DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y MONITOREO SATELITAL PARA UNA BICICLETA POR MEDIO REDES GSM/GPRS.

DESIGN OF A MONITORING SYSTEM SECURITY AND SATELLITE FOR A BICYCLE THROUGH NETWORKS GSM / GPRS.

Yesid Fabián Briceño Murillo*

Resumen*:* Este articulo trata del diseño de un sistema de seguridad aplicado a una bicicleta, basado en tecnología de redes GPS/GPRS/GSM, con este sistema se puede monitorear la ubicación de una bicicleta por medio de un GPS NEO 6M y un sensor magnético (sensor efecto Hall) el cual es el encargado de obtener el evento de robo de la misma y reportarlo al usuario por medio de tecnología GPRS/GSM utilizando el módulo M95 de Quectel. Dicho mensaje de texto contiene información de la ubicación exacta en formato DMM (grados y minutos decimales) para poder ser visualizado a través de Google Maps.

Cuando se requiera desactivar dichos sistema, se hará gracias a un control de radiofrecuencia PT2262, muy similar a un control de un automóvil, consta de 4 botones, y se configuro para tener una clave de 4 caracteres a una distancia de por lo menos 10 metros. Este proyecto se ha implementado en el microcontrolador ARDUINO MEGA.

Palabras clave: monitoreo, seguridad, GPS, GPRS, bicicleta, celular.

Abstract: This article deals with the design of a security system applied to a bicycle, based on technology GPS / GPRS / GSM networks, this system can monitor the location of a bicycle by a GPS NEO 6M and a magnetic sensor (sensor Hall effect) which is responsible for obtaining the event of theft of it and report it to the user via GPRS / GSM technology using the M95 Quectel

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

module. Said text message contains information on the exact location on DMM (degrees and decimal minutes) format to be viewed through google maps.

When required deactivate said system, will be done through a radio frequency control PT2262, very similar to control an automobile has four buttons, and configured to have a key 4 characters at a distance of at least 10 meters . This project has been implemented in the microcontroller ARDUINO MEGA. **Key Words:** monitoring, security, GPS, GPRS, bicycle, cell phone.

1. Introducción

En Colombia, estadísticas dicen que diez bicicletas son robadas por día, una cifra que es alarmante para nuestros habitantes, en especial para Bogotá que registro 1.450 casos durante el año 2014. [1] A esto hay que sumarle el número de heridos que se registran gracias a esta acción delictiva; también se debe aceptar que las cadenas y los candados no es un sistema de seguridad muy eficiente, y tampoco lo son los parqueaderos improvisados de bicicletas, que también se pueden ver afectados por este problema.

La bicicleta es un medio de transporte que puede ser la solución al tráfico en Bogotá, pero debido a las cifras alarmantes antes mencionadas, los usuarios prefieren ser pacientes y optar por el transporte público que es muy incómodo y presenta mucha congestión, o movilizarse en carro o en moto, que es más cómodo pero el tráfico en Bogotá es muy alto.

Al encontrar estas falencias, se diseñó un dispositivo capaz de brindar mayor seguridad a una bicicleta, dicho dispositivo consta de ubicación a través de un GPS, y reporta la ubicación de la misma por medio de coordenadas enviadas al usuario gracias al módulo GPRS/GSM enviando un mensaje de texto directamente al número celular que se haya programado. Con esto no solo se podrá reducir los constantes hurtos de bicicletas, sino también una mayor seguridad para el conductor de estos vehículos.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

1.1. Planteamiento del problema

El constante robo constante de bicicletas, según las estadísticas es bastante alta, sobre todo en nuestra ciudad. Dichos robos se llevan a cabo de diferentes maneras, por ejemplo, el hurto mientras dicho vehículo esta estacionado y asegurado con cadenas, seguridad que se ha visto violada fácilmente. Otra modalidad de hurto de bicicletas es a través del atraco con un arma, y puede poner en riesgo la vida del conductor si no se actúa de una manera inteligente, adecuada y eficaz.

1.2. Justificación

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva y esto significa que no evitan una situación anormal, pero sí son capaces de advertir de ella, cumpliendo así, una función disuasoria frente a posibles problemas [2].

Con este proyecto se espera notificar rápidamente al dueño de la bicicleta, si dicho vehículo ha sido robado, o simplemente podemos monitorearla para actuar de una manera más inteligente, el cual constituye un papel primordial para que el dispositivo al momento de informarle al usuario sobre la activación del sistema, especifique la ubicación de la bicicleta; gracias a esto se pude estar tranquilos ya que con este sistema de seguridad, nos alerta en que momento debemos actuar y de la manera más eficiente para notificar a las autoridades rápidamente hacia donde se dirige la bicicleta.

Este proyecto tiene una interfaz diferente a otros dispositivos, ya que se puede recibir las coordenadas de la ubicación de la bicicleta a un dispositivo móvil (celular), y posteriormente visualizar estas coordenadas a través de Google Maps.

1.3. Impacto esperado

Con este proyecto se espera una implementación de nuevas tecnologías en vehículos que contribuyen con el medio ambiente y con el tráfico en la ciudad, brindado así mayor seguridad y confiabilidad a los usuarios, y posiblemente reducir las cifras alarmantes de hurtos de bicicletas en la ciudad.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

Adicionalmente ello también se busca modernizar este medio de transporte, aportando bases sólidas para otros proyectos o aplicaciones tecnológicas.

1.4. Objetivos

1.4.1. General.

- Diseñar un sistema de seguridad y monitoreo satelital para una bicicleta por medio redes GSM/GPRS.

1.4.2. Específicos.

1. Diseñar un sistema de alarma que posea clave de usuario para la bicicleta.
2. Diseñar el módulo de reporte de alarma, por medio de tecnología GSM.
3. Diseñar el módulo de monitoreo satelital que reporte al celular por medio de mensajes de texto la posición de la bicicleta.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación se hará una descripción de los elementos utilizados en este proyecto, como el Sensor de efecto hall M40-49E, el GPS NEO 6M, módulo GPRS/GSM M95 y el módulo y Control PT2262, algunas especificaciones técnicas y su funcionamiento básico.

2.1 Sensor de efecto hall 49E.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

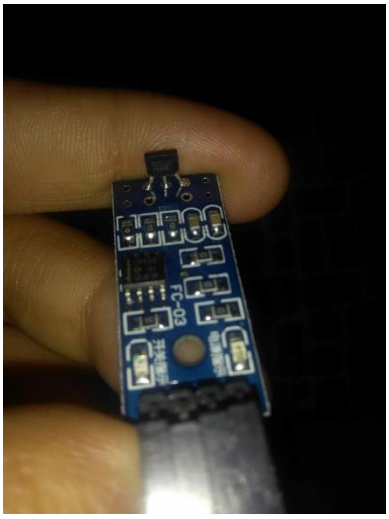


Figura 1. Sensor de efecto Hall 49E, fuente autor

La figura 1 muestra el sensor de efecto hall el cual es un dispositivo semiconductor que genera un voltaje de salida cuando está expuesto a un campo magnético [3]. Dicho campo es proporcionado por un imán y cada vez que este pase cerca del sensor de efecto hall generara un pulso para indicar un cambio de estado. Más adelante se explicara con detalles la función de este sensor en este proyecto, A continuación se podrá apreciar en la figura 2, el plano del montaje del sensor de efecto hall en la bicicleta.

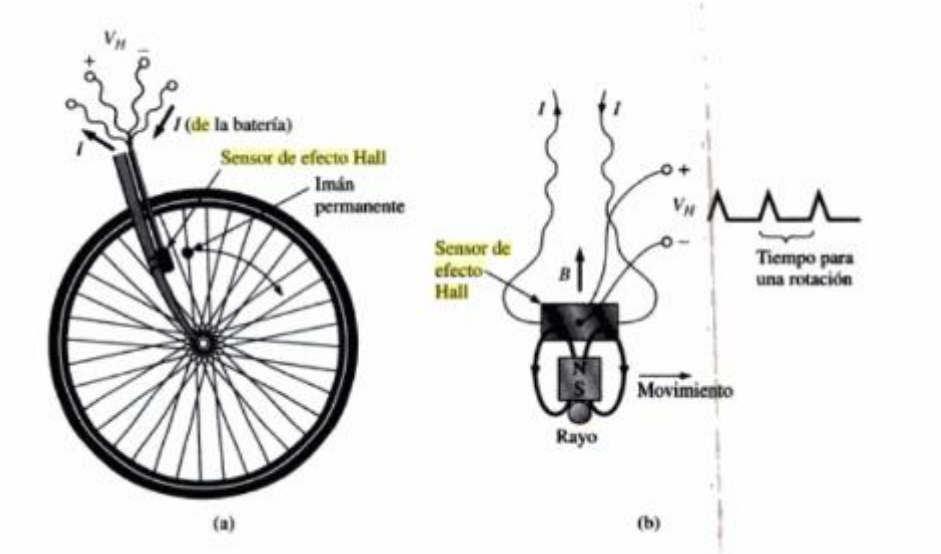


Figura No. 2. (a) Sensor de efecto Hall en los rines de la bicicleta. (b) Respuesta del sensor [2]

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

En la figura 2 se puede apreciar como el imán fue puesto fijo en los rines de una bicicleta, si generamos movimiento a la rueda, naturalmente el imán pasara por el punto que el sensor se encuentra y enviara el pulso como se puede apreciar en la figura 2(b).

Las características generales del sensor de efecto Hall 49E son:

- Voltaje de alimentación, VCC 28 V
- Invierta voltaje de la batería, VRCC -35 V
- Densidad de flujo magnético, B Ilimitado
- Salida OFF Voltaje, VOUT 28 V
- Tensión inversa de salida, VOUT -0,5 V
- Corriente de salida continua, IOUT 25 mA
- Rango de temperatura de funcionamiento, TA
- El sufijo 'E' -40 ° C a + 85 ° C
- Temperatura de almacenamiento, TS -65 ° C a + 170 ° C

Cada dispositivo incluye un regulador de voltaje para el funcionamiento con tensiones de alimentación de 4,5 a 24 voltios, diodo inverso de protección de la batería, generador de Hall-tensión cuadrática, circuitos de compensación de temperatura, amplificador smallsignal, disparador Schmitt, y una salida de colector abierto a hundirse hasta 25 mA. El sufijo 'E' es para el rango de temperatura de la automoción e industrial de -40 ° C a + 85 ° C. El sufijo 'L' es para el rango de temperatura de la automoción y militar de -40 ° C a + 150 ° C. [4]

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

2.2. GPS NEO 6M.

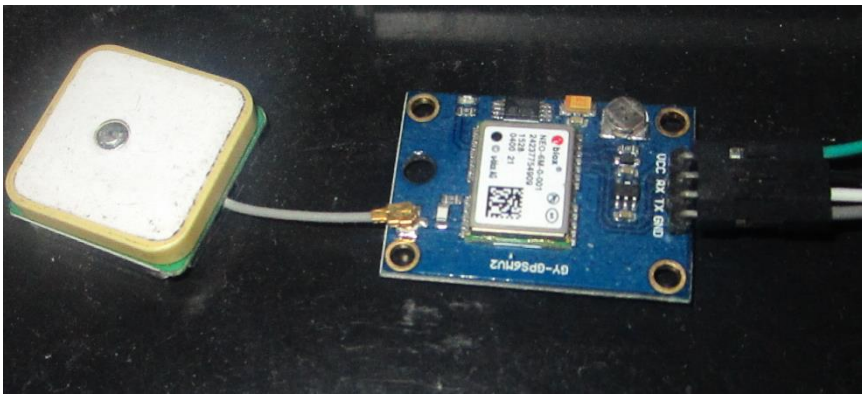


Figura No. 3. Modulo GPS NEO 6M. Fuente: autor

En la figura 3 se puede observar la tarjeta de control con el circuito NEO-6M y la antena. El GPS NEO-6M es compatible con el protocolo NMEA[1], el GPS una vez conectado a una interfaz serial mandará cada segundo una serie de comandos siguiendo este protocolo. En el siguiente texto se muestra un ejemplo de los datos producidos por el GPS.

```
$GPGSA,A,3,10,18,31,22,26,25,14,21,,,,,2.31,1.13,2.01*0D
$GPGSV,3,1,10,10,76,033,38,14,28,003,36,18,57,122,27,21,23,171,30*71
$GPGSV,3,2,10,22,44,333,37,25,37,052,40,26,38,196,39,31,50,302,40*77
$GPGSV,3,3,10,46,62,259,31,51,51,263,37*71
$GPGLL,0434.33008,N,07408.78185,W,195306.00,A,A*70
$GPRMC,195307.00,A,0434.32996,N,07408.78184,W,0.007,,210116,,,A*64
$GPVTG,,T,,M,0.007,N,0.012,K,A*27
$GPGGA,195307.00,0434.32996,N,07408.78184,W,1,08,
```

Figura No. 4. Modulo GPS NEO 6M. Fuente: autor

En la figura 4 se muestran 8 líneas de comandos obtenidas del módulo NEO 6M, cada línea de comando comienza con el símbolo $ y finaliza con un checksum y salto de línea. Cabe señalar que el GPS únicamente proporcionará datos validos si el led verde se encuentra encendiendo a lapsos de 1 segundos aproximadamente, en caso de que el led no esté encendiendo se puede deber a que el GPS

[1] El protocolo NMEA se creó para el intercambio de información digital entre productos electrónicos marinos.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

no encuentra satélites o que el sistema se encuentra operando dentro de un espacio cerrado. Recuerde que las paredes y edificios grandes obstruyen la señal proveniente de los satélites, también se recomienda manipular este módulo con guantes antiestáticos ya que esta energía podría afectar el funcionamiento y la estabilidad del dispositivo [5].

A continuación se nombraran algunas características generales del GPS:

- Comunicación serial
- Voltaje de alimentación: (3.5 – 5)VDC y 55 mA
- Antena cerámica activa incluida
- LED indicador de señal
- Tamaño de antena 22x22mm
- Tamaño de módulo 23x30mm
- Batería incluida
- BAUDRATE: 9600
- EEPROM para guardar configuración de parámetros
- Sistema de coordenadas: WGS-84
- Sensibilidad de captura -148dBm
- Sensibilidad de rastreo: -161 dBm
- Máxima altura medible: 18000
- Máxima velocidad 515 m/s
- Exactitud: 1micro segundo
- Frecuencia receptora: L1 (1575.42 Mhz)
- Código C/A 1.023 Mhz
- Tiempo de inicio primera vez: 38s en promedio
- Tiempo de inicio : 35s en promedio

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

A continuación se muestra la explicación de cómo saber interpretar las coordenadas leídas del GPS:

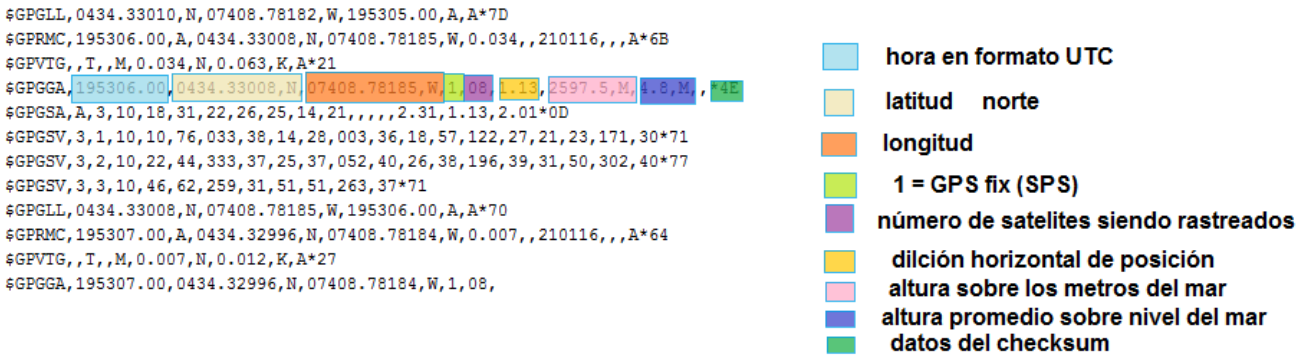


Figura No. 5. Interpretación de coordenadas leídas del GPS [5]

En la figura 5 se puede observar la línea de información que se necesita para este proyecto, en primer lugar nos informa la hora en formato UTC[2], que es la hora registrada en el meridiano de Greenwich, y Colombia se registra una zona horaria de -5 horas de este formato, así que bastará con restarle 5 horas y nos indicara la hora local; siguiendo la línea de información se encontrara con la latitud norte, esta hace referencia a la distancia con el meridiano cero o con el ecuador terrestre, si está por debajo de él tendrá que ponerle un signo negativo ya que se encuentra en latitud sur, Colombia no tiene problema porque se encuentra en latitud norte, como se puede ver en la imagen la dirección 4° 34 minutos al norte.

La siguiente trama hace referencia a la longitud, que es la distancia al meridiano de Greenwich pero en este caso está dictando un apuntamiento al oeste, pero Colombia se encuentra hacia el este del meridiano, bastará con un signo negativo en esta coordenada.

El siguiente dato hace referencia a una configuración ya fijada por el GPS para un óptimo funcionamiento; la siguiente trama nos indica con cuantos satélites está haciendo conexión el GPS y los siguientes datos hacen referencia a la altitud sobre el nivel del mar y un estado del GPS al finalizar.

[2] Las siglas UTC significan "Tiempo Universal Coordinado" (en inglés, "Universal Time Coordinated"), que antiguamente fue llamada "la hora en el meridiano de Greenwich" ("GMT") o el "tiempo Zulu" ("Z").

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

2.3. Módulo GPRS/GSM M95 QUECTEL.

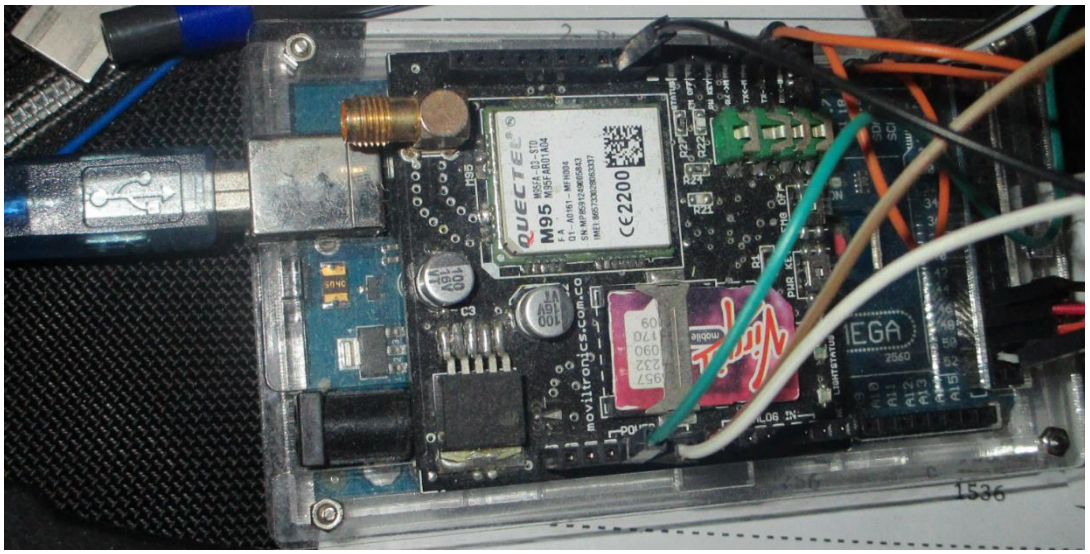


Figura No. 6. Módulo M95 GPRS/GSM. Fuente: Autor

En la figura 6 se puede observar el módulo M95 GPRS/GSM el cual se utilizó en este proyecto para poder enviar y recibir mensajes de texto. Este módulo debe contar con una SimCard activa a un operador móvil y con buena disponibilidad de saldo para el envío de mensajes. Este dispositivo fue creado para ser programado por Arduino UNO, pero con un par de puentes habilitamos su función para Arduino MEGA.

Este módulo funciona a través de códigos AT, a continuación se mostrara algunos códigos básicos utilizados en este proyecto:

- AT - su respuesta es OK si está conectado correctamente
- AT+IPR=9600 – configurar la velocidad de baudios
- AT+COPS?- Nombre de la compañía telefónica en el cual se encuentra activo
- AT+CMGF =1 - Ver el formato de un mensaje, (1) para mensaje de texto, este se debe configurar antes de enviar cualquier mensaje de texto

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

- AT+CMGS="310399XXXX"- este comando es para enviar un mensaje de texto, después de un ENTER aparecerá un símbolo de '>' y se podrá escribir el mensaje deseado, luego ctrl z para enviar el mensaje de texto
- AT+CMGR=? - Activar la recepción de mensajes de texto
- AT+CMGR=1 - Leer el primer mensaje
- AT+CNMI=2,2 - con este comando se podrá leer el mensaje de texto automáticamente.

Los códigos nombrados anteriormente son utilizados para configurar y manejar el modulo en este proyecto. [6]

2.4. Modulo y control PT2262.



Figura No. 7. Módulo y control PT2262. Fuente: Autor

La figura 7 muestra el módulo PT2262 con su respectivo control, dicho módulo tiene un alcance de hasta 60 metros, incluye control remoto de 4 botones tipo llavero, el receptor tiene salidas digitales 0-5V y puede ser utilizado con cualquier circuito que funcione con voltajes TTL.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

Características Transmisor

- Frecuencia de operación: 315 MHZ.
- Alcance Máximo: 60 metros (depende de las condiciones del ambiente de trabajo)
- Voltaje de operación RX: 5V
- Modulación: ASK
- Tamaño RX: 40 x 23 x 5mm
- Batería del control incluida.
- Puede configurar la dirección de emparejamiento, para así poder trabajar el receptor con varios controles.

Cada botón de este control se convertirá en un pulso diferente, el cual será decodificado por el receptor para convertirlos en caracteres, para luego poder programarse una cadena de 4 caracteres para una clave de seguridad, en este proyecto se utilizaron 2 claves de seguridad, una para activarla y otra para desactivarla.

3. Descripción de la solución

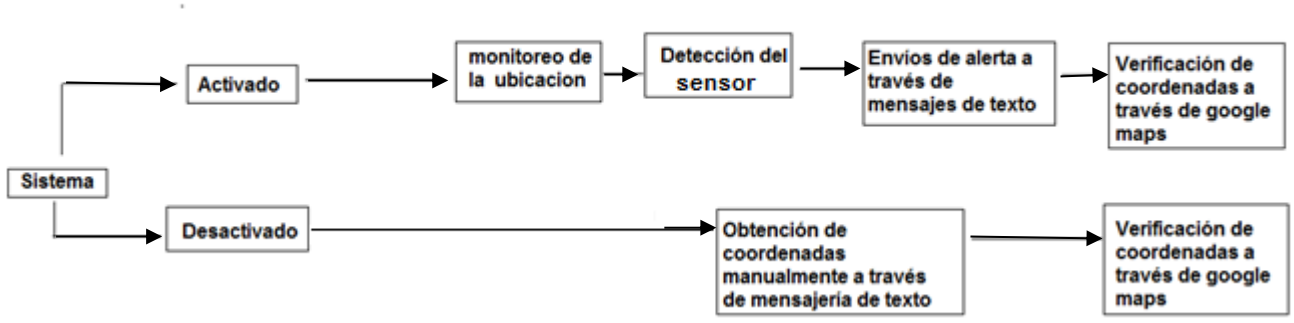


Figura No. 8. Diagrama de bloques de la solución. Fuente: autor

En la figura No.8 se puede apreciar el diagrama de bloques de la solución, el cual describe la automatización del dispositivo dependiendo del estado actual en el que se encuentre el sistema de

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

seguridad. Si este está **activado** el GPS siempre estará activo, **monitoreando la ubicación** de la bicicleta, y al mismo tiempo el sensor de efecto hall estará pendiente de cualquier eventualidad, en este caso será un pulso magnético de un imán ubicado en los rines; si el **sensor detecta** el pulso, esto indicara que el sistema de seguridad fue violado, y enviará un **mensaje de texto** alertando que la bicicleta ha sido movida.

Si el sistema de seguridad esta **desactivado**, lo más probable es que el conductor este usando la bicicleta, si el desea podrá pedir las **coordenadas** en cualquier momento **manualmente**, a través del servicio de mensajería de texto. En ambos casos se puede verificar estas **coordenadas en Google maps** para visualizar mejor la ubicación de la bicicleta para poder evaluar si fue robada o un error físico del medio.

3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE IMPLEMENTADO EN EL ARDUINO MEGA

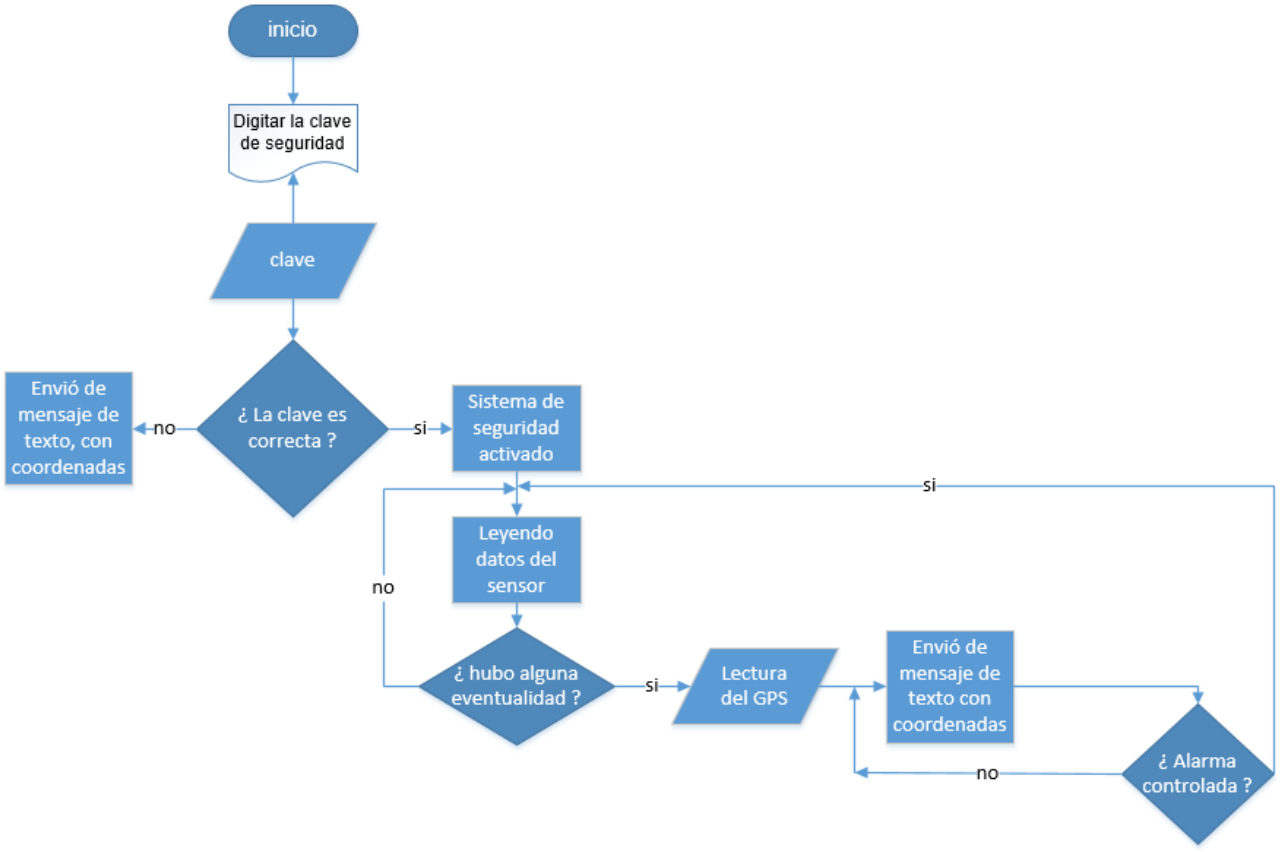


Figura No. 9. Diagrama de flujo del software implementado. Fuente: autor

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

En la figura 9, se puede observar la base del programa final desarrollado en el Arudino Mega; como inicio, el usuario tiene la opción de digitar la clave de seguridad, si esta clave es correcta puede ser activado o desactivado el sistema de seguridad, dependiendo lo que el usuario desee, si la clave no es correcta se enviará un mensaje de alerta al celular. Si el sistema es activado, estará alerta a los datos leídos del sensor, si hay algún evento o pulso, se activa la alarma y envía un mensaje de texto.

3.2 DIAGRAMA DE CONEXIÓN Y TIPO DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO

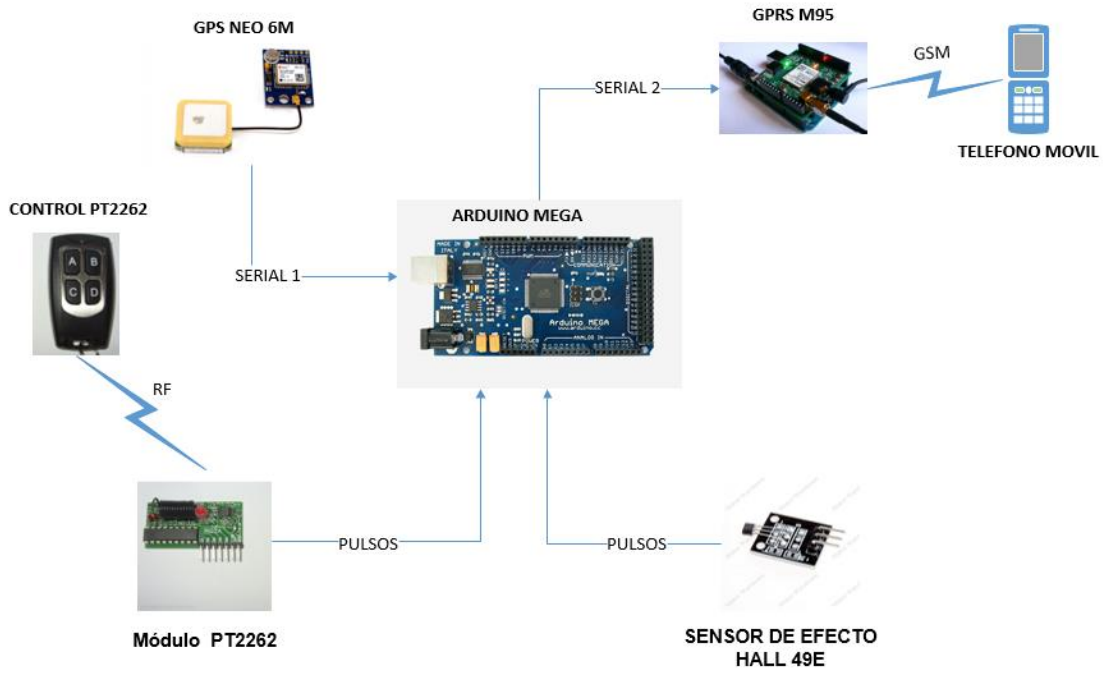


Figura 10. Diagrama de conexión al Arduino mega. Fuente: autor

En la figura 10. Se observa el diagrama de conexión de cada elemento utilizado en este proyecto, y la comunicación de estos con el Arduino mega, a continuación se nombra cada una de ellas.

3.2.1 comunicación a través de una señal de pulsos. Una señal es una función del tiempo t que toma un único valor en cada punto y representa una información (voz, imagen, tensión o corriente, conjunto de símbolos, etc.) [7].Un pulso es una emisión de voltaje, que se puede medir y caracterizar con estados, si la respuesta de algún elemento es de 3,6v a 5v se puede considerar como un estado

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

en alto, y si la respuesta es de 0v a 0,8v se considera como un estado en bajo, estos cambios de estado a través del tiempo forman una señal.

La función de una señal, es indicar un estado en determinado tiempo t, esta señal puede ser periódica o no periódica, esto quiere decir, si dicho evento se repite cada tiempo específico, es periódica, y se puede prever en un tiempo t en qué estado estará dicha señal; por el contrario si no se puede intuir el valor de la señal para un tiempo t es no periódica.

En este proyecto se usan señales no periódicas, y podemos ver estas señales en el módulo PT2262, hace la recepción de una señal RF y la convierte en pulsos de tensión, y en el sensor de efecto hall, que convierte un campo magnético en pulsos de tensión.

3.2.2. Comunicación serial. La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. La comunicación serial es también un protocolo común utilizado por varios dispositivos para instrumentación; la comunicación serial puede ser utilizada para adquisición de datos si se usa en conjunto con un dispositivo remoto de muestreo. El concepto de comunicación serial es sencillo, el puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez, aun y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Debido a que la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra. Existen otras líneas disponibles para realizar handshaking, o intercambio de pulsos de sincronización, pero no son requeridas. Las características más importantes de la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad. Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales. [8] En este proyecto esta comunicación se utilizó a una velocidad de transmisión o BAUD RITE de 9600 baudios por segundo, con 8 bits de transmisión y sin bits de parada

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

3.2.3. Comunicación RF (radiofrecuencia)

Radiofrecuencia (abreviado RF), también denominado espectro de radiofrecuencia, es un término que se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre los 3 kilohercios (KHz) y 300 gigahercios (GHz). El hercio es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo.2 Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena. [9]

3.2.4. Envíos de alerta a través de mensajes de texto (GSM). Cuando la alarma de la bicicleta esta disparada, el Arduino le enviara determinados códigos AT, para que sea enviado un mensaje de texto que contenga las coordenadas de la bicicleta, este mensaje debe ser interpretado de una manera útil como en los siguientes apartados se explica paso a paso la interpretación, de esta manera se tendrá un resultado eficaz . En **figura 11** se podrá evidenciar un mensaje de texto enviado por el módulo GPRS cuando la alarma fue disparada.

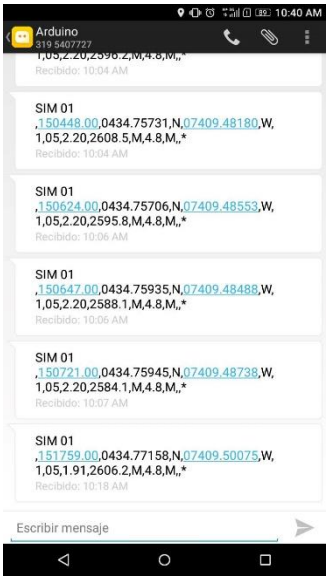


Figura No. 11. Envió de mensaje de texto al celular. Fuente: Autor

3.3. Verificación de las coordenadas a través de Google Maps. Con las coordenadas recibidas a través de mensaje de texto al número celular prefijado, se puede evidenciar dicha ubicación en Google Maps introduciendo las coordenadas en grados y minutos decimales (DMM). Hay que tener en cuenta

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

las recomendaciones que ya se han dicho en el capítulo anterior, ya que el signo negativo en la longitud es fundamental para una buena visualización por este medio. En **la figura 12** se muestra un ejemplo de una ubicación con las coordenadas enviadas al número celular.

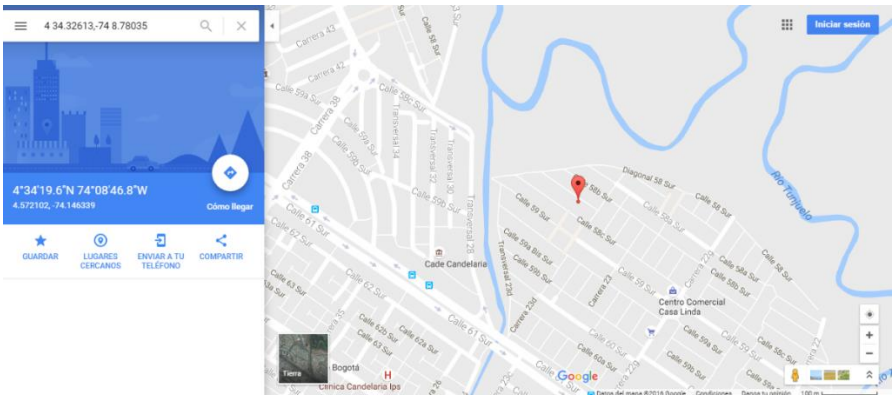


Figura No. 12. Verificación de las coordenadas en Google Maps. Fuente: autor

A continuación se explicara brevemente como interpretar los mensajes de texto con las coordenadas enviadas por el dispositivo:

Las coordenadas llegaran con un mensaje adicional dependiendo el estado de la bicicleta y sus respectivas coordenadas por ejemplo:

221611.00 ,0434.76061,N,07409.49035,W,1,06,1.11,2588.8,M,4.8,M,,*

En este caso se va a hacer enfoque en los fragmentos **0434. 76061, N ,07409.49035, W,** ya que estos nos indican la ubicación norte y la ubicación este, pero vamos a manejar mejor la información de la siguiente manera

04 34.76061, -074 09.49035

Como se aclara anteriormente el signo negativo es debido a la ubicación en sentido Este predeterminada del programa google Maps, en nuestro caso como estamos en el hemisferio occidental en dirección Oeste, por ende este signo.

Y de esta manera se obtienen los resultados deseados por el usuario como lo muestra a continuación la figura 13.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

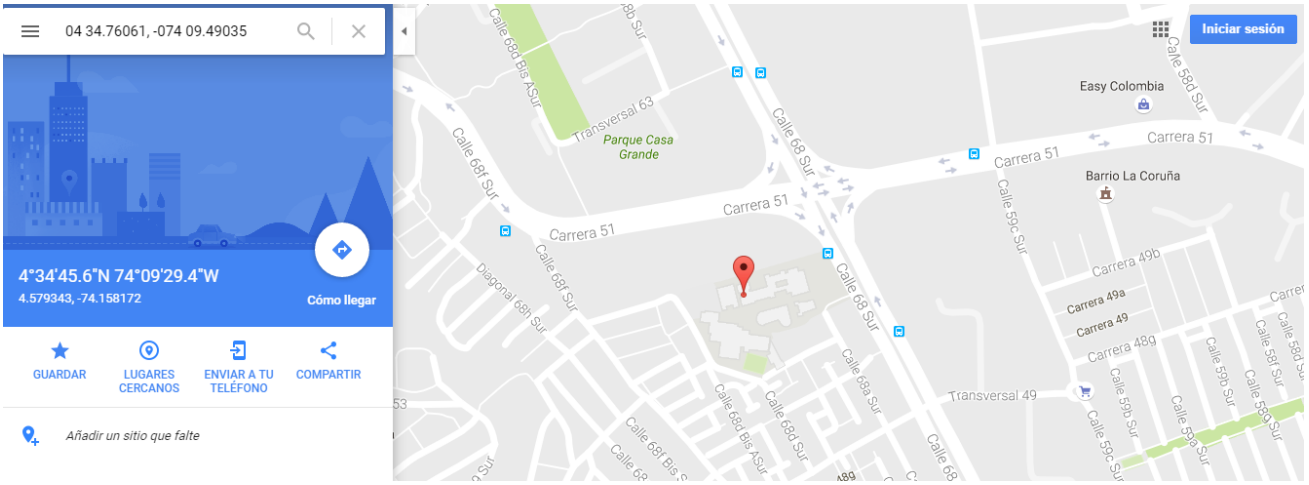


Figura 13. Ejemplo de interpretación de coordenadas recibidas y visualizadas a través de google Maps. Fuente autor

3.4. Obtención de coordenadas manualmente a través de mensaje de texto. En cualquier estado del sistema de seguridad (activado o desactivado), se podrá tener información de la ubicación de la bicicleta; para ello se debe enviar un mensaje de texto al número de teléfono de la SimCard el cual está siendo manipulado por el módulo GPRS, dicho mensaje debe llevar como contenido una variable o una cadena de caracteres que coincida con la variable de envío de mensajes de texto ya programada.

Cuando el módulo GPRS detecta un mensaje de texto, con el código AT+CNMI=2,2 activado el dispositivo podrá leer automáticamente los mensajes de texto en su puerto serial, si el mensaje leído coincide con la variable o cadena de caracteres prefijados, el Arduino escribirá los determinados códigos AT para que él envió del mensaje se ejecute de manera adecuada, y en el instante que el conductor lo requiera. En la **figura 14** se da un ejemplo del envío de códigos AT para que el módulo GPRS envié satisfactoriamente un mensaje de vuelta con las coordenadas de la ubicación de la bicicleta.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

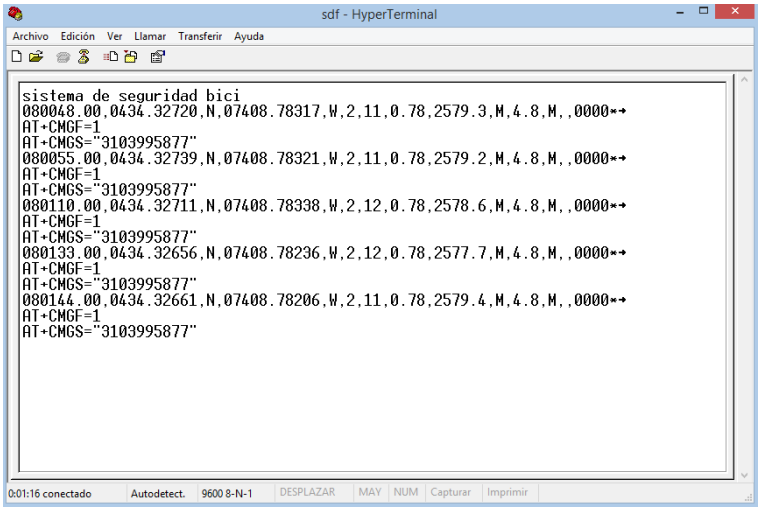


Figura No. 14. Código AT del envío de mensajes de texto y las coordenadas. Fuente: Autor

3.5. Ventajas y desventajas

A continuación se muestra algunas de las ventajas y desventajas de este dispositivo y como corregirlas:

Ventajas

- Respuesta inmediata a través de mensajería de texto
- Recuperación de la bicicleta
- Obtención de coordenadas cuando el usuario lo desee
- Gran cobertura gracias a una antena GPRS
- Un control que activa o desactiva el sistema, algo que lo hace diferente de otros GPS de bicicleta.
- Se puede visualizar las coordenadas a través de google maps, una aplicación muy fácil de manejar si se hace de la manera adecuada.
- Bajo consumo de voltaje
- Es de bajo costo a comparación de otros módulos que cuentan exactamente con todas las funcionalidades que presta este proyecto.
- Ahorro de seguros y otros gastos relacionados.

Desventajas

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

- Alto consumo de corriente (2A)
- La batería externa dura aproximadamente dura de 4 a 6 horas de uso.
- Puede estar un poco desfasado del tiempo real, ya que se pierde tiempo ingresando las coordenadas a google maps.
- emite ondas radioactivas que pueden llegar a ser dañinas para la salud en un uso prolongado del GPS.
- Su tamaño puede mejorarse
- Se debe recargar la sim card de este dispositivo ya que si no cuenta con el saldo suficiente no enviara coordenadas

3.6. Pruebas de operación:

Para este procedimiento se tomaron 12 muestras de coordenadas en orden de llegada a través de mensajería de texto, a continuación se podrá observar el recorrido realizado en Google Maps de la ruta de prueba evidenciada en la figura 15, la cual para este ejemplo se empieza la ruta desde el punto más grande y siendo este el punto número 1, y en ese orden sucesivamente hasta el punto número 12.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

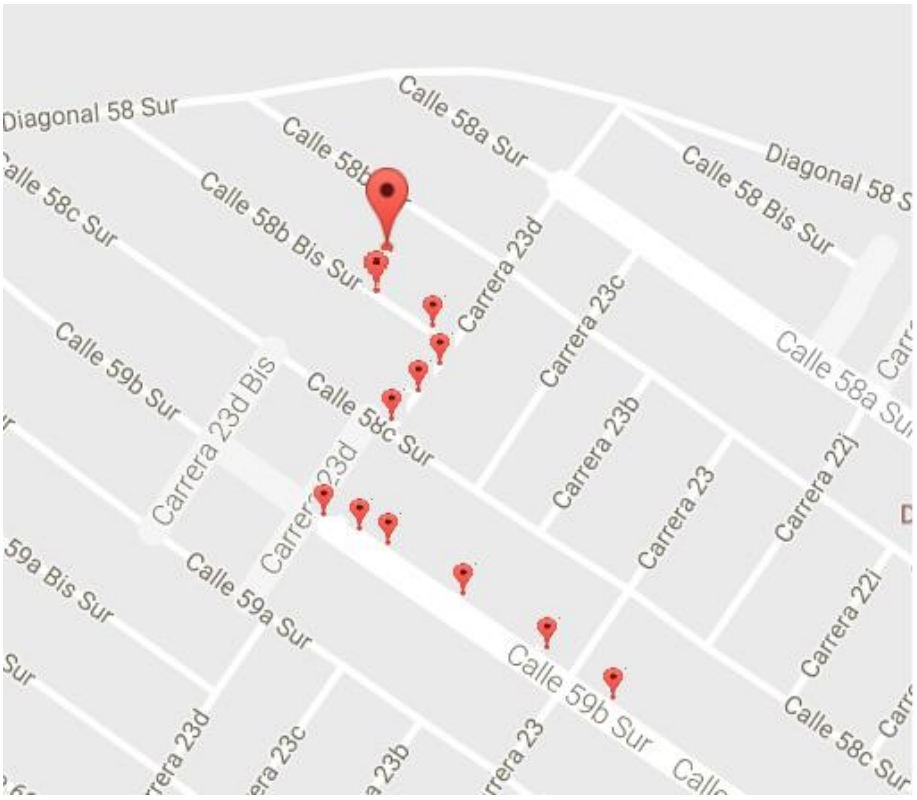


Figura No. 15.Recorrido hecho en la prueba operativa como ejemplo. Fuente: Autor

A continuación se muestra la tabla en orden de llegada de las coordenadas a través de google Maps y a la hora registrada en hora local, en la tabla 1.

Punto N°	Coordenadas	Tiempo (hora local)
1	04 34.33341, -74 08.77153	18:35:49
2	04 34.32633, -74 08.776734	18:35:53
3	04 34.32072, -74 08.76613	18:36:01
4	04 34.31774, -74 08.76660	18:36:03
5	04 34.31368, -74 08.76777	18:36:10
6	04 34.30606, -74 08.77480	18:36:12
7	04 34.29377, -74 08.78144	18:36:14
8	04 34.28987, -74 08.77664	18:36:16
9	04 34.28649, -74 08.77144	18:36:22

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

10	04 34.27144, -74 08.75790	18:36:23
11	04 34.26777, -74 08.74604	18:36:30
12	04 34.26045, -74 08.74010	18:36:34

Tabla 1. Puntos de prueba con sus coordenadas y tiempo respectivamente

Teniendo en cuenta que la muestra de los puntos son tomados cada vez que el imán atraviesa el sensor de efecto hall y envié el mensaje de texto con las coordenadas, hay un pequeño tiempo de retraso, sin embargo se evidencia claramente la ruta tomada y da un prospecto de la ruta que posiblemente siga el dispositivo.

4. Conclusiones.

La tecnología GSM y GPS demostraron ser bastante estable y confiable, además el sistema final mostro un alto grado de fiabilidad lo que lo hace ideal para ser utilizado como sistema de seguridad. Además su alto grado de miniaturización lo convierte en un sistema óptimo para vehículos de transporte unipersonal.

Este proyecto puede ser considerado como un muy buen sistema de seguridad para una bicicleta, ya que muy pocas cuentan con un sistema de monitoreo y un sistema de alarma, y las que cuentan con estos sistemas son bastante costosas. Este dispositivo cuenta con un sistema de seguridad pasivo, por ellos los accionamientos deben ser humanos, sin embargo este nos proporciona las herramientas adecuadas para garantizar la recuperación de dicha bicicleta, por un costo muy bajo a comparación de otros dispositivos, ya que su accionar no es inmediato lo que este dispositivo si garantiza.

Para asegurar un óptimo funcionamiento, se incluyó una antena GPRS para obtener más cobertura GSM y tener completa confiabilidad a la hora del envío de mensajes de texto al teléfono celular.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

El GPS presta un óptimo funcionamiento en lugares abiertos; a pesar que este proyecto se usa generalmente en lugares abiertos, en los lugares cerrados también se obtiene una respuesta favorable pero tarda un poco la comunicación con los satélites.

Los campos electromagnéticos podrían deteriorar GPS y tener interferencia en la lectura del sensor magnético, por esta razón se aisló el montaje para mayor confiabilidad, sin embargo se debe tener precaución con estos campos.

Agradecimientos.

Total agradecimiento a mi familia que me han apoyado económicamente, con palabras de aliento y me han levantado, al profesor miguel Pérez, que con mucha paciencia y dedicación estuvo pendiente del proceso, con bastante experiencia y profesionalismo, también a mis compañeros de la carrera de tecnología electrónica, grandes consejeros y un gran apoyo, ha sido un largo camino pero con bastantes frutos, no ha sido nada fácil, sobre todo por la carga académica y el horario laboral. También Muchas gracias

Referencias

[1] I. Torres, “En Colombia, cada día se roban 10 bicicletas”, El Tiempo.com, 13 de Enero de 2015, disponible en internet http://www.eltiempo.com/politica/justicia/robo-de-bicicletas-en-colombia/15088741

[2]

[3] R. L. Boylestad, “Introducción al análisis de circuitos”, vol.ED-10, pp. 465-466, Junio 2003.

[4] http://www.moviltronics.com.co/sensores/175-sensor-efecto-hall-44e.html?search_query=hall&results=1

[5] H. Torres, “GPS Ublox: NEO-6M módulo GPS con MATLAB por USB”, HETPRO.com 11 de Agosto Del 2014, disponible en internet http://hetpro-store.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-modulo-con-matlab/

[6] W. Gonzales, “Comandos AT”, electrónicaestudio.com ,11 de Agosto del 2016, disponible en internet http://www.electronicaestudio.com/docs/ISTD-034.pdf.

[7] R. H. Sánchez, M. García Gadañón.”Teoría de la comunicación”. Universidad De Valladolid Curso 2010 – 2011.

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

[8] National Instrumenst. “Comunicación Serial: Conceptos Generales”, Día del Reporte: 02/01/2004. Última Actualización: 06/06/2006. Identificación del Documento: 1M9E1L6Q. disponible en internet http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1

[9]Fundación Wikipedia INC. “Radiofrecuencia”. Última actualización el 26 de septiembre del 2016. Disponible en la web: https://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

Anexos

```
#define HALL_A A0
 #define HALL_D 9
volatile int estado_actual_sensor = LOW;
int POWER_K = 4;
int STATUS = 6;
int trama[5],info[100],a=0, s=0,b=0,y=0,x=0,w=0,mig=0;
char numero_cell[]="3103995877";
int led = 12;
int chicharra = 13;
int valor;


int si=0;
int A = 52;//A=52
int B = 50;//B=50
int C = 48;//C=48
int D = 46;//D=46


int z=1;
int toma1=0;
int toma2=0;
int toma3=0;
int toma4=0;
int suma=0;
int control1=0;
int control2=0;
int control3=0;
int control4=0;
char cadena;
String cadena_total;

void setup() {


  pinMode(A,INPUT);
  pinMode(B,INPUT);
  pinMode(C,INPUT);
  pinMode(D,INPUT);
  pinMode(HALL_A, INPUT);
  pinMode(HALL_D, INPUT);


Serial.begin(9600);
Serial1.begin(9600);
Serial2.begin(9600);
 CONFUGURE_M95();
Serial2.println("AT+CMGF=1");
delay(2000);
Serial2.println("AT+CMGR=?");//para activar la recepcion de mensajes de texto
delay(2000);
Serial2.println("AT+CNMI=2,2");// QUE APARESCA EL MENSAJE DE TEXTO AUTOMATICAMENTE
delay(2000);
Serial.print("sistema de alarma  \n");


}


void loop() {

  while(z=1){
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
   float hallA = analogRead(HALL_A);
  int hallD = digitalRead(HALL_D);


   gps();
   CONTROL();
   RECEPCION();
   if(suma==4){
 Serial.print("  ");

if(cadena_total == "ABCD"){
  interrupts();
   Serial.print("SEGURIDAD ACTIVADA \n");
  attachInterrupt(2,          cambio_estado_sensor,
LOW);
  estado_actual_sensor;
  delay(2000);
   }
 else if(cadena_total == "AAAA"){
 Serial.print("SEGURIDAD DESACTIVADA \n");
 delay(2000);
 noInterrupts();
//envio_clave_desactivada();
delay(1000);
z=0;
 }
    else
   {


     Serial.print("CLAVE INCORRECTA \n");
     //Serial.println(cadena_total);
      envio_clave_incorrecta();
      z=0;


// digitalWrite(led,LOW);
//digitalWrite(chicharra,HIGH);
   }
   if(z==0){
  control1=0;
  control2=0;
  control3=0;
  control4=0;
  z=1;
  cadena_total="";

  }
   cadena_total="";
  suma=0;

  }
  }
}

void envio(){
  //interrupts();
  delay(1000);
       Serial2.println("AT+CMGF=1");
      Serial.println("AT+CMGF=1");//
     delay(2000);
     Serial2.print("AT+CMGS=");
     Serial.print("AT+CMGS=");//
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
    Serial2.print((char)34);
     Serial.print((char)34);//
    Serial2.print(numero_cell);
    Serial.print(numero_cell);//
    Serial2.println((char)34);
    Serial.println((char)34);//
    Serial2.print("alerta seguridad violada coordenadas actuales son: ");//
    Serial.print("alerta seguridad violada coordenadas actuales son: ");//
    delay(1000);
    mig=0;
    while(mig<=w)
    {

      Serial2.write(info[mig]);
      Serial.write(info[mig]);
      mig++;

      }

    //Serial2.print("ENSAYO CON PULSADOR ");
    Serial2.print((char)26);
    Serial.print((char)26);//
     //Serial.print("la puerta ha sido BLA \n");

}

void envio_clave_incorrecta(){
      Serial2.println("AT+CMGF=1");
     Serial.println("AT+CMGF=1");//
     delay(2000);
     Serial2.print("AT+CMGS=");
     Serial.print("AT+CMGS=");//
     Serial2.print((char)34);
      Serial.print((char)34);//
     Serial2.print(numero_cell);
     Serial.print(numero_cell);//
     Serial2.println((char)34);
     Serial.println((char)34);//
     delay(200);


     Serial2.print("CLAVE INCORRECTA ");
     Serial2.print((char)26);
     Serial.print((char)26);//
      //Serial.print("clave incorrecta \n");

}
void envio_clave_desactivada(){
      Serial2.println("AT+CMGF=1");
     Serial.println("AT+CMGF=1");//
     delay(2000);
     Serial2.print("AT+CMGS=");
     Serial.print("AT+CMGS=");//
     Serial2.print((char)34);
      Serial.print((char)34);//
     Serial2.print(numero_cell);
     Serial.print(numero_cell);//
     Serial2.println((char)34);
     Serial.println((char)34);//
     delay(200);
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
      Serial2.print("SEGURIDAD    DESACTIVADA
");
      Serial.print("SEGURIDAD DESACTIVADA ");
      Serial2.print((char)26);
      Serial.print((char)26);//
    //  noInterrupts();

}
void gps(){
       if (Serial1.available()) {

         a  = Serial1.read();
 if(a=='$')
 {
  s=0;
  b=0;
  while(s==0)
  {

    if (Serial1.available()) {
      trama[b]= Serial1.read();
      b=b+1;
      if(b==5)
      {s=1;}
    }
  }

  s=0;
  y=0;
 if(trama[3]=='G'&& trama[4]=='A')
 {

  s=0;
  b=0;
  while(s==0)
  {

   if (Serial1.available()) {
    info[b]= Serial1.read();

    if(info[b]=='*')
    {s=1;}
    b=b+1;
  }
}
  x=0;
  w=0;
 while(x==0)
 {
    //Serial.write(info[w]);
    if(w==b)
    {x=1;}
    w++;
}
 //Serial.println(' ');
 }

 }
}

 }
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
void CONFUGURE_M95(){

  pinMode(POWER_K, OUTPUT);
  digitalWrite(POWER_K, LOW);
  pinMode(STATUS, INPUT_PULLUP);

  delay(10);

  if((digitalRead(STATUS))==LOW){
  digitalWrite(POWER_K, HIGH);
  while((digitalRead(STATUS))==LOW)
  {
  delay(200);
  }
  digitalWrite(POWER_K, LOW);
  }
  delay(100);

  while((Serial2.available())>0)//enviar AT continuamente y esperar a que el M95 rsponda OK. Hace prender y apagar el led (pin 13), para visualizar este paso.
  {
    Serial2.println("AT");
  }

  Serial.println("   Configurando          ");
  delay(3000);

  Serial2.println("ATE0");
  delay(1000);
  while ((Serial2.read())!='K'){}
  Serial.println("Eliminado el ECO");

  Serial2.println("AT+CFUN?");
  delay(1000);
  while ((Serial2.read())!='1'){}
  Serial.println("Encendido");

  Serial2.println("AT+CPIN?");//Comando para Saber si tiene pin la simcard, si tiene use el codigo de abajo descomentariselo y comentarise este
  delay(1000);
  while ((Serial2.read())!='K'){}
  Serial.println("SimCard OK");

  //Ajutar configuracion de audio, seleccionar MIC2 Y LOUDSPK.-> Para que el plug de audio (3.5mm) en el Shield funcione correctamente.
  Serial2.println("AT+QAUDCH=2");
  delay(1000);
  while ((Serial2.read())!='K'){}
  Serial2.println("AT+QMIC=2,12");
  delay(1000);
  while ((Serial2.read())!='K'){}
  Serial.println("ok audio y microfono");

}
void CONTROL(){
    toma1 = digitalRead(A);
    toma2 = digitalRead(B);
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
   toma3 = digitalRead(C);
   toma4 = digitalRead(D);

   if (toma1==HIGH){
   Serial.print("A");
   control1=1;
   cadena = 'A';
   delay(500);
   }
    if (toma2==HIGH){
   Serial.print("B");
   delay(500);
    control2=1;
    cadena = 'B';
    }
    if (toma3==HIGH){
   Serial.print("C");
   delay(500);
   control3=1;
   cadena = 'C';
   }
    if (toma4==HIGH){
   Serial.print("D");
   delay(500);
   control4=1;
   cadena = 'D';
    }
if(toma1!=0||toma2!=0||toma3!=0||toma4!=0){
  suma=suma+1;
  cadena_total = cadena_total + cadena;
}
  }

void RECEPCION(){
  if ((Serial2.read())=='X'){
    Serial.println("RECIBIDO");
    delay(2000);

    envio_recepcion();
  }

  }
  void cambio_estado_sensor(){
    estado_actual_sensor                    =
!estado_actual_sensor;
    envio();
  }

 void envio_recepcion(){
       Serial2.println("AT+CMGF=1");
      Serial.println("AT+CMGF=1");//
     delay(2000);
     Serial2.print("AT+CMGS=");
     Serial.print("AT+CMGS=");//
     Serial2.print((char)34);
      Serial.print((char)34);//
     Serial2.print(numero_cell);
     Serial.print(numero_cell);//
     Serial2.println((char)34);
     Serial.println((char)34);//
     delay(200);
     mig=0;
     while(mig<=w)
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .

```
{
  Serial2.print("Sus coordenadas son:");
  Serial.print("Sus coordenadas son:");
  Serial2.write(info[mig]);
  Serial.write(info[mig]);
  mig++;
  }
      //Serial2.print("ENSAYO CON PULSADOR
");
      Serial2.print((char)26);
      Serial.print((char)26);//
       //Serial.print("la puerta ha sido BLA \n");

}
```

*Estudiante de tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia e-mail: yes10_96@hotmail.com, yfbricenom@gmail.com .