

# Mecanismos de búsqueda y trazabilidad de productos que incorporan la tecnología RFID

E. García  
egarcia@at4wireless.com

G. Arrebola  
garrebola@at4wireless.com

J. J. Cantero  
jjcantero@at4wireless.com

M. A. Guijarro  
maguijarro@at4wireless.com

F. J. Núñez  
fnunez@at4wireless.com

Centro de Tecnología de las Comunicaciones S. A.

**AT4 wireless**

www.at4wireless.com

C/ Severo Ochoa, 2, P. T. A., 29590 Campanillas, Málaga, España

Teléfono: 952 61 91 00, Fax: 952 61 91 13

**Abstract — RFID, in its different forms, but mostly following EPCglobal standards, has become a key for many applications. Discovery Service is an essential component to develop, for example, track and trace applications in a complex multi-vendor scenario. Although already defined in the EPCglobal architecture, functional definition and standardization of the Discovery Service is lacking. A specification for the interfaces of the Discovery Service and a prototype to validate the design have been developed. First results and validation of the internal components have been completed.**

## I. INTRODUCCIÓN

La tecnología RFID en sus múltiples formas, se está implantando de forma continua en diversos campos y para diversas aplicaciones. Sin embargo, a pesar de las ventajas que aporta esta tecnología, se está lejos de explotar todo su potencial. Un campo donde todavía no se aprovecha el potencial es la trazabilidad multi-sector o multi-compañía de productos que están, o pueden fácilmente ser identificados por radiofrecuencia. Recientemente han aparecido en prensa [1] casos de envenenamiento masivo a través de medicinas o productos de higiene donde ha sido necesaria una labor exhaustiva y compleja de investigación hasta localizar entre todos los procesos de producción, etiquetado, agregación, cambio de marca, etc., que el origen de la intoxicación se debía a la sustitución en algún momento de la cadena de un componente, la glicerina, por un sustituto letal para el ser humano, el glicol dietileno. El disponer de mecanismos de búsqueda y trazabilidad de productos y sus componentes permitiría localizar el origen de estos errores de una forma mucho más eficiente, y desencadenar las acciones encaminadas a controlar y corregir el problema ahorrando un tiempo que, como en el caso descrito, puede resultar vital. Otras aplicaciones como la localización y seguimiento de productos costosos que se mueven entre distintas compañías, servicios de reparación, etc., se beneficiarían de la existencia de estos novedosos mecanismos de búsqueda y trazabilidad.

La arquitectura EPCglobal [2] define un componente funcional, el Discovery Service, cuya misión es la de permitir la implementación eficiente de funciones y aplicaciones de seguimiento y trazabilidad. Sin embargo, a día de hoy, a pesar del nivel de avance de los estándares de EPCglobal y de algunas otras iniciativas de estandarización [3], [4], [5], aún no se ha desarrollado el estándar correspondiente a este componente.

El objetivo de este trabajo es proponer un diseño del Discovery Service, sus interfaces y desarrollar un prototipo funcional que permita validar el concepto y su arquitectura. Este trabajo está siendo desarrollado en el marco del proyecto europeo BRIDGE [6], financiado por el VI Programa Marco de la Unión Europea, cuya misión es la investigación, desarrollo e implementación de herramientas para hacer posible el despliegue de aplicaciones RFID en Europa.

En la sección II se presenta la arquitectura de EPCglobal describiendo las funciones de cada uno de sus componentes. En la sección III se presenta el componente funcional Discovery Service y se ilustra su funcionamiento. En la sección IV se presenta la arquitectura interna del prototipo de Discovery Service que se ha implementado, los criterios que se han seguido para determinar el diseño interno del prototipo y las decisiones tecnológicas tomadas. En la sección V se presentan algunos resultados preliminares de rendimiento del prototipo y cuáles son las siguientes tareas que está previsto abordar en un futuro.

## II. ARQUITECTURA EPCGLOBAL

EPCglobal nace con la misión de desarrollar, al igual que existe con los códigos de barras, un sistema de identificación universal y una arquitectura abierta (Fig. 1, extraída de [2]) que posibilite la interoperabilidad multi-fabricante. Este sistema de identificación universal se fundamenta en la asignación a cada producto a identificar de un código electrónico (EPC) [7], que identifica al fabricante, el tipo de producto y el número de serie. Este EPC se graba en una etiqueta electrónica (RFID tag) que se adhiere al producto. Además de las etiquetas, otro de los elementos básicos de la arquitectura de EPCglobal son los lectores (RFID readers). El número de eventos registrados por un lector correspondientes a movimientos de etiquetas podría ser muy elevado, por lo que el tratamiento de toda esta información por parte de los procesos y aplicaciones de negocio de la empresa sería ineficiente.

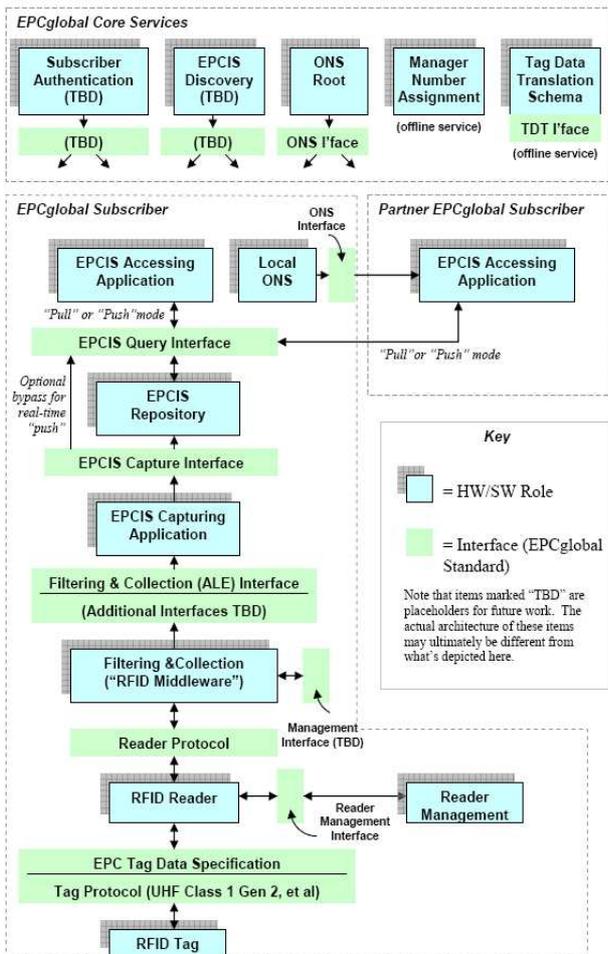


Fig. 1. Arquitectura de red EPCglobal

El mayor problema surge cuando las relaciones comerciales y de confianza entre las empresas no son cerradas y, además, los caminos posibles que puede tener un elemento son muy elevados. En este entorno multi-empresa se ha identificado la necesidad de un nuevo elemento: el Discovery Service (EPCIS Discovery).

### III. EL DISCOVERY SERVICE

Frente al ONS, que sólo proporciona el enlace al EPCIS del fabricante (Fig. 2), el Discovery Service proporciona un mecanismo para localizar los distintos EPCIS que tienen información de los eventos relativos a un determinado EPC (Fig. 3). El Discovery Service básicamente consta de dos interfaces y una base de datos. Uno de los interfaces se utiliza para la captura de información de los eventos en la base de datos y el otro para su consulta. Cuando se recibe una petición de consulta, el Discovery Service devolverá una lista de enlaces de los diferentes EPCIS que almacenan información del ciclo de vida de un determinado producto, facilitando el desarrollo de aplicaciones de búsqueda, trazabilidad y seguimiento más eficientes y seguras.

El diseño del componente funcional Discovery Service (descrito en detalle en la sección IV) que se ha realizado se ha presentado como una contribución a los organismos que están estandarizando este componente. La estandarización del Discovery Service es fundamental para que sea posible un servicio global de búsqueda y trazabilidad que permita la interoperabilidad multi-fabricante.



Fig. 2. Red EPCglobal sin Discovery Service

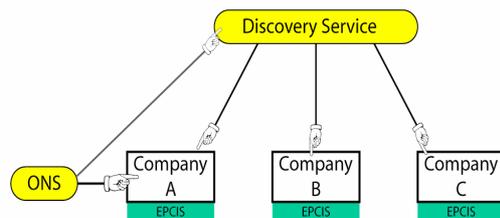


Fig. 3. Red EPCglobal con Discovery Service

#### IV. DISEÑO

El diseño del Discovery Service propuesto [11] sigue un modelo síncrono, es decir, que se encarga por sí mismo de la integración de datos y el control de acceso, almacenando una versión en miniatura de la información que contienen los diferentes EPCIS, puesto que sólo almacenará los datos más relevantes de los eventos más significativos. Esto le permite, ante una petición de consulta, proporcionar los enlaces a los EPCIS correspondientes de una manera completamente autónoma y eficiente.

La arquitectura interna propuesta para el Discovery Service [11] está formada por una base de datos y un conjunto de interfaces (Fig.4) divididos en dos grupos: los internos (interfaces con sufijo “proxy”) relacionados con la base de datos; y los externos, desarrollados con tecnología Web Services [12] y relacionados con las aplicaciones que hacen uso del servicio para la escritura de datos y para su consulta. Los interfaces externos gestionan los mensajes recibidos, mientras que los internos buscan independizar el protocolo de comunicación con la base de datos de los interfaces externos, posibilitando diferentes implementaciones o diferentes tecnologías de bases de datos.

El núcleo del prototipo de Discovery Service es la base de datos y consiste en una estructura jerárquica en varios niveles que registra los diferentes eventos con el fin de poder satisfacer las diferentes peticiones de consulta que se produzcan desde el exterior. La parte de almacenamiento de los datos junto con los interfaces proxy conforman la parte interna, que es la encargada de adaptar los registros adecuadamente y de gestionar todas las operaciones de ordenación, filtrado y agregación, de manera que sean transparentes a los interfaces externos. Los interfaces externos son los responsables de gestionar la comunicación con la aplicación del usuario por un lado, y la aplicación de publicación de eventos por otro.

La elección del protocolo de comunicación con la base de datos es una decisión crítica puesto que el volumen de datos a registrar previsible es muy elevado. Se consideraron varias tecnologías, se compararon y finalmente se decidió emplear LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) [13]. Para tomar esta decisión se estudiaron diversas cualidades como la escalabilidad, los posibles cuellos de botella, la capacidad de sobrellevar múltiples actualizaciones y modificaciones en los datos almacenados, la velocidad en la escritura de datos, la organización interna de los datos junto con la arquitectura de registros y campos y, por último, la robustez y el control de acceso. LDAP es un protocolo de comunicación con bases de datos que emplea una estructura jerárquica en árbol, está basado en el estándar X.500 [14] y permite servicios de consulta y modificación de directorios. Una de las características más atractivas de este protocolo es la velocidad de consulta, ya que ésta no aumenta de forma proporcional a como lo haga el volumen de datos almacenado (ver Tabla I). Gracias a esta característica de LDAP se mejora el número de peticiones que se pueden realizar y el tiempo de respuesta. La estructuración interna de la base de datos es tal que los registros que se almacenan aportan suficiente información para tratar con eficacia el orden y filtrado de las respuestas, a la vez que permite trabajar con eventos de agregación y desagregación. Esta última propiedad es importante en todas aquellas situaciones en las que diferentes productos que ya poseen una etiqueta se agregan integrándose, por ejemplo, en un palé que recibe a su vez otra etiqueta. Al contrario de los interfaces propuestos por la compañía Afiliados al organismo de estandarización IETF (Internet Engineering Task Force) [3], [4], [5], los interfaces desarrollados en el ámbito del presente proyecto son capaces de gestionar eventos de agregación y desagregación.

Los interfaces externos, el interfaz de captura y el interfaz de consulta, están implementados usando la tecnología Web Services [12]. La comunicación propuesta entre el Discovery Service y las aplicaciones de captura y consulta externas a éste se ha implementado como un intercambio de mensajes XML (eXtensible Markup Language) [15] que viajan dentro paquetes SOAP (Simple Object Access Protocol) [16]. Los interfaces externos están encargados de gestionar dicho intercambio de mensajes y de extraer los campos correspondientes para el posterior procesado en la parte interna del Discovery Service.

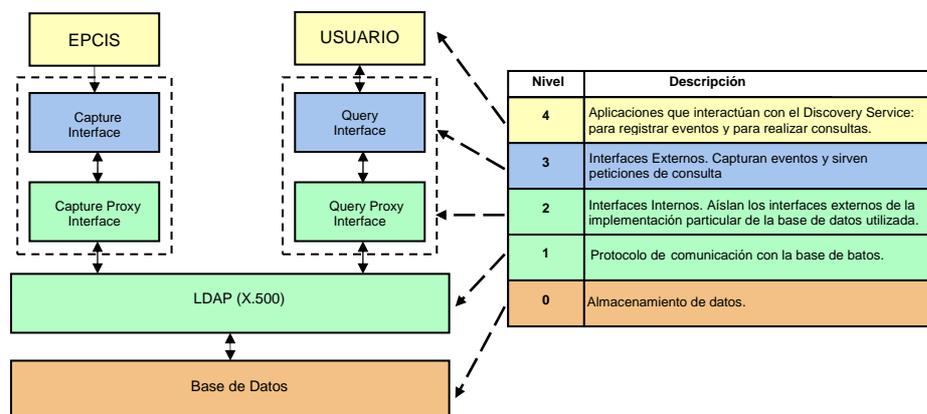


Fig. 4. Arquitectura del prototipo de Discovery Service

El diseño del Discovery Service permite obtener información mediante consultas inmediatas (responde a la petición de información inmediatamente) y en el futuro permitirá realizar consultas por suscripción (un cliente solicita la información relativa a un determinado producto o evento, y cada vez que se produzca un evento relacionado, el Discovery Service actualizará el resultado de la consulta con la nueva información, realizando una notificación al usuario).

## V. DESPLIEGUE Y PRUEBAS FUNCIONALES

La característica más relevante del protocolo LDAP es su tiempo de respuesta a peticiones, prácticamente independiente del volumen de datos. Con el fin de verificar dicha propiedad se han realizado diferentes pruebas de rendimiento (ver Tabla I). Las pruebas consisten en analizar el tiempo de respuesta ante peticiones de consulta a la base de datos cuando ésta tiene diferente carga de información almacenada, resultando que prácticamente es independiente de la carga de información que contenga la base de datos del Discovery Service.

TABLA I  
TIEMPOS DE RESPUESTA DE LAS CONSULTAS

Consulta realizada	Nº de registros almacenados en la Base de Datos	
	2 M	7 M
Todos los eventos correspondientes a un EPC concreto.	~ 0,58 s	~ 0,87 s
Todos los eventos correspondientes a un EPC concreto ocurridos entre dos fechas.	~ 0,67 s	~ 0,96 s
Todos los eventos correspondientes a un EPC concreto ocurridos después de una determinada fecha y una hora.	~ 0,69 s	~ 0,94 s

Debido a que los interfaces de tipo proxy aíslan la implementación de la base de datos de los interfaces externos, se ha dejado abierta la posibilidad de implementar otras soluciones, con el fin de hacer más pruebas funcionales comparativas.

Gracias a la existencia de diferentes implementaciones de EPCIS, se ha simulado un escenario real en el que el Discovery Service se comunica con el EPCIS y con las capas inferiores de la arquitectura de red EPCglobal con el fin de verificar su correcto funcionamiento.

## VI. CONCLUSIONES

Se ha definido la funcionalidad y la arquitectura del Discovery Service, el componente de la arquitectura EPCglobal que permite una eficiente implementación de aplicaciones de trazabilidad (“track & trace”). El sistema de almacenamiento de los datos propuesto está basado en LDAP y las pruebas de rendimiento realizadas son consecuentes con las propiedades esperadas. Se han desarrollado los interfaces, tanto el de captura de eventos como el de consulta, con tecnología Web Services, habiéndose completado el primer hito del desarrollo. En la siguiente fase se validarán los interfaces desarrollados en dos escenarios: uno local, conectando el prototipo a un EPCIS ya instalado [17], y otro distribuido, conectando el prototipo con otros EPCIS instalados en diferentes compañías europeas colaboradoras en el proyecto BRIDGE. De esta forma, se podrán estudiar además todas las características de seguridad identificadas en un entorno de funcionamiento similar al real.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo realizado ha sido parcialmente subvencionado por la Unión Europea en el ámbito del VI Programa Marco (Proyecto BRIDGE, Nº de contrato IST-FP6-033546).

Mención especial a Mark Harrison, Universidad de Cambridge, por su labor en el desarrollo de las especificaciones de diseño del prototipo de Discovery Service propuesto.

## REFERENCIAS

- [1] W. Bogdancih and J. Hooker, “From China to Panama, a Trail of Poisoned Medicine”, The New York Times, 2007-05-06.
- [2] EPCglobal Architecture Framework (Final version 2006-07-01).
- [3] Extensible Supply-chain Discovery Service Concepts (IETF draft-young-esds-concepts-00).
- [4] Extensible Supply-chain Discovery Service Commands (IETF draft-thompson-esds-commands-00).
- [5] Extensible Supply-chain Discovery Service Schema (IETF draft-thompson-esds- Schema -00).
- [6] [www.bridge-project.eu](http://www.bridge-project.eu)
- [7] EPCglobal Tag Data Standards version 1.3 (Ratified Standard 2006-03-08).
- [8] The Application Level Events (ALE) Specification version 1.0 (Ratified Specification 2005-09-15).
- [9] EPC Information Service (EPCIS) version 1.0 (Ratified Standard 2007-04-12).
- [10] Object Naming Service (ONS) version 1.0 (Ratified Specification 2005-10-04).
- [11] Serial Level Lookup service Prototype Components and Interfaces (AT4 wireless, 2007-05-07).
- [12] [www.w3.org/2002/ws](http://www.w3.org/2002/ws)
- [13] [www.openldap.org](http://www.openldap.org)
- [14] ITU-T X.500 Series of Recommendations.
- [15] [www.w3.org/XML/](http://www.w3.org/XML/)
- [16] [www.w3.org/TR/soap/](http://www.w3.org/TR/soap/)
- [17] [www.accada.org](http://www.accada.org)