



SMART TICKETING PARA MAAS

MEJORES PRÁCTICAS PARA SISTEMAS DURADEROS

EDITORIAL

Más allá de su función original de recaudar ingresos del transporte, el peaje es ahora considerado como el brazo armado de la Movilidad como Servicio, conocida por el acrónimo en inglés de MaaS. El peaje debe permitir la combinación de los servicios de movilidad y ofrecer a los pasajeros una oferta de transporte de fácil acceso, integral y sin interrupciones.

Sin embargo, esta nueva ambición del peaje solo se logrará si los sistemas están bien diseñados y son altamente escalables. De hecho, este es un gran desafío: con la rápida aceleración de nuevas necesidades, vinculadas en particular al MaaS, la necesidad de que los sistemas de peaje sean flexibles nunca ha sido tan grande. Sin embargo, los sistemas de peaje, que a veces están sujetos a la dependencia de un solo proveedor, no siempre brindan las soluciones adecuadas para este desafío.

El propósito de este documento es resaltar las mejores prácticas para ayudar a los sistemas de peaje a alcanzar sus cualidades y desempeño meta, y ser una herramienta en manos de las autoridades y operadores de transporte para implementar sus políticas de movilidad.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	6
ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES	8
1. 1. PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PEAJE SIN CONTACTO	10
> 1.1 - Mejorando la experiencia del cliente	10
> 1.2 - Facilitando las operaciones de la red e implementando reglas tarifarias.....	10
> 1.3 - Mejorando la lucha contra el fraude	11
> 1.4 - Facilitando la interoperabilidad	12
> 1.5 - Contribuyendo a la MaaS	12
2. DESAFÍOS ECONÓMICOS E INDUSTRIALES PARA LOS OPERADORES DE TRANSPORTE	13
> 2.1 - Asegurando la escalabilidad del sistema	13
> 2.2 - Garantizando un alto nivel de seguridad	14
> 2.3 - Implementando políticas tarifarias	14
> 2.4 - Controlando el costo total de propiedad	14
3. LAS CONDICIONES PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE PEAJE PROPIO	15
> 3.1 - Dominando y poseyendo su modelo de datos	15
> 3.2 - Tener y gestionar las llaves criptográficas	16
> 3.3 - Contando con una arquitectura modular y una API	16
> 3.4 - Requiriendo dualidad de fuentes en todos los niveles del sistema	18
4. EL VALOR DE LAS SOLUCIONES ABIERTAS Y ESTANDARIZADAS	19
> 4.1 - Contando con estándares abiertos	19
> 4.2 - Usando software de código abierto	21
CONCLUSIÓN	23
EVALÚE SU SISTEMA DE PEAJES	24

INTRODUCCIÓN

Los operadores y las autoridades de transporte se enfrentan a un doble desafío: mejorar el servicio al cliente y al mismo tiempo maximizar sus ingresos. Los pasajeros que alguna vez fueron considerados meros usuarios ahora son tratados como clientes que requieren un servicio eficiente y un acceso sin fallas a las redes de transporte. Al mismo tiempo, la búsqueda de la viabilidad financiera obliga a los operadores a optimizar sus ingresos, convirtiendo a la lucha contra el fraude en una preocupación importante.

El peaje es sin duda uno de los factores clave para abordar estas dos preocupaciones de las redes de transporte. Es en sí mismo el núcleo de la Movilidad como Servicio, siendo la puerta de entrada a la movilidad y la libertad de movimiento para todos. El peaje no se trata solamente de pago: debe desempeñar un papel clave en el equilibrio modal mientras que garantiza los ingresos que son esenciales para la viabilidad financiera. Pero las redes de transporte aún necesitan administrar su sistema de manera eficiente para aprovechar todo el potencial del peaje.

¿Cuáles son las mejores prácticas para instalar o adaptar un sistema de peaje para lograr una movilidad sostenible?

Diseñar o renovar un sistema de peaje hoy en día significa elegir entre una amplia gama de tecnologías, arquitecturas, y medios de pago del cliente: NFC o código QR, centrado en tarjeta o centrado en servidor, prepago o pospago son cuestiones importantes. Pero la experiencia demuestra que la eficacia real del peaje depende sobre todo de la flexibilidad y la capacidad de satisfacer nuevas necesidades durante toda la vida útil del sistema. Sin escalabilidad y flexibilidad para evolucionar, el peaje no puede ser una herramienta de aplicación efectiva para las políticas de movilidad.

Los requisitos que surgen a lo largo del ciclo de vida de los sistemas de peaje son numerosos: nuevos medios tarifarios y nuevos servicios para los clientes, implementación de esquemas de interoperabilidad, actualizaciones de tarifas, integración de nuevos proveedores de movilidad, etc. Pero su implementación a menudo resulta difícil, con altos costos que pueden desanimar a los clientes.

El diseño inicial del sistema es primordial: un sistema diseñado como caja negra hace que los clientes dependan de los fabricantes. Si bien los precios se pueden mantener razonables gracias al proceso competitivo de licitación al adquirir el sistema, las actualizaciones adicionales están sujetas a incrementos inevitables de precio ya que solo pueden gestionarse en el contexto extrabursátil.

El reto principal es mantener control del sistema propio.

El nivel correcto de dominio requerido es aquel en el que, para cualquier actualización significativa, los proveedores pueden competir entre sí.

Las reglas de oro a seguir en este sentido son en su mayoría de sentido común. Los clientes son responsables de su implementación. Deben tener en cuenta el costo total de propiedad del sistema, no solo el costo de compra inicial. (TCO, Total Cost Ownership).

Esta nota enumera las mejores prácticas que son genéricas y de aplicación universal, y pueden adaptarse y ajustarse según sea necesario.

ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

• •ABT O CENTRADO EN EL SISTEMA

Un sistema ABT (Account Based Ticketing) es un sistema de peaje donde los datos sobre los derechos de transporte y los pasajes se almacenan en un servidor central vinculado a la cuenta de un cliente, el objeto portátil sirviendo solo como un medio para identificar al cliente y vincularlo a su cuenta. El procesamiento del medio tarifario es entonces llevado a cabo por el servidor central.

• •API PARA TERMINALES

Una API (Application Programming Interface) para terminales define una interfaz común para la gestión de aplicaciones de software. Al nivel de la terminal, varias APIs pueden existir, desde gestores de antenas sin contacto hasta aplicaciones de peaje de alto nivel.

• SISTEMA CENTRADO EN LA TARJETA

•En un sistema de peaje «centrado en la tarjeta», los pasajes se almacenan en el medio de pago del cliente. Incluso si los pasajes se replican en un servidor central, el contenido del medio de pago del cliente es decisivo. El procesamiento en tiempo real por software de los pasajes se realiza generalmente en terminales de atención al público.

CEN

El CEN (Comité Europeo de Normalización) es una asociación de organismos nacionales de normalización de 34 países europeos. CEN es un organismo de normalización reconocido por la Unión Europea como responsable del desarrollo y definición de estándares a nivel europeo en colaboración con ISO.

• CHIP

Los chips son componentes electrónicos, diseñados y fabricados por fabricantes especializados de silicio. Los chips están integrados en el medio de pago del cliente, como las tarjetas, y son los elementos inteligentes que almacenan y procesan datos.

• EMV

Europay Mastercard Visa, abreviado como EMV, ha sido el estándar internacional de la industria para la seguridad de las tarjetas de pago (tarjetas inteligentes) desde 1995. El cumplimiento de los estándares internacionales de estos sectores es variable. Mifare, Calypso, Felica, Desfire, Cipurse son los sectores tecnológicos más conocidos.

• STANDARD TECNOLÓGICO

Los sistemas de peaje sin contacto se basan en tecnologías seguras para el intercambio de datos entre los medios de pago de los clientes y las terminales de los operadores. Esto se conoce como sector tecnológico. Los niveles de desempeño, en términos de confiabilidad, seguridad, velocidad de transacción y cumplimiento de estándares internacionales, de estos sectores son variables. Mifare, Calypso, Felica, Desfire, Cipurse son los sectores tecnológicos más conocidos.

• INTEROPERABILIDAD

La interoperabilidad es la capacidad de un sistema o de un producto para trabajar con otros sistemas o productos sin requerir interacciones adicionales de los pasajeros.

• ISO

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una organización internacional no gubernamental independiente cuyos 164 miembros son los organismos nacionales de normalización. Reúne a expertos de todos los países para desarrollar estándares internacionales..

• SOFTWARE OPEN SOURCE

Il software open source è un software il cui codice sorgente è liberamente accessibile gratuitamente, utilizzabile e modificabile, distribuito sotto una licenza approvata dall'Open Source Initiative e che garantisce il rispetto delle regole di questa organizzazione.

• MAAS - MOBILIDAD COMO SERVICIO

La movilidad como servicio permite a las personas moverse de A a B independientemente del modo de transporte utilizado, ya sea público o privado. Se basa en la intermodalidad total de todos los servicios de movilidad y en una fusión de las herramientas de información multimodal y de peaje.

• MODELO DE DATOS

Los modelos de datos describen cómo se codifica y almacena la información en los medios de pago de los clientes y las reglas de negocio. Un modelo de datos es un lenguaje común que permite la interoperabilidad entre las partes interesadas en la movilidad que comparten los mismos medios de pago de los clientes.

• MÓDULO DE SEGURIDAD (SAM)

Los módulos de seguridad autentican los medios de pago del cliente (por ejemplo, tarjetas inteligentes), las terminales y los datos intercambiados entre ellos. Los SAM se implementan en tarjetas inteligentes, pero como los servicios se basan cada vez más en la nube, también pueden ser componentes de hardware integrados en un servidor (Módulo de seguridad de hardware, también conocido como HSM).

• OBJETO PORTABLE SIN CONTACTO

Este término se refiere a tarjetas inteligentes sin contacto, tarjetas Java sin contacto, teléfonos móviles NFC, memorias USB con interfaz sin contacto y cualquier otro medio sin contacto del cliente.

• SISTEMA DE PAGOS "ABIERTOS"

Los sistemas de pago abiertos son sistemas ABT en los que los pasajeros utilizan sus tarjetas bancarias sin contacto en terminales de validación de transporte para pagar y validar sus «derechos de transporte».

1.1.1. PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PEAJE SIN CONTACTO

La definición del peaje y la descripción de sus funciones ha sido objeto de numerosos estudios. Este párrafo enlista muchos de los beneficios que aporta a los clientes, operadores y autoridades de transporte. También destaca el valor añadido del peaje en términos de calidad de servicio, facilidad de acceso al transporte, interoperabilidad y contribución a MaaS..

› 1.1 - MEJORANDO LA EXPERIENCIA DEL CLIENTE

En primer lugar, el peaje sin contacto permite a los usuarios de las redes de transporte validar su pasaje de forma fluida y sencilla mediante un movimiento de la mano rápido y natural, usando un medio duradero.

Los medios portables sin contacto pueden almacenar varios pasajes según las necesidades del portador y recargarlos automáticamente en cualquier momento en línea o mediante máquinas expendedoras.

Gracias a la capacidad de almacenar perfiles en tarjetas y teléfonos, los pasajeros que tienen derecho a tarifas especiales no necesitan mostrar pruebas durante las inspecciones.

Cuando los medios del cliente están registrados, los portadores pueden recuperar sus pasajes/ derechos de transporte en caso de pérdida.

Los medios de los clientes también pueden dar a sus portadores acceso a otros servicios de movilidad basados en acuerdos de interoperabilidad.

Estos medios de los clientes, que a menudo son tarjetas sin contacto, tienen una vida útil larga y se desgastan muy lentamente.

› 1.2 - FACILITANDO LAS OPERACIONES DE LA RED E IMPLEMENTANDO REGLAS TARIFARIAS

La implementación de sistemas de peaje sin contacto puede acelerar el acceso a las redes de transporte mediante transacciones muy rápidas, de poco más de 0.15 segundos, y enfrentarse a grandes flujos de pasajeros. Por ejemplo, en La Défense, el centro de negocios de París, la tecnología sin contacto permite que 60 pasajeros pasen por cada puerta cada minuto.

El peaje sin contacto también permite implementar tarifas más elaboradas gracias al desempeño técnico de los medios utilizados (almacenamiento de perfiles y pasajes, gestión de conexiones, etc.).

Las redes de transporte pueden recopilar datos estadísticos sobre los flujos de pasajeros en puntos específicos de la red para ajustar su plan de transporte para que responda lo mejor posible a la demanda de movilidad de los usuarios.

Finalmente, la tecnología sin contacto reduce los costos de mantenimiento asociados con la eliminación de módulos mecánicos de las terminales de validación.

› 1.3 - MEJORANDO LA LUCHA CONTRA EL FRAUDE

El peaje sin contacto permite la validación obligatoria en torniquetes o puertas (metro, trenes, ...) y validadores a bordo (autobuses, tranvías, etc.) y facilita así la detección de evasores de tarifa.

Cuando se basa en mecanismos de seguridad estándar de estado del arte, el riesgo de fraude tecnológico y el uso de medios robados se reducen significativamente.

Las principales amenazas de fraude tecnológico que enfrentan los sistemas de peaje son:

- la falsificación, que consiste en falsificar boletos de transporte para usarlos o venderlos como si fueran auténticos,
- la clonación, que consiste en duplicar boletos de transporte y utilizarlos varias veces,,
- alteración de contenido, que consiste en modificar el contenido de un medio para cambiar la naturaleza y/o cantidad de pasajes/derechos de viaje/valor que contiene.

Para combatir estas amenazas, los sistemas de peaje sin contacto implementan varias medidas de seguridad:

- la seguridad física intrínseca de los medios del cliente, que evita la lectura y modificación no autorizada de los datos almacenados en él,
- la protección de elementos secretos que aseguran las transacciones, generalmente llaves criptográficas, dentro de módulos de seguridad de hardware,
- la implementación de la detección de fraude a través de la identificación de inconsistencias que detecta el uso del medio del cliente en dos lugares que están demasiado alejados entre sí como para ser alcanzados dentro del tiempo entre las dos validaciones,
- la implementación en terminales de listas de denegación para denegar el acceso a medios reportados como robados o clasificados como falsos.

Si se implementan correctamente y se actualizan con regularidad de la manera más avanzada, estas medidas de seguridad pueden reducir significativamente el fraude tecnológico..

› 1.4 - FACILITANDO LA INTEROPERABILIDAD

Los sistemas de peaje sin contacto pueden, sin lugar a dudas, mejorar la interoperabilidad entre los operadores de movilidad dentro de un área de transporte determinada y entre áreas similares. De hecho, los medios sin contacto pueden proporcionar:

- Interoperabilidad de medios básica: los usuarios pueden cargar y utilizar productos tarifarios de diferentes redes en el mismo medio. Este modelo no implica ningún acuerdo comercial o tarifario entre los distintos operadores de transporte.
- Interoperabilidad de los boletos de transporte: los usuarios pueden viajar en diferentes redes de transporte utilizando un mismo boleto de transporte, lo que implica un acuerdo comercial y tarifario entre operadores de transporte.

› 1.5 - CONTRIBUYENDO A LA MAAS

Si bien el peaje fue inicialmente una mera herramienta de cobro de tarifas, ahora se considera un habilitador esencial de MaaS.

La aparición del concepto MaaS ha permitido la integración de muchos nuevos servicios de movilidad, como el uso compartido de automóviles, bicicletas compartidas, estacionamientos, taxis, servicios de ride sharing y carpooling con el transporte público tradicional. Para ir de A a B, los pasajeros tienen varias opciones de movilidad, conectadas entre sí, con una opción abierta de alternativas según las preferencias, con información multimodal disponible en cualquier lugar y en cualquier momento, con acceso y conexión fáciles y sin restricciones desde un servicio a otro.

Siempre que sea accesible y abierto, el peaje sin contacto puede acelerar la implementación de MaaS, ya que ofrece soluciones concretas para facilitar el acceso a todas las formas de movilidad integrando preocupaciones de desarrollo sostenible e influyendo en el equilibrio modal.

MaaS ha devuelto al peaje un papel importante como puerta de entrada a la movilidad para todos, después de haber sido percibido erróneamente como un simple medio de pago del transporte.

2. DESAFÍOS ECONÓMICOS E INDUSTRIALES PARA LOS OPERADORES DE TRANSPORTE

Los sistemas de peaje representan una importante inversión para los operadores y las autoridades de transporte. Estas inversiones solo deben realizarse si su sostenibilidad está garantizada por al menos 15 años, lo que implica que el sistema puede evolucionar a un costo razonable; por ejemplo, adaptarse a las nuevas necesidades de los pasajeros, monitorear la aparición de nuevas tecnologías, actualizar periódicamente las medidas de seguridad o aplicar cualquier política de precios de manera reactiva. El costo total de propiedad del sistema es el indicador de rendimiento de estas capacidades del sistema y es la medida preferida del rendimiento financiero de la inversión en peaje..

> 2.1 - ASEGURANDO LA ESCALABILIDAD DEL SISTEMA

Para garantizar la capacidad de evolución de un sistema de peaje, se debe tener cuidado al elegir la solución, los proveedores y los métodos de implementación.

Habilitación de licitaciones competitivas a lo largo del tiempo.

Los proveedores, integradores, fabricantes de terminales y proveedores de tarjetas pueden verse tentados a promover sus propias soluciones patentadas, lo que dificulta la introducción de competencia entre proveedores durante el ciclo de vida de un sistema. También ocurre que algunos proveedores ya no garantizan la continuidad del servicio de su sistema propietario, lo que pone en grandes dificultades a las redes que lo han adoptado.

Por tanto, es necesario garantizar que la tecnología de un sistema de peaje no quede en manos de un único proveedor, para poder beneficiarse de las soluciones compatibles proporcionadas por otros fabricantes en caso de falla del proveedor inicial del sistema.

Garantire la capacità di evoluzione del sistema.

Es probable que un sistema de peaje evolucione a lo largo de su vida para adaptarse fácilmente a las ampliaciones de red, la integración de nuevos operadores, los cambios tarifarios, la aparición de nuevas tecnologías, etc. Por tanto, es necesario diseñar desde el principio un sistema que sea escalable y configurable. La aparición de nuevos desarrollos, como el peaje con móviles NFC, ABT, el pago abierto, etc., a menudo involucran a nuevos jugadores.

La incorporación de estas soluciones por parte de estos nuevos actores puede resultar compleja, costosa y lenta, especialmente si el sistema original no se basa en estándares abiertos. Si un operador de transporte quiere garantizar la durabilidad y escalabilidad de su sistema, debe tener control sobre él y confiar en soluciones abiertas que no sean específicas de un solo fabricante.

› 2.2- GARANTIRE UN ALTO LIVELLO DI SICUREZZA

Durante la implementación inicial, los sistemas de peaje implementan con mayor frecuencia mecanismos de seguridad del estado del arte y, por lo tanto, están bien protegidos contra el fraude tecnológico.

Sin embargo, el nivel de amenaza aumenta constantemente a medida que evolucionan las técnicas de piratería. En todas las áreas de la tecnología de la información, son necesarias actualizaciones periódicas para mantener un alto nivel de seguridad.

Un sistema de peaje debe actualizar periódicamente sus mecanismos de seguridad para adaptarse a las nuevas amenazas..

› 2.3- IMPLEMENTANDO POLÍTICAS TARIFARIAS

Los operadores de transporte y las autoridades deben mantener el control sobre las políticas tarifarias. De hecho, la política de tarifas es un poderoso esfuerzo para organizar la movilidad dentro de un área determinada y, como tal, es un activo estratégico para la política de transporte local.

Los sistemas de peaje deben permitir adaptar las políticas tarifarias de forma flexible y sencilla.

› 2.4- CONTROLANDO EL COSTO TOTAL DE PROPIEDAD

El costo total de propiedad (CTP) representa el costo total de un activo, tal como un sistema informático, durante todo su ciclo de vida. Toma en cuenta no solo los costos directos de materiales, equipos, infraestructura de red, software, desarrollos específicos, licencias, etc., sino también todos los costos indirectos o costos ocultos, como actualizaciones, mantenimiento, administración, capacitación de usuarios y administradores, soporte técnico y costos recurrentes (consumibles, electricidad, alquiler, etc.).

Durante su vida útil, un sistema de peaje debe evolucionar: nuevas tecnologías, actualizaciones de seguridad, nueva política tarifarias y también nuevos proveedores potenciales en el caso de que el proveedor inicial falle.

Los costos de evolución contribuyen significativamente al CTP del sistema de peaje y, en ocasiones, pueden evitar que los proyectos de actualización continúen.

Para minimizar el CTP, los operadores y las autoridades de transporte deben mantener el control de sus sistemas.

3. LAS CONDICIONES PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE PEAJE PROPIO

Para los operadores y las autoridades de transporte, controlar su sistema de peaje puede parecer abrumador y costoso. A menudo prefieren ceder esta responsabilidad a un integrador porque consideran que este control es demasiado técnico para manejarlo ellos mismos. Pero si no pueden llevar a cabo la tarea internamente, pueden delegar las tareas que se describen a continuación a un tercero neutral que actúe en su nombre, para garantizar su implementación efectiva.

> 3.1 - DOMINANDO Y POSEYENDO SU MODELO DE DATOS

El modelo de datos del peaje de una red de transporte representa la «traducción» informática de su política tarifaria, en particular para que pueda implementarse a través de sus terminales y medios de pago de los clientes.

El comprador de un sistema de peaje debe tener todos los derechos para utilizarlo libremente, adaptarlo y transmitirlo a terceros. Debe tener conocimiento y control de su modelo de datos.

Este control requiere una inversión real, la cual es muy limitada comparada con los riesgos que corren las redes a medio y largo plazo: no poder llevar a cabo cambios importantes como la interoperabilidad con otras redes, o la implementación de una nueva política tarifaria, puede resultar en costos muy altos.

De hecho, si el comprador no ha integrado el modelo de datos y su gobernanza en las especificaciones, el proveedor del sistema puede desarrollar un modelo de datos patentado sin comunicárselo al operador de transporte. E incluso si lo hace, tendrá una ventaja competitiva innegable sobre sus competidores potenciales en futuras licitaciones. Peor aún, la experiencia muestra que puede haber discrepancias entre la versión del modelo de datos realmente implementada en el equipo y la versión comunicada por el proveedor.

Si la cuestión del control del modelo de datos de la red de transporte no se tiene en cuenta desde la etapa de diseño, entonces, al menos, es necesario exigir que el proveedor ceda este modelo y otorgar sanciones significativas en caso de que la implementación real de el sistema se desvíe del modelo.

Se recomienda utilizar modelos de datos abiertos siempre que existan, adaptados a las necesidades específicas de las redes e independientes de los proveedores de terminales, tarjetas o sistemas de peaje.

CONTROLANDO TU SISTEMA: LA RESPONSABILIDAD DEL COMPRADOR.

El control del sistema de peaje es responsabilidad del comprador, ya sea una autoridad de transporte, un operador de transporte o cualquier entidad responsable del sistema. Debe preocuparse por el costo total de propiedad del sistema, no solo por el costo de compra inicial.

Minimizar solo la inversión inicial, descuidando el CTP, es generalmente sinónimo de una implementación de «caja negra», sin ningún control. Por el contrario, la integración del costo de propiedad como criterio en las licitaciones abre la opción de una solución modular, escalable y controlada, a partir de una evaluación económica que tiene en cuenta todos los costes de explotación y mantenimiento y la estimación de los costos de evolución.

> 3.2- TENER Y GESTIONAR LAS LLAVES CRIPTOGRÁFICAS

Los administradores del sistema de peaje, las autoridades de transporte y los operadores de transporte deben poseer las llaves utilizadas para asegurar la escritura y lectura de datos en las tarjetas inteligentes o cualquier otro medio utilizado en sus redes.

Por tanto, los proveedores de sistemas de peaje deben proporcionar la descripción técnica de las llaves y su implementación en los módulos de seguridad (SAM) instalados en los distintos equipos de peaje.

El administrador del sistema también debe poder utilizarlas libremente, dentro de los límites de las reglas de seguridad locales.

Con respecto a la arquitectura de seguridad del sistema, se recomienda utilizar una solución estándar que pueda ser implementada por diferentes proveedores, en particular en lo que respecta al proceso de generación de llaves, el cual debe ser implementado por un tercero experimentado, independiente de un proveedor de tarjetas, de terminales o del sistema.

En cualquier caso, es necesario solicitar la especificación del sistema de seguridad, incluido el proceso de ceremonia de llaves, para poder generar nuevas llaves si es necesario.

> 3.3- CONTANDO CON UNA ARQUITECTURA MODULAR Y UNA API

Las redes de transporte deben exigir a sus proveedores que basen sus soluciones en una arquitectura modular que garantice la escalabilidad. Esto permitirá modificar un módulo independientemente de todos los demás sin tener que rediseñar completamente el sistema de peaje.

La implementación de este tipo de arquitectura modular requiere interfaces abiertas y públicas entre cada módulo y con otros sistemas.

El objetivo es tener un sistema que integre un enfoque interoperable de manera fácil y rentable. Esto permite:

- interactuar fácilmente en varios niveles de interoperabilidad con otros sistemas de peaje: desde compartir los medios de pago de los clientes hasta implementar productos tarifarios admitidos por varios operadores,
- interactuar fácilmente con una cámara de compensación para una distribución justa de los ingresos entre las partes interesadas del esquema de interoperabilidad.

Independientemente del número de proveedores, cada uno debe proporcionar a la red de transporte la API que utilizan para controlar los equipos periféricos para que la red pueda adaptarlos o proporcionárselos a terceros. Esto facilita la licitación competitiva de proveedores cuando se renuevan los contratos de proveedores, permitiendo así:

- •descorrelacionar el ciclo de vida del equipo y las aplicaciones integradas en él,
- dejar abiertas aplicaciones integradas en equipos a proveedores externos.

Además, es importante exigir que los sistemas sean abiertos, compatibles y comprensibles por profesionales distintos a los expertos en peaje, e.g., para permitir la interfaz con otros sistemas que comparten datos como lo son peaje, AVM/AVL, recuento de pasajeros, etc.

Como consecuencia, es posible:

- proporcionar una visión clara del uso de la red de transporte y la relación entre la oferta y la demanda,
- integrar nuevas soluciones de seguridad para combatir mejor el fraude,
- proporcionar a los usuarios una experiencia de movilidad homogénea y personalizada a través de una única aplicación móvil que integre, por ejemplo, búsqueda de itinerario, compra y validación de pasajes e información en tiempo real.

BASARSE EN ARQUITECTURAS MODULARES E INTERFACES ABIERTAS

Algunos países han creado recomendaciones sobre la arquitectura de los sistemas de peaje.

En Francia, la AFIMB, la Agencia Francesa de Información Multimodal y Peaje, ha elaborado un documento de referencia titulado «Arquitectura y seguridad de los sistemas de peaje».

Este documento está destinado a ayudar a las adquisiciones de los operadores y autoridades a redactar especificaciones para las licitaciones.

El cumplimiento de este estándar garantiza que el software del sistema siga las mejores prácticas con interfaces bien especificadas. Por tanto, es posible cambiar de proveedor durante la vida útil del sistema.

› 3.4- REQUIRIENDO DUALIDAD DE FUENTES EN TODOS LOS NIVELES DEL SISTEMA

Para tener el control de un sistema y garantizar una verdadera independencia de los proveedores, es necesario asegurarse de que haya varios proveedores capaces de producir soluciones compatibles para cada componente del sistema.

Depender de un componente de una sola fuente dentro de un sistema presenta un riesgo importante, no solo con respecto al control del sistema, sino también a su sostenibilidad. No suministrar un componente puede provocar un mal funcionamiento y, potencialmente, el paro del sistema.

La única forma de abordar este riesgo es tener una fuente dual para todos los componentes del sistema de peaje y, por lo tanto, garantizar su disponibilidad de antemano.

Las tarjetas inteligentes son un tema crítico, ya que una escasez puede obligar a un operador a dejar abierta su red de transporte por un período de tiempo indefinido y, por lo tanto, perder ingresos. Tales situaciones han ocurrido en el pasado en los sistemas de peaje existentes.

Las causas de la escasez pueden ser temporales, ya sean técnicas, sociales, industriales o financieras, o definitivas, por ejemplo, la decisión estratégica del fabricante de abandonar un negocio considerado insuficientemente rentable.

Por lo tanto, es importante asegurarse de que el tipo de tarjeta e incluso la tecnología de tarjeta elegida se pueda adquirir de varios proveedores, lo cual no es el caso en los productos de tarjetas sin contacto que no incorporan un microprocesador, ya que no cumplen con ningún estándar reconocido y son propiedad de un solo fabricante.

LA SMARTCARD CHIP, EL TALÓN DE AQUILES DEL SISTEMA.

Es obligatorio adquirir componentes compatibles de una selección de proveedores. Ninguno debe poder ser adquirido de solo un proveedor.

Un chip de tarjeta sin contacto es un componente que no siempre se percibe como crítico, porque está integrado en una tarjeta, la cual es proporcionada por muchos proveedores en un mercado competitivo. Sin embargo, es importante que, para una tecnología determinada, varios fabricantes de chips independientes puedan proporcionar los chips necesarios. Hay mucho en juego, porque una simple interrupción del suministro en este nivel puede detener por completo a un sistema de peaje.

Las estrategias de los fabricantes de chips escapan al control de los operadores de transporte. Las frecuentes fusiones y adquisiciones de empresas en este campo hacen que las estrategias industriales sean impredecibles y las tecnologías que se abandonan por completo se convierten en un riesgo significativo. Esto sucedió en la década de 2000, cuando un líder mundial en componentes electrónicos, Motorola, repentinamente decidió detener su línea de negocios sin contacto; las redes que habían elegido a este proveedor sufrieron daños importantes.

Por tanto, es fundamental garantizar la existencia de al menos dos proveedores de chips independientes que proporcionen la tecnología elegida.

4. EL VALOR DE LAS SOLUCIONES ABIERTAS Y ESTANDARIZADAS

Dominar un sistema de peaje depende de la capacidad de abrir sus evoluciones y actualizaciones a la competencia durante todo su ciclo de vida.

Obligar el cumplimiento de los estándares es la mejor manera de garantizar que haya poco o ningún sesgo de propiedad en el sistema. La solución definitiva para evitar la dependencia a un solo proveedor es exigir el uso de software de código abierto, que es accesible y utilizable por todos en igualdad de condiciones.

› 4.1 - CONTANDO CON ESTÁNDARES ABIERTOS

Las redes de transporte deben garantizar que las soluciones de peaje sin contacto se basen únicamente en los medios de los clientes que cuenten con estándares abiertos, disponibles para todos los proveedores y cuyo conformidad esté garantizada por la certificación.

Esto es aún más necesario cuando una red quiere ser interoperable con otras; La comunicación entre un objeto portátil sin contacto y un terminal requiere la aclaración de varias reglas técnicas para asegurar la interoperabilidad técnica entre diferentes proveedores de terminales y medios de los clientes.

Cuando se aplican estas reglas, se convierten en un estándar de facto, respaldado por un grupo de usuarios y pueden convertirse en un estándar oficial si son aceptadas por un organismo mayor (organismos nacionales como AFNOR o DIN, u organismos internacionales como CEN en Europa e ISO para estándares mundiales).

Por ejemplo, el CEN ha publicado una norma, CEN TS 16794, basada en la ISO 14443, para especificar las reglas a cumplir en materia de comunicación sin contacto entre los medios de los clientes y los terminales del sector del transporte.

Este estándar cubre tanto terminales como tarjetas sin contacto, es interoperable con las especificaciones NFC Forum para teléfonos NFC y es compatible con el estándar EMVCo Nivel 1 utilizado para transacciones de pago. Smart Ticketing Alliance ha definido un proceso de certificación asociado con este estándar, tanto en la tarjeta inteligente como en el terminal, implementado por varios organismos de certificación y laboratorios europeos. En términos de sistemas bancarios, equivale a EMV Nivel 1 para transporte.

Los medios de los clientes de Calypso están cubiertos por un certificado de conformidad con las especificaciones de referencia, abierto a todos los proveedores y que completa la certificación de nivel 1. Es equivalente a EMV Nivel 2 en el sector bancario.

La combinación de estos dos tipos de certificación garantiza la interoperabilidad tanto en el nivel de comunicación sin contacto como en el nivel de aplicación de los medios del cliente de diferentes proveedores.

Es así que se permite la competencia entre proveedores, garantizando al mismo tiempo la interoperabilidad de estos productos.

CERTIFICACIONES PARA EL MANDATO EN LAS LICITACIONES

Solamente la certificación de la comunicación entre los medios de comunicación de los clientes y las terminales, a nivel de radiofrecuencia (RF) y a nivel de especificaciones funcionales, puede garantizar la interoperabilidad de los sistemas de peaje.

- **Certificación RF:** El CEN ha publicado la norma CEN TS 16794 y la Smart Ticketing Alliance ha definido un proceso de certificación asociado a esta norma, implementado por varios organismos y laboratorios de certificación europeos.
- **Certificación funcional:** para los usuarios del estándar Calypso, la Calypso Networks Association ha establecido un proceso de certificación funcional en relación con las especificaciones de referencia, que está abierto a todos los proveedores.

› 4.2- USANDO SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO

El software de código abierto se define como libre y de libre acceso, utilizable y modificable, distribuido bajo una licencia aprobada por la Iniciativa de Código Abierto. Estas licencias otorgan derechos de propiedad intelectual en todo el mundo mientras duren los derechos, para todos los usos y en todo tipo de medios.

Si bien el uso de estándares abiertos y las certificaciones correspondientes garantizan la interoperabilidad y la competencia abierta para los medios sin contacto de los clientes, todavía no existe un equivalente para las terminales, cuya implementación por parte de los integradores de peaje sigue siendo propietaria y a menudo aplicada como una caja negra.

Por consiguiente, se aconseja a las redes de transporte que pidan a los integradores de peaje que utilicen software de código abierto siempre que sea posible.

Dado que el software de código abierto es accesible a todos los proveedores bajo las mismas condiciones, cada uno es libre de hacer una oferta que responda a las necesidades expresadas por las autoridades y los operadores de transporte, lo que contribuye en última instancia a una competencia justa y abierta.

EL IMPACTO ECONÓMICO DEL USO DE SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO

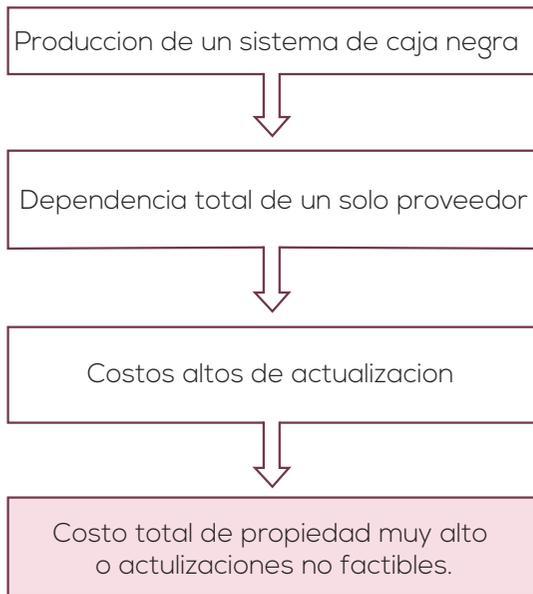
Quando el software es propiedad de un solo proveedor, no sólo las modificaciones extrabursátiles tienen obviamente un impacto costoso en las actualizaciones, sino que, debido al efecto de «caja negra», también es muy difícil evaluar cuánto valen realmente. Por lo tanto, es difícil negociar con los proveedores y se pierde la noción del orden de magnitud del precio.

Con el uso de software de código abierto, muchos desarrolladores pueden medir el impacto real de la evolución solicitada y hacer una estimación precisa. Esto puede dar lugar a diferencias que pueden oscilar entre 1 y 10; por ejemplo, un cambio propuesto a 500.000 euros por el proveedor en un contexto extrabursátil, es realizado por un desarrollador de software de código abierto por una cantidad de 50.000 euros. Estas son cifras reales de casos reales.

PROPRIETARIO VS. ABIERTO

CONSECUENCIAS EN EL CICLO DE VIDA DEL SISTEMA

DE DEPENDENCIA A UN PROVEEDOR



A APERTURA DE PROVEEDORES



CONCLUSIÓN

La implementación de un sistema de peaje, el cual suele durar hasta 20 años, representa una inversión importante. El sistema debe permitir evoluciones y actualizaciones a lo largo de su vida. Por lo tanto, es importante tomar las decisiones correctas desde la fase de diseño del proyecto. También es importante asegurar la capacidad de evolución del sistema, la licitación competitiva entre los proveedores y el control de las políticas tarifarias, lo que constituye un importante impulso de las políticas de transporte público.

Todas las recomendaciones de este documento convergen hacia los mismos objetivos y pueden aplicarse independientemente del modelo de arquitectura elegido: centrado en la tarjeta, ABT, pago abierto, etc.

También garantizan las mejores condiciones para la aplicación de la interoperabilidad entre sistemas y, en este sentido, son especialmente adecuadas para que MaaS (Movilidad como servicio) pueda agregar todas las formas de movilidad, incluidas las más recientes y ligeras. De esta manera, estos nuevos servicios de movilidad serán mucho más fáciles de integrar en un sistema abierto basado en software de código abierto, respetando los estándares, con una API abierta.

La implementación de MaaS, la cual todavía está en su infancia, sólo puede ser verdaderamente eficaz si se siguen las reglas de sentido común desarrolladas en este documento para el diseño de los futuros sistemas integrados de peaje.

MEJORES PRÁCTICAS PARA UN SISTEMA DE PEAJE EXITOSO

El comprador de un sistema de peaje debe siempre asegurarse que:

- El sistema está basado en estándares reconocidos y establecidos.
- Los componentes del sistema se pueden obtener de distintos proveedores compatibles e independientes.
- La arquitectura del sistema es modular y basada en API's bien definidas, públicas y libres de derechos.
- Las llaves criptográficas del sistema son de su propiedad y este las puede administrar.
- El modelo de datos pertenece al comprador y él tiene control total del mismo.
- Software de código abierto es la opción preferida cuando está disponible.

EVALÚE SU SISTEMA DE PEAJE

Está configurando un nuevo sistema de peaje o tiene uno en operación.

Las mejores prácticas, las cuales son el objeto de estudio de este documento, son el tema del cuestionario siguiente.

Puede evaluar el nivel de control que tiene sobre su sistema, y consecuentemente la capacidad de evolución que este tiene para cumplir sus objetivos.

EVALUANDO EL NIVEL DE CONTROL SOBRE SU SISTEMA

Pregunta / Respuesta	Si	No
¿Puede llevar a cabo actualizaciones a través de un proceso de licitación abierto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Alguna vez le ha resultado imposible implementar una actualización?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Ha tomado precauciones especiales en asegurar la continuidad del servicio en caso de que un proveedor falle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Tiene acceso al código fuente del software usado en su sistema?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Puede cambiar las tarifas fácilmente (políticas tarifarias, productos tarifarios, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Puede integrar nuevos proveedores en el sistema sobre la marcha?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Puede abrir su sistema a nuevos socios u operadores públicos o privados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿En general, cómo califica el control que tiene sobre su sistema en una escala del 1 (sin control) al 5 (control total)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comente sus respuestas	<input type="text"/>	

VALUTAZIONE DELLE MIGLIORI PRATICHE MENZIONATE NEL DOCUMENTO

regunta / Risposta	Si	No
<p>¿Es dueño del modelo de datos?</p> <p><i>De otra forma, ¿Quién es el dueño? Autoridad de transporte / Operadores / Integradores / Otros.</i></p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Ha definido una forma de gestionar su modelo de datos, ya sea internamente o mediante contratación externa?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Es dueño de las llaves criptográficas de su sistema?</p> <p><i>De otra forma, ¿Quién es el dueño? Autoridad de transporte / Operadores / Integradores / Otros.</i></p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Su sistema está basado en un arquitectura modular con interfaces bien definidas?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿El software de su sistema usa API's abiertas?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Las especificaciones de su sistema están basadas en estándares nacionales o internacionales?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Tiene al menos dos proveedores compatibles para cada componente de su sistema?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Existen al menos dos proveedores de chips para la tecnología de tarjetas que ha escogido?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Su sistema cumple con todos los estándares aplicables?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Requiere que tanto tarjetas como terminales estén certificadas cuando estas implementan un estándar para el cual una certificación existe?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Enliste las certificaciones que requiere de sus proveedores.</p>		

REFERENCIAS

<https://www.revuetec.com/revue/maas-mobility-as-a-service/> (in francese)

<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/outil-acquisition-systemes-intelligents-transports> (in francese)

<https://www.linkedin.com/pulse/open-payment-account-based-ticketing-back-future-step-vappereau/>

<https://services.snapper.co.nz/whitepaper-account-based-ticketing-not-same-as-emv/>

<https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/76233/ticketing-open-standard-source-project/>

Calypso Networks Association

quisiera agradecer a los contribuyentes de este artículo:

Joel Eppe - SNCF

Ralph Gambetta - Smart Ticketing Alliance

Nicolas Generali - SNCF - CNA

Philippe Guillaumin - CNA

Salah Merzouk - Setim

Jeremy Rubel - SETEC

Francis Sykes - RATP Smart Systems

Ludovic Teixeira Costa - Galitt

Philippe Vappereau - CNA

Valentina Zajackowski - CNA

Calypso Networks Association

Rue Royale 76/2 - 1000 Bruxelles

Belgica

contact@calypsonet-asso.org

www.calypsonet.org