

# Dispositivo electrónico de referencia visual para motocicletas

Lely Adriana Luengas C.  
Carlos Andrés Prieto  
Javier Bohórquez

Recibido el 17 de agosto de 2010. Aprobado el 26 de noviembre de 2010

## Resumen

Según la Secretaría de Tránsito de Bogotá, una de las principales causas de accidentes de tránsito, es la conducción en condiciones de baja visibilidad, adicional a esto, los motociclistas ocupan el tercer puesto entre las víctimas en accidentes de tránsito, y teniendo en cuenta que Bogotá cuenta con casi 1.5 millones de motocicletas, se hace necesaria una alternativa para ayudar a reducir su vulnerabilidad. Como aporte en el tema de la prevención, se propone el desarrollo de un dispositivo inalámbrico que permita a los usuarios de motocicletas ser más visibles en condiciones adversas, a su vez, el dispositivo debe aventajar a sus similares en conectividad, adaptabilidad y eficiencia.

## Palabras clave

Seguridad, prevención, conectividad, inalámbrico, modulación.

## Abstract

Approximately around 75% of all the motorcycle accidents are the result of a collision with another vehicle, typically passenger cars. Out of this percentage, a staggering 65% is due to the fact that the driver of the other vehicle failed to see the motorbike. These situations are most often encountered at night, which is obviously when the riders are most vulnerable. Surprising bad weather is only involved in 2% of motorcycle accidents. In road traffic accidents it is proven that motorcycle riders are at a greater risk of being seriously injured or killed and road traffic accidents that involve motorcycle riders have been on the increase since 1997. For the above, this project proposes design a wireless dispositive that show the motorbike in adverse conditions.

## Keywords

Security, prevention, wireless, modulation.

## I. Introducción

En estudios preliminares de reconocidas instituciones universitarias y compañías automotrices, se logró demostrar una relación entre la ubicación de las luminarias de stop de un automotor y su visibilidad, encontrando un notable aumento en la visibilidad con la adición de una tercera luz de stop en una posición de referencia más alta (Tercer stop en automóviles) (The Hartford, s.f.), es de anotar que en dicho estudio no se tuvo en cuenta a las motocicletas pero los resultados de este estudio se tomaron como base para el presente trabajo y se aplicaron con el propósito de analizar el problema en las motocicletas.

El objetivo principal del proyecto es dotar a los motociclistas con un dispositivo de seguridad que no dependa de agentes externos al motociclista y que otorgue un punto de referencia visual más alto frente a otros automotores. Además, que pueda contribuir en la disminución de los accidentes de tránsito generados por baja visibilidad, condición que hace de la motocicleta un vehículo vulnerable. La propuesta debe carecer de cables de conexión entre la motocicleta y el punto de iluminación, ya que más del 80% de las motos matriculadas son para trabajo (mensajeros y repartidores) (Gaviria, 2006). Este personal se desplaza por toda la ciudad y debe estar descendiendo de su vehículo constantemente, por tanto el cable sería algo engorroso ya que habría que estar conectándolo y desconectándolo siendo previsible que en algún momento se olvide su desconexión y se cause algún tipo de accidente; además de lo anterior, si el dispositivo se conecta con un cable de la moto al casco es ilegal, según el código nacional de tránsito.

No existe actualmente en el mercado una propuesta de seguridad para motocicletas, no ha tenido avances significativos desde la inclusión y exigencia de uso del casco de protección, razón por la cual se hace necesaria la búsqueda de alternativas que colaboren en parte, con los vacíos existentes en el tema de la seguridad para los motociclistas.

## II. Contenido

### Antecedentes

En 1974, el psicólogo John Voevodsky realizó un experimento para comprobar la eficacia de un aparato colocado en la parte posterior del automóvil, que indicara cuando el conductor de éste ha accionado el freno. A dicho aparato se le llamó tercera luz de freno. Para probar si este económico dispositivo tendría repercusión en la seguridad vial, Voevodsky dotó

343 taxis de San Francisco con la tercera luz de freno y dejó 160 taxis sin luz adicional, como grupo de control. Al final del experimento, 10 meses después, los taxis con una tercera luz de freno habían sufrido un 60,6% menos colisiones por alcance de lo que los taxis del grupo de control. Además, los conductores de taxis con la tercera luz de freno que sufrieron choques en la parte trasera de los vehículos resultaron heridos el 61,1% con menos frecuencia que los conductores de los taxis sin la luz (Voevodsky, 1974).

Actualmente, se puede encontrar en el mercado cajuelas para motocicleta que pueden ser conectadas a la luz del freno, sin embargo, es necesario hacer modificaciones a la motocicleta para lograr su adecuado funcionamiento. De otra parte, según investigación del magazín Mecánica Popular (Leno, 2009), en ciertos ángulos a pequeñas distancias, sobre todo en vehículos con línea de capot alto (camionetas y de tamaños superiores a estas) esta cajuela cubre el stop de la motocicleta, generando un riesgo potencial de accidente.

En Colombia, no ajenos a la dificultad de visualización de conductores y pasajeros de motocicletas, el Congreso de la República mediante la Ley 769 de 2002, que hace referencia al Código Nacional de Tránsito Terrestre, estableció algunas disposiciones para regular la circulación de peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito y vehículos por las vías públicas o privadas abiertas al público, pero dada la existencia de una serie de vacíos en el código, él mismo fue modificado mediante la Ley 1239 del 25 de julio de 2008 específicamente para el caso que compete al presente escrito, a través del artículo 96 "Normas específicas para Motocicletas, Motociclos y Mototriciclos: "Las motocicletas se sujetarán a las siguientes normas específicas: ... 2. Podrán llevar un acompañante en su vehículo, el cual deberá también utilizar casco y la prenda reflectiva exigida para el conductor..." (Colombia, Congreso Nacional de la República (2008, julio 25), "Ley 1239 de julio de 2008). Pero aún, con estas disposiciones, en tiempos de baja visibilidad no es posible reconocer cuando una motocicleta se ha detenido.

Por los motivos expuestos se propone el desarrollo de un dispositivo que se acople a los diseños originales de las motocicletas, que al conectarse no modifique la instalación mecánica o eléctrica de la motocicleta, no interfiera con la movilidad o visibilidad del conductor, no afecte las características de seguridad ni la rigidez estructural del casco y se accione con la luz de freno de la motocicleta.

## Especificaciones de la Solución

Para proveer una solución válida en el ambiente de los conductores colombianos de motocicletas. Es decir, teniendo en cuenta la normatividad que les rige, la solución que se propone al problema planteado debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

1. El tamaño del dispositivo transmisor que se instale en la motocicleta reemplazando la luz original de stop no debe sobrepasar el tamaño promedio del cocuyo, que según los fabricantes es de 65 x 53 mm.
2. La adaptabilidad del dispositivo luminoso a cualquier tipo de casco.
3. La activación involuntaria, es decir, contar con un protocolo de encriptamiento para enviar la información precisa en el momento exacto, sin que la existencia de otros dispositivos que usen radiofrecuencia puedan interferir con el buen funcionamiento del modulo y viceversa.

## III. Dispositivo electrónico de referencia visual

Teniendo en cuenta las restricciones de diseño y con el fin de contar con un elemento que no obstaculice el manejo de la motocicleta, al mismo tiempo que cumpla con la normatividad del Código Nacional de Tránsito Terrestre se diseñó un dispositivo que consta de dos módulos, un transmisor ubicado en la motocicleta y un receptor ubicado en el casco.

El transmisor se instala en el espacio de la luz del freno, no necesita de conexiones eléctricas, fuentes o baterías adicionales ya que funciona con el sistema eléctrico original de la motocicleta. El receptor se ubica en la parte posterior del casco, funciona con baterías y no afecta las características del casco.

En el momento en que se acciona el mecanismo de freno en el vehículo, se enciende la luz posterior indicando disminución de la velocidad. El dispositivo permite llevar este principio a la altura del casco, con un sistema de comunicación inalámbrico que no afecta la movilidad del conductor. En la figura 1 se observa el diagrama de bloques del circuito propuesto.

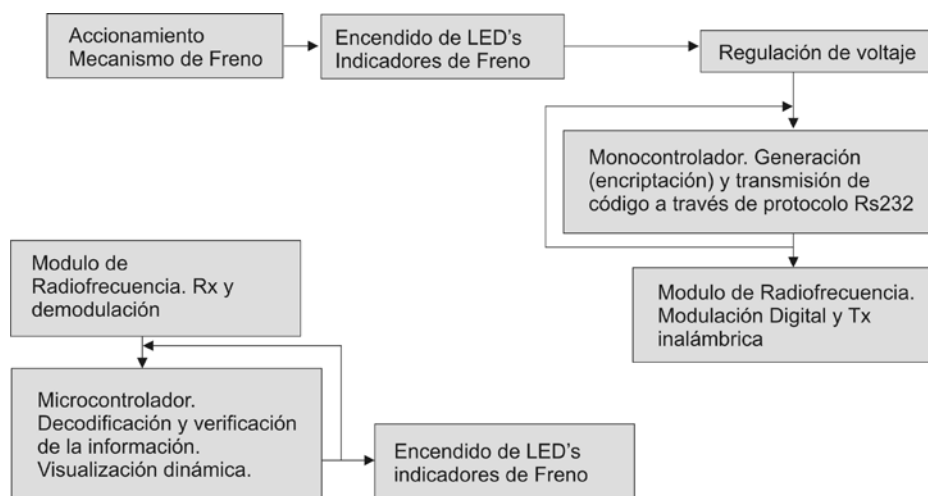


Figura 1. Diagrama de bloques del circuito propuesto. Fuente: los autores, 2009.

### Transmisor

El circuito del transmisor está compuesto por el sensor del accionamiento del freno, que es la señal enviada a la luz trasera de la motocicleta y es propia de ésta; los indicadores de luz de freno, en este caso led's; un regulador de tensión para la alimentación del circuito; un generador de código, que también realiza la encriptación y lo transmite al transmisor RF y por último el módulo de transmisión.

Este circuito se conecta con la motocicleta a través de un soquet de doble contacto (universal), esta conexión le brinda al dispositivo un sistema de alimentación óptimo ya que el consumo de potencia es menor que el del bulbo original (5W en el bulbo / menos de 400 mW en el dispositivo). De otro lado, el dispositivo puede detectar las señales de freno y posición de una forma independiente.

Al ser detectado el accionamiento del freno, el circuito enciende un juego de LED's en la motocicleta y la correspondiente luz de placa, esta señal se envía al circuito de encriptación, realizado por un microcontrolador (Angulo, J.; Romero, S. & Angulo, I. 2009), luego este microcontrolador genera una palabra digital y la transmite usando el protocolo RS-232 al módulo de radiofrecuencia, para modular la información y transmitirla en forma inalámbrica mediante modulación digital ASK (Levy, 2001). Se ha utilizado este tipo de transmisión ya que una cableada implicaría conexión permanente y conexiones desde la motocicleta hasta el casco lo cual puede interferir en el momento de manejar la misma.

Para la selección de la etapa de transmisión y el módulo a utilizar se realizó una disertación de tendencias que se encuentran en el mercado, priorizando la fácil utilización de los dispositivos, la adap-

tabilidad para funcionar fácilmente, sin necesidad de utilizar demasiada profundización en el campo de las telecomunicaciones.

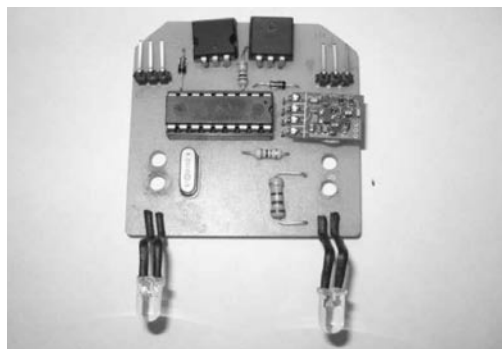
Se recopilaron las especificaciones técnicas de los dispositivos que podían ser empleados, se ensayó en un primer periodo con la comunicación con módulos tpl y rlp teniendo como inconveniente la alta interferencia que se presentaba en la comunicación. Luego se optó por la utilización de módulos Xbee los cuales satisficieron la necesidad de transmitir la información necesaria con baja interferencia, gran alcance y fácil adaptación al dispositivo. Los módulos son de bajo costo, ultra-bajo consumo de potencia, uso de bandas de radio libres y no requiere tramite de licencias, instalación barata y simple, redes flexibles y extensibles.

Para la implementación, se utilizó el modo transparente: en este modo todo lo que ingresa se guarda en el buffer de entrada y luego se transmite y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego enviado. El modo Transparente viene por defecto en los módulos Xbee. Este modo está destinado principalmente a la comunicación punto a punto, donde no es necesario ningún tipo de control. En el presente caso se utilizó para reemplazar la conexión serial por cable, dado que es la configuración más sencilla posible y no requiere de mayor configuración.

La modulación ASK, Amplitudes-Shift Keying, es una modulación de amplitud donde la señal moduladora (datos) es digital, utiliza variaciones de la amplitud de la onda portadora según el dato a transmitir, así, un 1 binario se representa por una onda sinusoidal de amplitud A dada, mientras que un 0 binario está representado por una señal con amplitud menor que A, los demás parámetros que definen la onda sinusoidal tales como frecuencia y fase permanecen inalterados en el proceso de modulación (Tomasi, W. 2003; Glover, I. & Grant, P., 2009)

En la figura 2 se muestra el diagrama final del circuito obtenido para la detección de freno, la encriptación de información y el circuito de transmisión de la misma. Además, se observan dos led's indicadores de funcionamiento del módulo.

Para la indicación de luz de freno se diseño un circuito



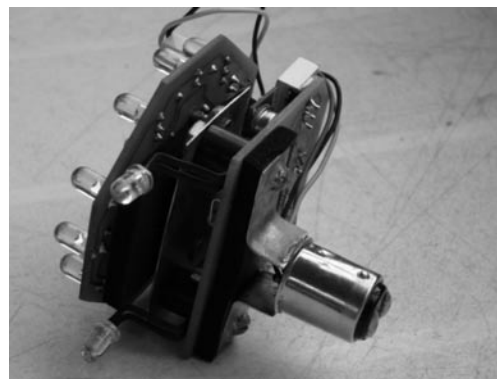
**Figura 2.** Circuito de detección de accionamiento de freno, generación de palabra digital y transmisión RF. Fuente: los autores, 2009

con visualizadores tipo LED's, el cual se activa desde el circuito anterior, la configuración final se muestra en la figura 3. El tamaño no supera la disposición del fabricante para la luz posterior de freno.



**Figura 3.** Juego de LED's para Freno y Posición. Fuente: los autores, 2009.

Luego de integrar el circuito de detección de accionamiento de freno, el transmisor, el juego de LED's para freno y el socket de conexión se obtuvo un circuito general, el cual se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Presentación final del sistema de transmisión, accionamiento, juego de LED's y socket. Fuente: los autores, 2009.

## Receptor

El dispositivo receptor se ubica en la parte posterior del casco, exactamente arriba del aviso de placa, se asegura con cinta de doble faz para uso automotriz. Funciona con 4 baterías AAA. Se encuentra compuesto por un módulo receptor, un decodificador y una señalización.

Al activar la señal de freno el transmisor ejecuta su función y envía la información al modulo receptor de radiofrecuencia, éste a su vez la remite al microcontrolador encargado de decodificar y comprobar la información recibida. Si corresponde al accionamiento del freno en la motocicleta, el



microcontrolador inicia un ciclo de visualización dinámica a través de un arreglo de LED's dispuestos para la señalización, el ciclo permanece hasta el momento en que la información no concuerda, es decir cuando cesa la acción del freno o la información que recibe es errónea. En la figura 5 se muestra el circuito receptor y la visualización en el casco.



**Figura 5.** Circuito receptor. Fuente: los autores, 2009.

Los dispositivos transmisor y receptor se comunican en una banda de radiofrecuencia libre de licencia. Además, se usa un sencillo sistema de encriptación basado en el comportamiento de la operación XOR y se le asigna un código serial único a cada dispositivo con el fin de evitar la activación involuntaria por interferencia de dispositivos de otro tipo o de la misma clase.

## IV. Resultados

El dispositivo se implementó en una motocicleta y se realizaron varias pruebas de funcionamiento, obteniendo las siguientes observaciones.

En horas de la noche, es decir cuando hay poca luz en el ambiente, se tomaron fotografías de la moto tanto con el dispositivo diseñado como sin éste, las fotos se muestran en las figuras 6 y 7. Se observa que la motocicleta con el dispositivo diseñado es más visible desde otros vehículos, tanto en cortas como en largas distancias de separación entre los vehículos (motocicletas y otros automotores).

El dispositivo se adapta a gran variedad de modelos de motocicletas y cascos existentes en el mercado, siempre sin alterar las condiciones originales del vehículo, ya que según el funcionamiento explicado, la instalación del transmisor y el receptor es sencilla.

El dispositivo receptor es alimentado con baterías económicas y de fácil adquisición.



**Figura 6.** Motocicleta de prueba sin dispositivo. Fuente: los autores, 2009.



**Figura 7.** Motocicleta con el dispositivo diseñado. Fuente: los autores, 2009.

El dispositivo por ser inalámbrico no afecta el libre movimiento del motociclista al conducir o estar alejado del vehículo, de igual manera no afecta las características de resistencia, ni la rigidez estructural del casco cumpliendo los lineamientos descritos en el código nacional de tránsito y la norma Icontec NTC453.

## V. Conclusiones

- Con el método de encriptación XOR implementado, el dispositivo es poco vulnerable a la activación involuntaria, ya sea generada por ruido o emisiones de dispositivos inalámbricos.
- Con la instalación del dispositivo en la motocicleta, se disminuye la potencia consumida aproximadamente en un 90% en comparación con un bulbo

convencional, ya que la potencia de éste es de cerca de 5W y la del arreglo de led's junto con el circuito de 400 mW, aproximadamente.

- El desarrollo del dispositivo no resulta sencillo, puesto que se diseña para un espacio limitado. La forma de las placas de circuito impreso, la distribución de los componentes y baterías, y los puntos de anclaje son seleccionados para aprovechar al máximo los espacios y las formas de los stops y los cascos.
- El dispositivo transmisor se adapta a una amplia variedad de motocicletas con soquet de doble contacto y sistema eléctrico de 12v, ya que el soquet para varias marcas de motos es general.
- Se deben realizar pruebas en un número mayor de motocicletas para documentar mejor los resultados de la propuesta.

## VI. Referencias

- [1] American Psychological Association (APA) (2003), Third Brake Light is No Third Wheel, American Psychological Association, disponible en: <http://www.apa.org/research/action/brake.aspx>, recuperado: 10 de febrero de 2009.
- [2] Angulo, J. M.; Romero, S. & Angulo, I. (s.f.), Micro-controladores PIC: diseño práctico de aplicaciones, Madrid, McGraw-Hill Interamericana de España S.A.
- [3] Colombia, Congreso Nacional de la República (2008, julio 25), "Ley 1239 de julio de 2008, por medio de la cual se modifican los artículos 106 y 107 de la ley 769 del 2 de agosto de 2002 y se dictan otras disposiciones", en *Diario Oficial*, No. 47.061 de 25 de julio de 2008, Bogotá.
- [4] Gaviria, R. (2006), El impacto del nuevo parque automotor en Colombia, en *Revista Fasecolda*, No. 119, pp. 38-39
- [5] Glover, I. & Grant, P. (2009), *Digital Communications*, Tercera edición, Prentice Hall.
- [6] Leno, J. (2009), An Art form Lost: Owner's manuals once were more than a collection of warnings and cautions. They used to enhance ownership. Recuperado febrero 3, 2009, de [http://www.popularmechanics.com/cars/jay-leno/2420976?click=main\\_sr](http://www.popularmechanics.com/cars/jay-leno/2420976?click=main_sr)
- [7] Levy, S. (2001). *Crypto: How the Code Rebels Beat the Government-Saving Privacy in the Digital Age* eBook. Penguin.
- [8] Li, Z. & Milgram, P. (2008), An empirical investigation of a dynamic brake light concept for reduction of rear-end collisions through manipulation of optical looming, en *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(3), pp. 158-172.
- [9] Tomasi, W. (2003), *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Pearson educación, cuarta edición, México
- [10] The Hartford (s.f.), Night Driving Safety, disponible en <http://hartfordauto.thehartford.com/Safe-Driving/Car-Safety/Driving-Safety/night-driving.shtml>, recuperado: 6 de febrero de 2009.
- [11] Voevodsky, J. (1974), Evaluation of a deceleration warning light for reducing rear-end automobile collisions, en *Journal of Applied Psychology*, 59(3), pp. 270-273

**Lely Adriana Luengas C, MSC.**, Docente Universidad Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Ciudad Bolívar, Bogotá - [lelyluco@gmail.com](mailto:lelyluco@gmail.com)

**Carlos Andrés Prieto**, Tecnólogo Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá

**Javier Bohórquez**, Tecnólogo Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá