

# NFC (Near Field Communication)

María Fernanda Carignano

Especialidad en Sistemas Embebidos – Instituto Universitario Aeronáutico  
[mfcarignano@gmail.com](mailto:mfcarignano@gmail.com)

El estándar internacional NFC define una nueva tecnología inalámbrica basada en radiofrecuencia que funciona en un radio de cobertura pequeño. El presente trabajo analiza la tecnología NFC y su aplicación real usando el lenguaje Java desde el punto de vista de la Ingeniería de Software.

## Introducción

La tecnología NFC se basa en RFID (Radio-frequency identification), una tecnología inalámbrica que está en desarrollo desde hace casi cuatro décadas. NFC es una tecnología estandarizada que tiene como propósito ser usada para facilitar la interconexión de dispositivos y el intercambio de datos en un entorno acotado. En conjunto con la creación del estándar NFC, en 2004 surge el NFC Forum que, basándose en dicho estándar, ha creado una serie de protocolos que normalizan la forma en que NFC debe usarse para garantizar la interoperabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Este trabajo presenta un panorama general de diversos aspectos de la tecnología NFC. Se realiza una comparación entre NFC y otras tecnologías inalámbricas, destacando las aplicaciones para las que NFC representa una ventaja. Como último aporte ofrece nociones acerca del desarrollo de aplicaciones Java para dispositivos NFC a nivel software, pero sin involucrarse con las cuestiones relacionadas con la electrónica y el hardware.

La sección *Tecnología NFC* describe los orígenes de NFC, sus características técnicas, los estándares que la especifican y establece una comparación con otras tecnologías relacionadas.

La sección *NFC Forum* trata acerca de este organismo, sus objetivos y contribuciones a la difusión y estandarización de NFC.

La sección *NFC en el mercado de consumo masivo* ofrece ejemplos de aplicaciones NFC, dispositivos NFC disponibles comercialmente y un resumen de pruebas piloto que se han desarrollado hasta la actualidad.

La sección *Desarrollo de aplicaciones Java para dispositivos NFC* describe una aplicación NFC real usando el SDK provisto por Nokia para su teléfono Nokia 6131 NFC.

El *Apéndice* contiene definiciones, traducciones y acrónimos, dado que gran parte de los vocablos relacionados con software fueron creados o tomados del idioma inglés y se usarán en dicho idioma para expresar su contenido original completo. También incluye un listado del material complementario adjunto a este trabajo en un DVD y las figuras y tablas referenciadas en el texto.

## Tecnología NFC

### Orígenes

La tecnología RFID comenzó a esbozarse durante la Segunda Guerra Mundial [1] y tuvo su inicio formal con la patente de un radio transponder pasivo con memoria, registrada por Mario Cardullo en 1973 [2].

RFID permite el uso de un objeto (normalmente llamado tag RFID) que se adosa a un producto, animal o persona con el propósito de identificación y seguimiento usando ondas de radio. La distancia requerida entre el tag y el dispositivo lector varía entre unas decenas de centímetros hasta varios metros y no es necesario que el tag esté en la línea de vista del lector.

Un tag RFID consta de dos partes principales: a) un circuito integrado para almacenar y procesar información, modular y demodular la señal de RF y otras funciones especializadas; b) una antena para recibir y transmitir la señal. Los tags RFID se pueden clasificar en tres grandes grupos [3]:

- **Activos:** poseen una batería y pueden transmitir datos en forma autónoma.
- **Pasivos:** no poseen batería. El circuito integrado se “enciende” y realiza la transmisión de datos mediante la inducción electromagnética generada por el dispositivo lector. Pueden transmitir pocos datos pero tienen la ventaja de ocupar un espacio mínimo.
- **Pasivos asistidos por batería:** usan una fuente externa que mantiene el circuito integrado “encendido” en forma ininterrumpida, pero se basan en la inducción electromagnética para transmitir los datos. Tienen un tamaño algo mayor que los tags pasivos porque deben alojar una batería, pero alcanzan una mejor tasa de transferencia de datos.

La tecnología RFID ha estado en uso desde hace décadas en múltiples ámbitos y actividades: control de inventario (industria, comercio, bibliotecas, museos, instituciones educativas), pago de servicios, pasaportes, identificación de animales, fidelización de clientes, etc.

Una de las tecnologías que se derivan de RFID es NFC, cuya característica principal es el hecho de combinar ambas funciones de tag y reader/writer RFID en un único dispositivo. Dado que NFC es una extensión de RFID, es compatible con toda la infraestructura RFID existente.

### Características técnicas

NFC es una tecnología de comunicaciones inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dos dispositivos cercanos. Estos dispositivos reciben el nombre de *Iniciator* (el que origina la transmisión) y *Target* (el receptor). NFC funciona en la banda frecuencia no licenciada de 13,56 MHz en una distancia de hasta 20 cm.

NFC está basada en el principio de inducción electromagnética por el cual dos circuitos inductivos cercanos comparten energía con lo cual pueden transmitir datos a distancias de pocos centímetros.

En forma similar a RFID, NFC define dos modos de operación:

- **Modo activo:** ambos dispositivos (Initiator y Target) generan alternadamente su propio campo de RF. Cada dispositivo desactiva su campo RF mientras espera datos. En este modo, los dos dispositivos requieren tener su propia alimentación de energía.
- **Modo pasivo:** el dispositivo Initiator genera el campo RF y el Target responde mediante la modulación de ese campo por lo que no necesita suministro de energía propio, actuando como un transponder. El modo de comunicación pasiva es muy importante para dispositivos que funcionan con batería (teléfonos celulares, PDAs, etc.) y necesitan hacer un uso eficiente de la energía. El protocolo NFC permite a estos dispositivos ser usados en modo de “ahorro de energía” de forma tal que esa energía se pueda conservar para otras operaciones.

Dado que NFC es una tecnología derivada de RFID la cual se ha estado usando en múltiples aplicaciones en entornos reales, NFC soporta tasas variables de transferencia para asegurar la interoperabilidad con la infraestructura preexistente. Actualmente ofrece tasas de transferencia de datos de 106, 212 y 424 Kbps, pero se esperan valores más altos en el futuro.

## Seguridad

NFC provee de una seguridad intrínseca dada por el limitado radio de comunicación de unos pocos centímetros. Pero si bien esto dificulta la tarea de “robar” información de ningún modo garantiza que una comunicación NFC no pueda ser vulnerada [36].

A continuación se listan las amenazas a la seguridad de las comunicaciones NFC y posibles soluciones para protegerlas:

- **Escuchas secretas (eavesdropping):** el atacante puede usar cierto equipamiento para recibir las señales transmitidas e interpretarlas. *No existe protección contra este ataque más allá de establecer un canal seguro de comunicación para el intercambio de datos.*
- **Corrupción de datos:** es un ataque de denegación de servicio que consiste en reemplazar los datos originales por otros que tengan un significado completamente distinto del deseado (por ejemplo, generar la reinicialización de un teléfono NFC luego de leer un smart poster, cuando el objetivo original era abrir una URL) . *El dispositivo NFC atacado puede detectar y evitar este tipo de ataques analizando el campo de RF en búsqueda de dispositivos “intrusos”.*
- **Modificación de datos:** a diferencia de la corrupción de datos, el objetivo de este ataque es mantener datos válidos, pero incorrectos (por ejemplo, cambiar el número de teléfono original provisto por un smart poster, por otro en propiedad del atacante, lo que hará que el teléfono envíe un SMS a un teléfono equivocado sin que el usuario lo advierta). *Este ataque se puede prevenir usando ciertos modos de codificación de datos o un canal seguro, o bien controlando el campo de RF.*
- **Inserción de datos:** este ataque consiste en insertar mensajes en el intercambio de datos entre los dispositivos, y es exitoso solamente si la inserción ocurre antes de que el dispositivo original comience con su respuesta. *Para evitar este ataque es necesario evitar demoras al iniciar la transmisión de una respuesta, usar un canal seguro y detectar el origen de los datos recibidos.*
- **Ataque del “Hombre en el medio” (Man-in-the-middle):** es un ataque poco factible en una comunicación NFC ya que tiene un conjunto de precondiciones difícil de lograr en un entorno real. *De todos modos se recomienda el uso del modo de comunicación activo-pasivo y el análisis del campo de RF en busca de dispositivos “intrusos”.*

## Estandarización

La tecnología NFC ha sido estandarizada por ISO/IEC, ETSI y ECMA [5]. La Figura 1 representa las relaciones entre los diversos estándares de RFID. En la parte central se

muestran los estándares *ISO/IEC 18092/ECMA-340: Near Field Communication Interface and Protocol (NFCIP-1)* [26] que especifican los esquemas de modulación, codificación, velocidad de transferencia y formato de la trama de la interfaz de RF para dispositivos NFC, así como también los esquemas de inicialización y condiciones requeridas para control de colisiones durante la inicialización. También definen el protocolo de transporte, incluyendo métodos de activación del protocolo e intercambio de datos.

Este estándar *ISO/IEC 18092* se basa en los estándares *ISO/IEC 14443: Identification cards – Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity cards* [19][20][21][22] y *ISO/IEC 15693: Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Vicinity cards* que definen RFID contactless smartcards [23][24][25].

Si bien los tres estándares *ISO/IEC 18092*, *ISO/IEC 14443* y *ISO/IEC 15693* especifican 13,56 MHz como su frecuencia de funcionamiento, cada uno define diferentes modos de comunicación llamados NFC, PCD y VCD respectivamente. Dado que los dispositivos NFC pueden implementar la funcionalidad de lectura de *ISO/IEC 14443* y *ISO/IEC 15693* junto con *ISO/IEC 18092*, se ha creado el estándar *ISO/IEC 21481 (ECMA-352)* [27] que define un mecanismo para detectar y elegir un modo de comunicación de entre los tres (NFC, PCD ó VCD) a fin de evitar perturbaciones en una comunicación en curso. Una vez elegido el modo de comunicación, la funcionalidad será acorde a lo especificado en el estándar correspondiente.

### **Tecnologías relacionadas**

La posibilidad de comunicación inalámbrica basada en ondas de RF dio lugar al desarrollo de numerosas tecnologías basadas en el mismo principio físico. En la Tabla 1 se detallan y comparan las tecnologías inalámbricas de comunicaciones que complementan o tienen un ámbito de aplicación equivalente a NFC [8]. La Figura 2 muestra esta comparación entre tecnologías en forma gráfica dando una vista simplificada de las diferencias entre ellas en cuanto a alcance y velocidad de transmisión.

## **NFC Forum**

### **Evolución histórica**

En el año 2004 se crea el NFC Forum [6], una organización sin fines de lucro cuya misión es fomentar el uso de la tecnología NFC desarrollando especificaciones, asegurando la interoperabilidad entre dispositivos y servicios y educando al mercado acerca de esta tecnología.

En Junio de 2006, NFC Forum presenta una arquitectura estandarizada para esta tecnología, las especificaciones iniciales y formatos de tags para dispositivos compatibles con NFC.

NFC Forum está integrada por unas 150 empresas internacionales, líderes en sus respectivos rubros, entre ellas Nokia, Motorola, Sony, MasterCard y Visa. Actualmente NFC Forum está trabajando en el desarrollo de un programa de conformidad (compliance) que incluye herramientas para pruebas (testing), una marca que identificará a dispositivos

NFC compatibles [7] y mecanismos para establecer la interoperabilidad de productos y servicios de modo de poder certificarlos como NFC-compatibles [29].

### Arquitectura desarrollada por NFC Forum

Basado en las posibilidades de interacción de dispositivos NFC, NFC Forum ha desarrollado la arquitectura mostrada en la Figura 3:

Esta arquitectura define tres modos de operación que están basados en los estándares ISO/IEC 18092 NFC IP-1 e ISO/IEC 14443 de contactless smart cards y se describen a continuación [8] [9] [10]:

- **Modo reader/writer:** define que el dispositivo NFC es capaz de leer tags de los tipos definidos por NFC Forum. Un ejemplo de uso es la lectura de un tag en un smart poster. Este modo conforma la especificación de la interfaz de RF de los esquemas ISO 14443 y FeliCa [31].
- **Modo Peer-to-Peer:** define que dos dispositivos NFC pueden intercambiar datos. Un ejemplo de uso es el compartir los parámetros de configuración de una conexión Bluetooth o WiFi y luego usar esta conexión para intercambiar datos tales como una tarjeta de negocio o fotos digitales. Este modo está basado en el estándar ISO/IEC 18092.
- **Modo Card Emulation:** define que el dispositivo NFC funciona por sí mismo como un tag NFC mostrándose ante un lector externo como una contactless smart card tradicional. Un ejemplo de uso es para contactless payments and ticketing.

Estos modos de operación se implementan en la práctica mediante dos tipos de elementos distintos: dispositivos NFC y tags NFC.

El **dispositivo NFC** permite la coexistencia de los tres modos de operación en una misma unidad, haciendo de NFC una tecnología versátil y económica.

Por otro lado, un **tag NFC** es un elemento pasivo (por ejemplo integrado en un smart poster) que almacena datos que pueden ser leídos por un dispositivo NFC, por lo que implementa únicamente el modo de operación Card Emulation.

### Especificaciones generadas por el NFC Forum

Dado que uno de los objetivos de NFC Forum es promover la estandarización de la tecnología NFC para garantizar la interoperabilidad entre dispositivos y servicios, ha generado 11 especificaciones que contribuyen a este objetivo [11]:

- *NFC Data Exchange Format (NDEF):* define un formato de datos común para todos los dispositivos y tags compatibles con NFC.
- *NFC Record Type Definition (RTD):* especifica el formato y las reglas para crear tipos de registros estándar basados en el formato NDEF que puedan ser usados por NFC Forum y otras organizaciones para definir aplicaciones NFC. NFC Forum ofrece como punto de partida cuatro RTD específicas:
  - *NFC Text RTD:* define una forma para almacenar cadenas de texto en múltiples idiomas usando el mecanismo de RTD y el formato NDEF. Un ejemplo de uso de esta especificación es NFC Smart Poster RTD.
  - *NFC URI RTD:* define una forma para almacenar URIs usando el mecanismo de RTD y el formato NDEF. Un ejemplo de uso de esta especificación es NFC Smart Poster RTD.
  - *NFC Smart Poster RTD:* define un formato para poner URLs, SMSs o números telefónicos en un tag NFC o para transportar estos datos entre dispositivos. Este RTD está basado los RTD Text y URI.

- *NFC Generic Control RTD*: define una forma simple para que un dispositivo NFC “origen” (dispositivo NFC, tag o card) solicite una acción específica a un dispositivo NFC “destino” (por ejemplo, iniciar una aplicación o configurar un modo).
- *Connection Handover*: define la estructura y secuencia de interacciones que permiten que dos dispositivos NFC inicien una conexión usando otras tecnologías de comunicación inalámbrica como Wi-Fi o Bluetooth. Posibilita a los desarrolladores la elección del “medio de transporte” de la información a transmitir.
- *NFC Tag Types*: NFC Forum ha elegido los cuatro tipos de tags de uso comercial más extendido y los ha definido como los tipos de tags cuyo soporte es obligatorio para dispositivos compatibles con la Arquitectura de NFC Forum. De esta forma se puede asegurar la interoperabilidad entre los tags y dispositivos NFC de diferentes proveedores. La Tabla 2 muestra una comparación de las características de cada uno de los tipos de tags y los estándares en que están basados.

## NFC en el mercado de consumo masivo

La evolución de la tecnología RFID en el área de NFC ha dado origen a un completo conjunto de aplicaciones reales que son no sólo técnicamente factibles sino comercialmente viables. NFC ofrece una relación costo-beneficio apropiada para el mercado masivo y cumple con estándares acordados internacionalmente.

El principal atractivo de la tecnología NFC es el permitir variadas formas de comunicación y transacciones de un modo muy cómodo y amigable para el usuario.

En relación a esta simplicidad de uso, se puede establecer una analogía con otros dispositivos de uso cotidiano como un simple interruptor para iluminar una habitación o un picaporte para abrir una puerta. Su uso es casi intuitivo para la mayoría de la gente y no es necesario conocer los principios físicos que permiten que funcionen, ni leer un extenso manual de uso. Lo mismo ocurre con NFC, la idea es que con una acción simple como “tocar” o acercar un dispositivo NFC a otro, se inicie el servicio deseado, permitiendo que el uso de cualquier “servicio” electrónico y otras interacciones sean accesibles a más gente sin importar su edad o capacidades [28].

## Ejemplos de aplicaciones NFC

Existen numerosas aplicaciones de NFC que aquí se van a agrupar en las tres categorías propuestas por Innovision Research & Technology plc [12]:

- **Service initiation**: este tipo de aplicaciones consisten en que el usuario toque con su dispositivo NFC (por ejemplo un teléfono) un tag NFC dispuesto a tal efecto en lugares definidos. De esta forma el tag NFC transfiere al dispositivo NFC una pequeña cantidad de datos (texto, URL, número telefónico o cualquier otro dato breve) que le permitirán al usuario realizar alguna acción. Algunos ejemplos de este tipo de aplicaciones:
  - Carteles inteligentes (smart posters) en la vía pública promocionando un producto, servicio, evento, etc. que proporcionan una URL al usuario donde puede obtener más información acerca del producto o servicio publicitado, o bien reservar las entradas para el evento.
  - Información adicional sobre productos en un comercio cuando el usuario toca dicho producto con su dispositivo NFC.
  - Control de temperatura o iluminación de una habitación sin tener que moverse del lugar donde la persona está sentada (con tags ubicados en muebles que la persona puede tocar con su dispositivo NFC).

- Registro de visitas efectuadas por personal de guardia de un edificio a medida que hace el recorrido de rutina por todas las zonas definidas en el lugar.
- Etiquetas adhesivas con tags NFC de comercialización masiva en las que el usuario puede especificar un dato que será usado por un dispositivo NFC para realizar una acción. Por ejemplo, se pueden adherir etiquetas con números telefónicos a fotos de familiares para que una persona con capacidades visuales o de movimiento reducidas pueda llamar a un familiar con sólo acercar su teléfono NFC a la foto correspondiente<sup>1</sup>. Otro uso de estas etiquetas permitiría que cuando un niño llega a su hogar desde la escuela, toque con su teléfono celular NFC un tag NFC ubicado en la puerta de la casa y se envíe un SMS a sus padres.
- **Peer-to-peer:** este tipo de aplicaciones usan NFC como mecanismo para establecer la comunicación entre dos dispositivos que necesitan intercambiar datos. Luego el intercambio de datos real puede realizarse usando NFC u otra tecnología inalámbrica que resulte apropiada de acuerdo con el volumen de datos transmitidos. Algunos ejemplos dentro de este grupo de aplicaciones:
  - Transmisión de fotos desde una cámara digital a una impresora: mediante NFC se establece una conexión Bluetooth que es la que se usa para transmitir las fotos.
  - Intercambio de tarjetas personales a través de una conexión Bluetooth establecida por NFC.
  - Configuración automática de una conexión Wi-Fi en lugares públicos: el usuario toca con su teléfono móvil un tag ubicado en la mesa que le transmite la configuración de la red y luego toca su computadora portátil con el teléfono para configurar la red e iniciar la conexión.
- **Payment & ticketing:** este tipo de aplicaciones es el que principalmente dio origen a los estándares NFC. Dado que desde hace tiempo se usan contactless cards para ciertas transacciones comerciales y compra de pasajes en medios de transporte, la nueva tecnología NFC tuvo que ser definida para mantener compatibilidad con las aplicaciones existentes. Algunos ejemplos de aplicaciones:
  - Pagos en expendedoras automáticas y parquímetros.
  - Consulta de saldo en tarjetas para transporte sin necesidad de concurrir a un lugar específico para obtener este dato.
  - “Billetera electrónica”: la tendencia final es evitar la necesidad de usar tarjetas plásticas para cada uno de los sistemas de fidelización de clientes con puntos, acceso a cobertura de salud, tarjetas de débito y crédito, etc. y poder realizar todas las transacciones comerciales usando el teléfono móvil. De esta forma hasta los pagos mínimos quedarían registrados en un resumen de cuenta facilitando el control de gastos. Un estudio desarrollado por Visa Internacional determinó que el 89% de las personas que han usado teléfonos móviles para realizar transacciones comerciales, prefieren este método sobre otras alternativas de pago.

### Desarrollo de un caso de uso de NFC: Un día en la vida de un usuario de NFC

Alicia, usuaria de un teléfono NFC, tiene una entrevista y se traslada desde su casa hasta el lugar en su auto que deja en una **playa de estacionamiento**. Al ingresar a la playa acerca su teléfono al lector NFC y registra el horario de ingreso. Luego mientras camina hasta el lugar de la reunión ve una **publicidad en la calle** sobre calzado de la nueva temporada. El cartel incluye el logo de NFC, entonces Alicia se acerca al cartel y con su teléfono obtiene un cupón de descuento para compra del calzado publicitado. Cuando termina la entrevista, va a retirar su coche del estacionamiento, acerca su teléfono al lector nuevamente y, previa confirmación en el teléfono, se debita de su cuenta bancaria el monto del estacionamiento.

<sup>1</sup> Corresponde al caso de uso descrito en la aplicación de prueba de concepto.

Antes de regresar a su hogar, Alicia decide aprovechar su descuento en calzados y viaja en su auto a la zona comercial donde lo deja estacionado en un parquímetro. En este caso, también acerca su teléfono al **parquímetro**, el cual registra los datos de Alicia y la hora de inicio del estacionamiento.

Alicia llega a la **zapatería**. Allí la mercadería está dispuesta en la vidriera de modo que cualquier cliente con su teléfono NFC pueda leer la información contenida en las etiquetas NFC adheridas al calzado exhibido. Entonces Alicia, sin necesidad de ingresar al local y esperar a un vendedor, averigua los colores, precio y numeración disponible de los modelos que le interesan, acercando su teléfono a la vidriera. En base a esta información decide cuál es el modelo a adquirir, ingresa al local, se lo solicita al vendedor para medirlo y finalmente concreta la compra. Paga usando una tarjeta de crédito de su **“billetera electrónica”**: acerca el teléfono NFC al lector en la caja, elige la tarjeta de crédito y presenta el cupón de descuento, concluyendo la compra. Luego regresa a buscar su auto, acerca su teléfono al parquímetro y se debita de su cuenta bancaria el monto correspondiente al estacionamiento.

Por su parte, en el circuito de **fabricación de calzados**, cada unidad de producto, incluye en la suela una etiqueta NFC que permite identificar a cada componente del par de zapatos unívocamente. Luego los zapatos se ponen en su correspondiente caja equipada con un lector NFC mediante el cual, si los zapatos colocados dentro de la caja no son los correctos, se genera una señal audible y luminosa ayudando en el guardado de la mercadería en su correspondiente caja.

Las cajas así etiquetadas también facilitan la realización de **controles de inventario** periódicos en el local comercial mediante el uso de un teléfono NFC que registra la mercadería existente en el depósito y luego la compara con la mercadería efectivamente consignada en el sistema informático.

Si bien toda la tecnología necesaria para implementar este caso de uso está disponible, en un país como Argentina hay cuestiones de carácter socio-económico a resolver antes de poder implementarlo:

- Los dispositivos NFC aún no son de consumo masivo.
- El acceso a Internet en celulares es lento y tiene un precio relativamente elevado para la población en general.
- Mucha gente cuando sale de compras no lo hace como una tarea más que tiene que ser rápida y eficiente, sino como un modo de estar en contacto con otra gente y dialogar con los vendedores.
- En las grandes urbes es necesario volver a concientizar a la ciudadanía acerca de la responsabilidad en el cuidado de los bienes públicos.

### **Dispositivos NFC**

En la actualidad los principales fabricantes de celulares han desarrollado modelos con soporte para NFC [16]. En la Tabla 3 se detallan los disponibles en el mercado hasta este momento principalmente en Europa y América del Norte.



### Pruebas piloto

Desde hace unos años se desarrollan pruebas piloto en diversos lugares del mundo con el fin de obtener información para desarrollar servicios basados en NFC acordes a las expectativas de la gente [17]. La Tabla 5 resume las pruebas que se han realizado desde el año 2005 en diversos lugares del mundo analizando los distintos casos de uso de la tecnología NFC.

La mayor parte de las pruebas estuvieron relacionadas con aplicaciones de pago en comercios minoristas o compras en expendedoras automáticas. Otro gran porcentaje de pruebas estuvo relacionado con el uso de smart posters para ofrecer información a los usuarios, publicidad o promociones y descuentos para usar en sus compras en comercios. También se realizaron numerosas pruebas de aplicaciones para compra de pasajes en los medios de transporte público (ómnibus, subterráneos, trenes) y en menor medida aplicaciones para compra de entradas a espectáculos, estacionamiento y otras.

### Desarrollo de aplicaciones Java para dispositivos NFC<sup>2</sup>

#### Descripción de la API para desarrollo de aplicaciones NFC (JSR-257)

Los dispositivos móviles con hardware NFC, para permitir el desarrollo de aplicaciones Java que hagan uso de dicho hardware deben implementar la JSR-257 Contactless Communication API [13] cuya estructura de clases, paquetes e interfaces se detalla en la Figura 4. La JSR-257 es una API J2ME que permite a las aplicaciones acceder a información en contactless targets tales como smart cards, tags NFC y tags visuales (códigos de barras) [14].

Las clases e interfaces en esta API se dividen en cinco paquetes (diferenciados por colores en la Figura 4): el paquete `javax.microedition.contactless` provee funcionalidad general y los cuatro restantes (`javax.microedition.contactless.ndef`, `javax.microedition.contactless.rf`, `javax.microedition.contactless.sc` y `javax.microedition.contactless.visual`), contienen cada uno la funcionalidad específica para un target determinado. Un dispositivo con soporte para JSR-257 debe *incluir* todas las clases e interfaces definidas en esta especificación pero no es requerida la *implementación* de la funcionalidad de todos los targets, aunque si se implementa un target, es requerido que exista el dispositivo físico correspondiente.

La JSR-257 es una especificación de referencia, luego cada fabricante puede implementar los componentes que desee y/o extenderla con soporte para contactless targets adicionales [33].

---

<sup>2</sup> Se asume que el lector está familiarizado con el desarrollo de aplicaciones móviles orientado a objetos usando el lenguaje de programación Java, por lo tanto no se definirán los términos específicos a los cuales se haga mención.

### Aplicación de prueba de concepto usando Nokia 6131 NFC

En esta sección se describe una aplicación de prueba de concepto desarrollada para el teléfono Nokia 6131 NFC, uno de los dispositivos disponibles comercialmente [30] que provee soporte para NFC mediante la implementación de la especificación JSR-257.

#### Entorno de desarrollo

Nokia provee a los desarrolladores un conjunto de herramientas denominado Nokia 6131 NFC SDK 1.1 que incluye un emulador del teléfono y de las tarjetas y tags NFC como se muestra en la Figura 5.

El teléfono Nokia 6131 NFC implementa un subconjunto de la JSR-257, la Tabla 4 detalla el soporte para contactless targets ofrecido por este dispositivo indicando, cuando estén disponibles, los componentes Java que permiten la interacción con estos targets.

#### Caso de uso

Permitir al usuario doméstico, usando su teléfono celular NFC, la **creación de tags NFC adhesivos**<sup>3</sup> con información útil para adjuntar a objetos de uso cotidiano. Estos tags podrán ser leídos luego usando también teléfonos como el Nokia 6131 NFC que proveen soporte nativo para la lectura de algunos tipos de datos almacenados en tags NFC (tarjetas personales (business cards), números telefónicos, direcciones web).

#### Arquitectura de la aplicación

La aplicación de prueba de concepto permite crear tags y leer su contenido. Está basada en los principios de orientación a objetos [35] y en su arquitectura se aplican los tres patrones de diseño descriptos a continuación:

- **MVC**, que permite la separación de roles dentro de la aplicación. La clase *DataController* contiene el **Modelo**, la **Vista** está conformada por las clases *OptionsScreen*, *TagReaderScreen* y *TagWriterScreen*, y el **Controlador** lo componen *ScreenController* y *NFCController*.
- **Singleton**, que permite tener una única instancia de cada clase, se usa en todas las clases para garantizar que no existan múltiples copias de los objetos lo que puede afectar el rendimiento en una aplicación móvil.
- **Observer/Listener**, que permite recibir notificaciones de eventos para los cuales la aplicación se ha registrado, en este caso se usa en las interfaces *CommandListener*, *ItemStateListener* y *TargetListener*.

La Figura 6 muestra una vista estática de la aplicación distinguiendo con dos colores las clases propias de la aplicación (gris) y las clases que forman parte de la API provista por el teléfono (blanco).

La Figura 7 es una vista dinámica de la aplicación que describe la interacción entre las instancias de las clases (objetos) durante la ejecución de la aplicación.

#### Implementación<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Una etiqueta de bajo costo para este uso es la Mifare Ultralight [15] (\$6 a \$10 por unidad, de acuerdo a la cantidad).

<sup>4</sup> Véase la sección *Material complementario* en el *Apéndice*. Se incluye además un video mostrando la aplicación en funcionamiento.

El uso de la JSR-257 se puede resumir en los dos pasos detallados a continuación que luego tendrán mayor o menor complejidad dependiendo de la necesidad de la aplicación. Los pasos se ilustran con fragmentos de código tomados de la aplicación de prueba de concepto.

1. Registrar un contactless target para que en el momento en que el teléfono detecte la presencia de un tag (NDEF en este caso), notifique a la aplicación a través del método *targetDetected()*:

```
DiscoveryManager.getInstance().addTargetListener(this,
    TargetType.NDEF_TAG);
```

2. Implementar el listener correspondiente al tipo de eventos que se quieren recibir (*TargetListener* en este caso). La implementación consiste en abrir una conexión con el target y realizar las operaciones de lectura/escritura necesarias.

```
public void targetDetected(TargetProperties[] tp) {
    ...

    _ndefTagConnection = (NDEFTagConnection) Connector
        .open(tp[0].getUrl(connections[i]));

    NDEFRecord[] records = new NDEFRecord[1];

    NDEFRecord phoneNumber = new NDEFRecord(new NDEFRecordType(
        NDEFRecordType.URI, "tel:"+
        DataController.getInstance().getPhoneNumber()), null, null);

    records[0] = phoneNumber;

    NDEFMessage message = new NDEFMessage(records);

    _ndefTagConnection.writeNDEF(message);

    _ndefTagConnection.close();

    ...
}
```

## Conclusiones

NFC es una forma de darle valor agregado a una tecnología que existe desde hace más de tres décadas y que ya se ha impuesto en el mercado: RFID. La ventaja principal de NFC es no ser "una tecnología más" sino generar todo un nuevo modelo de negocio basado en infraestructura existente y ampliamente difundida (lectores de tarjetas en transportes, telefonía pública, etc.) y haciendo uso del dispositivo con más mercado masivo en la última década, el teléfono celular (si bien cualquier otro dispositivo electrónico puede incorporar NFC) [8]. También se la puede ver como una tecnología que trae nuevos usos para artefactos que desde hace tiempo no tienen innovación por ejemplo, carteles, mobiliario, etc. [12].

Goza de cierta difusión en los países más avanzados de Europa, Asia y América del Norte y todas las pruebas que se han realizado en los últimos tres años demuestran el interés de la gente por la tecnología si bien ponen ciertos reparos en las cuestiones de

seguridad, fundamentalmente cuando se trata de aplicaciones de pago o consulta de cuentas bancarias.

A pesar de ser una tecnología nueva, ha llegado a un grado de estandarización que la hace aplicable sin mayores cambios. Por lo tanto basados en los resultados de las experiencias piloto [17], el punto que tal vez requiera análisis y trabajo adicional es el relacionado a la seguridad en las transacciones. Este es el aspecto más sensible para el usuario final y de él prácticamente depende la adopción masiva en cuestiones relacionadas a pagos [18]. Pero será solamente cuestión de tiempo y “evangelización”, algo similar a lo ocurrido en su momento con las tarjetas de crédito y débito, y luego la banca electrónica online.

En países en vías de desarrollo como la Argentina, las posibilidades de esta tecnología en el corto plazo son un tanto más acotadas ya que salvo en las principales ciudades, no está generalizado el uso de tarjetas con RFID para pago de servicios, y menos aún, de productos. Por otro lado, las empresas de telefonía locales aún no comercializan productos con NFC. Pero dado el elevado número de celulares de gama media que existen en la población, se puede esperar que en el momento en que la tecnología surja en el país, rápidamente encuentre adeptos como en el resto del mundo. Por lo tanto es un buen nicho de negocio explorar soluciones en este sentido y estar preparados para el momento en que la tecnología comience su incursión en el país [34].

## Referencias

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [2] <http://www.google.com/patents?vid=3713148>
- [3] <http://www.telecomspace.com/wirelessw-rfid.html>
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Near\\_Field\\_Communication](http://en.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication)
- [5] <http://www.ecma-international.org/flat/publications/Standards/ecma-340.htm>
- [6] <http://www.nfc-forum.org/home>
- [7] <http://www.nfc-forum.org/resources/N-Mark>
- [8] [http://www.nfc-forum.org/resources/member\\_videos/NFC\\_Forum\\_14Feb07\\_Press\\_and\\_Analyst\\_Briefing\\_Slides.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/member_videos/NFC_Forum_14Feb07_Press_and_Analyst_Briefing_Slides.pdf)
- [9] [http://www.nfc-forum.org/resources/presentations/NFC\\_Forum\\_Webcast-7Oct08-NFC\\_For\\_Developers.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/presentations/NFC_Forum_Webcast-7Oct08-NFC_For_Developers.pdf)
- [10] <http://www.nfc-forum.org/resources/faqs/>
- [11] [http://www.nfc-forum.org/specs/spec\\_list/](http://www.nfc-forum.org/specs/spec_list/)
- [12] [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/Innovision\\_whitePaper1.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/Innovision_whitePaper1.pdf)
- [13] <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/edr/jsr257/index.html>
- [14] [http://www.forum.nokia.com/info/sw.nokia.com/id/8a11d3f9-3061-40dd-afb9-8ad417293ef3/Nokia\\_6131\\_NFC\\_Technical\\_Product\\_Description\\_v1\\_0\\_en.pdf.html](http://www.forum.nokia.com/info/sw.nokia.com/id/8a11d3f9-3061-40dd-afb9-8ad417293ef3/Nokia_6131_NFC_Technical_Product_Description_v1_0_en.pdf.html)
- [15] <http://www.smartcardfocus.com/shop/ilp/id~227/p/index.shtml>
- [16] <http://www.nfc-research.at/index.php?id=45>
- [17] <http://www.nfcnews.com/2009/07/14/nfc-pilots-and-implementations>
- [18] [http://www.forum.nokia.com/piazza/wiki/images/6/6b/Nokia\\_NFC\\_white\\_paper.pdf](http://www.forum.nokia.com/piazza/wiki/images/6/6b/Nokia_NFC_white_paper.pdf)
- [19] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50941](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=50941)
- [20] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=28729](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28729)
- [21] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=28730](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28730)
- [22] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50648](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=50648)
- [23] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=30995](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=30995)

- [24] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=39695](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39695)  
 [25] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43467](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=43467)  
 [26] <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-340.htm>  
 [27] <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-352.htm>  
 [28] [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/NFC\\_Forum\\_Mobile\\_NFC\\_Ecosystem\\_White\\_Paper.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/NFC_Forum_Mobile_NFC_Ecosystem_White_Paper.pdf)  
 [29] [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/nfc\\_forum\\_marketing\\_white\\_paper.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/nfc_forum_marketing_white_paper.pdf)  
 [30] <http://java.sun.com/developer/technicalArticles/javame/nfc/>  
 [31] <http://www.sony.net/Products/felica/abt/index.html>  
 [32] [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/Innovision\\_whitePaper2.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/Innovision_whitePaper2.pdf)  
 [33] <http://developers.sun.com/learning/javaoneonline/2008/pdf/TS-5635.pdf>  
 [34] [http://www.cardclub.org.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=66&Itemid=20](http://www.cardclub.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=20)  
 [35] Apuntes del módulo de la ESE: “Algoritmos y Patrones”  
 [36] [http://mulliner.org/collin/academic/publications/vulnerabilityattacksnfcmobilephones\\_mulliner\\_2009.pdf](http://mulliner.org/collin/academic/publications/vulnerabilityattacksnfcmobilephones_mulliner_2009.pdf)  
 [37] <http://events.iaik.tugraz.at/RFIDSec06/Program/papers/002%20-%20Security%20in%20NFC.pdf>

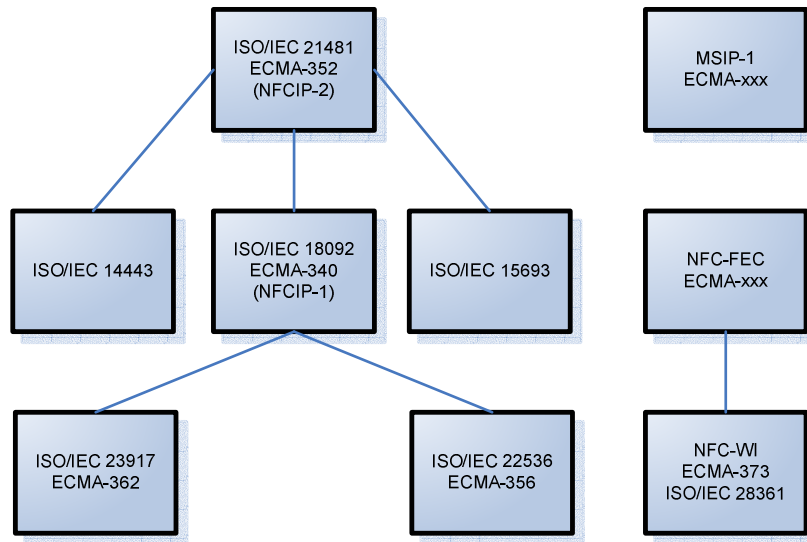
## Apéndice

### Glosario

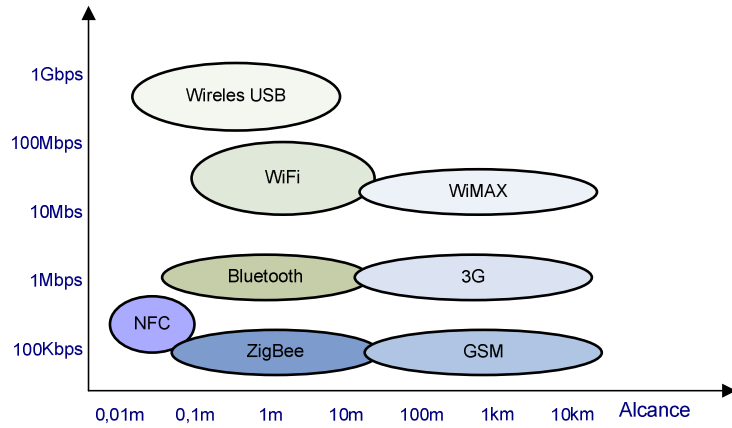
<b>Término o concepto</b>	<b>Traducción o significado</b>
3G	Third Generation (Tercera Generación). Familia de estándares para telecomunicaciones móviles.
API	Application programming interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)
Bluetooth	Tecnología de comunicaciones inalámbricas.
card emulation	Emulación de tarjetas
Connection Handover	Traspaso de conexiones
contactless	Se refiere a la tecnología de conexión inalámbrica que no requiere el contacto físico de dos objetos para transferir información.
ECMA	European Computer Manufacturers Association (Asociación Europea de Fabricantes de Computadoras)
ESE	Especialidad en Sistemas Embebidos
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones)
external reader	Lector externo
FeliCa	Tecnología de contactless smart cards desarrollada por Sony.
GUI	Graphics User Interface (Interfaz Gráfica de Usuario)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Internacional Electrotécnica)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)
iniciator	Iniciador
IrDA	Tecnología de comunicaciones inalámbricas a través de luz infrarroja.
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
J2ME	Java 2 MicroEdition. Versión de Java para dispositivos con capacidades limitadas.
JSR	Java Specification Requests (Solicitud de Especificación Java)
Kbps	Kilo bits por segundo (unidad de medida de velocidad de transferencia de

<b>Término o concepto</b>	<b>Traducción o significado</b>
	datos)
LAN	Local Area Network (Red de Área Local)
Listener	En programación Java, clase que “escucha” notificaciones acerca de eventos que ocurran en la aplicación y ejecuta la funcionalidad correspondiente.
mouse	Dispositivo electrónico de control de un puntero o cursor en una pantalla.
MVC	Model View Controller (Modelo Vista Controlador). Patrón de diseño.
NDEF	NFC Data Exchange Format (Formato de Intercambio de Datos NFC)
NFC	Near Field Communication (Comunicación de Campo Cercano)
notebook	Computadora portátil
Observer	Véase “Listener”. Patrón de diseño.
payment & ticketing	Se refiere a pagos en comercios minoristas, expendedoras automáticas y compra de entradas, pasajes, etc.
PC	Personal Computer (Computadora Personal)
PCD	Proximity Coupling Device (Dispositivo de Acoplamiento en la Proximidad)
PDA	Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal)
peer-to-peer	Par a par
reader/writer	Lector/escritor
RF	Radio-frequency (Radiofrecuencia)
RFID	Radio-frequency identification (Identificación por Radiofrecuencia)
RTD	Record Type Definition (Definición de Tipos de Registros)
SDK	Software Development Kit (Herramientas para Desarrollo de Software)
service-initiation	iniciación de servicio
Singleton	Patrón de diseño.
smart poster	Cartel inteligente
S2martcard	Tarjeta inteligente
SMS	Short Message Service (Servicio de Mensajes Breves)
software	Programa de computación.
SSL	Secure Sockets Layer (Capa de Conexión Segura)
tag	Etiqueta
target	Objetivo, destino
testing	Prueba, evaluación
transponder	Dispositivo transmisor-receptor.
URI	Uniform Resource Identifier (Identificador Uniforme de Recursos)
URL	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)
VCD	Vicinity Coupling Device (Dispositivo de Acoplamiento en la Vecindad)
web	Red mundial de computadoras.
WiFi	Tecnología de comunicaciones inalámbricas.
WiMAX	Tecnología de comunicaciones inalámbricas.
Wireless USB	Tecnología de comunicaciones inalámbricas.
ZigBee	Tecnología de comunicaciones inalámbricas.

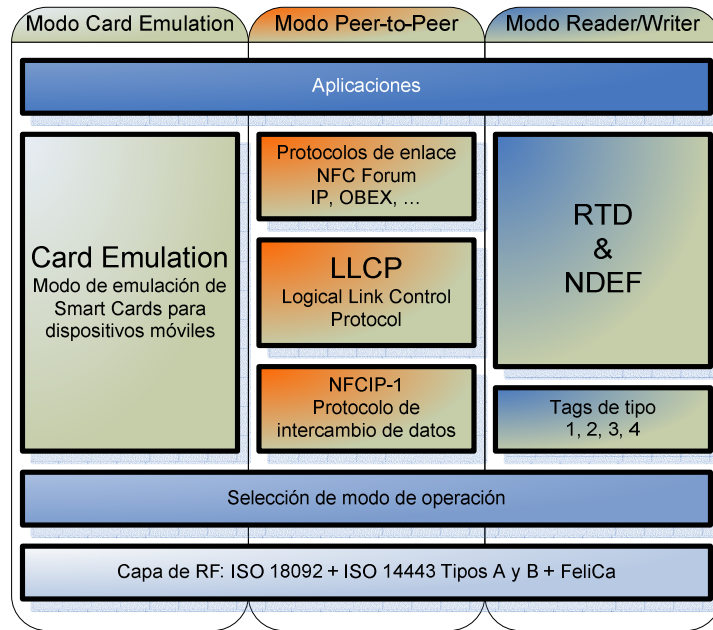
**Figuras**



**Figura 1. Jerarquía de estándares relacionados con NFC**



**Figura 2. Alcance y velocidad de transmisión de las tecnologías inalámbricas**



**Figura 3. Arquitectura desarrollada por NFC Forum**



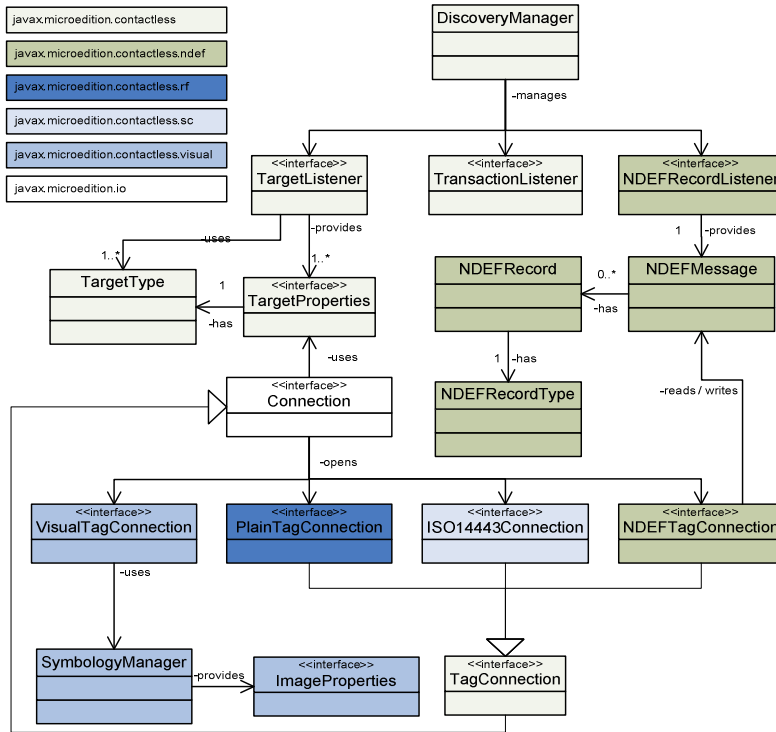


Figura 4. Componentes de la JSR-257



Figura 5. Emulador de Nokia 6131 NFC

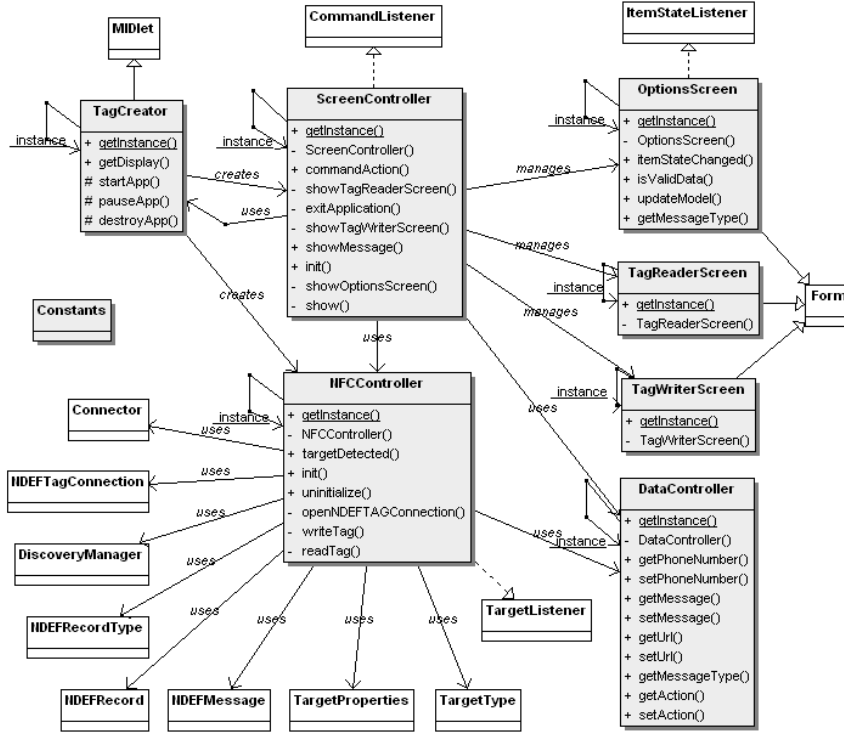


Figura 6. Diagrama de clases

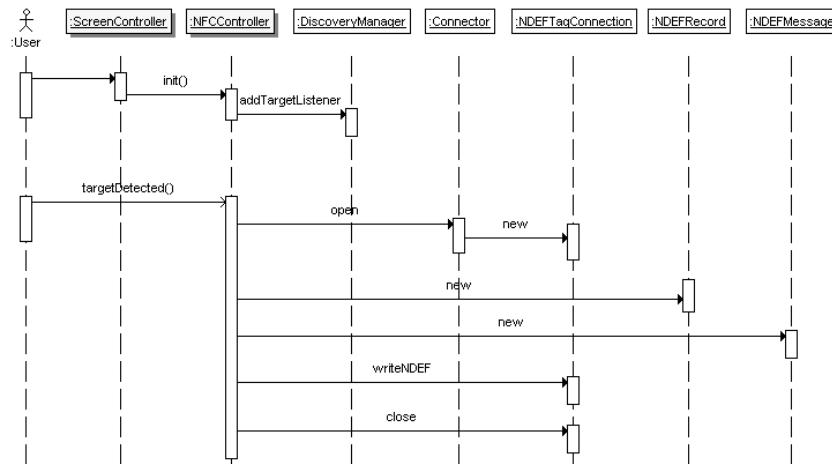


Figura 7. Diagrama de secuencia

**Tabla 1. Comparación entre tecnologías inalámbricas**

	<b>NFC</b>	<b>RFID</b>	<b>WiFi</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>ZigBee</b>	<b>IrDA</b>
<b>Estándar</b>	ISO/IEC 18092	ISO/IEC 14443	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4	IrDA
<b>Tasa de transferencia</b>	106-424 Kbps	106-424 Kbps	11-200 Mbps	1-480 Mbps	20-250 kbps	1 Kbps – 100 Mbps
<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	13,56 MHz	13,56 MHz	2,4, 5,25, 5,6, 5,8 GHz	2,4 GHz	868/915 MHz 2,4 GHz	
<b>Cantidad máxima de dispositivos que pueden interactuar</b>	2	2	Indefinida	8	Indefinida	2
<b>Tiempo de inicialización</b>	< 0,1 ms	< 0,1 ms	< 0,1 ms	6 s	< 0,1 ms	0,5 ms
<b>Alcance</b>	< 20 cm	< 3 m	< 100 m	< 30 m	< 500 m	< 5 m
<b>Seguridad</b>	Dada por la cercanía entre dispositivos	Dada por la cercanía entre dispositivos	Determinada por los mecanismos de encriptación que se usen	Determinada por los mecanismos de encriptación que se usen	Determinada por los mecanismos de encriptación que se usen	Dada por el requerimiento de ambos dispositivos estén en la línea de vista.
<b>Consumo de energía</b>	Mínimo o inexistente	Mínimo o inexistente	Alto para dispositivos alimentados con baterías	Alto para dispositivos alimentados con baterías	Muy bajo	Bajo
<b>Objetivo</b>	Simplificar la interacción entre dispositivos electrónicos	Realizar seguimiento de objetos y control de acceso	Reemplazar cables en redes extensas, fundamentalmente de tipo LANs	Reemplazar cables para conectar dispositivos electrónicos cercanos	Control y monitoreo inalámbrico	Reemplazar cables para conectar dispositivos electrónicos cercanos
<b>Ejemplo de aplicación</b>	Intercambio de tarjetas personales electrónicas acercando dos teléfonos celulares	Control de inventario en supermercados.	Conexión entre dispositivos de una oficina (PCs, notebooks, impresoras, etc.) dentro de un mismo edificio o entre edificios cercanos	Conexión de periféricos (teclado, mouse, etc.) a una notebook en la misma habitación	Manejo de sistema de riego y fertilización en sembrados usando sensores que de acuerdo a los valores de ciertas variables accionan los mecanismos correspondientes	Transferencia de archivos entre un teléfono celular y una notebook

**Tabla 2. Tipos de tags NFC [8]**

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
<b>Interfaz RF</b>	ISO 14443 A-2	ISO 14443 A-2	FeliCa (ISO 18092, modo de comunicación pasivo a 212 Kbps)	ISO 14443-2
<b>Inicialización</b>	ISO 14443 A-3	ISO 14443 A-3	FeliCa (ISO 18092, modo de comunicación pasivo a 212 Kbps)	ISO 14443-3
<b>Velocidad</b>	106 Kbps	106 Kbps	212 Kbps	106-424 Kbps
<b>Protocolo</b>	Conjunto de comandos específicos	Conjunto de comandos específicos	Protocolo FeliCa	Comandos ISO 14443-4, ISO 7816-4
<b>Memoria</b>	Hasta 1 KB	Hasta 2 KB	Hasta 1 MB	Hasta 64 KB
<b>Costo (dependiente de la memoria)</b>	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado
<b>Casos de uso</b>	Tags con memoria reducida para aplicaciones simples		Tags flexibles con mayor cantidad de memoria que permiten múltiples aplicaciones	

**Tabla 3. Teléfonos celulares con tecnología NFC**

Compañía	Modelos
Nokia	6212, 6131, 3220 + NFC Shell
Samsung	SGH-X700 NFC, D500E
SAGEM	my700X Contactless
LG	600V contactless
Motorola	L7 (SLVR)
Benq	T80

**Tabla 4. Tags implementados en Nokia 6131 NFC**

Tipo de tag	Denominación	Componente Java relacionado
Visual	(No implementado)	javax.microedition.contactless.visual (incluye solamente clases stub para cumplir con la JSR-257)
NFC Forum	Tipo 1 (Innovision Topaz) Tipo 2 (Mifare Ultralight) Tipo 3 (Sony FeliCa) Tipo 4 (Mifare DESFire)	- com.nokia.nfc.nxp.mfstd.* com.sony.felica.Type3TagConnection com.nokia.nfc.nxp.desfire.*
Otros	Innovision Jewel Mifare Standard 1K Mifare Standard 4K	com.innovision.rf.JewelTagConnection com.nokia.nfc.nxp.mfstd.* com.nokia.nfc.nxp.mfstd.*

Tabla 5. Pruebas piloto basadas en NFC

Año	Lugar	Pago en comercios /Expendedoras automáticas	Bancos	Estacionamiento	Entrada a eventos	Acceso a áreas restringidas	Hospital/Educación	Pasajes/Transporte	Posters/Publicidad/Información/Promociones
2005	Caen, Francia	x		x					x
2006	Atlanta, EE.UU.	x			x				x
	Seul, Corea del Sur	x						x	
2006	Guangzhou, Guangdong, China	x		x				x	
2006	Manchester, RU				x				
2006	Japón	x							
2006	Holanda	x							
2006	Dallas, EE.UU.	x			x				
2006	Hagenberg, Austria	x				x			
2007	Nueva York, EE.UU.	x			x				
2007	EE.UU.	x							
2007	Holanda						x		
2007	Taiwán								x
2007	Oulu, Finlandia	x			x	x	x		x
2007	Memphis y Jackson, EE.UU.	x							
2007	Londres, Reino Unido					x			
2007	Austria	x		x				x	
2007	Frankfurt, Alemania							x	x
2007	San Francisco, EE.UU.	x	x						
2007	Londres, RU	x						x	x
2007	Taiwan	x							x
2007	Berlín, Alemania							x	
2007	India		x						
2008	San Francisco, EE.UU.							x	x
2008	Shanghai, China	x							
2008	Istanbul, Turkey	x					x		
2008	Spokane, EE.UU.	x							
2008	Singapur								x
2008	Chiba, Japón								x
2008	Dolomiti, Italia								x
2008	Guatemala	x							x
2008	Melbourne, Australia	x			x			x	

### Material complementario

Este trabajo se entrega con dos discos adjuntos cuyo contenido se detalla en la Tabla 6<sup>5</sup>.

**Tabla 6. Contenido de los discos**

# Disco	Nombre de archivo o carpeta	Descripción
1	01_Herramientas_de_desarrollo	Archivos necesarios para recrear el entorno de desarrollo y ejecución. Para detalles sobre la instalación referirse a <a href="#">Nokia_6131_NFC_SDK_Installation_Guide_v1_1_en.pdf</a> .
1	02_Entorno_de_desarrollo_Nokia6131NFC	Imagen VMWare de Windows XP SP2 con 384 MB de RAM y disco rígido de 20 GB que contiene todas las herramientas de desarrollo instaladas. Requisitos mínimos para ejecutarla: procesador Intel, 512 MB de RAM, 10 GB de espacio en disco, lectora de DVD. Pasos para usar la imagen: 1. Instalar 03_VMware-player-2.0.5-109488.exe 2. Copiar la carpeta 02_Entorno_de_desarrollo_Nokia6131NFC en el disco rígido de la computadora. 3. Ejecutar VMWare Player y desde la opción "Open", elegir la carpeta 02_Entorno_de_desarrollo_Nokia6131NFC y abrir el archivo "vmx" correspondiente. 4. Esperar a que se complete el proceso de arranque de Windows XP. 5. Abrir el entorno de desarrollo (Eclipse) ubicado en el escritorio.
2	03_VMware-player-2.0.5-109488.exe	Instalador del entorno de ejecución de máquinas virtuales VMWare (este software es de distribución gratuita).
2	04_Emulación_del_Creador_de_etiquetas.avi	Vídeo que muestra el uso de la aplicación desarrollada para crear un tag NFC conteniendo una URL y la comprobación de que los datos fueron guardados correctamente.
2	05_Material_de_consulta	Archivos con información usados para el desarrollo de este trabajo.
2	06_Documentacion_para_desarrollo	Especificaciones de APIs e información relacionada para desarrollo de aplicaciones móviles en Java con NFC.
2	07_TFI_ESE_IUA_Maria_Fernanda_Carignano.pdf	Versión electrónica del presente trabajo.
2	08_TagCreator_Eclipse_Workspace.zip	Código fuente y todos los archivos requeridos para generar el proyecto en Eclipse.
2	09_Arquitectura_BOUML.zip	Diagramas de clases e interacción de la aplicación creados con la herramienta BOUML.

<sup>5</sup> Se proveen dos formas alternativas de recrear el entorno de ejecución de la aplicación: a) instalar las herramientas de la carpeta 01\_Herramientas\_de\_desarrollo, b) usar la imagen del entorno de desarrollo completo ya instalado en una máquina virtual que está contenido en la carpeta 02\_Entorno\_de\_desarrollo\_Nokia6131NFC (esta alternativa puede no funcionar en todo tipo de hardware).