

Near Field Communication

Sergio Fabian Ortiz Aguirre

Departamento de Electrónica e Informática
Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”
Campus Santa Librada
Asunción-Paraguay
sehortiz@hotmail.com

Resumen En este documento se tratan temas referentes a una tecnología inalámbrica conocida como NFC. Se mencionan sus características principales, se realizan comparaciones con otros sistemas sin contacto y se detallan sus aplicaciones en múltiples entornos.

Key words: NFC, RFID, NFC Forum, Elemento Seguro

1. Introducción

La tecnología conocida como Near Field Communication o **NFC** puede considerarse como un avance del **RFID** o Radio Frequency Identification [1]. Básicamente, **NFC** permite realizar una comunicación simple, segura e intuitiva entre dispositivos.

NFC aparece como una evolución en el uso de aplicaciones dentro del teléfono móvil, pues se presenta como un sistema de comunicación sencilla, una alternativa para el manejo de pagos y una opción para el almacenamiento de datos de forma más segura para los dispositivos electrónicos móviles [2].

La principal característica que hace que la tecnología NFC sea interesante y atractiva, es que complementa a otras tecnologías inalámbricas como el Bluetooth, Wifi y el mismo RFID. La principal diferencia entre NFC y los otros esquemas sin contacto, es que no está pensada para la transmisión masiva de datos, pero sí para un intercambio casi instantáneo de una poca cantidad de información y no necesita de un emparejamiento previo [2].

Para la mejor comprensión de la tecnología NFC, debemos primeramente conocer los principios de su antepasado, el sistema **RFID**.

1.1. El sistema RFID

Funcionamiento y componentes. El Radio Frequency Identification ya empezaba a tomar forma durante la Segunda Guerra Mundial, en donde se utilizaba la identificación por radiofrecuencia de manera masiva por los británicos para

distinguir entre aeronaves propias o enemigas [3]. Actualmente **RFID**, ya como una tecnología bien constituida, puede definirse como aquel sistema que tiene como principal función la identificación de determinados objetos a distancia, utilizando para tal efecto las ondas de radio. Para conseguirlo, esta tecnología proporciona soporte para el almacenamiento y la recuperación remota de datos en etiquetas o tarjetas RFID que contienen la información necesaria para el reconocimiento [4].

El funcionamiento de los sistemas de **Radio Frequency Identification** es sencillo. Básicamente consta de tres partes como se ve en la Figura 1. Existe un **lector RFID** que de manera periódica busca en su zona de alcance la información contenida en las señales que son emitidas por alguna **etiqueta RFID** [4]. Estas etiquetas poseen la capacidad de adherirse a productos, personas o animales que necesitan ser identificados o seguidos [5]. Una vez que se hayan recibido los datos, el lector los transfiere a un **subsistema de procesamiento** para la interpretación y el tratamiento correspondiente [4].



Figura 1. Funcionamiento del sistema RFID [7].

Considerando las **Etiquetas RFID**, se puede decir que se componen principalmente por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip [8]. Podemos clasificar a las etiquetas tomando en cuenta la fuente de alimentación, considerando esto, existen básicamente tres tipos [9]:

- **Etiquetas pasivas:** Son las más económicas. No poseen fuente de alimentación propia, por lo que utilizan la pequeña corriente eléctrica inducida por la energía que reciben del lector, misma que es suficiente para poner en marcha su circuito y para realizar la transmisión de datos.
- **Etiquetas semi-pasivas:** Reciben parte de su energía de una fuente propia de alimentación. Esta batería les sirve para alimentar sólo sus circuitos, para la transmisión de información, utilizan la energía del lector.

- **Etiquetas activas:** Son menos económicas que las anteriores pero poseen mayor capacidad de almacenamiento. Además cuentan con su propia fuente de alimentación tanto para sus circuitos, como para la transmisión de la información.

Ventajas. La tecnología RFID presenta diversos beneficios y puede ser utilizado en innumerables aplicaciones. A continuación se detallan sus virtudes [7][10]:

- Es un sistema bastante robusto y posee un buen desempeño en ambientes severos (lugares húmedos, sucios, y con variaciones de temperatura).
- No es necesario el contacto visual entre la etiqueta y el lector para la transferencia de datos o la comunicación.
- Un lector RFID puede leer múltiples etiquetas en simultáneo.
- Las etiquetas RFID son resistentes y duraderas debido a que es posible insertarlas en materiales robustos.
- Con la tecnología RFID se puede brindar a un producto una identidad propia dentro de una línea de producción, la capacidad de comunicarse con su ambiente y la habilidad de conservar y obtener la información de sí mismo.

Problemas. Todos los esquemas de comunicación poseen ciertas desventajas, y el RFID no es una excepción. En las siguientes líneas, se mencionan los inconvenientes propios de este sistema [10][11]:

- RFID no cuenta con un estándar internacional referente al uso de frecuencias, esto ocasiona problemas de incompatibilidad en sistemas utilizados entre algunos países y otros.
- El punto débil del RFID, es que no provee de mecanismos de seguridad para proteger la información, ante las amenazas de ataques a la privacidad.
- La capacidad de almacenamiento y el procesamiento en las etiquetas RFID son insuficientes para implementaciones de mecanismos de seguridad tales como técnicas criptográficas. Este hecho contribuye a que se complique el establecimiento de conexiones seguras para evitar que los datos sean captados y leídos por intrusos.
- Entre el lector y las etiquetas puede ocurrir una **saturación de etiquetas**, debido a la excesiva lectura de etiquetas al mismo tiempo, o **la redundancia en la lectura**, que se produce cuando una etiqueta es detectada por varios lectores.

- Otra posible interferencia en el sistema es lo que se conoce como **escudo electromagnético**, que es el efecto producido cuando un material conductor se encuentra posicionado entre una etiqueta y un lector, por ejemplo, envolver con aluminio una etiqueta RFID.
- Con respecto a la seguridad, otra falencia es que la etiqueta puede ser leída a cierta distancia sin que el usuario tenga conocimiento de este hecho.
- El costo de la implementación del RFID en comparación con el sistema de código de barras es el principal factor limitante para su instalación, aunque con los desarrollos y mejoras, el uso de la tecnología RFID será cada vez más económico.

Aplicaciones. La tecnología RFID posee aplicaciones muy variadas (Figura 2), como las que se mencionan a continuación [9][11]:

- **Identificación y control:** En esta categoría podemos encontrar cuatro grupos:
 - **Control de animales:** Se utilizan chips pasivos incrustados en el animal a nivel subcutáneo que permite su identificación en caso de extravío. Para el control de ganado se utilizan crotales.
 - **Control de acceso:** Se encarga de controlar el acceso de funcionarios a los edificios, además de registrar y gestionar los horarios.
 - **Seguimiento de pacientes:** Se trata de una pulsera que permite localizar al paciente dentro del hospital y también permite acceder a su historial .
 - **Logística:** Una de las aplicaciones más comunes de la tecnología RFID es el control de inventario y seguimiento de artículos de manera a agilizar los procesos contables y optimizar el monitoreamiento de productos. Grandes empresas como Coca-Cola y McDonalds, han incorporado a RFID en sus sistemas de distribución y almacenamiento de mercaderías. También BMW y Toyota, la han utilizado para el control de procesos de manufacturas.
- **Sistemas de pago:** RFID se presenta como una opción para sistemas de pago, como por ejemplo la compra de boleto en el autobús urbano. En Salamanca, España se utilizan etiquetas RFID en tarjetas plásticas para almacenar el saldo del usuario. Cada vez que el cliente pasa la tarjeta por uno de los lectores en el autobús, el monto correspondiente es descontado de su cuenta en la tarjeta. Sin embargo, un punto débil es que este sistema no ofrece medidas de seguridad ni autenticación para los pasajeros. Otro ambiente en

donde se utiliza el RFID es para el control y cobro de peajes.



Figura 2. Algunas aplicaciones del RFID. 1- Control de ganado. 2- Seguimiento de pacientes. 3- Logística. 4- Telepeaje. [9].

1.2. La evolución hacia el NFC

El Near Field Communication brinda nuevas funciones a la tecnología RFID. Esto se debe a la combinación de un lector y una etiqueta RFID en un mismo equipo NFC. De esta manera se facilita la comunicación en ambas direcciones entre dos dispositivos y se quiebra la separación funcional de los esquemas RFID, es decir, el lector por un lado y las etiquetas por el otro [12].

Es necesario considerar que la tecnología NFC tiene algunas diferencias con RFID, a pesar de que ambas utilizan el mismo tipo de chip y que una deriva de la otra. Lo que debe quedar en claro es que aunque NFC es un nuevo estándar que aparece a raíz de RFID, su misión no es reemplazarlo, más bien, complementarlo, aumentando sus funciones [9].

Realizando una comparación entre NFC y RFID, encontramos que la primera posee la capacidad de cómputo necesaria para ejecutar operaciones, hecho que hace fácil su integración en dispositivos como teléfonos móviles [9]. Además NFC provee una comunicación peer to peer, medio que permite intercambiar información entre dos dispositivos [8].

Otra cuestión que tiene NFC es que permite rangos pequeños de comunicación, y por ende posee una seguridad inherente, punto que lo hace preferible para cuestiones de comunicación que requieren seguridad como los medios de pago o intercambio de información personal. Además NFC no puede ser activado de forma remota, involuntariamente o por accidente. El teléfono obliga a que deba existir un acercamiento entre dispositivos antes de iniciar una comunicación [8].

Con todo esto, cabe mencionar que se hace necesaria la evolución hacia el NFC para aprovechar la robusta seguridad, la versatilidad por el hecho de que puede utilizarse en dispositivos móviles, la facilidad en el uso y la posibilidad de servir como una tecnología que brinde al usuario información útil y le permita interactuar con su ambiente.

2. Aspectos generales

A continuación algunos apartados que nos introducen a los sistemas **NFC**.

2.1. Definición del NFC

Near Field Communication (NFC), es una tecnología de comunicación de corto alcance, que permite el intercambio de datos entre dos dispositivos de manera inalámbrica. Es compatible con infraestructuras RFID, dado a que es un derivado del mismo [5].

El **NFC** fue creado en el año 2002 como un proyecto encabezado por Nokia, Philips y Sony, mismas empresas que componen la asociación NFC Forum, para promover la utilización de este sistema en dispositivos móviles. En el 2003 fue aprobada como estándar ISO/IEC [13].

El sistema de corto alcance se compone de dos elementos: **un iniciador** y **un objetivo**, en donde cualquier dispositivo con NFC puede adoptar las funciones o el comportamiento de una de estas partes. El NFC puede ser instalado en cámaras fotográficas, reproductores, televisores, teléfonos celulares y hasta en controles remotos [6].

2.2. NFC Forum

En el año 2004, se constituye el **NFC Forum**, definiéndose como una organización sin fines de lucro que busca promocionar la utilización del NFC en dispositivos a través del desarrollo ciertas de especificaciones que intentan unificar los sistemas NFC [5].

El **NFC Forum** fue creado por las tres entidades pioneras en el NFC, Philips, Sony y Nokia, y ahora ya cuenta cuenta con más de una centena de miembros,

entre ellos, empresas del rubro tecnológico, organismos económicos y otras organizaciones sin fines de lucro [14].

Esta asociación fomenta el desarrollo de un ambiente en donde se consigan que las aplicaciones para el NFC sean seguras y puedan funcionar unas con otras sin problema. Para lograr esto se definen especificaciones tanto para la arquitectura de los sistemas, como los protocolos para lograr la operabilidad en conjunto [14].

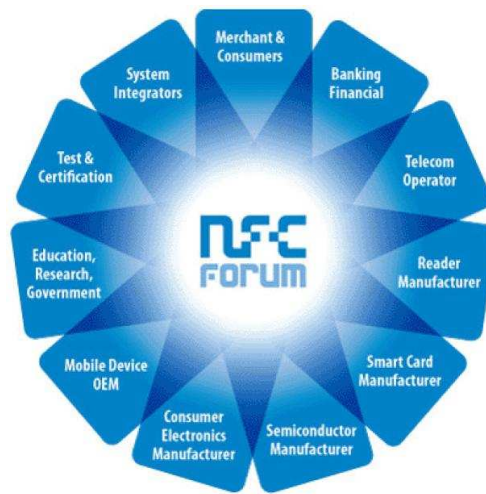


Figura 3. NFC Forum [9].

3. Características

El NFC proporciona la comunicación inalámbrica de corto alcance mediante un campo magnético que permite el intercambio de datos, y opera en un ambiente en donde los dispositivos se encuentran separados una distancia de 20 cm como máximo. El sistema se maneja en la banda de frecuencia no licenciada de $f_c = 13.56$ MHz, y un ancho de banda que oscila 7 KHz a cada lado de f_c . Las comunicaciones pueden ser half o full dúplex. Se utiliza el esquema de modulación Amplitud Shift Keying (ASK) y la codificación Manchester. Se disponen de tres velocidades de transmisión 106, 212 y 404 kbps que son fijadas por el dispositivo que inicia la conexión [13].

Un dispositivo NFC que comienza la comunicación y controla el intercambio de información es conocido como **iniciador** (similar al lector RFID), y el

que responde al iniciador es conocido como **objetivo**. La comunicación puede realizarse en modo activo o en modo pasivo [15].

4. Estandarización

Existen diferentes estándares para el NFC, como los definidos por **ISO/IEC** (International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Comision), el **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute) y también el **ECMA** (European Computer Manufacturers Association). Estos especifican aspectos importantes en los sistemas NFC como la tasa de transferencia, el esquema para la codificación y modulación así como otros parámetros [5].

El ECMA-340 (ISO/IEC 18092) define la interfaz y modo de operación (NFCIP-1). El estándar ECMA- 352 (ISO/IEC 21481) define una segunda versión de la interfaz y modo de operación en NFC (NFCIP-2). Además, el ECMA-356 (ISO/IEC 22536) y el ECMA-362 (ISO/IEC DIS 23917) definen la interfaz RF y el protocolo de comunicaciones [13].

5. Modos de operación

Teniendo en cuenta el modo de operación el NFCIP-1 y el NFCIP-2 son los protocolos mas significativos. A continuación se describen brevemente [1]:

- **NFCIP-1:** Combina dos protocolos de comunicación que pertenecen al **RFID**, tales como el MIFARE y el FeliCa, e incluye en ellos nuevos protocolos de transporte.
- **NFCIP-2:** Hace posible la combinación del **NFC** con lectores RFID logrando así una compatibilidad.

Como se mencionó anteriormente, para establecer una comunicación existen dos modos [13]:

- **Modo pasivo:** Debe existir un dispositivo que reciba y otro que emita, este último dispone de fuente eléctrica propia para funcionar, y debe generar una señal para el intercambio de datos. Por el otro lado el dispositivo receptor no posee baterías y debe aprovechar el campo incidente del emisor para el funcionamiento de sus circuitos.
- **Modo Activo:** Los dispositivos poseen energía propia, por lo que ambos son capaces de generar el campo electromagnético para la transferencia de datos.

Para los dispositivos NFC es posible hacer la comunicación con el otro par, actuando como etiqueta o haciendo de lector/escritor. Referente a esto, el **NFC Forum** define los siguientes modos de operación [1] (Figura 4):

- **Peer to peer:** Es utilizado cuando surge la necesidad de transmitir una reducida cantidad de datos (unos pocos kilobytes). Si se desea elevar la cantidad de datos en la transmisión, la tecnología NFC es utilizada para concretar una conexión inalámbrica con el soporte necesario para la comunicación, como por ejemplo Bluetooth [12].
- **Lectura/escritura:** En este modo, se tiene la capacidad de leer y escribir las etiquetas [12]. El dispositivo puede leer cuatro tipos de etiquetas, mismas que fueron definidas en el NFC Forum. Una vez establecida la comunicación es posible el intercambio de texto (en pequeñas cantidades), una dirección de internet o un número de teléfono [17].
- **Emulación de tarjeta inteligente:** Un lector puede identificar a un dispositivo NFC, como si este fuera una etiqueta NFC o una tarjeta inteligente. Este modo puede ser usado para medios de pago [12], transacciones bancarias, pagos rápidos y control de acceso [17].

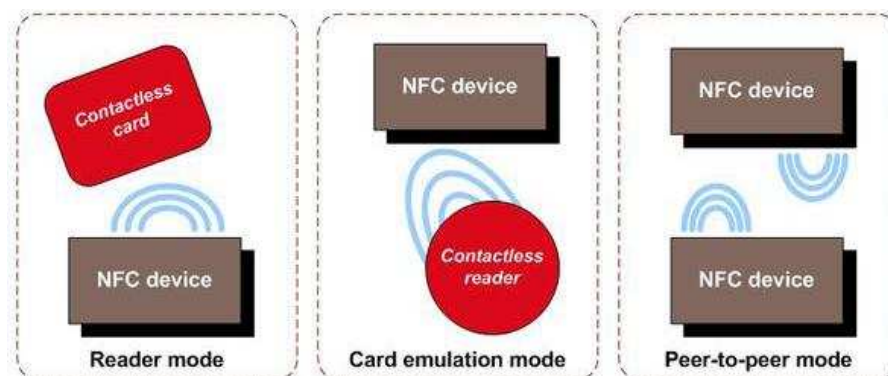


Figura 4. Modos de operación del NFC [8].

6. Arquitectura de un dispositivo NFC

En un dispositivo móvil NFC (Figura 5), es posible distinguir entre dos componentes fundamentales [9]:

- **Chip NFC y antena:** Este conjunto permite la comunicación y el intercambio de datos entre los sistemas NFC a muy poca distancia, por medio de un campo magnético. El chip se encuentra conectado al controlador banda base del teléfono, que es el encargado de la comunicación del móvil.
- **Elemento seguro (SE):** Es un chip independiente que contiene las aplicaciones basadas en claves de seguridad, tiene como propósito permitir las transacciones seguras. Existen varias implementaciones para este elemento y se diferencian en su ubicación dentro del móvil.

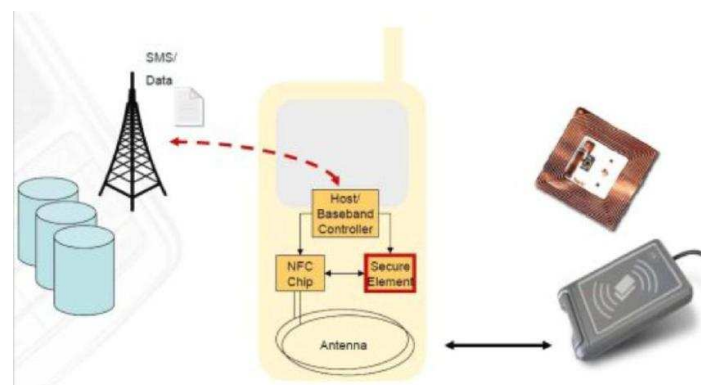


Figura 5. Arquitectura NFC en dispositivos [9].

A continuación se detallan las implementaciones para el elemento seguro [8] (Figura 6):

- **SE incorporado en el circuito del móvil:** Es la arquitectura más utilizada en los proyectos a nivel mundial. En este caso el **SE** puede ser un chip ya montado en la placa base o conectado a ella de alguna manera. Su ventaja principal es que ya posee todas las certificaciones hardware y software necesarias, sin embargo, este modelo acarrea todo un problema cuando el usuario quiera cambiar de teléfono y deba de gestionar las credenciales de pago.
- **Tarjeta de memoria utilizada como SE:** En esta implementación una tarjeta de memoria incorpora un chip con un microcontrolador y una memoria flash.
- **Tarjeta SIM como SE:** Esta solución es más llamativa para las operadoras, por que de esta forma toda la gestión de la información estaría a su cargo. En este modelo, la tarjeta SIM incorpora la aplicación de pago, dicha

aplicación puede cargarse en la propia tarjeta SIM.

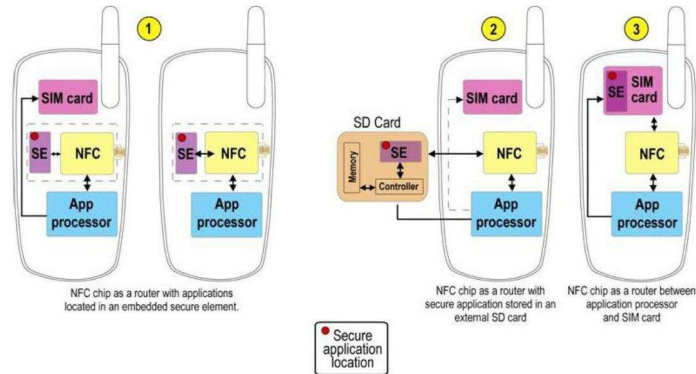


Figura 6. Elemento seguro y los modos de implementación [8].

7. Etiquetas NFC

Constituyen una parte importante de la tecnología NFC, implementan un almacenamiento pasivo en la espera de que algún lector NFC requiera la información que retienen. El NFC Forum ha definido cuatro tipos de etiquetas [1].

En las especificaciones de las etiquetas se establecen las características de cada uno de los cuatro tipos, de manera tal a lograr la compatibilidad y operabilidad de los dispositivos en sus diferentes modos de lectura o escritura. En estas especificaciones se fijan varios parámetros [17] como los que se muestran a continuación en la Figura 7.

8. Establecimiento de la comunicación NFC

En los sistemas NFC se pueden distinguir cinco etapas importantes que están presentes durante el establecimiento de la transacción. Estas fases son [17]:

- **Descubrimiento:** En esta fase inicial, los dispositivos se rastrean mutuamente y luego inician el reconocimiento.
- **Autenticación:** Cada uno de los dispositivos verifican si en el otro extremo su par está autorizado o si deben establecer una conexión segura a través de un cifrado correspondiente.

	Memoria	Especificaciones	Velocidad	Lectura/Escritura
Tipo 1	96 Bytes hasta 2 KBytes	ISO -14443 A	106 kbits/s	Si
Tipo 2	48 Bytes hasta 2 KBytes	ISO -14443 A	106 kbits/s	Si
Tipo 3	Hasta 1MB	FeliCa ISO 18092	212 kbits/s y 424 kbits/s [16]	Preconfigurados de fábrica como de lectura y escritura o sólo de lectura.
Tipo 4	32 KBytes	ISO -14443 A y B	106 kbits/s y 424 kbits/s	Preconfigurados de fábrica

Figura 7. Cuadro comparativo. Tipos de etiquetas NFC.

- **Negociación:** Hasta este punto se definen parámetros como la tasa de transmisión, la identidad del dispositivo, la aplicación, y si es el caso, también la acción que van a solicitar.
- **Transferencia:** En esta fase ya puede realizarse el intercambio de datos.
- **Confirmación:** El receptor confirma el establecimiento de la comunicación y la transferencia de los datos.

Un aspecto que no debe pasarse por alto durante las transacciones, es la seguridad. Teniendo en cuenta esto, es posible utilizar un cifrado AES y triple DES para emular la protección que ofrece una tarjeta bancaria inteligente [9].

9. Formato de datos

Para que las etiquetas y los dispositivos puedan comunicarse entre sí [2], y se pueda conseguir la compatibilidad entre dispositivos NFC y RFID de los diferentes fabricantes [1], el **NFC Forum** definió un formato de datos estandarizado.

9.1. NFC Data Exchange Format NDEF [18]

Se define un formato de encapsulación de mensaje para intercambiar información entre dispositivos NFC, ya sea de un dispositivo a una etiqueta o entre dos dispositivos NFC activos, también se especifican las reglas para construir un mensaje **NDEF** correcto, así como una cadena ordenada de registros **NDEF**.

NDEF no hace referencia a ningún circuito, ni arquitectura de conexión, ni se debe pensar que especifique el intercambio de información, es solamente un formato de mensaje. Este formato es el mismo para tarjetas, así como para

dispositivos NFC, de esto se concluye que la información de **NDEF** no guarda relación con el tipo de dispositivo que participa en una comunicación.

Con este formato pueden transmitirse varios tipos de información, como:

- Documentos o fragmentos XML, imágenes de diverso formato y datos encriptados.
- Cadenas de información encapsulada.
- Documentos múltiples que guardan alguna relación lógica.

9.2. Record Type Definition RTD

Proporciona las pautas para la especificación de los tipos de registros, que pueden ser incluidos en mensaje NDEF. Esta especificación soporta aplicaciones específicas NFC [18].

El NFC Forum define dos tipos: *NFC Forum External Types* y *NFC Forum Well-Known Types*, siendo el primero creado para dar a otros organismos la posibilidad de especificar sus propios tipos de forma independiente [1].

Con respecto al NFC Forum Well-Known Types, es necesario decir que fue estandarizado por las especificaciones del NFC Forum, que proporcionan la pauta para el procesamiento y representación de los datos. Ellos son [1]:

- **Text Record Type:** Sólo texto simple, ninguna aplicación específica asignada.
- **Uniform Resource Identifier (URI) Record Type:** Correo electrónico, direcciones de Internet, números de teléfono u otros códigos de identificación.
- **Smart Poster Record Type:** Es una extensión del tipo de registro URI, que proporciona información adicional acerca del URI, como íconos o acciones recomendadas.
- **Generic Control Record Type:** Proporciona una estructura para cualquier actividad de control.
- **Signature Record Type:** Una firma está prevista para certificar la veracidad de los datos.
- **Connection Handover:** Ofrece traspaso de una conexión NFC a otra tecnología de comunicación con mayor rendimiento de datos (por ejemplo, Bluetooth).

10. API para NFC [9]

El API para la comunicación sin contactos (Contactless Communication API), se basa en la especificación JSR-257 de JavaME, cuyo desarrollo fue dirigido por Nokia. El API permite en primera fase el descubrimiento y luego la transferencia de datos entre etiquetas y dispositivos NFC, mediante el uso de paquetes y librerías definidas. En la Figura 8 se muestra un conjunto de paquetes que permite el funcionamiento del sistema mediante una interfaz entre la aplicación y el módulo NFC.

Paquetes JSR-257		
Paquetes Java	Interfaces	Clases
javax.microedition.contactless	TagConnection TargetListener TargetProperties TransactionListener	DiscoveryManager TargetType
javax.microedition.contactless.ndef	NDEFRecordListener NDEFTagConnection	NDEFMessage NDEFRecord NDEFRecordType
javax.microedition.contactless.rf	PlainTagConnection	
javax.microedition.contactless.sc	ISO14443Connection	
javax.microedition.contactless.visual	ImageProperties VisualTagConnection	SymbolgyManager

Figura 8. Paquetes API Java Contactless Communication (JSR-257) [9].

A continuación se detallan las funciones que realizan los paquetes utilizando sus interfaces. Para una ayuda gráfica ver Figura 9.

- **javax.microedition.contactless:** Para que se pueda poner en marcha una comunicación sin contacto de cualquier tipo, obligatoriamente este paquete debe estar implementado. Con respecto a sus interfaces:
 - **TagConnection:** Es la interfaz básica para etiquetas RFID y Smart Cards.
 - **TargetListener:** Es la encargada de capturar el evento generado en el instante en el que hardware del dispositivo descubre un objeto para luego notificar a la aplicación correspondiente.
 - **TargetProperties:** Su tarea es recopilar todas las propiedades comunes a todos los objetivos que sean compatibles con la especificación.

- **TransactionListener:** Se encarga de informar a la aplicación correspondiente acerca de todas las actividades del **SE** cuando se está implementando el modo de emulación de tarjetas.
- **javax.microedition.contactless.ndef:** Es la que implementa las funciones necesarias para intercambiar datos con el formato NDEF. Sus interfaces:
 - **NDEFRecordListener:** Su trabajo es identificar registros NDEF en los objetos detectados y posteriormente notificar a la aplicación encargada.
 - **NDEFTagConnectionF:** Incluye las funciones necesarias para que el intercambio de datos NFC Forum con tarjetas RFID y Smart Cards sea posible.
- **javax.microedition.contactless.rf:** Brinda una interfaz de alto nivel que permite acceder a dispositivos sin contacto más comunes. Su interfaz proporciona un nivel de acceso físico a los dispositivos:
 - **PlainTagConnection:** Define los medios para lograr la comunicación con etiquetas RFID que contienen datos que no son del formato NFC, el formato se define por el proveedor de las etiquetas.
- **javax.microedition.contactless.sc:** define el acceso a la ISO 14443-4 compatible con SmartCards sin contacto. Su interfaz:
 - **ISO14443Connection:** permite la comunicación entre la aplicación y un SmartCard sin contacto mediante los comandos APDU. Estos comandos se definen en la especificación ISO7816-4 o vienen dados por el fabricante del hardware RFID.
- **javax.microedition.contactless.visual:** proporciona los medios para la lectura almacenada en etiquetas visuales (códigos de barras). Sus interfaces:
 - **ImageProperties:** Permite la administración de las propiedades de la etiqueta visual que son comunes a los símbolos usados.
 - **VisualTagConnection:** Permite la conexión a la etiqueta visual para la recuperación de los datos.

11. NFC y otras tecnologías inalámbricas

En esta sección se presentan las diversas características de otros sistemas inalámbricos de comunicación con la intención de realizar una comparación con la

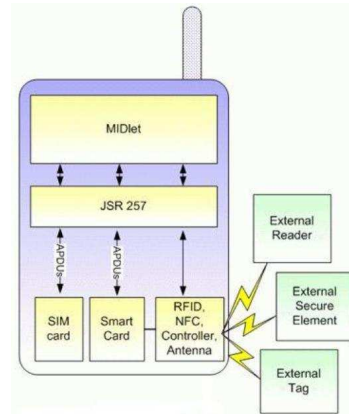


Figura 9. API JSR-257 en un móvil [9].

tecnología NFC.

Lo que se pretende también es la enumeración de los diversos aspectos del Near Field Communication que se han ido mencionando hasta este punto del documento. Se detallan a continuación [9][18]:

- Debido a la corta distancia en la que trabaja, NFC posee una cierta seguridad, pues sólo se realiza la operación correspondiente si el usuario lo solicita acercando su móvil NFC a otro dispositivo para entablar la comunicación.
- NFC facilita la utilización de las otras tecnologías, como Bluetooth, WIFI.
- Ya está preparada para la seguridad que requieren las aplicaciones externas, debido al soporte que ofrece para la protección.
- No se necesita conocer a fondo el funcionamiento del dispositivo, y podría denominarse como tecnología intuitiva, ofreciendo sus beneficios a un mayor número de personas.
- Es una tecnología abierta y basada en estándares ISO, ECMA y ETSI.
- Es versátil, debido a que puede ser utilizado en un gran número de sitios con diversas aplicaciones.
- Es una tecnología inalámbrica que opera en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical), que no necesita licencia y está mundialmente disponible.
- Posee gran alcance y disponibilidad, teniendo en cuenta que puede implementarse en cualquier teléfono móvil que no necesariamente debe ser de

última generación.

- Facilita la migración al modo electrónico, pues permite funciones de pago, o controlar el acceso a lugares sin la necesidad de llaves.

Ahora que ya se han recordado las características más importantes del sistema NFC, se procede a comparar al NFC con sus pares más conocidos en la Figura 10.

Comparativa tecnologías inalámbricas corto alcance					
	NFC	Bluetooth	ZigBee	IrDA	RFID
Tiempo de establecimiento	< 0.1s	6s	30ms	0.5s	< 0.1s
Velocidad de transmisión	424 Kbps	2.1 Mbps (versión 3.0: 24 Mbps)	250 Kbps	2400 bps a 4 Mbps	424 Kbps
Alcance	10 cm	30 m	70 m	1 m	3 m
Seguridad	Bastante alta	Alta con PIN	Alta	Visión directa	Buena
Facilidad de uso (conexión)	Muy fácil (un toque)	Configuración, emparejamiento	Sin configuración	Sin configuración	Sin configuración
Usos	Acceso edificios, pagos, obtener información, establecer conexiones, etc	Red para intercambio de datos variados (audio, imágenes, documentos)	Domótica, control industrial, monitorización pacientes	Intercambio de datos y control remoto de dispositivos	Seguimiento, identificación de productos, etc

Figura 10. Cuadro comparativo. Tecnologías inalámbricas [9].

Entre las características citadas, se puede observar que NFC ofrece un buen nivel de seguridad, es de fácil uso, y el sistema puede utilizarse en las actividades diarias.

12. Medidas de Seguridad en NFC [19]

Para asegurar y proteger al usuario se deben tener en cuenta estos aspectos:

- **Anonimato:** No debería ser posible la identificación de una etiqueta/token NFC.
- **Privacidad de la localización:** No debería ser posible la trazabilidad de la localización y movimientos del usuario.
- **Confidencialidad:** No debe permitirse acceso a datos sensibles y personales del usuario.

- **Autenticación:** No se debería permitir que usuarios no autorizados utilicen o accedan al sistema. Sólo las etiquetas NFC válidas de usuario deberían ser aceptadas por el lector.
- **Percepción y control del usuario:** Proporcionar a los usuarios un control completo sobre sus datos privados. Permitirles decidir qué información debería ser incluida en sistemas y aplicaciones contratadas.
- **Facilidad de uso:** Proporcionar a los usuarios una interfaz de funciones para gestionar fácilmente los datos personales. No saturar al usuario con programas complicados.
- **Flexibilidad y apertura:** Brindar a los usuarios un control flexible para gestionar su información personal. Así mismo proporcionar la capacidad de elección de agentes o software desarrollado por compañías de gestión de privacidad de terceras partes.

13. Aplicaciones del NFC

13.1. Visión general [8]

La tecnología NFC en la actualidad está ligada fuertemente a los dispositivos móviles debido a su ubicuidad, y por la sencilla razón de que es el dispositivo que llevamos a todas partes.

Según el NFC Forum existen tres aplicaciones básicas centrales para el NFC, y son:

- **Conexión NFC:** Engloba todas las transferencias de datos, como por ejemplo: establecer conexiones inalámbricas, acceder a edificios y tocar una impresora para imprimir.
- **Acceso NFC:** Acceder a la información en movimiento, como leer posters inteligentes o compartir tarjetas de contacto.
- **Transacciones NFC:** Pagar utilizando el móvil. Aplicaciones seguras. Algunos ejemplos son, pagar bienes y servicios o comprar tickets de viaje en algún medio de transporte.

Es posible encontrar otros usos para la tecnología NFC y relacionarlos con los sitios en donde son implementados, tal como se muestra en la Figura 11.

Una de las aplicaciones que acarrea más problemas entre los fabricantes de dispositivos y los operadores móviles es de pagar los servicios con el teléfono móvil. La cuestión es la siguiente y depende de donde se encuentre ubicado el

 Station Airport	Paso por la puerta de embarque	Recoger información de un poster inteligente	Recoger información de un kiosco	Pago del taxi/bus
 Vehicle	Personalizar la posición del asiento	Uso de representación del carnet de conducir	Pagar el coste de parking	Abrir el automóvil
 Office	Entrar/salir de la oficina	Intercambiar tarjetas de contacto de negocio	Identificarse en un PC	Imprimir información usando una impresora
 Store Restaurant	Pagar usando una tarjeta de crédito	Acumular puntos de fidelización	Recoger y usar cupones de descuento	Compartir información y cupones entre usuarios
 Theatre Stadium	Recoger información de eventos	Pagar un ticket	Pasar por la entrada	
 Anywhere	Descargar y personalizar aplicaciones	Descargarse tickets	Aplicaciones de Salud/Hospitales	Realizar pagos

Figura 11. Ejemplos de aplicaciones del NFC en diversos entornos [8].

elemento seguro **SE**. Si está situado en la tarjeta SIM, el control estaría en manos de las operadoras, y si se encuentra localizada en el mismo circuito del teléfono móvil, las decisiones importantes estarían en el dominio de los fabricantes.

13.2. Escenarios para aplicaciones NFC

Aparcamiento [12]. Son muchos los problemas que se presentan a la hora de buscar un lugar que nos sirva de estacionamiento, tanto en una ciudad, como en un parking. La tecnología NFC puede brindarnos una solución bastante buena.

Uno de los escenarios en los que podría implementarse un completo sistema NFC, es en los estacionamientos para vehículos, en donde básicamente, al llegar al lugar se gestionaría la distribución de lugares disponibles y la orientación adecuada para llegar a dicho lugar. Cuando vamos de salida, el sistema debe brindarnos una mano para encontrar de nuevo nuestro automóvil y por supuesto encargarse del pago por el usufructo del establecimiento.

En ambientes como este, es necesario un teléfono con la tecnología NFC incorporada y una pequeña aplicación que servirá de interfaz entre el usuario y el medio o entorno que nos aportará alguna información útil.

El sistema NFC en el estacionamiento puede ser utilizado sin complicaciones como se muestra en la Figura 12. Al llegar, todo lo que hay que hacer es acercar el teléfono a la barrera de entrada, para que se lleven a cabo varias acciones que harán que un programa central nos ofrezca vía audio, una serie de alternativas de plazas libres disponibles en el lugar. Esta información podría llegar a nosotros vía audio a través de los propios parlantes de nuestro teléfono móvil.



Figura 12. Aplicaciones. Acceso al estacionamiento [12].

Una vez que dispongamos de un lugar libre, ya el proceso es totalmente manejado de forma automática por el sistema. En el momento que necesitemos nuestro auto, podemos solicitar al sistema que nos informe de la ubicación exacta del mismo, para ello, sólo basta con aproximar nuestro teléfono a alguna etiqueta RFID que encontremos en cualquier lugar del establecimiento, el sistema podrá identificar al usuario y ejecutar sin problema la petición.

Transporte Público [12]. Los boletos sin contacto están en aumento, pues mejoran la facilidad y velocidad con la que los consumidores pueden utilizar el servicio de transportes. En este sistema, la tecnología NFC permite comprar boletos, recibirlos electrónicamente y darles uso. Además permite comprobar los saldos y recargar los boletos desde el propio teléfono.

Equipado sólo de su teléfono móvil, el viajero puede realizar operaciones en los puntos habilitados por la compañía de transportes, acercando el móvil al poste informativo como se muestra en la Figura 13. Dichas informaciones pueden ser horarios, itinerarios o comunicaciones de la compañía.



Figura 13. Aplicaciones. Transporte público [12].

Para las compras de boletos, el usuario debe introducir una contraseña o clave para validar tal transacción, tal como se hace al pagar con tarjetas de débito convencionales (ver Figura 14). El cargo de este servicio puede incluirse en la factura de la línea del teléfono móvil o descontarse de una cuenta bancaria.



Figura 14. Aplicaciones. Compra de boletos [12].

Para hacer uso del boleto, el pasajero debe acercar el móvil al lector de tarjetas para que valide el pasaje. No es necesario que el dispositivo esté encendido

para que sea reconocido.

Diversión y ocio. El NFC abarca mucho campo en esta área, para comenzar, hablamos de los servicios en las salas de cine. Podemos citar [12]:

- **Acceder a la cartelera de cine:** Como se muestra en la Figura 15, con sólo aproximar el teléfono a la etiqueta correspondiente se puede acceder a la sinopsis, la correspondiente sala de proyección y el horario de la película.

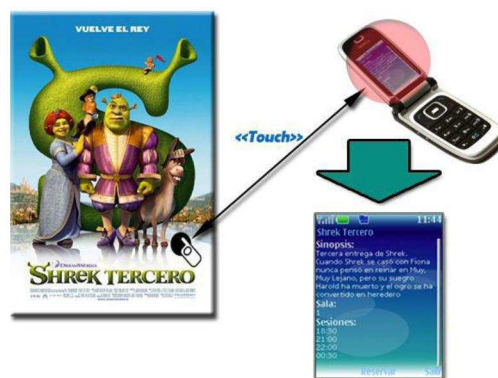


Figura 15. Aplicaciones. Informaciones acerca de un película [12].

- **Reserva de entradas:** Si la película nos interesa, la propia aplicación ejecutada al aproximar el teléfono móvil a la etiqueta nos permite realizar una reserva de entradas. Para lograr esto es necesaria una mínima interacción con nuestro móvil, en donde debemos de indicar la sesión, zona de la sala y número de entradas deseado. Al validar nuestra reserva se obtiene un ticket directamente en el teléfono móvil. La tecnología involucrada en la comunicación entre el teléfono móvil y el servidor de las peticiones de reserva de entradas, es Bluetooth.
- **Visualizar los trailers de la película:** El usuario podrá acceder a los trailers en la pantalla de su dispositivo NFC como se muestra en la Figura 16.



Figura 16. Aplicaciones. Trailer de una película [12].

Existen varias aplicaciones comerciales desarrolladas por empresas que podemos incluir en este apartado. Un ejemplo claro es Nokia que lanza aplicaciones NFC exclusivas para sus últimos teléfonos Nokia Lumia 820 y 920. El software es conocido como Michelin Restaurant Guide App y permite el acceso a la guía Michelin.



Figura 17. Aplicaciones. Guía Michelin en teléfonos Nokia [20].

Con sólo aproximar el móvil a la etiqueta NFC de Michelin (Figura 17), se podrá tener acceso a los comentarios sobre los restaurantes o compartir información con otros usuarios sobre el mismo tema. Además existe la posibilidad de hacer reservaciones e incluso ofrecer información acerca de los restaurantes más

cercanos y nos ayudará a llegar usando el Nokia Maps [21].



Figura 18. Entorno del programa Spotify [22].

Para los amantes de la música, el famoso programa Spotify (Figura 18), que nos permite escuchar música por internet gracias al peer to peer streaming, está actualizándose para brindar mejoras a sus usuarios. En la versión para Android que está disponible en Google Play Store, Spotify ha incluido la opción del uso de NFC dando la posibilidad de compartir temas con otros teléfonos NFC [23].

La tecnología NFC también está metida en el ámbito de las redes sociales, la prueba de esto es la aplicación Foursquare (Figura 19), que permite al usuario indicar que ha visitado un determinado establecimiento. Además permite marcar “Me gusta” en Facebook y escribir un tweet [24].



Figura 19. Aplicaciones. Foursquare [25].

Pagos vía móvil. Los móviles con NFC incorporados, son capaces de ejecutar aplicaciones de pago que pueden utilizarse para realizar transacciones en cualquier punto de venta sin contacto habilitado (Figura 20).

El teléfono puede almacenar diversos tipos de aplicaciones de pago, como cuentas de crédito o débito, siendo el usuario el que selecciona el método mas conveniente. Es como llevar múltiples tarjetas en la billetera.



Figura 20. Aplicaciones. Pagos con NFC [20].

En este escenario, Google lanza su solución de pago NFC para Android en teléfonos móviles, llamado Google Wallet, cuyo funcionamiento es muy sencillo (Figura 21). El usuario sólo debe buscar los lectores NFC, luego seleccionar la tarjeta que va a utilizar, cargar el monto a pagar, aproximar el teléfono al lector y listo. El móvil se encarga de enviar el pago, algún descuento cargado previamente y las tarjetas del comercio para calcular el monto a pagar [26].

Google Wallet fue diseñado para permitir conexiones y pagos seguros. De hecho, la tecnología NFC brinda a esta aplicación una seguridad que va más allá de la que poseen las carteras convencionales y las tarjetas. Se disponen de varios mecanismos de seguridad. Primero, se cuenta con una clave de cuatro dígitos para llevar a cabo la transacción, y segundo, se tiene el bloqueo del teléfono, que al hacerse, apaga el chip encargado de la transmisión de información. Además, el sistema NFC en el móvil utiliza el chip NXP pn65 como Elemento Seguro. Este circuito integrado posee varias acciones de seguridad, una de ellas, es que si se intenta abrir el chip de manera forzada, el mismo se destruirá [26].

Hay que destacar que las empresas que manejan el rubro de las transacciones de pagos, están dispuestas a asumir los costos de implementación de la tecnología NFC, debido a los pronósticos de que muchos de los clientes usarán su teléfono móvil para realizar pagos y por lo tanto podrían ahorrar en la producción de tarjetas [1].



Figura 21. Aplicaciones. Funcionamiento del Google Wallet [26].

Publicidad personalizada [12]. Al tener un teléfono con NFC, acceder a productos o servicios, se vuelve fácil. Hay que considerar un punto, estamos rodeados de publicidad, este hecho convierte a la tecnología NFC en una buena herramienta de marketing, pues, el usuario es quien debe acercar su móvil a un cartel y de esa manera manifiesta que le interesa un determinado producto.

NFC puede facilitar la vida de personas que viajan por el mundo, por ejemplo, pueden usar sus teléfonos en centros comerciales para obtener información en un idioma que les sea familiar. De manera similar turistas pueden obtener información sobre la ciudad que visitan a través de sus móviles al comunicarse con etiquetas ubicadas en puntos específicos.

Conectividad. NFC puede ofrecer varias formas de acelerar el intercambio de información entre dispositivos electrónicos de consumo, es posible enviarse fotos o contactos entre dos teléfonos, o unir dos ordenadores para iniciar una conexión de alta velocidad [12].

En una oficina, los funcionarios pueden sincronizar sus calendarios, tarjetas de intercambio electrónico de negocios, y acceder a contenido digital en línea a través del NFC. En definitiva, esta tecnología facilita la vida de sus usuarios, simplificando las conexiones, como por ejemplo el hecho de conectar un auricular o un manos libres Bluetooth al teléfono con sólo acercar los dispositivos [12].

Una aplicación disponible para gestionar el intercambio de datos por NFC, es Android Beam (Figura 22). Este funciona cuando los dispositivos están lo suficientemente próximos para establecer una conexión NFC de modo a mostrar una interfaz gráfica compartida. Los usuarios sólo deben tocar la pantalla para compartir lo que estén viendo con el otro dispositivo [28].

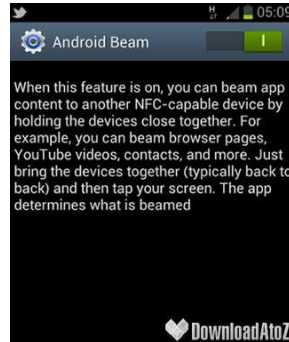


Figura 22. Aplicaciones. Android Beam [27].

Asistencia médica [1]. En el esquema de medicación habitual, una enfermera encargada de un enfermo, tiene que saber que que medicamentos son necesarios, buscarlos, verificar que sean los adecuados y registrarlos. Usando el NFC en un hospital, el personal podría poseer una lista de medicinas para todos sus pacientes en sus dispositivos móviles, y en la farmacia un dispensador automático podría proporcionar los medicamentos correctos. Como siguiente paso la enfermera proporciona el medicamento a los pacientes, realizando primero la comprobación con la identificación del paciente, si es el correcto se procede a la medicación del paciente caso contrario se le informa a la profesional con alguna alarma. NFC también podría ser un beneficio en el cuidado de los ancianos o los enfermos de Alzheimer, por ejemplo se podrían poner etiquetas NFC en retratos de familiares, en donde al acercar el móvil a una determinada foto se marque automáticamente al celular de la persona en la fotografía. Aunque las personas mayores suelen tener problemas para interactuar con las nuevas tecnologías, esto no es un problema para NFC debido a que es muy simple de usar, y el aprendizaje de los usuarios mayores sería rápido.

Organismos de rescate [1]. Incluir a la tecnología NFC en las organizaciones de rescate como bomberos o paramédicos, sería de gran ayuda. Una de las aplicaciones útiles en este campo es por ejemplo, la colocación de etiquetas NFC con la identidad médica puestas en la puerta de las casas de personas que viven solas. Esto constituye gran ayuda en situaciones de emergencia a un paramédico que puede leer la etiqueta con su teléfono móvil, conectarse a través de una conexión segura a la base de datos de atención de la salud y recuperar la información del paciente.

La tecnología NFC también puede ayudar a los bomberos. A continuación se describe un escenario. En los edificios grandes, se tienen planos del mismo, esta información es necesaria en caso de incendio. En un caso de emergencia, no hay tiempo para ponerse a buscar los planos, y en caso de encontrarse alguno, es posible que no se encuentre la cantidad suficiente para todos los escuadrones.

Mediante la colocación de etiquetas NFC en el edificio, en posiciones estratégicas, cada equipo podría buscar y obtener con su dispositivo móvil, la información referente a la sección del edificio donde se encuentran, eliminando así la necesidad de buscar algún mapa.

14. Conclusión

La tecnología NFC constituye un sistema que está empezando a ganar terreno en diversos aspectos de la vida de las personas, pues es de fácil uso y el usuario prácticamente no interviene en el funcionamiento de esta innovadora tecnología.

La implementación de este sistema de manera masiva puede generar un gran cambio en la vida actual ya que puede ser usado para automatizar los ambientes, de manera tal a brindar servicios cuya implementación en tiempos pasados no era viable.

El NFC trata de aprovechar el hecho de que todas las personas portamos prácticamente todo el día un teléfono móvil, e intenta dotarlo con la capacidad de comunicarse de manera sencilla con un completo sistema que pueda brindar al usuario ciertas informaciones referentes al medio en donde se desenvuelve.

Referencias

- [1] M. Kerschberger, *Near Field Communication. A survey of safety and security measures*. Vienna, July 17, 2011.
- [2] E. V. García, *Desarrollo de una aplicación de control de acceso y sistemas de identificación mediante la tecnología NFC*. Universidad Carlos III de Madrid, 2011.
- [3] RFID point, *¿Cuál es el origen de la tecnología RFID?*. <http://www.rfidpoint.com>
Visitada : setiembre 2012.
- [4] Wikipedia, *RFID*. <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>.
Visitada : setiembre 2012.
- [5] M. F. Carignano, P. Ferreyra, *Tecnología inalámbrica Near Field Communication y sus aplicaciones en sistemas embebidos*. Congreso argentino de sistemas embebidos (CASE), 2011.
- [6] G. Chavira, S. W. Nava, R. Hervás, J. Bravo, Carlos Sánchez, *Localización e Identificación: Una combinación RFID-NFC*.
- [7] L. E Ortiz Fernández, *Diseño e implementación del prototipo de un dispositivo identificador de objetos de uso común para personas no videntes basado en la tecnología RFID*. Universidad Politécnica Salesiana, 2012.
- [8] A. Campa Ruiz, *Desarrollo de una aplicación de pago a través de la tecnología NFC*. Universidad Carlos III de Madrid, 2011.
- [9] L. Tolsada Bris, *Desarrollo de una aplicación de transferencia de ficheros basada en NFC y Bluetooth*. Universidad Carlos III de Madrid, 2012
- [10] Blogspot, *Ventajas y desventajas del RFID*.
<http://anita315.blogspot.com/2005/10/ventajas-y-desventajas-del-rfid.html>
Visitada : setiembre 2012.
- [11] D. I. Tapia, J. R. Cueli y varios autores, *Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones*. Las Jornadas Científicas sobre RFID, 2007.
- [12] D. A. Chavarría, *TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN DE CAMPO CERCAÑO (NFC) Y SUS APLICACIONES*. Universidad de Costa Rica, 2011.
- [13] M. V. Bueno Delgado, P. Pavón Mariño, A. de Gea García, *La tecnología NFC y sus aplicaciones en un entorno universitario*. Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Universidad Politécnica de Cartagena, 2011.
- [14] Terra, *NFC Forum*. http://www.terra.es/personal/ccossio/tecnologiaNFC_9.htm
Visitada : setiembre 2012.
- [15] J. Bravo, C. Sánchez y varios autores, *La NFC: una nueva forma de concebir la RFID. Aplicación para grandes superficies*, Artículo para las jornadas de RFID, 2007.

- [16] RFID MAGAZINE, *Etiquetas NFC*.
http://www.terra.es/personal/ccossio/tecnologiaNFC_7.htm
Visitada : setiembre 2012.
- [17] D. F. Veloz, *diseño e implementación de un prototipo para el control de acceso de personas aplicando la tecnología NFC por medio del uso de teléfonos celulares compatibles con esta tecnología*. Escuela Politécnica Nacional, 2010.
- [18] F. Gallego de la Sacristana, *Aplicación de inicio de sesión mediante autenticación con NFC*. Universidad Carlos III de Madrid, 2011.
- [19] J. Areitio Bertolín, *Análisis de los riesgos y contramedidas en seguridad-privacidad de la tecnología NFC en móviles*. Seguridad en redes, 2011.
- [20] WMPoweruser, *Nokia Michelin App will be NFC enabled, and details on other exclusive apps*. <http://wmpoweruser.com>
Visitada : setiembre 2012.
- [21] Aplicaciones NFC, *Aplicación Michelin para los nuevos teléfonos de Nokia*.
<http://www.aplicacionesnfc.es/1820-aplicacion-nfc-de-michelin-para-los-nuevos-telefonos-windows-phone-8-de-nokia>
Visitada : setiembre 2012.
- [22] Bandalismo, *Spotify*. <http://www.bandalismo.net/spip.php?article67>
Visitada : setiembre 2012.
- [23] Aplicaciones NFC, *Spotify incluye NFC en una nueva actualización*.
<http://www.aplicacionesnfc.es/1815-spotify-incluye-nfc-en-una-nueva-actualizacion>
Visitada : setiembre 2012.
- [24] Slideshare, *NFC betabeers*. <http://www.slideshare.net/jmroblesh/charla-nfc-beta-beers>
Visitada : setiembre 2012.
- [25] Android.es, *Foursquare para Android*. <http://www.android.es/descarga-foursquare-para-android-ahora-con-soporte-para-nfc.html#axzz289ZrL66a>
Visitada : setiembre 2012.
- [26] P. A. Salas Mayeregger, *Google Wallet*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, 2011.
- [27] Androidtapp, *Android 4.0. Android Beam*. <http://www.androidtapp.com/whats-new-in-ice-cream-sandwich-android-4-0/android-4-0-android-beam>
Visitada : setiembre 2012.
- [28] Picandocodigo, *Android Beam ¿el futuro es NFC?*. <http://picandocodigo.net>
Visitada : setiembre 2012.