

Análisis del uso de etiquetas RFID Implantables en Seres Vivos

J. Pirrone^{1,2}, M. Huerta², R. Clotet² y R. Gonzalez²

¹ Universidad Católica Andrés Bello/ Escuela de Telecomunicaciones, Profesor Agregado, Caracas, Venezuela

² Universidad Simón Bolívar/ Grupo de Redes y Telemática Aplicada, Caracas, Venezuela

Abstract— Radio Frequency Identification (RFID) is a technology of remote capture and identification of objects using information contained in tags attached to them. In the last two decades, tags implanted on live subjects were used, but the consequences of this uses are unknown. This work presents an RFID implanted tag analysis in animals and human beings, its normative, characteristics and applications. Both technologies are compared and consequences of its use are presented, concluding on base of the information presented and discussed.

Palabras claves— RFID implantables, Transponder, Veri-chip.

I. INTRODUCCIÓN

A raíz de los atentados del *World Trade Center* de Nueva York, en septiembre de 2001, se ha incrementado el interés por la rápida y eficaz identificación de los afectados en casos de atentados o desastres naturales. Uno de los problemas que actualmente presentan los centros de salud es que no cuentan con un sistema de identificación que le permita al personal médico acceder al historial clínico del paciente que llega en un estado inconsciente.

La forma tradicional de identificación de personas proviene del mundo militar mediante unas placas metálicas. Su uso principal es la identificación del soldado en caso de resultar muerto o herido, así como el registro de los datos médicos básicos que faciliten su tratamiento en caso de ser herido en combate. Este método de identificación ha evolucionado hasta llegar al uso de etiquetas utilizando la tecnología RFID, siglas en inglés de *Radio Frequency Identification*, o en español Identificación por Radiofrecuencia.

RFID es una tecnología de comunicación que ha experimentado un crecimiento acelerado y sostenido en los últimos tiempos. Las posibilidades que ofrece la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta, sin necesidad de contacto físico, han generado gran cantidad de aplicaciones en una gran variedad de ámbitos, desde la trazabilidad y control de inventario, hasta la localización, seguimiento e identificación de animales y personas.

Desde el año 1990 se están implementando etiquetas con tecnología RFID en animales para su identificación. El primer implante de este tipo de dispositivos en seres humanos se realizó en el 2005, pero no se han hecho estudios de las posibles consecuencias que se pueden presentar en su interacción con el organismo [1].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Identificación por Radio Frecuencia (RFID)

La Tecnología de Identificación por radio frecuencia, se basa en la identificación de un objeto o persona, usando medios inalámbricos o de radio frecuencia. Perteneció al grupo de tecnologías denominadas de Identificación Automática, junto con las tecnologías de código de barras, lectores ópticos y lectores biomédicos. El sistema está compuesto por tres elementos: Las etiquetas, (o *tags* como se les llama en inglés), las lectoras de etiquetas, y un computador que procesa la información de las lectoras, tal como se muestra en la Figura 1. Las etiquetas se adhieren al objeto que se quiere identificar y están expuestas a desgaste por roce o manipulación.

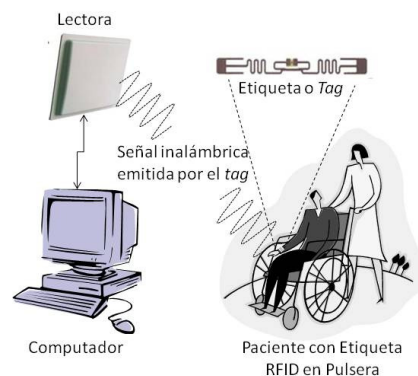


Fig. 1: Sistema RFID para Identificación de Pacientes

En el sector salud, la tecnología RFID se ha utilizado para aplicaciones de identificación de activos, y en logística de transporte de insumos [2]. Sin embargo, esta tecnología también se puede aplicar a seres vivos, en este caso, el problema de colocar una etiqueta sobre el ser vivo se vuelve crítico porque, no solo está expuesta a desgaste por roce o manipulación, sino a la posibilidad de que se extravíe. Por ello, se han diseñado dispositivos implantables que contienen una etiqueta. Hoy en día estos dispositivos están siendo ampliamente utilizados en animales y se dan los primeros pasos en su implementación en seres humanos [1]. En la Figura 2 se presenta un esquema de los mismos.

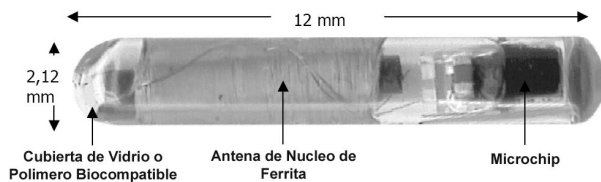


Fig. 2: Dispositivo RFID Implantable

B. RFID Implantables en Animales

Este tipo de dispositivos se ha estado utilizando desde 1990 para la identificación de animales de granja: vacas, caballos, ovejas y cabras, así como para la identificación de animales domésticos como perros y gatos; y recientemente, para identificación de animales exóticos [3].

Todos los dispositivos RFID implantables para animales se basan en los estándares *ISO 11784:1996 Identificación por Radiofrecuencia de Animales - Estructura de Código* e *ISO 11785:1996 Identificación por Radiofrecuencia de Animales - Concepto Técnico* [4]. Algunos países poseen legislación propia sobre el uso de este tipo de implantes, como por ejemplo la Comunidad Económica Europea [3].

Los dispositivos implantables para animales pueden ser:

- Tipo Bolo: Estos dispositivos están destinados a los animales rumiantes (bovinos, bufalinos, ovinos y caprinos). Se administran por la boca del animal y se depositan en su segundo estómago o retículo. Está recubierto por un material resistente a los ácidos gástricos. Los fabricantes garantizan una alta retención del implante en el retículo (99,97%). [5].
- Tipo *Transponder*: Su nombre proviene del inglés, de la contracción de *Transmitter- Responder* [6]. El *transponder* viene encapsulado y precargado en una jeringa esterilizada para ser implantado debajo de la piel del animal. Su tamaño es similar al de un grano de arroz (aproximadamente un centímetro de largo con un diámetro de 2 mm). Suele estar recubierto de vidrio transparente, aunque recientemente se ha empezado a recubrir con polímeros biocompatibles, los cuales, no causarían daño a una persona que eventualmente pudiera ingerirlo al consumir al animal portador [7].

Para realizar la identificación del animal se utilizan, generalmente, lectoras de mano, las cuales permiten descargar sus lecturas a un computador personal. En algunos casos, para ganado vacuno o bovino, se colocan las antenas en infraestructuras especiales que permiten que, al pasar el animal a la distancia de lectura, la información del dispositivo sea captada y almacenada en el sistema. Debido a su importancia, distintas organizaciones han generado recomendaciones sobre donde debe colocarse el dispositivo, facilitando la localización y lectura de la información, y que

al momento de la implantación no se haga daño al animal [8].

El sistema funciona de la siguiente forma: el código del *tag* implantado es registrado en una base de datos que puede ser consultada de forma local o remota. Si un animal se pierde o extravía, puede ser llevado a un centro veterinario y allí se puede leer su identificación, consultar la base de datos de INTERNET, por ejemplo, y encontrar al propietario. Esta iniciativa, aplicada a mascotas, se ha llevado a cabo en varios países del mundo [9]. Otra aplicación de este tipo de dispositivos, es el estudio y seguimiento de especies en extinción como las tortugas de las islas Galápagos, Halcones de Dubai, etc. [10]. En los últimos años se han desarrollado *transponder* inteligentes para animales, esto es, además de identificarlos, este dispositivo posee un sensor que envía información de algún parámetro vital del animal en el cual está implantado [11].

C. RFID implantables en seres humanos

En Octubre de 2004, la *Federal Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos aprobó el uso del *transponder* de la empresa *Applied Digital Solutions* (ADS), cuyo nombre comercial era *Verichip*, para uso en humanos en aplicaciones de identificación de pacientes en el sector salud. La razón para la aprobación del uso de este dispositivo en seres humanos fue que permitiría acceder a información vital del paciente en situaciones de emergencia y en ocasiones críticas, en momentos que el paciente estuviera inconsciente. Por ejemplo permitiría a un médico consultar sobre dispositivos implantados, como marcapasos, así como sus datos técnicos [1].

Además del uso para el cual fue autorizado por la FDA, recientemente se han desarrollado aplicaciones para el monitoreo de órganos utilizando las propiedades de emisión electromagnética de los *transponder* y las características de los tejidos en la región del implante. Para este tipo de aplicaciones, se coloca un *transponder* cerca del área que se desea monitorear y se evalúan las características de la transmisión recibida, para tener una idea del desarrollo de los tejidos cercanos al área de implantación [12]. También se han implementado *transponder* con sensores, que permiten el monitoreo de una condición específica de un órgano, como por ejemplo la presión intraocular en los enfermos de glaucoma [13]. Otros usos en el área de salud, han sido para realizar seguimiento de alimentos de origen animal para el consumo humano, desde el nacimiento del animal hasta el cliente final. [14].

Los dispositivos RFID implantables también han sido utilizados para otro tipo de aplicaciones, entre ellas cabe destacar las aplicaciones para control de acceso.

Los ejemplos más referidos en el material investigado sobre este tipo de aplicación son los casos del Fiscal General de México y un grupo de sus fiscales, para tener acceso a un área considerada vital para la lucha contra los carteles de la droga [1] y el control de acceso con pago electrónico en el club BAJA BEACH de Barcelona, España [15]. Este club promovió el uso de dispositivos RFID implantados en clientes considerados especiales, para acceso a áreas exclusivas, o como elemento de pago. En este caso, los *transponder* comenzaron siendo implantados en los antebrazos, pero luego se implantaron en las muñecas, para que fuera más práctico su uso.

III. DISCUSIÓN

La existencia de dispositivos RFID implantables para seres humanos ha generado una polémica sobre su uso. Esta polémica pasa por matices religiosos y éticos, sobre la pérdida de privacidad y el acceso a información confidencial de los portadores de los implantes [16].

La tabla 1 presenta un resumen de las diferencias y similitudes de los aspectos técnicos de los dispositivos RFID implantables en animales y en seres humanos. Como se puede observar, las características de ambos tipos de dispositivos son similares, sin embargo, al contrario que los dispositivos RFID de los animales, aun no existen normas técnicas para los implantes de RFID en seres humanos. Tampoco existe normativa legal que regule su uso, aplicación o sitio de implantación.

Otra diferencia con respecto a los *transponder* para animales es la información contenida. En el caso de los animales, el contenido de la etiqueta contendrá un código único de 10 dígitos, con una secuencia y solo de lectura. En el caso de las etiquetas para seres humanos existen dos tipos, aquellas que son homólogas a las de los animales, es decir, de solo lectura, y un nuevo tipo que está siendo producido, el cual puede ser programado solo una vez. En ambos casos, se prevén códigos de mayor tamaño debido a la cantidad de seres humanos existentes.

A raíz de la aprobación de la FDA del uso de dispositivos RFID para seres humanos, se ha hecho pública información de que algunos animales de laboratorio y algunas mascotas, con *transponders* implantados, desarrollaron distintas formas de cáncer alrededor de los mismos, algunas de las cuales pueden llegar a ser malignas. También se reporta que en algunos casos, los dispositivos se desplazan dentro del cuerpo del animal, siendo expulsados por la misma incisión por la que fueron introducidos, o por cualquier otro lado del cuerpo, causando dolores y molestias al animal. No existen estudios posteriores que permitan determinar las causas del cáncer detectado en estos animales. [17]

En el caso de los seres humanos, no existe una población suficientemente grande de personas con implantes RFID y el tiempo que lo tienen implantado tampoco permite hacer ningún estudio, o extrapolación, sobre las consecuencias de su uso, como en el caso de los animales [17], razón por la cual, es prematuro saber si producirán, o no, cáncer en los sujetos implantados, suponiendo que estén fabricados con los mismos materiales que los dispositivos para animales.

Otro problema que se ha generado con los implantes para seres humanos es el procedimiento de implantación y de retiro de los dispositivos. Hasta ahora, la implantación en seres humanos ha sido voluntaria, por lo cual, si esa persona decide retirarse el dispositivo debe someterse a procedimientos quirúrgicos para la remoción del mismo. Al no existir normas y protocolos para la implantación de los dispositivos RFID, los procesos de extracción dependen de la implantación inicial y de la habilidad del médico que lo vaya a extraer. Originalmente se dijo que su remoción era sencilla, la información existente demuestra que se han presentado casos donde no lo ha sido [18].

Tabla 1: Resumen de diferencias y similitudes de los aspectos técnicos de los dispositivos RFID implantables en animales y en seres humanos.

Características	Transponder Animal	Transponder Humano
Energizado	Pasivo	Pasivo
Distancia de Lectura	30 cm.	30 cm.
Modo de Operación	HDX: No transmite y recibe simultáneo FDX: Transmite y recibe simultáneo	HDX: No transmite y recibe simultáneo FDX: Transmite y recibe simultáneo
Frecuencia de Operación	134,2 KHz 125 KHz	134,2 KHz
Tamaño	Menor a un grano de arroz	Menor a un grano de arroz
Información	Código de 10 dígitos, no modificables fuera de la fabrica (Solo Lectura)	Código de 16 dígitos, existen etiquetas de solo lectura y etiquetas programables
Temperatura de Operación	-25 °C a 70°C	No se encontró información
Normas Aplicables	ISO11784:1996 ISO11785:1996	No se encontró información

A diferencia de los implantes en animales, la información que se pretende colocar en los dispositivos implantables en seres humanos es confidencial y solo debería ser accesible al personal médico durante una emergencia, o cuando previamente sea autorizado por el paciente. De lo contrario, representaría una violación de la privacidad del portador del dispositivo. Sobre este último punto, en el año 2006, se presentó un trabajo en el cual se realizan algunas pruebas sobre la duplicación de la información emitida por los *transponder Verichip*, concluyendo que solo sirven para identificación más no para autenticación, y que es tan sencilla

llo duplicar el número de identificación que posee, que un atacante no requiere quitar el implante para suplantar al portador, basta con copiar la información y programarla en otro dispositivo. [19]

Recientemente, algunos fabricantes han lanzado al mercado, *transponders* con una alta capacidad de memoria, programables fuera de la fábrica. Esto ha generado un análisis sobre la seguridad de los nuevos dispositivos, encontrando que aún es muy baja, hasta el punto de que se puede programar en ellos un virus de computadora, sin que la persona portadora tenga conciencia de ello, y que este se propague en la medida que sea leído el implante [20].

IV CONCLUSIONES

Los dispositivos RFID implantables representan una solución para la identificación de seres vivos.

Comparando los dispositivos RFID para animales con los dispositivos RFID para seres humanos, se puede ver que la tecnología utilizada es similar, sin embargo, en el caso de los animales existen estándares y normativa legal para su uso. En el caso de los dispositivos RFID para seres humanos, la falta de normas, abre la posibilidad de realizar estudios en aspectos técnicos, legales económicos y éticos, sobre los mismos. De lo anterior, se concluye que el uso de dispositivos RFID implantables en seres humanos es una tecnología que está siendo utilizada, pero que aún no se encuentra en una etapa que permita el uso masivo de la misma.

REFERENCIAS

- [1] Laurie Sullivan. (2004, Octubre) www.informationweek.com. [Online]. <http://www.informationweek.com/shared/printableArticle.jsp?articleID=49901698>
- [2] Lahtela A., "A Short Overview of the RFID Technology in Healthcare," in *2009 Fourth International Conference on Systems and Networks Communications*, Porto, 2009, p. 5.
- [3] DATAMARS. DATAMARS. [Online]. http://www.datamars.com/default.aspx/MenuItemID/211/MenuGroup/_Animal+ID.htm
- [4] TC 23/ SC 19. International Standards Organization (ISO). [Online]. http://www.iso.org/iso/search.htm?qt=11785&published=on&active_tab=standards
- [5] DATAMARS. DATAMARS. [Online]. <http://www.datamars.com/default.aspx?menuitemid=333>
- [6] C.M. Roberts. (2006) ELSEVIER. [Online]. <http://www.elsevier.com/locate/cose>
- [7] ENSID. Food-Safe plastic RFID tags. [Online]. <http://www.ensid.com/products/index.html>
- [8] FELIXCAN. Felixcan Animal ID. [Online]. <http://www.felixcan.com>
- [9] (2010, Octubre) PETMAXX. [Online]. <http://www.petmaxx.com/start.asp?lstLanguage=&code=>
- [10] American Veterinary Identification Devices. (2010, Oct.) AVID. [Online]. <http://www.avidid.com/special/index.html>
- [11] Toshitaka Yamakawa, Takairo Inohue, Akira Nakajima, Takairo Yonezawa, and Akio Tsuneda, "A circuit design of ID-Code and heartbeat signal processing blocks of a smart RFID tag for mice,," in *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, Island of Kos, 2006, pp. 2569-2572.
- [12] C. Occhiuzzi and G. Marrocco, "Pervasive body sensing: Implanted RFID tags for vascular monitoring ,," in *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation Society*, Toronto, 2010, pp. 1-4.
- [13] Matthew Turner and John Naber, "The Development of a RFID based mixed signal ASIC for the wireless measurement of intraocular pressure,," in *18th Biennial University/Government/Industry Micro/Nano Symposium (UGIM)*, West Lafayette, 2010, pp. 1-4.
- [14] Yoshinori Miyamoto et al., "Development of the Tuna fish catch information management system using RFID and communications satellite,," in *OCEANS 2006*, Singapore, 2006, pp. 1-5.
- [15] Katina Michael and M.G. Michael, "The Diffusions of RFID implants for access control and epayments: a case study on Baja Beach club in Barcelona,," in *IEEE International Symposium on Technologies and Society*, Wollongong, 2010, pp. 242-252.
- [16] Amal Graafstra, Katina Michael, and M.G. Michael, "Social-Technical issues facing the humancentric RFID implantee sub-culture through the eyes of Amal Graafstra,," in *IEEE International Symposium on Technologies and Society*, Wollongong, 2010, pp. 498-516.
- [17] Katherine Albrecht, "Microchip-induced tumors in laboratory rodent and dogs: A review of the literature 1990-2006,," in *IEEE International symposium on Technologie and Society (ISTAS)*, Wollongong, 2010, pp. 337-349.
- [18] Katherine Albrecht. (2008) www.antichips.com. [Online]. <http://www.antichips.com>
- [19] John Halamka, Ari Juels, Adam Stubblefield, and Jonathan Westhues, "The Security implications of VERICHIP cloning,," *Journal of American Medical Informatics Association*, vol. 13, no. 6, pp. 601-607, Noviembre/Diciembre 2006.
- [20] Mark M. Gasson, "Human Enhancement: Could you become infected with a computer virus?,," in *IEEE International Symposium on Technologies and Society*, Wollongong, 2010, pp. 61-68.

Autor: José Pirrone
 Instituto: Universidad Católica Andrés Bello
 Calle: Av. Teherán
 Ciudad: Caracas
 País: Venezuela
 E-mail: jpironne@ucab.edu.ve; mhuerta@usb.ve