

# DISPOSITIVO PREVENTIVO DE ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS POR ARROLLAMIENTO A INFANTES

José Manuel Santillán Mendoza<sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Méndez González<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón<sup>3</sup> y Mtro. Abel Eduardo Quezada Carreón<sup>4</sup>

**Resumen**— Existen registros de accidentes automovilísticos en los cuales estuvieron involucrados infantes con consecuencias fatales. Dichos accidentes se generaron regularmente en el momento en que los padres o algún familiar del infante no se percatan de lo que hay en su entorno, cuando al salir de su domicilio o de algún otro lugar a bordo del vehículo. Debido a esos tipos de accidentes se planteó la elaboración de un dispositivo capaz de anular el riesgo de que un infante sufra un accidente de atropello automovilístico. Diseñando un dispositivo de brazaletes, el cual se conecta inalámbricamente mediante *bluetooth* a un automóvil, con el cual se envía una señal a un segundo dispositivo instalado en dicho automóvil, el cual se encarga de detenerlo.

**Palabras clave**— Bluetooth, Brazaletes, infante, accidente, automóvil.

## Introducción

El presente proyecto e investigación, se llevó a cabo mediante la problemática que se generó al haber ocurrido 2 accidentes fatales dentro de un lapso no mayor a 6 meses, en los cuales fallecieron 2 infantes de edades oscilantes entre 1 a 5 años de edad, esto ocurrido en los municipios de Nuevo Casas Grandes y Ascensión en el estado de Chihuahua, México (Periódico independiente; *El Diario edición Nuevo Casas Grandes 2018*). Como referencia a la magnitud de esta problemática según cifras estadísticas de la organización '*KidsandCars.org*', en la Figura 1, en el período del 2013 al 2017 se muestran todas las muertes en Estados Unidos de infantes de edades menores a 14 años ocurridas en accidentes involucrados con automóviles que no se encontraban en circulación en las calles, si no saliendo de algún estacionamiento o cochera, el 64% ocurrió por atropellamiento cuando el vehículo va saliendo de reversa o de frente de alguna cochera o estacionamiento público. Siendo lo anterior mencionado el motivo por el cual se planteó la elaboración de un dispositivo en forma de brazaletes capaz de erradicar o disminuir este tipo de eventos tan desafortunados (Singh et al. 2016 y Zayas et al. 2007).

Los dispositivos portátiles como los brazaletes inteligentes se han convertido en una tendencia tanto de uso simple de accesorio, médico o de investigación; que incluyen monitoreo remoto de la salud, monitoreo de la actividad física e interacción general del usuario, ejemplos como lo son la lectura de signos vitales, gestos corporales y ubicación del usuario, siendo así una de las mejores opciones para crear un dispositivo portable que interactúe directamente con el portador y el entorno en el que lo rodea, en nuestro caso los automóviles (Sagahyroon et al. 2009).

En el artículo se presenta el diseño de un brazaletes, el cual puede ser portado en la muñeca de los infantes y éste a su vez cuenta con una conexión bidireccional mediante *bluetooth*, dicha conexión se consigue con dos módulos HC\_05 programables mediante una tarjeta Arduino. Para el correcto funcionamiento de este dispositivo se contarán con dos partes fundamentales que son: el brazaletes y el dispositivo integrado a el automóvil, el cual será encargado de detener la marcha del automóvil cuando el infante se aproxime al vehículo portando el brazaletes (Rahal y Mabileau 2008).

<sup>1</sup>José Manuel Santillán Mendoza. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [al137646@alumnos.uacj.mx](mailto:al137646@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> Dr. Luis Carlos Méndez González. Profesor e Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [luis.mendez@uacj.mx](mailto:luis.mendez@uacj.mx)

<sup>3</sup> Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón González. Profesor e Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [luis.picon@uacj.mx](mailto:luis.picon@uacj.mx)

<sup>4</sup> Mtro. Abel Eduardo Quezada Carreón. Profesor e Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [abquezad@uacj.mx](mailto:abquezad@uacj.mx)

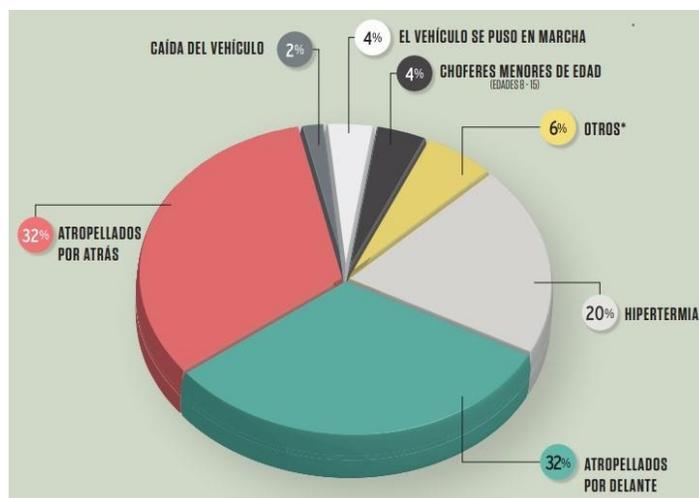


Figura 1. Estadística de fatalidad en menores de 14 años involucrados en accidentes con autos en cocheras y estacionamientos según 'KidsandCars.org'

### Descripción del Método

#### Brazalete inteligente

Los dispositivos como los brazaletes inteligentes forman parte en la vida cotidiana, ya sea como una prenda o accesorio regular. Todos estos dispositivos tienen requisitos similares que incluyen conectividad inalámbrica, entrada y salida de datos, lector de signos vitales y gestos corporales, bajo consumo de energía, etc. Siendo así el modelo de dispositivo con mayores virtudes para crear un brazalete preventivo de accidentes por arrollamiento, utilizando principalmente hardware programable del lenguaje Arduino, ya que es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software, especial para la creación y elaboración de prototipos de investigación académica (Badanai y Quareni 2003, Sagahyroon et al. 2009 y Udovii 2016).

Se optó por la elaboración de crear el dispositivo en forma de brazalete inteligente, ya que es una de las maneras en la que el infante pueda portar el dispositivo en todo momento sin afectar directamente su espacio y su desarrollo como persona, dado que los brazaletes inteligentes están de moda como accesorio y pasaría a formar una prenda de uso diario.

#### Hardware

A continuación, se observa parte esencial de los componentes utilizados para la elaboración de este proyecto, como también una breve reseña de la utilización de dicho componente.

- Microcontroladores, ambos dispositivos seleccionados para el proyecto cuentan con una conexión serial mediante puertos de entrada y salida de datos TX y RX, los cuales son esenciales para trabajar con los módulos *bluetooth* HC-05;

Arduino Nano V3.- Por su diseño y especificaciones en relación a su dimensión reducida, se integró en el brazalete, este microcontrolador es encargado de procesar y analizar los datos de entrada y salida que genera la conectividad serial del *bluetooth* que va integrado en el brazalete.

Arduino Mega 2560.- Este microcontrolador es el encargado de recopilar los datos entrantes que emite el brazalete vía *bluetooth*, procesar dicha información y mandar una señal a un actuador lineal, el cual se encarga de detener la corriente dirigida a el motor del automóvil.

- Modulo Bluetooth HC-05.- Este módulo puede configurarse como maestro, esclavo, y esclavo con auto conexión (*Loopback*) mediante comandos AT, lo cual nos permitió crear una conexión bidireccional entre el dispositivo que va en el automóvil y en el brazalete, trabajando a una distancia máxima de 10 metros.
- Actuador lineal de 12v.- Dispositivo utilizado para generar presión en un pulsador de enlace normalmente cerrado.
- Puente H (HW-95). - Dispositivo capaz de controlar los datos lógicos de entrada menores a 5v y convertirlos en datos de salida con una mayor intensidad variante entre 5v y 35v.
- Batería recargable de litio 9v.- Esta batería prevé la energía que alimenta el circuito integrado de el brazalete contando con 400mAh.

- Pulsador de enlace normalmente cerrado. - Tiene la función de cortacorriente de la energía eléctrica que alimenta a el motor del automóvil.
- *Buzzer*.- Utilizado en el dispositivo integrado a el automóvil como una fuente de sonido para emitir una alerta de activación.
- LED.- Utilizados para emitir una señal retroalimentada del funcionamiento de los dispositivos
- Resistencias variantes de 1 a 10 k.- Esenciales para mantener un equilibrio de voltaje y amperaje en el circuito.

En la figura 2 se aprecia la elaboración del diagrama eléctrico de los circuitos del brazalete y el dispositivo integrado a el automóvil, estos diseñados en el programa Proteus.

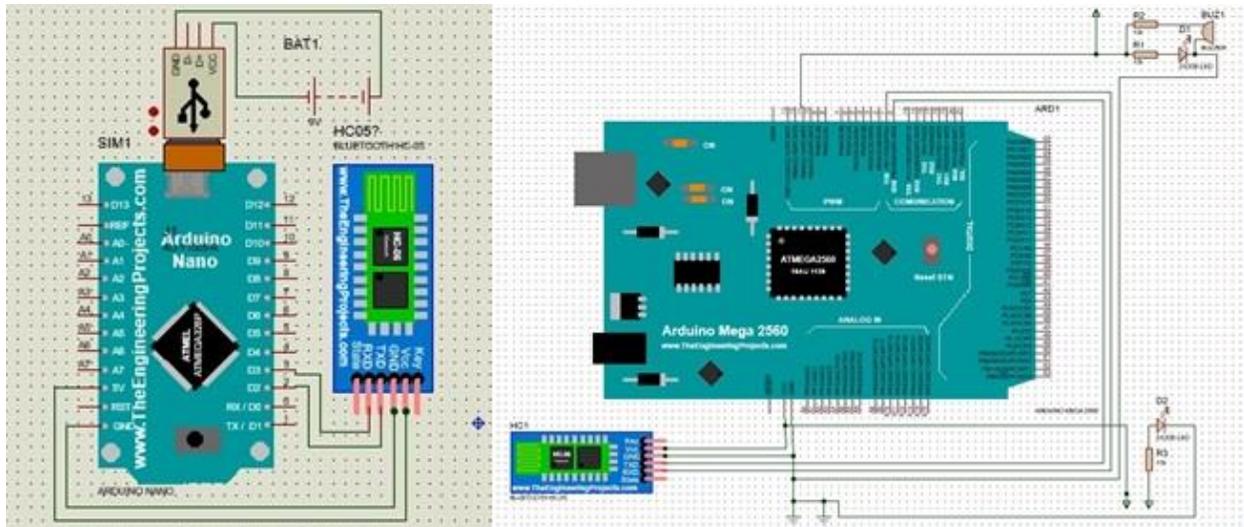


Figura 2. Diagrama eléctrico del brazalete.

### Software

Arduino fue la plataforma utilizada para la creación y elaboración del *software*, ya que es un prototipo de fuente abierta que permite una mayor facilidad de interacción entre hardware. En la creación del software se puntualizó el trabajo para que el código de programación fuese lo más corto posible, dado que entre menos líneas de programación tengan que procesar los microcontroladores, más rápida y corta será la interacción de datos y tiempo de respuesta entre ambos dispositivos.

Como se aprecia en la Figura 2 se elaboró un código de programación Maestro y Esclavo para cada uno de los microcontroladores, el módulo *bluetooth* HC-05 que porta el brazalete funge la función de Maestro, por lo tanto, el modulo *bluetooth* HC-05 que porta el dispositivo integrado en el automóvil realiza la tarea de Esclavo.

```
MAESTRO $
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(2,3);// RX,TX

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
}
void loop()
{
  mySerial.write('1'); Serial.println("LED: on");
  delay(2000);
  mySerial.write('0'); Serial.println("LED: off");
  delay(2000);
}

ESCLAVO $
int led = 11;
int DATO = 0;
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  digitalWrite(led, LOW);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if(Serial.available() > 0){
    DATO = Serial.read();
  }
  if (DATO == '0') {
    digitalWrite(led, LOW);
  }
  if (DATO == '1') {
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
}
```

Figura 2. Códigos de programación Maestro/Esclavo en la plataforma de Arduino.

### Resultados

Por el momento se realizaron pruebas en un ambiente controlado, ya con el brazalete terminado como se aprecia en la figura 3 se analizaron un total de 100 intentos como se muestra en la gráfica de la Figura 4, la prueba se basó en realizar el acercamiento del brazalete caminando tal y como un infante se aproximaría a un automóvil, esto para verificar la conectividad y el correcto funcionamiento. Posteriormente se obtuvieron dos datos clave para conocer la eficiencia que tiene el brazalete en cuanto a reducir los accidentes por arrollamiento; el primer dato fue la distancia en la que los dispositivos hacen conexión y realizan la operación de detener la marcha del automóvil, el segundo dato fue el porcentaje de conexiones con éxito y las conexiones fallidas entre el brazalete y el dispositivo.

El 59% de las conexiones se realizó entre distancias de 6 a 4 metros, el 28% con distancias menores de 3 metros y el 8% a distancia de 7 metros. Sumando el porcentaje de eficiencia de conexión y funcionamiento correcto de operación entre brazalete y dispositivo anclado a el automóvil, se obtuvo una efectividad de funcionamiento del 95% y sólo un 5% de fallo en donde no hubo conexión y por lo tanto no se realizó el paro de la marcha en el automóvil.



Figura 3. Brazalete terminado.

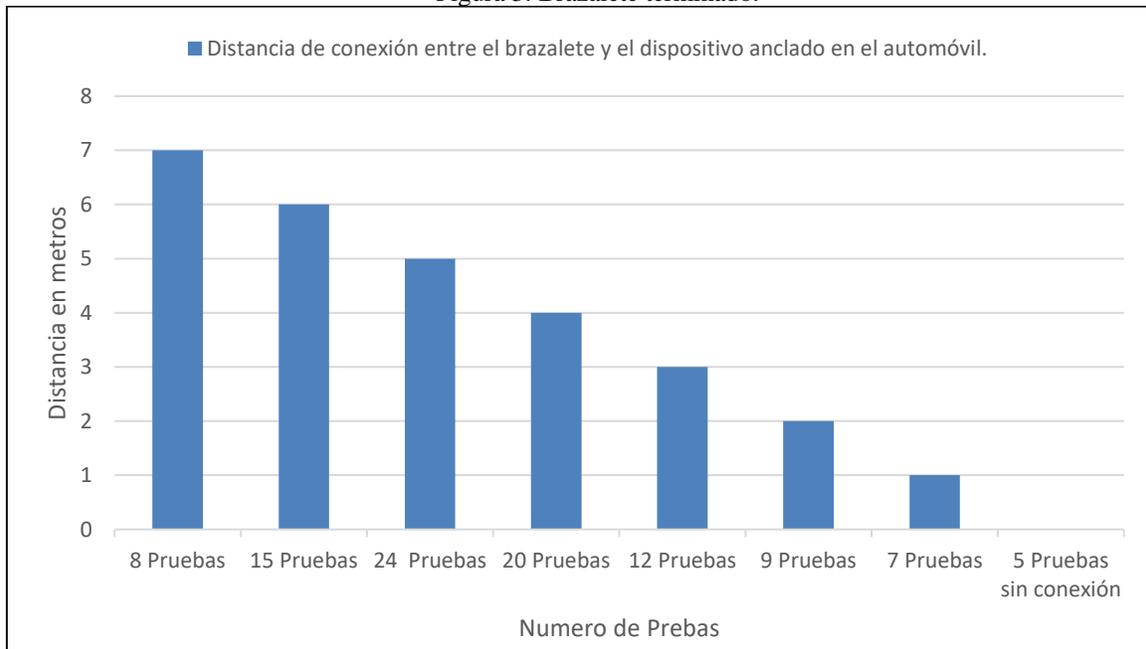


Figura 4. Grafica donde se aprecia la distancia de conexión y el número de aciertos de conexión.

## Conclusiones

En base a los resultados estadísticos obtenidos, se presenció la alta efectividad que tiene el dispositivo en base a reducir los accidentes por arrollamiento a infantes, dado que el 95% de efectividad nos deja un margen muy pequeño de fallo. Por lo tanto, el dispositivo cubrió nuestras expectativas en cuanto a erradicar la problemática prevista, dejando un porcentaje minúsculo de fallo, en el cual se puede trabajar a futuro para poder alcanzar el 100% de su efectividad, dado a que es un prototipo aún tiene un amplio panorama de investigación, en vertientes de diseño y aplicación.

## Comentarios Finales

### Recomendaciones

El proyecto, al ser un prototipo, se puntualizó más en el funcionamiento correcto y a erradicar o reducir la problemática, quedando vertientes a trabajar. Uno de los principales ámbitos a mejorar del brazalete es el diseño del dispositivo para darle un acabado ergonómico; otra característica a perfeccionar es el tiempo y la distancia de conexión para conseguir un menor tiempo de respuesta y optimizar su funcionamiento. En cuanto a *hardware* existe una amplia sección a desarrollar, tanto en rendimiento como en miniaturización de componentes, ambas secciones ofrecen una mejora directa a el apartado del diseño.

## Referencias

José Serrato Pinzón, MD. "Prevención de accidentes" *Revista de la Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia*, Vol. 44, No. 2, (Págs. 114-117) 1996.

Goran Udovii, Ante Topji Mladen Russo. "Wearable Technologies for Smart Environments: A Review with Emphasis on BCI", *FESB – Split*, University of Split Croatia. 20 de Septiembre de 2016.

Tura, M. Badanai, D. Longo y L. Quareni. "A Medical Wearable Device with Wireless Bluetooth-based Data Transmission", *Measurement Science Review*, Vol. 3, No. 2, 2003. Institute of Biomedical Engineering, National Research Council, Padova, Italy.

Dr. Roberto Zayas Mujica, Dr. Ulises Cabrera Cárdenas y Dra. Dinorah Simón Cayón. "¿Accidentes infantiles o lesiones no intencionales? ", *Revista Cubana de Pediatría*, Revista Cubana Pediatría, Vol.79, No. 1, Enero-Marzo de 2007.

Lisette Singh Chuy, Maryelis Espinosa Abreu, Margarita Aties Savon y Yamile García Aucio. "Accidentes o lesiones no intencionales en la infancia", Universidad de Ciencias Médicas. Guantánamo, Cuba. *Revista de Información Científica*, Vol. 95, No. 6, 2016.

Youcef Rahal, H' el `ene Pigot, y Philippe Mabileau. "Location Estimation in a Smart Home: SystemImplementation and Evaluation Using Experimental Data", *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Telemedicine and Applications*, Article ID 142803, doi:10.1155/2008/142803, 2008.

Assim Sagahyroon, Hazem Raddy, Ali Ghazy y Umair Suleman. "Design and implementation of a wearable healthcare monitoring system", *Int. J. Electronic Healthcare*, Vol. 5, No. 1, 2009.

Periódico independiente; *El Diario edición Nuevo Casas Grandes*, Nota; Padre mata a su hija en accidente. 2018-10-20. Enlace de nota: [https://diario.mx/Nvo\\_Casas\\_Grandes/2018-10-20\\_a9fd1bd1/padre-mata-a-su-hija-en-accidente/](https://diario.mx/Nvo_Casas_Grandes/2018-10-20_a9fd1bd1/padre-mata-a-su-hija-en-accidente/)

Periódico independiente; *El Diario edición Nuevo Casas Grandes*, Nota; Mata padre a su hijo por ser arrollado por accidente en el sabinal, municipio de ascensión. 2018-11-07. Enlace de nota: <https://www.pressreader.com/mexico/el-diario-de-nuevo-casas-grandes/20181107/textview>