

Sistema de multas automático mediante la tecnología NFC para una biblioteca

María Elena Acevedo Mosqueda

Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco,
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A.
Madero, Teléfono: 55 57296000 ext. 54757
eacevedo@ipn.mx

Marco Antonio Acevedo Mosqueda

Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco,
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A.
Madero, Teléfono: 55 57296000 ext. 54756
macevedo@ipn.mx

Karen Ailed Neri Espinoza

Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco,
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A.
Madero
karenanere8@hotmail.com

Alexa Chávez Álvarez

Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco,
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A.
Madero
yosoyaleksa@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta un sistema de multas que permite el cobro automático por retraso en la entrega de un libro. Este sistema es una parte de un sistema completo de

la administración de una biblioteca. Para su implementación, se utilizó la tecnología NFC, en particular se hizo uso del hardware Arduino. Para la interfaz gráfica se utilizó el lenguaje de programación Visual C# 2010.

Palabra(s) Clave(s): Arduino, biblioteca, comunicaciones, control, NFC.

1. Introducción

Establecer un control en una biblioteca es primordial por el acervo bibliográfico que en ella se maneja. El servicio bibliotecario tiene como una de sus responsabilidades principales proveer al usuario la eficiencia de su servicio, además de garantizar la protección del material bibliográfico que maneja. Es responsabilidad de la biblioteca proporcionar acceso al material local, regional, nacional y mundial que permitan adentrarse a nuevas ideas, experiencias y opiniones diversas. Por estas razones, es importante el control bibliográfico dentro de ella.

Anteriormente el sistema de administración de préstamos en una biblioteca se llevaba a cabo de un modo rudimentario mediante tarjetas, sellos y papeleo que solo generaban desperdicio de material, pérdida de tiempo en la gestión del préstamo y un mal control de seguridad. Con el avance de la tecnología se han ido incorporando al mercado dispositivos electrónicos que son capaces de ayudar en la problemática del sistema de administración de préstamos, uno de éstos avances es el la Comunicación por Campo Cercano (por sus siglas en inglés NFC, *Near Field Communication*).

No es común encontrar la tecnología NFC en bibliotecas, el único dato que se tiene es el de la biblioteca pública de Hanno, en la prefectura de Saitama, Japón, donde ha implementado esta tecnología en sus instalaciones. En colaboración con la empresa Fujitsu, han colocado las etiquetas NFC en varias estanterías. De esta manera activa un portal web para poder acceder a varias fuentes de información. Logrando ampliar la información sobre los libros de colección, lo que favorece al usuario a tomar una

decisión a la hora de escoger sus lecturas. El portal también puede efectuar reservas de libros y publicar reseñas.

Otros posibles usos de la tecnología NFC en bibliotecas son la descarga de libros, como proponen el proyecto Ingebord y la propuesta Library Underground, una idea de un grupo de estudiantes de llevar la biblioteca al metro y poder descargar desde él libros electrónicos a modo de muestra [1].

NFC: La tecnología NFC (por sus siglas en inglés Near Field Communication) permite una comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que concede el intercambio de datos entre dispositivos (ver Fig. 1 para los ejemplos), utilizando como medio la inducción generada en un campo magnético.

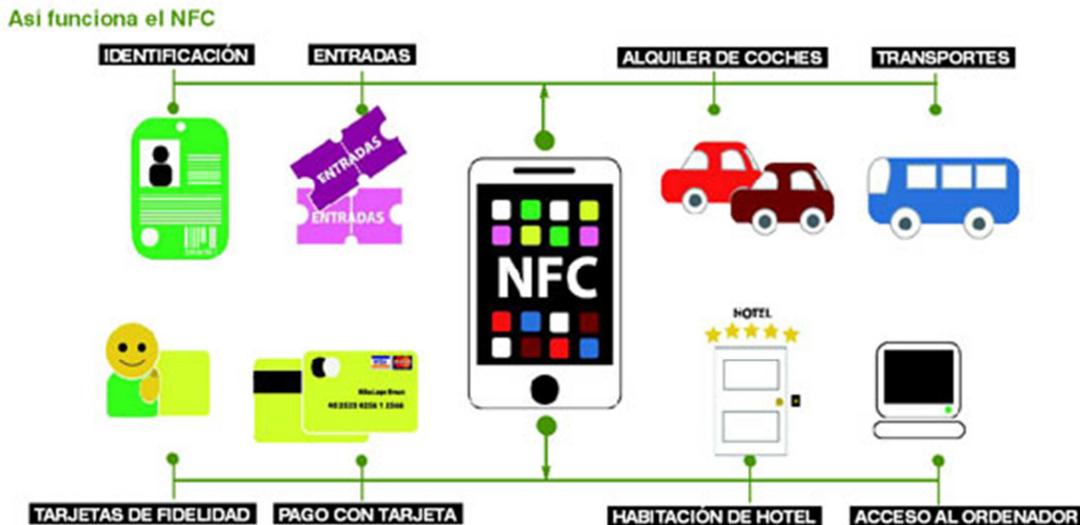


Fig. 1. Ejemplos de usos para la tecnología NFC.

En el año 2002 comenzó el desarrollo de esta tecnología, mediante una colaboración entre Philips y Sony, con el fin de conseguir un protocolo de comunicación sin contacto. Finalmente NFC fue aprobado como el estándar ISO/IEC 18092 en diciembre de 2003 y posteriormente en marzo de 2004, Philips, Sony y Nokia formaron en NFC Forum, asociación cuya composición se basa en todas las partes del ecosistema NFC, para avanzar en el desarrollo de las especificaciones NFC y velar por su interoperabilidad,

como consecuencia consiguieron que empresas como Google, Visa, At&t, PayPal pertenezcan y apoyen a esta tecnología [2].

El objetivo de este trabajo es el diseño e implementación de un sistema automático de multas como parte de un sistema de administración de una biblioteca.

A continuación se describe el hardware utilizado para la implementación de la tecnología NFC.

Arduino: Arduino [3] es un hardware (microcontrolador) de uso libre (open-source, open-hardware) el cual permitió explorar la idea del sistema automatizado de la biblioteca, mediante la programación y uso de sensores NFC, para la creación de un prototipo con el cual se pueda poner en marcha el proyecto en nuestra biblioteca escolar.

En este trabajo se utilizó el Arduino modelo MEGA 2560 (ver Fig. 2). Para el caso del sensor NFC, se empleó el shield (tarjetas de prototipos para el Arduino) Adafruit NFC (ver Fig. 3). Utiliza el PN532 chip set (el chip NFC más popular en el mercado) y es lo que está incrustado en prácticamente cada teléfono o dispositivo que hace NFC. Este chipset es muy potente, y puede hacer casi todo, como leer y escribir en las etiquetas y tarjetas, comunicarse con los teléfonos (para el procesamiento de pagos), y "actuar" como una etiqueta NFC.



Fig. 2. Microcontrolador Arduino MEGA 2560.



Fig. 3. Shield de NFC Adafruit para Arduino.

Lenguaje C/C++: “C es un lenguaje de programación de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo y estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores.”[4]; “El C++ mantiene las ventajas del C en cuanto a riqueza de operadores y expresiones, flexibilidad, concisión y eficiencia, es un lenguaje procedural (orientado a algoritmos) y orientado a objetos.” [5]

El proyecto está basado en programación con lenguaje C/C++, instalado en el microcontrolador Arduino. Este lenguaje permitió utilizar potencialmente el Arduino para el reconocimiento los tags mediante el lector NFC.

A continuación se describen los 2 tipos de comunicación con los que se hace la conexión entre el Arduino y el shield de NFC para éste.

I²C: I²C es un bus de comunicaciones en serie. Su nombre viene de Inter-Integrated Circuit (Inter-Circuitos Integrados). El bus I²C, un estándar que facilita la comunicación entre microcontroladores, memorias y otros dispositivos con cierto nivel de "inteligencia", sólo requiere de dos líneas de señal y un común o masa. Fue diseñado a este efecto por Philips y permite el intercambio de información entre muchos

dispositivos a una velocidad aceptable, de unos 100 Kbits por segundo, aunque hay casos especiales en los que el reloj llega hasta los 3,4 MHz.

La metodología de comunicación de datos del bus I²C es en serie y sincrónica. Una de las señales del bus marca el tiempo (pulsos de reloj) y la otra se utiliza para intercambiar datos. La principal característica de I²C es que utiliza dos líneas para transmitir la información: una para los datos y otra para la señal de reloj. [6]

SPI: El Bus SPI (del inglés *Serial Peripheral Interface*) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de interfaz de periféricos serie o bus SPI es un estándar para controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie regulado por un reloj (comunicación sincrónica).

Incluye una línea de reloj, dato entrante, dato saliente y un pin de **chip select**, que conecta o desconecta la operación del dispositivo con el que uno desea comunicarse. De esta forma, este estándar permite multiplexar las líneas de reloj. [7]

Visual C#: “C# es un lenguaje de programación que se ha diseñado para compilar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz, con seguridad de tipos y orientado a objetos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C.

Visual C# es una implementación del lenguaje C# de Microsoft. Visual Studio ofrece compatibilidad con Visual C# con un completo editor de código, un compilador, plantillas de proyecto, diseñadores, asistentes para código, un depurador eficaz y de fácil uso y otras herramientas.” [8]. Visual C# permitió la realización de una interfaz gráfica con la cual el usuario puede ingresar a la “biblioteca virtual” y verificar mediante su número de usuario, sus multas y plazo máximo de pago para las mismas. También

al ser compatible con bases de datos, el manejo mediante MySQL (gestor más famoso de bases de datos y open source) de los datos se realizó de manera mucho más segura y sencilla.

2. Desarrollo

Se investigaron diferentes kits de desarrollo para NFC, llegando a la conclusión de que la mayoría está desactualizado para trabajar en sistemas operativos como Windows 8.1 y próximamente Windows 10.

El microcontrolador Arduino proporcionó una manera muy fácil de crear el sistema a partir del shield de NFC. Este shield ofrece diferentes ejemplos de lectura y grabación de datos en los tags.

1. Se conectó el shield al Arduino y se probó la librería de lectura del sensor para comprobar que efectivamente el tag utilizado fuera compatible con el sistema. Los tags fueron los "MiFare Card 1K 13.56 MHz", de las cuales una tarjeta viene incluida en el paquete del shield NFC de Adafruit. Estos tags se proveerán al usuario como la credencial de ID para la biblioteca.
2. Se investigó cómo es la tecnología NFC, de esta investigación surgió que cada tag tiene un identificador único llamada UID (de 4 o 7 bytes, dependiendo de la capacidad del tag) expresado en hexadecimal, con el cual se haría la base de datos para las credenciales de los usuarios, ya que al ser únicos, proporcionan un sistema de control sencillo. Al dar de alta un nuevo usuario en la biblioteca el UID se relaciona con todos los datos que provee el usuario, como nombre, escuela, y en nuestro caso, la multa que tenga si es su caso.
3. Se procedió a crear un sistema de lectura interna, es decir, que sólo con el puerto serial del Arduino pudiéramos obtener el UID, este programa es muy sencillo y la dificultad

radica en agregar todas las bibliotecas necesarias para el NFC. El código se muestra en la Figura 4.

```
PN532_I2C pn532_i2c(Wire);
NfcAdapter nfc = NfcAdapter(pn532_i2c);
#endif

void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  //Serial.println("Iniciando Lector NDEF");
  nfc.begin();
}

void loop(void) {
  //Serial.println("\n Pasa tu tarjeta de usuario\n");
  //String UIDC="93 47 22 D4";
  //String Tag;
  if (nfc.tagPresent())
  {
    NfcTag tag = nfc.read();
    //Serial.println(tag.getTagType());
    //tag.print();
    Serial.println(tag.getUidString());
    /*Tag=tag.getUidString();
    if(Tag==UIDC)
      Serial.println("Tarjeta existente en sistema");
    else
      Serial.println("Este usuario no existe en el sistema");
    */
  }
}
```

Fig. 4. Código para la lectura de datos desde el Arduino.

4. Una vez comprobado que se obtenía el UID del tag se procedió a la parte de la interacción con el usuario, en la cual se utilizó Visual C# por su facilidad al manejar bases de datos y la manera visual de interfaz gráfica para la mejor presentación. Para esto la lectura que se tuvo en el Arduino se mandaba a la interfaz realizada en Visual C#.
5. En Visual C# se realizó la intercomunicación serial (a 9600 baudios) con el puerto COM en donde se encuentra el Arduino, de esta manera se puede recibir la información que

lea el sensor, y el microcontrolador manda el UID para procesarlo en Visual C#. En la Figura 5 se muestra la pantalla de acceso al sistema de multas.

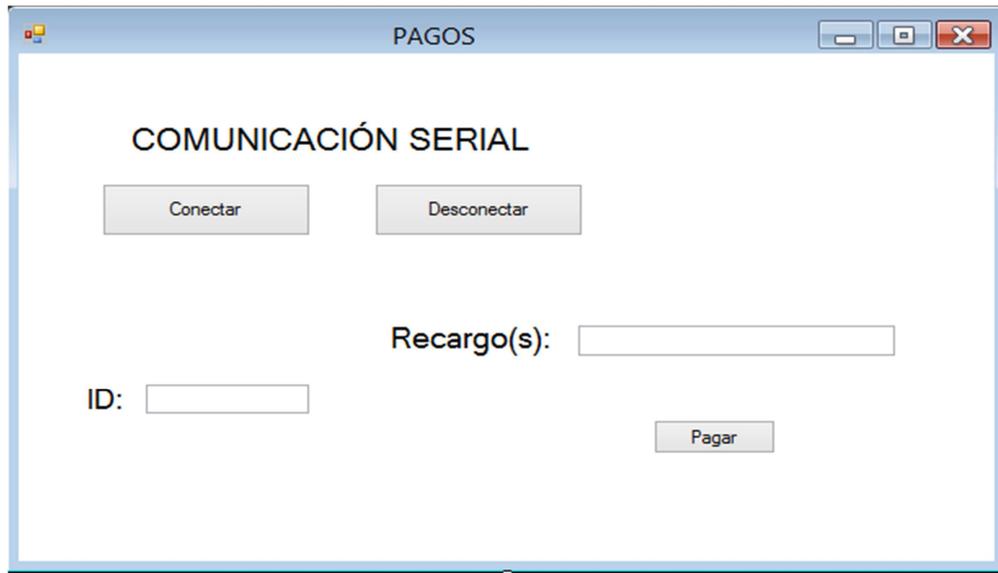


Fig. 5. Prototipo para la pantalla de acceso al sistema de multas.

6. Se realiza una búsqueda en la base de datos para ver si es un usuario que está dado de alta en el sistema de la biblioteca, y que por tanto, puede pagar multas. Esto se realiza rápidamente entre la aplicación y el servidor que conecta nuestra base de datos. Es importante hacer la conexión de la bases de datos en nuestro servidor antes de iniciar la aplicación para el pago de multas, ya que si se intenta pagar sin realizar la conexión el sistema nos marcará error y nos pedirá intentarlo de nuevo

Si es un usuario con multas, el programa da la opción de pagar la multa que se encuentra en sistema, también puede pagar cierta cifra que él especifique para disminuir la multa, o simplemente puede consultar su multa y ver la fecha límite de pago.

3. Resultados

Los resultados mostrados por parte del proyecto son satisfactorios ya que cumple con el objetivo de mantener un control sobre una “biblioteca” y el pago de los recargos mediante tecnología NFC.

La parte de hardware para este prototipo no creo problemas debido a que tanto el Arduino como el módulo de NFC vienen pre-ensamblados y solo nos toca ver la parte del funcionamiento de ambas tarjetas. El software es la parte que más se enfocó en este proyecto, por lo que durante el desarrollo del mismo se obtuvieron diferentes resultados que se cambiaban en el proceso de creación del proyecto. Uno de estos cambios fue la frecuencia en baudios de la comunicación, esta se cambió a 9600 baudios para crear el estándar entre Arduino y Visual C#. También se optimizó el código del Arduino para obtener el UID y la interconexión con la computadora, la cual fue totalmente sin problemas al final.

Dentro de Visual C# el código fue más extenso y se integró a una interfaz que controla la biblioteca en cuanto a existencia, usuarios, etc. El código que manejo fue conciso en cuanto a que se hacia la conexión y se identificaba al usuario, e inmediatamente mandaba a llamar a la base de datos que indicaba si había multa o no. El propósito de esto es reducir el tiempo y facilitar al usuario y al bibliotecario, el pago y administración de la biblioteca, algo que con el prototipo se puede decir que se logró ya que el tiempo en completar un pago directo (es decir pagar todo el monto que se debe) es de menos de 20 segundos, desde leer el tag para ingresar al sistema y bases de datos hasta la confirmación del pago realizado, cuando con un sistema tradicional de pago se consume más tiempo.

En cuanto a la seguridad del sistema, debido a que los UID de los tags son únicos, no hay problemas en la identificación ni en la base de datos que contiene lo relacionado al usuario. Para el acceso de modificación de datos solo los administradores pueden proponer otros administradores y se protege con contraseña el ingreso al sistema, aun así el monto de las multas a pagar no se puede modificar desde la interfaz, sino que es directamente desde la base de datos, por lo que el sistema es más seguro de esa manera, se sigue trabajando para la encriptación optima de la base de datos.

Para la interfaz gráfica se piensa en instalar monitores para que cada usuario pueda ingresar con su tag a su cuenta, ya que actualmente todo se maneja en solo 1 o 2

computadoras y Arduinos; si el prototipo se instala en una biblioteca escolar se requeriría hacer los cambios para el ingreso al sistema de varios usuarios.

Los resultados fueron satisfactorios para el pago de las multas de la biblioteca dentro de nuestro servidor.

4. Discusión

Debido a la rápida expansión de la tecnología NFC en el mundo, es fácil predecir que este tipo de sistemas sean implementados a gran escala en pocos años, por lo que se decidió empezar la implementación con este prototipo para el pago de multas de una biblioteca escolar. Los beneficios de esta innovación son que no se desperdicia tiempo en largas filas, ni en procedimientos que son de “control”. De esta manera se gestiona mucho más rápido un sistema donde la interacción usuario – máquina es sencilla y de fácil manejo.

El Arduino y el lenguaje C hace del proyecto una forma sencilla y segura de realizar, y debido a que se maneja dinero para el pago de multas, la seguridad es una prioridad en este proyecto.

5. Conclusiones

Se logró el control de un sistema de administración para el pago de multas en una biblioteca mediante la tecnología NFC la cual permite transacciones seguras y rápidas mediante tags que contienen un número de identificación único, lo que permite manejar la base de datos de usuarios de la biblioteca de manera sencilla.

Siendo un sistema de bajo costo y de muy amplia aplicación, se concluye que se cumplieron las expectativas del proyecto al implementar el NFC de manera económica.

Algunas posibles mejoras al proyecto son:

- Mejorar el sistema de seguridad mediante la encriptación de la base de datos.

- Crear una app en Android exclusiva para la biblioteca NFC y el pago de las multas.
- mejorar el sistema multiusuario para prevenir la saturación de movimientos para pagos.

6. Referencias

- [1] Biblioblog. En línea: <http://biblioblog.org/2013/07/11/tecnologia-nfc-para-ampliar-la-informacion-sobre-la-coleccion-de-la-biblioteca/>. Acceso: 18 octubre 2014.
- [2] N. FORUM. En línea: <http://nfc-forum.org/>. Acceso: 18 octubre 2014.
- [3] Arduino. En línea: <http://www.arduino.cc/>. Acceso: Marzo 2015.
- [4] Lenguaje C. En línea: <http://www.monografias.com/trabajos4/lenguajec/lenguajec.shtml>.
- [5] Historia del lenguaje C. En línea: <http://informatica-full2.blogspot.com/2009/06/historia-del-lenguaje-c.html>.
- [6] Bus I2C. En línea: http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_busI2C.htm. Acceso: Marzo 2015.
- [7] Serial Peripheral Interface. En línea: https://es.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface. Acceso: Marzo 2015
- [8] Visual C#. <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/kx37x362.aspx>.

7. Autores

Dra. María Elena Acevedo Mosqueda. Realizó sus estudios de licenciatura en Ingeniería con especialización en Computación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1996. Se ha desempeñado como profesora en ESIME desde 1994. Recibió su grado de Maestra en Ciencias con especialización en Computación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) en 2001. Obtuvo su grado de Doctora en Ciencias con especialidad es Computación en el Centro de Investigación en Computación del

IPN (CIC-IPN) en 2006. Su principal área de investigación son las Memorias Asociativas Bidireccionales.

Dr. Marco Antonio Acevedo Mosqueda Nació en México D.F. el 19 de julio de 1968. Obtuvo el título de ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en 1992 y en 1996 obtiene el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Actualmente es profesor investigador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Telecomunicaciones de la SEPI-ESIME-IPN.

C. Karen Ailed Neri Espinoza, Estudiante de la licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

C. Alexa Chávez, Estudiante de la licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional (IPN).