
Diseño de una infraestructura T.I. basada en Tecnologías RFID para la Biblioteca “Gerónimo Osiris” de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR

Jesús Mario Avilés Ortega
Fabián Leandro Palomeque Penagos
Jaime Carlos Solano Lastre

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Escuela de Posgrado y Educación Continúa
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Especialización en Tecnologías de la Información
Sincelejo
2019

Diseño de una infraestructura T.I. basada en Tecnologías RFID para la Biblioteca “Gerónimo Osiris” de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR

Jesús Mario Avilés Ortega
Fabián Leandro Palomeque Penagos
Jaime Carlos Solano Lastre


Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Tecnología de la Información


Asesor
Guillermo Carlos Hernández Hernández
Magister en informática


Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Escuela de Posgrado y Educación Continúa
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Especialización en Tecnologías de la Información
Sincelejo
2019

Nota de Aceptación

3.8


Director


Evaluador 1


Evaluador 2

Dedicatoria

A Dios.

Por permitirnos llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A Nuestros Tutores.

Por haber impartido sus conocimientos, guiarnos para aplicarlos y de esta manera poder plasmar en este proyecto, lo aprendido a lo largo de este tiempo.

Agradecimientos

Expresamos nuestros agradecimientos a La Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, por brindarnos una formación integral que nos permitió adquirir conocimientos y herramientas especializadas para el desarrollo de este proyecto. A nuestro asesor, el Ing. Guillermo Carlos Hernández Hernández, agradecemos su apoyo y guía durante el desarrollo del proyecto; estos fueron de importancia para lograr nuestro objetivo

Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción	10
1. Metodología	11
1.1 Caracterización procesos que se llevan actualmente en la Biblioteca “Gerónimo Osiris”, relacionados con la gestión bibliográfica.....	11
1.1.1 Caracterización de préstamo de material bibliográfico.	11
1.1.2 Caracterización de inventario.	16
1.2 Propuesta de una infraestructura T.I. basadas en tecnologías RFID para ser implementada en la Biblioteca “Gerónimo Osiris”	21
1.2.1 Comparación de las Tecnologías RFID.	21
1.2.1.1 Sistemas de baja frecuencia (135 KHz).....	23
1.2.1.2 Sistemas de ultra alta frecuencia (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz).	25
1.2.1.3 Sistemas en frecuencia de microondas (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz).....	26
1.2.1.4 Tarjetas o Tags RFID.....	28
1.2.1.4.1 Etiquetas RFID robustas	28
1.2.1.4.2 Etiquetas RFID UHF.....	29
1.2.1.4.3 Etiquetas RFID HF	30
1.2.1.5 Lectores RFID.....	31
1.2.1.5.1 Lectores RFID Fijos.....	31
1.2.5.2 Lectores RFID USB	32
1.2.5.3 Lectores RFID Portátiles.....	33
1.2.1.6 Antenas RFID	33

1.2.1.6.1 Antenas RFID robustas.....	34
1.2.1.6.2 Antenas RFID Universales	35
1.2.1.6.3 Antenas RFID Largo Alcance.....	35
1.3 Evaluación de la Infraestructura T.I. diseñada, mediante la implementación de un prototipo funcional.	42
1.3.1 Diseño del prototipo RFID.....	42
1.3.2 Tecnología RFID	42
1.3.3 Tecnología Arduino	43
1.3.4 Resultados Recuperados en la investigación	44
1.3.5 conexión del entre el módulo RFID y Arduino	53
2. Conclusiones	57
3. Recomendaciones.....	59
Referencias Bibliográficas	61
Anexos	64

Resumen

En el desarrollo de este proyecto se analizó la tecnología de radiofrecuencia RFID, se investigó detalladamente los aspectos técnicos, las partes constitutivas, ventajas y desventajas de este sistema con aplicación en bibliotecas. Todo este andamiaje permitió proponer una infraestructura T.I. basadas en tecnologías RFID para ser implementada en la Biblioteca “Gerónimo Osiris”, con el único propósito de hacer gestión de inventarios, control de catálogos, seguridad, préstamos y devoluciones. Igualmente, el proyecto se enfocó en evaluar la Infraestructura T.I. diseñada, mediante la implementación de un prototipo funcional, permitiéndonos desarrollar y analizar los estudios necesarios para determinar la factibilidad de una futura implementación de esta tecnología en la biblioteca del Campus de La Corporación Universitaria del Caribe.

Palabras clave: Prototipo, Tecnologías RFID, Arduino, Tags.

Abstract

In the development of this project, radiofrequency RFID Technology was analyzed, the technical aspects, the constituent parts, advantages and disadvantages of this system with application in libraries were investigated in detail. All this scaffolding allowed us to propose an IT infrastructure based on RFID technologies to be implemented in the "Geronimo Osiris" library, with the sole purpose of making inventory management, catalog control, security, loans and returns. We also focused on evaluating the designed I.T. Infrastructure through the implementation of a functional prototype, allowing us to develop and analyze the necessary studies to determine the feasibility of a future implementation of this technology in the library of the Campus of the Caribbean University Corporation.

Keywords: Prototype, RFID Technologies, Arduino, Tags.

Introducción

En la Corporación Universitaria del Caribe, a través de una visita a la Biblioteca “Gerónimo Osiris”, se evidenció la existencia de un problema que se presenta en el servicio que se presta en esta área del campus universitario, que afecta directamente a los usuarios tanto propios como a visitantes, que utilizan el servicio de biblioteca, igualmente a los empleados que laboran en esta área de la Entidad y que son responsables de la seguridad, inventarios, localización y préstamo de libros y demás ejemplares; esto llevó a determinar las causas y proceder a identificar los requerimientos para generar una solución. Siendo esta una actividad de mucha demanda de tiempo sobre todo por el traslado físico, analizar el problema y darle una solución acertada a una situación que compromete y/o afecta el patrimonio que posee la universidad.

La Corporación Universitaria del Caribe, cuenta con una población conformada por estudiantes en pregrado presencial, semipresencial y a distancia, estudiantes en postgrado, docentes y funcionarios administrativos; los cuales a diario hacen uso de la biblioteca, para llevar a cabo sus labores de investigación, consultas y de lecturas propias de sus formaciones y tareas, siendo un servicio fundamental para ellos.

Para dar una solución a la problemática identificada, se llevará a cabo el desarrollo de un prototipo funcional, que utilizará dispositivos de identificación por radiofrecuencia – RFID, los cuales son usados en el entorno de bibliotecas para la gestión del inventario, control de catálogos, seguridad, préstamo y devolución. Estos sistemas han demostrado ser un componente que, con una inversión moderada, mejora multitud de capacidades tanto para el bibliotecario y sus colaboradores como para el usuario y es una herramienta que les permitirá mejorar la disponibilidad del servicio de biblioteca de CECAR.

1. Metodología

El presente estudio es de carácter Investigativo porque este llevó a recabar información, recopilar datos y hacer estudios de factibilidad, para poder formular la mejor solución y/o propuesta de seguridad de los bienes de un área de una Entidad, este estudio se llevó a cabo en Colombia, en el Departamento de Sucre, Ciudad de Sincelejo, el cual tiene como objetivo diseñar una propuesta de Infraestructura T.I. basada en Tecnologías RFID para la Biblioteca “Gerónimo Osiris” de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR.

1.1 Caracterización procesos que se llevan actualmente en la Biblioteca “Gerónimo Osiris”, relacionados con la gestión bibliográfica

Se contempló una revisión contextual de la Biblioteca “Gerónimo Osiris” del campus de CECAR, especialmente los procesos relacionados con la gestión bibliográfica, al conocer y explicar la mecánica y funcionamiento de algunas de sus actividades, particularmente las de circulación y préstamo de ejemplares en el sistema bibliotecario, en la cual se efectúa la siguiente caracterización.

1.1.1 Caracterización de préstamo de material bibliográfico.

Se determina los siguientes puntos de la caracterización los cuales son:

- Se inicia con el usuario accediendo a la biblioteca, debe solicitar el préstamo de la llave del casillero en el área de circulación y préstamo que se registra en el sistema Koha para que guarden sus bolsos.
- El usuario realiza la consulta del material requerido mediante el sistema KOHA a través de los equipos que se encuentran en ubicados en la biblioteca, lo cual no requiere de login ni de clave para acceder a ellos.

- En caso que el usuario se encuentre en la biblioteca y no tenga conocimiento de realizar la consulta, el Auxiliar de Circulación y Préstamo brinda una asesoría.

- El usuario busca el libro consultado y se procede al préstamo.

- El usuario realiza el préstamo de Material o Recurso Bibliográfico para consulta con vigencia temporal de acuerdo a la necesidad de información, disponibilidad del material, frecuencia de consulta en la Biblioteca y a lo estipulado en el reglamento interno.

- El auxiliar de circulación y préstamo solicita al usuario el carné actualizado de la institución, verifica el estado del material y se registra en el sistema KOHA / Control prestamos de material bibliográfico. De igual forma realiza el registro en la ficha de préstamo y ficha de vencimiento del ejemplar, en donde se registra la fecha máxima de préstamo, con el objetivo de mantener al usuario informado y evitar multas o sanciones.

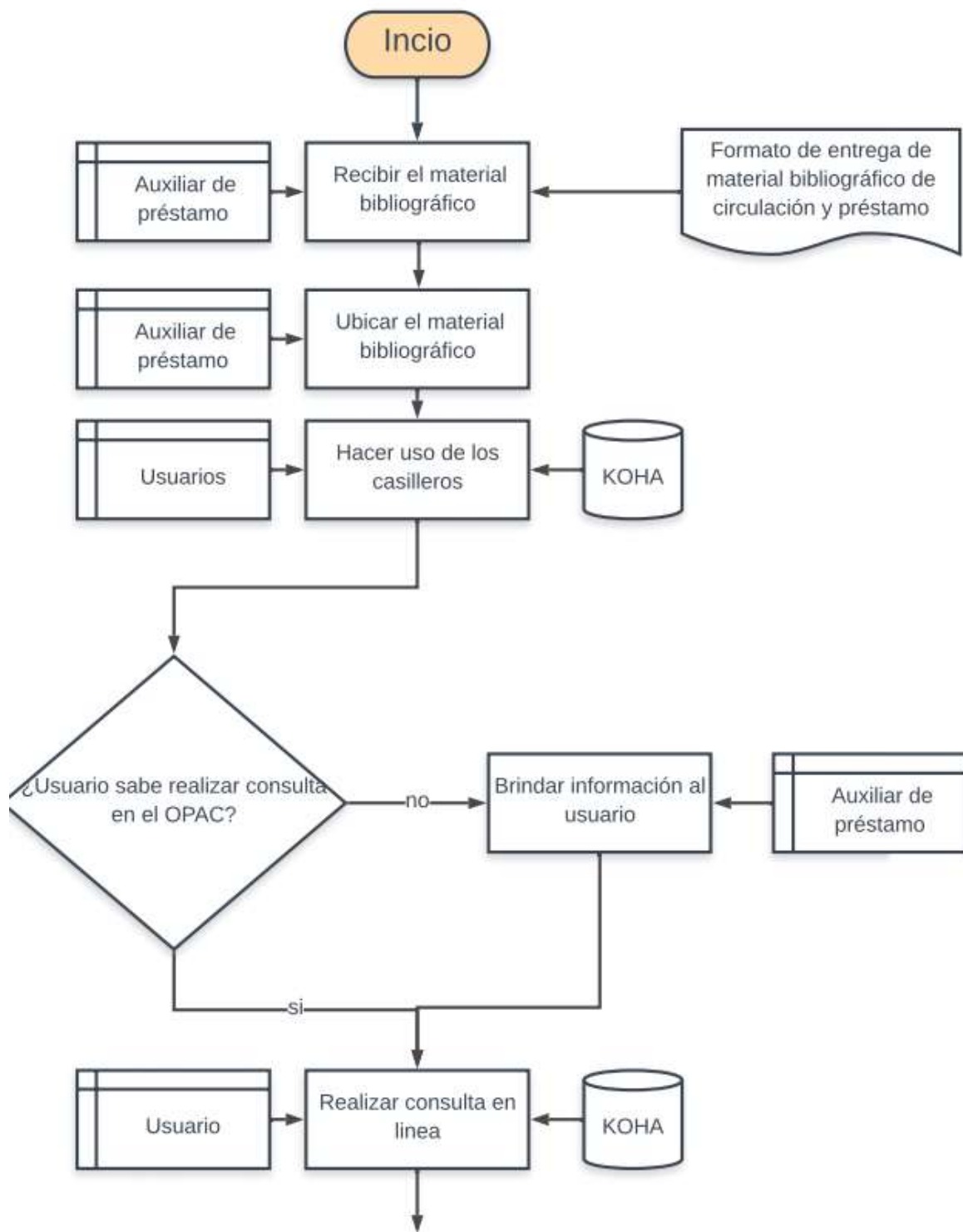
CARACTERIZACIÓN DE PROCESO

PROCESO	Gestión de Biblioteca
OBJETIVO	Conocer las actividades con que la biblioteca Gerónimo Osiris realiza los procesos de préstamo de material bibliográfico y el inventario que se llevan de los mismos.

ALCANCE	Este proceso inicia con la visita a la biblioteca Gerónimo Osiris, en cual se evidencia los procesos con respecto a préstamo de materia bibliográfico, continúa la revisión del documento de caracterización.
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	Cientes
		PLANEAR		
Gestión de Biblioteca	Procesos de prestamos	Identificar las necesidades de la biblioteca	CARACTERIZACIÓN DE PROCESO	Usuarios
HACER				
Gestión de Biblioteca	Solicitud de préstamo del material bibliográfico	Se realiza el préstamo del material bibliográfico	El usuario se lleva el libro prestado	Usuarios
VERIFICAR				
Gestión de Biblioteca	Que los libros prestados han sido devueltos	Hacer seguimientos de los libros vencidos	Recuperar los libros vencidos	Biblioteca
ACTUAR				
Gestión de Biblioteca	Mediciones y reportes de indicadores	Definir falencia en los procesos	Realizar como se podría mejorar	Biblioteca

Diagrama de flujo



1.1.2 Caracterización de inventario.

- Se establece las actividades para realizar el inventario del material o recurso bibliográfico en el Plan de Inventario de acuerdo a las fechas de cierre de semestre para garantizar la idoneidad de la actividad. Ésta actividad se realiza con una periodicidad anual.
- Se genera el listado de material o recurso bibliográfico existente en biblioteca con todos los campos requeridos.
- El Auxiliar de Circulación y Préstamo en compañía del personal asignado para el proceso de inventario después de corroborar la información del material ingresa el código inventariado al usuario de KOHA asignado para este fin, para así generar listado de inventariados.
- Los grupos conformados para realizar el inventario al finalizar la revisión, verificación y evaluación de los materiales o recursos bibliográficos deben verificar los listados entre ellos y corroborar la información para tener claridad de los faltantes, en este proceso de verificación deben revisar listados de moroso, fichas de préstamo antiguos no existentes en el sistema de gestión de biblioteca KOHA
- El Auxiliar de Circulación y Préstamo y el personal asignado del proceso de inventario generan informe con los listados resultantes de la actividad y envían mediante correo electrónico al Director de Biblioteca quien consolida datos para establecer las actividades necesarias para la segunda fase de inventario.

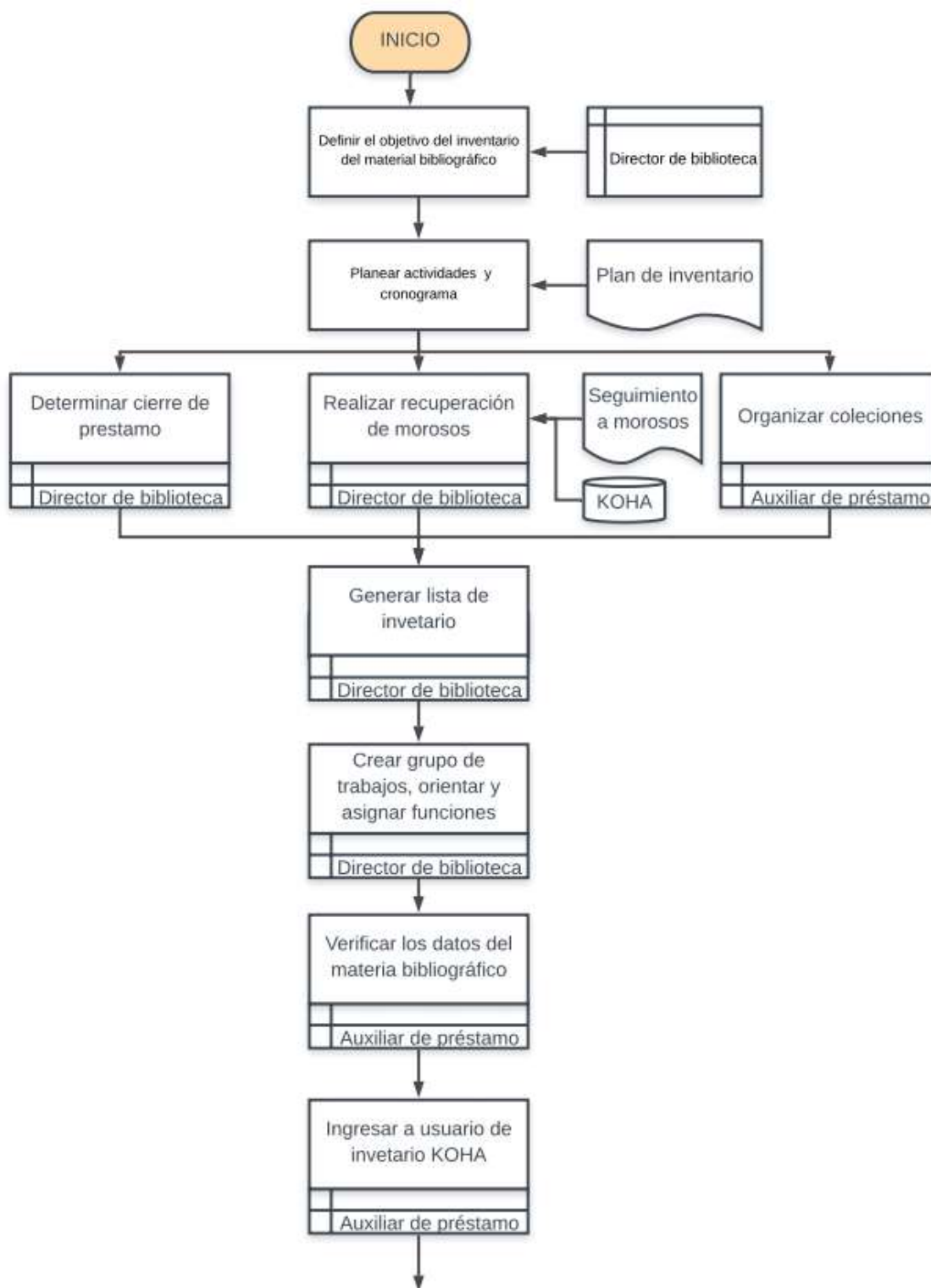
CARACTERIZACIÓN DE PROCESO

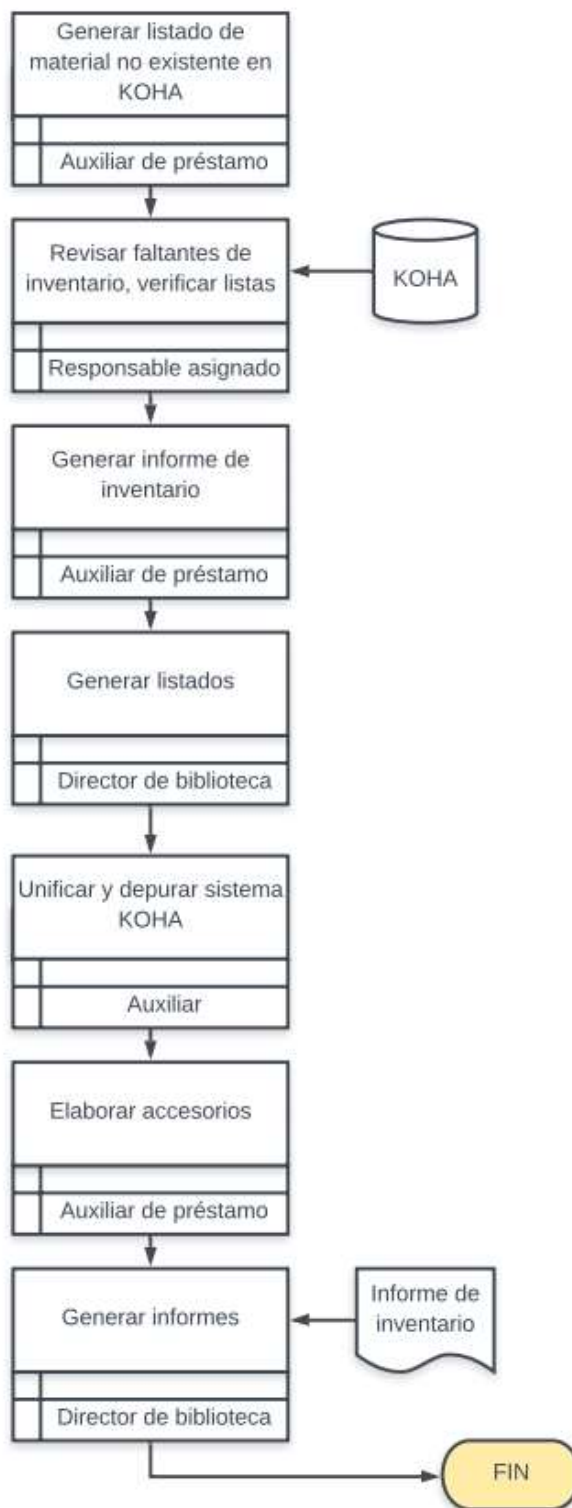
PROCESO	Gestión de Biblioteca
OBJETIVO	Conocer las actividades con que la biblioteca Gerónimo Osiris realiza los procesos del inventario de material bibliográfico
ALCANCE	Este proceso inicia con la definición del objetivo del inventario de material o recurso bibliográfico de acuerdo a las necesidades de la biblioteca en el presente periodo.

PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	Clientes
		PLANEAR		
Gestión de Biblioteca	Procesos de Inventario	Se establece las actividades para realizar el inventario del material o recurso bibliográfico	Plan para la ejecución del inventario	Auxiliares de circulación
HACER				
Gestión de Biblioteca	Generar listado de material o recurso bibliográfico existente	corroborar la información del material ingresa el código inventariado al usuario de KOHA	Generan informe con los listados resultantes de la actividad	Auxiliares de circulación
VERIFICAR				

<p>Gestión de Biblioteca</p>	<p>UNIFICAR Y DEPURAR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE BIBLIOTECA KOHA</p>	<p>Depuración y unificación de la información para hacer control de calidad de la información contenida en KOHA para que los usuarios internos y externos puedan recuperar la información</p>	<p>consolida informe y envía datos del material bibliográfico al jefe de inventario</p>	<p>jefe de inventario</p>
<p>ACTUAR</p>				
<p>Gestión de Biblioteca</p>	<p>CAMBIAR DE ESTADO Y DE COLECCIÓN EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE BIBLIOTECA KOHA</p>	<p>Definir falencia en los procesos</p>	<p>los Auxiliares de Circulación y Préstamo, Auxiliar de Biblioteca o Auxiliar de Gestión de Colecciones para realizar el cambio de estado y de colección al material bibliográfico de cada listado</p>	<p>Auxiliares de circulación</p>

Diagrama de flujo





1.2 Propuesta de una infraestructura T.I. basadas en tecnologías RFID para ser implementada en la Biblioteca “Gerónimo Osiris”

1.2.1 Comparación de las Tecnologías RFID.

En esta etapa se realizó la comparación de las diferentes tecnologías RFID con lo que cuenta en el mercado y los que se hayan implementado como solución, para así poder obtener información objetiva que se permita garantizar la mejor opción al momento de recomendar cual se debe implementar en la Biblioteca Gerónimo Osiris. Teniendo en cuenta que la tecnología RFID puede ser adecuada para un proyecto pero totalmente inadecuada para otro, por lo cual una buena comprensión de los requisitos de la aplicación y los atributos del sistema es esencial para efectuar la elección de la tecnología adecuada para la implementación.

La serie de actividades realizadas para desarrollar la comparación de las distintas implementaciones de la tecnología RFID se listan a continuación.

- Investigar y listar los distintas tipos de sistemas RFID clasificados actualmente.
- Detallar las fichas técnicas de los elementos principales de los sistemas RFID.
- Estudiar cuál de las posibles soluciones se acomoda a las necesidades actuales de nuestro proyecto.
- Se encontró varios puntos de comparación que da como resultado distintos sistemas de RFID los cuales se clasificaron a continuación.
- **Fuente de Energía:** Hay 2 grandes categorías de los sistemas RFID.

- **Los sistemas Activos:** las tarjetas RFID se alimentan por pilas internas.
- **Los sistemas Pasivos:** las tarjetas RFID se alimentan de fuentes externas por medio de los lectores, no tienen fuente de energía propia.
- **Tipo de comunicación:** En la comunicación entre los sistemas de RFID se hallan elementos principales las etiquetas y los lectores.

El lector adquiere la información de la etiqueta que se ha pegado en los elementos a identificar, logrando así un intercambio de información contenida en dicha etiqueta de acuerdo a la programación de la misma. Con el uso de esta tecnología se realizan lecturas simultáneas de objetos o productos. El funcionamiento se puede detallar de la siguiente forma el lector envía señales de ondas a la tarjeta la cual las capta por medio de micro antenas, se suministran las ondas al chip por medio de las micro antenas y radiofrecuencia envía la información almacenada en su memoria al lector, el lector recibe la información de la etiqueta y la envía a la base de datos; en la cual previamente se han registrado las características del producto.

Toda esta comunicación está basada en protocolos y según el protocolo de comunicación los sistemas RFID se clasifican en:

- **Dúplex:** Se presenta cuando la tarjeta transmite su información en cuanto recibe la señal del lector y mientras esta dura, podemos encontrar variaciones.
- **Half Duplex:** cuando la tarjeta y el lector transmiten en turnos alternativos.
- **Full Duplex:** cuando la comunicación es simultánea, la transmisión de la tarjeta se realiza a una frecuencia distinta a la del lector.

- **Secuencial:** el campo del lector se apaga a intervalos regulares, momento que aprovecha la tarjeta para enviar su información. Se utiliza con etiquetas activas, ya que el tag no puede aprovechar toda la potencia que le envía el lector y requiere de una batería.
- **Por Frecuencia:** La frecuencia es una de las características más importante al momento de aplicar un sistema RFID. Por lo cual realizaremos un análisis de las variedades existentes la cual permite detallar las características funcionales propias para cada rango.

La velocidad y tiempo de lectura de datos es el parámetro que más se ve afectado por la frecuencia. En términos generales, cuanto más alta sea la frecuencia de funcionamiento mayor será la velocidad de transferencia de los datos. Se recomienda que su ancho de banda sea menor dos veces la tasa de bit requerida para la aplicación deseada. No es aconsejables anchos de banda mayores, porque si aumenta su ancho de banda, sus niveles de ruidos recibido, lo que provocara una reducción en la relación señal a ruido.

Se distinguen distintos tipos de sistemas RFID dependiendo de la frecuencia que se emplea a continuación se realiza la documentación de cada rango con sus respectivas características de funcionamiento.

1.2.1.1 Sistemas de baja frecuencia (135 KHz).

Los sistemas RFID de frecuencia baja trabajan con etiquetas pasivas que son utilizadas para el funcionamiento donde se acoplan inductivamente.

Capacidad de datos: dependiendo de las etiquetas, determina su capacidad de datos si estas son pasivas tienen una baja capacidad de datos, unos 64 bit y son activas, pueden alcanzar una capacidad mayor de almacenamiento que puede llegar a los 2 kbits.

Velocidad y tiempo de lectura de datos: consta con una tasa de transferencia de datos baja de unos 200 bps y 1 kbps. Es decir, si una etiqueta de 96 bits que transmite a una velocidad de 200 bps, requerirá 0,5 segundos para ser leída, lo que conlleva a un tiempo de lectura muy lento.

Cobertura: Como esto es un sistema inductivo, los campos magnéticos se aminoran muy rápido dependiendo de la distancia y las dimensiones de la antena. El cual se podría ver como una ventaja en los sitios que se requiera que la zona de cobertura este limitada a un área determinada. Utilizan antenas pequeñas y complejas, pero con una tecnología bastante desarrollada. Las etiquetas pasivas tienen una cobertura pequeña, que suelen alcanzar unos 0,5 metros, dependiendo también de la potencia disponible en la etiqueta. Las etiquetas activas superan los 2 metros, pero este rango depende de la potencia, su configuración y tamaño

Zona de lectura: El contacto con los materiales no conductores es buena, pero presenta problemas con los materiales conductores. Que se agrava más cuando se incrementa la frecuencia. Y por otro lado son susceptibles a interferencias electromagnéticas industriales de baja frecuencia.

Costes: Esto depende de las necesidades de los sistemas. Se dice que las etiquetas tanto pasivas como activas que son utilizados en los sistemas RFID de baja frecuencia son de alto costo, comparándolas con a aquellas que se utilizan en frecuencias superiores.

Áreas de aplicación: idóneos para aplicaciones que demanden leer poca cantidad de datos en pequeñas distancias. Las etiquetas de baja frecuencia igualmente se utilizan en la identificación animal con el fin de gestionar el ganado, identificar y controlar las especies protegidas o identificar animales domésticos.

Sistemas de alta frecuencia (13,56 MHz): los sistemas que trabajan a 13,56 MHz la gran mayoría, usan etiquetas RFID pasivas y su principio de funcionamiento básico, al igual que en baja frecuencia, se basa en el acoplamiento inductivo.

Capacidad de datos: Por lo regular las etiquetas (pasivas) poseen capacidades típicas que van desde 512 bits hasta 8 kbits, divididos en sectores o bloques que permiten direccionar los datos.

Velocidad y tiempo de lectura de datos: La velocidad de los datos son de unos 25 Kbps. También se pueden encontrar en dispositivos con tasas mayores de 100 Kbps, los sistemas RFID a esta frecuencia tienen la capacidad de leer aproximadamente 40 etiquetas por segundo.

Cobertura: Su radio de frecuencia de las etiquetas pasivas son de alrededor de 1 metro.

Zona de lectura: Funciona muy bien en materiales y líquidos no conductores. Pero, no funciona bien cuando son materiales metálicos en la zona de lectura, ya que éstos producen reflexiones en la señal.

Costes: El diseño de la antena del tag es sencillo, por lo que su coste es menor que a baja frecuencia, el coste depende principalmente de la forma de la etiqueta y de su aplicación.

Áreas de aplicación: Al igual que en baja frecuencia, estos sistemas son aptos para aplicaciones que requieran leer poca cantidad de datos y a pequeñas distancias como en caso de la gestión de maletas, bibliotecas y servicios de alquiler, seguimiento de paquetes y aplicaciones logísticas en la cadena de suministros.

1.2.1.2 Sistemas de ultra alta frecuencia (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz).

Los sistemas RFID de Ultra Alta Frecuencia “*su funcionamiento se basa en la programación de ondas electromagnéticas para comunicar los datos y para alimentar la etiqueta en caso de que ésta sea pasiva*”. (Portillo Garcia, Bermejo Nieto, & Bernandos Barbolla, 2008)

Capacidad de datos: Se encuentran etiquetas activas y pasivas con capacidades típicas desde los 32 bits hasta los 4 Kbits, típicamente divididos en páginas de 128 bits para permitir direccionar los datos.

Velocidad y tiempo de lectura de datos: La velocidad de transferencia de datos está típicamente alrededor de 28 kbps. Sus lecturas pueden llegar aproximadamente 100 etiquetas por segundo.

Cobertura: Las etiquetas de UHF pasivas su cobertura de 3 ó 4 metros. Y las etiquetas activas que tienen frecuencia más baja, 433 MHz, la cobertura pueden alcanzar los 10 metros.

Zona de lectura: Penetran muy bien en materiales conductores y no conductores, pero presenta dificultades ante la presencia de líquidos (agua). Su inmunidad al ruido por interferencias electromagnéticas industriales de baja frecuencia es mejor que para los sistemas de baja frecuencia, pero debe considerarse la influencia de otros sistemas de UHF operando en las proximidades.

Costes: Los costes dependen principalmente de la forma. Las tarjetas inteligentes presentan un coste razonable, representando la opción más barata dentro de la categoría de sistemas RFID UHF.

Áreas de aplicación: Apta para aplicaciones que requieran distancias de transmisión mayores a las bandas anteriores, como en la trazabilidad y seguimiento de bienes y artículos, y logística de la cadena de suministros.

1.2.1.3 Sistemas en frecuencia de microondas (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz).

Capacidad de datos: Se pueden encontrar en sistemas de etiquetas activas y pasivas, sus capacidades suelen ser regularmente entre 128 bits hasta dispositivos de 512 Kbits, y se dividen en sectores o bloques para permitir direccionar los datos.

Dentro del principal elemento que compone un sistema RFID podemos listar los que se presentan a continuación, de los cuales se desarrolló su ficha técnica para determinar cuál es la mejor opción como parte de solución del proyecto.

1.2.1.4 Tarjetas o Tags RFID.

De las tarjetas o tags RFID se refleja variaciones disponibles en el mercado y dependiendo cual sea la frecuencia elegida que sirva como solución a nuestra necesidad como lo son Tags NFC (13,56 Mhz ISO 14443 A NFC Forum), Tags UHF (860-960 Mhz) y Tags HF (13,56 MHz ISO 15693, 18000-3). Además se dispone de una variedad de productos dependiendo de la memoria, sensibilidad, fabricante, distancia de lectura, IC, etc.

1.2.1.4.1 Etiquetas RFID robustas.

DipolePro 100 es una etiqueta rfid de PET y adhesivo acrílico para identificar productos o elementos de larga duración como cajas reutilizables, herramientas, productos IT, mobiliario, maquinaria. Su creación es para aplicarse en superficies plásticas cuales resisten a lavados y la mayoría de químicos industriales. (dipolerfid, sf)

Descripción del producto

- Frecuencia: 860 a 960 MHz
- Circuito integrado (IC): M4D, M4QT, NXP Ucode, MR6
- Estándar Internacional: EPC Class 1 Gen 2; ISO 18000-6C Quality Assurance
- Rango de Lectura: 7-11 metros dependiendo de la superficie y el lector.

- Material: White PET
- Adesivo: Acrilico
- Unidades por rollo: 2.500 unidades
- Tamaño Etiqueta: 100 x 30 mm / 3.93 x 1.18”
- Servicios opcionales: impresión y codificación.
- Aplicaciones: Identificación de cajas plásticas, maquinaria, herramientas, IT, mobiliario, etc.

1.2.1.4.2 Etiquetas RFID UHF.

Los inlays Smartrac ShortDipole Paper Face son etiquetas que se diseñaron principalmente para aplicaciones de gestión de la cadena de suministro, y las que requieren protección de productos de valor. Tienen un excelente rendimiento en entornos exigentes y sobre diferentes materiales como el cartón o el plástico. (dipolerfid, 2003)

Descripción del producto

- Frecuencia: 860 a 960 MHz
- Estándar Internacional: EPC Class 1 Gen 2; ISO 18000-6C Quality Assurance
- Circuito integrado (IC): Impinj Monza 5
- Formato de entrega: Papel, wet o dry

- Tamaño de la antena: 93x11 mm (3.66x0.43 in)
- Tamaño Etiqueta: 97x15mm (3.82 x 0.59in)
- Memoria: 448 / 224 bit EPC
- Aplicaciones: Logística y operaciones, la automatización industrial, la cadena de suministro, el cronometraje deportivo.

1.2.1.4.3 Etiquetas RFID HF.

Las etiquetas HF Smartrac Block con NXP ICODE ILT-M IC están diseñadas para permitir un pilamiento o contacto que otras etiquetas HF y LF no pueden. La tasa de lectura puede llegar hasta 800 etiquetas por segundo con un solo lector. (dipolerfid, sf)

Las etiquetas HF Block tienen un excelente rendimiento en la identificación de documentos e ítems donde se produce un contacto cercano. También funcionan bien en gestión de inventario debido a que la tasa de lectura es alta, Ofrecen un rendimiento que se aproxima a UHF EPC Class 1 Gen 2. Estas etiquetas son elaboradas para la gestión de bibliotecas y medios de comunicación. (dipolerfid, sf)

Descripción del producto:

- Frecuencia 13.55 MHz
- Circuito integrado (IC): NXP ICode ILT-M
- Estándar Internacional: ISO 18000-3 Mode 3
- Tamaño de la antena 45x45 mm (1.76x1.76 in)
- Tamaño Etiqueta: 48x48 mm (1.88x1.88 in)
- Formato de entrega: Wet o Dry
- Memoria: 1152 bit/144byte

- Aplicaciones: Librerías, gestión documental, tracking, farmacéutico.

1.2.1.5 Lectores RFID.

En el mercado se pueden encontrar una diversidad de lectores RFID, en cualquiera de ellos se elabora una aplicación propia para su uso. Los lectores RFID fijos necesitan las antenas para detectar los tags y establecer una comunicación entre ellos. Los lectores móviles y USB normalmente llevan el lector y la antena integrados en el mismo hardware.

1.2.1.5.1 Lectores RFID Fijos.

El Nordic ID Sampo es un lector de UHF RFID fijo que es totalmente plano. Este producto se integra fácilmente en el entorno. El Nordic ID Sampo incluye lector y antena RFID. Tiene una lectura RFID precisa y de hasta 7 metros. Sus áreas de aplicación pueden ser: seguimiento de documentos, control de acceso, estanterías inteligentes, la gestión del inventario, etc.

Características generales

- Frecuencia: 865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)
- Dimensiones: 200x260x25 mm
- Peso: 540g aproximado
- Velocidad de Lectura: hasta 200 etiquetas/s
- GPIO: 4 entradas, 4 salidas
- Protección IP: IP20, sólo para uso en interiores

- Protocolo: EPC Class 1 Gen 2 V2, ISO 18000-63

- Características de las antenas integradas:
 - Variante de antena estándar integrada: 8 dBic circular polarizado, Apertura: 80 °, Distancia de lectura nominal: 5 m / (one-series 7 m)
 - Variante de antena de baja ganancia integrada: -2 dBic circular polarizado, Apertura: 80 °, Distancia de lectura nominal: 1.5 m / 5 pies
 - Variante de antena integrada de campo cercano: Antena optimizada de campo cercano de 2 dBi, Distancia de lectura nominal de campo cercano: 0-20 cm (one-series 0-40 cm), Distancia nominal de lectura de campo lejano: hasta 2 m (one-series 0-3 m).

1.2.5.2 Lectores RFID USB.

El lector USB industrial ThingMagic se basa en solucionar en aplicaciones de escritorio para leer o grabar etiquetas y tags RFID, que permite una solución de desarrollo y es muy fuerte en entornos industriales.

Es el lector RFID de escritorio con gran cantidad distancia de lectura. Su plataforma no es muy costosa para desarrollar aplicaciones varias de RFID. Su uso es óptimo en bibliotecas para seguir entrada y salida de libros, servicio de eventos, para hoteles, puntos de venta al menor, o para seguimiento de pacientes hospitalizados. (dipolerfid, sf)

Características generales

- Protocolo: EPC global UHF Gen2 (ISO 18000-6C), con anti-colision y RMD
- Tipo de antena: Antena interior lineal polarizado.
- Frecuencia: ETSI (EU) 865.6 a 867.6 MHz, 869.85 MHz; FCC (NA, SA) 902 a 928 MHz

- Distancia máx. de lectura: 0,90 m
- Ratio de lectura: + 190/seg.
- Dimensiones: (HxWxD) 9,7x6,1x2,5 cm.

1.2.5.3 Lectores RFID Portátiles.

El sled RFID UHF RFD 2000 es un dispositivo compacto y ligero que añade fácilmente funciones de lectura, escritura y localización de identificadores RFID UHF al ordenador móvil táctil TC20 de Zebra.

Características generales

- Frecuencia: 865 a 868 Mhz (ETSI); 902 a 928 MHz (FCC)
- Dimensiones: 14,9x7,9x13,3 cm
- Peso: 310g (Sled con batería)
- Batería: Li-ion Power Precision 3160mAh
- Estándares compatibles: EPC Clase 1 Gen 2; EPC Gen2 V2
- Tasa de Lectura: Hasta 700 etiquetas/segundo
- Aplicaciones: Retail para selección, ubicación, localización de mercancías, gestión de inventario, recuento de ciclos, comprobación de precios.

1.2.1.6 Antenas RFID.

Para las antenas RFID existen una gran variedad en el mercado para cubrir las necesidades de los usuarios. Entre las más populares están las antenas de largo y corto alcance, antenas de suelo, antenas delgadas, antenas de alta densidad y antenas robustas.

1.2.1.6.1 Antenas RFID robustas.

La antena RFID robusta AN440 Zebra con IP67 y polarización circular que proporciona un alto rendimiento. Es fácil de montar y tiene un amplio rango de cobertura RF.

Descripción del producto

- Frecuencia: 865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)
- Tamaño: 575.1 x 259.1 x 33.52 mm
- Peso: 1.9 Kg
- Polarización: 6 tipos
- Protección: IP67
- Conectores: 2 hembra tipo N
- Ganancia: 6 dBiC
- Áreas de Aplicación: Gestión de almacenes, Fabricación.

1.2.1.6.2 Antenas RFID Universales.

La antena RFID ALR 8698 de Alien Technology ha sido diseñada con una frecuencia global para aplicaciones tanto internas como externas que demandan una antena robusta con una gran capacidad de lectura.

Descripción del producto:

- Frecuencia: 865-928 MHz
- Tamaño: 258 x 258 x 36 mm
- Peso: 0.91 Kg
- Polarización: Circular
- Impedancia: 50 Ohm
- Protección: IP67
- Ganancia: 11 dBic (FCC)
- Ganancia: 10 dBic (ETSI)
- Áreas de Aplicación: Almacenes, Centros de Distribución, Aeropuertos y Hospitales, Cintas Transportadoras, etc.

1.2.1.6.3 Antenas RFID Largo Alcance.

Las antenas WRA 7070 de Kathrein son de largo alcance, con un rango de lectura de hasta 12m y está optimizada para uso en entornos industriales.

Descripción del producto:

- Frecuencia: 865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)
- Tamaño: 300 x 300 x 49 mm
- Peso: 1.7 Kg
- Polarización: Circular
- Impedancia: 50 Ohm
- Protección: IP67
- Rango de lectura de 12 m (según las propiedades de la etiqueta, el entorno y los requisitos)
- Ganancia: 8.5 dBiC
- Áreas de Aplicación: Registro de Vehículo, Sector Industrial, Logística, Aplicaciones de puerta para registro de mercancías, etc.

A continuación se definió en los siguientes cuadros comparativos las características de cada uno de los sistemas de RFID que se encuentran actualmente en el mercado e igualmente cuadros referentes a los componentes y/o Elementos más importantes que

integran estos Sistemas; todo ello para tener claridad sobre el Sistema a seleccionar para ser implementado en la Biblioteca “Gerónimo Osiris” del Campus de CECAR.

	Sistemas de baja frecuencia (135 KHz)	Sistemas de alta frecuencia (13,56 MHz)	Sistemas de Ultra alta Frecuencia (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz)	Sistemas en Frecuencia de Microondas 433 MHz , 860 MHz, 928 MHz)
Capacidad de datos	64 bits hasta 2 kbits	512 bits hasta 8 bits	32 bit hasta 4 kbits	128 bits hasta 512 kbits
Velocidad y tiempo de lectura de datos	Entre 200 bps y 1 kbps	25 kbps	28 kbps	100 kbps algunos dispositivos pueden alcanzar 1 Mbps
Cobertura	Con etiquetas pasivas 0,5 mts. Con etiquetas activas 2 mts	Con etiquetas pasivas alrededor de 1 mts	Con etiquetas UHF pasivas 3 o 4 mts. Con etiquetas activas a 433 MHz más o menos 10 mts	Con Etiquetas Pasivas 1 o 2 mts y con dispositivos activos unos 15 mts.
Zona de lectura	Buena penetración en materiales no conductores, no	Buena funcionalidad en materiales líquidos no conductores, no funciona bien	Buena penetración en materiales conductores y no conductores, pero se le dificulta con la	Buena penetración en materiales no conductores, se le dificulta con la presencia de líquidos y

	funcionan con materiales conductores	con materiales metálicos	presencia de líquidos	susceptible al ruido
Costes	Alto	Moderado	Razonable más barata	Dependen del modo de alimentación activo o pasivo
Áreas de aplicación	Apta para pequeñas distancias, pequeños negocios, Ej. fincas, lectura de pocos datos	Apta para pequeñas distancias, y cantidad de datos moderados, Ej. Pequeñas bibliotecas.	Apta para mayores distancias y una buena cantidad de datos de lectura. Ej. Supermercados, grandes bibliotecas	Apta para gran cantidad de datos y transmisión elevadas Ej. Peajes, logísticas militares

Cuadro comparativo de los distintos Sistemas RFID

	Etiquetas RFID Robustas	Etiquetas RFID UHF	Etiquetas RFID HF
Frecuencia	860 – 960 MHz	860 – 960 MHz	13,56 MHz
Estándar internacional	EPC Class 1Gen 2; ISO 18000-6C Quality Assurance	EPC Class 1Gen 2; ISO 18000-6C Quality Assurance	ISO 18000-3 Mode 3
Circuito integrado	M4D,M4QT, NXP Ucode MR6	Impinj Monza 5	NXP ICode IL T-M
Rango de lectura	7-11 mts	3 – 7 mts	1 – 4 mts

Tamaño	100 x 30 mm / 3,93 x 1.18"	97 x 15 mm (3,82 x 0.59in)	48 x 48 mm (1,89 x 1,89 in)
Servicios Opcionales	Impresión y codificación	Impresión y codificación	Impresión y codificación
Aplicaciones	Identificación de cajas plásticas, maquinaria, herramientas, mobiliario, etc.	Logística y operaciones, automatización industrial, cadena de Suministros.	Librerías, gestión documental, tracking, farmacéutico.

Cuadro Comparativo de Etiquetas RFID

	Lectores RFID fijos	Lectores RFID USB	Lectores RFID Portátiles
Protocolo	EPC Class 1Gen 2 V2; ISO 18000-63	EPC global UHF Gen2 (ISO 18000-6C), con anti-collision y RMD	EPC Clase 1 Gen 2; EPC Gen2 V2
Tipo de antena	Estándar integrada, de baja ganancia Integrada, integrada de campo cercano	Antena interior lineal polarizado	Li-ion Power Precisión 3160
Frecuencia	865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)	ETSI (EU) 865.6-867.6 MHz, 869.85 MHz; FCC (NA, SA) 902-928 MHz	865-868 MHz (ETSI); 902-928 MHz (FCC)
Distancia máxima de lectura	0,50 mts	0,90 mts	4 mts
Ratio de lectura	+110/Seg	+190/Seg	Hasta 700 etiquetas/segundo

Dimensiones	200 x 260 x 25 mm	(H x W x D) 9,7 x 6,1 x 2,5 cm	14,9 x 7,9 x 13,3 cm
-------------	-------------------	--------------------------------	----------------------

Cuadro comparativo de Lectores RFID

	Antenas RFID Robustas	Antenas RFID Universales	Antenas RFID Largo Alcance
Frecuencia	865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)	865-928 MHz	865-868 MHz (ETSI) & 902-928 MHz (FCC)
Tamaño	575.1 x 259.1 x 33.52 mm	258 x 258 x 36 mm	300 x 300 x 49 mm
Peso	1.9 Kg	0.91 Kg	1,7 Kg
Polarización	6 tipos	Circular	Circular
Impedancia	IP67	50 Ohm	50 Ohm
Protección	2 hembra tipo N	IP67	IP67
Ganancia	6 dBiC	11 dBic (FCC) 10 dBic (ETSI)	8.5 dBiC
Áreas de aplicación	Gestión de almacenes, Fabricación	Almacenes, Centros de Distribución, Aeropuertos y Hospitales, Cintas Transportadoras, etc.	Registro de Vehículo, Sector Industrial, Logística, Aplicaciones de puerta para registro de mercancías, etc.

Cuadro Comparativo de Antenas RFID

Analizando cada una de los Sistemas RFID descritos anteriormente, con cada una de sus características el Sistema a implementar en la Biblioteca “Gerónimo Osiris” en Cekar es una tecnología con **sistema de Alta Frecuencia** utilizando Etiquetas RFID, debido a que esta tecnología en su mayoría son aplicaciones que son diseñadas para bibliotecas porque sus etiquetas HF de 13,56 MHz no necesita un gran alcance de lectura y su estándar es que se está utilizando actualmente para la bibliotecas que son la ISO15693 y el ISO18000-3 (ISO, 2001). Sus etiquetas son pasivas porque la cantidad de información que se necesita para almacenar no es grande, solo basta con identificar el libro para acceder a la base de datos.



Diseño con los componentes que integran el Sistema RFID propuesto para la Biblioteca
“Gerónimo Osiris de CECAR”

1.3 Evaluación de la Infraestructura T.I. diseñada, mediante la implementación de un prototipo funcional

1.3.1 Diseño del prototipo RFID.

Para el desarrollo del presente se elaboró un prototipo funcional el cual permitió realizar ensayos a pequeña escala, debido a que los artefactos en escala real son muy costosos en cuanto a la utilización de la tecnología RFID para la gestión de los materiales bibliográficos de CECAR. Una de las ventajas atractivas de las tecnologías inalámbricas es su fácil instalación sumado a esto la relativa poca cantidad de requerimientos del sistema por lo tanto para la ejecución del prototipo funcional de sistema RFID necesitamos:

- 1) Lector/antena RFID
- 2) Tecnología Arduino
- 3) Tags o etiquetas RFID
- 4) Computador de escritorio o portátil
- 5) Software básico de gestión de información

1.3.2 Tecnología RFID.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID, Radio Frequency Identification) actualmente es una sensación en las mayorías de aplicaciones, con excelentes resultados que va en crecimiento tanto en costos como en flexibilidad. La tecnología RFID su función principal es leer a distancia una información que se almacena en un dispositivo de dominado etiquetas (Tag o transponder).

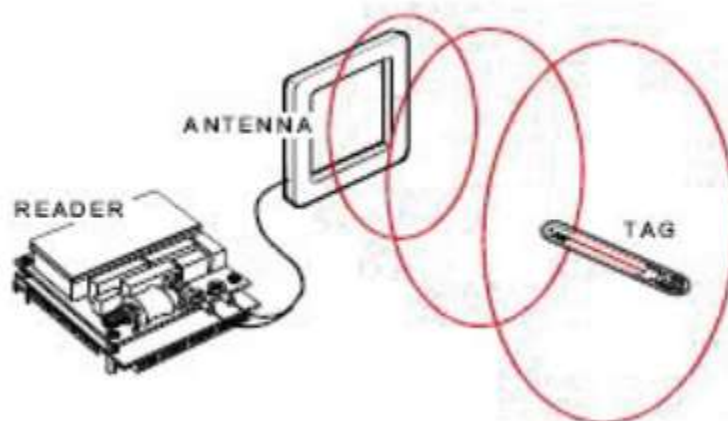


Figura 2. Esquema de un sistema RFID

Fuente: Universidad de Córdoba

Su primera aparición fue en los años 30 por las compañías (Texas Instruments, Omron, Gillete) permitiéndole así un gran crecimiento y desarrollo tecnológico, convirtiéndose en apogeo de aplicaciones en los últimos años, dando lugar a los procesos de identificación automática (Auto-ID) que le han servido enormemente en una gran variedad de servicios industriales tales como los procesos de suministro en cadena, logística de compra y distribución, control de inventario, seguimiento de entrega de correo, prevención de falseo de productos, pago automático de peajes, etc.

1.3.3 Tecnología Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino siente mediante un entorno en el cual hace la recepción de cual entran muchos sensores que afectan su entorno mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El micro

controlador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.).

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarlas pre ensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.



Figura 3. Arduino UNO

Fuente: Elaboración propia

1.3.4 Resultados Recuperados en la investigación.

Estas dos tecnologías descritas anteriormente (RFID y Arduino) y combinado con los sistemas de información que actualmente se desarrollan, permiten incorporar mecanismos innovadores a los gestión de muchos procesos en las organizaciones, para el caso que nos ocupa, se plantea dar solución a la manera como se viene gestionando el préstamo de libros en una biblioteca determinada, para dar una solución a la manera manual como se viene realizando el

proceso, se estableció como objetivo del proyecto poder incorporar un sistema de información que gestione el préstamo de libros y un sistema de alerta seguro al momento de intentar sacar un libro de la biblioteca sin el debido permiso, es decir que no esté prestado.

Para dar respuesta a este problema se diseñó el siguiente esquema:

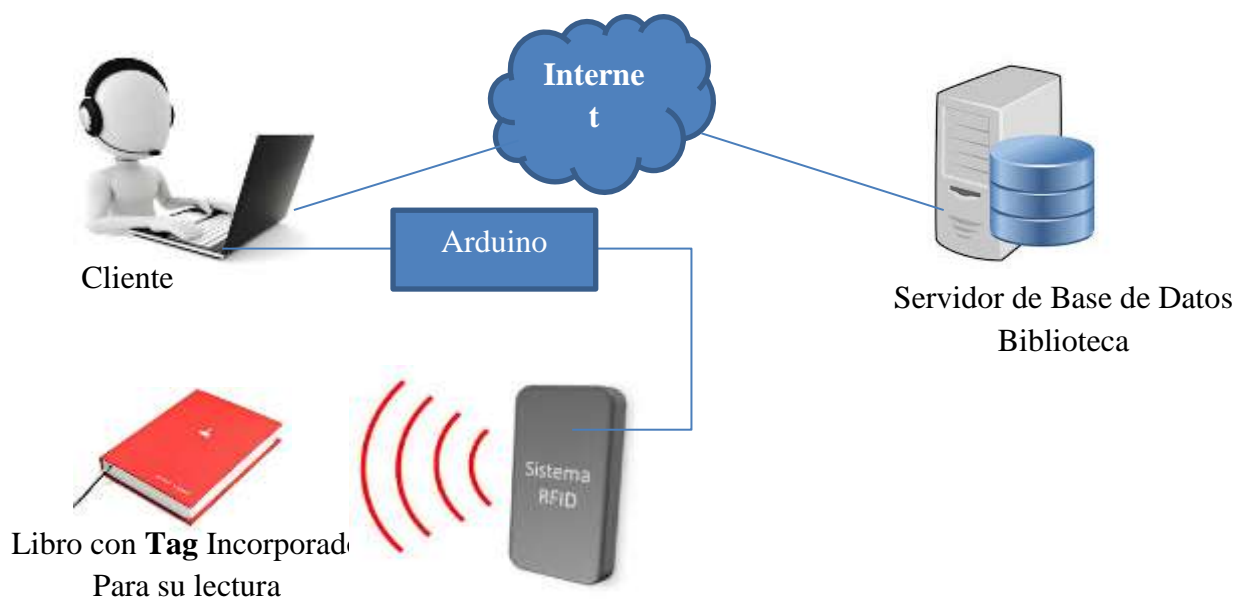


Figura 4. Esquema del diseño a implementar

Fuente: Elaboración propia

Al tratarse de un prototipo y de no contar el hardware requerido (Servidor de DB), se instaló el servidor de base de datos en el mismo cliente, para este fin se utilizó el motor de base de datos MySQL versión 5.5.24, este motor fue instalado mediante el paquete libre llamado WampServer versión 2.2, el cual puedes ser descargado de la página oficial del producto: <http://www.wampserver.es/>



Figura 5. Paquete WampServer 2.2

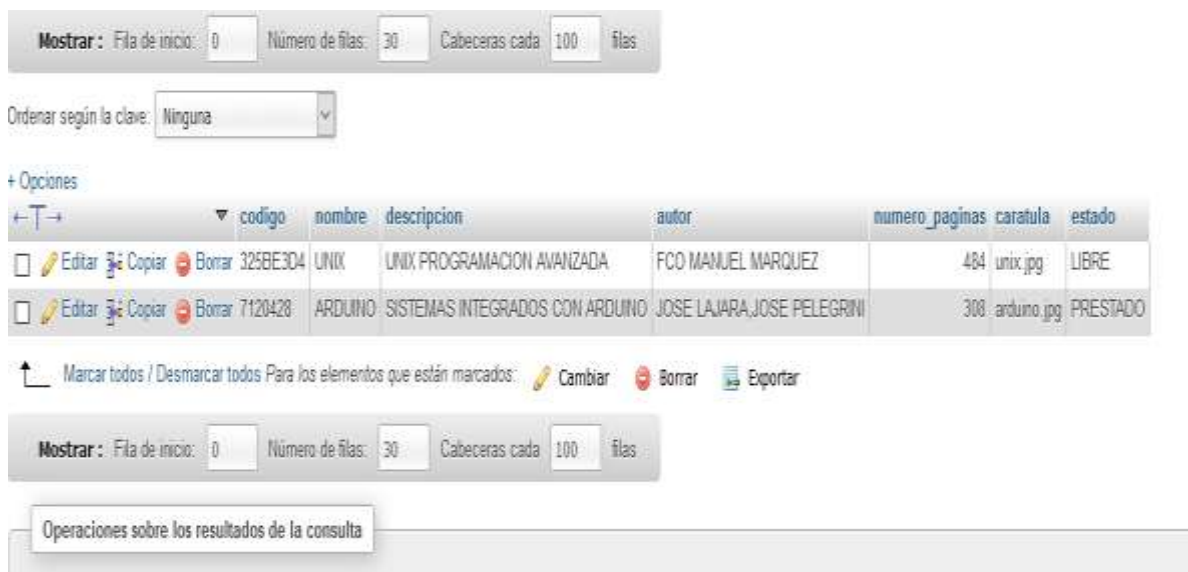
Fuente: Elaboración propia

Una vez instalado el paquete se creó la base de datos llamada biblioteca y dentro de esta una sola tabla llamada Libros, con las columnas código, nombre, descripción, autor, número de páginas, caratula y estado, esta última columna “estado” es para controlar si el libro está libre, prestado o reservado.

A continuación, se muestra el script de creación de la Tabla Libros

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `libros` (  
  `codigo` varchar(20) NOT NULL,  
  `nombre` varchar(45) NOT NULL,  
  `descripcion` varchar(100) NOT NULL,  
  `autor` varchar(45) NOT NULL,  
  `numero_paginas` int(5) NOT NULL,  
  `caratula` varchar(45) NOT NULL,  
  `estado` varchar(20) NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (`codigo`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Una vez creada la base de datos y la tabla se procedió a poblar dicha tabla, tal como lo muestra la Figura 5






Mostrar: Fila de inicio: 0 Número de filas: 30 Cabeceras cada 100 filas

Ordenar según la clave: Ninguna

+ Opciones

	codigo	nombre	descripcion	autor	numero_paginas	caratula	estado
<input type="checkbox"/>	325BE3D4	UNIX	UNIX PROGRAMACION AVANZADA	FCO MANUEL MARQUEZ	484	unix.jpg	LIBRE
<input type="checkbox"/>	7120428	ARDUINO	SISTEMAS INTEGRADOS CON ARDUINO	JOSE LAJARA, JOSE PELEGRINI	308	arduino.jpg	PRESTADO

↑ Marcar todos / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados:  Cambiar  Borrar  Exportar

Mostrar: Fila de inicio: 0 Número de filas: 30 Cabeceras cada 100 filas

Operaciones sobre los resultados de la consulta

Figura 6. Llenado de la tabla Libros

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la base de datos, se procedió a la creación de la interface gráfica del programa que se va gestionar en la biblioteca “Gerónimo Osiris” de CECAR, para este objetivo se utilizó el lenguaje de programación JAVA, y la interface de desarrollo integrado (IDE) NetBeans, la cual se escogió debido a que este entorno de desarrollo es de código abierto, y NetBeans por presentar una ventaja adicional: al ser desarrollado por la compañía Sun, la misma que creó Java, el cual puede descargarse e instalarse en un mismo paquete con el kit de desarrollo JDK, lo cual simplificará su instalación.

De igual manera, como este trabajo está enfocado en buscar una solución óptima a una necesidad que existe dentro de la universidad, que es tener la información detallada de los ejemplares existentes de la Biblioteca “Gerónimo Osiris” y con esto mejorar la seguridad en el servicio, en el préstamo de libros, los inventarios y existencias de ejemplares bibliográficos, y para realizar estos procesos y su implementación se debe desarrollar un software para el manejo de la información, y como ya se mencionó, la tecnología que se utilizará para desarrollar la aplicación es: NetBeans como IDE y Java + MySQL.

Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. (Oracle, s.f.)

Java es, a partir de 2012, se convirtió en uno de los lenguajes con mayor acogida de aplicación cliente-servidor de web, con más de 9 millones de usuarios reportados.

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos. Un módulo es un archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las APIs de NetBeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica como módulo. Las aplicaciones construidas a partir de módulos pueden ser extendidas agregándole nuevos módulos. (netbeans.org, 2017)

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base datos de código abierto más popular del mundo, y una de las más populares en general.

A continuación, se muestra las diferentes interfaces diseñadas para este objetivo.

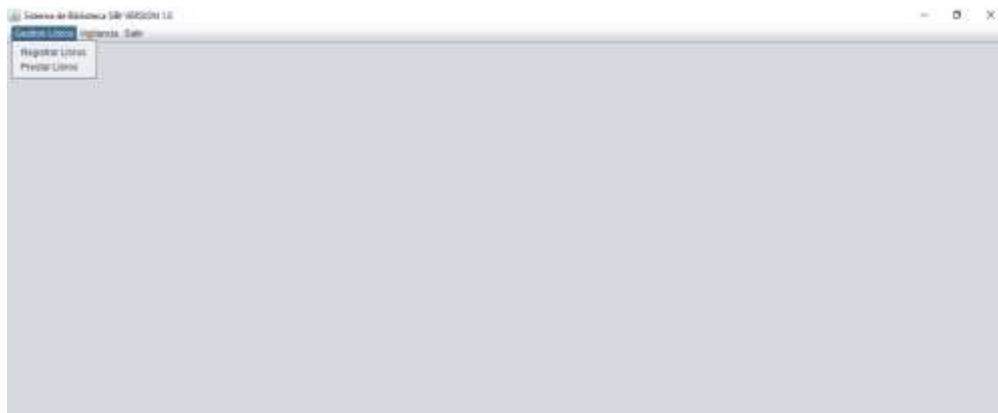


Figura 7. Pantalla principal

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se muestra la ventana principal del programa, donde se evidencia dos módulos, el módulo de ingreso y el módulo de vigilancia, el módulo de ingreso tiene dos funcionalidades, una es registrar libros en la base de datos y otra es consultarlo para su préstamo, en la otra funcionalidad llamada vigilancia es presenta una funcionalidad que leer un libro cuando pasa por el lector y si dicho libro no está prestado emite un pito de alerta informando la restricción.

A continuación, se muestra la primera funcionalidad de ingreso o registro de libros.



Figura 8. Registrar Libros

Fuente: Elaboración propia

Esta funcionalidad efectivamente registra un libro, pero hay algo importante y que se debe tener en cuenta, el código del libro es leído mediante el RFID conectado al arduino y al PC cliente, es decir el libro ya debe tener pegado el TAG requerido que lo va a identificar de manera única en el sistema, o sea que para registrar un libro primero se debe leer el código de cada libro y después escribir el resto de datos en el formulario mostrado en la figura 7.

La otra funcionalidad en el módulo de ingreso es la creada para prestar libros, sin embargo, para este prototipo solamente la funcionalidad consulta en la base de datos la información del libro, pero no realiza ninguna transacción adicional de préstamo, solo es demostrativo.

A continuación, se muestra la última funcionalidad, llamada Registro de Salida



Figura 10. Registro de salidas de libros

Fuente: Elaboración propia

Esta funcionalidad mostrada en la figura 10, estaría colocada en la entrada y salida de la biblioteca, en una pantalla o televisor, y donde se mostraría un registro de entrada y salidas de libros de la biblioteca, en este prototipo se mostrara cuando un libro es pasado por el lector RFID, y si éste libro se encuentra en estado **LIBRE**, el sistema emite un pito de alerta para que el vigilante pueda actuar ante lo sucedido, cuando dicho libro esta prestado, simplemente lo muestra pero no emite ningún sonido de alerta.

Hasta este punto se ha relatado lo relacionado con el software y sus funcionalidades, ahora se explicará cómo fue la conexión y configuración del arduino y del RFID para que pudiera interactuar con el programa hecho en Java.

Empezaremos explicando la conexión y configuración del Arduino y del RFID

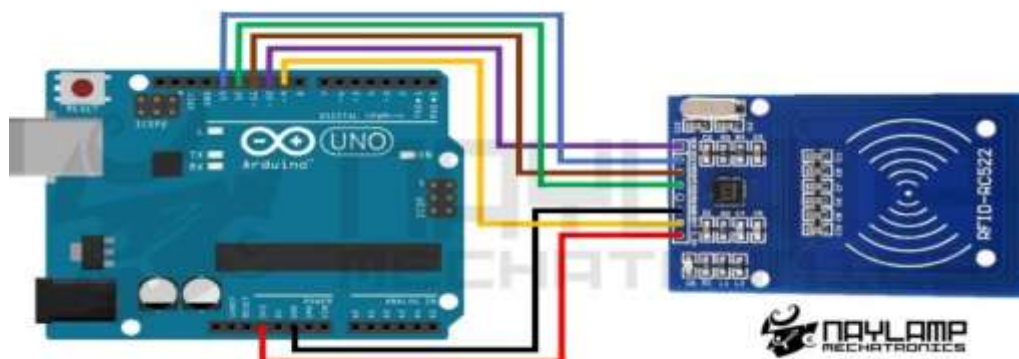


Figura 11. Conexión del entre el módulo RFID y Arduino

Fuente: Elaboración propia

1.3.5 conexión del entre el módulo RFID y Arduino.

Tabla 1.

Conexión del entre el módulo RFID y Arduino

Módulo RC522	Arduino Uno, Nano
SDA (SS)	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	No conectado
GND	GND
RST	9
3.3V	3.3V


```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
constexpr uint8_t RST_PIN = 9; // Configurable, see typical pin layout above
constexpr uint8_t SS_PIN = 10; // Configurable, see typical pin layout above
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
char c;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Initialize serial communications with the PC
  SPI.begin(); // Init SPI bus
  mfrc522.PCD_Init(); // Init MFRC522 card
}
void loop() {
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() ) {
    return;
  }
  // Select one of the cards
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial() ) {
    return;
  }
  byte readCard[24];
  for (int i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
    readCard[i] = mfrc522.uid.uidByte[i];
    Serial.print(readCard[i], HEX);
  }
  Serial.println("");
  delay(1000);
}
```

Figura 12. Código de configuración del Arduino para interactuar con el RFID

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la imagen 11, el arduino utiliza dos librerías, SPI y MFRC522, sin estas librerías no serían posibles configurar los dos dispositivos, este código mediante el loop o ciclo lo que hace es crear una especie de demonio o hilo que siempre está preguntado si hay una tarjeta o Tag para leer, y cuando lo detecta, lo lee y lo escribe en el puerto serial, que posteriormente con otro proceso o hilo es leído desde Java para ser mostrado en sistema descrito anteriormente.

Una vez probado el código, éste es compilado y cargado a la memoria del Arduino de manera permanente.

Al ser configurado el RFID y el Arduino y probado de manera exitosa, resta explicar cómo hacer para que desde Java se puedan leer los datos que el Arduino escribe en el puerto serial, para luego ser consultado en la base de datos, para lograr este objetivo se utilizó una librería externa llamada [que fue descarga desde la página http://panamahitek.com/libreria-panamahitek_arduino/](http://panamahitek.com/libreria-panamahitek_arduino/), esta librería permite conectarnos al puerto serial y poder leer la información que envía el arduino en dicho puerto, por otra parte se debe aclarar que la librería en sí, te permite hacer lo anteriormente

descrito pero se presentó un inconveniente cuando se intenta acceder al puerto serial varias veces, para solucionar este inconveniente se optó por utilizar un patrón de diseño llamado Singleton, este patrón permite una sola conexión al puerto serial y así solucionamos dicho inconveniente, tal como se muestra en la figura.

```
public class ConectarSingleton {

    private static ConectarSingleton conectar;
    private PanamaHitek_Arduino a;
    private JTextField campo;
    private JTextField salida;

    public void setSalida(JTextField salida) {
        this.salida = salida;
    }

    public JTextField getCampo() {
        return campo;
    }

    public void setCampo(JTextField campo) {
        this.campo = campo;
    }

    private ConectarSingleton()
    {
        a=new PanamaHitek_Arduino();
        campo=new JTextField();
        try {
            a.arduinoRXTX("COM5",9600,listener);
        } catch (Exception ex) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null,"Error en la coneccion"+ex.getMessage());
        }
    }
}
```

Figura 13. Implementación del patrón Singleton para acceder al puerto serial del equipo
Fuente: Elaboración propia

Después de haber solucionado todos estos inconvenientes el sistema desarrollado en Java utilizando el IDE NetBeans, se pudo integrar la lectura del RFID y el arduino con las interface hechas en Java que a su vez interactúan con la base de datos realizada en MySQL, finalmente cabe resaltar que para mayor comprensión de todo lo realizado en este prototipo, es revisar el código fuente, el cual será entregado con este documento.

2. Conclusiones

Con la realización del presente trabajo de investigación y la información recolectada en la biblioteca “Gerónimo Osiris” sea hace necesario que en la biblioteca se implemente un sistema informático con tecnología RFID ayudando al crecimiento Institucional.

La metodología investigativa que se implementó en este proyecto permitió conocer las ventajas, sus funcionalidades y características de la tecnología de identificación por radio frecuencia, frente a otras existentes en el mercado. Ésta se generó de acuerdo a las necesidades que se presentan con respecto al poco control de los elementos bibliográficos que existentes en biblioteca, la cual refleja una pérdida constante de los libros de una estantería abierta, que se tiene en cuanto al manejo del préstamo de libros, localización y otros materiales que se realizan durante gestión que brinda el servicio de la biblioteca.

Este tipo de solución se recomienda para los escenarios en donde se requiere dar un seguimiento continuo y de manera óptima a los materiales o productos sobre la administración de inventarios y velar por la seguridad de los mismos.

De esta manera se fijaron los factores más significativos a considerar para implementar la tecnología RFID en la biblioteca “Gerónimo Osiris”. Se realizaron estudios necesarios para obtener la posibilidad de una futura implementación de esta tecnología en la biblioteca de la Corporación Universitaria del Caribe, logrando entregar un prototipo de implementación.

A través de esta tecnología se permite una caracterización automática de cada artículo que contenga implementada una etiqueta RFID. Por lo tanto, este proceso podrá entregar diariamente resultados y detectar si ha ocurrido alguna sustracción de material bibliográfico sin la autorización necesaria, utilizando las antenas de alarmas, proporcionando niveles de seguridad en la circulación de los materiales bibliográficos versus al manejo en el actual servicio. Con la efectividad de esta

propuesta tecnológica de RFID se logrará disminuir los principales factores que se presentan anualmente en las pérdidas económicas y significativas en la biblioteca.

Los dispositivos seleccionados en el presente trabajo como lectores RFID no necesitan línea de vista, ni contacto físico con las etiquetas debido a la frecuencia en que trabajan. Por otro lado, las etiquetas cuentan con mayor durabilidad y tienen un costo cómodo por tanto son buenas alternativas de implementación permitiendo identificar los recursos bibliográficos y facilitando los servicios de préstamos en la biblioteca.

Con relación en los resultados Recuperados en el presente trabajo investigativo se presentó la propuesta y el estudio de factibilidad para llevar a cabo la implementación de la tecnología RFID.

3. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que el proyecto a implementar en la biblioteca “Gerónimo Osiris” los artículos bibliográficos a identificar por radio frecuencia RFID, va a ser utilizado por estudiantes, administrativos y demás miembros de la universidad, se recomienda sobre el uso adecuado de los mismos con respecto a la etiqueta RFID. Ya que el lector y la antena se encuentran en un circuito impreso sin ningún tipo de protección, y deben ser manipulados con precaución.

Cada vez que se utilice el sistema RFID en un computador diferente, se debe instalar el software que permite al equipo leer la tarjeta adecuadamente y poder hacer uso de los módulos diseñados en la aplicación y realizar la conexión con la base de datos. De igual manera se deberá configurar el perfil asignado a cada usuario.

En cuanto a la puesta en práctica del procedimiento de identificación haciendo uso del sistema, se recomienda que en el ámbito correspondiente a las personas que se encargarán de ejecutar los procedimientos de consulta y control de material bibliográfico del sistema propuesto adquieran una capacitación.

Debido a que la tecnología RFID está en constante desarrollo y mejoras continuas se debe mantener una actualización para poder realizar trabajos a futuro con excelencia y aplicar los respectivos cambios necesarios al sistema.

Desarrollar políticas de seguridad para los usuarios con acceso al sistema restringiendo las actividades que puedan causar daños a la información consolidada, al igual monitorear los programas con los cuales se pueda realizar daños al sistema.

Sobre los artefactos tecnológicos que se implementarán en el sistema, se recomienda que tengan siempre en consideración que existe una gran variedad de modelos y especificaciones que soportan el desarrollo de esta tecnología y que pueden resultar económicos, por lo cual se debe

realizar una revisión sobre las características técnicas de estos componentes para comprobar que realmente cumplen con las necesidades considerando la calidad antes que un buen precio que garantice el correcto funcionamiento del sistema a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Armendariz-aldas, J. (2009). *Análisis comparativos de las tecnologías RFID, HID, y AWID para proponer un sistema para la ubicación y seguridad de los libros de la biblioteca de la FIEE de la EPN*. 25. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/27558351_Analisis_comparativo_de_las_tecnologias_RFID_HID_y_AWID_para_proponer_un_sistema_para_la_ubicacion_y_seguridad_de_los_libros_en_la_Biblioteca_de_la_FIEE_de_la_EPN
- Báez-Llancafil, R. A. (2013). *Tecnología RFID para el reconocimiento y asignación de pallets y rollos de cartulina en bodega*. Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcib142t/doc/bmfcib142t.pdf>
- Benia, J. (2007). *RFID – Identificación por radio frecuencia*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/electronica/rfid.html>
- By Techdesign. (2018). *¿Qué es RFID?*. Recuperado de <https://www.by.com.es/blog/que-es-rfid/>
- Carrasco-Cerón, J. (2009). *Diseño de un sistema de control interno y externo de inventarios con tecnología RFID*. Quito. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1210>
- Dipole . (2003). *Dipole Pro100 Etiqueta RFID*. Recuperado de <https://www.dipolerfid.es/es/Etiquetas-RFID/Dipole-Pro100-EtiquetaRFID>
- Dipolerfid. (2003). *Tag RFID*. Recuperado de <https://www.dipolerfid.es/es/Tag-RFID/smartrack-block>
- Dipolerfid. (2003). *Lectores RFID USB*. Recuperado de <https://www.dipolerfid.es/es/Lectores-RFID-USB>
- Fabbro, D. (2013). *Los Sistemas integrados de gestión bibliotecarias (SIGB):*. Córdoba. Recuperado de

https://www.academia.edu/8337474/_Los_Sistemas_integrados_de_gesti%C3%B3n_bibliotecarias_SIGB_oportunidades_y_o_desventajas_que_ofrecen_hoy_

García-Melero, L. (1999). *Automatización de bibliotecas*. Arco/libros S.L.

García, V. (2006). *Estudio de la identificación por radio frecuencia (RFID) y desarrollo de software relacionado con el control de la cadena de suministro*. España.

Godínez, L. (2008). *RFID Oportunidades y riesgos, su aplicación práctica*. México: Editorial Alfaomega.

Gómez-Gómez, A. (2007). RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas. *El profesional de la información*, 16, p. 328. Recuperado de <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2007/julio/05.pdf>

Gordon, N. (2009). *Control de acceso en la entrada del instituto Geofísico utilizando tecnología RFID EPN*. Quito. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1482>

Iqia. (sf). *Sistemas Pasivos de RFID*. Recuperado de <https://www.iqia.com.mx/nosotros-la-empresa-iqia-tu-aliado-en-soluciones-de-rfid/>

Netbeans.org. (2017). *netbeans*. Recuperado de https://netbeans.org/index_es.html

Oracle. (s.f.). *Java*. Recuperado de https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml

Portillo-García, J. (s.f.). *Tecnología de identificación por radiofrecuencia [RFID]: aplicaciones en el ámbito de la salud*. Recuperado de www.madrimasd.org

Portillo-García, J., Bermejo-Nieto, A., & Bernandos-Barbolla, A. (2008). *madrimasd*.

Recuperado de

https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/_VT13_RFID.pdf

Rodríguez-Gómez, A. (2016). *Propuesta de un Sistema de identificación de producto en la empresa Megabyte Nicaragua. S.A usando tecnología RFID*. Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/3344/1/76498subido.pdf>

Tag Ingenieros Consultores S.L. (2016). *La base del RFID, el TAG RFID*. Recuperado de <http://www.tagingenieros.com/RFID-productos-RFID/etiquetas-RFID>

Vidal-Aragón, L. (2016). *Estudio de la tecnología de comunicación por radiofrecuencia RFID y su implementación*. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90638/fichero/Estudio+de+la+tecnolog%C3%ADa+de+comunicaci%C3%B3n+por+radiofrecuencia+RFID+y+su+implementaci%C3%B3n.pdf>

Anexos

Tecnología RFID



Figura 1 Elementos del sistema RFID

Fuente: https://www.etilux.com/medias/images/RFID1_es.jpg

Funcionamiento del sistema RFID

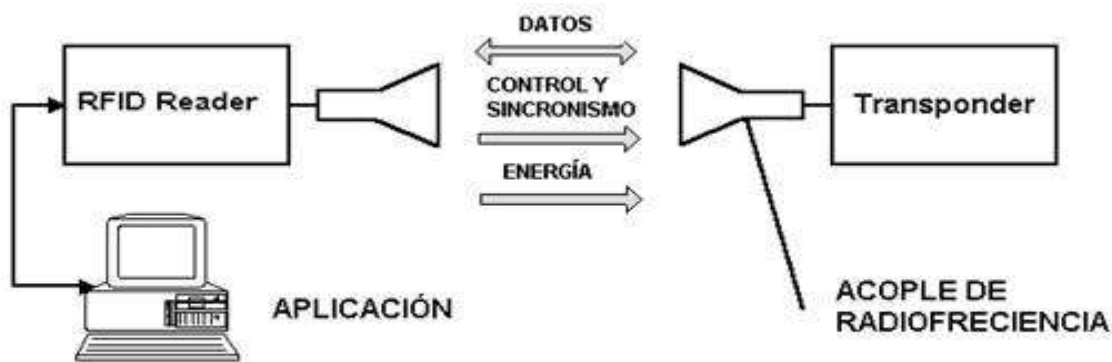


Figura 2 Funcionamiento del Sistema RFID

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos76/gestionar-disponibilidad-autos-forma-automatica/image001.jpg>

Como podemos ver en la Figura 2, existen dos interfaces de comunicación:

- 1) Interfaz Lector-Sistema de Información, donde la conexión se realiza a través de un enlace de comunicaciones estándar, que puede ser local o remoto y cableado o inalámbrico como el RS 232, RS 485, USB, Ethernet, WLAN, GPRS, UMTS, etc.
- 2) Interfaz Lector-Etiqueta (tag), donde es el enlace de radio, con sus propias características de frecuencia y protocolos de comunicación.

Componentes del Sistema RFID

Todo sistema que funciona con tecnología inalámbrica necesita de una transmisor y un receptor, donde el primero corresponde a las etiquetas y el segundo a las antenas/lectores. Además de estos elementos se requiere de un interfaz de usuario para que puede gestionar los datos que están siendo transmitidos por estos elementos, a continuación se describen los elementos básicos para implementar un sistema RFID:

- **Etiquetas o tags RFID:**

El transpondedor es el dispositivo que va embebido en una etiqueta o tag y contiene la información asociada al objeto al que acompaña, transmitiéndola cuando el lector la solicita.

Está compuesto principalmente por un microchip y una antena. Adicionalmente puede incorporar una batería para alimentar sus transmisiones o incluso algunas etiquetas más sofisticadas pueden incluir una circuitería extra con funciones adicionales de entrada/salida, tales como registros de tiempo u otros estados físicos que pueden ser monitorizados mediante sensores apropiados (de temperatura, humedad, etc.).

El tag o etiqueta RFID, o en ámbito de la electrónica “transpondedor”, es el componente estrella del sistema RFID. Se denomina dispositivo “transpondedor”, por su modo de operación básico, tiene capacidad de recibir y transmitir señales, pero sólo transmitirá a modo de respuesta ante una

posible petición de un dispositivo “transceptor” o lector RFID. El tag es un pequeño chip (circuito integrado), adaptado a una antena de radiofrecuencia (RF) que permite la comunicación vía radio. Estos dos elementos integrados sobre un sustrato, forman lo que se conoce como tag. Dependiendo de la aplicación final del sistema de identificación, el sustrato donde se encapsula el chip y la antena RF, será diferente permitiendo la adaptación de sus características a los requisitos de la aplicación.

El microchip incluye:

- 1) Una circuitería analógica que se encarga de realizar la transferencia de datos y de proporcionar la alimentación.

- 2) Una circuitería digital que incluye:
 - ✓ La lógica de control.
 - ✓ La lógica de seguridad.
 - ✓ La lógica interna o microprocesador.

- 3) Una memoria para almacenar los datos. Esta memoria suele contener:
 - ✓ Una ROM (Read Only Memory) o memoria de sólo lectura, para alojar los datos de seguridad y las instrucciones de funcionamiento del sistema.
 - ✓ Una RAM (Random Access Memory) o memoria de acceso aleatorio, utilizada para facilitar el almacenamiento temporal de datos durante el proceso de interrogación y respuesta.
 - ✓ Una memoria de programación no volátil.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia puede ser dividida principalmente en 3 categorías:

1. **Sistemas pasivos.** En los cuales las etiquetas de RFID no cuentan con una fuente de poder. Su antena recibe la señal de radiofrecuencia enviada por el lector y almacena esta energía en un capacitor. La etiqueta utiliza esta energía para habilitar su circuito lógico y para regresar una señal

al lector. Estas etiquetas pueden llegar a ser muy económicas y pequeñas, pero su rango de lectura es muy limitado.

2. **Sistemas activos.** Utilizan etiquetas con fuentes de poder integradas, como baterías. Este tipo de etiquetas integra una electrónica más sofisticada, lo que incrementa su capacidad de almacenamiento de datos, interfaces con sensores, funciones especializadas, además de que permiten que exista una mayor distancia entre lector y etiqueta (20m a 100m). Este tipo de etiquetas son más costosas y tienen un mayor tamaño. Pueden permanecer dormidas hasta que se encuentran dentro del rango de algún lector, o pueden estar haciendo broadcast constantemente.

3. **Sistemas Semi-Activos.** Emplean etiquetas que tienen una fuente de poder integrada, la cual energiza al tag para su operación, sin embargo, para transmitir datos, una etiqueta semi-activa utiliza la potencia emitida por el lector. En este tipo de sistemas, el lector siempre inicia la comunicación. La ventaja de estas etiquetas es que al no necesitar la señal del lector para energizarse (a diferencia de las etiquetas pasivas), pueden ser leídas a mayores distancias, y como no necesita tiempo para energizarse, estas etiquetas pueden estar en el rango de lectura del lector por un tiempo substancialmente menor para una apropiada lectura. Esto permite obtener lecturas positivas de objetos moviéndose a altas velocidades.

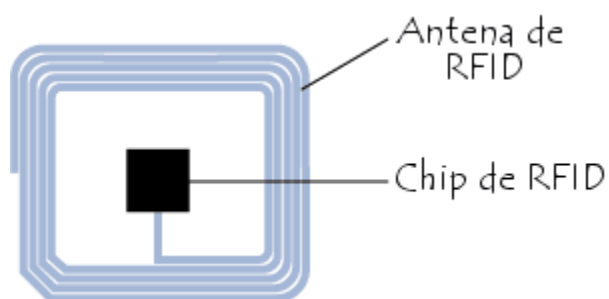


Figura 3 Etiqueta RFID

Fuente: <http://es.ccm.net/contents/619-identificacion-por-radiofrecuencia-rfid>

- **Lectores de RFID**

El lector de RFID es un dispositivo que puede leer y escribir datos hacia tags RFID compatibles. El lector es el componente central del hardware en un sistema de RFID y tiene los siguientes componentes:

✓ Transmisor

El transmisor emite potencia y envía el ciclo de reloj a través de su antena hacia los tags que se encuentran dentro de su rango de lectura.

✓ Receptor

Este componente recibe las señales analógicas provenientes del tag a través de la antena y envía estos datos al microprocesador, donde esta información es convertida en su equivalente digital.

✓ Antena

Esta antena va conectada directamente al transmisor y al receptor. Existen lectores con múltiples puertos para antenas, lo que les permite tener múltiples antenas y extender su cobertura.

✓ Microprocesador

Este componente es responsable de implementar el protocolo de lectura empleado para comunicarse con tags compatibles. Decodifica y realiza verificación de errores a las señales recibidas. Adicionalmente, puede contener cierta lógica para realizar filtrado y procesamiento de bajo nivel de los datos leídos, esto es, eliminar lecturas duplicadas o erróneas.

✓ Memoria

La memoria es utilizada para almacenar información como los parámetros de configuración del lector, además de una lista de las últimas lecturas realizadas, de modo tal que si se pierde la comunicación con la PC, no se pierdan todos los datos.

✓ Canales de Entrada/Salida

Estos canales permiten al lector interactuar con sensores y actuadores externos.

Estrictamente hablando, es un componente opcional, pero incluido en la mayoría de los lectores comerciales de la actualidad.

✓ Controlador

El controlador es el componente que permite a una entidad externa, sea un humano o un software de computadora, comunicarse y controlar las funciones del lector.

Comúnmente los fabricantes integran este componente como un firmware.

✓ Interfaz de Comunicación

Esta interfaz provee las instrucciones de comunicación, que permiten la interacción con entidades externas, mediante el controlador, para transferir datos y recibir comandos.

Un lector puede tener distintos tipos de interfaz como, por ejemplo: RS-232, RS-485, interfaz de red, entre otras.

✓ Fuente de Alimentación

Este componente provee de alimentación eléctrica a los componentes del lector y regularmente consiste en un cable con un adaptador de voltaje, conectado hacia la toma de corriente. Pero en los últimos años se han incrementado el número de lectores de tipo pistola, los cuales son móviles y su fuente de alimentación es una batería recargable.

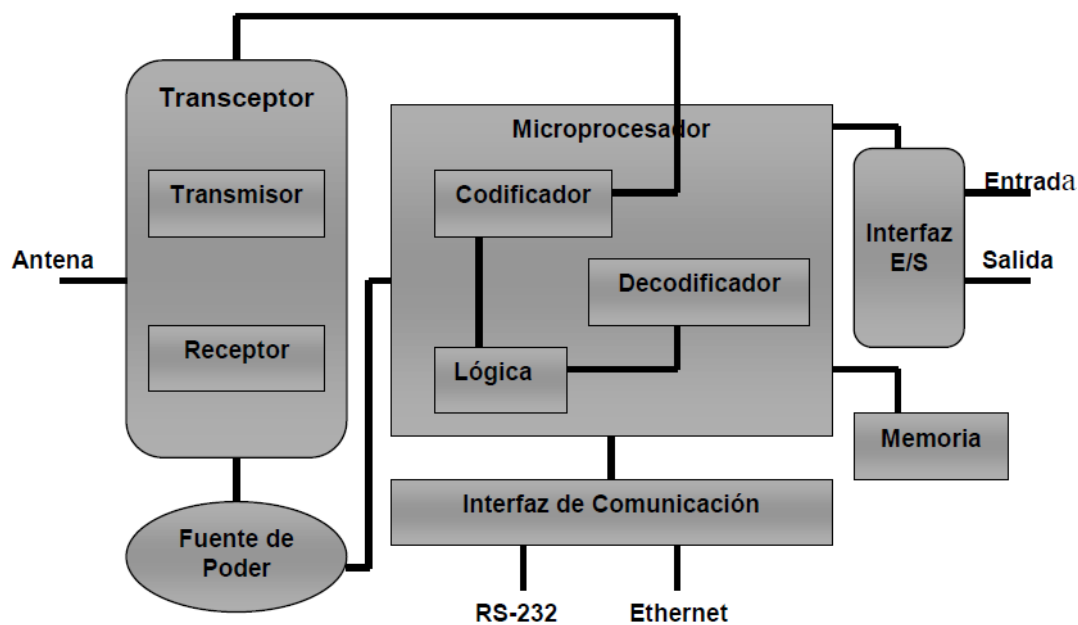


Figura 4 Componentes de un Lector RFID

Anticolisión y Múltiples Lecturas

Para que un lector de RFID tenga la capacidad de comunicarse con múltiples tags simultáneamente, es necesario implementar algoritmos anticolidión. Un lector antes de emitir una señal de lectura no sabe cuántos tags se encuentran a su alrededor, entonces debe existir un plan de cómo realizar estas lecturas, de lo contrario en el caso en que hubiera cientos de tags en el rango de lectura intentando contestar al mismo tiempo, podrían existir colisiones.

Existen tres técnicas anticolidión. Espacial, por frecuencia y en dominio de tiempo.

Las tres son utilizadas para establecer un orden jerárquico, o algún método aleatorio en el sistema.

- **RFID Middleware**

El middleware es el software que permite la conexión entre el hardware de RFID y los sistemas de Tecnologías de la Información de la empresa como pueden ser sistemas legados, ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Client Relationship Management), sistemas de inteligencia de negocio, entre otros.

El middleware es una plataforma para filtrar, administrar y rutear datos de las redes de RFID hacia los sistemas empresariales.

El middleware de RFID debe incluir una combinación balanceada de cinco capas:

- 1) Administración del Lector. Debe permitir al usuario configurar, monitorear y aplicar comandos directamente a los lectores, a través de una interfaz común.
- 2) Administración de los datos. Una vez que el middleware de RFID captura los datos enviados por los lectores, debe ser capaz de filtrar lecturas duplicadas o erróneas y rutear los datos a su correcto destino.
- 3) Integración de Aplicaciones. Debe proveer características de conectividad, ruteo y mensajes, requeridas para integrar los datos RFID con sistemas existentes como SCM (Supply Chain Management), WMS (Warehouse Management System), CRM (Client Relationship Management) o ERP (Enterprise Resource Planning), idealmente a través de una arquitectura orientada a servicios (SOA).
- 4) Integración con socios de negocio. Algunos de los beneficios más prometedores de RFID vendrán al compartir los datos RFID con los socios de negocio para mejorar los procesos

colaborativos, para lo cual es necesaria la compatibilidad con protocolos de transporte B2B (Business to Business).

5) Administración y escalabilidad en la arquitectura. La adopción de RFID producirá mucha información, y el middleware de RFID es la primera línea de defensa para un procesamiento de los datos confiable. Esto significa que las plataformas de middleware de RFID deben estar habilitadas para funcionar en ambientes de alta disponibilidad o en cluster, con la capacidad de hacer un balanceo de carga dinámico y re-enrutamiento de los datos en caso de que un servidor falle.

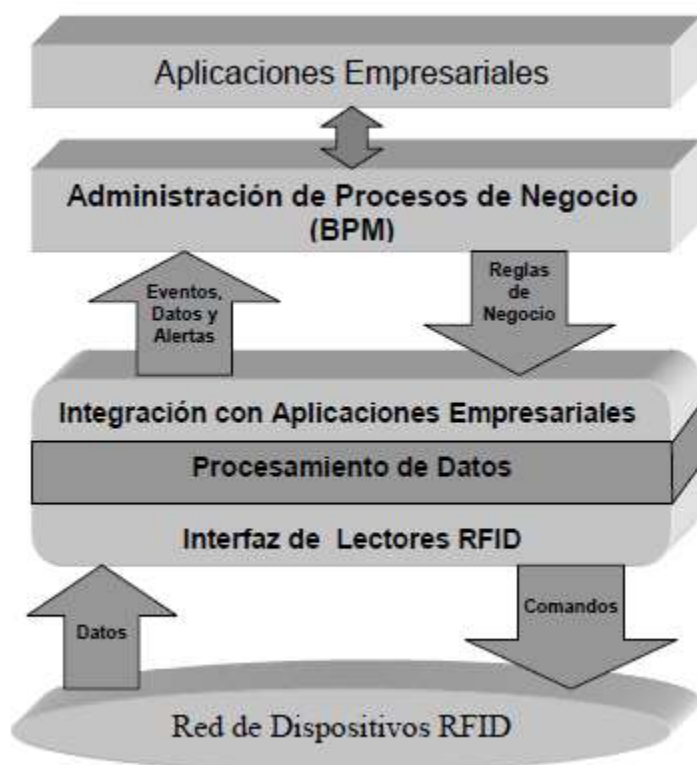


Figura 5 Capas de Middleware RFID

Fuente: <https://www.google.com.co/imgres?imgurl.jpg>