



resumen

En este documento se muestra la construcción de un prototipo del sistema de control de pacientes, a través del diseño e implementación de una solución mediante el uso de tecnologías inalámbricas (Wi-Fi y “RFID” -siglas de Radio Frequency IDentification-, en español Identificación por Radiofrecuencia y dispositivos móviles, celulares, pocket pc, table pc, entre otros).

# Control de pacientes mediante tecnologías móviles

Johany A. Carreño G. • Diego A. Cabra • María V. Ruiz

**En** la actualidad, las tecnologías de la comunicación y la información se están masificando y revolucionando a nivel mundial, en Colombia los avances son pocos pero muy satisfactorios y optimistas. La revolución industrial ha generado significativos cambios en el comportamiento de los mercados emergentes y los fabricantes de tecnologías aceleraron los procesos con el objetivo de poner en el mercado aparatos y sistemas más sofisticados, de prestaciones cada vez más marginales con la relativa esperanza de que el público se incline por consumir cada vez más.

El uso e incorporación de dispositivos móviles genera un número importante de servicios y posibilidades de aplicación en los negocios, entre otros se pueden nombrar: sistemas de comercio, entretenimiento, servicios financieros, seguimiento de procesos de manufactura, publicidad y salud. Con todo y lo anterior no se puede olvidar que se trata de un mercado joven y con muchas carencias: acceso libre a la red, falta de estándares, dificultad para predecir el comportamiento de la red y variedad de colectivos conectados [3].

En consecuencia y de cara al futuro, una aplicación muy interesante es la que se propone en este trabajo, donde se muestra la utilización e incorporación de tecnologías inalámbricas y dispositivos móviles habilitados como medio de control de procesos administrativos (control

introducción





**once**  
**93no**

de pacientes, seguimiento a enfermedades, etc.) en el sector salud, con el objeto de automatizar los servicios, proveer eficiencia, controlar y mejorar el cuidado de los pacientes, entre otros, beneficiando a las instituciones con el logro de ventajas realmente competitivas. Se trata del diseño e implementación de un prototipo que realice las tareas ya nombradas a través del uso y aplicación de diferentes dispositivos electromecánicos que controlen la identificación de los pacientes, administración de medicamentos y urgencias a través de alarmas, manipulados mediante interacción con tecnologías “RFID” y dispositivos móviles.

Llegado a este punto y teniendo en cuenta la característica esencial de los servicios venideros, los móviles como interfaces y el buen uso de los recursos ofrecidos por las tecnologías inalámbricas, es importante dejar sentado económicamente hablando, que estos generan módicas cifras de partida y en lo social siempre deben ser enfocados a la mejora en la calidad de vida de los seres humanos [3].

## Conceptos fundamentales de identificación por radiofrecuencia

Identificación por radiofrecuencia (“RFID”) es una tecnología reciente utilizada para la captura de datos en forma automática, usando frecuencias de radio como medio para la identificación de objetos a distancia. RFID es un ejemplo de identificación automática (“Auto-ID”). Otros ejemplos de Auto-ID incluyen código de barras, identificación biométrica, identificación por reconocimiento de voz y reconocimiento óptico (“OCR”). Comúnmente, los sistemas RFID usan rangos de frecuencia entre 125 KHz y 134 KHz. En [3] se puede encontrar mayor información sobre los tipos de frecuencias soportados por un sistema RFID y las regulaciones internacionales de frecuencias RFID.

El sistema RFID más simple se basa de un conjunto de componentes integrados tales como el equipo lector maestro y varios dispositivos RFID, también llamados etiquetas de radio frecuencia (“RF Tags”). Las etiquetas son transpondedores que pueden ser tan sencillos como un circuito integrado adjunto a una antena. El lector maestro incorpora un transmisor/receptor inalámbricos con las siguientes funciones [3] y [2]:

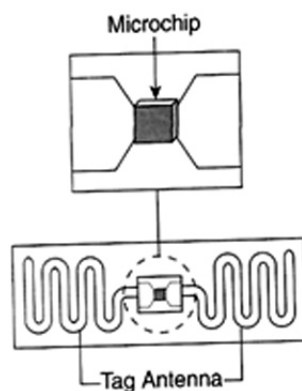
- Transmisión: genera un campo que excita los circuitos de las etiquetas y hacen que reaccionen enviando una señal al maestro.





- **Recepción:** recibe el mensaje de la etiqueta donde se identifica y, en algunos casos, aporta información adicional almacenada.

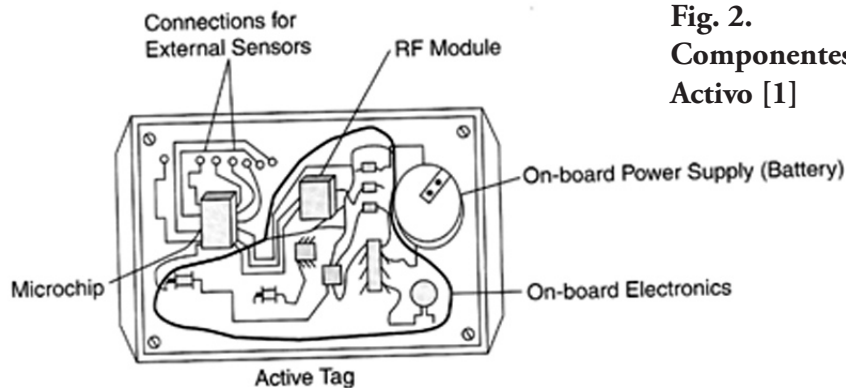
A continuación, se distinguen dos tipos básicos de dispositivos o etiquetas RFID; pasivos (ver Figura 1). Es decir, no necesitan alimentación externa (por ejemplo, una batería). El tag reacciona ante el estímulo del transmisor y devuelve la información que almacena electrónicamente. Este tipo de dispositivos operan a bajas frecuencias (entre 30 KHz y 300 KHz), son muy ligeros, muy baratos y su vida operacional es en teoría ilimitada. Los principales inconvenientes que presentan tienen que ver con su reducido alcance (aproximadamente 9 metros), y es necesaria una distancia de pocos centímetros entre



**Fig. 1.**  
**Componentes de un Tag Pasivo [1]**

el lector y el dispositivo, así como un entorno libre de obstáculos. La información que pueden almacenar es pequeña y las tasas de transferencia que consiguen son bajas.

El otro tipo de dispositivos son tags RF activos (ver Figura 2). Es decir, que incorporan su propia fuente de energía. Se pueden diferenciar dos categorías de tags activos, los primeros transmiten continuamente datos con o sin presencia del lector y son llamados comúnmente transmisores; en la segunda categoría se encuentran los que transmiten datos solo cuando son interrogados, este tipo de tags son llamados transmisores/receptores (“transponders”).



**Fig. 2.**  
**Componentes de un Tag Activo [1]**





Los tags activos operan a frecuencias más altas (850-950 MHz y 2.4-2.5 GHz) y son dispositivos de lectura/escritura, con una capacidad de almacenamiento considerable. El alcance es mayor para los activos (hasta 30.5 metros aproximadamente) y las tasas de transferencia son más elevadas.

## Diseño e implementación de la solución

### Las ciencias de la salud son sólo una de las áreas que se pueden beneficiar de los sistemas de cóm-

**puto.** Como solución (ver Figura 3) se pretende que un hospital se encuentre conectado al servicio por medio de una red privada que permite que el personal autorizado cargue, descargue y analice datos de pacientes digitalizados para identificarlos y mejorar los servicios hospitalarios que se les ofrecen. La aplicación desarrollada brinda acceso a los registros actuales y pasados de los pacientes y permite gestionar la información por parte de los administrativos. Los beneficios adicionales pueden incluir menores costos administrativos y generales, incremento de la seguridad de los pacientes, visualización y control del estado de salud de los pacientes por parte de los amigos y familiares, así como la reducción de posibles gastos legales [1], [2] y [3].

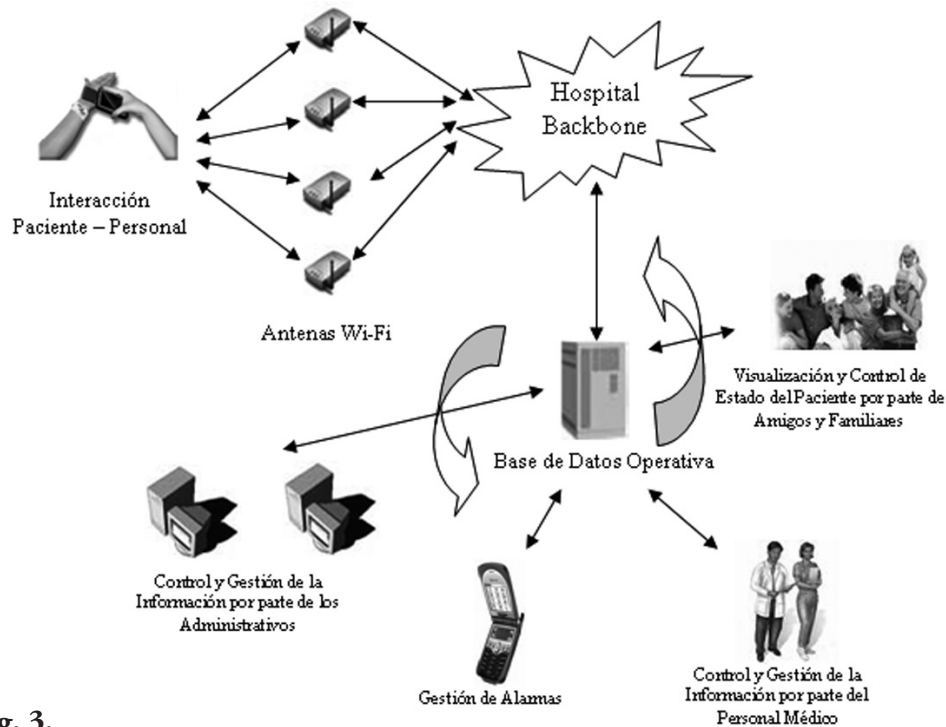
## Arquitectura y funcionamiento

Cuando se construyen aplicaciones que integran componentes inalámbricos, móviles y radiofrecuencia es importante tener en cuenta ciertas variables tales como la frecuencia de operación, los identificadores (“tags”), los lectores (“Readers”), las antenas, los ítems que van a ser identificados, las condiciones de operación, los distribuidores y/o proveedores, los estándares, las aplicaciones software, los componentes hardware, la integración con sistemas existentes y el mantenimiento [3].

A continuación, se hace una breve descripción del trabajo realizado (ver Figura 3 página 106) en el área de uso y aplicación de dispositivos móviles y tecnologías inalámbricas en la implementación de un prototipo del sistema de información para el control y gestión de la información de pacientes en un centro hospitalario. La limitación de espacio con la que se cuenta sujeta a dedicar estas líneas sólo a las aportaciones más relevantes.

Es significativa la importancia que tiene conocer y dar buen uso a la frecuencia de operación; en general, cada rango de frecuencia es asociado con la tarea a solucionar o aplicación que se este construyendo. En centros de salud, “High Frequency” HF (13.56 MHz) es la frecuencia típica recomendada, por poseer problemas mínimos de interferencia con los equipos médicos.





**Fig. 3.**  
**Arquitectura Sistema de Control de Pacientes Mediante Tecnologías Móviles**

En segunda instancia, los pacientes ingresan al hospital y se les asigna un brazalete que tiene embebido un tag RFID<sup>1</sup> (microchip y antena), los cuales proveen almacenamiento y capacidad de lectura/escritura de información de los usuarios. Esto mejora el proceso de identificación y brinda dinamismo a las operaciones. Estos tags son leídos por tarjetas lectoras<sup>2</sup> RFID con capacidades de lectura y escritura de tags tipo HF ISO 15693<sup>3</sup>, incluyendo tags RFID propietarios a 13.56 MHz, entre otros.

El lector RFID es integrado a una pocket pc, que a través de infraestructura de red, comunicación inalámbrica y software aplicativo transmite información desde y hacia la base de datos operativa. El personal del hospital puede identificar a los pacientes con solo mover o escanear con la pocket pc los brazaletes que llevan puestos los pacientes. Además de la identificación del paciente, la solución permite actualizar datos, registro de historias clínicas, lanzar alarmas de control de medicamentos, entre otros procesos.

Con todo y lo anterior la base de datos (implementada en PostgreSQL<sup>4</sup>) juega un papel importante en la aplicación, puesto que permite la integración y administración de los diferentes componentes del sistema de información. Con respecto a la parte administrativa se gestiona la información a través de la integración de datos con “Kettle”<sup>5</sup> y





herramientas de inteligencia de negocios como lo es “Pentaho”<sup>6</sup>. Los familiares y amigos del paciente pueden visualizar y hacer seguimiento de los estados anímicos y de salud del paciente a través de interfaces Web y “WAP – Wireless Application Protocol”<sup>7</sup>.

**Aún mejor para el control de suministro de drogas se ha implementado un sistema de alarmas, que consiste en enviar señales tipo mensaje pop-up a los monitores y los dispositivos móviles del personal médico. Además, en caso de un servicio médico de emergencia el sistema permite servicio de mensajes cortos, que son enviados a los celulares adscritos al dominio (personal médico, familiares y amigos) de cada uno de los pacientes.**

## **Beneficios**



- Un brazalete RFID puede ser leído mientras el paciente descansa, sin tener que interrumpirlo mientras duerme.
- Los pacientes pueden ser GEO identificados a través de los brazaletes y lectores fijos RFID ubicados en ciertos lugares, dormitorios y pasillos, para evitar que ellos ingresen a lugares no permitidos y se mantengan en perímetros determinados.
- Los brazaletes RFID pueden contener información del paciente y toda la información reside en una base de datos que se encuentra lógicamente relacionada al brazalete.
- Rápida atención de pacientes en caso de emergencia.
- Actualización de historias clínicas en tiempo real.
- Se mejoran los procesos administrativos de los centros de salud, generando valor agregado a las instituciones e incrementando la satisfacción de los clientes.
- Se genera incremento en la productividad del personal médico y administrativo.
- Optimización de los procesos de control en suministro de medicamentos.
- El sistema es confiable y fácil de usar.
- El sistema posee la capacidad de escalar a otros usos.
- Puede ser usado en cualquier área de la organización.
- El sistema permanece activo a cualquier hora del día.





## Conclusiones

Se ha mostrado un ejemplo de la utilidad y el gran número de posibilidades de uso y aplicación de las tecnologías móviles e inalámbricas en el área de la salud; ilustra los posibles beneficios que se están desaprovechando, por el desconocimiento de unas herramientas tecnológicas que están siendo poco utilizadas.

## Con la aplicación de tecnologías móviles e inteligencia de negocios, los servicios hospitalarios pueden ser enfocados a la mejora en la calidad de vida de los pacientes.

Lo que queda pendiente de momento es emprender una nueva versión del proyecto, con el objeto de capturar mediante dispositivos móviles, datos reales y verídicos aportados por los sistemas de salud, y por medio de la aplicación de las diferentes técnicas de minería de datos, generar resultados predictivos que sirvan para prever el comportamiento futuro de algún tipo de enfermedad, con el único objeto de mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Así mismo, se pretende motivar a los administradores y expertos de la salud a usar herramientas tecnológicas especializadas de comunicación, para apoyar las tareas de control de procesos clínicos. Además de inducirlos a que se vayan familiarizando con las nuevas herramientas y sistemas que, bien serán cada día más potentes y posibles de manejar.

## Referencias

- [1] Brown, Dennis. "RFID Implementation". McGraw-Hill Osborne Media. 2006. ISBN: 978-0072263244.
- [2] Hunt, Daniel. Et. al. "RFID-A Guide to Radio Frequency Identification". Wiley-Interscience. 2007. ISBN: 978-0470107645.
- [3] Lahiri, Sandip. "RFID Sourcebook". Pearson Education Inc. 2006. ISBN: 0-13-185137-3.





## Notas de pie de página

- <sup>1</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID> (Consultado Enero 2007)
- <sup>2</sup> [http://www.amazon.com/Socket-Communications-CompactFlash-Reader-RF5400-542/dp/B0009KVVIG/ref=pd\\_bbs\\_11/002-5944359-0711244?ie=UTF8&s=electronics&qid=1182705776&sr=8-11](http://www.amazon.com/Socket-Communications-CompactFlash-Reader-RF5400-542/dp/B0009KVVIG/ref=pd_bbs_11/002-5944359-0711244?ie=UTF8&s=electronics&qid=1182705776&sr=8-11) (Consultado Mayo 2007)
- <sup>3</sup> <http://www.rfid-handbook.de/rfid/standardization.html> (Consultado Mayo 2007)
- <sup>4</sup> <http://www.postgresql.org/> (Consultado Enero 2007)
- <sup>5</sup> <http://kettle.pentaho.org/> (Consultado Junio 2007)
- <sup>6</sup> <http://www.pentaho.com/> (Consultado Junio 2007)
- <sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_Application\\_Protocol](http://es.wikipedia.org/wiki/Wireless_Application_Protocol) (Consultado Diciembre 2006)



**Diego Alexander Cabra.** Estudiante de Ingeniería de Sistemas del Politécnico Grancolombiano Institución Universitaria de la Ciudad de Bogotá D.C., Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Departamento Académico de Ingeniería de Sistemas. Integrante del semillero de investigación en “Diseño y Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles”. Participante en varias ocasiones en la “Maratón de Programación para Dispositivos Móviles e Inalámbricos”.

**Johany Armando Carreño Gamboa.** Ingeniero de Sistemas y Especialista en Tecnologías Avanzadas para el Desarrollo de Software de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Profesor Titular del Politécnico Grancolombiano Institución Universitaria de la Ciudad de Bogotá D.C., Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Departamento Académico de Ingeniería de Sistemas. Coordinador de los semilleros de investigación en “Diseño y Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles” y “Descubrimiento de Conocimiento y Minería de Datos”.

**Maria Virginia Ruiz.** Estudiante de Ingeniería de Sistemas del Politécnico Grancolombiano Institución Universitaria de la Ciudad de Bogotá D.C., Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Departamento Académico de Ingeniería de Sistemas. Integrante del semillero de investigación en “Diseño y Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles”. Participante en la “Cuarta Maratón de Programación para Dispositivos Móviles e Inalámbricos”.

