

Escuela Politécnica Superior

Universidad de Alcalá

**Desarrollo de una aplicación móvil para la creación de una herramienta de control de asistencia mediante NFC**

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática - Curso 2019/2020

Eduardo Graván Serrano – 03212337L

índice

[Tecnología NFC 3](#_Toc48574238)

[Introducción 3](#_Toc48574239)

[NDEF 4](#_Toc48574240)

[Type 4 tags 5](#_Toc48574241)

[Sistema desarrollado 6](#_Toc48574242)

[Introducción 6](#_Toc48574243)

[Arquitectura del sistema 6](#_Toc48574244)

[Base de datos 7](#_Toc48574245)

[ReST API y servidor HTTP 7](#_Toc48574246)

[Aplicación Android 7](#_Toc48574247)

[Aplicación de escritorio para administradores 7](#_Toc48574248)

[Bibliografía 7](#_Toc48574249)

# Tecnología NFC

## Introducción

El término **NFC** (Near Field Communication) hace referencia a un protocolo de transmisión de datos de corto alcance basado en la tecnología de radiofrecuencia **RFID**. Como indica su nombre, la tecnología NFC tiene muy poco alcance operativo; dependiendo de la implementación, se puede tener una distancia máxima de entre 5 y 10 centímetros.

Debido a la facilidad con la que se puede implementar, la implantación de esta tecnología en dispositivos móviles se ha incrementado en gran medida durante los últimos años, pasando a ser prácticamente un estándar. Esto permite que se puedan desarrollar aplicaciones para estos terminales con los cuales explotar la tecnología al máximo, eliminando en gran medida la necesidad de tarjetas físicas que porten las etiquetas NFC.

Los dispositivos que cuenten con tecnología NFC pueden actuar en distintos modos de operación:

* **Emulación de tarjeta:** el dispositivo móvil emula la funcionalidad de una tarjeta NFC, compartiendo la información para que otros dispositivos que estén dentro de su rango puedan leer la información de la etiqueta NFC virtual.
* **Modo lectura/escritura:** El modo lectura permite al dispositivo ponerse en modo de escucha esperando que tarjetas NFC entren dentro de su rango de operación para leer su información. Por otro lado, el modo escritura nos permite escribir información a la etiqueta que entra dentro del rango de operación. Para poder escribir sobre estas etiquetas, se necesita de software especial capacitado para hacerlo.
* **Modo peer-to-peer:** se crea una red entre los dos dispositivos conectados por NFC. Esto permite establecer un “handshake” entre ambos dispositivos, posibilitando la compartición de datos de cualquier tipo, así como conexión Wi-Fi, bluetooth, etc.

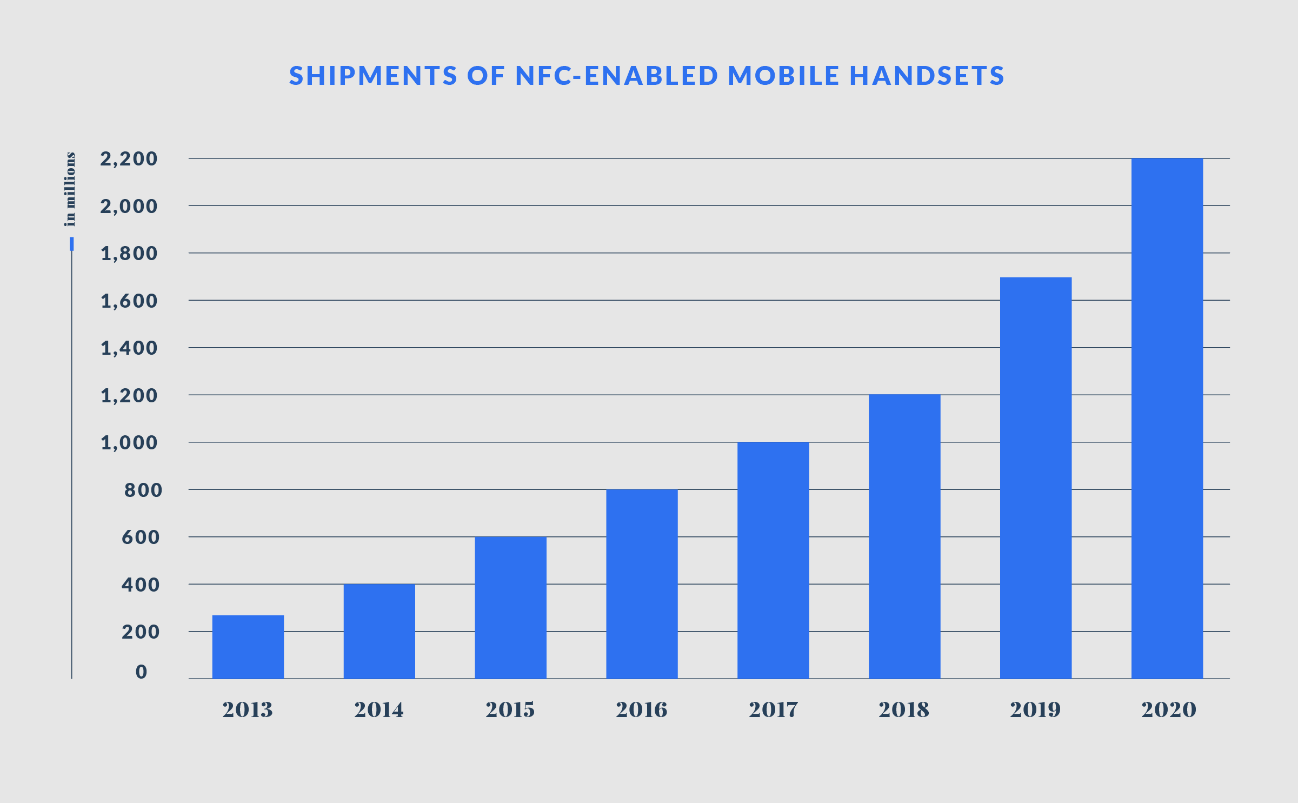
La aplicación a desarrollar contará con los dos primeros modos de operación descritos.

Las etiquetas NFC son dispositivos pasivos que cuentan con una pequeña memoria en la cual almacenan la información que será leída por otros dispositivos activos, cuentan también con una pequeña CPU y una antena. Los elementos activos en la conexión NFC se encargan de dar la corriente eléctrica necesaria a las etiquetas para que se activen y poder leer sus contenidos de esta forma. Esto permite que se pueden almacenar etiquetas NFC en elementos como pulseras, tarjetas, colgantes, etc. sin necesidad de una conexión permanente o baterías.

En principio las etiquetas se encuentran en modo de solo lectura, pero pueden ser escritas para almacenar la información. Si así se desea, se puede configurar una etiqueta para que solo pueda ser escrita una vez, haciendo que sea imposible sobrescribir los datos si ya ha sido escrita anteriormente. Las etiquetas pueden almacenar todo tipo de información, y cuentan con un almacenamiento de entre 48 bytes y 1 Megabyte de memoria.

Debido al espacio limitado de memoria en estos chips, las etiquetas NFC suelen servir URLs con más información o registros que tienen solamente texto. Para asegurar la interoperabilidad entre las distintas implementaciones de la tecnología NFC, así como entre distintos softwares con estas etiquetas, la tecnología NFC cuenta con un estándar que indica el formato del texto almacenado en las etiquetas. Este estándar se conoce como **NDEF** (NFC Data Exchange Format).

En los últimos años se ha visto un gran incremento en el número de empresas que han decidido adoptar e implementar la tecnología NFC en sus dispositivos. Esto se puede ver reflejado en la siguiente figura:



Shipments of NFC-enabled mobile handsets. BlueBite.

Las principales aplicaciones de la tecnología NFC son las siguientes:

* **Pago con NFC:** muchos servicios de pago como Google Wallet o Apple Pay hacen uso de la tecnología NFC para permitir a sus usuarios pagar directamente a través de sus dispositivos móviles. Esta es sin lugar a duda el uso más extendido de la tecnología NFC.
* **Identificación:** la tecnología NFC puede ser utilizada para la autenticación e identificación de usuarios a través de estas tarjetas, pudiendo reemplazar otros sistemas como contraseñas, pines, etc.
* **Seguimiento e identificación de productos:** se le pueden asignar tarjetas NFC a productos importantes para almacenar información referente al producto y que pueda ser identificado en todo momento.
* **Control de asistencia:** se puede tomar provecho de esta tecnología para crear tarjetas identificadoras para cada usuario de cierto sistema, pudiendo crear aplicaciones para el control de asistencia.

El proyecto se centrará en este último campo de aplicación de la tecnología.

## NDEF

El formato NDEF (NFC Data Exchange Format) es un formato de datos estandarizado para compartir información entre un dispositivo NFC y otro dispositivo NFC o tarjeta NFC compatibles. Para el uso del formato NDEF se tienen que usar protocolos y etiquetas NFC estandarizadas.

La comunicación a través de NDEF se divide en:

* **Mensajes NDEF:** son la unidad base de la comunicación basada en NDEF. Cada mensaje de NDEF puede contener uno o más registros NDEF.
* **Registros NDEF:** los registros NDEF trabajan a nivel de byte y tienen una cabecera en la cual se especifican datos como la longitud del paquete, el tipo de datos que contiene el paquete… y el propio “payload” o “mensaje” que se quiere servir a través de la comunicación.

Hay cuatro tipos de tarjeta NFC estandarizadas que pueden implementar el formato NDEF para compartir datos. Los estándares para estos tipos de tarjetas están definidos por el foro NFC.

## Type 4 tags

Para el desarrollo de la aplicación se ha escogido implementar un emulador de tarjetas de tipo 4 basado en la especificación “NFC Forum Type 4 Tag Operation Specification 2.0”.

Una tarjeta de tipo 4 basada en esta especificación debe contener una aplicación de tarjeta NDEF. Esta aplicación es un sistema de archivos que contiene al menos estos dos archivos:

* **Capability Container (CC):** archivo de solo lectura que contiene información sobre la versión de la especificación implementada, los parámetros de comunicación de la tarjeta, e información sobre el resto de los archivos en la tarjeta de tipo 4.
* **NDEF File**: el archivo NDEF es el que contiene el mensaje NDEF. Este mensaje puede ser leído o reescrito dependiendo de las propiedades definidas en el archivo CC. A su vez, el archivo NDEF consta de dos campos:
  + **NLEN**: 2 bytes que especifican la longitud del mensaje NDEF en formato big-endian.
  + **Mensaje NDEF:** el propio mensaje NDEF. Su longitud está definida por el campo NLEN.

Una vez tenemos una tarjeta o emulador de tarjetas de tipo 4 totalmente operativo, se puede iniciar la comunicación entre la tarjeta y un dispositivo de lectura. Para poder captar las etiquetas de tipo 4, el lector debe estar configurado para buscar tarjetas a través del protocolo NFC-A (basado en ISO/IEC 14443A).

La comunicación entre la tarjeta y el lector se hace a través de “application protocol data units” (APDUs). El lector de tarjetas estará sondeando para buscar tarjetas NFC-A a su alrededor, una vez encuentre una empezará una serie de mensajes para descubrir qué tipo de tarjeta es. El que nos interesa es el protocolo de comunicación entre el lector NFC-A y nuestra tarjeta NFC de tipo 4 con NDEF. En él, el lector mandará una serie de C-APDUs (Command APDUs), a los cuales la tarjeta deberá responder con R-APDUs (Response APDUs).

El flujo que sigue el protocolo de comunicación para leer la tarjeta es el siguiente:

1. Lector manda C-APDU: **NDEF Tag Application Select**. El lector le especifica a la etiqueta que está buscando una aplicación con mensaje NDEF. El comando está buscando por la ID **D2760000850101h**, que representa este tipo de tarjetas NFC con mensajes NDEF.

Tarjeta manda R-APDU: el R-APDU confirma si la lectura es correcta o si la tarjeta rechaza la conexión.

1. Lector manda C-APDU: **Capability Container (CC) Select**. El lector le pide “permiso” a la tarjeta para acceder a su fichero CC.

Tarjeta manda R-APDU: el R-APDU confirma si la lectura es correcta o si la tarjeta rechaza la conexión.

1. Lector manda C-APDU: **Capability Container Read**. El lector pide leer el archivo CC de la tarjeta.

Tarjeta manda R-APDU: el R-APDU contiene el archivo CC.

1. Lector manda C-APDU: **NDEF Select**. El lector le pide “permiso” a la tarjeta para acceder a su archivo NDEF.

Tarjeta manda R-APDU: el R-APDU confirma si la lectura es correcta o si la tarjeta rechaza la conexión.

1. Lector manda C-APDU: **NDEF Read**. El lector le pide a la tarjeta el archivo NDEF.

Tarjeta manda R-APDU: el R-APDU contiene el campo **NLEN** del archivo NDEF, especificando la longitud del mensaje.

Una vez el lector conoce la longitud del mensaje NDEF (NLEN), continúa lanzando C-APDU pidiendo el archivo NDEF.

La tarjeta contesta con el mensaje NDEF en su R-APDU.

Una vez se ha mandado este último R-APDU, el mensaje NDEF ha llegado correctamente al lector de tarjetas y por lo tanto la comunicación ha terminado correctamente.

# Sistema desarrollado

## Introducción

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una aplicación que permita a una empresa/institución el control de los horarios de sus empleados, haciendo uso de tecnologías móviles.

Para conseguir esto, se ha hecho uso de la API de NFC para Android, aprovechando que la tecnología NFC está implantada en muchos dispositivos móviles actuales. Haciendo uso de esta tecnología, el trabajador podrá usar su teléfono móvil para fichar al entrar a su puesto de trabajo. Simplemente haciendo lo mismo a la hora de salir, se podrá realizar un control horario total sobre el trabajador, haciendo que el proceso de fichar no tome más de unos segundos y sea totalmente automático.

Con el objetivo de hacer un control de las horas trabajadas de cada empleado se ha desarrollado una aplicación de escritorio para acceder a todos los datos de la base de datos a través de una cómoda interfaz gráfica.

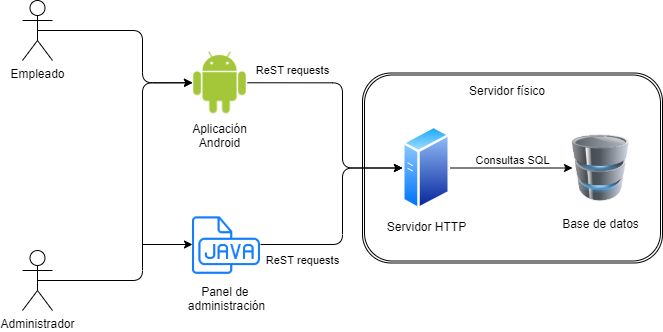
Por último, se ha creado un servidor HTTP que hace de intermediario entre el resto del sistema y la base de datos. La base de datos guarda la información sobre empleados, horarios de empleados, y los registros de asistencia de todos los días de trabajo de cada empleado.

## Arquitectura del sistema

El sistema desarrollado cuenta, a modo resumen, con los siguientes subsistemas:

* **Aplicación Android:** desde ella se realiza la acción de “fichar” en la aplicación, compartiendo mensajes NDEF entre dos dispositivos Android y mandando la información al servidor HTTP.
* **Aplicación de escritorio para administradores:** desde esta aplicación los usuarios con privilegios de administrador serán capaces de gestionar y acceder a todos los datos referentes a información sobre empleados, horarios, y registros de asistencia guardados en la base de datos a través del servidor HTTP.
* **Servidor HTTP:** el servidor HTTP implementa una API ReST encargada de unir el resto de los subsistemas del proyecto con la base de datos.
* **Base de datos:** alojada en el mismo servidor físico que el servidor HTTP. En ella se guarda toda la información necesaria para poder gestionar la asistencia y registro horario de todos los empleados de la empresa. La base de datos es accedida a través de la API ReST implementada en el servidor HTTP.

A continuación, se presenta un diagrama simple que resume las interacciones entre las partes del sistema:



## Base de datos

## ReST API y servidor HTTP

## Aplicación Android

## Aplicación de escritorio para administradores

# Bibliografía

<https://en.wikipedia.org/wiki/Near-field_communication>

<https://www.bluebite.com/nfc>

<https://www.smart-tec.com/en/auto-id-world/nfc-technology>

<https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc>

<https://developer.android.com/reference/android/nfc/tech/Ndef>

<https://developer.android.com/reference/android/nfc/tech/NfcA>

NFC Forum: <https://nfc-forum.org/>

NFC Forum Type 4 Tag Operation Specification 2.0: <http://apps4android.org/nfc-specifications/NFCForum-TS-Type-4-Tag_2.0.pdf>