

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN



MONOGRAFÍA

Para optar al título de Ingeniero en Sistemas de Información

Propuesta de sistema automatizado de control de préstamos de libros para las bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – León) empleando tecnología RFID para la lectura de códigos de libros y estudiantes

Autores:

Br. Teresa María Urey Rubí.

Br. Yesser Joel Miranda Guillen.

Br. Alejandra Paola Salinas Bolaños.

Tutor: M.sc. Denis Espinoza Hernández

León, 18 diciembre de 2018

¡A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD!

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la salud, fuerza, fortaleza para culminar nuestro trabajo.

A nuestros padres, por darnos la vida y prepararnos profesionalmente para desempeñarnos con eficiencia en el campo de la educación.

A nuestros maestros que nos han llevado año con año por el camino de la enseñanza ayudándonos a culminar esta etapa tan importante y especialmente Al M.sc. Denis Espinoza por haber dedicado parte de su tiempo para la finalización del trabajo monográfico.

DEDICATORIA

A Dios por darnos la luz y la sabiduría para culminar con éxito nuestro tema de investigación. A nuestros padres y las demás personas que han contribuido a nuestras vidas con apoyo fraternal, por ser los pilares fundamentales de nuestras vidas, les damos las gracias por brindarnos su amor incondicional y la perseverancia de educarnos por el camino del bien.

RESUMEN

La implementación del código de barras en la identificación de productos varios en la sociedad tiende a ser un método un poco antiguo y quizás pasado de moda. En la actualidad se construyen aplicaciones orientadas a mejorar esta metodología implementando tecnología de identificación por radiofrecuencia. El control de registro bibliotecario no corre lejos de este asunto; uno de ellos es el sistema de identificación de libros de la UNAN-León, el cual utiliza identificación de código de barras y el proceso de escritura del título de un libro en papel para solicitarlo.

Con la intención de ofrecer una propuesta para dar solución a esta dificultad se ha realizado este trabajo monográfico capaz de renovar y agilizar el proceso de identificación, registro y préstamo de libros en las bibliotecas de la UNAN-León.

Abstract

The implementation of the barcode in the identification of various products in society tends to be a somewhat old and perhaps old-fashioned method, nowadays develop of applications are aimed at improving this methodology by implementing radiofrequency identification technology. The control of library registration does not run far from this issue, one of them is the UNAN LEON book identification system, which uses barcode identification and the process of writing the title of a paper book to request it.

With the intention of offering a proposal to give solution to this difficulty, this monographic work has been carried out, capable of renewing and speeding up the registration process and loan of books in the libraries of the autonomous national university of the city of Leon.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. ANTECEDENTES	3
4. JUSTIFICACIÓN	5
4.1 Originalidad	5
4.2 Alcance	5
4.3 Producto	6
4.4 Impacto	6
5. OBJETIVOS	7
5.1 General	7
5.2 Específicos	7
6. MARCO TEÓRICO	7
6.1 RFID	7
6.1.1 Historia	8
6.1.2 Componentes de un sistema RFID	9
6.1.3 Comunicación entre lector y etiqueta	14
6.1.4 Diseño de antenas para aplicaciones RFID	15
6.1.5 Protocolos de autenticación RFID	15
6.1.6 Problemas de privacidad en los sistemas RFID	16
6.1.7 Diferentes usos de la tecnología RFID	16
6.2 ARDUINO	17
6.2.1 Software de Arduino	18
6.2.2 Hardware de Arduino	18
6.2.3 Arduino Uno	19
6.2.4 Entradas y salidas	20

6.2.5	Comunicación serie	20
6.2.6	Comunicación serial de arduino y su exterior	22
6.3	El lector MIFARE MFRC522	23
6.3.1	MIFARE Classic® 1K de tarjeta inteligente sin contacto	24
7.	DISEÑO METODOLÓGICO	26
7.1	Modelo de Prototipo	26
7.2	Materiales	26
7.2.1	Hardware	26
7.2.2	Software	27
7.3	Etapas del trabajo	28
7.4	Especificación de Requisitos Software	29
8.	RESULTADOS	49
8.1	Recopilación de información y elaboración del protocolo.	49
8.2	Selección de dispositivos.	50
8.3	Diseño y funcionalidad del software	51
8.3.1	Diseño de conexión del lector RFID con el Arduino	51
8.3.2	Programación del código Arduino-lector RFID	52
8.3.3	Construcción del diagrama de flujo de la solución	53
8.3.4	Elaboración diagrama entidad relación	54
8.3.5	Construcción del software de préstamos	55
8.4	Diseño y creación del equipo lector RFID	56
8.5	Pruebas del Equipo y Software	59
9.	CONCLUSIONES	61
10.	RECOMENDACIONES	62
10.4	Recomendaciones de uso o implementación	62
10.5	Mejoras o trabajos futuros	62
11.	BIBLIOGRAFÍA	63

ANEXOS	64
Anexo 1: Funcionalidad del Software	64
Anexo 2: Presupuesto del prototipo RFID construido	69
Anexo 3: Entrevista realizada al Ing. Óscar Miranda, programador de la dirección de bibliotecas de la UNAN-LEÓN.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de microcontrolador	19
Figura 2 Placa Arduino Uno.....	19
Figura 3 Comunicación serial de Arduino.....	22
Figura 4 Lector RFID MFRC522	23
Figura 5 Diagrama lógico del sistema RFID de préstamo	49
Figura 6 Lector RFID número 1	50
Figura 7 Lector RFID número 2	50
Figura 8 Lector RFID número 3	51
Figura 9 Esquema lógico de conexión	51
Figura 10 Código Arduino para la lectura de etiquetas RFID	52
Figura 11 Diagrama de flujo de la aplicación.....	53
Figura 12 Diagrama de entidad relación de la aplicación.....	54
Figura 13 Interfaz de inicio del software de préstamos	55
Figura 14 Primer esquema físico del equipo hardware	56
Figura 15 Caja de proyecto con montaje PVC.....	56
Figura 16 Primer ejemplo de base para el prototipo	57
Figura 17 Prototipo finalizado parte lateral	58
Figura 18 Prototipo finalizado parte superior	58
Figura 19 Pruebas del software con el hardware sobre la identificación tarjeta-lector RFID	59
Figura 20 Registro en el software de préstamos	60
Figura 21 Interfaz de reportes	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1 Características de las etiquetas RFID	11
Tabla 2 Frecuencias de las etiquetas RFID.....	13
Tabla 3 Características Arduino Uno	20



1. INTRODUCCIÓN

En los recientes años en distintas naciones, es notoria la innovación de los sistemas de control de inventario o de identificación de personas, trasladando el proceso de registro de objetos o personas a un nuevo procedimiento más ágil y renovado por radio frecuencia; mejor conocida como RFID. Esta es una tecnología que se levanta con poco auge en nuestro país sin embargo ya existen sistemas automatizados que la involucran.

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología que obtiene los datos a través de ondas de radio, lo que permite llevar un control específico y detallado de los productos o personas a los que se le integra. Esta tecnología se puede implementar en diversos escenarios; tanto para llevar control de inventario en una empresa de productos varios, como para tener un control de los utensilios médicos en un hospital, etc. En esta ocasión, para demostrar su efectividad y utilidad, se ha decidido aplicarlo en un sistema bibliotecario concretamente en el servicio de préstamo de libros.

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León cuenta con distintas bibliotecas situadas en todas sus Facultades; algunas más grandes que otras, y algunas más frecuentadas que otras; en dichas bibliotecas se cuenta con un sistema actual de registro y préstamo de libros el cual es un software que no pertenece directamente a la institución, además se implementa identificación de código de barras para los libros; identificación que parece no desaparecer del mercado y que tiende a volver el proceso de préstamos un poco más lento y poco atractivo.

En orden de demostrar que la tecnología RFID es atractiva e innovadora, hemos encaminado nuestro proyecto, a una propuesta que implemente esta nueva tecnología en las bibliotecas de la UNAN-León para mejorar el sistema actual de préstamo de libros.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, muchas bibliotecas implementan la identificación por código de barras en los libros que poseen, en algunos casos solamente los identifican a través de un código ISBN (Número Internacional Normalizado del Libro) y en otros casos, no poseen un sistema para el control de préstamos apropiado a sus necesidades, algo que pone en riesgo la seguridad de los libros almacenados; además de esto, el proceso de identificación de la persona no suele ser el adecuado.

En las bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), se hace uso de un sistema de registro de libros y de estudiantes muy básico, en la identificación de libros se utilizan códigos de barra y para los estudiantes un número de carnet siendo así que, al realizar un préstamo se requiere no sólo de la información de código de barra del libro o del número de carnet del estudiante, sino también de datos anexos como título del libro o nombre de la carrera del estudiante para efectuar el préstamo.

Para realizar un préstamo en las bibliotecas de la UNAN-León el proceso de préstamos se describe así: el estudiante realiza la búsqueda del libro que necesita mediante una interfaz localizada en una computadora, anota en un papel el título, el año y el código ISBN del libro (lo cual en algunas ocasiones es realizado de manera incorrecta retrasando el proceso), después el bibliotecario procede a buscar en el sistema para comprobar si el libro está disponible, sino lo está informa que ya fue prestado y si lo encuentra debe teclear el código que tiene escrito el libro al sistema de registros para proceder a realizar el préstamo.

Este sistema tiende ser un poco antiguo y hace más lento el proceso de préstamos; cabe destacar que el software de registro y préstamo de libros en la UNAN-León, es un sistema ajeno lo que impide posibles modificaciones por parte de la institución, por lo que cuando presenta fallos se debe reportar a fuentes internacionales para reparar averías.

Dado la necesidad de agilizar el sistema de registro y préstamos de libros e identificación de los estudiantes se hace la propuesta de un sistema de préstamos, implementando identificación por radiofrecuencia capaz de dar solución a dichas problemáticas.



3. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la propuesta en cuestión del sistema de identificación con radio frecuencia dirigido a las bibliotecas de la UNAN-León, se ha consultado y examinado detalladamente los trabajos monográficos relacionados a bibliotecas y que implementan tecnología semejante a la utilizada en nuestro proyecto y son los siguientes:

- **Valoración de la calidad de los servicios de la biblioteca central (León, Nicaragua - 2002). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, trabajo monográfico para optar al título de Licenciatura en matemática**

Este trabajo monográfico está enfocado en hacer una valoración tanto de los servicios que se ofrecen en la biblioteca central de la UNAN-LEÓN, como una estadística de cuan frecuentadas son estas bibliotecas, además de hacer mención de las distintas opiniones de los usuarios ante los procesos de préstamos y los libros que se encuentran en ésta; enfocándose básicamente en la calidad del sistema.

- **Sistema de control de acceso y monitoreo con la tecnología RFID para el departamento de sistemas de la universidad politécnica Salesiana sede Guayaquil. (Ecuador - julio, 2013). Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniería de Sistemas con mención de Telemática.** El proyecto nació de la necesidad de brindar seguridad a los equipos del laboratorio de telemática de la Universidad Politécnica Salesiana. Este diseño consiste en un sistema de control de acceso al laboratorio, permitiendo un monitoreo constante de los equipos y el acceso controlado del personal autorizado. Este sistema utiliza un módulo de identificación inalámbrica denominado RFID que tiene como fin identificar, gestionar y controlar al personal docente y de mantenimiento autorizado.
- **Desarrollo de una aplicación móvil para acceder al catálogo del sistema de bibliotecas de la UNAN-León. (León, Nicaragua - 2015). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León. Tesis para optar al título de Ingeniero en Sistemas de Información.** Este trabajo se desarrolló con la finalidad de poder ofrecer a los usuarios (estudiantes) de la Universidad Nacional Autónoma de



Nicaragua (UNAN-León) una nueva alternativa para realizar consultas al catálogo de las bibliotecas a través de una aplicación móvil desarrollada en Android.

- **Diseño de un prototipo basado en la tecnología RFID para el monitoreo de equipos digitales. (Bogotá, Colombia - 2016). Universidad Libre Facultad de Ingeniería Programa Ingeniería de Sistemas. Proyecto de grado presentado como requisito para obtener el título profesional en Ingeniería de Sistemas.** Este trabajo monográfico presenta un prototipo de un sistema de monitoreo basado en tecnología RFID para establecer la ubicación de los equipos de valor como portátiles, equipos de escritorio, dispositivos móviles o activos similares los cuales por lo general maneja una empresa en la actualidad.
- **Sistema para la gestión de información de libros y tesis ofertados por el Departamento de Computación de la UNAN – León. (León, Nicaragua - 2017). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN – LEÓN. Tesis para optar al título de Ingeniero en Sistemas de Información.**

En este sistema se proporciona a la secretaría del Departamento un sistema que agiliza el control de préstamos y devolución de los libros y tesis, disminuye en gran manera el trabajo manual que se lleva a cabo en la secretaría del Departamento de Computación de la UNAN–León, se realiza una automatización completa de todos los procesos y permite tanto a alumnos(as) y docentes reservar, prestar y hacer devoluciones.



4. JUSTIFICACIÓN

La postulación de esta propuesta está encaminada a presentar un sistema el cual es capaz de solucionar los respectivos inconvenientes que presenta el sistema de préstamos bibliotecario actual, renovando así los antiguos mecanismos y determinando que la identificación por radio frecuencia en el sistema de bibliotecas establecerá parámetros de organización y agilización del proceso de préstamos.

4.1 Originalidad

En las bibliotecas de la UNAN-León existen propuestas nulas sobre cambiar el sistema de préstamos de libros integrando una tecnología que produce grandes avances sociales como lo es RFID. Además de renovar y mejorar el proceso de préstamos, se trata de modernizar un sector que parece desfallecer en el actual ámbito social como lo es obtener información de libros físicos. De esta manera, los estudiantes podrían verse más interesados al ver que el proceso de préstamos se actualiza; incrementando así el rango de usuarios que frecuenta la biblioteca.

4.2 Alcance

Con esta propuesta de implementación de tecnología de radio frecuencia en el sistema de préstamos de las bibliotecas de la UNAN-León se logra:

- La creación de un hardware externo capaz de realizar la identificación por radio frecuencia de los libros mediante la comunicación de un sistema lector-tarjeta, que a su misma vez involucra un microprocesador para comunicarlo con el computador.
- La creación de un software capaz de registrar los datos que se transfieren mediante la comunicación de los elementos involucrados en el hardware.
- La implementación de una API que proporciona los datos requeridos, para realizar la identificación de los alumnos previamente registrados en la base de datos de la Universidad y poderlos relacionar con la identificación obtenida a través de radio frecuencia.



4.3 Producto

Se entrega a la Universidad una propuesta de mejora del sistema de préstamos, así como el software y el hardware que se ve involucrado en dicha propuesta.

4.4 Impacto

Si se implementara este sistema se obtendría la agilización e innovación en el sistema de préstamos ya que se integra una nueva tecnología en la institución que no se ha utilizado con anterioridad; volviéndolo de esta manera más atractivo para los usuarios involucrados.



5. OBJETIVOS

5.1 General

- Proponer un sistema automatizado de control de préstamos de libros para las bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – León) empleando tecnología RFID para la lectura de códigos de libros y carnet de estudiantes.

5.2 Específicos

- Crear un equipo hardware para la lectura de tarjetas RFID empleando Arduino UNO y el lector MFRC522.
- Desarrollar una aplicación de escritorio que permita realizar toda la gestión relacionada con el préstamo de libros.
- Implementar el consumo de una API que permita obtener la información del estudiante desde los servicios de la UNAN-LEÓN.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 RFID

La identificación de radio frecuencia (RFID) es una tecnología de identificación automatizada que utiliza etiquetas que son colocadas en objetos de diferentes tipos, para transmitir datos al comunicarse con los lectores RFID. Las etiquetas RFID proporcionan un identificador único, el cual asegura la privacidad de los usuarios. En su versión original, una etiqueta RFID responde al lector con su número serial único. En adición al número serial único algunas etiquetas almacena información sobre los objetos a las que están incorporadas.

Es uno de los sistemas más utilizados en la actualidad para el control de inventario; esto es consecuente a las enormes posibilidades que ofrece un sistema RFID ya que permite el poder gestionar una enorme cantidad de datos a través de los tags (el componente más elemental del sistema) que integra. Además, la tecnología RFID ofrece una amplia gama



de aplicaciones, a través de una mayor flexibilidad, transparencia y rendimiento en el suministro de Gestión de cadenas y sistemas de ejecución de almacenes.

(Rodrigues & James, 2011)

6.1.1 Historia

El primer uso de identificación por radiofrecuencia (o RFID) a gran escala se llevó a cabo durante la Segunda Guerra Mundial. Los británicos querían ser capaces de distinguir entre sus propios aviones que regresaban de la costa y los del enemigo. El sistema se desarrolló de la siguiente manera: se colocó un tag en las aeronaves aliadas. Al dar la respuesta adecuada a la señal, una aeronave propia podía ser distinguida automáticamente de una perteneciente al enemigo.

Con más investigaciones y mejores conocimientos, la tecnología RFID creció y se desarrolló en los años 70. En 1973, Charles Watson patentó la tecnología que actualmente conocemos como RFID pasiva.

Las aplicaciones comerciales de RFID también comenzaron en este momento. Empresas como *Sensormatic* y *Checkpoint* se fundaron a fines del 1960. Estas empresas, desarrollaron el control electrónico de artículos EAS (Sistema de alerta de emergencia) para contrarrestar el robo. Los sistemas EAS utilizan a menudo tags de “un” bit a través de los cuales se detecta únicamente la presencia o ausencia del mismo, permitiendo que los tags sean más económicos y provean la eficacia requerida para prevenir los robos.

Con la tecnología RFID en crecimiento durante medio siglo, la actual vigencia de RFID entró en vigor en 1999, cuando se creó el laboratorio de identificación automática (*Auto-ID Lab*) en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), con financiación de Procter & Gamble y Gillette. El *Auto-ID Lab* creó una solución utilizando la tecnología RFID combinada con códigos de producto electrónico (EPC) en sustitución de los sistemas de código de barras. Los tags RFID que el *Auto ID Lab* creó, almacenan un código electrónico de producto unívoco (denominado por sus siglas EPC) en un microchip que se transmite a través de una antena a los lectores RFID.

Sin embargo, es sólo ahora que técnicamente las condiciones son adecuadas para un amplio uso de la identificación por radiofrecuencia (RFID). Los dos problemas claves para



la tecnología RFID son la cantidad de códigos diferentes que se pueden "escribir" en una etiqueta y la posibilidad de almacenar, transferir y comunicar información. Debido a la Miniaturización en curso de dispositivos integrados semiconductores, producción en masa de tales Dispositivos a bajo costo se ha hecho posible. (Cual es el origen de la Tecnología RFID, s.f.)

6.1.2 Componentes de un sistema RFID

Los sistemas RFID son producidos por muchos fabricantes y existen en innumerables variantes. Sin embargo, un sistema RFID consiste principalmente en tres componentes: el transpondedor / etiqueta, lector, y middleware RFID.

6.1.2.1 Etiqueta RFID

Un transpondedor RFID, o etiqueta, consiste en un chip y una antena. Un chip puede almacenar un único número de serie u otra información basada en el tipo de memoria de la etiqueta. El tipo de etiqueta de la memoria puede ser de solo lectura, de lectura-escritura o de escritura una vez y de lectura múltiple.

Las etiquetas de solo lectura son mucho más baratas de producir y se utilizan en la mayoría de las aplicaciones actuales.

Las etiquetas de lectura-escritura son útiles cuando la información necesita ser actualizada. La antena se utiliza para transmitir información desde el Conecte al lector y cuanto más grande sea la antena, mayor será el rango de lectura. La etiqueta RFID puede estar adjunta o incrustada en un objeto a identificar, y puede ser escaneada por lectores móviles o estacionarios que usan ondas de radio. Las etiquetas RFID existen en tres versiones diferentes: etiquetas pasivas, etiquetas activas y semi-pasivas / Etiquetas semi-activas.

6.1.2.1.1 Etiquetas Pasivas

Es la versión más sencilla de las etiquetas RFID que no contienen su propia fuente de alimentación, como una batería, y no puede iniciar la comunicación con el lector. La etiqueta pasiva deriva su energía de las ondas de energía transmitidas por el lector y responde al



lector por emisiones de frecuencia, por lo tanto, la etiqueta pasiva se basa totalmente en el lector como su fuente de energía.

Una etiqueta pasiva debe almacenar, como mínimo, un identificador único para el elemento etiquetado, y puede ser leída en un rango de aproximadamente 10 a 20 pies bajo condiciones perfectas. Las etiquetas pasivas tienen menores costos de producción, el costo de las etiquetas pasivas varía según la frecuencia de radio utilizada, la cantidad de memoria y diseño de la antena, y otros requisitos de la etiqueta. Las etiquetas pasivas pueden operar a bajo, alto, Ultra alta, o frecuencia de microondas.

6.1.2.1.2 Etiquetas Activas

A diferencia de las etiquetas pasivas, las etiquetas activas contienen una fuente de alimentación y un transmisor, además de antena y chip, y enviar una señal continua. Estas etiquetas suelen tener capacidades de lectura/escritura, los datos de la etiqueta se pueden reescribir y/o modificar. Las etiquetas activas pueden iniciar la comunicación y comunicarse en distancias más largas de hasta 750 pies, dependiendo de la energía de la batería.

Debido a que estas etiquetas contienen más hardware que las etiquetas RFID pasivas, son más caras y se reservan para artículos costosos que se leen en distancias mayores.

6.1.2.1.3 Etiquetas Semi-pasivas

Este tipo de etiquetas se llama también etiquetas semi-activas. Las etiquetas semipasivas no inician comunicación con el lector, pero contienen baterías que permiten que la etiqueta realice otras funciones, tales como el monitoreo de las condiciones ambientales y la alimentación de la etiqueta interna electrónica. Para conservar la vida útil de la batería, algunas etiquetas semi-pasivas no transmiten activamente una señal para el lector. En cambio, permanecen inactivos hasta que reciben una señal.

Como resumen, las etiquetas semipasivas son, por lo tanto, mucho más ligeras que las etiquetas activas, menos costosas, y ofrecen una vida operativa prácticamente ilimitada. El problema es que tienen más cortos rangos de lectura que las etiquetas activas y requieren un lector de mayor potencia.

La siguiente tabla describe las diferentes características de cada una:



	Etiquetas Pasivas	Etiquetas Semi-Pasivas	Etiquetas Activas
Fuente de poder	Obtenida del Lector	Batería interna	Batería interna
Rango de Transmisión	Corto (hasta 6 .096 metros)	Medio (hasta 30.48 metros)	Largo (hasta 228.6 metros)
Patrón de Comunicación	Pasivo	Pasivo	Proactivo
Costo	Barato	Medio	Costoso
Tipo de memoria	Mayormente solo Lectura	Lectura-Escritura	Lectura-Escritura
Tiempo de Vida	Hasta 20 años	De 2 a 7 años	De 5 a 10 años

Tabla 1 Características de las etiquetas RFID



6.1.2.1.4 Etiquetas RFID por tipo de memoria

Las etiquetas RFID tienen varios tipos de memoria

- Etiquetas de solo lectura: Tienen una capacidad de almacenamiento mínima (normalmente menos de 64 bits) y contienen datos programados permanentemente que no pueden ser alterados. Estas etiquetas contienen principalmente elementos de Información de identificación y se han utilizado en bibliotecas y tiendas de alquiler de videos.
- Etiquetas de lectura-escritura: En consecuencia, tienen mayor capacidad de memoria y son más caras que las Etiquetas de solo lectura. Estas etiquetas se utilizan normalmente donde los datos pueden ser modificados en todo el ciclo de vida de un producto, como en la fabricación o en la gestión de la cadena de suministro.

Las etiquetas tienen tres procedimientos principales para administrar y almacenar datos:

- EEPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente): Es un tipo de dispositivo no volátil, la memoria es utilizada para almacenar pequeñas cantidades de datos que se deben guardar cuando la alimentación es remota. Es el procedimiento más dominante en muchos sistemas RFID, pero tiene la desventaja de alto consumo de energía durante la operación de escritura y un limitado número de ciclos de escritura.
- FRAM (Memoria de acceso aleatorio ferromagnética): Su consumo de energía de lectura es menor que la EEPROM y el tiempo de escritura es 1000 veces menor.
- SRAM (Memoria de acceso aleatorio estática): Se utiliza para el almacenamiento de datos en microondas sistema que facilita ciclos de escritura muy rápidos. La desventaja de este procedimiento es que los datos requieren una fuente de alimentación ininterrumpida de una batería auxiliar.



6.1.2.1.5 Frecuencia de operación de las etiquetas RFID

Las etiquetas RFID operan en varias bandas de frecuencia. La mayoría de las frecuencias utilizadas son las que se encuentran en los rangos de frecuencia Industrial, Científico o Médico (ISM).

Las frecuencias de RFID son divididas en los siguientes tres rangos básicos:

LF (baja frecuencia)	HF (alta frecuencia)	UHF (ultra alta frecuencia)
•Frecuencia: 125 -134 kHz •Uso: Identificación Animal •Rango: 10cm	•Frecuencia: 13.56 MHz •Uso: NFC, tarjetas inteligentes, tickets, librerías, kioscos de DvD. •Rango: 30cm	•Frecuencia: 433 MHz y 856 - 960 MHz •Uso: en todo tipo de aplicaciones. •Rango: depende del fabricante pero puede llegar hasta 4 metros.

Tabla 2 Frecuencias de las etiquetas RFID

6.1.2.2 Lector RFID

Un lector RFID es un dispositivo de escaneo que lee de manera confiable las etiquetas y comunica los resultados al middleware. Un lector usa su propia antena para comunicarse con la etiqueta por transmisión de ondas de radio a las que responderán todas las etiquetas dentro del rango de alcance.

Estos pueden procesar múltiples elementos a la vez, lo que permite un mayor tiempo de procesamiento de lectura. Pueden ser móviles o estacionarios, y se diferencian por su capacidad de almacenamiento, procesamiento y la frecuencia con que pueden leer.

6.1.2.3 Middleware RFID

El middleware se refiere en términos generales a software o dispositivos que conectan lectores RFID y los datos que recopilan los sistemas de información empresarial. El middleware RFID ayuda a tener sentido de lectura a las etiquetas RFID, aplica filtrado,



formato y lógica para etiquetar datos capturados por un lector, y proporciona estos datos procesados para aplicaciones de *back-end*.

El middleware RFID sirve para gestionar el flujo de datos entre lectores de etiquetas y aplicaciones empresariales, y es el responsable de la calidad, y por tanto de la usabilidad de la información.

Al diseñar una solución de middleware RFID, se deben considerar los siguientes problemas:

- **Soporte de hardware múltiple:** El middleware debe proporcionar una interfaz común para acceder a diferentes tipos de hardware ofreciendo diferentes características.
- **Sincronización y programación:** Debe haber una programación inteligente y sincronización entre todos los procesos del middleware. Esto minimiza la latencia y mejora la eficiencia del middleware.
- **Manejo en tiempo real de los datos entrantes de los lectores RFID:** El middleware debe manejar la gran cantidad de datos capturados por los lectores conectados en tiempo real sin perder datos.
- **Interfaz con múltiples aplicaciones:** El middleware debe ser capaz de interactuar con múltiples aplicaciones simultáneamente, atendiendo a todos los requisitos de las aplicaciones con latencia mínima.
- **Interfaz de dispositivo neutral para las aplicaciones:** El desarrollador de la aplicación solo debe utilizar el conjunto genérico de interfaces proporcionado por el middleware independientemente del tipo de hardware conectado al sistema.
- **Escalabilidad:** El diseño de middleware debe permitir una fácil integración de nuevo hardware y características de procesamiento de datos.

6.1.3 Comunicación entre lector y etiqueta

Para un sistema RFID pasivo, la comunicación entre el lector y la etiqueta es enteramente controlada por el lector y no puede enviar datos al menos que sea convocada por el lector.



6.1.4 Diseño de antenas para aplicaciones RFID

Las antenas RFID pueden ser divididas en dos clases: la antena de la etiqueta y la antena del lector.

La antena de la etiqueta no solo transmite la onda que carga la información almacenada en la etiqueta, también necesita transmitir la onda desde el lector para alimentarse de energía. La etiqueta necesita estar adherida al objeto que identifica, es la razón por la que el tamaño de la etiqueta debe ser suficientemente pequeño, y la antena debe ser aún más pequeña. En la mayoría de los casos, la antena de la etiqueta debe tener radiación omnidireccional o cobertura hemisférica.

La antena del lector transmite la energía electromagnética para activar o despertar la etiqueta, realiza la transferencia de datos; es decir la información que contiene la etiqueta y envía las instrucciones a realizar a la etiqueta.

Por lo tanto, la antena del lector debe ser una antena polarizada circularmente, para evitar la pérdida de polarización cuando se cambia la orientación del objeto identificado. (Rodrigues & James, 2011)

6.1.5 Protocolos de autenticación RFID

Un protocolo de autenticación RFID proporciona autenticación mutua entre el lector y la etiqueta, y debe resistir posibles amenazas y ataques de seguridad como el ataque de repetición. Además de la autenticación mutua, el anonimato y el reenvío secreto también son propiedades deseables para los RFID. El punto de asegurar el sistema en el anonimato es proteger la privacidad de las identidades de las etiquetas de manera que los lectores no autorizados no puedan identificar o rastrear una etiqueta específica.

Al igual que las etiquetas de tipos de variantes actualmente disponibles en el mercado, los protocolos de la autenticación RFID pueden ser muy diferentes entre sí, y las diferencias pueden venir de los distintos recursos requeridos o los variados mecanismos adoptados. Por ejemplo, un protocolo puede ser de diseño de una sola ronda o una ronda múltiple. El primero permite que el lector y la etiqueta se autentiquen entre sí después de una sola ronda de operación del protocolo, mientras que este último tiene que ejecutar varias rondas para hacer el trabajo.



6.1.6 Problemas de privacidad en los sistemas RFID

Es preocupante que el uso de los sistemas RFID puede llevar a violaciones de la privacidad en los siguientes dos sentidos. Las identificaciones se pueden obtener al espiar las comunicaciones entre lectores y etiquetas legítimos o por el Adversario enviando un ID-consulta a las etiquetas.

Otro problema es que el Adversario puede saber la ubicación del sujeto que porta los elementos con etiqueta adherida. Si este va alrededor de la ciudad con elementos que poseen etiquetas adjuntas el adversario localizará muchos lectores en varios lugares de la ciudad en orden de recoger las identificaciones de las personas que pasan cerca de los lectores. El adversario sabe dónde ha estado al confirmar el enlace de las ID recopiladas aun así si los ID son emitidos por la misma etiqueta o no. Este problema se llama privacidad de ubicación.

6.1.7 Diferentes usos de la tecnología RFID

6.1.7.1 Etiquetas inteligentes RFID

RFID se ha identificado como uno de los pilares del Internet de las cosas (IoT) y el enfoque se está moviendo de la RFID convencional a la nueva generación de Sistemas en red e interconectados. Un esfuerzo continuo que apoyará este cambio gradual es el desarrollo de "RFID etiquetas inteligente", etiquetas que son capaces de detectar, monitorear y adaptarse a su entorno cambiante.

Se plantea RFID para productos farmacéuticos, transfusiones hospitalarias, ensayos clínicos, alimentos y artículos perecederos. Incluso puede usarse para combatir la falsificación. Con el fin de alcanzar una alta precisión de lectura y un funcionamiento confiable a larga distancia, las etiquetas RFID deben ser inmunes o adaptarse a su entorno (por ejemplo, la presencia de metales, líquidos, gas, etc.) para evitar la desafinación y otros efectos perjudiciales causados por su entorno.

6.1.7.2 Documentos de identidad electrónicos

Con el fin de hacer la identificación de personas más resistentes a la falsificación, más rápida y más conveniente, existe la necesidad de almacenar los datos en documentos de



identidad en una forma que permita la lectura automática. Se utilizan diferentes tecnologías para este propósito, como tarjetas con tiras magnéticas, tarjetas inteligentes de contacto o incluso memoria óptica, como en las tarjetas de identificación italianas.

6.1.7.3 Transporte

Las primeras aplicaciones generalizadas de RFID están relacionadas con los coches. Dispositivos de control remoto diseñados para abrir y cerrar los coches no son más que etiquetas RFID activas. Los Inmovilizadores, son una forma bastante eficiente que protege contra los robos, estos son etiquetas pasivas RFID incrustadas en la llave, que se comunica con el lector de coche para autenticar una clave.

6.1.7.4 Implantes RFID

Los implantes RFID son etiquetas pasivas implantadas debajo de la piel, para proporcionar un medio de identificación personal. Como funcionan sin batería, pueden operar durante muchos años una vez implantado. El uso de implantes RFID para la identificación de personas proporciona algunas ventajas en comparación con los métodos establecidos. El proceso de identificación es prácticamente inmediato y totalmente automático, y por lo tanto es extremadamente conveniente.

La primera aplicación comercial, llamada *VeriMed*, está diseñada para identificar pacientes en cuidado de la salud. Un médico autorizado puede acceder a los archivos médicos de un paciente a través de una contraseña protegida en un sitio web, utilizando el número de identificación del paciente que puede obtener de un lector RFID. Otra aplicación comercial basada en el mismo tipo de implante es *VeriGuard*, un sistema para el control de acceso a espacios físicos como, por ejemplo, oficinas.

(Min-Tao, Yong-Chang, Fu-Shun, & Wu-Tu, 2009)

6.2 ARDUINO

Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.



Se utiliza para desarrollar elementos autónomos, conectándose a dispositivos e interactuar tanto con el hardware como el software. Se utiliza tanto como para controlar un elemento o para leer información de una fuente.

6.2.1 Software de Arduino

El IDE (*integrated development enviroment*) de arduino es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador, y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además, incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware.

6.2.2 Hardware de Arduino

Consiste en una placa de microcontrolador. Un microcontrolador es un circuito programable, capaz de ejecutar las ordenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Características de un microcontrolador:

- Velocidad del reloj u oscilador
- Tamaño de palabra
- Memoria: SRAM, Flash, EEPROM, ROM, etc.
- I/O Digitales
- Entradas Analógicas
- Salidas analógicas (PWM)
- DAC (*Digital to Analog Converter*)
- ADC (*Analog to Digital Converter*)
- Buses
- UART

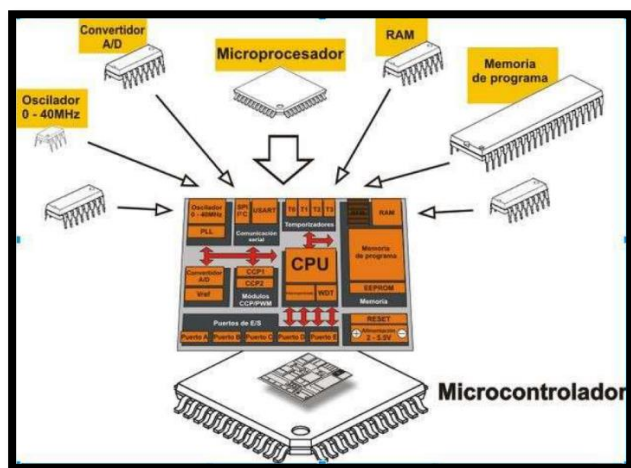


Figura 1 Ejemplo de microcontrolador (Crespo, 2017)

6.2.3 Arduino Uno

Es la placa estándar y posiblemente la más conocida y documentada. Salió a la luz en septiembre de 2010 sustituyendo a su predecesor *duemilanove* con varias mejoras de hardware que consisten básicamente en el uso de un USB HID propio en lugar de utilizar un conversor FTDI para la conexión USB.

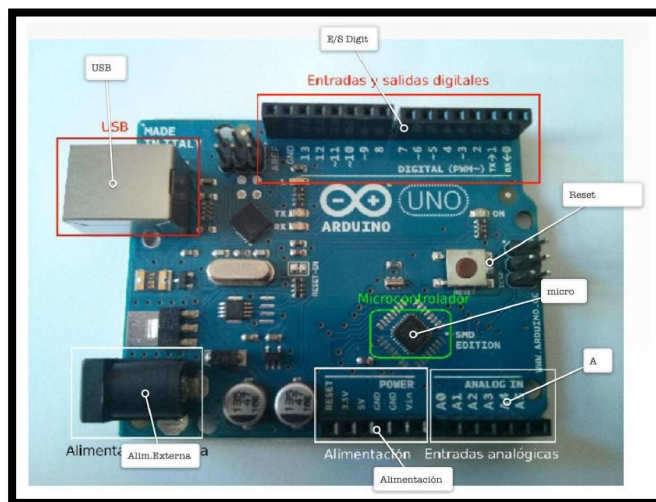


Figura 2 Placa Arduino Uno



Características técnicas

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5v
Voltaje de entrada(recomendado)	7 - 12V
Voltaje de entrada(limite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital	14(6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3.V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0.5 KB ocupados por el <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Tabla 3 Características Arduino Uno

6.2.4 Entradas y salidas

En arduino las entradas pueden ser analógicas o digitales y las salidas solo digitales. Cada pin digital tiene doble función entrada o salida. En la zona de configuración del programa hay que indicar explícitamente mediante una instrucción cual función desempeña un determinado pin.

6.2.5 Comunicación serie

Se utiliza para la comunicación entre la placa Arduino y un ordenador u otros dispositivos. Todas las placas Arduino tienen al menos un puerto serie. Se comunica a través de los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX), así como con el ordenador mediante USB. Por lo tanto, si se utilizan estas funciones, no se puede usar los pines 0 y 1 como entrada o salida digital.



Se puede utilizar el monitor del puerto serie incorporado en el entorno Arduino para comunicar con la placa Arduino. Se da clic en el botón del monitor de puerto serie en la barra de herramientas y se selecciona la misma velocidad en baudios utilizada en la llamada a *begin()*.

6.2.5.1 Comunicación serial asíncrona

Es una manera común de dos computadoras al comunicarse. Ambas deben tener su propio reloj y calcular el tiempo independientemente de la otra. Esta manera trabaja perfectamente para computadoras personales, dispositivos móviles, y microcontroladores porque tienen su propio reloj de cristal que actúa igual según el latido del procesador.

6.2.5.2 Comunicación serial síncrona

Los protocolos de la comunicación serial síncrona definen un dispositivo controlador el cual envía un pulso de reloj a uno o más dispositivos periféricos. el dispositivo intercambia un bit de dato cada tiempo que el reloj cambia. existen dos formas comunes de comunicación serial síncrona I2C (también llamada *two-wire-interface* o TWI) y SPI.

(Igoe, 2015)

6.2.5.2.1 I2C

I2C es un protocolo síncrono. I2C usa solo dos cables, uno para el reloj(SCL) y otro para el dato (SDA). Es un bus de comunicaciones en serie, su nombre viene de *Inter-Integrated Circuit*(Inter Circuitos Integrados). La versión 1.0 data del año 1992 y la versión 2.1 del año 2000, su diseñador es Philips. Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados.

6.2.5.2.2 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.

6.2.6 Comunicación serial de arduino y su exterior

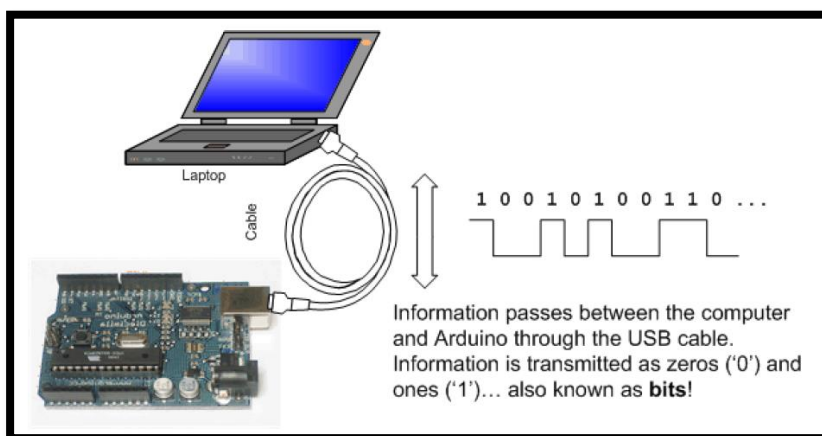


Figura 3 Comunicación serial de Arduino

La interface básica de comunicación de Arduino con el mundo exterior se lleva a cabo mediante la histórica comunicación serial asincrónica, que fue y es una de las formas de comunicación más básica de los últimos tiempos, empleadas en diversos ámbitos.

Arduino utiliza el Serial asincrónico para comunicarse vía puerto USB. Serial USB es un protocolo serie universal para altas velocidades y donde el sincronismo se logra con la codificación de los bits en forma Polar (2 niveles de tensión +D y -D), esto es la forma de los pulsos de cada bit, vale decir, no hay una señal dedicada de sincronismo, sino que la forma del pulso de cada bit se utiliza para sincronización.

6.2.6.1 USB en serial de Arduino

Cuando conectamos Arduino a un ordenador mediante un cable USB, el ordenador instala un puerto serie virtual (COM) desde el cual podemos acceder al puerto serie de Arduino. Por este motivo es necesario instalar en el ordenador los drivers de interfaz USB de los microcontroladores de Atmel, esto se hace automáticamente al instalar el IDE de Arduino.

Arduino UNO como otros Arduinos disponen de microcontroladores que no tienen un interfaz USB incorporado, por lo tanto, no se pueden conectar directamente a un Ordenador. Para ello usan un segundo microcontrolador que hace de intermediario, generalmente un ATmega16u2 que dispone de un interfaz USB.

6.2.6.2 Serial Arduino en C#

La placa de Arduino posee un chip que varía según el fabricante y que hace la función de conversión del protocolo USB al Serial asincrónico como por ejemplo el FTDI232¹.

Al programar el microcontrolador de Arduino, se hace a través del puerto serie. Este puerto permite cargar el programa, pero también sirve para monitorear, de forma sencilla, los datos de salida de los sensores conectados y poderlos visualizar en alguna aplicación. Para comunicar el pc con Arduino a través del puerto serie se hace uso de una clase llamada *SerialPort*. Esta clase es la encargada de comunicar a través del puerto serie con Arduino. (Hernández, s.f.)

6.3 El lector MIFARE MFRC522



Figura 4 Lector RFID MFRC522

El Mifare MFRC522 es un lector de tarjetas RFID que incorpora comunicación por bus SPI, bus I2C y UART, por lo que es sencillo de conectar con Arduino.

¹FTDI232: Placa conversora de serie a USB con el conocido chip FT232 de FTD, con dos diodos led indicadores de actividad.



El MFRC522 soporta las tarjetas Mifare S50, Mifare S70, Mifare *UltraLight*, Mifare Pro y Mifare Desfire. El lector MFRC522 opera en la frecuencia de 13.56Mhz y tiene una distancia de lectura de 0 a 60. El MFRC522 tiene un consumo de 13-26 mA durante la escritura, 10-13mA en *standby* e inferior a 80uA en modo *sleep*. La tensión de alimentación es de 3.3V. El MFRC522 suele suministrarse con tarjetas o llaveros MIFARE *Classic* 1K.

Características del módulo lector RFID

- Modelo: MF522-ED.
- Corriente de operación: 13-26mA a 3.3V.
- Isb de *stand by*: 10-13mA a 3.3V.
- Ism de *sleep-mode*: <80uA.
- Im máxima: 30mA.
- Frecuencia de operación: 13.56Mhz.
- Distancia de lectura: 0 a 60mm.
- Protocolo de comunicación: SPI.
- Velocidad de datos máxima: 10Mbit/s.
- Dimensiones: 40 x 60 mm.
- Temperatura de operación: -20 a 80°C.
- Humedad de operación: 5%-95%.
- Máxima velocidad de SPI: 10Mbit/s.
- Incluye pines, llavero y tarjeta.

(Orlando, 2014)

6.3.1 MIFARE Classic® 1K de tarjeta inteligente sin contacto

La tarjeta inteligente inalámbrica MIFARE *Classic*® 1K está basada en el NXP MF1 IC S50¹, que está conectada a una bobina con unos cuantos giros y luego embebida en un plástico para formar la tarjeta inteligente sin contacto pasivo. La capa de comunicación (Interfaz MIFARE RF) cumple con las partes 2 y 3 del estándar ISO/IEC14443A.

¹NXP MF1 IC S50: Tarjeta RFID de lectura / escritura con el cumplimiento de ISO / IEC14443.



El MIFARE *Classic*® 1K es principalmente utilizado para almacenamiento de memorias, mientras que un mecanismo de seguridad simple divide las memorias en dos segmentos. Por lo tanto, es ideal para altos volúmenes de transacciones en diferentes aplicaciones, tales como etiquetado de transporte, soluciones de horario y asistencia, aparcamiento de coches, peaje en carreteras etc. Estas tarjetas disponen de 1024 bytes de memoria divididos en 16 sectores de 64 bytes, cada uno protegido por dos claves llamadas A y B. Cada una puede ser programada individualmente para permitir o bloquear operaciones lectura o escritura.

Cada sector reserva una cierta memoria para las claves A y B, por lo que este espacio normalmente no puede ser empleado para guardar datos, lo que reduce la cantidad de memoria disponible. La memoria EEPROM de las tarjetas MIFARE *Classic* puede soportar más de 100.000 ciclos de escritura, y pueden mantener la memoria durante más de 10 años sin recibir alimentación.

Características de las tarjetas MIFARE 1K

- Frecuencia: 13.56MHz
- Protocolo: ISO14443A
- ID único: 32 bits
- Tamaño EEPROM: 1024 Bytes
- Retención de datos: 10(año)
- Escribir resistencia: 100,000(ciclos)
- Material: PVC
- Temperatura: -20°C ~ +50°C
- Dimensión: 85.6 × 54 × 0.86 (mm)
- Lectores compatibles: SL500L, SL500A, SL500F, SL013, SL025B, SL025M, SL018, SL030, SL031, SL032, SL040, SL040A, SL060, SL60



7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 Modelo de Prototipo

La metodología empleada en nuestro trabajo de tesis esta basada en el modelo de prototipos; este modelo de desarrollo evolutivo, se inicia con la definición de los objetivos globales para el software, luego se identifican los requisitos conocidos y se utiliza para dar al usuario una vista preliminar de parte del software. Se implementó esta metodología porque se plantea que el usuario final visualice un fragmento del sistema planteado para que pueda ser valorado; el cual esta atenido a pruebas, y esta expuesto a críticas y a presentar posibles fallos, que pudieran recalcar en la mejora del mismo.

7.2 Materiales

Para la implementación de nuestro prototipo se utilizaron los siguientes elementos:

7.2.1 Hardware

Dispositivos para implementar software:

- **PC1:** Toshiba Satélite, intel core i5, 2.3GHz, Ram 8Gb, 750Gb.
- **PC2:** Toshiba Satélite, intel core i7, 2.00GHz, Ram 8Gb, 500Gb.
- **PC3:** HP Notebook, intel core i3, 2.00 GHz, Ram 8Gb, 910Gb.

Dispositivos principales del prototipo:

- 1 Microcontrolador Arduino UNO smd.
- 7 Wire Jumper Macho-Hembra 10cm.
- 1 Lector RFID MIFARE MFRC522.
- 1 Set de pines para el lector MIFARE.
- 3 Tarjetas MIFARE Classic 1K.
- 3 Llaveros MIFARE Classic 1K.



Materiales para la soldadura de pines y lector MFRC522:

- 1 soldador pequeño.
- 3 metros de estaño.

Elementos para el empaquetado del prototipo:

- 1 caja plástica PVC de proyecto con 8 tornillos.
- 1 metro de plástico PVC.
- 1 pega de tubos PVC.
- 1 sierra de mano.
- 1 Taladro Makita.

7.2.2 Software

Sistemas operativos: Windows 10, Windows 8.1

Lenguajes de programación: C++, C#

Entorno de programación: Visual Studio 2013, 2015, Arduino IDE v 1.6.12

Sistema gestor de base de datos: MySQL v 5.2

Servidor local: XAMPP v3.2.2, v 7.1.11



7.3 Etapas del trabajo

➤ **Etapas I: Recopilación de información, elaboración del protocolo y construcción del sistema lógico**

Para el desarrollo de nuestro proyecto, se investigó y recolectó información teórica y práctica de diversas fuentes. Además, se elaboró la documentación en el que se explica paso a paso el proceso de nuestro proyecto y los resultados esperados. Además, se diseñó el esquema lógico de funcionamiento del sistema de préstamos.

➤ **Etapas II: Selección de los dispositivos**

Se hizo una valoración de los distintos dispositivos en el mercado que se adaptaban a nuestro proyecto y posteriormente se seleccionaron los dispositivos a utilizar que llenaran los requisitos impuestos, para el desarrollo de este proyecto.

➤ **Etapas III: Diseño y funcionalidad del software de préstamos**

Se desarrolló el código para extraer los parámetros proporcionados por los lectores RFID y se hizo una valoración de sus características para darle un uso adecuado. Se diseñó el modelo relacional de la base de datos y el diagrama de flujo que respaldaría el sistema; posteriormente se dio inicio a la construcción del software para la lectura de las etiquetas RFID, las cuales van incorporadas en los libros y en los carnets de cada estudiante.

➤ **Etapas IV: Diseño y creación del equipo lector RFID**

En esta etapa se realizó la construcción del empaquetado de los dispositivos; realizando las respectivas medidas para lograr agruparlos en una caja de proyecto adecuada.

➤ **Etapas V: Pruebas del equipo y software de préstamos**

Se realizaron pruebas de integración entre los dispositivos RFID y el software. Se verificó la confiabilidad y exactitud del Sistema.



7.4 Especificación de Requisitos Software

7.4.1 Introducción

A continuación, se especificarán los requisitos de software que tiene como misión mostrar los resultados obtenidos a través de la tecnología RFID.

7.4.1.1 Propósito

Definir de manera clara y precisa todas las funcionalidades y restricciones del sistema para la gestión de préstamos y devoluciones de los libros de las bibliotecas de la UNAN-León.

7.4.1.2 Alcance

La aplicación desarrollada llevara por nombre SACP (Sistema Automático de control de Préstamos) el cual consiste en un sistema automatizado de control de préstamos de libros para las bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – León) empleando tecnología RFID para la lectura de códigos de libros y estudiantes.

Éste realizará las siguientes funciones:

Administrador:

- Iniciar sesión (logueo).
- Modificar los datos del administrador, configuración del puerto y de la API.
- Inserciones de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultades, tipo de libro y editorial.
- Actualizaciones de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultades, tipo de libro y editorial.
- Reportes

**Usuario:**

- Iniciar sesión (logueo).
- Ver estudiantes activos como los que han hecho préstamos.
- Realizar préstamos.
- Registrar estudiantes.
- Registrar libros.
- Ver Acerca de.
- Administración.

7.4.1.3 Personal Involucrado

Nombre	Yesser Joel Miranda Guillen
Rol	Miembro del equipo desarrollador
Categoría	Ing. Sistemas Información
Responsabilidades	Recopilación de Requisitos, Análisis y diseño de Software.
Información de Contacto	yessermiranda97@gmail.com

Nombre	Teresa María Urey Rubí
Rol	Miembro del equipo desarrollador
Categoría	Ing. Sistemas Información
Responsabilidades	Recopilación de Requisitos, Análisis y diseño de Software.
Información de Contacto	tererubi16@gmail.com

Nombre	Alejandra Paola Salinas Bolaños
Rol	Miembro del equipo desarrollador
Categoría	Ing. Sistemas Información
Responsabilidades	Recopilación de Requisitos, Análisis y diseño de Software.
Información de Contacto	alejandrabolaos58@gmail.com



7.4.1.4 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

- **RFID:** identificación por radiofrecuencia, sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas o tarjetas RFID. Su propósito es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.
- **TAG:** etiqueta RFID, son la forma de empaquetado más común y habitual de estos dispositivos; son autoadhesivas y se caracterizan por su flexibilidad y delgadez.
- **API:** interfaz de programación de aplicaciones, es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.
- **UART:** transmisor receptor asíncrono universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo.
- **FTDI232:** simple placa conversora de serie a USB con el conocido chip FT232, junto con dos diodos led indicadores de actividad. Se puede utilizar para alimentar y programar directamente una placa Arduino.
- **EAS:** sistema de alerta de emergencias, un sistema de alerta público que exige a las estaciones de radio y televisión de transmisión abierta ofrecer a la máxima autoridad dirigirse al público en caso de una emergencia pública.
- **EPC:** es una aplicación de la cadena de valor que maximiza la tecnología RFID para proveer un nivel de visibilidad que antes no podía alcanzar.



- **ISM:** bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.
- **IOT:** internet de las cosas se refiere a una interconexión digital de objetos cotidiano con internet.
- **SPI:** estándar de comunicaciones usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos.
- **I2C:** circuito integrado en bus serie de datos, desarrollado en 1982, se utiliza para la comunicación entre diferentes partes de un circuito por ejemplo entre un controlador y circuitos periféricos integrados.
- **COM:** puerto serie, interfaz de comunicaciones de datos digitales, frecuentemente utilizado por computadoras y periféricos donde la información es transmitida bit a bit, enviando un solo bit a la vez.
- **PVC:** policloruro de vinilo; material termoplástico obtenido del cloruro de vinilo.



7.4.2 Descripción General

7.4.2.1 Perspectiva del Producto

La aplicación desarrollada se desempeña en un entorno completamente de escritorio, requiere la presencia de conexión a internet. Funciona en cualquier ordenador con sistema operativo superior de Windows 8.1 en adelante, no requiere de una excesiva cantidad de procesador y como tal se desempeñará de forma rápida y eficaz.

7.4.2.2 Funcionalidad del Producto

El software funcionara en base a la siguiente estructura:

Habrà una interfaz de inicio en donde el usuario tendrá que loguearse posteriormente podrá ver una variedad de opciones a realizar según el rol que posee; estas opciones se describen mejor a continuación:

- **Interfaz de logueo:** En esta opción tendrá que acceder según el rol que posea, en base a esto podrá realizar diferentes operaciones.
- **Interfaz de préstamos:** En esta interfaz el usuario bibliotecario procede a registrar un préstamo obteniendo el ID RFID del carnet de estudiante mediante el lector y una vez que se obtiene se procede a buscar en la API los datos del estudiante y se cargan en la interfaz; lo mismo sucede con el libro, pero esta vez se buscan los datos en una base de datos.
- **Interfaz de estudiante:** En esta interfaz el bibliotecario puede registrar un nuevo estudiante en la base de datos de la aplicación.
- **Registro de libro:** En esta interfaz se hace un registro de los libros y sus datos correspondientes en la base de datos.
- **Interfaz de devoluciones:** En esta interfaz se realizan las respectivas devoluciones de libros.



- **Interfaz administración:** Se pueden ejecutar acciones de configuración de puertos, configuración de la API, así como inserciones, actualizaciones y visualizar reportes.
- **Inserciones:** En esta opción tenemos la posibilidad de ingresar nuevos datos relacionados a los autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultad, tipo de libro y editorial.
- **Actualizaciones:** En la interfaz actualizaciones se nos permite solamente actualizar y eliminar los datos existentes de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultad, tipo de libro y editorial.
- **Reportes:** En esta interfaz podemos realizar reportes con filtro, es decir solo por edad o por sanciones, sexo, carrera, facultad, etc.

7.4.2.3 Características de los Usuarios

Los usuarios que manipularan esta aplicación de escritorio, son usuarios de edad superior a los 20 años y con conocimiento pobre o alto de manejo de esta novedosa tecnología RFID:

Tipo de Usuario	Usuario común (bibliotecario).
Formación	Conocimiento de manejo de una computadora.
Habilidades	Manejo de aplicaciones para control de préstamos de libros u similares.
Actividades	Guiarse mediante la secuencia de interfaces simultaneas.

7.4.2.4 Restricciones

- Se requiere de conexión a internet todo el tiempo por lo que se implementa una API con la que se consulta la información de los estudiantes si están activos o no.
- Se requiere de un S.O Windows 8.1 o una mayor versión.
- Se requiere de una conexión a un gestor de BD para que la aplicación pueda almacenar información dentro de ella.



7.4.2.5 Evolución Previsible del Sistema

La versión de la aplicación que se desarrollo tiene un entorno amigable, sencillo y fácil de utilizar para los usuarios. En el futuro se planea agregar más funcionalidades como una interfaz de búsqueda de libros prestados y disponibles.

7.4.2.5.1 Recursos

Recursos Hardware

- **PC1:** Toshiba Satélite, intel core i5, 2.3GHz, Ram 8Gb, 750Gb.
- **PC2:** Toshiba Satélite, intel core i7, 2.00GHz, Ram 8Gb, 500Gb.
- **PC3:** HP Notebook, intel core i3, 2.00 GHz, Ram 8Gb, 910Gb

Recursos Software

- Windows 8.1 en adelante
- Visual Studio 2013, 2015
- Arduino IDE v 1.6.12
- MySQL v 5.2
- XAMPP v3.2.2, v 7.1.11



7.4.3 Requisitos Específicos

Numero de requisito	RF01			
Nombre de requisito	Gestión de préstamos de libros y devoluciones.			
Tipo	*	Requisito	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El bibliotecario podrá procesar cualquier préstamo del libro al estudiante; siempre que haiga ejemplar de dicho libro. También podrá gestionar las devoluciones de dichos libros prestados.			

Numero de requisito	RF02			
Nombre de requisito	Inserciones de autor, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultades, tipo libro y editorial.			
Tipo	*	Requisito	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El administrador podrá realizar inserciones de autores, bibliotecarios y otros en el sistema en caso de que no estén registrados.			

Numero de requisito	RF03			
Nombre de requisito	Actualizaciones de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultades, tipo de libro y editorial.			
Tipo	*	Requisito	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El administrador podrá realizar inserciones de autores, bibliotecarios y otros en el sistema en caso de que se hagan nuevas ediciones de libros y más ejemplares, cambio de bibliotecarios etc.			

Numero de requisito	RF04			
Nombre de requisito	Administración			
Tipo	*	Requisito	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El administrador podrá realizar acciones de registro de nuevos usuarios administradores o bibliotecarios, así como configurar aspectos relacionados al puerto de escucha del lector y configuraciones de la API.			



7.4.3.1 Requisitos Comunes de los Interfaces

7.4.3.1.1 Interfaces de Usuario

En esta interfaz el usuario tendrá que loguearse y según el rol que le asigne podrá realizar múltiples operaciones. Un usuario común es un bibliotecario, este podrá gestionar lo que son los préstamos y devoluciones de libros a los estudiantes, registrar libros, estudiantes, ver los estudiantes activos y visualizar reportes; si es un usuario administrador podrá realizar las configuraciones a la base de datos, registrar nuevos usuarios, inserciones y actualizaciones de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, etc. configurar los puertos de escucha del lector y configurar la API.

7.4.3.1.2 Interfaces de Hardware

Para poder emplear el uso de esta aplicación, se debe contar con los siguientes recursos en el ordenador que se proceda a utilizar: un procesador con capacidad de 2GHZ o superior y una memoria RAM de 8GB o superior, es recomendable que todas estas especificaciones de hardware se cumplan para un correcto funcionamiento.

7.4.3.1.3 Interfaces de Software

Es necesario contar con un S.O Windows 8.1 en adelante, el sistema de gestor MySQL v 5.2, un servidor local XAMPP v3.2.2, v 7.1.11 y entornos de programación Visual Studio 2013, 2015, Arduino IDE v 1.6.12; actualizados para que no causen fallos de sistema.

7.4.3.1.4 Interfaces de Comunicación

Es estrictamente necesario que se cuente con conexión a internet porque se implementa el consumo de una API en donde se consultan los datos de los estudiantes.



7.4.3.2 Requisitos Funcionales

7.4.3.2.1 Requisito Funcional 1

7.4.3.2.1 Inicio de sesión.

7.4.3.2.1.1 Especificación

7.4.3.2.1.1.1 Introducción

Este proceso realizará la captura de los datos necesarios del usuario para que pueda utilizar la interfaz y acceder a los datos.

7.4.3.2.1.1.2 Entrada

Por pantalla: Datos para codificar inicio de sección

- Nombre de usuario
- Contraseña de usuario

7.4.3.2.1.1.3 Proceso

Verificación de los datos introducidos por teclado si son correctos se le permite entrar a la aplicación y se da acceso a la base de datos.

Los datos necesarios a introducir serán:

- Nombre de usuario: será un dato obligatorio. Y este será la llave primaria. Se comprobará que existe de no ser así se enviará un mensaje de advertencia.
- Contraseña de usuario: será un dato obligatorio. Se comprobará que existe de no ser así se enviará un mensaje de advertencia.



7.4.3.2.1.1.4 Salida

Se mostrará la aplicación al usuario permitiéndole ver las operaciones según rol que se le haiga asignado a dicho usuario.

7.4.3.2.2 Requisito Funcional 2

7.4.3.2.2.1 Interfaz de Préstamos

7.4.3.2.2.1.1 Especificación

7.4.3.2.2.1.1.1 Introducción

El bibliotecario podrá gestionar los préstamos que el estudiante solicite.

7.4.3.2.2.1.1.2 Entrada

Los datos a introducir serán:

- Libro.
- Estudiante.
- Fecha de préstamo.
- Fecha de devolución.

7.4.3.2.2.1.1.3 Proceso

Para gestionar el préstamo del libro, el bibliotecario tendrá que pasar el libro sobre un lector RFID el cual capturara el código del libro automáticamente como con el carnet del estudiante; dichos datos quedaran de forma automática registrados en la aplicación.

7.4.3.2.2.1.1.4 Salida

Se mostrará por pantalla el préstamo solicitado por el estudiante.



7.4.3.2.3 Requisito Funcional 3

7.4.3.2.3.1 Registro de Estudiante

7.4.3.2.3.1.1 Especificación

7.4.3.2.3.1.1.1 Introducción

Por medio de este proceso se obtendrá los datos de los estudiantes por medio de una API.

7.4.3.2.3.1.1.2 Entrada

No hay que introducir dato alguno en caso que esté conectado a internet, en caso que no tenga conexión a internet los datos a introducir serán los siguientes:

- N° carnet
- Nombres
- Apellidos
- Fecha de nacimiento
- Facultad
- Cedula
- Año
- Carrera

7.4.3.2.3.1.1.3 Proceso

En caso que tenga conexión a internet, el estudiante pasara su carnet delante del lector RFID por medio del cual capturara automáticamente el número de carnet luego solo se da clic en el botón buscar y ahí se hace una consulta a la API en donde busca el número de carnet capturado para rellenar los demás campos automáticamente. En caso que no tenga conexión a internet el



bibliotecario tendrá que ingresar de manera manual todos los datos descritos anteriormente.

7.4.3.2.3.1.1.4 Salida

Registro de los estudiantes.

7.4.3.2.4 Requisito Funcional 4

7.4.3.2.4.1 Registro de libro

7.4.3.2.4.1.1 Especificación

7.4.3.2.4.1.1.1 Introducción

Por medio de este proceso se registrarán los libros.

7.4.3.2.4.1.1.2 Entrada

Los datos a introducir serán:

- Código ISBN del libro
- UID RFID se captura de manera automática
- Título del libro
- Fecha de publicación
- Autor
- Biblioteca
- Editorial
- Categoría

7.4.3.2.4.1.1.3 Proceso

El bibliotecario pasara el área del libro donde se encuentre la etiqueta RFID sobre el lector para capturar el UID RFID del libro, luego se procede a ingresar de manera manual los demás campos del libro. También se



cargarán los libros que están ingresados desde la base de datos.

7.4.3.2.4.1.1.4 Salida

Registro de libros.

7.4.3.2.5 Requisito Funcional 5

7.4.3.2.5.1 Interfaz de devoluciones

7.4.3.2.5.1.1 Especificación

7.4.3.2.5.1.1.1 Introducción

Por medio de este proceso el bibliotecario podrá registrar las devoluciones de los libros.

7.4.3.2.5.1.1.2 Entrada

No hay necesidad de ingresar datos.

7.4.3.2.5.1.1.3 Proceso

El bibliotecario debe solo pasar el libro y el carnet sobre el lector y este capturara de manera automática el UID RFID del libro y el número del carnet.

7.4.3.2.5.1.1.4 Salida

Registro de las devoluciones.



7.4.3.2.6 Requisito Funcional 6

7.4.3.2.6.1 Interfaz de administración.

7.4.3.2.6.1.1 Especificación

7.4.3.2.6.1.1.1 Introducción

Este proceso muestra a los administradores diferentes operaciones a realizar.

7.4.3.2.6.1.1.2 Entrada

Hay diferentes entradas, ya sea para configurar el puerto, la API o agregar administradores o bibliotecarios (usuarios).

7.4.3.2.6.1.1.3 Proceso

Se podrá agregar administrador, modificarlos, eliminarlos, agregar bibliotecarios, configurar la API en caso que la ruta URL sea diferente. También generan un *backup* en caso que se requiera hacer un respaldo de todos los préstamos y devoluciones de libros.

7.4.3.2.6.1.1.4 Salida

Visualizar los administradores, el puerto que se está usando al igual que la configuración de la API.



7.4.3.2.7 Requisito Funcional 7

7.4.3.2.7.1 Inserciones

7.4.3.2.7.1.1 Especificación

7.4.3.2.7.1.1.1 Introducción

En este proceso el administrador podrá realizar inserciones de autores, bibliotecas, bibliotecarios, carreras, facultades, tipo de libro y editorial.

7.4.3.2.7.1.1.2 Entrada

Los datos a ingresar dependerán en que panel se encuentre el administrador.

7.4.3.2.7.1.1.3 Proceso

El administrador ingresará los datos según en el panel en que se encuentren y será de manera manual.

7.4.3.2.7.1.1.4 Salida

Guardar los datos ingresados como también se podrán ver los registros antes ingresados cargados desde la base de datos en el panel.



7.4.3.2.8 Requisito Funcional 8

7.4.3.2.8.1 Actualizaciones

7.4.3.2.8.1.1 Especificación

7.4.3.2.8.1.1.1 Introducción

Edición de los datos de los paneles autor, biblioteca, bibliotecario, carreras, facultades, tipo de libro y editorial.

7.4.3.2.8.1.1.2 Entrada

La entrada dependerá en que panel se encuentre el administrador para realizar posibles actualizaciones.

7.4.3.2.8.1.1.3 Proceso

El administrador podrá modificar o eliminar los datos de los paneles autor, biblioteca, bibliotecario, carreras, facultades, tipo de libro y editorial, cargados desde la base de datos.

7.4.3.2.8.1.1.4 Salida

Guardar la actualización realizadas en los paneles.



7.4.3.2.9 Requisito Funcional 9

7.4.3.2.9.1. Reportes

7.4.3.2.9.1.1 Especificación

7.4.3.2.9.1.1.1 Introducción

En este proceso el bibliotecario podrá generar reportes.

7.4.3.2.9.1.1.2 Entrada

Las entradas son filtros que el bibliotecario puede seleccionar ya sea en el panel de estudiantes, libros o préstamos.

7.4.3.2.9.1.1.2 Proceso

El bibliotecario podrá generar los reportes de libros, estudiantes y préstamos según la opción que elija ya sea por edad, sanciones, carreras, facultades, etc.

7.4.3.2.9.1.1.4 Salida

Generar reportes en formato PDF, Excel o elegir la opción imprimir.



7.4.3.3 Requisitos no funcionales

7.4.3.3.1 Requisitos de rendimiento

Numero de requisito	RNF01				
Nombre de requisito	Rendimiento del Sistema				
Tipo		Requisito	*	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial		Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El sistema debe estar preparado para respuestas inmediatas para una completa interacción con el usuario para poder cumplir cada una de sus peticiones, por lo tanto, el 99% de estas operaciones deben realizarse en tiempo real, sin perder el tiempo en cada una de ellas.				

7.4.3.3.2 Seguridad

Numero de requisito	RNF02				
Nombre de requisito	Seguridad de Sistema				
Tipo	*	Requisito		Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial		Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El sistema requerirá autenticación de los usuarios para acceder a la aplicación, con el objetivo de mantener seguro los datos de cada usuario.				

7.4.3.3.3 Fiabilidad

Numero de requisito	RNF03				
Nombre de requisito	Fiabilidad del Sistema				
Tipo		Requisito	*	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial		Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El sistema debe ser fiable para los usuarios con el objetivo de mantener sus datos de manera segura, por lo tanto, debe permitir que el usuario cierre su sesión y volver a retomarla.				



7.4.3.3.4 Disponibilidad

Numero de requisito	RNF04				
Nombre de requisito	Disponibilidad del Sistema				
Tipo		Requisito	*	Restricción	
Prioridad del requisito	*	Alta/Esencial		Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El sistema estará caracterizado por atender la demanda de la mayoría de los usuarios en 95% del tiempo.				

7.4.3.3.5 Mantenibilidad

Numero de requisito	RNF05				
Nombre de requisito	Mantenibilidad del sistema hardware				
Tipo	*	Requisito		Restricción	
Prioridad del requisito		Alta/Esencial	*	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	El mantenimiento del sistema el cual se refiere a evaluar la funcionalidad del hardware para evitar alguna avería o problemas que pueda presentar.				

7.4.3.3.6 Portabilidad

Numero de requisito	RNF06				
Nombre de requisito	Portabilidad del Sistema				
Tipo		Requisito	*	Restricción	
Prioridad del requisito		Alta/Esencial	*	Media/Deseado	Baja/Opcional
Descripción	Se intentará que el sistema sea portable en este caso multiplataforma y multi dispositivo.				

8. RESULTADOS

De acuerdo a las etapas planteadas de nuestro trabajo obtuvimos los siguientes resultados:

8.1 Recopilación de información y elaboración del protocolo.

Se buscaron diversas fuentes de información tanto documentos digitales como sitios webs, libros electrónicos y otros, y finalmente se hizo un análisis exhaustivo de toda la información para organizarla correctamente y presentarla al tutor para que fuese valorada y hacer los respectivos arreglos para su finalización.

Posteriormente se diseñó la estructura lógica del sistema la cual se muestra en la Figura 5 y que representa lo siguiente:

- Una vez que el bibliotecario confirma la disponibilidad del libro que fue solicitado, procede a pasar por el lector el carnet del estudiante con el chip RFID insertado para verificar su existencia en el registro universitario.
- Como segundo paso se identifica el libro a prestar pasando por el lector el área del libro donde se encuentra adherido el tag RFID.
- Al ser leídos los datos son procesados en el sistema para almacenarlos respectivamente en la base de datos y realizar el préstamo o devolución.

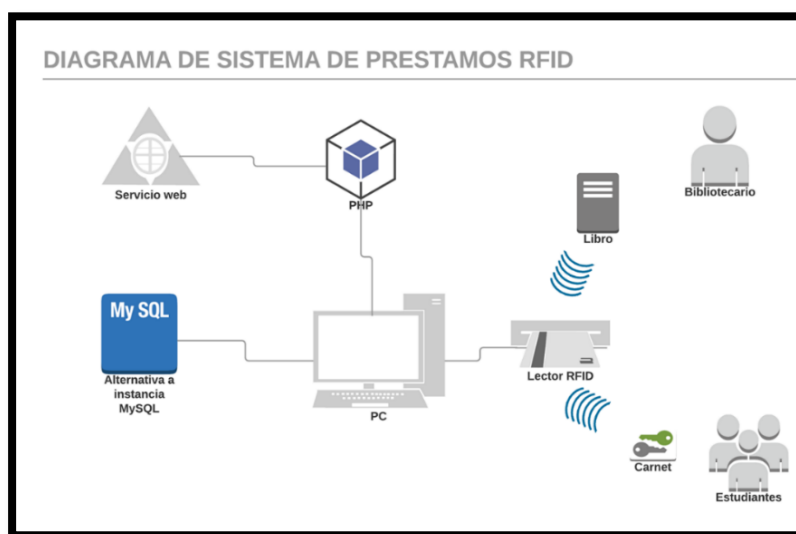


Figura 5 Diagrama lógico del sistema RFID de préstamo

8.2 Selección de dispositivos.

Se consultó un sin número de tiendas online para encontrar un equipo adecuado que coincidiera con las necesidades que se requerían suplir, además, que fuera de bajo costo. Como resultado se obtuvo una lista de los lectores más acordes y son los siguientes:

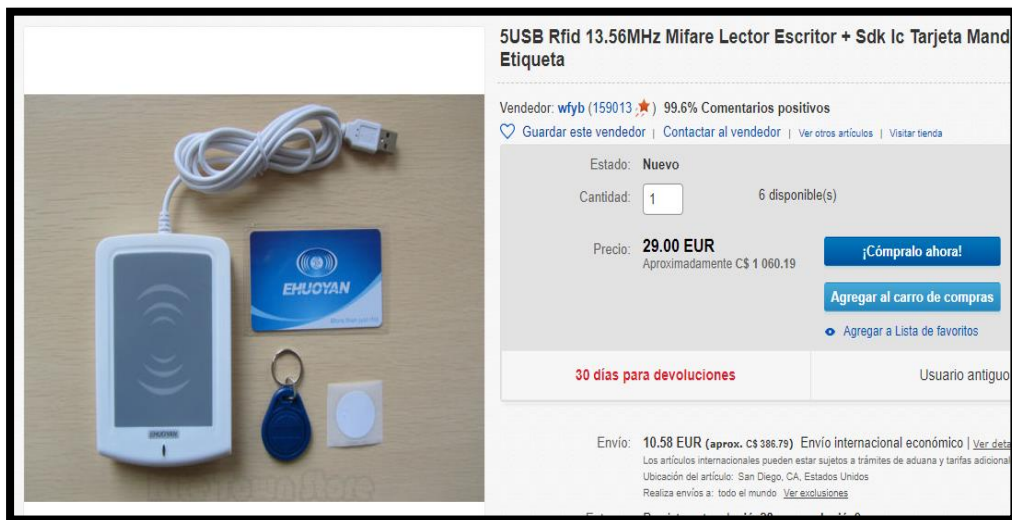


Figura 6 Lector RFID número 1

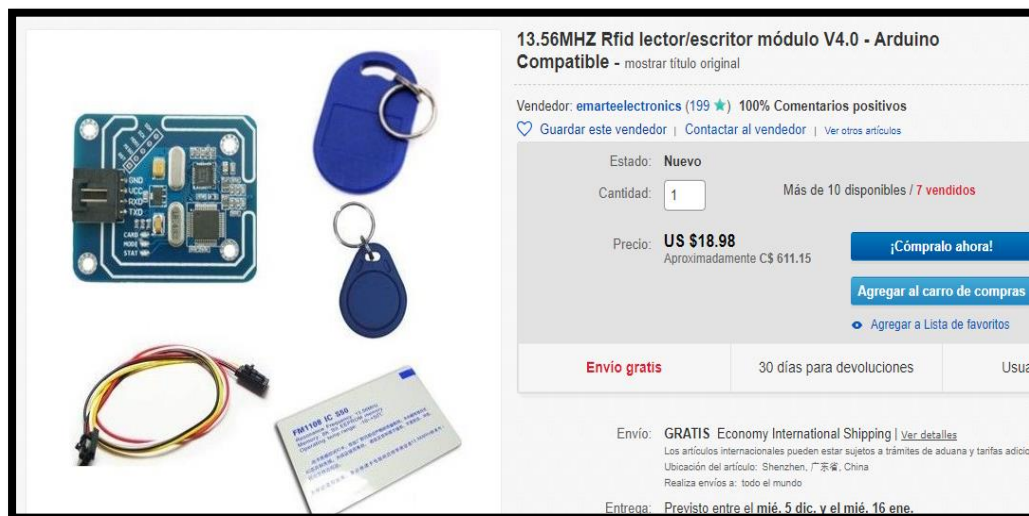


Figura 7 Lector RFID número 2

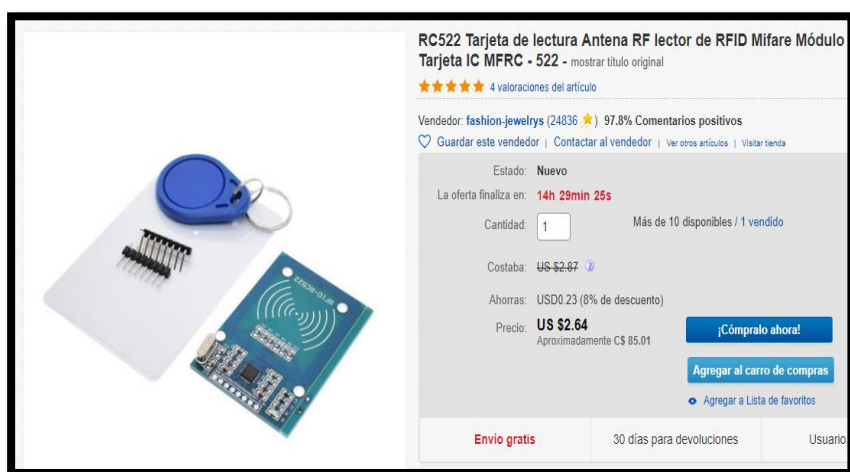


Figura 8 Lector RFID número 3

Se optó por la última opción porque es el de más bajo costo. Posteriormente se adquirió en el lugar más cercano y consecuentemente se obtuvo el microcontrolador necesario para proceder con su completa incorporación en el sistema.

8.3 Diseño y funcionalidad del software

8.3.1 Diseño de conexión del lector RFID con el Arduino

En orden de empezar a construir el código de programación de las placas como primer paso se realizó el esquema lógico para hacer las conexiones de los dispositivos:

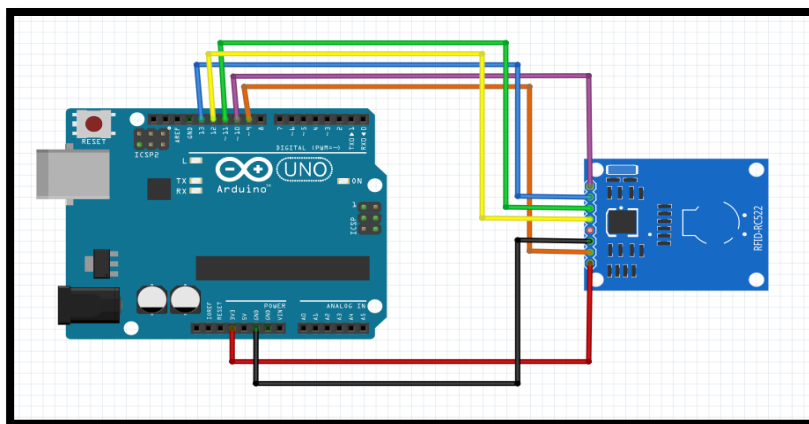


Figura 9 Esquema lógico de conexión

8.3.2 Programación del código Arduino-lector RFID

Una vez que realizado el esquema lógico de conexión, se llevó a la práctica; se procedió a programar el código para extraer los datos del lector y verificar que funcionara correctamente la conexión:

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define RST_PIN      9
#define SS_PIN       10
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
MFRC522::MIFARE_Key key;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();
    mfrc522.PCD_Init();
}

void loop() {
    if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
        return;
    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
        return;
    dump_byte_array(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size);
    mfrc522.PICC_HaltA();
    mfrc522.PCD_StopCryptol();
}

void dump_byte_array(byte *buffer, byte bufferSize) {
    for (byte i = 0; i < bufferSize; i++) {
        Serial.print(buffer[i] < 0x10 ? "0" : "");
        Serial.print(buffer[i], DEC);
    }
    Serial.println();
}
```

Figura 10 Código Arduino para la lectura de etiquetas RFID

A primera vista, es un código un poco sencillo, pero de la lectura de etiquetas RFID solo se necesita extraer el ID de identificación por lo tanto no se ocupan más líneas de código porque no se leen más datos. El código consiste en incorporación de librerías, creación de objetos de librería y detección de tarjetas RFID frente al lector, si es así entonces se imprime su número en decimal en la pantalla.



8.3.3 Construcción del diagrama de flujo de la solución

Al haber realizado la preparación para las pruebas de la funcionalidad del lector; se diseñó un diagrama de procesos para definir el flujo secuencial que seguiría la aplicación:

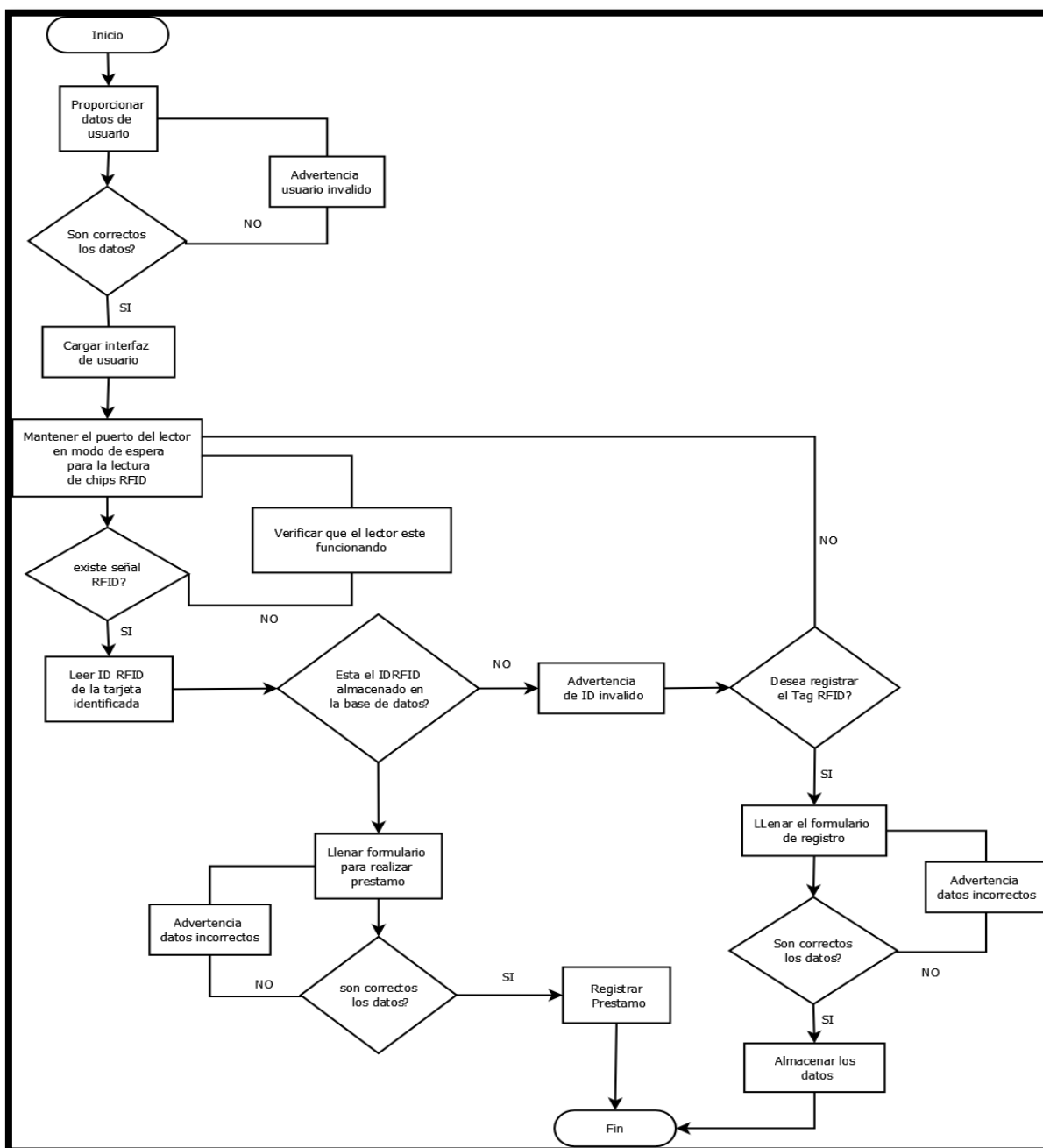


Figura 11 Diagrama de flujo de la aplicación



8.3.4 Elaboración diagrama entidad relación

Se procedió a construir el modelo relacional de la base de datos, en donde se almacenarían los datos obtenidos del dispositivo:

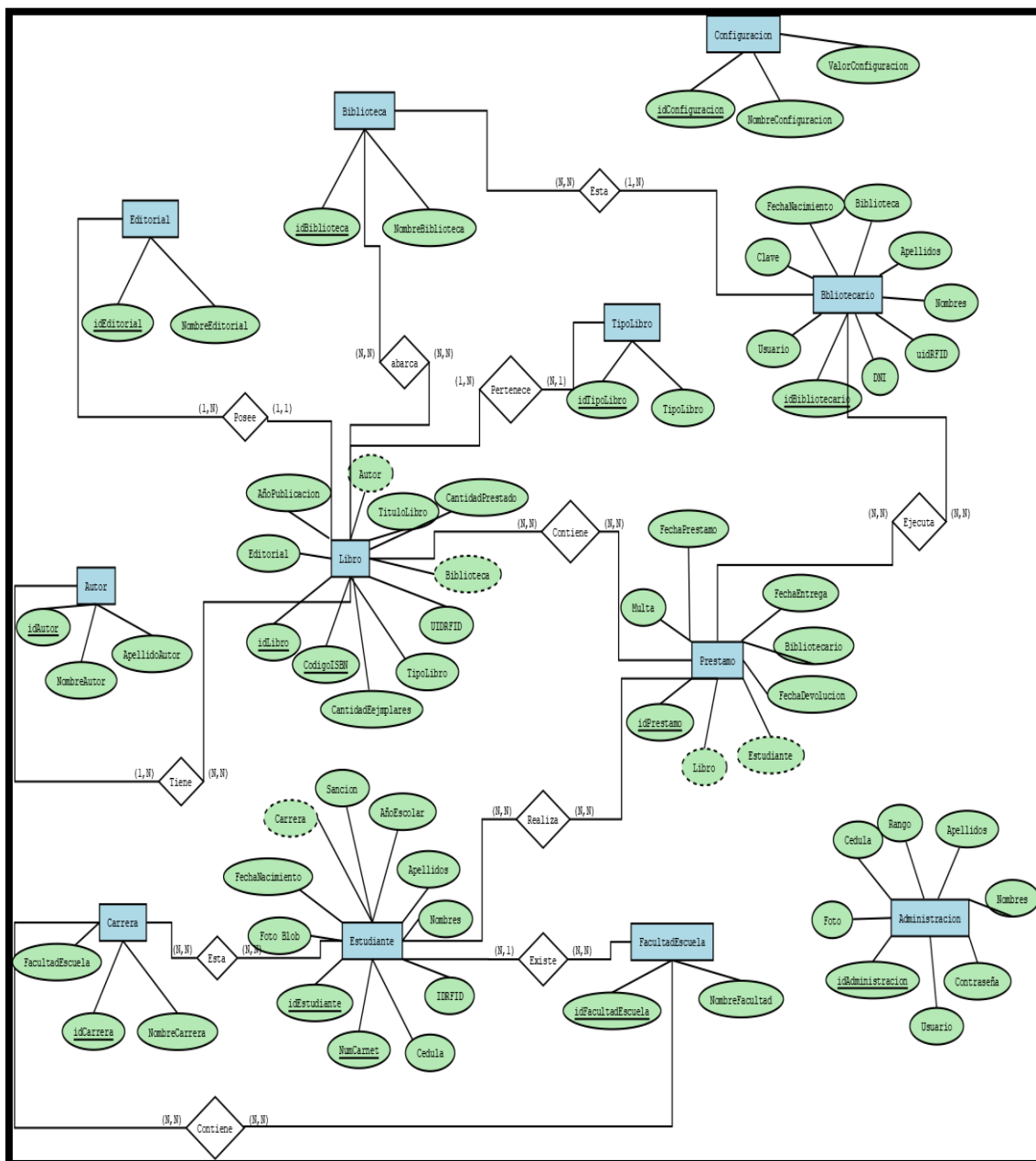


Figura 12 Diagrama de entidad relación de la aplicación

8.3.5 Construcción del software de préstamos

En esta etapa se procedió a escoger el lenguaje y el entorno sobre el cual se construiría la aplicación de préstamos, como resultado se optó por una aplicación de escritorio porque facilita la incorporación del hardware con el software de préstamos en cuanto a la conexión serial; el lenguaje escogido fue C# y el entorno Visual Studio. Finalmente se decidió dar cara a la aplicación y estos fueron los resultados:

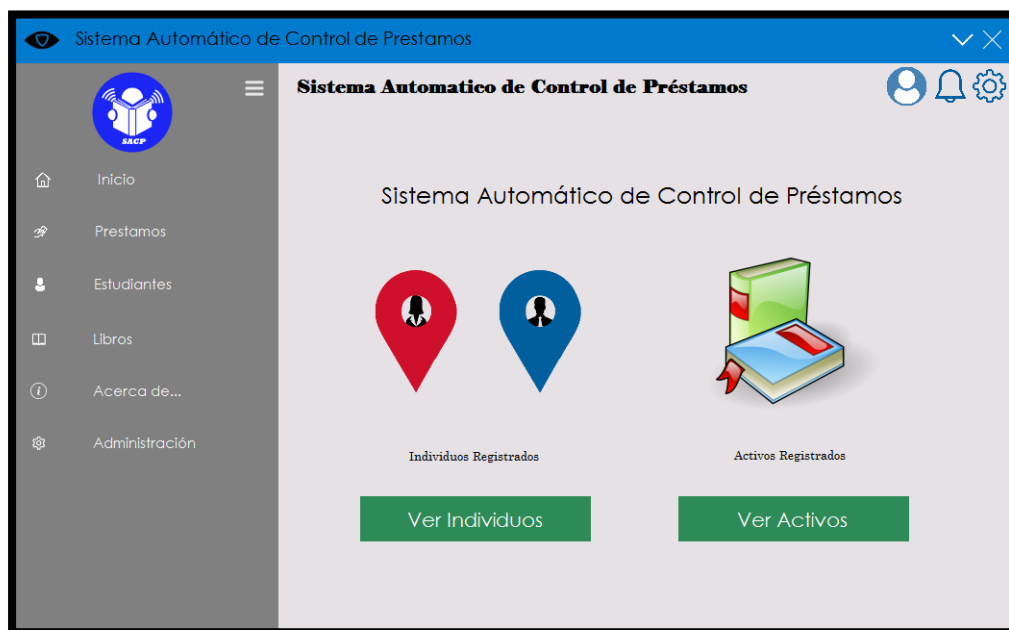


Figura 13 Interfaz de inicio del software de préstamos

Cabe destacar la utilización de una API la cual permite implementar las funciones y procedimientos que engloba un proyecto sin la necesidad de programarlas de nuevo; el fin de su uso es simular que los datos de identificación de los estudiantes están alojados en un servidor perteneciente a la universidad. Su importancia recae en abastecer a la aplicación de datos pertenecientes a la universidad para realizar los préstamos de manera adecuada.

8.4 Diseño y creación del equipo lector RFID

Para empezar a diseñar el equipo hardware, se construyó una maqueta sencilla del sistema lógico integrado; en orden de facilitar la conexión con el software sin necesidad de realizar las conexiones una y otra vez; como primer modelo se obtuvo lo siguiente:



Figura 14 Primer esquema físico del equipo hardware

Posteriormente se procedió a empaquetar ambos dispositivos de manera que luciera más compacta la propuesta de un sistema de identificación de radiofrecuencia y por consecuente se tomaron las medidas del espacio que ocupan ambas placas y se consiguió una caja de proyecto plástica adecuada:



Figura 15 Caja de proyecto con montaje PVC

Para que ambas placas cupieran en la caja de proyecto de manera uniforme, se procedió a construir una base hecha de cartón como primer ejemplo; el resultado fue el siguiente:



Figura 16 Primer ejemplo de base para el prototipo

La cual consiste en tres partes:

- **Capa inferior:** Sostiene el Arduino y toda la estructura, además posee esquinas bordeadas para que quepa de manera precisa en la caja; sus medidas son: 12 x 7.1 cm.
- **Capa intermedia:** Sirve para unir la capa inferior y superior sus medidas son: 7.1 x 3.2 cm.
- **Capa superior:** Se coloca de manera inclinada para el cierre perfecto de la caja y sostiene el lector RFID, sus medidas son: 5.5 x 7.1 cm.

Para finalizar se agruparon todos los elementos adhiriéndolos unos a otros con pegamento PVC, cabe destacar que se elaboró una base más fuerte hecha de plástico PVC. Para sellar la caja se utilizaron cuatro tornillos de 0.8 milímetros y para asegurar el Arduino a la base se utilizaron tres tornillos de 1 milímetro; la placa RFID se adhirió con un adhesivo y el resultado fue el siguiente:



Figura 17 Prototipo finalizado parte lateral



Figura 18 Prototipo finalizado parte superior

8.5 Pruebas del Equipo y Software

Una vez finalizados ambos sistemas se procedió a realizar pruebas de lectura y realizar registros de préstamos, de libros y estudiantes obteniendo resultados satisfactorios:

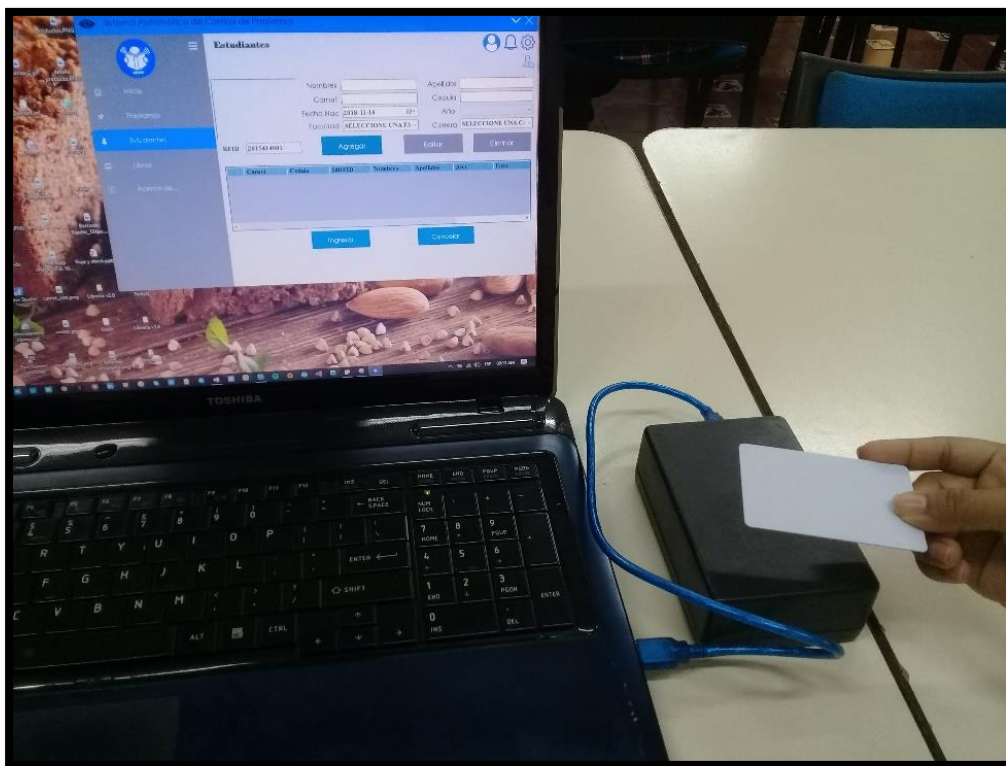
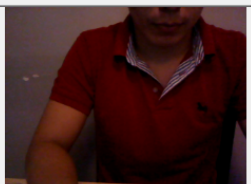


Figura 19 Pruebas del software con el hardware sobre la identificación tarjeta-lector RFID



SACP Estudiantes



Nombres: ALEJANDRA PAOLA
Apellidos: SALINAS BOLAÑOS
Carnet: 13-02342-0
Cedula: 2812002960008F
Fecha Nac: 1996-02-20
Año: V
Facultad: CIENCIA Y TECNOLOGIA
Carrera: INGENIERIA EN SISTEMAS DI

RFID: 24523313467

Editar Eliminar Cancelar

Carnet	Cedula	IdRFID	Nombres	Apellidos	Año	Foto	Fecha Nac.	Carrera
13-15676-0	615171097...	2915414091	YESSER J...	MIRANDA ...	V		17/10/1997 12:...	5
13-02342-0	281200296...	24523313467	ALEJAND...	SALINAS ...	V		20/02/1996 12:...	5

Figura 20 Registro en el software de préstamos

SACP Reportes

Estudiantes Libros Préstamos

Estudiantes ☐ Sancion Carrera: SELECCIONE UNA C... Año: ...
☐ Hombre ☐ Mujer Facultad/Escuela: SELECCIONE UNA FACULTAD

Rango de Edad: 0 90

Reporte de Estudiantes

Estudiantes

Carnet	Cedula	IdRFID	Nombres	Año	Fecha Nacimiento	Carrera	Sancion
13-15676-0	6151710970001W	2915414091	YESSER JOEL MIRANDA GUILLEN	V	17/10/1997 12:00:00 AM	INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION	1
13-02342-0	2812002960008F	24523313467	ALEJANDRA PAOLA SALINAS BOLAÑOS	V	20/02/1996 12:00:00 AM	INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION	0

Figura 21 Interfaz de reportes



9. CONCLUSIONES

Al culminar nuestro trabajo monográfico se llegó a las siguientes conclusiones:

La realización de esta propuesta nos ha demostrado que la renovación y actualización de los sistemas de préstamos en la UNAN-LEÓN, es posible debido a que los dispositivos implementados en nuestro proyecto son de fácil acceso, y de bajo costo y presentan un excelente rendimiento para suplir las necesidades que actual sistema presenta.

El hecho de que la aplicación le pertenezca a la institución le da la autorización de arreglar posibles averías de manera inmediata, además de realizar futuras modificaciones a medida que el sistema crezca.

Por consiguiente, nuestra propuesta satisfizo los objetivos planteados, logro implementar la mayoría de las funcionalidades requeridas para un sistema de préstamo de bibliotecas; y además se demostró que la tecnología RFID puede ser muy útil en la actualización e innovación de sistemas de registro de la institución.



10. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos de nuestro trabajo y la consideración de que este software se llegue a implementar hacemos las siguientes recomendaciones:

10.4 Recomendaciones de uso o implementación

- La Creación de un manual para la manipulación del software y hardware.
- Capacitar al bibliotecario sobre cómo manejar la aplicación.
- Adquirir etiquetas de lectura y escritura con más capacidad de memoria para que sea posible almacenar más datos dentro del chip RFID.

10.5 Mejoras o trabajos futuros

- Que los carnets de los estudiantes sean Tarjetas con Chips RFID integrados para evitar su incorporación de manera externa.
- Crear una interfaz de búsqueda de los libros para los estudiantes que les permita a su vez conocer el estado de los préstamos.
- Desarrollar una aplicación móvil de préstamo de libros.
- Incorporar al sistema métodos relacionados al procesamiento de introducción de un libro a la biblioteca para que la aplicación pueda llenar todos los requisitos solicitados por la universidad.



11. BIBLIOGRAFÍA

- Hidalgo Díaz, M., Muñoz Rodenas, J., García Palacios, P., & Loza Luis, J. (s.f.). *Informacion Basica sobre Arduino*. Obtenido de Practicas con Arduino:
http://www.practicasonarduino.com/manualrapido/informacin_bsica_sobre_arduino.html
- Crespo, E. (21 de Enero de 2017). *Aprendiendo Arduino*. Obtenido de Wordpress:
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/21/que-es-arduino-3/>
- *Cual es el origen de la Tecnología RFID*. (s.f.). Obtenido de Telectronica:
<http://telectronica.com/cual-es-el-origen-de-la-tecnologia-rfid/>
- Hernández, L. d. (s.f.). *Comunicación puerto serie entre Arduino y C#*. Obtenido de Programar Fácil: <http://programarfácil.com/tutoriales/fragmentos/comunicacion-puerto-serie-entre-arduino-y-c/>
- Igoe, T. (28 de Agosto de 2015). *Synchronous Serial Communication: The Basics*. Obtenido de ITP Physical Computing: <https://itp.nyu.edu/physcomp/lessons/serial-communication/synchronous-serial-communication-the-basics/>
- Min-Tao, Z., Yong-Chang, J., Fu-Shun, Z., & Wu-Tu, W. (2009). *Development and Implementation of RFID Technology*. (C. Turcu, Ed.) INTECH. Obtenido de http://www.intechopen.com/books/development_and_implementation_of_rfid_technology/design_of_antennas
- Orlando. (25 de Abril de 2014). *Modulo Lector RFID RC522 RF con Arduino*. Obtenido de Heptro Store : <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>
- Rodrigues, M., & James, K. (2011). *Designing and Deploying RFID Applications*. (C. Turcu, Ed.) INTECH. Obtenido de <http://www.intechopen.com/books/designing-and-deploying-rfid-applications/commercial-and-implementation-issues-relating-to-the-widespread-acceptance-and-adoption-of-radio-fre>

ANEXOS

Anexo 1: Funcionalidad del Software

A continuación, se mostrarán las imágenes de la aplicación y su funcionamiento:

- **Interfaz de Login.**

En esta interfaz, el usuario procede a administrar sus datos de usuario como es su nombre y contraseña; para obtener estos datos debe ser registrado por un usuario administrador de otra manera no podrá ingresar:



- **Interfaz Principal**

Se encuentra dividida en dos partes; la parte del usuario común y la parte de administrador; en la de usuario común se muestra las funcionalidades de préstamos y devoluciones y en la de administrador se muestra las configuraciones principales.





- **Interfaz de Prestamos**

En esta interfaz el usuario bibliotecario procede a registrar un préstamo obteniendo el id RFID del estudiante mediante el lector y una vez que se obtiene se procede a buscar en la API los datos del estudiante y se cargan en la interfaz; lo mismo sucede con el libro, pero esta vez se buscan los datos en una base de datos:

Préstamos

Libro :

Estudiante :

Fecha Prestamo : martes, 21 de agosto de 2018

Fecha Devolución : martes, 21 de agosto de 2018

Agregar Editar Eliminar

Estudiante	Libro	Fecha Prestamo	Fecha Devolución
------------	-------	----------------	------------------

Ingresar Cancelar

- **Interfaz de registro de estudiantes**

En esta interfaz el bibliotecario puede registrar un nuevo estudiante en la base de datos de la aplicación; en caso de que un estudiante no esté registrado en el sistema de registros de la biblioteca:

Estudiantes

Nombres Apellidos

Carnet Cedula

Fecha Nac: 2018-11-06 Año:

Facultad: SELECCIONE UNA FA Carrera: SELECCIONE UNA C

RFID

Agregar Editar Eliminar

Carnet	Cedula	IdRFID	Nombres	Apellidos	Año	Foto
--------	--------	--------	---------	-----------	-----	------

Ingresar Cancelar



- **Interfaz de registro de libros**

En esta interfaz se hace un registro de los libros y sus datos correspondientes en la base de datos.

Libros

Codigo ISBN: Autor: PAULO COELHO DE SC ▾

UID RFID: Biblioteca: SALUD ▾

Titulo del Libro: Editorial: ROCA EDITORIAL ▾

Fecha de Publicación: 2018-11-06 ▾ Categoría: CIENCIAS DE LA COM ▾

Agregar **Editar** **Borrar**

	idLibro	CodigoISBN	uidRFID	TituloLibro	AnioPublicacion	Biblioteca	Autor
▶	2	123-456-789-189-8	868120259	LO MEJOR DE MI	30/10/2018	8	8
	3	987-654-321-123-1	093011799	PRUEBA 4	30/10/2018	10	9

- **Interfaz de devoluciones**

En esta interfaz se realizan las respectivas devoluciones de libros.

Devolucion de Libros

Estudiante:

Libro:

Estudiante	Libro	Fecha Prestamo	Fecha Devolución
------------	-------	----------------	------------------

Ingresar **Cancelar**



- **Interfaz de Administración**

En la interfaz de administración, a la cual se tiene acceso si está registrado como tal; se pueden ejecutar acciones de configuración de puertos, configuración de la API, así como inserciones, actualizaciones y visualizar reportes.

The screenshot shows the 'Administración' interface. At the top, a user profile for 'YESSER JOEL MIRANDA GUILLEN' is displayed with ID '6151710970001W' and title 'Ingeniero en Sistemas de Informacion'. Below this, a sidebar lists 'Administración', 'Inserciones', 'Actualizaciones', and 'Reportes'. The main area has tabs for 'Administrador', 'Puertos', and 'Configuración API'. The 'Administrador' tab is active, showing a form to add or edit users with fields for 'Nombres', 'Apellidos', 'DNI', 'Rango', 'Usuario', and 'Clave'. Below the form are 'Agregar', 'Editar', and 'Eliminar' buttons. A table lists existing users, with 'YESSER JOEL MIRANDA GUIL...' as the first entry. The footer contains a copyright notice: 'Copyright : Yesser Miranda, Alejandra Salinas, Teresa Urey en el desarrollo de SACP'.

- **Interfaz de inserciones**

En esta opción tenemos la posibilidad de ingresar nuevos datos relacionados a las carreras, facultad, estudiantes etc.

The screenshot shows the 'Bibliotecarios' tab in the 'Inserciones' interface. It contains a form with fields for 'Nombres', 'Apellidos', 'DNI', 'UID RFID', 'Biblioteca' (a dropdown menu), 'Fecha Nac' (with a calendar icon), 'Usuario', and 'Clave'. To the right of the form are 'Cancelar' and 'Ingresar' buttons. Below the form is a table with columns 'Nombres', 'Apellidos', 'DNI', 'UID RFID', and 'Bibliote'. At the bottom are 'Agregar', 'Editar', and 'Eliminar' buttons.



- **Interfaz Actualizaciones**

En la interfaz actualizaciones se nos permite solamente actualizar los datos existentes y eliminarlos.

NombresAutor
PAULO COELHO DE SOUZA
CARLOS CUATEMOCH SANCHEZ
GABRIEL GARCIA MARQUEZ
NICHOLAS SPARKS
ALEJANDRA DEL SOCORRO

- **Interfaz de Reportes**

En esta interfaz podemos observar el porcentaje de los prestamos realizados en un día, en un mes o en un año.



**Anexo 2: Presupuesto del prototipo RFID construido**

Nombre	Unidades	Precio
PLACA ARDUINO UNO	1	\$22
MFRC-522 RFID RADIOFREQUENCY IC CARD	1	\$8.95
WIRE JUMPER MACHO- HEMBRA	40	\$8
SET DE CAJA CON TORNILLOS	1	\$10
PLASTICO PVC	1 METRO	\$7
PEGA PARA PEGAR TUBOS PVC	1	\$1.50
Total		\$57.45



Anexo 3: Entrevista realizada al Ing. Óscar Miranda, programador de la dirección de bibliotecas de la UNAN-LEÓN.

De su opinión pudimos entender que su valoración hacia el sistema fue buena como un sistema primario que está en su primera fase evaluativa, pero nos explicó que para llegar a cumplir con todas las necesidades básicas de un sistema de préstamos bibliotecarios de una universidad el sistema necesita crecer a grandes rasgos para poder cumplir con los requerimientos esperados por la institución debido a que para que un libro pudiese ser introducido a una biblioteca de universidad necesita pasar por un largo procedimiento en el que varias personas deben de ser partícipes de manera que se evalúe si ese libro es apropiado para la institución, si será útil ante la institución tanto su costo y popularidad son evaluados para lo cual se hace uso de herramientas software aún más complejas de lo que nuestro sistema lo es, por esa razón nuestro sistema debería crecer gradualmente para lograr adaptarse completamente a las necesidades de una biblioteca universitaria.