

# Sistema de seguridad para bicicletas

Juan S. Dueñas S. Alejandro Triana. Santiago Arevalo  
 jsduenass@unal.edu.co jsarevalor@unal.edu.co  
 satrinal@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia.  
 Sede Bogotá.  
 Facultad de ingeniería  
 Taller de ingeniería electrónica  
 grupo 4 Equipo 2

**Resumen**—la bicicleta se ha convertido en un medio de transporte utilizado por muchos Bogotanos, pero debido a los altos índices de inseguridad muchos posibles usuarios evitan el uso de la bicicleta. Este proyecto busca encontrar una medida que ayude a prevenir el hurto de bicicletas.

**Palabras claves**—GPS (Sistema de posicionamiento global), GSM(Global System for Mobile Communications), seguridad, bicicleta, hurto.

## I. INTRODUCCIÓN

UNA de las principales problemáticas que enfrenta la ciudad de Bogotá es la movilidad, un número de vehículos que excede la capacidad de la ciudad y el uso de vehículos que generan un alto índice de contaminación y polución del aire han generado un medio de transporte ineficaz, y colapsado.

La bicicleta puede presentar una alternativa a los medios de transporte convencionales y una forma de contrarrestar los efectos negativos que generan. Bogotá es una ciudad con una infraestructura en capacidad de un mayor uso de las bicicletas, esta cuenta con el mayor número de kilómetros de ciclorutas (392 kilómetros) en el país y gran parte de América Latina promoviendo el uso de este medio de transporte más rápido, ecológico y económicamente viable.

En promedio un usuario que haga uso de la bicicleta tarda 25 minutos en llegar a su destino frente a los 33 minutos que se gastan en automóvil las personas. Pero debido a los altos índices de inseguridad muchos posibles usuarios evitan el uso de la bicicleta. Con el proyecto se pretende generar una medida de seguridad que incentive y expanda el uso de las bicicletas.

## II. CONTEXTO DEL PROBLEMA

### II-A. Motivación

Bogotá presenta un alto porcentaje de usuarios activos de bicicletas y las zonas donde transitan dichos vehículos son propensas al robo de las mismas. Por lo tanto, queremos realizar un sistema capaz de localizar las bicicletas en caso de hurto para su posterior recuperación.



### II-B. Definición

El problema consiste en el alto porcentaje de robo de bicicletas en la ciudad de Bogotá este tiene dos modalidades: robo mientras está en circulación y robo cuando se deja estacionada. Existen métodos de prevención como cadenas y candados los cuales han sido ineficientes al momento de evitar el hurto, esto se debe a que las bandas criminales dedicadas a la comercialización de bicicletas están preparadas para violar estos sistemas de seguridad por lo que es necesario, hacer un sistema que impida la pérdida de dichas bicicletas, sin importar el modo de hurto.

## III. JUSTIFICACION

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva y esto significa que no evita una situación anormal, pero sí son capaces de advertir de ella, cumpliendo así, una función disuasoria frente a posibles problemas [1].

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 puede 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.

#### IV. OBJETIVOS

- Diseñar un sistema de seguridad y monitoreo satelital para una bicicleta por medio redes GSM/GPRS.
- Crear un diseño compacto y discreto capaz de localizar y dar a conocer la ubicación del objeto.
- Diseñar el módulo de monitoreo satelital que reporte al celular por medio de mensajes de texto la posición de la bicicleta.

#### V. ALCANCE

El sistema de rastreo se encuentra disponible para la población en general que haga uso de la bicicleta como medio de transporte bajo la zona de cobertura y la cual se vea vulnerada por la problemática. Además se pretende dar enfoque a la población estudiantil de la universidad nacional de Colombia ya que permite reducir la población a una más inmediata.

#### VI. MARCO TEORICO

##### Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware libre, flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivo.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada, para esto toda una gama de sensores puede ser usada y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectarlo a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicarse con diferentes tipos de software.



##### Arduino Nano

La placa Arduino Nano es una placa de prueba pequeña y completa basada en ATmega328. Tiene funcionalidad similar al modelo Arduino Duemilanove, pero en un módulo DIP. Solo carece de jack de alimentación DC y funciona con un cable Mini-B USB en lugar de uno estándar.

Las características de entrada salida son que cada uno de los 14 pines digitales del Nano pueden ser usados como entrada o salida; El Nano posee 8 entradas analógicas, cada una de ellas provee de 10 bits de resolución (1024 valores diferentes).

Microcontrolador	ATmega328
Voltage de funcionamiento	5V
Alimentación (recomendada)	7V - 9V
Velocidad de reloj	16 MHz
Dimensiones	18mm x 43mm

Cuadro I: Características Arduino nano.

##### Sistema global de comunicaciones móviles GSM

A comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa. Se denomina estándar "de segunda generación" (2G) porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital.

En 1982, cuando fue estandarizado por primera vez, fue denominado "Groupe Spécial Mobile" en 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado "Sistema Global de Comunicaciones Móviles".

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900 MHz y 1800 MHz. Sin embargo, en los Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1900 MHz. Por esa razón, los teléfonos portátiles que funcionan tanto en Europa como en los Estados Unidos se llaman tribanda y aquellos que funcionan sólo en Europa se denominan bibanda.

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo.[2]

Hay catorce bandas definidas, con sus respectivas asignaciones de canal, en el estándar técnico TS 45.0051 del consorcio 3GPP, que reemplaza al TS 05.05:

Sistema	Banda	Frecuencia		Asignación de canal
		Subida (MHz)	Bajada (MHz)	
T-GSM-380 <sup>Nota 1</sup>	380	380.2–389.8	390.2–399.8	dinámica
T-GSM-410	410	410.2–419.8	420.2–429.8	dinámica
GSM-450	450	450.4–457.6	460.4–467.6	259–293
GSM-480	480	478.8–486.0	488.8–496.0	306–340
GSM-710	710	698.0–716.0	728.0–746.0	dinámica
GSM-750	750	747.0–762.0	777.0–792.0	438–511
T-GSM-810	810	806.0–821.0	851.0–866.0	dinámica
GSM-850 <sup>Nota 2</sup>	850	824.0–849.0	869.0–894.0	128–251
P-GSM-900 <sup>Nota 3</sup>	900	890.2–914.8	935.2–959.8	1–124
E-GSM-900 <sup>Nota 4</sup>	900	880.0–914.8	925.0–959.8	975–1023, 0-124
R-GSM-900 <sup>Nota 5</sup>	900	876.0–914.8	921.0–959.8	955–1023, 0-124
T-GSM-900 <sup>Nota 6</sup>	900	870.4–876.0	915.4–921.0	dinámica
DCS-1800	1800	1710.2–1784.8	1805.2–1879.8	512–885
PCS-1900 <sup>Nota 7</sup>	1900	1850.0–1910.0	1930.0–1990.0	512–810

Notas:

- **Nota 1:** Término que designa a cualquier sistema GSM, que opera en cualquier banda de 400 MHz, incluyendo T-GSM 380
- **Nota 2:** Este término es usado para designar cualquier sistema que opere en cualquier banda de 850 MHz, excluyendo a T-GSM-810. GSM-850 es llamada, a veces, GSM-800 porque este rango de frecuencias fue conocido como la "banda de 800 MHz" cuando fue asignada por primera vez para el sistema AMPS en los Estados Unidos en 1983.
- **Nota 3:** Banda GSM-900 Estándar o Primaria
- **Nota 4:** Banda GSM-900 Extendida (incluye la banda GSM-900 Estándar)
- **Nota 5:** Banda GSM-900 Railways (incluye la banda GSM-900 Estándar y la Extendida)
- **Nota 6:** Trunking-GSM
- **Nota 7:** PCS es el nombre original en Norteamérica para la banda de 1900 MHz

[3]

### El GPRS (General Packet Radio Service)

Es una extensión de la tecnología de comunicaciones móviles GSM. En ella la información es dividida en pequeños bloques, los que posteriormente se reagrupan al llegar a destino. Este tipo de transmisión permite una mayor capacidad y velocidad.

Con la Banda Ancha Móvil, la telefonía móvil dejó de ser una simple herramienta de comunicación de voz y se convirtió en un instrumento de conectividad total.

Este permite:

- Acceder a internet
- Conectarte con cámaras digitales (capturar y enviar imágenes).
- Conectarte con reproductores de MP3.
- Acceder a contenidos informativos y servicios en línea vía WAP, en cualquier momento y lugar.

### El GPRS Multislot Class

Los móviles GPRS son capaces de soportar la transmisión de datos, así como la voz. Los móviles GPRS están disponibles con una variedad de niveles de operación. A menudo se definen como una clase particular de GPRS. Estas clases GPRS indican el nivel de servicio que pueden proporcionar.

#### Categorías de rendimiento GPRS

No todos los móviles GPRS están diseñados para ofrecer los mismos niveles de servicio. Como resultado, se dividen en tres categorías básicas de acuerdo con sus capacidades en términos de la capacidad de conectarse a las instalaciones GSM y GPRS:

- **Clase A:** - Esta clase describe los teléfonos móviles que se pueden conectar a los servicios GPRS y GSM al mismo tiempo.
- **Clase B:** - Estos móviles pueden conectarse a los servicios GPRS y GSM, pero pueden utilizarse en un solo

servicio a la vez. Un móvil de Clase B puede realizar o recibir una llamada de voz, o enviar y recibir un mensaje SMS durante una conexión GPRS. Durante llamadas de voz o mensajes de texto, el servicio GPRS se suspende pero se restablece cuando se completa la llamada de voz o la sesión de SMS.

- **Clase C:** - Esta clasificación cubre los teléfonos que se pueden conectar a servicios GPRS o GSM, pero el usuario necesita cambiar manualmente entre los dos tipos diferentes.

Los móviles GPRS también están categorizados por las velocidades de datos que pueden soportar. Dentro de GSM hay ocho intervalos de tiempo que se pueden utilizar para proporcionar TDMA, permitiendo múltiples móviles sobre un único portador de señal RF. Usando GPRS es posible utilizar más de una ranura para permitir velocidades de datos mucho más altas ser alcanzado cuando éstas están disponibles. Para cuantificar la capacidad de diferentes móviles hay una serie de diferentes GPRS multislot clases que se definen.

A veces estos pueden ser referidos como clases de velocidad. Las diferentes clases de velocidad de los móviles dependen del número de ranuras que se pueden utilizar en cualquier dirección.

Los móviles GPRS multislot de clase uno pueden enviar y recibir en una ranura en cualquier dirección, es decir, enlace ascendente y enlace descendente, y los móviles de la clase 2 pueden enviar y recibir en las ocho ranuras. Las clases dentro de estos dos límites son capaces de admitir el envío y la recepción en diferentes combinaciones de ranuras de enlace ascendente y de enlace descendente.

GPRS MULTISLOT CLASSES				
GPRS MULTISLOT CLASS	MAXIMUM NUMBER OF SLOTS			DUPLEX TYPE
	RECEIVE	TRANSMIT	SUM	
1	1	1	2	1
2	2	1	3	1
3	2	2	3	1
4	3	1	4	1
5	2	2	4	1
6	3	2	4	1
7	3	3	4	1
8	4	1	5	1
9	3	2	5	1
10	4	2	5	1
11	4	3	5	1
12	4	4	5	1
13	3	3	-	2
14	4	4	-	2
15	5	5	-	2
16	6	6	-	2
17	7	7	-	2
18	8	8	-	2
19	6	2	-	1
20	6	3	-	1
21	6	4	-	1
22	6	4	-	1
23	6	6	-	1
24	8	2	-	1
25	8	3	-	1
26	8	4	-	1
27	8	4	-	1
28	8	6	-	1
29	8	8	-	1
30	5	1	6	1
31	5	2	6	1
32	5	3	6	1
33	5	4	6	1
34	5	5	6	1
35	5	1	6	1
36	5	2	6	1
37	5	3	6	1
38	5	4	6	1
39	5	5	6	1
40	6	1	7	1
41	6	2	7	1
42	6	3	7	1
43	6	4	7	1
44	6	5	7	1
45	6	6	7	1

tabla de multislots class

## Notas

- Las clases multislot también difieren en el número mínimo de intervalos de tiempo, por ejemplo entre el enlace ascendente y el enlace descendente.
- La cifra denominada suma, indica el número máximo total de ranuras en el enlace ascendente y el enlace descendente que están disponibles en el momento.
- El tipo dúplex 1 es semidúplex y el tipo 2 es dúplex completo.

Los teléfonos móviles GPRS están disponibles con una amplia gama de diferentes niveles de rendimiento. Estos son definidos por las diferentes categorías GPRS y las clases GPRS. En particular, la clase GPRS se verá mencionada en la literatura y esto define las velocidades máximas de datos que se pueden lograr en condiciones ideales.[4]

**Modulo SIM800I** Este módulo de telefonía celular que te permite añadir voz, texto, datos y SMS a tu proyecto en un pequeño paquete, contiene una cantidad sorprendente de tecnología. Esta versión cuenta con un conector uFL. Utiliza el mismo chip SIM800L que el módulo FONa de Adafruit, por lo que se pueden utilizar las mismas librerías.

Por sí solo, este módulo no puede hacer nada. Se requiere un microcontrolador para controlarlo! Sugerimos y usamos un Arduino pero cualquier microcontrolador 3-5V con una UART puede enviar y recibir comandos a través de los pines RX/TX. También necesitarás algunos accesorios adicionales. Estos no están incluidos! Principalmente un chip SIM 2G.

Ojo que durante la transmisión este módulo puede generar peaks de corriente de hasta 2 amperes. Asegúrate de que tu fuente de poder pueda soportarlo.

Como el voltaje de alimentación máximo es de 4.4 Vdc, tienes la alternativa de alimentarlo pasando a través de un Diodo, ya que la caída de voltaje que éste provoca te permite quedar dentro del rango. Habría que tener el cuidado de que el diodo soporte la corriente porque por ejemplo uno de 1/2 Watt no lo soportaría.

## VII. METODOLOGIA

Este proyecto busca aumentar la seguridad de las bicicletas por medio de un sistema GPS acoplable capaz de enviar su ubicación a través de una red GRMS en caso de ser robadas.

### VII-A. Componentes:

- Arduino nano
- Módulo SIM800I:
  - consumo de voltaje 3. V- 4.4 V.
  - conecion GPRS ranura multiple de 12 entradas.
  - tamaño 15.8\*17.8\*2.4 mm.
- Fuente de Alimentacion

### VII-B. Requerimientos de diseño

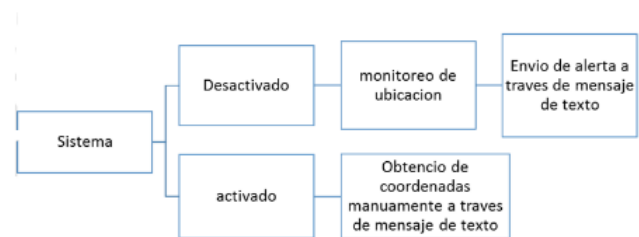
**Tamaño:** el dispositivo debe ser compacto tal que logre adaptarse al interior de las estructuras de la mayoría de las bicicletas garantizando una adaptacion al espacio al igual de un gran rendimiento que no supere las dimensiones 5cm x 5cm x 20cm.

**Alcance de señal (area de cobertura):** El dispositivo cuenta con tecnología GPRS la cual tiene una cobertura muy amplia en el territorio nacional, debido a ello el sistema contara con un buen desempeño en cualquier parte del pais,principalmente Bogotá como la capital de la nación cuenta con una de las mas eficientes cobertura de telecomunicaciones en donde se enfocara inicialmente el proyecto.

**Resistencia a condiciones meteorológicas:** El dispositivo al encontrarse dentro de la estructura de la bicicleta presenta un entorno apto para resistir las diferentes condiciones meteorológicas que se presenten, pero a pesar de ello hay algunas situaciones que requieren de otras medidas.

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.

### VII-C. Diagrama de bloques funcional del diseño



Se puede apreciar el diagrama de bloques de la posible solución, el cual describe la automatización del dispositivo dependiendo del estado actual en el que se encuentre el sistema de seguridad. Si este está activado el GPS siempre estará activo, monitoreando la ubicación de la bicicleta, si el modulo detecta un cambio este significara que la bicicleta ha sido movida por alguien diferente al dueño, y enviará un mensaje de texto alertando que la bicicleta puede estar en peligro. 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.

### VII-D. cronograma de ejecucion y actividades

	Marzo			Abril				Mayo	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Planteamiento del problema									
Diseño preliminar									
Determinación requisitos del sistema									
Programación de diagrama de bloques									
Diseño del sistema de acoplamiento									

## VIII. RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto pretende al ser implementado en la comunidad que se vayan generando los siguientes resultados en beneficio de la población y de los usuarios que se transportan por medio de la bicicleta:

- Fomentar el uso de bicicletas generando una confianza ante el usuario de poder transportarse libremente por la ciudad con un riesgo mínimo.
- Generar un sistema de seguridad compacto, eficaz y preciso que logre pasar desapercibido y sea de gran utilidad para el usuario que se encuentre utilizando el dispositivo.
- Disminuir los índices de criminalidad que se presentan actualmente en la ciudad debido al hurto de bicicletas que terminan en mercados ilegales como refacciones o ventas indiscriminadas de las mismas perjudicando el comercio.

## IX. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO SISTEMA DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS (EN MILES DE \$)	
RUBROS	TOTAL
Arduino nano	18
Módulo SIM800L	66
Fuente de alimentación	5
Recurso humano	30
Software	0
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>

## X. IMPACTO

### X-A. *sociales y ambientales*

Uno de los efectos deseados es mejorar la seguridad de las bicicletas otorgándole al usuario la confianza para movilizarse por la ciudad fomentando el uso de medios de transporte más ecológico que los automóviles o el transporte público reduciendo la contaminación y polución del aire además de otorgar al usuario bienestar y estado físico.

### X-B. *Fortalecimiento del conocimiento*

El proyecto tiene como base el uso de herramientas tecnológicas para resolver una problemática social fomentando el uso de distintas áreas del conocimiento, como la electrónica y la informática, además el sistema de seguridad acercará al usuario a el rápido progreso que la tecnología a tenido a lo largo de los años.

### X-C. *economicos*

Este proyecto puede servir como base para el desarrollo de start-up y un modelo de negocio con el potencial de formar una empresa que se encuentra al servicio de una comunidad identificando problemáticas y seleccionando las soluciones más apropiadas que se ajustan a los intereses de la población.

## XI. CONCLUSIONES

la tecnología GPS y GPRS es adecuada para la implementación de este proyecto debido a funcionan orgánicamente para la generación y transmisión de coordenadas.

La tecnología GSM y GPS demostraron ser bastante estable y confiable, además el sistema final mostró 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.

## XII. RECURSO HUMANO

El proyecto debe tener un equipo de trabajo que estará conformado por 3 integrantes que colaborando en conjunto y sean capaces de cumplir con los resultados esperados. Cada integrante posee funciones y responsabilidades específicas que ayudarán a la optimización del desarrollo de proyecto.

Juan Dueñas. supervisor: Encargado de la coordinación del trabajo en conjunto del equipo

Alejandro Triana. diseñador: Encargado del diseño de un dispositivo funcional.

Santiago Arevalo. Analista: Encargado de la recopilación de datos relacionados al funcionamiento del dispositivo

## XIII. REFERENCIAS

- [1] A.I.S. "SISTEMAS DE ALARMAS". Academia Internacional De Seguridad. 06 Aug. 2016. Web. 22 Mar. 2017.
- [2] Estándar GSM (Sistema Global De Comunicaciones Móviles). CCM. Web. 22 Mar. 2017.
- [3] "Bandas De Frecuencia GSM." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 12 Mar. 2017. Web. 22 Mar. 2017.
- [4] "GPRS Multislot Classes." GPRS Multislot Class — Mobile Classes — Radio-Electronics.Com. Web. 22 Mar. 2017.
- [5] Características técnicas de los preamplificadores. ULHI. [en línea]. [fecha de consulta: 22 de marzo del 2017].

## XIV. ANEXOS