

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general el desarrollo de un dispositivo de monitoreo de accidentes de tránsito sobre motocicletas para asistencia rápida de las víctimas. Partió de la base teórica de que las víctimas de ciertos tipos de traumas provocadas en un percance sobre una motocicleta, tienen grandes posibilidades de ser salvadas de lesiones mayores o de la muerte, si son tratadas en la primera hora posterior al percance. A este intervalo de tiempo se le llama la hora dorada. La investigación fue cuantitativa y aplicada. Se determinaron las variables dadas en una colisión o caída, los cuales son principalmente el impacto y la pérdida del equilibrio del móvil. Para conocer el momento de la colisión, se optó por sensores de impacto tipo inercial, simulados por pulsadores on / off y para medir la inclinación se optó por el acelerómetro/giroscopio mpu6050. El control se realizó con un Arduino Mega, la recepción de las coordenadas satelitales fue por medio del neó6m y el envío de dichas coordenadas se hizo posible vía SMS con el módulo GSM A6. Se realizaron pruebas individuales para cada módulo por separado en laboratorio y con el prototipo final en zonas de aire libre. Se envió satisfactoriamente el mensaje de la zona de ubicación del percance, indicando la funcionalidad del prototipo. El prototipo posee un tamaño reducido por tanto es tiene el potencial de aplicación a las motocicletas comerciales.

Palabras claves: : *Motocicleta, Accidente, GPS, GSM, Acelerómetro, Impacto, Arduino.*

Abstract

The general objective of this research was the development of a monitoring device for motorcycle traffic accidents for the quick assistance of victims. It started from the theoretical basis of the victims of the types of provocative traumas in a mishap on a motorcycle, have great chances of being saved or death, if they are treated in the first hour after the accident. This time interval is called the golden hour. The research was quantitative and applied. The variables given in a collision or fall were determined, which are mainly the impact and the loss of the balance of the mobile. To know the moment of the collision, we chose inertial type impact sensors, simulators by pulses in / out and to measure the inclination the accelerator / gyroscope mpu6050 was chosen. The control was made with Arduino Mega, the reception of the satellite coordinates was by means of the new one and the sending of the coordinates was made possible via SMS with the GSM module A6. Individual tests were carried out for each module separately in the laboratory and with the final prototype in open air areas. The message of the location area of the perimeter was successfully sent, indicating the functionality of the prototype. The prototype has a reduced size so it has the potential of application to commercial motorcycles.

Key words: *Motorcycle, Accident, GPS, GSM, Accelerometer, Impact, Arduino.*

¹ Institución: Universidad Nacional de Itapúa - País: Paraguay - e-mail: raac90@gmail.com
Fecha de aprobación: 16 de mayo de 2018

INTRODUCCIÓN

La venta de motocicletas, ha sido el mercado que ha generado mayores ventas, debido al bajo costo de este medio de transporte, dependiendo el modelo que se busque.

El crecimiento exponencial de la producción de motos en Paraguay, presenta dos aristas: Por un lado la el bajo costo que tiene una motocicleta, pero por otro lado los bajos índices de seguridad.

Según datos de una investigación del año 2014 pero publicadas en el año 2015, la causa de las lesiones más frecuentes son el choque, seguido de caída de motocicletas, vuelco y otras formas de accidentes de tránsito.

Los días de mayor accidentalidad son los jueves y viernes. El horario de mayor ocurrencia es de 05:00 a 08:00 horas y de 17:00 a 22:00 horas. (ANTSV, 2015). Las motocicletas presentes en nuestro mercado, no cuentan con sistemas automáticos de monitoreo para la reacción en caso de percances. Esto sin duda es una causa importante de pérdidas de vida.

La base teórica que impulsó este trabajo de investigación fue, el estudio realizado por la Dirección General de Transito de España e indica que los traumas tipo hematomas intracraneales, hemoneumotorax, lesiones abdominales y lesiones múltiples del aparato locomotor puede llegar a salvarse si se le aplica una asistencia médica en la primera hora del percance, denominado la hora dorada (Valdez Rodriguez & Gonzalez Luque, 2011)

El objetivo general de esta investigación fue desarrollar un dispositivo electrónico capaz de emitir una alarma en modo de mensaje de texto de la ubicación del accidente de tránsito, expresada en coordenadas de latitud y longitud, antes de que se supere la hora dorada. Los objetivos específicos

de la investigación son establecer las condiciones de activación del sistema de alarma. Determinar los sensores indicados para medir los valores de las condiciones de activación detectadas para el diseño del dispositivo.

Diseñar el dispositivo de adquisición de datos y envío de localización GPS al centro médico más cercano y finalmente realizar pruebas de laboratorio simulando las condiciones de un accidente de tránsito para el ajuste del prototipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por la naturaleza de la investigación fue de tipo aplicada descriptiva puesto que se sustenta en investigaciones realizadas o conceptos definidos que se han adquirido a través de los años a consecuencia del inherente avance tecnológico mundial, a esto se suma los nuevos conocimientos que se pudieran generar a través de las experiencias y observaciones de la investigación propuesta. El enfoque es cuantitativo, Las estrategias a citar a continuación detallan sistemáticamente el proceso de desarrollo de la investigación.

Condiciones para la activación del sistema de alarma.

Las condiciones predominantes en un accidente de motocicleta, son la colisión y la caída, pudiéndose dar cualquiera de los dos, primeramente. Pero cabe destacar que en ambos casos habrá un impacto, solo que con diferentes magnitudes de fuerza. La inclinación de la moto puede ser medida después del impacto, sin importar el orden en que se dan, ya que una caída puede darse sin una colisión, por el efecto del desequilibrio. Considerado tales aseveraciones se puede tomar al impacto y la inclinación como factores iniciales para la activación de la alarma.

Sistemas de sensor amiento necesarios de acuerdo a las condiciones de activación detectadas para el diseño del dispositivo.

Para determinar la inclinación de la motocicleta, se optó por el sensor mpu6050, este puede medir la fuerza de desplazamientos hacia uno de los tres ejes posibles, o solamente medir el ángulo de inclinación con respecto al origen preestablecido. Las primeras mediciones fueron obtenidas en bruto con el mpu6050 y se denoto que existía cierta sensibilidad a pequeños movimientos. Posteriormente se aplicó un filtro complementario en el código, basándose en la siguiente ecuación:

Esta ecuación permite medir las variaciones angulares realizando una suma del valor detectado por el giroscopio y del acelerómetro. Los valores 0.02 y 0.98 son constantes que se pueden variar pero al sumarlas debe dar valor uno. La aplicación se dio con el fin de filtrar posibles lecturas erróneas, susceptibles cuando se usan los módulos de acelerómetro y giroscopio de forma independiente.

La medición del impacto, fue determinada de manera directa por medio de dos pulsadores convencionales con el fin de probar el código. Teniendo en cuenta que los sensores de impactos son generalmente mecánicos como se ve en la figura 1, su función es la de cerrar un circuito, cuando sufren un cambio de presión sobre sí misma.

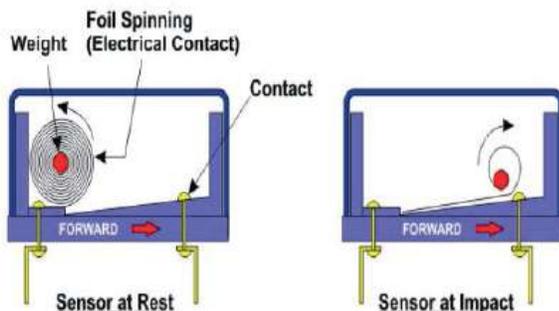


Fig.1 Sensor de impacto de rodillo.

El cierre del circuito es un indicio de que hubo un impacto y la placa de control inicializa la lectura del ángulo de inclinación de la motocicleta por cierto tiempo. Si existe un impacto y la lectura de la inclinación es menor a 50° se pasa a otra etapa de ejecución del código (etapa de alarma), sino se vuelve a leer las salidas destinadas a los sensores.

Diseño del dispositivo de adquisición de datos y envío de localización GPS al centro médico más cercano.

Se realizó el montaje en protoboard y se verifico las características eléctricas que maneja cada módulo. Los datos se anotaron en una tabla, para luego ser analizado para la adquisición de una fuente de alimentación que pueda generar los voltajes necesarios para la finalidad.

| Módulos | Voltaje |
|--------------|----------|
| Mpu6050 | 5V |
| Neo6m | 5V |
| Arduino Mega | 5V a 18V |
| GSM/GPRS | 5V |

Tabla 1. Voltajes de cada modulo

Para realizar el control electrónico, se optó por una placa de hardware libre, llamada Arduino Mega, su la capacidad de manejo de cuatro puertos seriales. Esta placa utiliza el microcontrolador Atmel 2560. Se diseñó una base de con placa PCB universal para la ubicación de los módulos sobre una base fija. El prototipo en su conjunto tiene un consumo de 200mA de corriente, como se ve en la figura

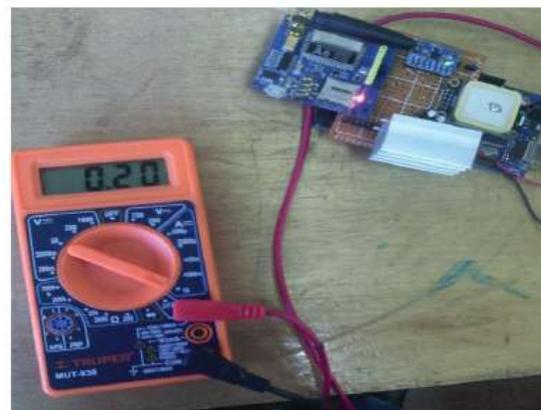


Fig.2 Prueba del consumo del dispositivo

Para comunicarse con el mpu6050 se usó el protocolo I2C. Para detectar la ubicación de la motocicleta se optó por el chip GPS Neo-6m conectado a Arduino por los pines Rx/Tx y para enviar el mensaje de alerta, con las coordenadas de la ubicación del accidente se adoptó el módulo GSM/GPRS con el chip A6 como se ve en la fig. 3. Para el envío del mensaje de texto se usó el módulo A6 GSM/GPRS. Este dispositivo se alimenta con 5V.

La fuente de alimentación del prototipo es de 12V y proviene de la batería de motocicleta, la cual es reducida por un regulador lm7805, el cual va montado sobre la placa universal del prototipo, conjuntamente a un disipador de aluminio para refrigerarlo.

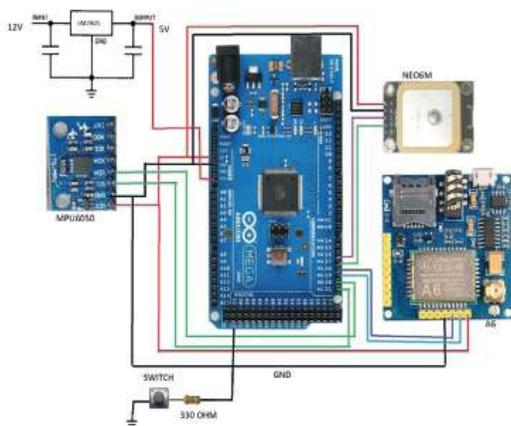


Fig. 3 Diagrama de conexión del prototipo.

Pruebas de laboratorio simulando las condiciones de un accidente de tránsito para el ajuste del prototipo

Teniendo en cuenta la dificultad de una prueba real de una colisión, no se han podido realizar pruebas de choque con una motocicleta en movimiento. Dado esto, se recrearon dos condiciones que se presentan una colisión, las cuales son el impacto y las caídas, con el fin de probar la funcionalidad del prototipo de alarma.

La mejor ubicación encontrada para el prototipo es sujetándola bajo el asiento de la motocicleta ya es la zona donde

generalmente suele ser un tanto más segura y está más cercana a la batería de la motocicleta, pero los sensores de choque pueden ir cableadas en otro sector, pero ubicándolas donde no recibirán el impacto directo. El impacto como se mencionó a lo largo del documento, se emulo usando pulsadores. Se utilizó una bicicleta para probar las caídas y las inclinaciones, valiéndose de una aplicación llamada sensor kinetics, se analizaron las primeras variaciones bruscas de señales de la inclinación, al golpear la bicicleta contra el suelo hacia ambos lados. Dando las siguientes señales.



Figura 4. Señal a cero grados y 45 grados de inclinación

Posteriormente se volvió a probar las inclinaciones, pero esta vez usando el arduino con el mpu6050 solamente y se observaron valores numéricos de inclinación, con la terminal virtual de la IDE de Arduino, de esta forma se llega a la conclusión, que al superar los 45° de inclinación con respecto al eje Y, ya existe la probabilidad de que la motocicleta estuviera caída.

El código fue desarrollado en lenguaje C, en el entorno de Arduino IDE, Para el GPS se utilizó el TinyGPS++, esta es la versión más reciente de la misma. Para integrar el código primeramente se debió determinar el funcionamiento correcto de todos los sensores de manera separada.

Se recabaron los datos de forma separada de la posición satelital, usando el software para prueba de kits de módulos GPS de

marca u-blox conectándolo al puerto USB de la PC Figura 5. En la imagen se denota el momento de la primera prueba de ubicación de la zona, el cual se dio en 10 minutos aproximadamente. Este problema surgió a raíz de que la prueba era realizada en una zona cerrada, esto atenuaba la señal satelital. Se subsano con la unión de una segunda antena al GPS, lo que redujo a 2 minutos el tiempo de ubicación.



Fig. 4 Interface del U-Center y modulo GPS con doble antena

En la imagen 5 se puede observar el código de prueba para envío envió del mensaje de alerta, se utilizaron los comandos `Serial.print("AT+CMGF=1")` para imprimir en pantalla y `Serial.print("AT+CMGS=\")` para enviar un número o una cadena de caracteres, al puerto serie. La primera configuración se realizó con la palabra GSM A6 mensaje de test.



Fig. 5 Mensaje de alerta y código para su envío.

Una vez confirmada la funcionalidad individual, se procedió a la integración del

firmware para el Arduino. La lógica es la siguiente, cuando se detecte un impacto se deberá generar una lectura inmediata del ángulo de inclinación de la motocicleta, este dato surge del sensor mpu6050. Si existe una inclinación mayor a 50° con respecto al eje de vertical de referencia, se realiza una verificación del estado del módulo GPS, si el modulo está habilitado y recibiendo datos, son almacenados temporalmente. Luego se inicializa el módulo GSM y se envía la coordenada. Estos datos recibidos por el neo-6m, son valores numéricos de latitud y longitud, que indican un punto de ubicación del prototipo.

Esta prueba nuevamente se dio de forma separada, conectando solamente los módulos GPS y GSM al Arduino. Los datos se recibieron de los satélites con un margen de tiempo de uno a dos minutos, las pruebas se efectuaron por la noche como se muestra en la figura 6. Se corroboró la validez de la coordenada ingresando a la aplicación de Google Maps como se ve en la figura 6 (b).

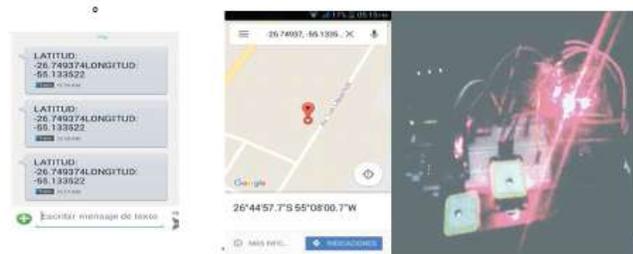


Fig. 6 (a) SMS coordenadas (b) Prueba de coordenadas en Google Maps (c) Prototipo funcionando.

RESULTADOS

El método aplicado a la resolución de cada objetivo, tuvo los siguientes resultados se pudo determinar que la condición predominante en un accidente de motocicleta es el impacto y la caída, pudiéndose dar cualquiera de los dos primeramente.

Pero cabe destacar que en ambos casos habrá un impacto, ya sea de mayor o menor fuerza. Y la inclinación de la moto puede ser medida después del impacto, sin importar el orden en que se dan.

La velocidad es un efecto multiplicador de la fuerza del impacto, que en una zona urbana iría desde 50Km/h y rural hasta 100Km/h. Este parámetro permite determinar la sensibilidad del sensor de impacto.

Se pudo determinar el lugar exacto del percance, en las pruebas con un rango de unos 30 m. de distancia de la ubicación del prototipo. Lo cual indica muy buena precisión.

Estos parámetros físicos presentes en el momento del impacto son simulados por botones, con el fin de probar el código y las caídas fueron probadas colocando el prototipo en una bicicleta, viendo las señales en cada caída hacia los costados del rodado.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los objetivos y los resultados planteados inicialmente, se puede concluir sobre el dispositivo que posee, potencial de réplica en cuanto a producción. Ya que ajustando los costos y realizando una placa cuya función sea netamente con la finalidad de este proyecto, se podrían abaratar costos de producción y lo más importante; dotar de un sistema de monitoreo constante a las motocicletas. Se puede aplicar a cualquier tipo de motocicleta comercial.

Este dispositivo es un avance hacia la búsqueda de una mayor seguridad con el fin de salvar más vidas. Es aconsejable la adaptación de una antena externa al módulo GPS neo6m con el fin de mejorar la velocidad de recepción de los datos de ubicación.

El prototipo es configurable para cualquier destino, dentro del País, donde haya cobertura de red celular, siempre y cuando se aplique el número de destino de antemano en el código del Arduino.

El dispositivo de alarma solo se activará si se llega a dar un impacto y además solo si la moto ha perdido la vertical, encontrándose inclinada más de 50° respecto a la vertical.

BIBLIOGRAFÍA

- Cadena, M., & Cecibel, J. (2015). Diseño e Implementación de un Prototipo de Sistema Electrónico para vehículos en caso de asalto con Dispositivos GPS dentro del Distrito Metropolitano de Quito (Bachelor's thesis, Quito: Universidad Israel, 2015).
- Calleja Hernández, J. M. (2016). Control remoto de un dron (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). Obtenido de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/88658>
- Zhang, Eric (2016). A6/A7/A6C User Manual. Thinker Technology Co.Ltd. Obtenido de: https://www.makerfabs.com/attachment/files/A6_A7_A6C_datasheet-EN.pdf
- Salavarría, C., & Alfredo, C. (2017). Implementación de un prototipo de sistema de georreferenciación mediante la tecnología GPS/GSM para personas vulnerables (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6367>
- Mite Pita, K. P., & Velasquez Palma, F. J. (2017). Diseño e implementación de un prototipo con servicios de geoposicionamiento y alarmas de socorro para los buses de la Espol y desarrollo de paraderos inteligentes usando una app comercial mediante la red GSM/GPRS (Bachelor's thesis, Espol). Obtenido de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/37215>
- Castañeda García, F. N., Henao, R. A., & Valencia, F. A. (2016). Diseño e implementación del sistema de control de vuelo de un UAV. Obtenido de: <http://200.21.94.179:8080/jspui/handle/10839/1246>
- InvenSense Inc. (2013). MPU6050 Datasheet. Obtenido de: http://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050_DataSheet_V3%204.pdf
- Valverde Vega, Sergio Andres (2014) Monitoreo vehicular mediante módulos GPS y GPRS controlados por Intel Galileo. Obtenido de <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0877t.pdf>
- Agencia Nacional de Tránsito y seguridad vial. (10 de 2015). 1er Informe Estadístico del observatorio vial- octubre 2015. Obtenido de antsv.gov.py: <http://www.antsv.gov.py/sites/default/files/descargas/1ER%20BOLETIN%20DEL%20OBSERVATORIO.pdf>
- Gilabert Luque, J. D. (2005). Dinámica de una motocicleta. Obtenido de Biblioteca de ingeniería Universidad de Sevilla.
- Kobayash, Y., & Makabe, T. (2013). Crasch Detection Metod for Motorcycle Airbag System. Obtenido de Motorcycle R&D Center/Honda R&D Co., Ltd. Paper Number 13-0113.
- Leguizamón, R., & Vega Bogado, M. E. (2010). Epidemiología de los Accidentes de Tránsito en el Hospital Nacional. Itauguá Paraguay.DEL NACIONAL, 2(2), 7-14. Obtenido de Repositorio scielo.iics.una.py: <http://scielo.iics.una.py/pdf/hn/v2n2/v2n2a02.pdf>
- Letham, L. (2001). GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global (Vol. 67). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Liu, C. L., & Uang, S. T. (2007). Fatigue driving detecting model based on momentum indices and neural-fuzzy approach. Obtenido de 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, 2007, pp. 500-504.: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp>.

jsp?tp=&arnumber=4419240&isnumber=4419131

- Manzanares, A. (2008). Estudio de los modelos matemáticos de acelerómetros comerciales. Obtenido de Repositorio Universidad de Sevilla: bibing.us.es/proyectos/abreproy/11669/descargar_fichero/Memoria.pdf
- Rasli, M. K., Madzhi, N. K., & Johari, J. (2013). Smart helmet with sensors for accident prevention. Obtenido de 2013 International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE), Kuala Lumpur, 2013, pp. 21-26.: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6895036&isnumber=6895028>
- Slimi, H., Arioui, H., Nouveliere, L., & Mammar, S. (2010). Motorcycle speed profile in cornering situation. Obtenido de Proceedings of the 2010 American Control Conference, Baltimore, MD, 2010, pp. 1172-1177.: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5530994&isnumber=5530425>
- Valdez Rodríguez, E., & González Luque, J. C. (2011). Comportamiento y primeros auxilios en caso de accidente de tráfico. Obtenido de: Repositorio Direccion General de Tránsito: <http://www.dgt.es/PEVI/eduvial/guias-didacticas-recursos/Comportamiento-y-primeros-auxilios.pdf>
- Volkswagen Latinoamérica. (2017). Glosario Técnico Sensores de impacto. Obtenido de [volkswagenlatinoamerica.com](http://www.volkswagenlatinoamerica.com):<http://www.volkswagenlatinoamerica.com/es/technik-lexikon/crash-sensoren.html>