

## PERSECUCIONES INVISIBLES

Un nuevo concepto para peajes de flujo libre en vías urbanas multicarril: un sistema tan bien integrado en su entorno, que no sería de extrañar que ni siquiera se diera cuenta de que está ahí. Un ejemplo de este enfoque pionero está ya en funcionamiento en Noruega.

El sistema de peajes de Oslo fue renovado por Tecsidel en 2008, cuando el equipo original alcanzó el final de su vida útil y se amplió el área de cobro, con lo que resultaban necesarios nuevos puntos de cobro. Ahora existen 29 puntos que cubren todos los accesos a la ciudad, las vías principales de dos o tres carriles y las calles y vías secundarias. En algunos puntos se controlan por vídeo los carriles de salida para evitar que los vehículos pasen al carril contrario para no pagar.

### CONFIGURACIÓN

El sistema de peaje es electrónico y está completamente automatizado; la recaudación se realiza en flujo libre, con lo que no son necesarios sensores en el suelo en los puntos de cobro. La configuración física de los puntos de cobro fue uno de los aspectos esenciales en el diseño de este sistema electrónico de recaudación de peajes urbanos (ETC). A diferencia de las vías interurbanas, en las que las configuraciones suelen ser muy uniformes, los entornos urbanos y metropolitanos pueden presentar toda una serie de retos. En concreto, éste es el caso de los puestos de peaje de menor tamaño en Oslo, en los que la configuración se ha adaptado a calles residenciales, puentes, curvas, carriles de ancho especial, etc. Para hacer frente a todas estas situaciones, se ha aplicado una lógica de base de flujo libre muy flexible y se han utilizado parámetros para definir la configuración concreta de cada punto de cobro.

La infraestructura se funde con el entorno.

Se calcula que el promedio anual de tráfico que pasa cada día por los peajes es de unos 340.000 vehículos.

Los nuevos puestos de peaje se integran con el resto de elementos de la vía, como señales o farolas. Esto se consigue reduciendo al mínimo el número de sensores en carretera y utilizando estructuras de soporte ligero con un diseño que se adapta al entorno. Los sensores del punto de cobro se distribuyen en tres zonas: cámara y foco de infrarrojos traseros, sensores de detección de vehículos y antena DSRC, y cámara y foco de infrarrojos delanteros.

Todos los sensores pueden abarcar su área de lectura/detección desde una posición lateral, ya que tienen una alta capacidad de dirección y una zona de cobertura muy amplia.

La infraestructura más ligera se implanta en configuraciones para un solo carril, en las que no es necesario equipo suspendido (los sensores se fijan en postes a los lados).

En los puntos de cobro para doble carril, las estructuras de soporte son semipórticos. Sólo se necesita un soporte de pórtico completo en los dos puestos de mayor tamaño, que abarcan tres carriles.

El módulo de detección y seguimiento de vehículos es un componente esencial que asigna lecturas de la unidad de a bordo a los vehículos para determinar qué vehículos están pendientes de pago. Los sistemas de flujo libre en vías multicarril (Multi-Lane Free Flow o MLFF) presentan retos añadidos a los puestos de peaje en vías de un solo carril. Los vehículos pueden encontrarse en cualquier punto del ancho de la vía, y pueden cambiarse de carril en cualquier punto de la zona de cobro. Además pueden producirse atascos en los puntos de cobro, por lo que el sistema tiene que ser capaz de realizar el seguimiento de vehículos incluso cuando se detienen y reemprenden la marcha.

El principio de funcionamiento del módulo de detección de vehículos se basa en un barrido horizontal por escáner de la vía, a partir del cual se mide directamente la posición transversal (eje  $y$ , que cruza la vía) de los vehículos. Por encima de los carriles se instalan dos escáneres láser paralelos. Midiendo el tiempo que transcurre entre el paso por uno y otro escáner se puede deducir la velocidad y la posición longitudinal (eje  $x$ ).

Cuando una unidad de a bordo entra en una zona de comunicación, reacciona enviando una petición para transferir sus capacidades. Si las zonas de comunicación se superponen, puede haber una o más unidades en carretera (RSU) que reciban la petición. Las RSU calculan la velocidad sobre la base de la frecuencia de Doppler de las señales recibidas de la unidad de a bordo. A continuación, las peticiones se dirigen al proceso de elección, que decide qué hacer con las peticiones (normalmente se elige la zona con las condiciones de señal más favorables) y calcula la posición transversal (eje  $y$ ) en función de la intensidad de señal relativa cuando una unidad de a bordo está en una zona de superposición. La posición longitudinal (eje  $x$ ) se calcula también en función del momento del primer contacto y de la velocidad estimada de la unidad de a bordo.

Por último, se asigna la unidad de a bordo al vehículo adecuado mediante un algoritmo de posicionamiento, en función de las coordenadas  $x$  e  $y$  que se conocen para cada vehículo. En caso de duda entre dos vehículos, se utilizan las coordenadas  $x$  e  $y$  para decidir a qué vehículo pertenece la unidad de a bordo. Si un vehículo atraviesa los planos de barrido de escáner sin tener asociada una unidad válida, se genera una transacción pendiente de cobro y se almacenan las imágenes delantera y trasera, que se vinculan al paso del vehículo.

## **INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA**

El sistema de Oslo se diseñó fundamentalmente según las especificaciones del sistema noruego AutoPASS, pero también es compatible con el servicio EasyGo que se introdujo en 2007, con lo que se facilita la interoperabilidad entre sistemas de peaje de la región nórdica. EasyGo también está considerando implantar la compatibilidad con las unidades de a bordo PISTA, lo que quiere decir que el sistema está diseñado para aceptar unidades AutoPASS, BroBizz y PISTA. Todos estos sistemas están basados en las mismas normas DSRC, pero siguen distintas especificaciones para las transacciones.

La especificación AutoPASS incluye requisitos para mantener la seguridad del sistema. Las transacciones de identificación y pago automático (EFC) se validan mediante dos códigos de autenticación de mensajes (códigos MAC) que se computan a partir de los datos de la unidad de a bordo y de claves de seguridad comunes, y se comprueban online (en tiempo real) y offline (en el back office). Las claves de seguridad comunes las trata un tercero de confianza; se distribuyen a los equipos de los puntos de cobro mediante un mecanismo automatizado y seguro.

Cada controlador en carretera está equipado con un módulo de seguridad de hardware (HSM), una tarjeta Java con un chip con certificación de criterios comunes EAL 4+. Se ha desarrollado un applet para aplicar las funciones específicas de AutoPASS para la validación con códigos MAC.

Con este nuevo sistema, el equipo en carretera es compacto y sencillo sin que se pierda precisión de recaudación, al tiempo que el elevado rendimiento de la identificación de pagos pendientes por vídeo (reconocimiento superior al 95%) ayuda a reducir los gastos de explotación.

*Patrick Wappenhans es director comercial de Tecsidel y vive en España.*

#### CONTACTO

Tecsidel

Tel.: +34 932 922 110

E-mail: [patrick.wappenhans@tecsidel.es](mailto:patrick.wappenhans@tecsidel.es)

Web: [www.tecsidel.es](http://www.tecsidel.es)