

DESARROLLO DE SEÑALIZACIÓN LUMINOSA PARA PEAJES DE AUTOPISTAS

Ruben González Muñoz

Eliseo P. Vergara González

Alvaro Navarro Calderón

Abstract

This article is a study of the characteristics of the traffic lights on the marquees of motorway tolls, whose mission is to identify the typology of different forms of passage for them. Should be located at the entrance to the highway indicate the form of access to them either by hand, picking up a ticket either automatically if the vehicle has a toll device. If their location is in the output indicate the payment method and / or characteristics of the vehicles which are enabled by the toll roads.

The aim is to study improvements focused on two aspects, one at the level of highway users and other technical level of their own lights, so as to ensure service reliability and durability of these devices.

This should take into account different aspects such as environmental characteristics of the area, influence of weather conditions (fog, rain,..), location devices, electrical connection characteristics, characteristics of the main components of lights, for example, the box frame, the electronic card and the light elements.

Keywords: *traffic lights; motorway toll; security*

Resumen

Este artículo consiste en un estudio de las características de los semáforos situados en las marquesinas de los peajes de las autopistas (ver Fig.1), cuya misión es indicar la tipología de las diferentes formas de paso por los mismos. En caso de estar situados en la entrada de las autopistas indicarán la forma de acceso a las mismas, bien de forma manual, recogiendo un ticket, o bien automática si el vehículo dispone de un dispositivo de telepeaje. Si su ubicación está en la salida indicarán la forma de pago y/o las características de los vehículos para las que se encuentran habilitadas las vías de los peajes.

El objetivo es estudiar mejoras enfocadas en dos aspectos, uno a nivel de los usuarios de las autopistas y otro a nivel técnico de los propios semáforos, de forma que se garanticen la fiabilidad y durabilidad del servicio de estos dispositivos.

Para ello se tendrán en cuenta diferentes aspectos, como características medioambientales de la zona, influencia de las condiciones meteorológicas (niebla, lluvia,..), ubicación de los dispositivos, características de la conexión eléctrica y de los componentes principales de los semáforos (como por ejemplo, la caja, el bastidor, la tarjeta electrónica y los elementos lumínicos).

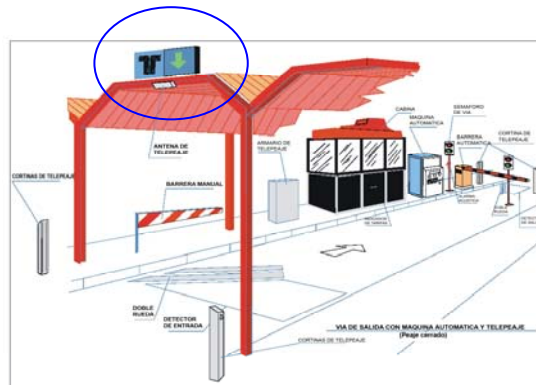
Palabras clave: *semáforos; autopistas de peaje; seguridad*

1. Contenido

1.1. Introducción

A lo largo de los años, los semáforos utilizados en las marquesinas de peaje de las autopistas de peaje (Ver Figura 1) han ido evolucionando en diferentes aspectos, tanto a nivel tecnológico como de uso. Desde el año 2004 este tipo de dispositivos fueron adquiriendo más importancia al estar ligados a una nueva forma de pago por los peajes, que se denomina sistema dinámico o Telepeaje (llamado también Vía T, TAG, O.B.E., O.B.U)

Figura 1. Representación gráfica de los semáforos



Este sistema consiste en un dispositivo electrónico vía radio (ver Figura 2) que se comunica con las antenas instaladas tanto en las vías de entrada como en las de salida, en el cual se graban o leen los datos necesarios para realizar la transacción, sin necesidad de que el vehículo se detenga, en aquellas vías especialmente acondicionadas y debidamente señalizadas para ello.

Figura 2. Dispositivo de Telepeaje. Se coloca en la parte superior de la luna delantera del parabrisas del vehículo



Con la aparición de este sistema de Telepeaje se acentuó la necesidad de modificar los semáforos de señalización existentes para ir adaptándolos a los nuevos requerimientos

tecnológicos aunque con los inconvenientes de que es un mercado con muchas limitaciones, tanto en cuanto a que la demanda es muy reducida y el número de empresas fabricantes muy bajo. Este hándicap supuso que algunas autopistas desarrollaran sus propios modelos de semáforos.

A continuación se exponen una serie de consideraciones temáticas relevantes para el desarrollo de estos semáforos con la idea de proporcionar mejores prestaciones para los usuarios de las autopistas de peaje (seguridad vial) como de los propios dispositivos.

1.1.1. Normativa

En referencia a este tipo de dispositivos de señalización, específicos para las autopistas de peaje, localizados en los peajes de entrada y salida, no están regulados por ninguna normativa. Ni en la normativa de carreteras regulada por Ministerio de Fomento, como por ejemplo la Norma 8.1 IC (Señalización vertical); ni en normativas específicas, a nivel de equipos como por ejemplo la *Resolución de 1 de junio de 2009, de la Dirección General de Tráfico, por la que se aprueba el Manual de Señalización Variabl*, relativa a los Paneles de Mensajes Variables de carreteras, que serían los dispositivos más similares a los semáforos, en cuanto a tecnología y utilización.

1.1.2. Tipos de focos

Desde la instalación de los primeros semáforos en los peajes de las autopistas concesionarias españolas en los años 70 hasta los actuales han pasado por una serie de evoluciones. Desde la forma (de circular a cuadrada), las dimensiones (de 200 mm de diámetro hasta los 900 mm de lado), los sistemas de iluminación (de neón, pasando por fluorescentes,.. hasta los actuales diodos LED).

Debido a la evolución tecnología tan positiva, se están desarrollando diodos LED de luz blanca, cuyas prestaciones en cuanto a consumos, durabilidad,.. son mucho mejores que las actuales lámparas incandescentes o tubos fluorescentes convencionales. Esto pudiera derivar en un futuro a la utilización de estos diodos de iluminación para los sistemas de señalización.

1.1.3. Visibilidad y contraste

Otro de los aspectos importantes para el usuario es la correcta visibilidad y contraste de los dispositivos en todo tipo de situaciones meteorológicas (lluvia, niebla, sol,..) y período del día (día – noche).

Para mejorar el contraste que percibe el conductor entre el semáforo y el fondo detrás del mismo, caracterizado por el paisaje y condiciones atmosféricas del entorno, se han realizado sustanciales mejoras, como las siguientes:

- Colocación de fondos negros en la zona de señalización para mejorar el contraste de luminosidad (ver Figura 3)

Figura 3. Ejemplo de ubicación de los semáforos en la zona de las vías de un peaje



- Variación de la ubicación (dentro de las limitaciones que suponen las características geométricas de las marquesinas de peajes así como el acceso a los mismos para las labores de mantenimiento) de los semáforos en las marquesinas de peaje (encima o encastrado en la propia marquesina) (ver Figura 4)

Figura 4. Ejemplo de colocación de los semáforos encima de la marquesina (Posición 1) y encastrado en la misma (Posición 2), en la misma zona de salida de un peaje



- Tamaño de los semáforos. La dimensión máxima efectiva que pueden utilizarse es de 900 mm (mismo tamaño de una señalización vertical regulada por la norma 8.1 IC del Ministerio de Fomento), si se tiene en cuenta la ubicación como máximo de 3 semáforos por vía. La anchura de vías está entre 2,80 y los 3 m.
- Colocación de parapetos tipo viseras para evitar la incidencia de la luz solar (ver Figura 5)

Figura 5. Señalización con protección lateral contra la luz solar



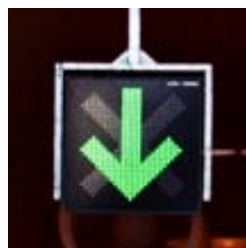
- Disponer de diodos LED de alta intensidad para operar en entornos de alta luminosidad (en especial los diodos LED blancos de más intensidad que los diodos azules en las señales de telepeaje) (ver Figura 6)

Figura 6. Ejemplo de señalización donde se aprecia la diferencia de intensidad en función de color del fondo de la simbología



- La ocultación de la señal cuando ésta está apagada (visualmente no se puede identificar ninguna silueta) (ver Figura 7)

Figura 7. En la señalización se percibe de fondo la silueta de otro tipo de simbología diferente de la iluminada lo que puede provocar confusión entre los conductores



En lo relativo a la regulación automática de la intensidad de los diodos LED, para evitar deslumbramientos a los usuarios en función de la hora del día, mediante un reloj solar o similar (generalmente se regulan de forma diurna y nocturna, ya que por la noche, debido al contraste del entorno, es necesaria mucha menor intensidad de luz que durante el día), o bien utilizando reguladores por modulación de ancho de pulso (PWM) o mediante fotorresistencias (LDR).

1.1.4. Disipación de calor

Posiblemente este aspecto sea el más sensible para la correcta utilización de los dispositivos, y por ende su fiabilidad y durabilidad.

La raíz del problema es la generación de un excesivo calor en una unidad de superficie muy pequeña (mm^2) debido a la disipación de calor de los elementos electrónicos que componen los semáforos, principalmente los propios diodos LED (potencia aproximada entre 1-3 W por diodo) y la fuente de alimentación. Además hay que tener en cuenta que las condiciones atmosféricas juegan un papel relevante al tratarse de elementos cuya ubicación está a la intemperie.

Los problemas ocasionados por este motivo son múltiples y muy importantes ya que pueden suponer desde la ruptura de los puntos de soldadura de estaño de los diodos LED con la repercusión en el circuito eléctrico, hasta la deformación de materiales de la propia placa (ver Figura 8).

Figura 8. Ejemplo de deformación de una placa de diodos por los efectos del calor



1.2. Conclusiones

A la vista de los análisis realizados se pueden extraer las conclusiones que a continuación se mencionan:

La primera y más importante es la necesidad de una normativa que regule los semáforos que gestionan el paso de vehículos en los peajes de las autopistas ya que están presentes en vías públicas y por lo tanto repercuten directamente en la seguridad vial de los conductores y por ende de los trabajadores de los peajes.

Esta carencia está presente en numerosos y diversos aspectos: dimensiones, características de intensidad lumínica, tensión de alimentación,..., aunque destaca por encima de todos ellos la falta de homogenización de la simbología utilizada en cuanto a los pictogramas, su combinación y significado (Ver Figura 9)

Figura 9. Ejemplos de autopistas nacionales e internacionales (Irlanda) con diferentes tipos de semáforos y pictogramas



Se propone, como simbología y significado la reflejada en la Figura 10:

Figura 10. Propuesta de simbología y significado de la misma



Las ventajas que supone la anterior simbología son, por un lado, la no utilización de ningún mensaje de carácter alfanumérico, por lo que se podrían utilizar a nivel internacional, y hace una diferencia clara entre las vías los peajes que están configuradas exclusivamente (dedicadas) para sistemas de telepeaje – único símbolo de obligación, de las vías de peajes que tienen una utilización de modo mixta (dos símbolos). De esta forma el usuario no tendría ninguna duda a la hora de conocer la configuración de las vías de peaje ya que, a una cierta distancia no tendría mucha importancia la diferenciación si el perímetro del símbolo del semáforo utilizado en una determinada vía con dispositivo Vía T es un círculo o un cuadrado puesto que si la configuración de la vía es dedicada (exclusiva Vía T) sólo aparecería un único símbolo mientras que si fuera mixta (utilización de Vía T y otro sistema) habría dos símbolos, uno de Telepeaje y el otro con la otra forma de pago, generalmente con la presencia de un cobrador en la cabina de la vía de peaje.

La utilización de diodos LED es la mejor opción para su utilización en los semáforos de señalización. Ello es debido a una serie de características, que permiten justificar dicha afirmación:

- Tamaño reducido, de pocos milímetros, ajustándose así a las dimensiones requeridas
- Alta resistencia a vibraciones e impactos, ofreciendo mayor fiabilidad que las lámparas convencionales por no haber fallos en los filamentos
- Larga vida útil, entre 3.000 y 100.000 horas (respetando las condiciones recomendadas de funcionamiento)
- Bajo consumo, ahorrando energía por la poca potencia instalada.
- Elevada saturación de color, por lo que no se necesitan filtros de color. Los LED son fuentes de luz monocromáticas con una amplia gama de colores
- No generan radiación ultravioleta ni infrarrojos, por lo que no se deterioran los materiales a la luz del LED
- Los LED no se ven afectadas por la frecuencia de apagados/encendidos. Emiten luz de forma instantánea.
- Tienen un funcionamiento fiable a bajas temperaturas, hasta -30°C. Con las altas temperaturas pueden surgir problemas no sólo con los propios LED sino con las soldaduras de estaño de los circuitos impresos, que si exceden de una cierta temperatura se rompe dicha soldadura e impide el contacto eléctrico necesario.

En lo referente a la mejora de la disipación del calor generado por los dispositivos electrónicos asociados a los semáforos, sin recurrir a medios externos que consuman energía (p.e. ventiladores, bomba de calor,..), se propone:

- La reubicación de las fuentes de alimentación, alojadas inicialmente en el interior de los semáforos. Trasladarlas al interior del armario de control del sistema de telepeaje, ubicado generalmente en las isletas de peajes, a nivel de calzada o en los túneles que recorren transversalmente las vías de algunos peajes.
- Ventilación no forzada en las cajas, mediante la apertura de aberturas con rejillas en diferentes posiciones para favorecer la corriente de aire en el interior de las cajas.

2. Glosario

- **O.B.E. (*On Board Equipment*):** Dispositivo electrónico ubicado en los vehículos necesario para hacer uso del sistema Telepeaje
- **O.B.U (*On Board Unit*):** Dispositivo electrónico ubicado en los vehículos necesario para hacer uso del sistema Telepeaje
- **LED (*Light-emitting diode*):** diodo semiconductor que emite luz
- **PWM (*pulse-width modulation*):** modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.
- **LDR (*light-dependent resistor*):** es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente.

3. Referencias

- www.national.com
- www.eoi.com.tw
- www.ti.com
- www.optekinc.com
- www.ayllon.com
- www.indalux.es
- www.osram.com
- www.viat.es
- Documentación gráfica obtenida de diferentes autopistas de peaje.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Eliseo P. Vergara González
Área de Proyectos de Ingeniería. Universidad de La Rioja
Phone: +34 941 299 107
Fax: + 34 941 299 120
E-mail : eliseo.vergara@unirioja.es
URL : www.unirioja.es