



## **Squeaky bracelet prototipo alarma ante posibles secuestros y extravíos de infantes en un lugar que aglomera personas**

### **Squeaky bracelet double alarm prototype for possible kidnapping and loss of infants in a place that crowds people**

**Nallely González Lucas**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, México  
nallelyglucas05@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-6509-0057

**Bonifacio Martínez Francisco**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, México  
bonifaciomartinez67@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2467-8495

**Elí E. Quiroga López**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, México  
eliquilo4@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-3118-3941

**Gregorio Castillo Quiroz**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, México  
gcastillo@huauchinango.tecnm.mx  
ORCID: 0000-0002-1904-4172

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.09.18.005>

Recibido: Enero 04, 2021

Aceptado: Abril 05, 2021

**Resumen:** La búsqueda de reducción de desapariciones de infantes ha sido el principal objetivo de muchos funcionarios públicos e instituciones, sin embargo, el resultado no ha sido satisfactorio aún. Nuestro país es considerado uno de los más peligrosos respecto a la inseguridad ciudadana; el estado de Puebla ocupa el tercer lugar nacional en menores desaparecidos, en Huauchinango hay por lo menos 50 desaparecidos en lo que va del año 2020, la mitad son menores de edad. El presente artículo muestra el diseño y desarrollo de un prototipo doble alarma ante posibles secuestros y extravíos de infantes en un lugar que aglomera personas enfocado en la región de Huauchinango teniendo como principal objetivo ayudar a la disminución del robo de infantes, secuestro o extravío, siguiendo un método de proceso simple y sencillo mediante dos dispositivos (emisor y receptor). El proceso es entre dos *squeaky bracelets* las cuales están vinculadas entre sí, tendrán indicadores luminosos cuando la vinculación este en el rango programado (indicador verde), si esta fuera del rango se activara la luminaria roja y emitirá un sonido, para dar aviso de posible distanciamiento entre los dispositivos, reduciendo así la desaparición de infantes.

**Palabras clave:** Alarma, Bluetooth, Prototipo, Secuestro, Squeaky Bracelets.

**Abstract:** The search to reduce the disappearance of infants has been the main objective of many public officials and institutions, however, the result has not been satisfactory yet. Our country is considered one of the most dangerous regarding citizen insecurity; The state of Puebla ranks third in the nation in terms of missing minors, in Huauchinango there are at least 50 missing so far in 2020, half of whom are minors. This work shows the design and development of a double alarm prototype for possible kidnappings and loss of infants in a place that agglomerates people focused on the Huauchinango region, with the main objective of helping to reduce the theft of infants, kidnapping or loss, following a simple and straightforward process method using two devices, emitter and receiver. The process is between two Squeaky bracelets which are linked to each other, they will have indicator lights when the link is in the programmed range (green indicator), if it is outside the range the red light will be activated and it will emit a sound, to give notice of possible distancing between devices. The project is not only for the reach of infants, but to the entire public.

**Keywords:** Alarm, Bluetooth, Prototype, Kidnappings, Squeaky Bracelets.

## 1. Introducción

El secuestro en México se ha convertido en una industria que impregna a todos los sectores de la sociedad. En el pasado, el secuestro era un delito cometido contra personas de un departamento dueño de bienes y recursos, delito que permitía negociar para obtener un rescate y generar jugosas ganancias. En la actualidad, cualquier persona y cualquier familia puede ser objeto de este delito, pues se han producido diversas formas delictivas, lo que hace que este delito sea más frecuente, menos riesgoso para el perpetrador y por consiguiente con mayor impunidad [1].

México es uno de los países más inseguros del mundo, con una alta tasa de secuestros, asesinatos, asaltos y violaciones. México sí cuenta con una estrategia nacional de seguridad pública en sus planes locales y planes nacionales de desarrollo, sin embargo, con el aumento de la violencia y la inseguridad que experimentan los mexicanos, es evidente que dichas estrategias son improvisadas e ineficaces porque son incompatibles con la realidad. Es incompatible con el entorno social actual que ha penetrado en nuestro país [2].

Resulta complejo su combate tanto en su prevención como en su persecución dado que implica diversos tipos de violencia que incluso llevan a la comisión directa o indirectamente de otros ilícitos, además, de ser multifactorial las principales causas que provocan que hoy en día, en muchas localidades este delito sigue imperando a pesar de los esfuerzos por combatirlo. Al grado de que tan sólo de enero a abril de 2019, en todo el país ha habido 463 secuestros de los cuales, en el estado de Veracruz se han cometido 133, en el estado de México 64, en Puebla 35 y en la Ciudad de México 26. Lo anterior está propiciado por diversos factores, y entre los que más han influido para que esto ocurra se encuentran la inseguridad, la violencia y la impunidad. En la sierra norte de Puebla, más específico, en Huauchinango han aumentado más del 77% de delitos de alto impacto, homicidios, secuestros y feminicidios se han convertido en el calvario de esta región.

Varias organizaciones e instituciones se han dado la tarea de formular estrategias e ideas, desarrollar dispositivos y/o prototipos enfocados en la reducción de este problema que enfrentamos hoy, por ejemplo: en [3] muestran la aplicación que fue creada por estudiantes del "Instituto Nacional de Tecnología" de México, cuyo propósito es encontrar personas desaparecidas a través de geo-referencias obtenidas por coordenadas de teléfonos móviles.

Otro proyecto de ayuda es el de los alumnos del Tecnológico Nacional de México campus Gustavo A. Madero crearon una plantilla inteligente para calzado que pretende salvar vidas. El proyecto multidisciplinario tiene en desarrollo en el año 2019. La idea surgió en conversaciones con compañeros que tienen familiares que fueron secuestrados. De esta forma nació la *SafeFoot* plantilla de seguridad, proyecto con impacto social que busca resolver el problema latente de secuestros en el país.

En la actualidad podemos encontrar *software* enfocados en esta problemática, sin embargo, no todos cuentan con hardware, en pocas palabras; no existe un dispositivo y/o prototipo completo enfocando en esta área. Es por

ello que surge la idea de *squeaky bracelet* prototipo doble alarma ante posibles secuestro y extravíos de infantes en un lugar que aglomera personas. El cual tiene como propósito aportar a la sociedad una herramienta de alarma ante posible robo, secuestro o extravío de infantes, descrito de una mejor manera busca salvaguardar la integridad del infante.

Con el avance de las tecnologías buscamos que las dos *squeaky bracelets* estén vinculadas entre sí, es decir, uno es el emisor y otro es el receptor, el brazalete tendrá indicadores luminosos cuando la vinculación este en el rango programado (indicador verde), si el brazalete se sale del rango se activara la luminaria roja y se emitirá un sonido de alarma, para dar aviso de posible robo, extravío o secuestro del infante. Esta vinculación es posible por medio de dos módulos *bluetooth* y una tarjeta de control Arduino®. De esta manera el proyecto pretende que a partir de la metodología puesta en marcha pueda ser implementada en la Sierra Norte del Estado de Puebla, especialmente en la región de Huauchinango. Ayudando a la disminución de porcentaje que se tiene anualmente de infantes desaparecidos, *squeaky bracelets* es accesible para todas las personas.

## 2. Estado del arte

Debido al incremento de la inseguridad en nuestro municipio y en general de nuestro país respecto al extravío de infantes, al no contar con suficiente infraestructura para la protección y seguridad de las personas, nos vimos en la necesidad de proponer un dispositivo para salvaguardar la vida principalmente de los niños.

En la actualidad existen software y hardware muy similares que proporcionan una forma muy novedosa e interesante la manera de implementar la tecnología, logrando así llamar la atención de los usuarios al emplear el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y entre otros módulos de posicionamiento, navegación y cronometría. Algunos trabajos relacionados son los siguientes:

Desarrollaron una app para ayudar en la búsqueda de personas desaparecidas [3], específicamente enfocado en el distrito de Quito. Construida de forma iterativa utilizando la metodología Scrum, es un aporte de la tecnología actual respecto a la problemática de personas desaparecidas. Surge a partir de la necesidad de reducir el esfuerzo de familiares y voluntarios que se encargan de buscar a personas desaparecidas en esa región.

Presentan un prototipo plantilla de seguridad *SafeFoot* de impacto social con el fin de reducir los secuestros en la CDMX [4], esta propuesta se desarrolló debido al índice de secuestros que se lleva a cabo en la ciudad principalmente a las personas de entre 18 y 30 años, ya que son el grupo etario más afectado por secuestros; cuenta con una tarjeta de comunicación móvil GSM (*Global System for Mobile*) y un GPS para poder ubicar a la víctima además, de un sensor de activación rozando tres veces con los dedos del pie en el momento de los hechos.

Desarrollan una aplicación móvil [5] los Investigadores de la Escuela de Ingeniería y Ciencias del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) denominada PRIDE (*Personal Risk Detection*) con el principal objetivo de alertas automáticas ante situaciones de riesgo para el usuario como accidentes, secuestros, desastres naturales, entre otros. Consiste en dos componentes, uno es el dispositivo con la app instalada y el otro es un componente que se encuentra dentro de un monitor, en pocas palabras podemos decir que; uno es el emisor y otro es el receptor.

En [6] realizaron un estudio y desarrollaron un proyecto basado en un sistema GPS móvil para el cuidado de menores de edad en centros de educación tomando la referencia que en la ciudad de Guayaquil existe un alto nivel de robos y secuestros de niños, claramente podemos observar que el objetivo se enfoca en salvaguardar la vida de los infantes, en este caso, específicamente para la ciudad de Guayaquil, sin embargo, no está de más implementar este sistema para las demás ciudades, países, naciones.

Integrar herramientas de localización, rastreo, ubicación y comunicación en caso de emergencias [7], Emerapp creada por dos jóvenes mexicanos Carlo Alejandro Zavala, de ingeniería Industrial, y Martín Andrés Gómez Reyna, de ingeniería en Tecnologías de la Información, de 19 y 18 años respectivamente, es la app que cumple con estas características principales las cuales resaltan por estar clasificadas en cinco tipos: personal,

médica, viales, virales y desastres naturales, el cual obtuvo el tercer lugar en una competencia internacional por su aplicación ganadora que ofrece conectividad con un servidor de la NASA que muestra información actualizada de eventos sísmicos y meteorológicos que afecten al país. Sin embargo, no dejamos de lado de que cumple con el mismo fin de nuestro prototipo, salvaguardar la vida de las personas al tener un enfoque de ser una aplicación antiscuestros para *smartphone*.

Otra aplicación comerciable y que tiene un fin en particular relacionada con este tema y otros objetivos es: en [8] presentan una tesis que tiene como objetivo principal el ayudar a turistas nacionales y extranjeros a encontrar su destino y facilitar su movilización de una manera rápida y moderna, viéndolo de otra perspectiva, este proyecto en cierta manera cumple con el objetivo de salvaguardar la vida de las personas.

*Squeaky bracelet* presenta una similitud con los proyectos mencionadas anteriormente con la diferencia de que éste tiene consigo un módulo *bluetooth* el cual es la principal característica que lo vuelve sobresaliente, a través de este módulo se lleva a cabo la comunicación inalámbrica de los prototipos para la recepción y envío de datos.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Materiales

Para proceder con el desarrollo del proyecto se realiza una tabla con los siguientes materiales, los cuales fueron seleccionados cuidadosamente para este proyecto, consideramos que son los mas adecuados y necesarios para su ejecución (véase Tabla 1).

**Tabla 1.** Componentes utilizados para el dispositivo *squeaky bracelet*.

Componente	Descripción
Arduino Nano	Encargado de procesar el código de la programación
Buzzer	Emisor de audio para alertar a los usuarios
Leds rojos y verdes	Alerta visual para los usuarios
Módulo Bluetooth	Comunicación inalámbrica de los dispositivos
Filamento PLA	Elemento esencial para la impresión de la pulsera
Estaño	Soldadura electrónica para los componentes
Correa extensible	Sujetador de la pulsera <i>squeaky bracelets</i>
Alambre Corriente AWG 24 para Protoboard	Para conducir la corriente

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2. Metodología

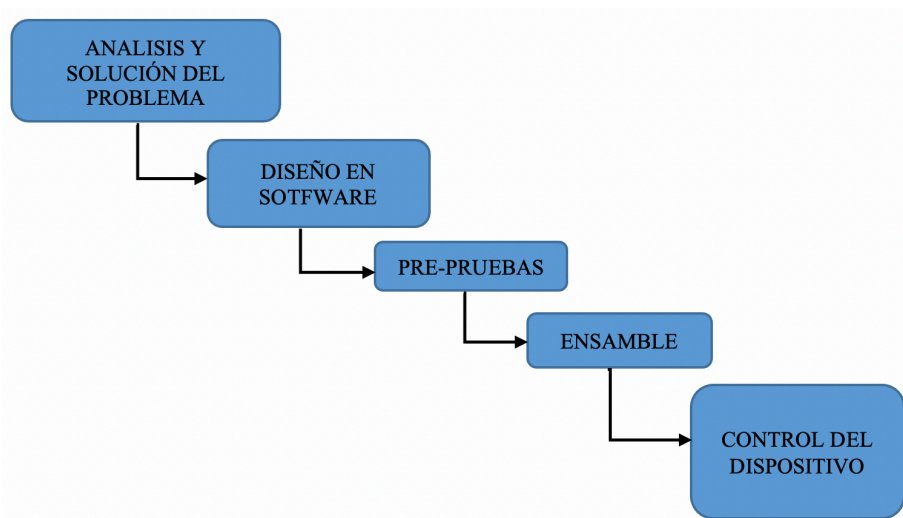
El presente proyecto se llevó a cabo en la ciudad de Huauchinango (Figura 1), ubicada en la Sierra Norte del estado de Puebla, México.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la realización del proyecto.

Fuente: [google.com/webhp?authuser=1](https://www.google.com/webhp?authuser=1)

En la actualidad, los dispositivos que integran un módulo Bluetooth son los dispositivos multimedia ya sea, los teléfonos celulares, estéreos de automóviles, modulares, etc., en fin, tenemos un uso muy amplio en áreas de juguetes y/o dispositivos de entretenimientos, existen un sin fin de dispositivos de conectividad inalámbrica, las innovaciones de sus aplicaciones van en aumento, y una aplicación muy importante de esta tecnología es en el impacto social. En base a los requerimientos para el desarrollo del dispositivo se procede a realizar un diagrama de bloques (Figura 2) ampliando más el proceso de su realización.



**Figura 2.** Diagrama de bloques del proceso de realización del dispositivo.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.1. Análisis y solución del problema

La inseguridad de México es uno de los muchos problemas que aquejan al público en general. Los tipos de delincuencia y el aumento de la delincuencia en los últimos años han conmocionado a toda la sociedad mexicana e incluso han tenido que cambiar sus hábitos diarios. El secuestro es uno de los incidentes más impactantes para el público, porque una persona o grupo de personas es privado ilegalmente de su libertad por un período de tiempo

para obtener un rescate, generalmente debido al aporte económico u otras demandas del secuestrador o de un tercero. El secuestro puede dar lugar a otros delitos, como la trata de personas, que es uno de los delitos más rentables del mundo, detrás del cual se encuentra el tráfico de drogas y armas.

México no es una excepción. Cuando los infantes son secuestrados, en el peor de los casos, secuestrados en hospitales, hogares o en la vía pública, niñas y niños son robados y desaparecidos y vendidos para adopción ilegal en el país y en el extranjero, y explotación sexual, incluso para tráfico de órganos. No basta con las medidas de prevención para este tipo de actos ilícitos, es indispensable prevenir el robo, extravío, de niños, niñas y adolescentes mexicanos, así como regular su búsqueda y localización de los mismos.

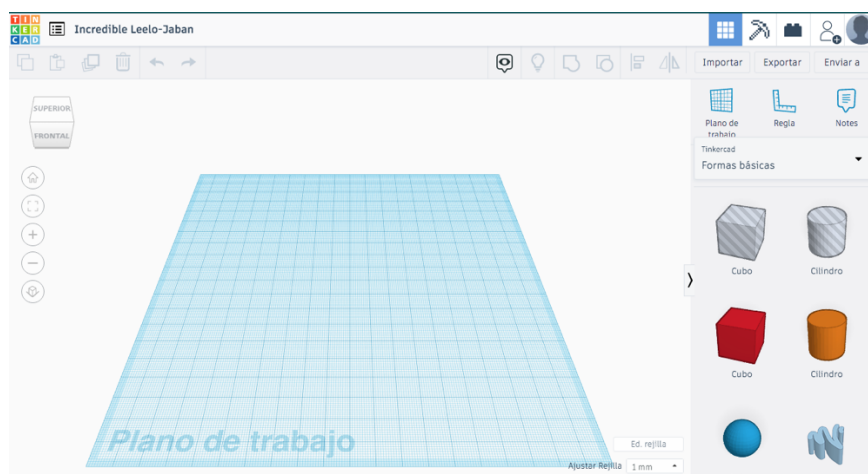
En la ciudad de Puebla incrementó un 133 por ciento, debido a que pasaron de 3 a 7 carpetas de investigación según el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP). Huauchinango en el 2018 sólo se investigó un delito y para este año ya van varios casos, sin contar las denuncias anónimas. La Sierra Norte de Puebla, Huauchinango Puebla, es uno de los municipios que concentran índice de actividad delincriminal. Las razones pueden ser varias, sin embargo, no son razones para realizar este tipo de actos ilícitos.

La investigación apunta que; Para reducir y/o prevenir el secuestro de infantes es necesario: 1) la colaboración de los integrantes de cada familia, 2) seguir las medidas de prevención que el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP) presenta, 3) la implementación de dispositivos localizadores en tiempo real, la cual consideramos como indispensable.

El(los) dispositivo(s) *squeaky bracelet* prototipo doble alarma ante posibles secuestro y extravíos de infantes en un lugar que aglomera personas es un dispositivo localizador en tiempo real, consiste en un brazalete con *bluetooth* sincronizado con otro, ambos la ubicación actual y el recorrido del portador, este es enlazado a otro para el seguimiento del individuo.

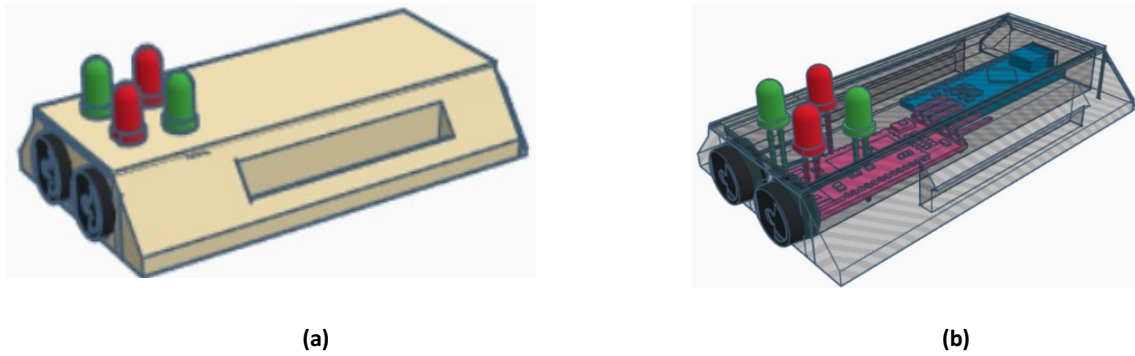
### 3.2.2. Diseño en Software

A grandes rasgos el diseño es crucial ya que es nuestro punto de partida que garantizará la factibilidad y éxito del proyecto. Es por ello que, fue realizado mediante el software de apoyo en línea *Tinkercad* (Figura 3), este *software* permite realizar diseños completamente gratuitos y sin demandar especificaciones más sofisticadas de un computador, en otras palabras; es liviano que puede ser ejecutado por cualquier computadora con la más mínima capacidad. Se tomó como referencia el diseño de una correa de una banda inteligente al cuál se le agregó un recuadro (véase Figura 4 y Figura 5) que contiene todos los circuitos electrónicos (Arduino nano, módulo *bluetooth*, *buzzer*, baterías, leds rojos y verdes). La razón de la forma en recuadro es; para una mejor manipulación de los elementos electrónicos ubicados dentro en cuanto a correcciones o reparaciones de los mismos. Además, los elementos a utilizar tiene la forma alargada.



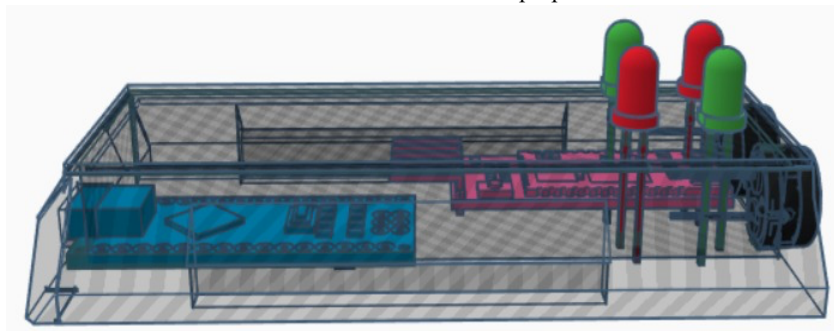
**Figura 3.** Interfaz del *software* de diseño Tinkercad.

Fuente: <https://www.tinkercad.com/things/1X2pIDEHoOh-incredible-leelo-jaban/edit>



**Figura 4.** Diseño del prototipo dispositivo *squeaky bracelets*: (a) muestra del exterior del diseño donde observamos dos leds rojos y dos verdes, además, dos indicadores auditivos (*buzzer*). (b) interior del diseño donde observamos los componentes el módulo *bluetooth* y el *Arduino nano*.

Fuente: Elaboración propia.

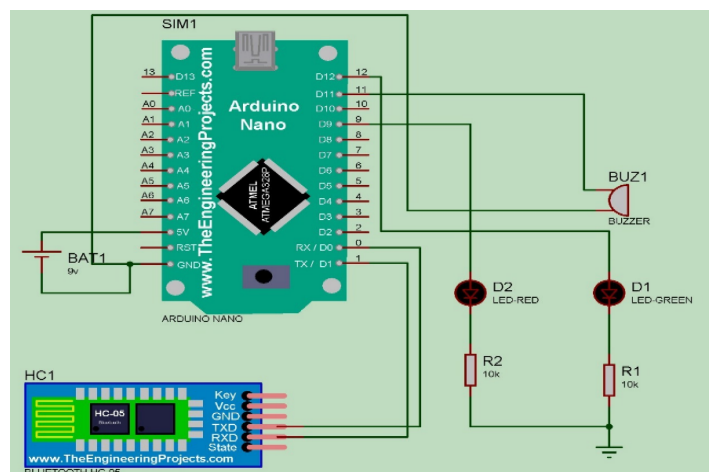


**Figura 5.** Diseño del dispositivo *squeaky bracelets* en vista lateral traslúcido.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Pre-Pruebas

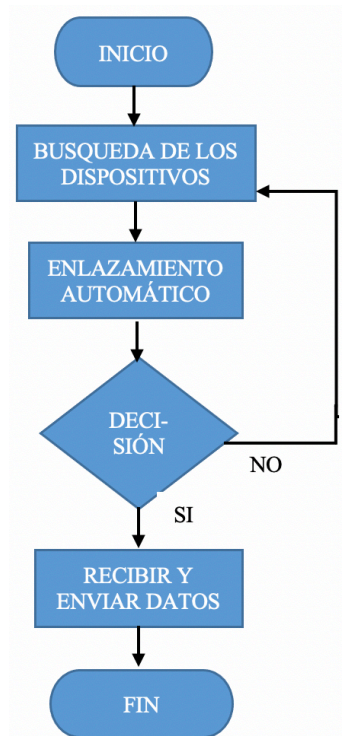
Las pruebas y revisiones aseguran la mejor calidad del dispositivo. Esta etapa consiste en reparar y mejorar todo en cuanto a la circuitería, para ello se realiza una simulación de la conexión de los componentes electrónicos en el software Proteus (Figura 6); la batería de 9v dc (corriente directa) alimenta al Arduino y a los demás componentes electrónicos, los leds están conectados en los pines digitales 12 y 9, el *buzzer* se encuentra conectado al pin digital 11 del Arduino nano; módulo *bluetooth*, sus pines rx y tx están conectados a los pines digitales 7 y 8 del Arduino nano, con su respectiva alimentación a 5v y GND igualmente conectados al Arduino; los pines de conexión pueden variar dependiendo de la programación.



**Figura 6.** Diagrama electrónico del dispositivo realizado en Proteus.

Fuente: Elaboración propia.

El esquema general de la programación para el dispositivo se presenta en la Figura 7.

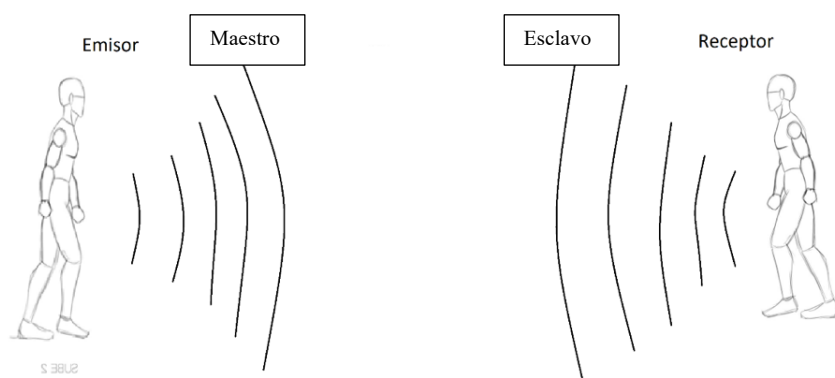


**Figura 7.** Diagrama de flujo del código de programación.  
Fuente: Elaboración propia.

Cuando el dispositivo es puesto en marcha (encendido) toma alrededor de 2 segundos, en automático realiza una búsqueda de dispositivos y al encontrar al cual establecerá una conexión, (se le dará el nombre al gusto del portador) éstos se enlazan, recordemos que son dos dispositivos, donde ambos se pueden configurar para que funcionen como receptores y emisores.

Proseguimos con el enlazamiento; el algoritmo detecta si se ha encontrado el dispositivo al cual establecerá un enlace y si ha sido efectivo dicho proceso, de no ser así; toma una decisión, si no hay enlace; volver a la búsqueda de dispositivos y hace todo el proceso anterior, y si hay enlace; proseguir con la ejecución del código.

En otras palabras; se configuran ambas pulseras enlazándolas una con otra por medio de los módulos *bluetooth*. Estos se les asigna un modo, ya sea como esclavo y el otro módulo restante cómo maestro para que ambos puedan estar conectados entre sí (véase Figura 8).



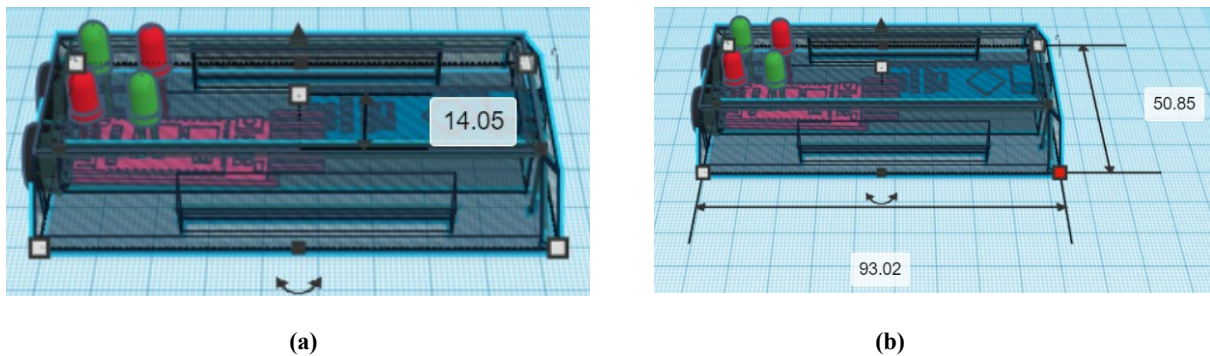
**Figura 8.** Figura ilustrativa de la configuración de los módulos.  
Fuente: Elaboración propia.



### 3.2.4. Ensamble

El ensamble del circuito es el proceso donde cada uno de los componentes que integran al dispositivo son puesto dentro del recuadro.

Como primera instancia, el diseño se exporta en formato stl (siglas provenientes del inglés *STereoLithography*), con las siguientes medidas en milímetros (mm) como se muestra en la Figura 9. Dicho archivo se ejecuta dentro de otro *software* de apoyo no menos importante llamado *Ultimaker Cura*, en dicho programa se configura el diseño previo a la impresión en 3D. La configuración abarca desde el acomodo del diseño sobre la cama virtual de la impresora hasta la resistividad de éste. Posterior a la configuración del diseño en Cura, se guarda el archivo en formato gcode (codigo g, lenguaje de programación numérico). A continuación, se lleva a cabo la impresión en físico (véase Figura 10) mediante la impresora Creality 3D Ender 3.



**Figura 9.** Medidas del dispositivo: a) altura del dispositivo en mm un total de 14.5. b) medidas de la anchura y largues del dispositivo; ancho es igual a 50.85 mm y de largo un total de 93.02 contando con los indicadores auditivos (*buzzer*).

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Impresión del dispositivo en 3D.

Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza el cable mencionando en la Tabla 1 para las conexiones y siguiendo el diagrama de conexión (véase Figura 6). El ensamble debe ser preciso, todo en orden, el alambre usado es de la media requerida (no tan largo ni tan corto); esto es para evitar interferencias causadas por los propios alambres.

### 3.2.5. Control del dispositivo

Para evaluar el prototipo diseñado se contempla probar en los diferentes lugares: centro comercial, parque, tiendas de autoservicio y en calles de la ciudad para observar el comportamiento de los dispositivos cuando este se somete a ciertas interferencias, como se menciona en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Campo de pruebas de *squeaky bracelet*.

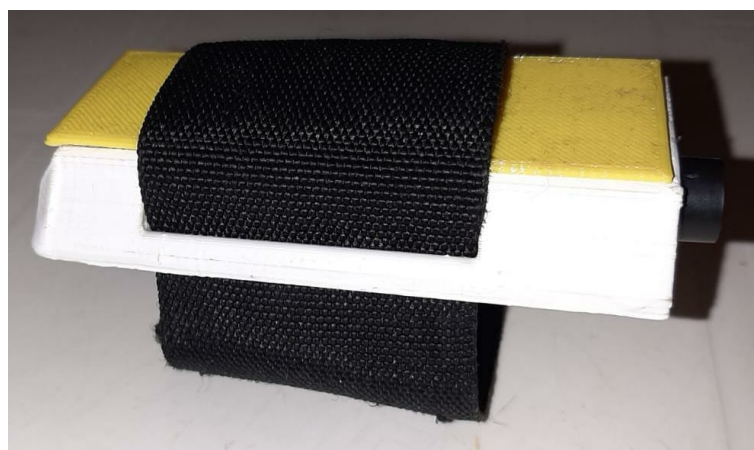
Campo de prueba	Comportamiento obtenido
Centro comercial	El rango aproximado es de 6 metros de radio ya que es un lugar donde se concentra una cantidad excesiva

	de personas y objetos, por lo que interfiere en el rango
Parque	Rango aproximado de 8 a 9 metros dependiendo de la interferencia del aire, personas y juegos infantiles (resbaladilla, columpio, pasa manos, toboganes, etc.)
Tiendas de autoservicio	Rango aproximado de 6 a 8 metros, debido a las interferencias por el ruido, dispositivos móviles con GPS activo y Bluetooth, incluso con los mismos aparatos electrónicos y domésticos allí
Calles de la ciudad de Huauchinango	Rango aproximado de 8 a 9 metros cuando no hay interferencia provocado por el aire

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Resultados

Para culminar presentamos en la Figura 11 el dispositivo *squeaky bracelet* en su etapa final; es práctico, atractivo y fácil de portarlo. Cabe mencionar que se obtuvo un excelente control del dispositivo y la Tabla 3 describe con más detalle en cuanto al comportamiento del dispositivo y las observaciones.



**Figura 11.** Diseño del prototipo dispositivo vista translúcida en su etapa final.

Fuente: Elaboración propia.

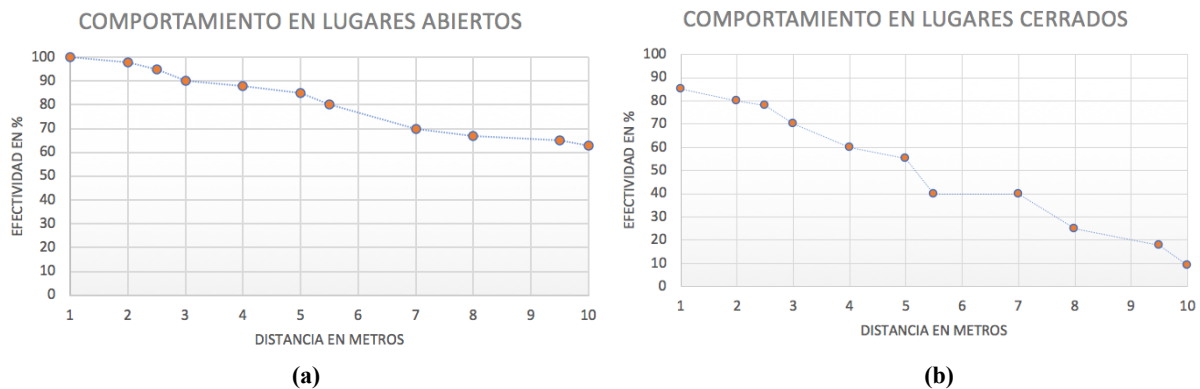
**Tabla 3.** Campo de pruebas de *squeaky bracelet*.

<b>Campo de prueba</b>	<b>Comportamiento obtenido</b>	<b>Observaciones y obtenidas después del campo de prueba</b>
Centro comercial	El rango aproximado es de 6 metros de radio ya que es un lugar donde se concentra una cantidad excesiva de personas y objetos, por lo que interfiere en el rango	El dispositivo presenta inestabilidad a causa de las interferencias, siendo así; el dispositivo es efectivo en un 50%
Parque	Rango aproximado de 8 a 9 metros dependiendo de la interferencia del aire, personas y juegos infantiles (resbaladilla, columpio, pasa manos, toboganes, etc.)	El rango obtenido es excelente, el dispositivo presenta estabilidad, por lo tanto; la implementación de ello en este lugar es recomendable. Efectividad del dispositivo en un 90%

Tiendas de autoservicio	Rango aproximado de 6 metros, debido a las interferencias por el ruido, dispositivos móviles con GPS activo y Bluetooth, incluso con los mismos aparatos electrónicos y domésticos allí	Dispositivo inestable. Demasiada interferencia, los principales elementos que las causan son: redes Wifi, conexiones activas Bluetooth y las interferencias electromagnéticas de los electrodomésticos. Efectividad del dispositivo en un 50%
Calles de la ciudad	Rango aproximado de 8 a 9 metros cuando no hay interferencia provocado por el aire	Dispositivo estable, envío y recepción de datos excelente. Efectividad del dispositivo en un 90%

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar las pruebas en el campo y las observaciones, el dispositivo *squeaky bracelet* mostró muy buenos resultados en lugares abiertos donde no hay señales electromagnéticas, el receptor *bluetooth* si detecta la presencia de un sistema WLA en el espectro, el cual es el emisor. Sin embargo, cuando hay más dispositivos con este sistema en el radio promedio de nuestro prototipo, causan interferencias (véase Figura 12).

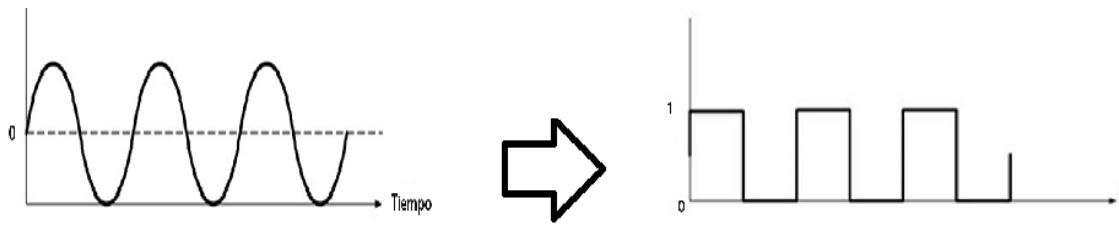


**Figura 12.** Comparativa del comportamiento del prototipo en lugares abiertos y cerrados. a) la intensidad de señal es mucho mas efectiva dando lugar a un porcentaje máximo de 100 en una distancia de 1 metro, y un porcentaje mínimo de 63 en una distancia de 10 metros. b) la intensidad de señal es muy débil a causa de las interferencias dando lugar a un porcentaje máximo de 87 en una distancia de 1 metro, y un porcentaje mínimo de 10 cuando se encuentra a 10 metros.

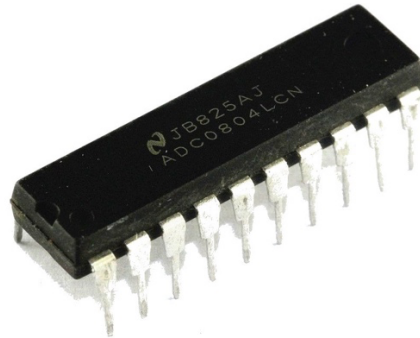
Fuente: Elaboración propia.

La forma de operar el módulo *bluetooth* del dispositivo; al ser una comunicación inalámbrica, es través de ondas, dicho de otra manera: mediante señales analógicas. Nuestro dispositivo al trabajar mediante una señal analógica (comunicación mediante la modulación de ondas electromagnéticas) presenta interferencias, para ello las soluciones o mejoras en el futuro son:

*Solución 1.* Convertir la señal analógica a digital, ya que la señal digital maneja solo 0 y 1 (véase Figura 13). Este proceso consiste en determinarle un valor a 0 y 1, este valor es parte del rango del módulo *bluetooth*. Si el rango es de 10 metros, que 1 sea entre 0 a 5 metros, y 0 sea de 5 a 10 metros. Cuando este en el rango 1 (0-5 metros), el dispositivo *squeaky bracelet* se encuentra conectado y/o sincronizado con otro *squeaky bracelet* (sea el dispositivo de mando o esclavo). Si pasa ese rango (5- 10 metros), los dispositivos están sin sincronía (véase Figura 13). Para ello usaremos el convertidor analógico a digital ADC0804 (véase Figura 14).

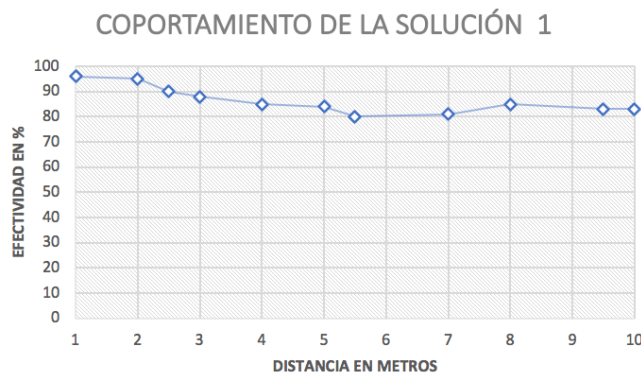


**Figura 13.** Figura demostrativa de una señal analógica a digital.  
Fuente: Elaboración propia.



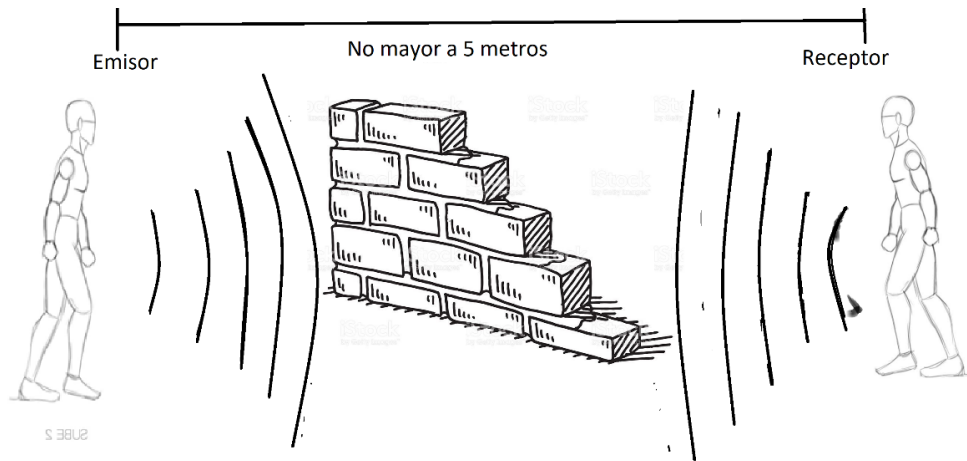
**Figura 14.** Convertidor de analógico a digital de 8 bits adc 0804.  
Fuente: <http://www.spiratronics.com/data/5715.pdf>

La conectividad entre ambos brazaletes es mucho mas efectiva arrojando así, un porcentaje nominal del 85 % (véase Fig. 15), es importante considerar la densidad de uso de estos prototipos, es por ello que las pruebas se contempla realizarlas en lugares con excesivo uso de dispositivos que operan con la misma banda de frecuencia.



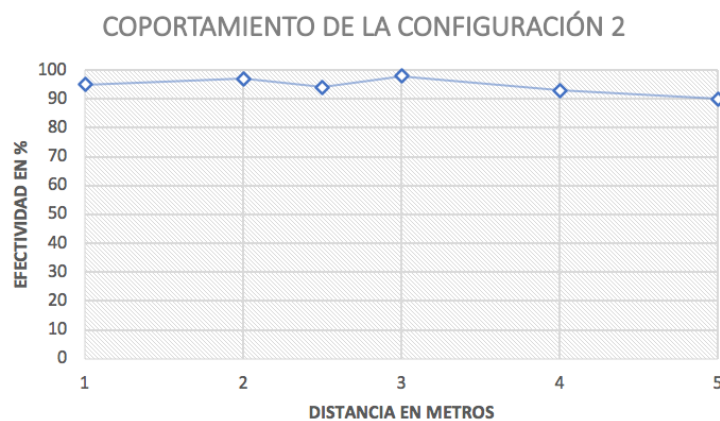
**Figura 15.** Gráfica del comportamiento de la configuración 1.  
Fuente: Elaboración propia.

*Solución 2.* Este método es más conveniente el cual es la segunda configuración del dispositivo. De acuerdo a la Tabla 1, en conclusión, las interferencias también son ocasionadas por la distancia, es por ello que; el módulo Bluetooth se programa para que la conectividad sea no mayor a 5 metros, entre más cerca estén los dispositivos es mucho mejor, ya que la finalidad de este proyecto, de forma general es no perder de vista al infante, es no alejar más de 5 metros (véase Fig. 16).



**Figura 16.** Figura ilustrativa del uso de los brazaletes en un rango de 5 metros y/o menor.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17 observamos los resultados obtenidos cuando se aplica esta configuración, arrojando un valor nominal del 90% para una distancia mayor de 5 metros.



**Figura 17.** Gráfica del comportamiento aplicando la configuración 2.  
Fuente: Elaboración propia.

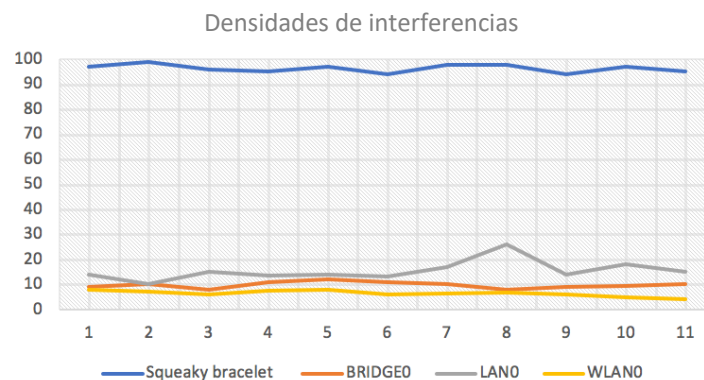
En la Figura 18 se observan las posibles frecuencias que interfirieron en el momento de poner a prueba los brazaletes. Observamos la intensidad de interferencias (0.35G, 1.92G, 0.47G), así mismo la ubicación de procedencia mediante la dirección IP y nombres de las redes. Realmente, estas interferencias son mínimas y el comportamiento de los brazaletes no se ve afectado en demasía (véase Fig. 19).

Monitor

[Throughput](#) | [Stations](#) | [Interfaces](#) | [ARP Table](#) | [Bridge Table](#) | [Routes](#) | [Firewall](#) | [Log](#)

Interface	MAC Address	MTU	IP Address	RX Bytes	RX Errors	TX Bytes	TX Errors
BRIDGE0	F4:92:BF:34:93:01	1500	192.168.1.22 2806:105E:15:19E7:F692:BFFF:FE34:9301/64 FD30:FD65:5C3C:F600:F692:BFFF:FE34:9301/64 FE80::F692:BFFF:FE34:9301/64	0.35G	0	2.31M	0
LAN0	F4:92:BF:35:93:01	1500	0.0.0.0	1.92G	0	0.35G	0
WLAN0	F4:92:BF:34:93:01	1500	0.0.0.0	0.47G	0	2.23G	0

**Figura 18.** Monitor donde observamos las posibles frecuencias que pueden causar disturbios a los dispositivos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19.** Gráfica de densidades de las interferencias comparada con la del dispositivo.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del mercado encontramos pocos dispositivos similares a *squeaky bracelet*, uno de ellos al cual consideramos el más acercado es: la aplicación móvil PRIDE que fue desarrollado con el propósito de mandar señales de alerta cuando el usuario está en situaciones de riesgo. Cabe recalcar que este dispositivo no es solo para el alcance regional y/o nacional como lo es nuestro prototipo, PRIDE es a nivel internacional. Sin embargo, *squeaky bracelet* es un dispositivo que está al alcance de todos, el precio es muy accesible y es un dispositivo que no tiene límite en cuanto a innovaciones.

Otra app desarrollada y consideramos es la app *Emerapp*. Esta aplicación es casi completa; por las herramientas con las que cuenta, no es accesible para todo público. Este dispositivo se enfoca más a nivel inteligencia militar, por esta razón no es portable para cualquier usuario, además, al ser una app éste tiende a ser muy inseguro a causa de los ataques cibernéticos. *Squeaky bracelet* es un dispositivo que cuenta con hardware por supuesto, por ende, su acceso a ello a través de medios cibernéticos no es efectivo.

## 5. Conclusiones

Los resultados arrojados mostraron que el dispositivo desarrollado es una herramienta muy útil dentro de la sociedad para la seguridad principalmente de los infantes. Este ayuda a mantener a los padres con seguridad al salir a los supermercados, centros de auto servicios o a cualquier otro evento y/o lugar donde aglomeran personas.

El dispositivo no se limita a su principal objetivo, ya que puede ser usado no solo para infantes, si no también a personas que sufren alguna enfermedad como esquizofrenia, autismo, discapacidad, etc., este dispositivo es esencial para saber el paradero de los portadores en un radio de 5 a 10 metros.

Como trabajo a futuro es importante incorporar esta herramienta a los centros de rehabilitación doble A, instituciones de atención a personas especiales y/o discapacidad.

## 6. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico Superior de Huachinango por el apoyo y las facilidades para el desarrollo de este trabajo.

## 7. Referencias

- [1] Padgett, H. (2011). *Jauría: la verdadera historia del secuestro en México* (1era Ed.). México, D.F: Grijalbo.
- [2] Morris, A. D. (1986). *The origins of the civil rights movement*. Simon and Schuster. New York, USA: Free Press.

- [3] Moncayo Balseca, D. E. (2019). *Desarrollo de una aplicación móvil para el apoyo a la búsqueda de personas desaparecidas en el Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20050/1/CD-9478.pdf>
- [4] Mi Patente. (2019). *¡Crean estudiantes plantilla antisequestro!* Recuperado de: <https://www.mipatente.com/crean-estudiantes-plantilla-antisequestro/>
- [5] Sánchez, F. (2017). *Diseña ITES app para emitir alertas de riesgo personal*. Recuperado de: <https://www.mipatente.com/disena-itesm-app-para-emitir-alertas-de-riesgo-personal/>
- [6] Torres Mejía, C. E. (2018). *Estudio y desarrollo de un sistema GPS móvil para el cuidado de menores de edad y centros de educación* (Tesis de Grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/10217/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-267.pdf>
- [7] Staff High Tech Editores. (2017). *Emerapp una aplicación antisequestros para smartphone*. Recuperado de: <https://www.infochannel.info/mexicanos-ganan-tercer-lugar-por-app-anti-secuestros>
- [8] Benites Solís, E. E. (2014). *Desarrollo e implementación de un dispositivo de navegación y sistema de ruteo con la utilización de un gps parallax y un microchip pic 16F628A, aplicado para la ubicación de transporte y personas en zonas del país* (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10398/1/UPS-GT001438.pdf>
- [9] Sairam, K. V. S. S. S., Gunasekaran, N., Redd, S. R. (2002). Bluetooth in wireless communication. *IEEE Communications Magazine*, 40 (6), 90-96. doi: <https://doi.org/10.1109/MCOM.2002.1007414>
- [10] Marín, E. (2008). Escuchando la luz: breve historia y aplicaciones del efecto fotoacústico. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2 (2), 209-215. Recuperado de: [http://www.lajpe.org/may08/17\\_Marin.pdf](http://www.lajpe.org/may08/17_Marin.pdf)
- [11] Acevedo Duran, V. J., García Sandoval, A., Sandino Ariza, J. S. (2004). *Sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos rfid* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7561/tesis10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>