Fritzing.

### 3.2.5 DISEÑO PCB

Una vez plasmadas las conexiones se realizó el diseño de la placa electrónica con la herramienta EasyEDA de tal modo que reducir el mínimo uso de cables. Y asegurar los componentes en la placa.

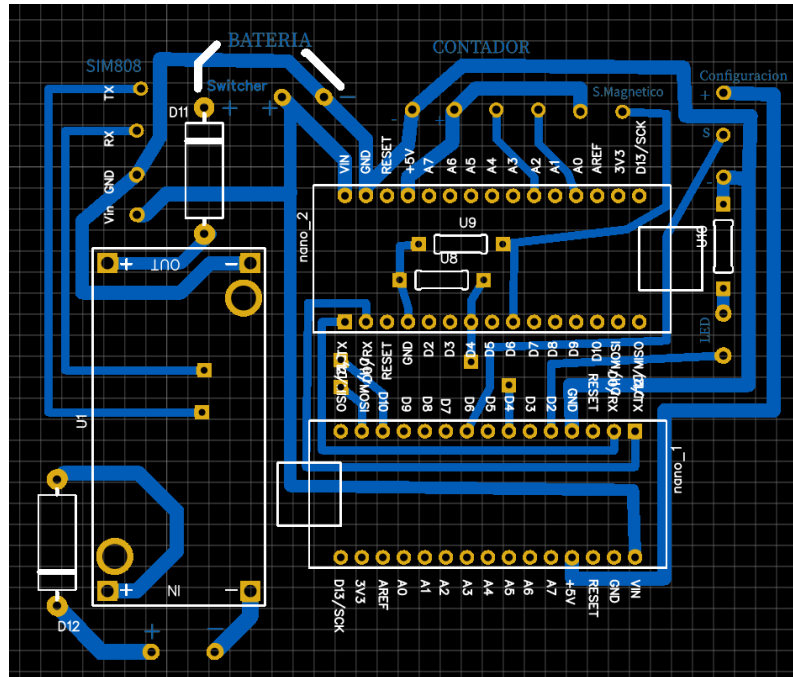


Ilustración 46 Diseño PCB del circuito electrónico

Una vez terminado el diseño se puede verificar si existe algún error revisando una vista de la placa en 3D.

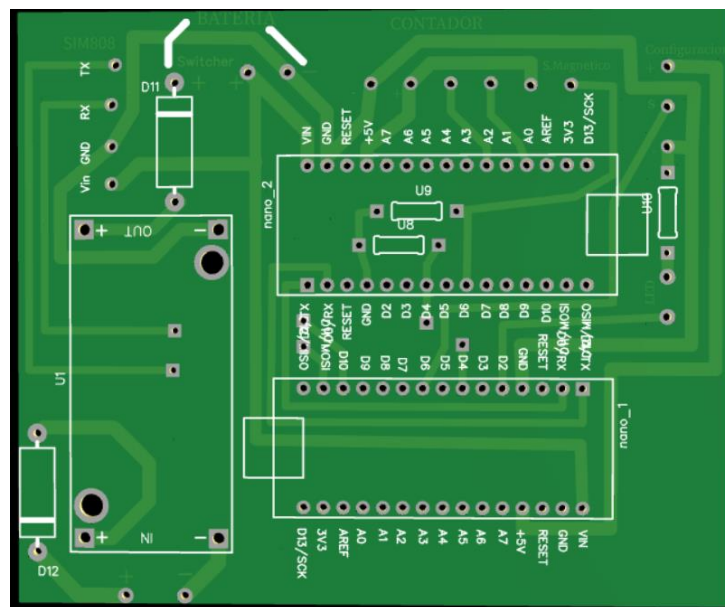


Ilustración 47 Vista 3D de la placa PCB



Como se puede ver en la Ilustración anterior la placa queda bien con todos los agujeros necesarios para su desarrollo, luego se procedió realizar su conversión a imagen SVG.

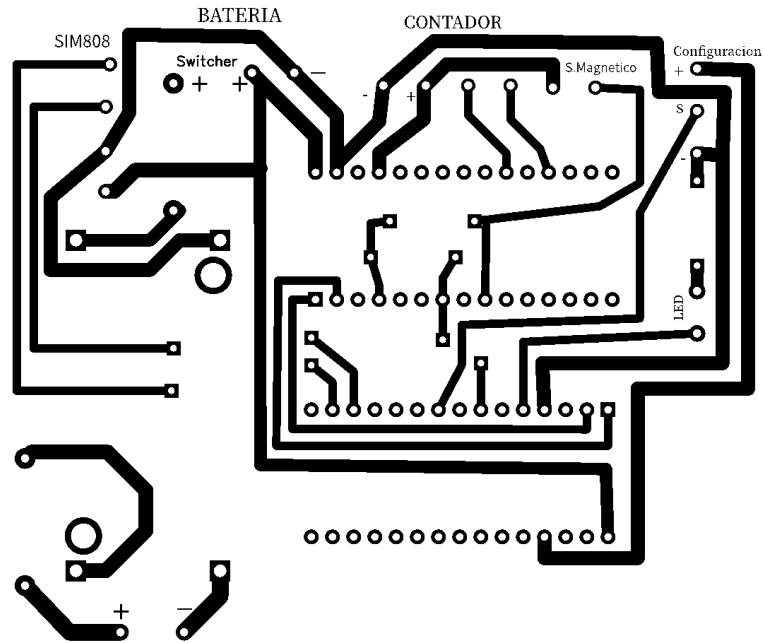


Ilustración 48 Imagen SVG de la Placa lista para imprimir

Una vez que se tuvo la impresión en laser se realizó el método por transferencia de calor. Que es muy común para la creación de la placa PCB

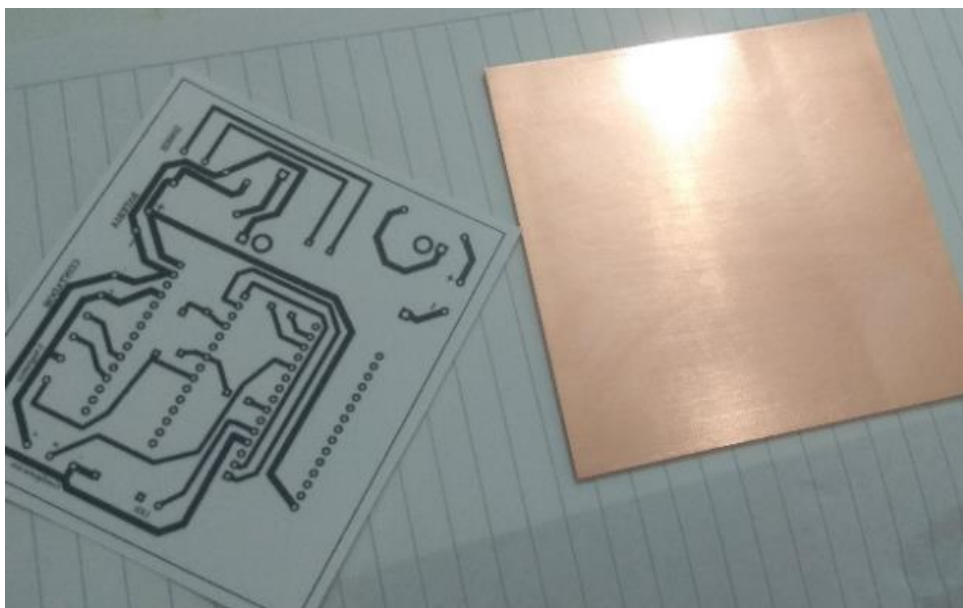


Ilustración 49 Diseño impreso, junto a la placa antes de ser transferida

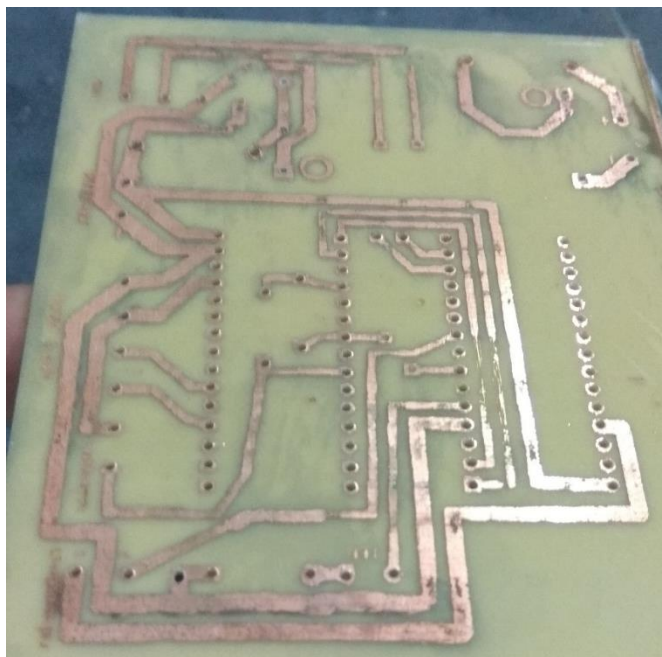


Ilustración 50 Placa con el circuito realizado y con los agujeros correspondientes usando el método, transferencia de calor

Luego en la placa que contiene las conexiones definidas, unimos los componentes de modo de garantizar que estos queden bien ajustados.

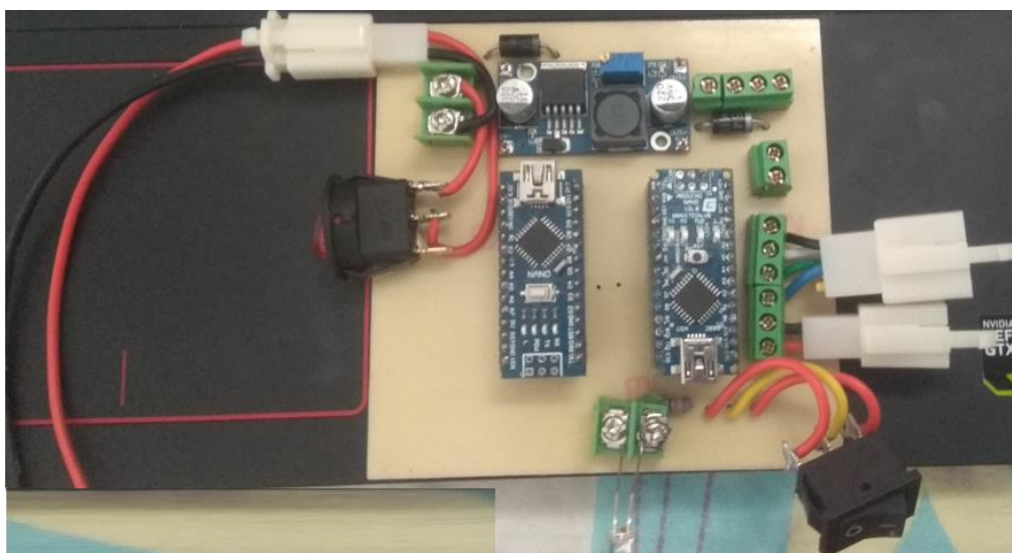


Ilustración 51 Parte de circuito armado en la placa electrónica

### 3.1.1 DISEÑO 3D DEL PROTOTIPO

El diseño en 3D se realizó utilizando la herramienta de Sketchup. Para ello se pensó en un diseño sencillo, de tamaño de 100mm x110mm x65mm y que pueda acoplar a todos los componentes.

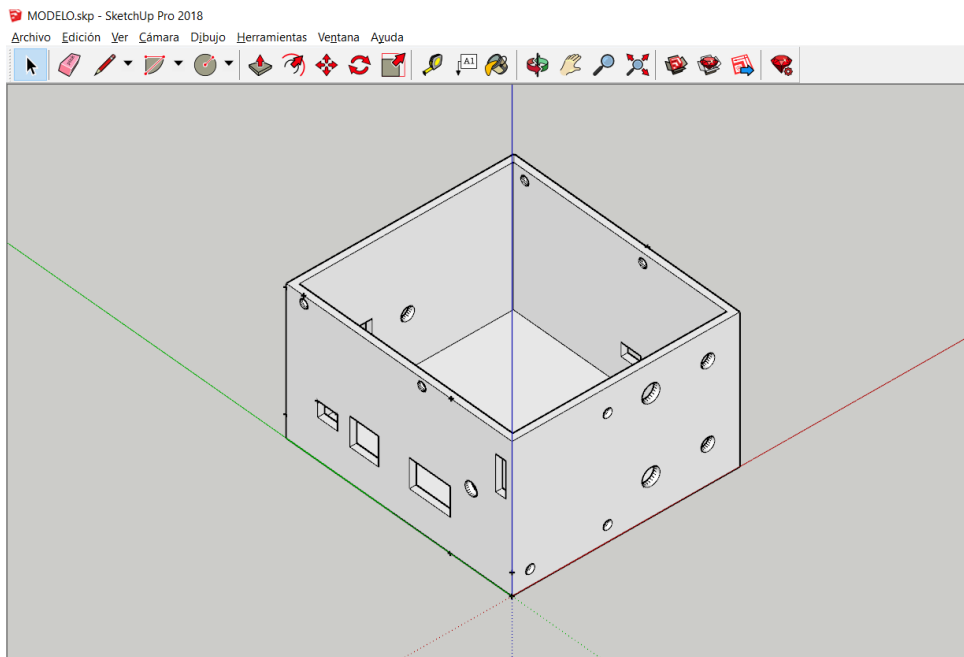


Ilustración 52 Diseño del prototipo en 3D

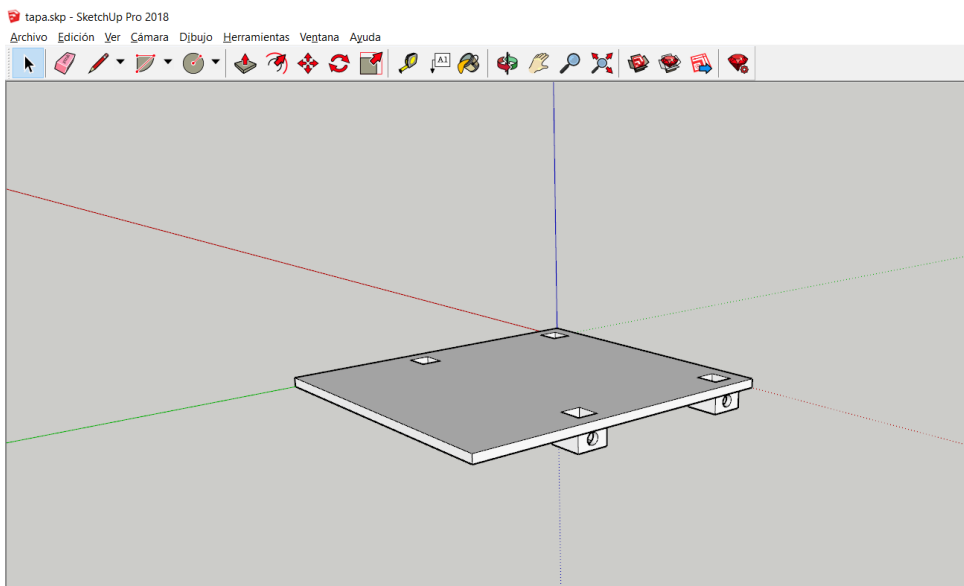


Ilustración 53 Diseño de la tapa del prototipo

Ya con la impresión 3D se procedió al ensamblaje del prototipo. De manera que se pueda verificar sus correctas conexiones para proceder a las pruebas definitivas.



Ilustración 54 Switch de configuración y de modo de línea



Ilustración 55 Switch de ON/OFF y conectores del módulo de contador e indicador de estado de puerta.



Ilustración 56 Conectores hembra para las antenas de GPRS y GPS

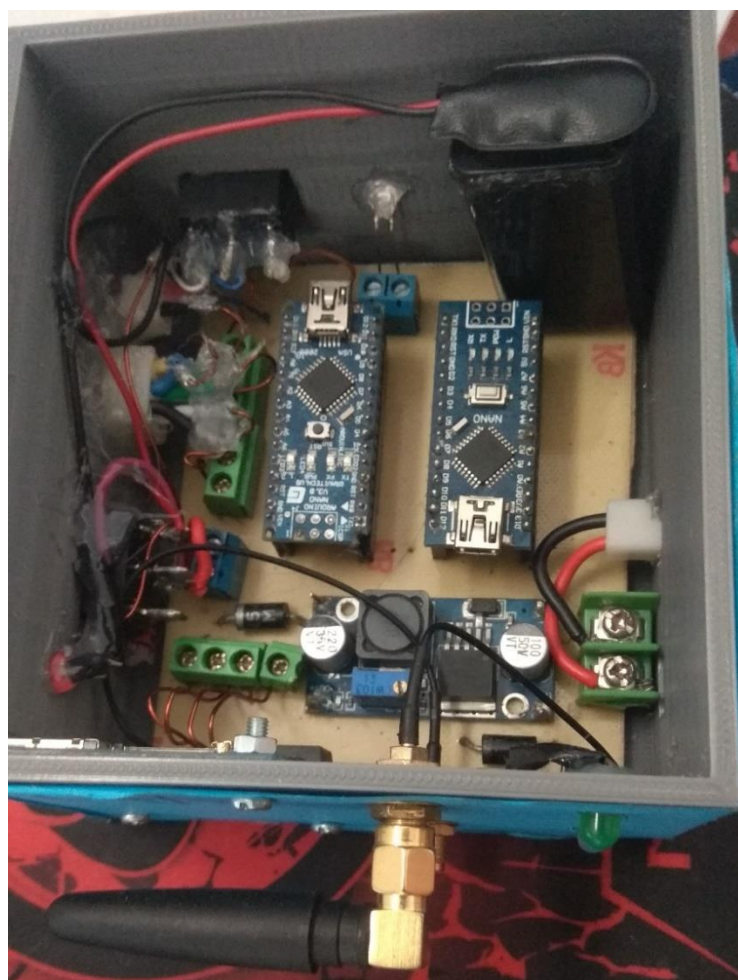


Ilustración 57 Circuito interno del prototipo

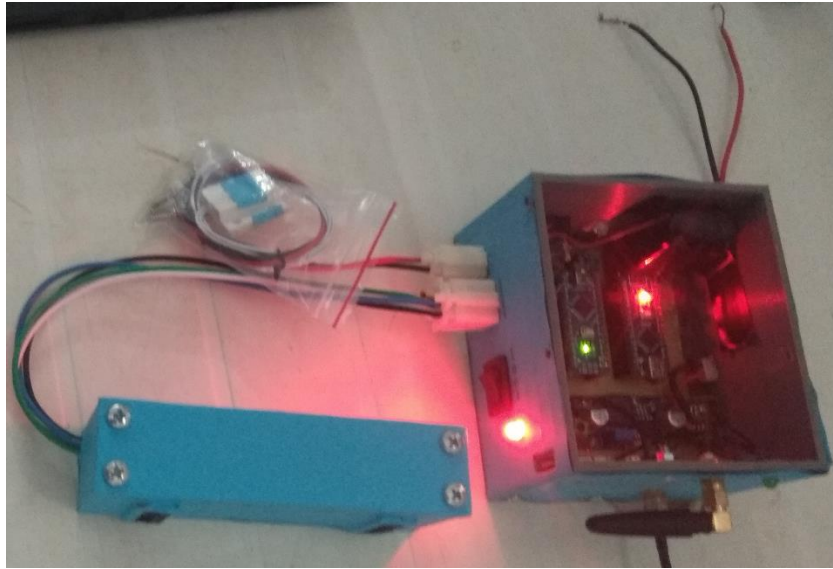


Ilustración 58 Prototipo funcionando con su batería interna, junto a sus componentes



Ilustración 59 Prototipo listo para ser usado.

### 3.1.2 CONTADOR DE PASAJEROS

El prototipo para realizar el conteo de las personas necesita un modelo de contador de pasajeros, el cual se realizó de manera sencilla y es parecido a los clásicos que están en las puertas de los buses. Para empezar primero se realizaron pruebas con



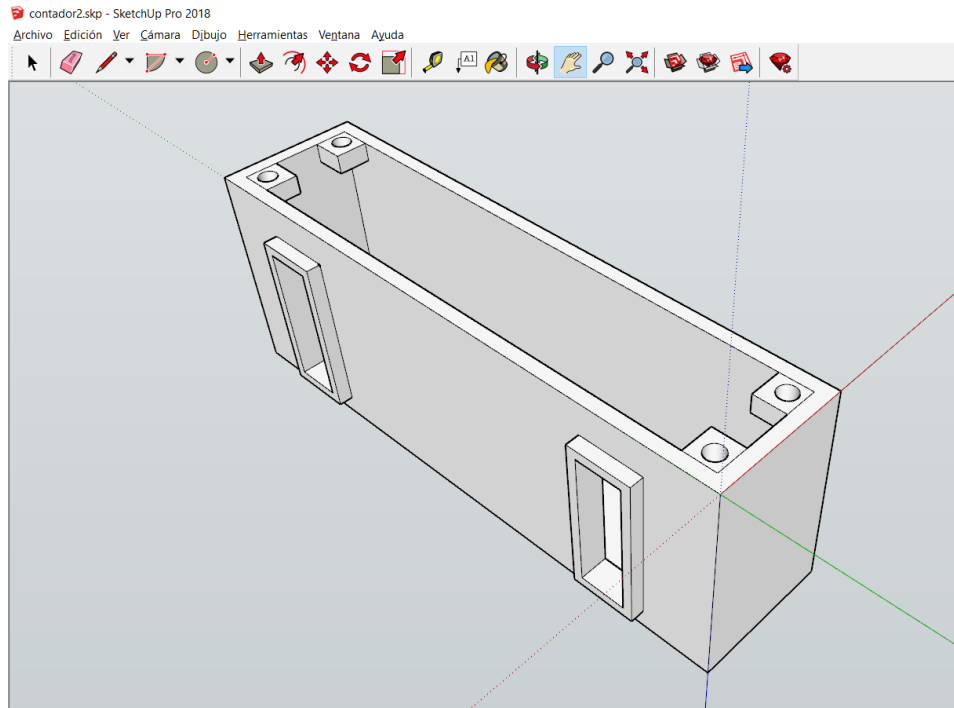


Ilustración 62 Diseño 3D de contador de personas

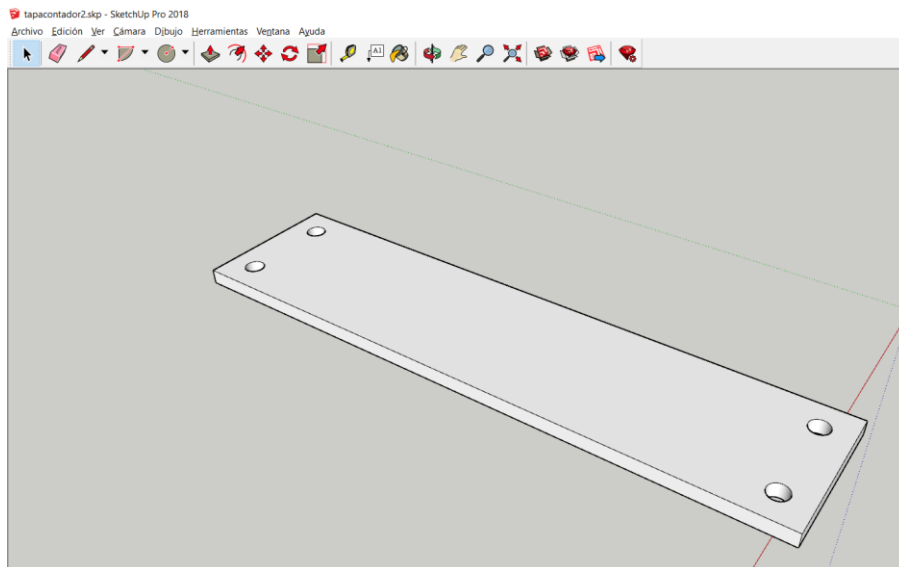


Ilustración 63 Diseño 3D de la tapa del contador de personas

Una vez realizada la impresión en 3D se realizó las conexiones y el ensamblado de los sensores en la impresión.





Ilustración 64 Conexiones internas del modulo



Ilustración 65 Ubicación de los sensores de distancias



Ilustración 66 Modulo listo para conectar al prototipo

### 3.1.3 UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS EN EL VEHÍCULO PESADO

Para garantizar la efectividad del prototipo se proponen las siguientes ubicaciones para cada uno de los componentes:

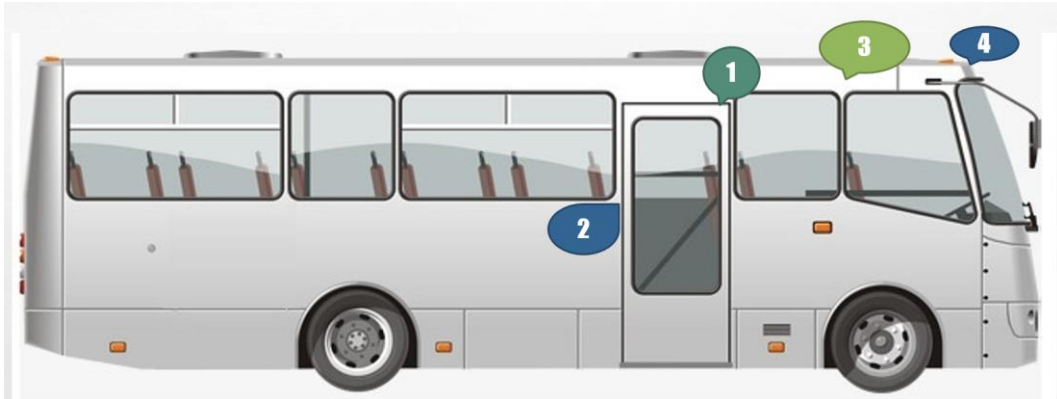


Ilustración 67 Ubicación de los Sensores en el bus de Transporte Urbano [33]

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1.- Sensor de Carrera Magnéticos | 3.- Módulo Controlador Principal |
| 2.- Módulo Contador de personas  | 4.-Antena GPS                    |

## 3.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### 3.3.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La propuesta presentada es factible tomando en cuenta que la fuente principal encargada de la alimentación del prototipo debe proveer del voltaje necesario para el funcionamiento de este y que soporte una alta demanda de corriente, esto se cumple ya que las baterías de los vehículos pesados poseen grandes cantidades de almacenamiento.

La administración del dispositivo no necesitara de una persona profesional para su uso, bastara una breve capacitación sobre la configuración, instalación y el manejo del dispositivo.

Para el estudio de factibilidad técnico se tomó en consideración que los elementos de hardware requeridos para el desarrollo de la propuesta, se pueden adquirir dentro del mercado local.

En el análisis de los componentes lógicos se determinó lo siguiente:

- El algoritmo de control es programable ya que la plataforma de Arduino, permite realizar la programación secuencial y la comunicación con los microcontroladores mediante la comunicación serial.
- La plataforma usada permitirá el análisis de datos mediante consultas. De manera gratuita.

### 3.4 RESULTADOS

#### 3.4.1 ESCENARIOS DE PRUEBAS

##### 3.4.1.1 PRUEBAS DE VOLTAJE

Se realizaron pruebas de voltaje para comprobar los cálculos hechos en la teoría del regulador **LM2596** en los 2 posibles escenarios que pueden ocurrir al alimentar el prototipo desde un bus urbano.

El primer escenario es que la alimentación sea de 24 V, ya que en la mayoría de los casos los buses funcionan con dos baterías de 12v en serie.



Ilustración 68 Alimentación de entrada de un camión que funciona con 24V



Ilustración 69 Tensión de salida regulada que va directo a la batería.

El segundo escenario no es tan poco común, pero si existen unidades aún que se alimentan con dos baterías de 12V en paralelo para ello hemos conectado la entrada de voltaje a una batería de carro.



Ilustración 70 Alimentación de entrada de una batería de carro de 12V

Ilustración 71 Tensión de salida regulada que va directo a la batería interna

El resultado real obtenido es semejante al obtenido teóricamente por lo que garantiza que el regulador utilizado es capaz de asemejar ambos voltajes sin dañar la batería interna.

#### 3.4.1.1.1 CONSUMO DE CARGA

Para medir la corriente consumida por el prototipo se usó el multímetro DT9208A



Ilustración 72 Multímetro DT9208A

Se pudo observar que los valores medidos cambiaban en el tiempo, pero luego de analizar estos valores se notó que tenían un periodo de repetición constante, lo que

llevó a suponer que el consumo de la carga no se establece como decreciente o creciente con el tiempo. Sino que se mantiene constante en periodos, por lo que se procedió a realizar un muestreo en una tabla de los valores tomados. Para aproximar un valor de consumo de la carga.

<b>Datos</b>	<b>mA</b>	<b>Datos</b>	<b>mA</b>	<b>Datos</b>	<b>mA</b>	<b>Datos</b>	<b>mA</b>	<b>Datos</b>	<b>mA</b>
<b>1</b>	183,2	<b>20</b>	192,4	<b>39</b>	148,7	<b>58</b>	138,6	<b>77</b>	142
<b>2</b>	195,3	<b>21</b>	178,4	<b>40</b>	140,5	<b>59</b>	145	<b>78</b>	145,7
<b>3</b>	189,9	<b>22</b>	191,2	<b>41</b>	151,3	<b>60</b>	134,1	<b>79</b>	145,8
<b>4</b>	170,8	<b>23</b>	168,5	<b>42</b>	191,1	<b>61</b>	140,6	<b>80</b>	181,7
<b>5</b>	148,2	<b>24</b>	148,8	<b>43</b>	189,6	<b>62</b>	130,4	<b>81</b>	179,6
<b>6</b>	137,8	<b>25</b>	139,2	<b>44</b>	192,7	<b>63</b>	134,9	<b>82</b>	181,4
<b>7</b>	149,1	<b>26</b>	153,4	<b>45</b>	153,8	<b>64</b>	128,9	<b>83</b>	160
<b>8</b>	151,4	<b>27</b>	154,9	<b>46</b>	147,7	<b>65</b>	150	<b>84</b>	138,5
<b>9</b>	156,8	<b>28</b>	152,4	<b>47</b>	167,6	<b>66</b>	150	<b>85</b>	138,7
<b>10</b>	143,8	<b>29</b>	169,1	<b>48</b>	191,8	<b>67</b>	143,6	<b>86</b>	141,8
<b>11</b>	130,8	<b>30</b>	158,9	<b>49</b>	195,1	<b>68</b>	187,2	<b>87</b>	137,8
<b>12</b>	140,6	<b>31</b>	174,1	<b>50</b>	187,6	<b>69</b>	188	<b>88</b>	138,9
<b>13</b>	138,5	<b>32</b>	191,3	<b>51</b>	177,8	<b>70</b>	183,1	<b>89</b>	131,3
<b>14</b>	140,6	<b>33</b>	189,2	<b>52</b>	154,9	<b>71</b>	182,6	<b>90</b>	128,9
<b>15</b>	138,7	<b>34</b>	193,3	<b>53</b>	143,3	<b>72</b>	170,4	<b>91</b>	151,4
<b>16</b>	128,7	<b>35</b>	163,3	<b>54</b>	148,1	<b>73</b>	161,8	<b>92</b>	180,3
<b>17</b>	145,9	<b>36</b>	170,5	<b>55</b>	144	<b>74</b>	137,6	<b>93</b>	180,5
<b>18</b>	158,8	<b>37</b>	170,2	<b>56</b>	148,2	<b>75</b>	137,8	<b>94</b>	173
<b>19</b>	186,6	<b>38</b>	147,2	<b>57</b>	146,6	<b>76</b>	139,4	<b>95</b>	184

Tabla 12 Datos medidos en un intervalo de 40 segundos

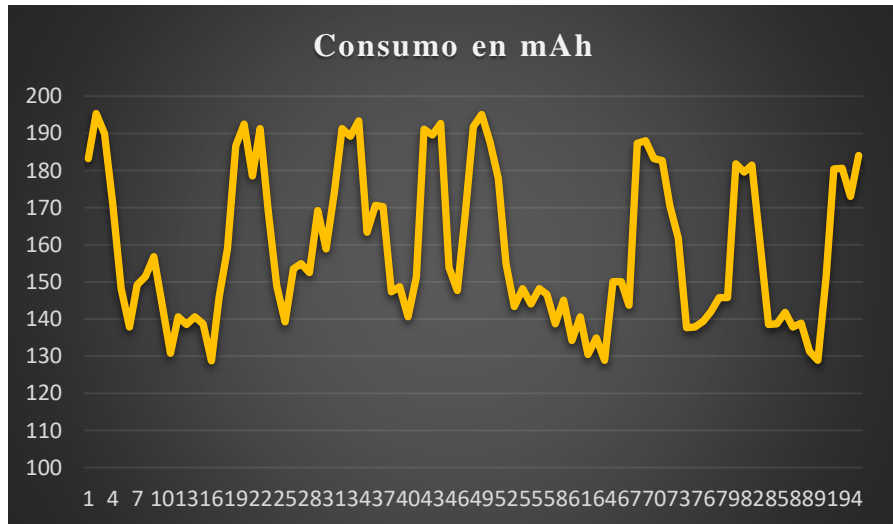


Ilustración 73 Comportamiento del consumo del prototipo por un periodo de 40 segundos



Ilustración 74 Corriente demandada por el prototipo en un tiempo X

Promediando los datos las estadísticas llevan a un consumo medio de 159mAh. Lo que permitiría teóricamente que la batería de 600mAh brinde alrededor de 3 horas y media o:

$$\frac{600}{159} = 3.735 * 60 \approx 226 \text{ minutos}$$

Pero en datos reales no ocurre esto ya que la batería en las pruebas de rendimiento solo permitió mantener encendido el prototipo por 1 hora y 15 minutos, a partir de

ese tiempo el voltaje de la batería fue cortado por el circuito PCM, para proteger las celdas de la batería ya que cada celda no puede decaer menos de 2.75v.

De acuerdo con estos datos nuestro sistema de alimentación secundario posee un porcentaje de funcionalidad del:

$$\frac{75}{226} = 33.18\%$$

Dando un margen de error del 66.82% de funcionalidad real vs la teórica.

### 3.4.1.2 PRUEBAS DE ENVÍO

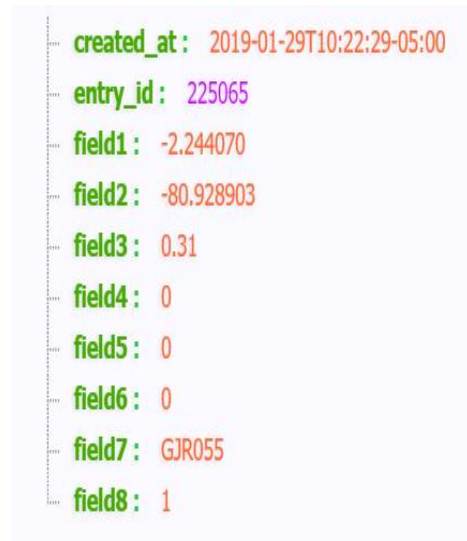
Las pruebas de envío se han realizado a lo largo de todo el desarrollo de la propuesta y se han demostrado de manera exitosa.

Como referencia se tiene una imagen del envío de datos por medio del puerto serial y una consulta en tiempo real de la plataforma.



```
COM6
CONNECT OK
AT+CIPSPRT=1
OK
AT+CIPSEND
> GET /update?api_key=7J8YDER8KARTHG7I&field1=-2.244070&:
□
SEND OK
225065
CLOSED
AT+CIPSHUT
SHUT OK
AT+CIPMUX=0
OK
AT+CSTT=internet.claro.com.ec
OK
AT+CIICR
OK
AT+CIPSR
10.45.126.73
AT+CIPSTART="TCP","api.thingspeak.com","80"
OK
CONNECT OK
AT+CIPSPRT=1
OK
AT+CIPSEND
> GET /update?api_key=7J8YDER8KARTHG7I&field1=-2.244072&:
□
```

Ilustración 75 Monitoreo del envío de tramas por medio del Serial Monitor



```
created_at: 2019-01-29T10:22:29-05:00
entry_id: 225065
field1: -2.244070
field2: -80.928903
field3: 0.31
field4: 0
field5: 0
field6: 0
field7: GJR055
field8: 1
```

Ilustración 76 Consulta del último dato enviado al instante a la plataforma

De igual manera se puede visualizar en la plataforma la cantidad de datos enviados al día, mientras se mantuvo activo el prototipo.

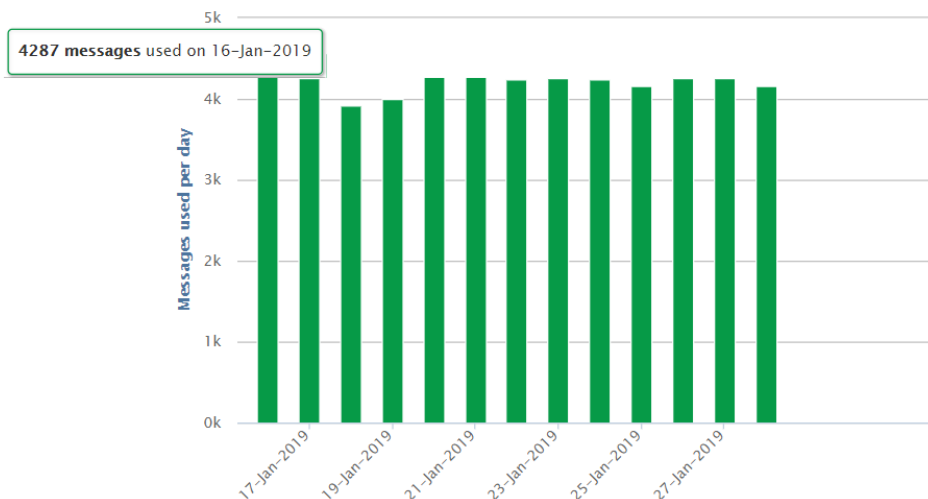


Ilustración 77 Resumen de la plataforma que muestra del conteo de datos por día. Se realizó un muestreo de las señales recibidas en un mapa de Google Maps de modo que se aprecia una trayectoria hecha por el prototipo.

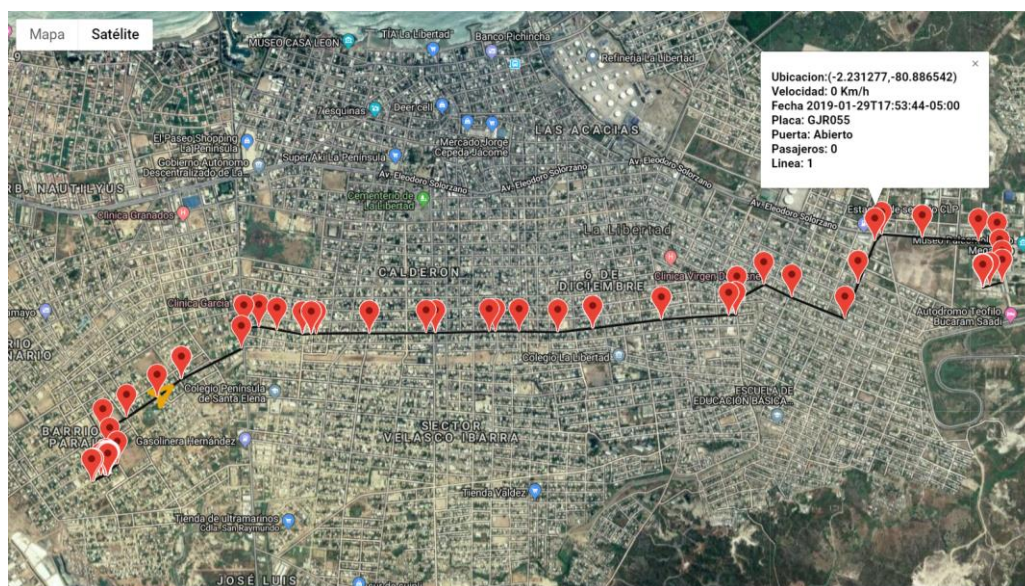


Ilustración 78 Datos generados por el prototipos plasmados en Google Maps

### 3.4.1.2.1 CONSUMO DATOS

Para calcular el consumo de datos por día del prototipo se recurrió al uso de la App de la operadora Claro en Android que permite monitorear el consumo de megas de la línea móvil. Desde la activación del paquete y desde el primer envío que realizamos con esta se procedió a realizar un cálculo con respecto al tiempo ocurrido en 2 periodos.



Para el primer periodo de medición.

Se tomó el valor del consumo a un periodo aleatorio de datos dando como resultado un intervalo de 81 horas desde que se dejó funcionando el prototipo.

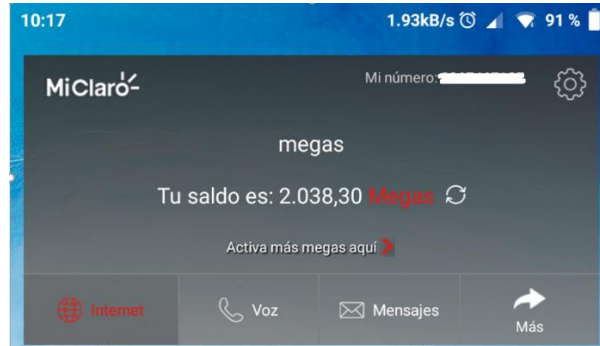


Ilustración 79 MB restantes de un paquete de 2048MB a un periodo de 81 horas

Realizando cálculos se obtuvo:

$$\text{Consumo} = 2048\text{MB} - 2038.30\text{MB}$$

$$\text{Consumo} = 9.70\text{MB}$$

$$\text{Fecha Inicial} = 15-1-19 \text{ 0:55}$$

$$\text{Fecha Final} = 18-1-19 \text{ 10:17}$$

$$\text{Tiempo Transcurrido} = 4882.50 \text{ Minutos}$$

$$\text{Consumo MB al día} = \frac{9.7 \text{ MB}}{4882.5 \text{ Minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{24 \text{ hora}}{1 \text{ día}} = 2.860829 \frac{\text{MB}}{\text{día}}$$

Con estos datos se realizó la siguiente tabla informativa

Paquete megas	2048	MB	Fecha	
<b>Inicio</b>	2048	MB	15-1-19 0:55	
<b>Actual</b>	2038,30	MB	18-1-19 10:17	
<b>Consumo/Tiempo</b>	9,70	MB	81	Horas
			4882.50	Minutos
<b>Consumo Promedio/Día</b>	2,86	MB		

Tabla 13 Promedio consumo de megas diarios con un periodo de 81 horas(3 días , 9 horas)

Dado que estos cálculos fueron hechos en un periodo corto se decidió realizar un segundo análisis con un tiempo mayor. A la fecha 29/01/2019 – 09:04

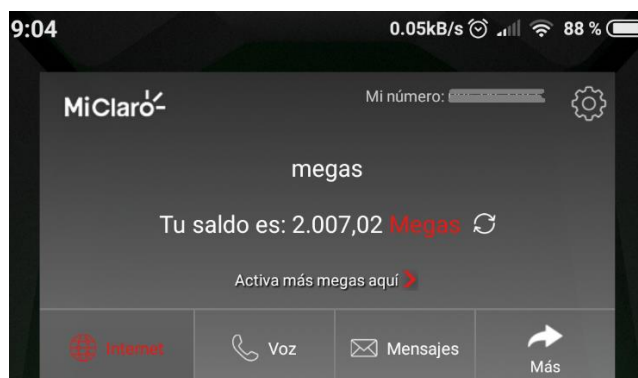


Ilustración 80 Saldo de MB restantes de un paquete de 2048MB a un periodo de 274 horas(14 días , 10 horas)

Realizando cálculos se obtuvo:

$$\text{Consumo} = 2048\text{MB} - 2007.02\text{MB}$$

$$\text{Consumo} = 40,98\text{MB}$$

$$\text{Fecha Inicial} = 15-1-19 \text{ 0:55}$$

$$\text{Fecha Final} = 29-1-19 \text{ 9:04}$$

$$\text{Tiempo Transcurrido} = 20649,58\text{Minutos}$$

$$\text{Consumo MB al día} = \frac{40,98 \text{ MB}}{20649,58 \text{ Minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{24 \text{ hora}}{1 \text{ día}} = 2,86 \frac{\text{MB}}{\text{día}}$$

De igual manera se creó una segunda tabla informativa:

Paquete megas	2048	MB	Fecha	
<b>Inicio</b>	2048	MB	15-1-19 0:55	
<b>Actual</b>	2007,02	MB	29-1-19 9:04	
<b>Consumo/Tiempo</b>	40,98	MB	344	Horas
			20649,58	Minutos
<b>Consumo Promedio/Día</b>	2,86	MB		

Tabla 14 Promedio consumo de megas diarios con un periodo de 81 horas(14 días , 10 horas)

Se pudo apreciar que en ambos periodos de tiempo los cálculos llevaron a un promedio de 2.86 MB de consumo al día.

### 3.4.1.3 PRUEBAS DE OPERATIVIDAD SEGÚN LA COBERTURA MÓVIL.

Se recurrió a técnicas de estadísticas como es el muestreo de datos, para eso se seleccionaron intervalos de tiempo para analizar los datos enviados por el prototipo.

El siguiente análisis está basado en la operadora Claro, en la red 2G.

Inicialmente se escogió un rango de tiempo de 12 horas desde el 15/01/2019 de 05:00:13 hasta las 17:00:13.

La plataforma seleccionada para las pruebas permite realizar consultas de datos con un formato específico el cual se detalla a partir de la siguiente dirección.

<https://api.thingspeak.com/channels/456820/feeds.json?timezone=America%2FLima&start=2019-01-15%2005:00:13&end=2019-01-15%2017:00:13>

- La primera variable que está en negrita es reemplazada por el número de canal creado por el usuario.
- El formato de la fecha inicial es **AAAA-MM-DD** seguido del carácter codificado **%20** y su formato en horas **HH:MM:SS**

PUEDE REVISAR LOS RESPETIVOS MODOS DE CONSULTAS EN LA PAGINA OFICIAL DE MATHWORKS [34]

Una vez que la plataforma muestra los valores de los datos recibidos se procedió a realizar el análisis estadístico.

```

{"channel":{"id":456820,"name":"Vehiculo Prototipo","description":"Prototipo
SIM808","latitude":"-2.232228","longitude":"-80.878483","field1":"-2.234990","field2":"-80.894205}"},"fi
eld3":"Velocidad","field4":"Estado_Puerta","field5":"Pasajeros_Subidos","field6":"Pasajeros_Bajados","fi
eld7":"Placa","field8":"Linea","created_at":"2018-03-23T01:10:47-05:00","updated_at":"2019-01-
24T12:58:07-05:00","last_entry_id":222998},"feeds":[{"created_at":"2019-01-15T05:00:13-
05:00","entry_id":165399,"field1":"-2.243958","field2":"-80.928710","field3":"0.00","field4":"0","field5
":"292","field6":"15","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:00:33-
05:00","entry_id":165400,"field1":"-2.243958","field2":"-80.928708","field3":"0.00","field4":"0","field5
":"29","field6":"96","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:00:53-
05:00","entry_id":165401,"field1":"-2.243955","field2":"-80.928715","field3":"0.02","field4":"0","field5
":"249","field6":"427","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:01:13-
05:00","entry_id":165402,"field1":"-2.243955","field2":"-80.928715","field3":"0.07","field4":"0","field5
":"427","field6":"85","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:01:32-
05:00","entry_id":165403,"field1":"-2.243955","field2":"-80.928713","field3":"0.04","field4":"0","field5
":"45","field6":"42","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:01:52-
05:00","entry_id":165404,"field1":"-2.243953","field2":"-80.928713","field3":"0.02","field4":"0","field5
":"201","field6":"202","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:02:12-
05:00","entry_id":165405,"field1":"-2.243953","field2":"-80.928713","field3":"0.04","field4":"0","field5
":"447","field6":"167","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:02:32-
05:00","entry_id":165406,"field1":"-2.243953","field2":"-80.928713","field3":"0.02","field4":"0","field5
":"224","field6":"67","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:02:52-
05:00","entry_id":165407,"field1":"-2.243955","field2":"-80.928713","field3":"0.04","field4":"0","field5
":"110","field6":"153","field7":"GJR055","field8":"2"},{"created_at":"2019-01-15T05:03:12-
05:00","entry_id":165408,"field1":"-2.243953","field2":"-80.928713","field3":"0.06","field4":"0","field5

```

### Ilustración 81 Parte de la Consulta a Thingspeak en formato Json del 15/01/2019

05:00:13 a 17:00:13.

Para determinar un tiempo promedio de envío se tomó en una tabla una muestra con los primeros 25 valores enviados en ese intervalo de tiempo

Para realizar su análisis.

	Número de Registro	Hora de envío	Hora de siguiente envío	Tiempo Transcurrido
1	165399	5:00:13	5:00:33	0:00:20
2	165400	5:00:33	5:00:53	0:00:20
3	165401	5:00:53	5:01:13	0:00:20
4	165402	5:01:13	5:01:32	0:00:19
5	165403	5:01:32	5:01:52	0:00:20
6	165404	5:01:52	5:02:12	0:00:20
7	165405	5:02:12	5:02:32	0:00:20
8	165406	5:02:32	5:02:52	0:00:20
9	165407	5:02:52	5:03:12	0:00:20
10	165408	5:03:12	5:03:31	0:00:19
11	165409	5:03:31	5:03:51	0:00:20

12	165410	5:03:51	5:04:11	0:00:20
13	165411	5:04:11	5:04:31	0:00:20
14	165412	5:04:31	5:04:51	0:00:20
15	165413	5:04:51	5:05:10	0:00:19
16	165414	5:05:10	5:05:30	0:00:20
17	165415	5:05:30	5:05:50	0:00:20
18	165416	5:05:50	5:06:10	0:00:20
19	165417	5:06:10	5:06:30	0:00:20
20	165418	5:06:30	5:06:49	0:00:19
21	165419	5:06:49	5:07:09	0:00:20
22	165420	5:07:09	5:07:29	0:00:20
23	165421	5:07:29	5:07:49	0:00:20
24	165422	5:07:49	5:08:09	0:00:20
25	165423	5:08:09	5:08:28	0:00:19

Tabla 15 Primeros 25 Intervalos de tiempo en el periodo seleccionado.

De acuerdo a estos valores se pudo hacer 2 tipos de análisis sencillos el primero es el promedio de los datos enviados sobre el tiempo total transcurrido.

<b>ANÁLISIS 1</b>	
TIEMPO TRANSCURRIDO	0:08:15
NUMERO DE ENVÍOS	25
PROMEDIO DE ENVÍOS	0:00:20

Tabla 16 Análisis Total de tiempo /Total de Envíos.

De acuerdo a este intervalo de tiempo quedo resultante un promedio de envío cada 20 segundos.

El segundo análisis se realizó en cada intervalo de tiempo transcurrido entre un envío nuevo y uno anterior. Para entender mejor se realizó un gráfico estadístico que demuestra el comportamiento de los rangos de tiempo y su tendencia final

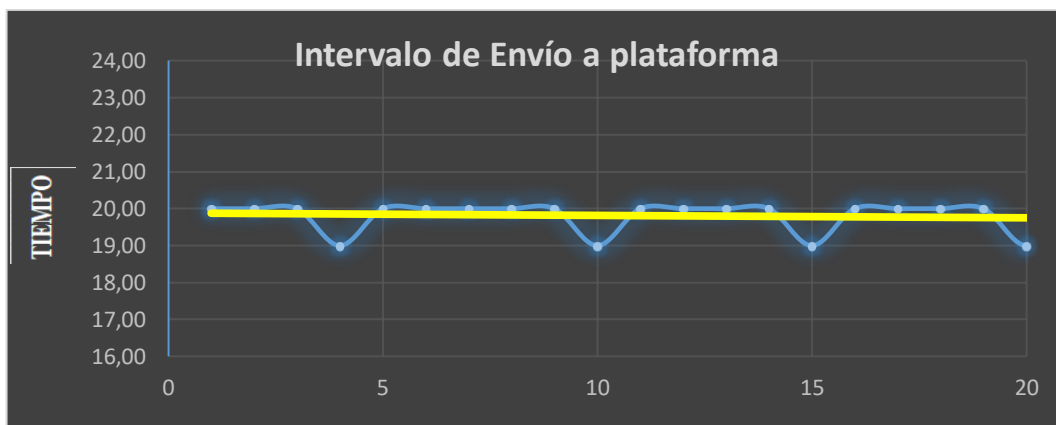


Ilustración 82 Gráfico que muestra la tendencia de rango de envío.

Como podemos analizar en este caso la línea de tendencia (Línea amarilla) se dirige al valor de 20 segundos que coincide con la mediana lo que conlleva a suponer que el intervalo que más común es 20 segundos.

ANÁLISIS 2	
PROMEDIO DE ENVIÓ	0:00:20
MEDIANA	0:00:20

Tabla 17 Valor de la Mediana por el tiempo transcurrido.

Según el gráfico anterior no hay evidencia de algún pico que indique un valor atípico según el tiempo de envío en la muestra escogida es decir aún no existe un valor erróneo, entonces se consideró como verdadero un valor de 20 segundos como intervalo de envío.

A partir de ese valor se realizaron los cálculos para encontrar el porcentaje de funcionalidad del prototipo para 12 horas.

Suponiendo que cada 20 segundos se envía un dato, al cabo de 12 horas se deberían haber enviado:

$$12 \text{ horas} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = 43200 \text{ segundos}$$

$$\frac{43200 \text{ segundos}}{20 \text{ segundos}} = 2160 \text{ envios}$$

De los cuales según datos de la plataforma en este lapso de tiempo se han enviado 2140 datos.

**<https://api.thingspeak.com/channels/456820/feeds.json?timezone=America%2FLima&start=2019-01-15%2005:00:13&end=2019-01-15%2017:00:13>**

```

0
  created_at : 2019-01-15T05:00:13-05:00
  entry_id : 165399
  field1 : -2.243958
  field2 : -80.928710
  field3 : 0.00
  field4 : 0
  field5 : 292
  field6 : 15
  field7 : GJR055
  field8 : 2

```

```

2139
  created_at : 2019-01-15T17:00:06-05:00
  entry_id : 167538
  field1 : -2.243993
  field2 : -80.928727
  field3 : 0.22
  field4 : 0
  field5 : 187
  field6 : 385
  field7 : GJR055
  field8 : 1

```

Ilustración 83 Primer Valor en la consulta      Ilustración 84 Ultimo Valor en la consulta

Esto deja un porcentaje de operatividad para 12 horas de:

$$\frac{100 * \%}{2160} = \frac{X * \%}{2140}$$

$$\frac{2140 * 100 * \%}{2160 * \%} = X$$

$$\mathbf{X = 99.07}$$

Estadísticamente los resultados conllevan a formular la idea de que por cada 100 envíos hay un dato que falla o se pierde lo que deja una satisfacción aceptable, ya que ningún dispositivo es efectivo al 100% en cuestiones de red móvil, por muchos factores externos que influyen con la calidad de señal del prototipo.

Como un escenario adicional y más preciso en la muestra se analizó los datos en un rango de 24 horas en este caso del 15/01/2019 18:00:03 al 16/01/2019 18:00:03.

Donde al cabo de 24 horas deberían haberse realizado:

$$24 \text{ horas} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = 86400 \text{ segundos}$$

$$\frac{86400 \text{ segundos}}{20 \text{ segundos}} = 4320 \text{ envios}$$

De los cuales según datos de la plataforma en este lapso de tiempo se han enviado 4289 datos.

**<https://api.thingspeak.com/channels/456820/feeds.json?timezone=America%2FLi ma&start=2019-01-15%2018:00:03&end=2019-01-16%2018:00:03>**

```

{
  "created_at": "2019-01-15T18:00:03-05:00",
  "entry_id": 167694,
  "field1": "-2.244082",
  "field2": "-80.928683",
  "field3": "1.37",
  "field4": "0",
  "field5": "409",
  "field6": "124",
  "field7": "GJR055",
  "field8": "1"
},
{
  "created_at": "2019-01-16T17:59:49-05:00",
  "entry_id": 171982,
  "field1": "-2.244103",
  "field2": "-80.928682",
  "field3": "1.24",
  "field4": "0",
  "field5": "3",
  "field6": null,
  "field7": null,
  "field8": null
}

```

Ilustración 85 Primer Valor en la consulta para 24 horas

Ilustración 86 Ultimo Valor en la consulta para 24 horas

Esto reflejó un porcentaje de operatividad para 24 horas de:

$$\frac{100 * \%}{4320} = \frac{X * \%}{4289}$$

$$\frac{4289 * 100 * \%}{4320 * \%} = X$$

$$X = 99.28$$

Esta muestra es más precisa con respecto a la anterior con lo que se puede decir que el prototipo está estable y que funciona muy bien.

De este análisis de operatividad y efectividad podemos concluir que:

- El prototipo tiene un rango de tiempo de envío de 20 segundos.
- Estableciendo un rango de envío constante de 20 segundos a un periodo de 24 horas obtuvimos una funcionalidad del 99.28%.
- La efectividad del prototipo es notable considerando la enorme cantidad de datos que este envía, y considerando que la señal de la conexión TCP está influenciada por factores externos.
- En cuestión de cantidad de envío de datos, el tener un error cada 100 envíos da a notar que la operatividad del prototipo es buena y estable.



Este análisis se los realizo de igual manera a las 2 operadoras restantes de red móvil en la provincia de Santa Elena. Las pruebas realizadas fueron desde el sector de José Luis Tamayo(Muey), y la operadora claro demostró ser la operadora más efectiva, y es notable ya que la cobertura que abarca es mucho mayor que las otras dos operadoras. Para la operadora claro en el sector de Muey el porcentaje de envió de datos fue de 99.28%.

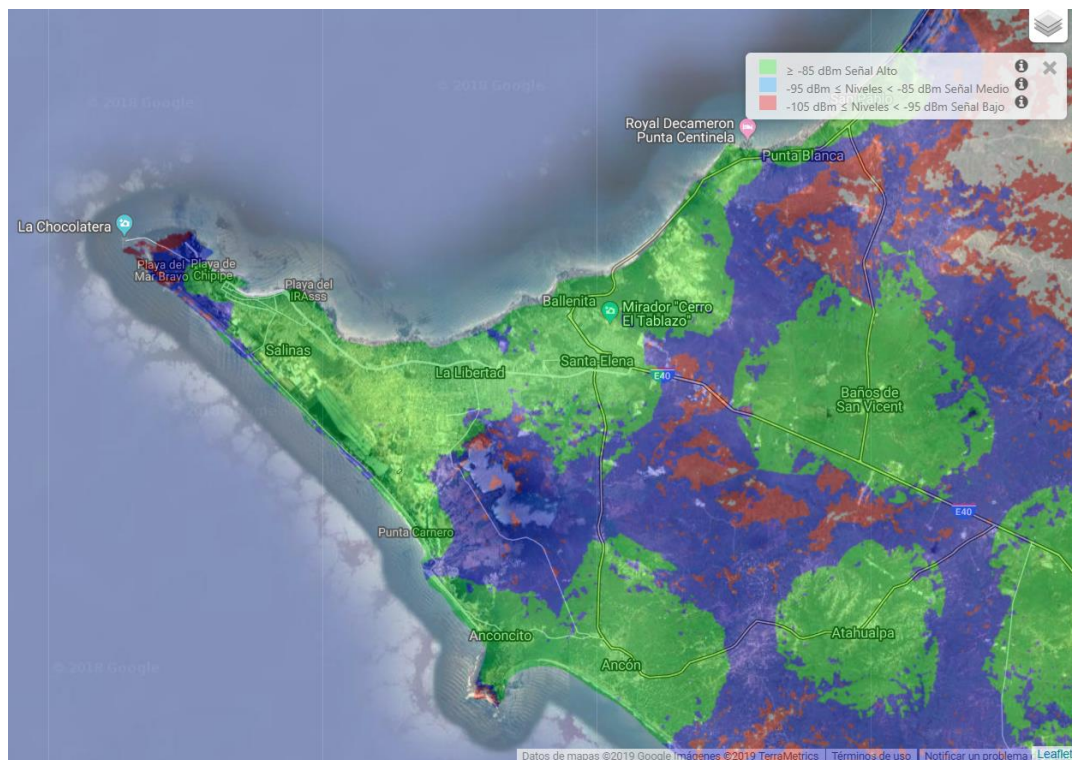


Ilustración 87 Mapa de Cobertura CLARO de la provincia de Santa Elena Red 2G [36]

Las pruebas realizadas con la operadora CNT dieron un porcentaje de un 96% de envió de datos debido a que la cobertura en la red 2G es bastante parecida a la de Claro.

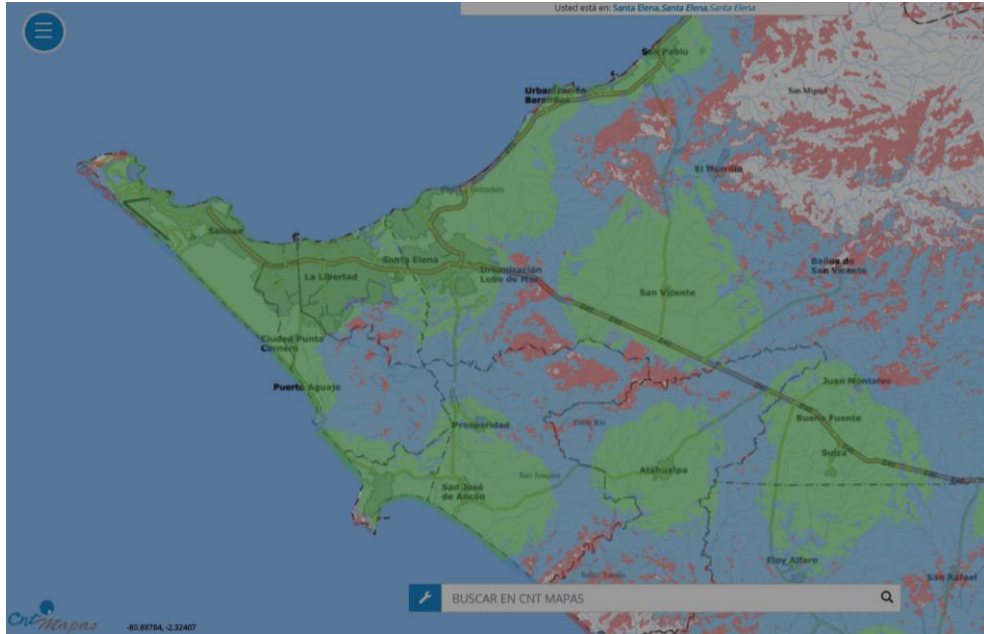


Ilustración 88 Mapa de Cobertura CNT Red 2G [35]

Y en el caso de la operadora Tuenti que trabaja en la plataforma de Movistar es decir ambas tienen la misma cobertura se obtuvo un resultado no tan alentador de un 87%. Debido a que su cobertura no es muy buena.

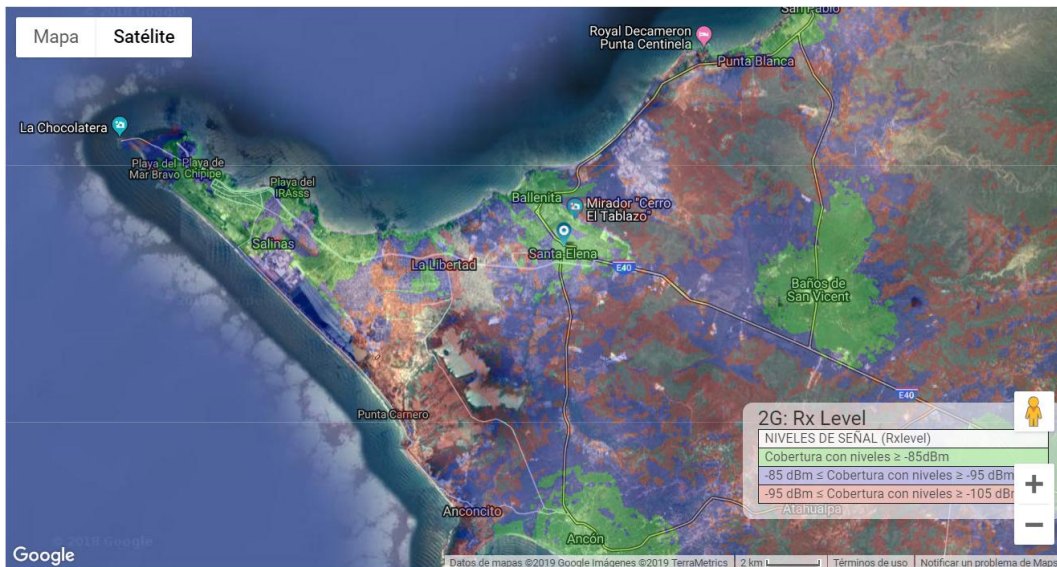


Figure 1 Mapa de Cobertura Movistar y Tuenti Red 2G [37]

## CONCLUSIONES

- Los componentes electrónicos que se usan en el prototipo operan con normalidad en un rango de  $10^0$  C a  $60^0$  C, permitiendo ubicar el prototipo cerca de lugares cerrados del bus, y el diseño del prototipo según las dimensiones de 100mm x110mm x65mm permite la instalación y el manejo de forma sencilla.
- Los parámetros de configuraciones se guardan automáticamente en la memoria interna del prototipo, permitiendo su continuidad de funcionamiento en caso de que ocurra algún problema que provoque el reinicio del sistema.
- El prototipo incorpora un regulador capaz de soportar un rango de entrada de 9.7V a 40V sin dañar sus componentes interno y su sistema de alimentación interna permite que el dispositivo se mantenga encendido durante 1 hora con 15 minutos.
- En las pruebas realizadas en un lapso de 24 horas, a periodo de 20 segundos el dispositivo envió 4320 tramas de datos, de las cuales solo se recibieron 4289 en la plataforma determinando una efectividad del 99.28% de operatividad y un consumo de datos de 2.86 MB
- De acuerdo a las pruebas realizadas en las 3 operadoras en cuanto a cobertura y eficiencia de envíos de datos se obtuvo que operadora Claro cuenta con un 99.28%, la red CNT con 96% y Tuenti con un 87%.

## RECOMENDACIONES

En una propuesta tecnológica siempre se desea que haya una mejora continua de la misma, por lo tanto, se plantea las siguientes recomendaciones para que sean consideradas por futuras personas que tengan interés en ella:

- Para la ubicación del prototipo dentro de la unidad de transporte evitar los lugares cerrados donde la temperatura sobrepase los 50°C para que los componentes trabajen correctamente.
- Asegurarse que la tensión de alimentación este dentro de los parámetros establecidos, se recomienda usar 12v o 24v.
- Se recomienda en un futuro un análisis de nuevos componentes electrónicos para realizar mejoras (menor consumo de corriente, reducción de tamaño, más rapidez de envío, más cobertura de señal, etc.)
- Se recomienda utilizar el prototipo para realizar nuevas pruebas en zonas rurales.
- Se recomienda el uso de un paquete de datos mínimo de 90 Mb y usar la red de Claro para garantizar el envío de manera correcta por cada mes.
- Para futuros trabajos se recomienda la implementación de un sistema de control de flotas de buses que esté ligado al prototipo y que de información a los usuarios mediante una App Móvil.
- Tomar en cuenta las indicaciones para la configuración y el manejo correcto de la plataforma Thingspeak, y solo configurar el dispositivo cuando sea necesario.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] INEC, «INEC,» 06 2010. [En línea]. Available: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santa\\_elena.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf).
- [2] INEC, «INEC,» Octubre 2018. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>. [Último acceso: 1 Octubre 2018].
- [3] P. Marjorie, Interviewee, *ANT*. [Entrevista]. 11 Mayo 2017.
- [4] E. Telegrafo, «El Telegrafo,» 11 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/editoriales/19/el-transporte-publico-urbano-no-deja-de-ser-un-problema-cronico>.
- [5] ANT, «Agencia Nacional de Transito,» [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/ant/base-legal/ley-organica-reformatoria-a-la-ley-organica-de-transporte-terrestre-transito-y-seguridad-vial>. [Último acceso: 10 Octubre 2018].
- [6] ANT, «Agencia Nacional de Transito,» 12 2017. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/4959-siniestros-diciembre-2017>. [Último acceso: 2 Enero 2018].
- [7] ANT, «Agencia Nacional de Transito,» 12 2017. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/4961-fallecidos-diciembre-2017>. [Último acceso: 2 Enero 2018].
- [8] ANT, «Agencia Nacional de transito,» [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/5959-siniestros-octubre-2018>. [Último acceso: 10 Octubre 2018].
- [9] ANT, «Agencia Nacional deTransito,» [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/5958-fallecidos-octubre-2018>. [Último acceso: 10 Octubre 2018].
- [10] ANT, «ANT,» [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/ant/vision-mision-y-objetivos#.XDY2HlxKiMo>.
- [11] CTE, «CTE,» [En línea]. Available: <http://www.comisiontransito.gob.ec/valores/>.
- [12] ANT, «REGULARIZACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DE RUTAS Y FRECUENCIAS DE LAS OPERADORAS QUE CONFORMAN EL CONSORCIO CITSE,» 07 MARZO 2016. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-2016/file/3478-resolucion-no-001-dir-2016-ant-regularizacion-y-racionalizacion-de-rutas-y-frecuencias-de-las-operadoras-que-conforman-el-consorcio-integrado-de-transporte-santa-elena-citse?tmpl=comp>. [Último acceso: 19 Diciembre 2018].
- [13] D. Expreso, «Expreso,» 12 Enero 2016. [En línea]. Available: [https://www.expreso.ec/historico/cambios-en-buses-de-la-libertad-AYGR\\_8812346](https://www.expreso.ec/historico/cambios-en-buses-de-la-libertad-AYGR_8812346). [Último acceso: 20 Diciembre 2018].

- [14] F. S. ESPINOSA, LOS MICROCONTROLADORES AVR DE ATMEL, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA, 2012.
- [15] Microchip, «Microchip,» 1998-2018. [En línea]. Available: [https://www.microchip.com/\\_images/ics/medium-ATmega328P-SPDIP-28.png](https://www.microchip.com/_images/ics/medium-ATmega328P-SPDIP-28.png). [Último acceso: 11 11 2018].
- [16] Arduino, «www.arduino.cc (en inglés).,» [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>. [Último acceso: 22 01 2018].
- [17] G. S. A. J. J. M. C. Leonel G. Corona Ramírez, Sensores y Actuadores, Primera ed., Azcapotzalco, Mexico: Grupo Editorial Patria S.A de C.V, 2014, pp. 2-17.
- [18] T. J. Maloney, Electrónica industrial moderna, 2006.
- [19] G. S. A. J. J. M. C. Leonel G. Corona Ramírez, «Figura 5.1,» de *Sensores y Actuadores*, Primera ed., Azcapotzalco, Mexico, Grupo Editorial Patria S.A de C.V, 2014, p. 142.
- [20] G. S. A. J. J. M. C. Leonel G. Corona Ramírez, «Figura 5.28,» de *Sensores y Actuadores*, Primera ed., Azcapotzalco, Mexico, Grupo Editorial Patria S.A de C.V, 2014, p. 155.
- [21] G. S. A. J. J. M. C. Leonel G. Corona Ramírez, «Figura 5.52,» de *Sensores y Actuadores*, Primera ed., Azcapotzalco, Mexico, Grupo Editorial Patria S.A de C.V, 2014, p. 169.
- [22] E. T. S. Institute, *www.etsi.org(en ingles)*, pp. 14-16.
- [23] ROHDE&SCHWARZ, «www.rohde-schwarz.com,» [En línea]. Available: [https://www.rohde-schwarz.com/es/soluciones/test-and-measurement/wireless-communication/wireless-5g-and-cellular/gsm-gprs-edge-evolution-vamos/fundamentos/principios-basicos-de-gsm\\_106328.html](https://www.rohde-schwarz.com/es/soluciones/test-and-measurement/wireless-communication/wireless-5g-and-cellular/gsm-gprs-edge-evolution-vamos/fundamentos/principios-basicos-de-gsm_106328.html).
- [24] NOAA, «www.gps.gov (en ingles),» 6 junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.gps.gov/systems/gps/>. [Último acceso: 5 Noviembre 2018].
- [25] NOAA, «www.gps.gov,» [En línea]. Available: <https://www.gps.gov/multimedia/images/constellation.jpg>.
- [26] D. B. Vassilev, «Space Challeges(Youtube),» 6 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjI3enn09LfAhUuxVkKHVkBWoQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DcIIAr07kpyY&psig=AOvVaw2lh-GDYcB80VZXbzu0qWcd&ust=1546640508849254>.
- [27] I. I. Nuñez, «Blogger.com,» 9 Junio 2011. [En línea]. Available: [http://controliii-uba-islenu.blogspot.com/2011\\_06\\_01\\_archive.html](http://controliii-uba-islenu.blogspot.com/2011_06_01_archive.html). [Último acceso: 2 Noviembre 2018].
- [28] Microelectronics Failure Analysis, ASM International, 2004.
- [29] J. P. Anthony, Electrical Distribution Engineering(en inglés), Third ed., The Fairmont Press, 2007.

- [30] J. Dalton, «Wikipedia,» 15 Febrero 2007. [En línea]. Available: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TO-220\\_Package\\_Four\\_Different\\_Projections.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TO-220_Package_Four_Different_Projections.jpg).
- [31] BATERIASDECONDENSADORES. [En línea]. Available: <http://www.bateriasdecondensadores.com/wp-content/uploads/2015/04/banco-de-bater%C3%ADas.jpg>.
- [32] pcfactory. [En línea]. Available: [https://www.pcfactory.cl/public/foto/24427/1\\_500.jpg?t=1510017174](https://www.pcfactory.cl/public/foto/24427/1_500.jpg?t=1510017174).
- [33] L. D. L. Sandoval, «Repositorio Institucional Universidad Galileo,» 11 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/23>. [Último acceso: 1 Diciembre 2018].
- [34] B. R. A. J. Alzamora Ramírez Pedro Fausto, «Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana,» Enero 2010. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2356/14/UPS-GT000128.pdf>. [Último acceso: 05 Noviembre 2018].
- [35] C. M. C. Lema, «Repositorio Dspace,» 30 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/36466/D-84984.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. [Último acceso: 1 Noviembre 2018].
- [36] «DIGIBUG,» Junio 2017. [En línea]. Available: [http://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2017\\_TFG\\_JesusCastilloIzquierdo.pdf](http://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2017_TFG_JesusCastilloIzquierdo.pdf). [Último acceso: 01 Enero 2019].
- [37] J. A. S. Granda, «Dspace,» 20 Julio 2018. [En línea]. Available: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20838/1/Soto%20Granda%2C%20Juan%20Andr%C3%A9s.pdf>. [Último acceso: 3 Noviembre 2018].
- [38] Arduino, «www.arduino.cc (en inglés),» [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. [Último acceso: 11 Septiembre 2018].
- [39] Sketchup, «www.sketchup.com (en inglés),» [En línea]. Available: <https://www.sketchup.com/>. [Último acceso: 25 Diciembre 2018].
- [40] Fritzing, «Fritzing (en inglés),» [En línea]. Available: <http://fritzing.org/home/>. [Último acceso: 25 Diciembre 2018].
- [41] S. d. I. Cruz, «www.redeszone.net,» 19 02 2016. [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/2016/02/19/conoce-easyeda-un-completo-software-de-simulacion-de-circuitos-y-diseno-de-pcb-online/>. [Último acceso: 2019 01 01].
- [42] ThingSpeak, «www.thingspeak.com,» [En línea].
- [43] microchip, «ww1.microchip.com,» [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20005685A.pdf>.

- [44] SIMCOM, «simcom.ee,» [En línea]. Available: <https://simcom.ee/modules/gsm-gprs-gnss/sim808/>.
- [45] simcom, «simcom.ee,» 27 Septiembre 2017. [En línea]. Available: [https://simcom.ee/documents/SIM800x/SIM800%20Series\\_GNSS\\_Application%20Note%20V1.00.pdf](https://simcom.ee/documents/SIM800x/SIM800%20Series_GNSS_Application%20Note%20V1.00.pdf). [Último acceso: 04 Octubre 2018].
- [46] S. World, «<http://www.sharp-world.com>,» [En línea]. Available: [http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk\\_e.pdf](http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf). [Último acceso: 1 Noviembre 2018].
- [47] alldatasheet, «[pdf1.alldatasheet.com](http://pdf1.alldatasheet.com),» [En línea]. Available: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/134372/ETC1/LM2596/+03448WVwSwJbMPtz.D+/datasheet.pdf>.
- [48] D. Incorporated, «<http://www.alldatasheet.com>,» 26 Septiembre 2014. [En línea]. Available: [http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/58837/DIODES/1N5401/+\\_7J48UzGMD.Tc-SzztY+/datasheet.pdf](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/58837/DIODES/1N5401/+_7J48UzGMD.Tc-SzztY+/datasheet.pdf). [Último acceso: 07 Noviembre 2018].
- [49] H. Javier, «[www.inventable.eu](http://www.inventable.eu),» 15 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://www.inventable.eu/2015/05/15/usar-una-bateria-como-tampon/>. [Último acceso: 15 Noviembre 2018].
- [50] 3lian.com, «[all-free-download.com](http://all-free-download.com),» [En línea]. Available: [https://images.all-free-download.com/images/graphiclarge/vehicles\\_large\\_cmb\\_vector\\_295860.jpg](https://images.all-free-download.com/images/graphiclarge/vehicles_large_cmb_vector_295860.jpg).
- [51] MathWorks, «MathWorks,» 1994-2019. [En línea]. Available: <https://la.mathworks.com/help/thingspeak/readdata.html>.
- [52] CLARO, «CLARO,» [En línea]. Available: <https://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>. [Último acceso: 1 NOVIEMBRE 2018].
- [53] CNT, «Corporacion Nacional de Telecomunicaciones,» [En línea]. Available: <https://gis.cnt.gob.ec/appgeoportal/?u=-80.80149,-2.25582,12>. [Último acceso: 1 Noviembre 2018].
- [54] MOVISTAR, «MOVISTAR,» [En línea]. Available: <https://www.movistar.com.ec/productos-y-servicios/cobertura>. [Último acceso: 1 NOVIEMBRE 2018].



## ANEXOS

### COMANDOS AT USADOS

Comando	Descripción
<b>AT+IPR=9600</b>	Configura velocidad de baudios en 9600
<b>AT+CGNSPWR=1</b>	Enciende el GPS
<b>AT+CREG?</b>	Verifica estado de señal si la respuesta es +CREG: 0,1 significa que está registrado en la Red
<b>AT+COPS=0,2</b>	Selecciona el modo de registro del operador
<b>AT+COPS?</b>	Muestra el código del operador registrado
<b>AT+CMGF=1</b>	Activa el modo sms de texto
<b>AT+CNMI=1,2,0,0,0</b>	Activa la lectura y presentación en el puerto serial
<b>AT+CGPSSTATUS?</b>	Muestra el estado de la señal GPS
<b>AT+CIPMUX=0</b>	Establece una conexión simple
<b>AT+CSTT=&lt;APN&gt;</b>	Permite configurar el APN de la red
<b>AT+CIICR</b>	Activa los datos
<b>AT+CIFSR</b>	Muestra la ip obtenida, si no se obtiene muestra Error
<b>AT+CIPSTART</b>	Establece una conexión TCP o UDP
<b>AT+CIPSPRT=1</b>	Establece un indicador '>' al enviar datos
<b>AT+CIPSEND</b>	Prepara al módulo para recibir la trama de envío
<b>AT+CIPSHUT</b>	Cierra el contexto y las conexiones
<b>AT+CMGS=&lt;NUMERO&gt;</b>	Establece el número que se le va a enviar un mensaje de texto, seguido le enviar un indicador '>' para que escriba el texto no mayor a 160 caracteres.
<b>AT+CGNSINF</b>	Consulta la trama del GPS

Tabla 18 Tabla de comando AT usados

### CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO Y THINGSPEAK

Para una buena visualización y entendimientos de los datos del prototipo se recomienda crear una cuenta de Thingspeak y configurar su canal de la siguiente forma.

The screenshot shows the 'Channel Settings' page for a ThingSpeak channel. At the top, there is a navigation bar with 'ThingSpeak™' logo and links for 'Channels', 'Apps', 'Community', and 'Support'. Below this, there are tabs for 'Private View', 'Public View', 'Channel Settings' (which is active), 'Sharing', 'API Keys', and 'Data'. The main heading is 'Channel Settings'. A progress indicator shows 'Percentage complete 70%'. The 'Channel ID' is 456820. The 'Name' field contains 'Vehiculo Prototipo' and the 'Description' field contains 'Prototipo SIM808'. There are eight data fields, each with a text input and a checked checkbox:

- Field 1: Latitud
- Field 2: Longitud
- Field 3: Velocidad
- Field 4: Estado\_Puerta
- Field 5: Pasajeros\_Subidos
- Field 6: Pasajeros\_Bajados
- Field 7: Placa
- Field 8: Linea

Ilustración 89 Campos del canal de ThingSpeak configurados.

El Api\_key de su canal puede encontrarlo en la sección de Api\_Key

The screenshot shows the 'API Keys' section of the ThingSpeak interface. It has a heading 'Write API Key' and a text input field containing the key '7J8YDER8KARTHG7I'. Below the input is an orange button labeled 'Generate New Write API Key'. Underneath, there is a section titled 'Read API Keys' with a text input field containing the key '0GYDFPJPR5RDPZ2B'. Below this is a text input field labeled 'Note' containing the word 'Datos'. At the bottom of this section are two buttons: a green 'Save Note' button and a red 'Delete API Key' button.

Ilustración 90 Key de escritura y de lectura del canal

El Api\_Key de lectura debe ser enviada al dispositivo cuando este en modo de configuración. Adicional si desea ver su monitoreo puede crear gadgets en su interfaz principal de la siguiente manera.

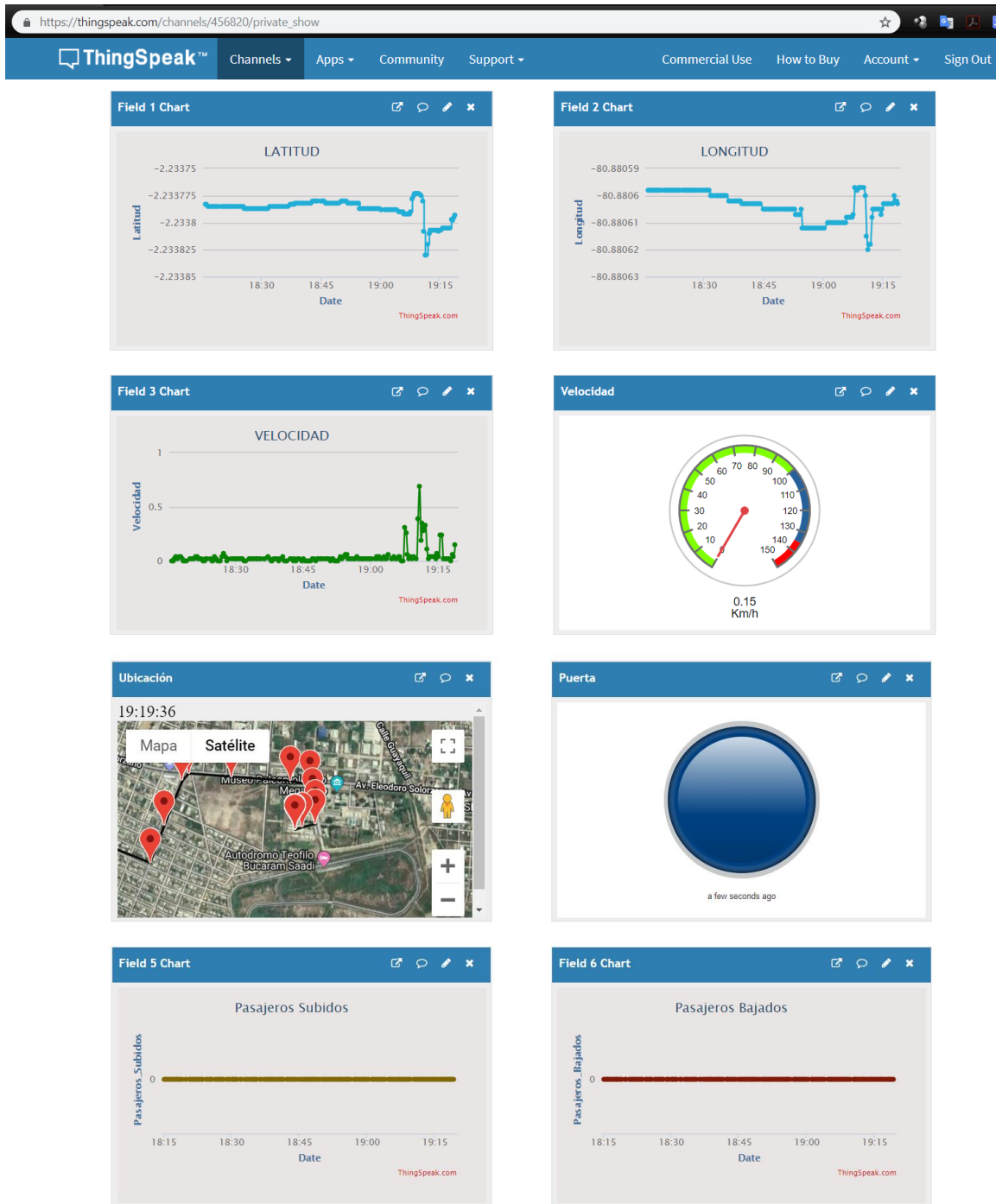


Ilustración 91 Dashboard principal de la plataforma ThingSpeak

Y para el muestreo de la ruta puede crear un plugging en un código HTML.

## CÓDIGO DE MUESTREO

Para realizar el muestreo puede copiar el siguiente código en el plugging creado en su canal en la sección HTML.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Ubicacion por MAPS</title>
<meta http-equiv="refresh" content="60" />
<meta name="Ubicacion" content="initial-scale=1.0, user-
scalable=no">
<meta charset="utf-8">
<style>
#map {height: 100%;}
html, body {height: 100%;margin: 0;padding: 0;}
</style>
<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=<KEY_DE_
GOOGLE_MAPS>"></script>
<script
src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.1.1/jquery.
min.js"></script>
<script>
var ArrayMarker = [],coord=[];
var map;
google.maps.event.addDomListener(window, 'load',
loadmaps);
function loadmaps(){
$.getJSON("https://api.thingspeak.com/channels/<NUMERO_C
ANAL>/feeds.json?api_key=<APIKEY>&results=540&timezone=
America%2FLima",
function(result){
var m = result;
x=m.feeds;
jQuery.each(x, function() {
var marcador = {
x:Number(this.field1),
y:Number(this.field2),
v:Number(this.field3),
p:Number(this.field4),
sube:Number(this.field5),
baja:Number(this.field6),
placa:this.field7,
linea:Number(this.field8),
fe:this.created_at;
ArrayMarker.push(marcador);
});
}).done(function() {initMap();});
} function initMap() {
var mapOptions = {
zoom: 15,
center: {lat: ArrayMarker[ArrayMarker.length - 1].x, lng:
ArrayMarker[ArrayMarker.length - 1].y},
mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
};
map = new
google.maps.Map(document.getElementById('map'),mapOptio
ns);
var lineSymbol = {
path:
google.maps.SymbolPath.FORWARD_CLOSED_ARROW,
scale: 6,
strokeColor: '#e8a509'
};
jQuery.each(ArrayMarker, function() {
var coordenadas = {lat:Number(this.x),
lng:Number(this.y)};
coord.push(coordenadas);
});

var lineas = new google.maps.Polyline({
path: coord,
geodesic: true,
strokeColor: '#0c0c0c',
strokeOpacity: 1.0,
strokeWeight: 3,
icons: [{
icon: lineSymbol,
offset: '100%'
}],
map: map
});
jQuery.each(ArrayMarker, function() {
if (this.p==0){
var estado_puerta="Abierto"
}else{
var estado_puerta="Cerrada" }
var marker = new google.maps.Marker({position:
{lat:this.x, lng:this.y},map: map});
var infowindow = new
google.maps.InfoWindow({content: '<h3>Ubicacion:( ' + this.x +
'; ' + this.y + ' )' + "<br/> Velocidad: " + this.v + ' Km/h' + "<br/>
Fecha " + this.fe + "<br/> Placa: " + this.placa + "<br/> Puerta:
"+ estado_puerta+ "<br/> Pasajeros: " + (this.sube-this.baja) +
"<br/> Linea: " + this.linea + '</h3>'
});
marker.addListener('mouseover', function() {
infowindow.open(map, this);
});
marker.addListener('mouseout', function() {
infowindow.close(map, this);
});
});
animateCircle(lineas);
}
function animateCircle(line) {
var count = 0;
window.setInterval(function() {
count = (count + 1) % 200;
var icons = line.get('icons');
icons[0].offset = (count / 2) + '%';
line.set('icons', icons);
}, 110);
}
</script>
<script type="text/javascript">
function startTime(){
today=new Date();
h=today.getHours();
m=today.getMinutes();
s=today.getSeconds();
m=checkTime(m);
s=checkTime(s);
document.getElementById('reloj').innerHTML=h+":" +m+":" +s;
t=setTimeout('startTime()',500);}
function checkTime(i)
{if (i<10) (i="0" + i);return i;}
window.onload=function(){startTime();}
</script>
<div id="reloj" style="font-size:20px;"></div>
</head>
<body>
<div id="map"></div>
</body>
</html>
```

## CÓDIGO MICROCONTROLADOR

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <EEPROM.h>
#include <String.h>
#define ledconfig 2
#define reset 4
#define sconfig 6
SoftwareSerial SIM808(10, 11);
unsigned long t_actual;
char
api[17],placa[7],char_lat[10],char_lon[11],char_vel[6],char_puerta[2]="0",char_sube[8]="0",char_baja[8]="0",char_apn[30],char_linea[2];
String apikey,placakey,apn,cadena,linea;
int envio,envio2,tiempogps;

void setup(){
SIM808.begin(9600);
Serial.begin(115200);
pinMode(reset, OUTPUT);
pinMode(ledconfig, OUTPUT);
pinMode(sconfig,INPUT);
while(funcionaux2("AT+IPR=9600", "OK", "ERROR", 1000) == 0); //configuramos la velocidad de baudios
delay(1000);
while(funcionaux2("AT+CGNSPWR=1", "OK", "ERROR", 1000) == 0); //enciende gps
while(funcionaux("AT+CREG?", "+CREG: 0,1", 5000) == 0 ) {} //Ciclamos hasta que encuentre señal
SIM808.print("AT+COPS=0,2\r");
if (funcionaux("AT+COPS?", "+COPS: 0,2,\"74000\"",1000)==1)
{
apn="internet.movistar.com.ec"; //buscamos el operador de red para configurar el apn
}
if (funcionaux("AT+COPS?", "+COPS: 0,2,\"74001\"",1000)==1)
{
apn="internet.claro.com.ec"; //buscamos el operador de red para configurar el apn
}
if (funcionaux("AT+COPS?", "+COPS: 0,2,\"74002\"",1000)==1)
{
apn="internet.cnt.net.ec"; //buscamos el operador de red para configurar el apn
}
Serial.println("Conectado a la red "+apn); //confirmamos el apn
apn.toCharArray(char_apn,30); //convertimos a una cadena
for (int i = 0 ; i < 17 ; i++)
{
api[i] = EEPROM.read(i);
}
apikey = api; //revisa la key guardada
//Serial.println("su apikey actual es " + apikey);

for (int i = 18 ; i < 24 ; i++)
{
placa[i-18] = EEPROM.read(i);
}
placakey = placa; //revisa la placa guardada
//Serial.println("su placa actual es " + placakey);
while(funcionaux2("AT+CMGF=1", "OK", "ERROR", 1000) == 0); //modo sms texto
while(funcionaux2("AT+CNMI=1,2,0,0,0", "OK", "ERROR", 1000) == 0); //modo de lectura sms
t_actual=millis();
while (t_actual + (120000) > millis())
{//iniciamos conteo
if (digitalRead(sconfig) == LOW)
{ //verificamos el switch de configuracion
digitalWrite(ledconfig, HIGH); //indicamos que esta en modo configuracion
esperamensaje();
}
else
{
break;
}
}
digitalWrite(ledconfig, LOW);
while(funcionaux2("AT+CGPSSTATUS?", "3D Fix","2D Fix",1000)==0); //cicla hasta encontrar señal gps
while(Serial.available() > 0) Serial.read(); //limpiamos serial
while(SIM808.available() > 0) SIM808.read(); //limpimos serial del sim808
t_actual = millis(); //tomamos tiempo
}

void loop()
{
if (millis() > t_actual + (1000)){
sacar_datos(); //obtiene trama
if (tiempogps>=600 && tiempogps <=900)
{
digitalWrite(reset, HIGH);
}
else
{
digitalWrite(reset, LOW);
}
}
if (envio == 1 && envio2 == 1)
{
enviar_delay();
}
t_actual = millis();
}
}

```

## CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO

Dimensiones	100*110*65mm controlador 127*45*30mm contador
Peso	350 gr controlador 105 gr contador
Tensión de funcionamiento	12v-24v
Consumo de corriente	≅160mAh
Tiempo de autonomía	≅75 minutos
Temperatura de funcionamiento	10 <sup>0</sup> c – 60 <sup>0</sup> c
Rango de conteo de pasajeros	[0-99999999]
Compatibilidad operadoras	Claro-Cnt-Movistar-Tuenti
Consumo MB al mes	86 MB
Tiempo de muestreo	≅20 segundos
Tiempo señal GSM	<10 segundos
Tiempo señal GPRS	<90 segundos
Precisión GPS	<2.65 metros
Tiempo configuración	2 minutos
Método de configuración	SMS
Protocolo de comunicación	TCP

Tabla 19 Características del Prototipo

### **PRESUPUESTO:**

A continuación, se detalla los costos que se realizaron para el desarrollo de la propuesta.

<b><u>Costos de Hardware:</u></b>		
<b>Herramienta</b>	<b>Costo</b>	<b>Precio Final</b>
<b>2 Tarjetas Arduino Uno</b>	\$15	\$30,00
<b>3 Tarjetas Arduino nano</b>	\$10	\$20,00
<b>2 Módulos SIM808 mini</b>	\$48	\$96,00

Tarjeta Sim con Datos Claro	\$5	\$5,00
Tarjeta Sim con Datos Tuenti	\$5	\$5,00
Tarjeta Sim con Datos CNT	\$5	\$5,00
2 Kits de Sensores Magnéticos	\$9	\$9,00
2 Sensores Infrarrojos Sharp	\$12	\$24,00
Cables conectores	\$5	\$5,00
Batería -Lipo 7.4 5000mAh	\$70	\$70,00
Cargador Lipo	\$25	\$25,00
2 Baterías Li-Ion 7.4V 600mAh	\$10	\$20,00
<b>Total</b>		<b>\$314,00</b>

<u>Costos de Software:</u>		
Herramienta	Costo	Precio Final
Software Arduino	Gratuito	-
Plataforma ThingSpeak	Gratuito	-
<b>Total</b>		<b>-</b>

<b><u>Costos de Desarrollo:</u></b>		
<b>Herramienta</b>	<b>Costo</b>	<b>Precio Final</b>
<b>Desarrollo Código</b>	-	-
<b>Diseño Prototipo</b>	-	-
<b>Impresión 3D</b>	\$60	\$60
<b>Ensamblaje del Dispositivo</b>	-	-
<b>Total</b>		<b>\$60</b>

<b>Costos Varios:</b>	-	-	-
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO/DÍA</b>	<b>DÍAS</b>	<b>PRECIO FINAL</b>
<b>Transportación</b>	\$ 2	180	\$360
<b>Internet</b>	\$1	180	\$180
<b>Impresiones</b>	-	-	\$150
<b>Gastos Adicionales</b>			\$100
<b>Paquete de Datos Tuenti</b>		120	\$60
<b>Paquete de Datos CNT</b>		60	\$10
<b>Paquete de Datos Móviles Claro</b>	\$1	120	\$30
<b>Total</b>			<b>\$890,00</b>



<b>Descripción</b>	<b>Precio Final</b>
<b>Costos de Hardware</b>	\$314
<b>Costos de Software</b>	-
<b>Costos de Desarrollo</b>	\$60
<b>Costos Varios</b>	\$890
<b>Total de Costos</b>	<b>\$1.264</b>

**Costos de Prototipo:** Los costos presentados en este apartado fueron asumidos por la persona que presento esta propuesta.