

Sobre el uso de sistemas inteligentes para seguridad vial

■■■■
Alicia Larena-Pellejero y Josep Merlo-Mas
Universidad Politécnica de Madrid (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7842>

1. INTRODUCCIÓN

La reducción del número de accidentes de circulación en carreteras interurbanas durante los últimos 10 años ha sido un objetivo clave para las organizaciones según la Dirección General de Tráfico. Para ello, a parte de las campañas para aumentar la concienciación y responsabilidad de los usuarios y el cambio en la reglamentación de las sanciones, se ha incrementado la inversión en materia de infraestructuras destinadas a favorecer el descenso del riesgo de accidentes [1].

Por otro lado, resulta cada vez más frecuente que la industria y los procesos de fabricación se decanten por el uso de tecnologías con el menor impacto posible sobre el medioambiente y que las fuentes de energía utilizadas sean renovables.

La búsqueda de sistemas sostenibles innovadores que incrementen la seguridad en el transporte ha motivado al *Laboratorio Químico de Ensayos y Control de Calidad* (LQECC) a exponer el inicio de sus investigaciones en esa dirección. En este informe se detalla el análisis de las diferentes tecnologías con aplicación para la

detección del vehículo y la posterior iluminación de paneles indicadores o señalización mediante LEDs.

2. TECNOLOGÍAS PARA LA DETECCIÓN DE VEHÍCULOS

2.1. SENSORES DE MOVIMIENTO PIR

Los detectores PIR (*Passive Infrared*) o Pasivo Infrarrojo, reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el calor del cuerpo humano o animales. Básicamente reciben la variación de las radiaciones infrarrojas del medio ambiente que cubre. Es llamado pasivo debido a que no emite radiaciones, sino que las recibe. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor.

Su componente principal es el sensor piroeléctrico. Se trata de un componente electrónico diseñado para detectar cambios en la radiación infrarroja recibida. Generalmente dentro de su encapsulado incorporan un transistor de efecto de campo que amplifica la señal eléctrica generada cuando se produce dicha variación de radiación recibida.

La información infrarroja llega al sensor a través de una lente de *Fresnell* que divide el área protegida en sectores. La señal eléctrica que genera el sensor pi-

roeléctrico cuando detecta un cambio es procesada por un circuito electrónico de control que activará un relé en el caso que la señal tenga ciertas características (amplitud, frecuencia, duración, etc.).

Con objeto de lograr total confiabilidad, esta tecnología integra además, un filtro especial de luz que elimina toda posibilidad de falsas detecciones causadas por la luz visible (rayos solares), así como circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radio frecuencia [2] [3].

2.2. DETECTORES DE ALTA FRECUENCIA POR MICROONDAS

A diferencia de la tecnología de infrarrojos pasivos (PIR), los detectores de alta frecuencia por microondas solamente necesitan movimiento para la detección. Esta tecnología es activa y más sensible que la que utiliza infrarrojos, permitiendo establecer con más precisión el alcance de detección. Este detector no es sensible a los contaminantes, a diferencia de las lentes PIR, que ven reducida su sensibilidad al ensuciarse [3][4].

2.3. SENSORES DE MOVIMIENTO ULTRASÓNICOS

Los sensores de movimiento ultrasónicos se pueden encontrar generalmente en alarmas de seguridad para detectar movimiento en un lugar. Emiten ondas de sonido que rebotan en los objetos del lugar donde se haya instalado una alarma antirrobo, por poner un ejemplo.

Estos sensores utilizan el efecto *Doppler*, muy importante en el funcionamiento de este mecanismo ya que consiste en una frecuencia acústica que sufre una variación proporcional a su velocidad de desplazamiento [3] [5].

2.4. DETECTORES TIPO RADAR

Todos los tipos de radar funcionan según el mismo principio básico: emiten una onda electromagnética hacia el objeto a detectar, la onda re-



bota y vuelve a la antena. Analizando la señal devuelta, se pueden saber muchas características del objeto en cuestión.

Cuando la onda rebota en el coche, debido a que éste se mueve a cierta velocidad, cambia su frecuencia. Midiendo la diferencia de las frecuencias, el radar puede saber la velocidad a la que se movía el vehículo [3].

2.5. USO DE MATERIALES PIEZOELÉCTRICOS

Un sensor piezoeléctrico es un dispositivo que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir presión, aceleración, tensión o fuerza; transformando las lecturas en señales eléctricas o viceversa, transformando señales eléctricas en pequeñas presiones mecánicas.

Los materiales que presentan propiedades piezoeléctricas se dividen en dos grupos: los que presentan esas propiedades de forma natural y los que necesitan ser polarizados (que son los cerámicos piezoeléctricos). Los primeros tienen un efecto piezoeléctrico muy pequeño, por ese motivo se desarrollaron los segundos, con un efecto mucho mayor, de los cuales los más usados en industria son el titanato de bario (BaTiO_2), y una combinación de zirconato de plomo (PbZrO_3) y titanato de plomo (PbTiO_3). A esta combinación, se le llama en la industria PZT (zirconato titanato de plomo) y son fabricados por compresión de polvo a alta temperatura, moldeados y cocidos en un horno.

Los PZT son las cerámicas piezoeléctricas más usadas por su temperatura crítica, por su coeficiente piezoeléctrico y por su relativamente baja temperatura de funcionamiento (200°C).

Como ventaja frente a otras, se pueden fabricar a un precio muy bajo, físicamente son fuertes, químicamente inertes y, además, se ha demostrado que tienen más sensibilidad piezoeléctrica, lo que se comprueba observando su coeficiente piezoeléctrico [6][7].

3. ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Algunos aspectos y elementos de riesgo que generan una disminución de la seguridad vial como son A) falta de visibilidad en tramos poco iluminados o falta de visibilidad por niebla, fuerte lluvia, B) curvas peligrosas, confluencias conflictivas de tráfico, C) situaciones de emergencia por accidentes, retenciones, obras de infraestructura, y otros son paliados con el uso de un sistema de detección inteligente, como un sistema piezoeléctrico, y aviso

mediante leds. De esta manera se permite mejorar la detección de estos elementos de riesgo y su posible control por parte del conductor. En tanto que la mejora de detección del riesgo va directamente ligada a una mayor seguridad por la relación intrínseca entre detección y control.

Los sensores más comunes en aplicaciones no referidas a la seguridad vial son, en términos de utilidad, ahorro de energía y costes, los de tipo PIR. Una de las ventajas principales en cuanto al consumo es que no emiten energía si no detectan movimiento (detector pasivo), lo cual resulta muy útil cuando lo que se busca es el ahorro de energía.

A diferencia de los sensores PIR, los detectores ultrasónicos tienen un campo de detección continuo (activo). A parte de ser un sistema propenso a presentar falsas activaciones, pierde su propósito cuando se quiere utilizar para fines de conservación de energía eléctrica, como es el caso del control automático de la luz en señalización viaria.

Los sensores por microondas y los sensores de radar son bastante similares a los ultrasónicos ya que también pertenecen al grupo de sensores permanentemente activos. La principal diferencia entre los sensores por microondas y los sensores ultrasónicos es que los primeros emiten ondas electromagnéticas en vez de sonoras. Estando a la par con los sensores ultrasónicos en cuanto prestaciones, los sensores por microondas son generalmente más costosos y consumen más.

En conclusión, si se tuviera que elegir un tipo de detector tradicional para la aplicación que se propone, el más conveniente resultaría el sensor PIR. No obstante, este tipo de sensor no aporta las mismas prestaciones que ofrece un sistema inteligente basado en un material piezoeléctrico como el que se quiere desarrollar en el presente estudio.

Los detectores piezoeléctricos son de fácil producción a la vez que económicos. Además, responden a la necesidad de ser un sistema de detección pasivo ya que no consume energía permanentemente. Se usan para medir presiones rápidamente cambiantes u otras fuentes de choque o vibración, lo cual entra en el propósito de aprovechar el paso de rueda de los vehículos.

La exploración de este tipo de fuentes para obtener la energía, reducir el consumo y, sobre todo, evitar el coste añadido de la instalación, está en pleno auge. De forma inesperada los sensores piezoeléctricos han comenzado a adquirir un papel importante en un entorno industrial que

desde nuestro punto de vista se puede aplicar a aumentar la seguridad vial así como a reducir sus costes.

El objetivo del sistema a implementar es pasar del modelo tradicional de funcionamiento basado en la previa detección del vehículo y posterior respuesta lumínica a un modelo donde la detección y la respuesta estén integrados, añadiendo como ventaja el autoabastecimiento de energía.

PARA SABER MÁS

- [1] Dirección General de Tráfico, "España cumple varios de los objetivos europeos para reducir los fallecidos por accidente de tráfico en 2020", Nota de prensa. Abril 2014.
- [2] Glolab Corporation, "How Infrared motion detector components work", <http://www.glolab.com/pirparts/infrared.html>, Mayo 2013.
- [3] Sirius Technology: Occupancy sensors, Motion sensors and PIR sensors "PIR sensor technology", <http://www.ecosirius.com/technology.html>, Febrero 2014.
- [4] Home Security Systems, "What is Microwave Motion Detector", <http://www.homesecuritysystems.tips/types-of-systems/what-is-microwave-motion-detector-benefits-and-brands>, Julio 2015.
- [5] Adamu Murtala Zungeru, "Design and development of an ultrasonic motion detector", School of Electrical and Electronic Engineering, University of Nottingham, 2013.
- [6] Physik Instrumente Ceramic GmbH, "Fundamentals of Piezo Technology", Thuringia (Alemania), <http://www.piceramic.com/piezo-technology/fundamentals.html>, fecha consulta: Julio 2015.
- [7] Anton, S. R. Et Sodano, H. "A review of power harvesting using piezoelectric materials (2003–2006)", *Smart Materials and Structures*. May 2007. Vol. 16 (3). (<http://dx.doi.org/10.1088/0964-1726/16/3/R01>)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de la Comunidad de Madrid a través del Programa SEGVAUTO TRIES para grupos de investigación en Tecnologías 2013.