

**USO DE LA TECNOLOGIA RFID PARA LLEVAR UN CONTROL Y RASTREO
PARA UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA BODEGAJE**

GONZALO BOCANEGRA FONSECA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
BOGOTÁ
2021**

**USO DE LA TECNOLOGIA RFID PARA LLEVAR UN CONTROL Y RASTREO
PARA UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA BODEGAJE**

GONZALO BOCANEGRA FONSECA

Tesis para optar a ingeniero de telecomunicaciones

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**BOGOTÁ
2021**

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
Pregunta de investigación:.....	14
JUSTIFICACIÓN.....	15
OBJETIVOS	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
CRONOGRAMA.....	18
Cronograma de actividades.....	18
ANTECEDENTES	19
MARCO TEÓRICO	23
RFID	23
Historia de RFID.....	23
¿Qué es RFID?	24
Aplicaciones de RFID	26
Tags	28
Tipos de tags RFID.....	28
Lectores de radiofrecuencia.....	30
Lectores RFID fijos:.....	30
Lectores RFID portátiles:	31
METODOLOGÍA	33
Tipo de investigación	33
Fuentes de información	34
Fuentes primarias	34
Fuentes secundarias	35
Técnicas y procedimientos para la recolección de información.....	35
Tratamiento de la información.....	35
Alcance	36
Diseño de la investigación.....	36
Planificación	36

HIPÓTESIS.....	38
RESULTADOS.....	39
FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO.....	39
Sistema de inventario periódico o físico.....	39
Características de sistemas de control de inventario periódico	40
Sistema de inventario permanente o perpetuo	40
Características de sistemas de control de inventario permanente.....	41
PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	42
Presupuesto de equipos RFID	43
Presupuesto de implementación	43
Presupuesto del investigador	44
PLANTEAMIENTO DE LA BASE DE DATOS	45
Modelo de base de datos para el almacenamiento de datos de productos	45
Diseño conceptual	45
Diseño lógico	47
Diseño del modelo físico.....	48
PLANTEAMIENTO DE LA CODIFICACIÓN DE TAG PASIVOS A PEQUEÑA ESCALA CON EL USO DE ARDUINO	51
Módulo RFID RC522.....	51
1. Conexión del entre el módulo RFID y Arduino.....	53
2. Programación del Módulo RC522: Lectura del código de identificación	55
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	64

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto de equipos	43
Tabla 2. Presupuesto de implementación	43
Tabla 3. Presupuesto del investigador	44
Tabla 4. Tipo de datos que incluye la BD de la entidad “Almacén”	49
Tabla 5. Conexión entre modulo RFID y Arduino.....	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Cronograma de actividades	18
Figura 2. Elementos del RFID	25
Figura 3. Tag pasivo.....	28
Figura 4. Tag activo.....	29
Figura 5. Lector Fijo Serie RS-232	31
Figura 6. Lector portátil	32
Figura 7. Fases de Diseño de un BD.	45
Figura 8. Diseño del modelo conceptual de la BD.	46
Figura 9. Notación PK del modelo lógico de la BD.	47
Figura 10. Diseño del modelo lógico de la BD.....	48
Figura 11. Diseño del modelo físico de la BD.....	50
Figura 12. Módulo RFID RC522.....	52
Figura 13. Conexión Arduino y Modulo RFID.	54
Figura 14. Arduino uno.	54
Figura 15. Modulo RFID.	55
Figura 16. Identificación de tags.	56
Figura 17. Modulo RC522.	57
Figura 18. Iniciar el RC522.	57
Figura 19. Ver si hay una tarjeta presente.	58
Figura 20. Seleccionar una tarjeta para la lectura.....	58
Figura 21. Obtener el tamaño del código de identificación.....	58
Figura 22. Leer el código de identificación.....	59
Figura 23. Finalizar la lectura.	59
Figura 24. Monitor de Arduino.	60

RESUMEN

Un sistema de inventario es una herramienta de gestión empleada para registrar las cantidades de mercancías existentes en una empresa, así como para determinar el costo de los productos vendidos. Mediante un sistema de control de inventarios es posible saber cuánta mercancía se tiene en determinado momento y qué productos están por acabarse (eventual quiebre de stock), así como determinar los niveles de rotación de los productos e identificar aquellos próximos a cumplir su fecha de caducidad. También lo podríamos definir como el conjunto de normas, métodos y procedimientos que se utiliza para planificar y controlar los productos o materiales que utiliza una empresa, de manera que esta pueda funcionar eficazmente.

El funcionamiento de los sistemas de inventario puede variar dependiendo de la manera en se automatizan los procesos, algunas empresas cuentan con sistemas de inventarios muy ágiles y automatizados ya que destinan recursos financieros para actualizar y mejorar sus procesos, otras por lo general las PyMES se ven rezagadas o en desventaja cuando se enfrentan a la posibilidad para automatizar sus procesos, muchas veces es porque no destinan el recurso financiero o no cuentan con personal calificado para ejercer la labor, o también se podría decir que enfrentan un miedo al cambio para adoptar nuevas tecnologías como son el RFID.

Las empresas deben afrontar cambios para automatizar procesos y así agregar valor comercial a su actividad económica. Cada día salen al mercado nuevas opciones para automatizar procesos y más ahora con la 4ta revolución industrial, es

por eso que las PyMES deben crear conciencia de que es hora de dar el paso para el cambio.

Palabras clave: Inventario, PyMES, automatización, producto

ABSTRACT

An inventory system is a management tool used to record the quantities of merchandise existing in a company, as well as to determine the cost of products sold. By means of an inventory control system, it is possible to know how much merchandise you have at a certain moment and which products are about to run out (possible stock break), as well as to determine the rotation levels of the products and identify those close to reaching their expiration date. We could also define it as the set of standards, methods and procedures used to plan and control the products or materials used by a company, so that it can function effectively.

The functioning of inventory systems may vary depending on the way in which processes are automated, some companies have very agile and automated inventory systems since they allocate financial resources to update and improve their processes, others, in general, SMEs are seen behind or at a disadvantage when faced with the possibility of automating their processes, many times it is because they do not allocate the financial resource or do not have qualified personnel to carry out the work, or it could also be said that they face a fear of change to adopt new technologies such as RFID.

Companies must face changes to automate processes and thus add commercial value to their economic activity. Every day new options to automate processes come to the market and more so now with the 4th industrial revolution, that is why SMEs must create awareness that it is time to take the step for change.

Keywords: Inventory, SMEs, automation, product

INTRODUCCIÓN

Los avances en la tecnología ahora que se está viviendo el auge de la cuarta revolución industrial, nos permite encontrar tecnologías y aplicaciones nuevas que se puedan integrar a las necesidades del entorno. Nuestro mundo que cada día está en avance y corre a mil por hora es más común toparnos con nuevas tecnologías donde las empresas se enfrentan a retos constantemente, para enfrentarse a la automatización en sus procesos donde es tan importante que a nivel Industrial puedan conocer alternativas tecnológicas, no a grosso modo sino entendiendo su funcionamiento, capacidades reales y aplicaciones más apropiadas dentro de los procesos, para lograr los objetivos propuestos en la mejora del cambio en sus organizaciones.

El IoT que se encuentra en un punto muy importante de investigación y desarrollo, permite que cosas tan prácticas como el RFID puedan tener acceso al internet. Al automatizar procesos en nuestros hogares y en la industrial permite que el campo de aplicación del IoT se pueda integrar con otras tecnologías existentes como lo es el RFID que posibilita la captura de información y datos de algunos productos, un ejemplo es el uso de este en los sistemas de inventario el cual abordaremos en esta investigación.

Lo que se pretende con la realización de esa investigación es entender la importancia que tiene la tecnología RFID para el avance tecnológico propuesto dentro de las PyMES

Todo este proceso de aprendizaje es muy importante para nuestro desempeño como ingenieros y así tener conceptos claros para un desempeño lógico en labores

encomendadas, este trabajo va estimulado al conocimiento científico y racional, con la investigación propuesta, la idea es desarrollar exitosamente esta labor para poder integrar esta tecnología.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas que se dedican a la venta de productos, tienen la necesidad de mantener un control permanente de sus mercancías y para hacer esto, implementan sistemas de control de inventario los cuales les proporcionan información sobre la cantidad de productos que tienen en el stock. Estos sistemas tienen como fin saber el movimiento que han tenido sus productos y así poder hacer un rastreo a través de la cadena de suministro del mismo desde el momento de producción hasta el comercio, almacenamiento y envío del producto a sus clientes.

En la actualidad diferentes lugares de trabajo o empresas en los que se manejan la venta o almacenamiento de grandes cantidades de productos, se ve la necesidad de tener un sistema de inventariado ágil, eficiente, económico y con una facilidad en el manejo de la información. Así mismo es de extrema importancia que este sistema de inventariado permita la recolección y manipulación de los datos en tiempo real ya que de lo contrario la empresa podría quedarse sin productos en el stock generando retrasos o inconformidades con sus clientes.

Entre los problemas que se ven en grandes compañías como supermercados, farmacias, compañías de bodegaje, entre otras, es contar con el personal necesario para la ejecución de diversas actividades relacionadas con el inventario de productos, las cuales de no ser ejecutadas de forma correcta podrían tener diversas afectaciones a la compañía en cuestión. Es por ello que actualmente existen

diversas tecnologías que ayudan a facilitar los procesos de inventariado por medio de la automatización con sistemas o tecnologías como lo es el RFID.

El problema principal a atacar es cómo usar las tecnologías emergentes para solucionar problemas de inventario en empresas que se dedican a la producción, venta y almacenamiento de diferentes productos.

Pregunta de investigación:

¿Cómo se podría aplicar la tecnología RFID para llevar un control y rastreo para un sistema de inventario para bodegaje?

JUSTIFICACIÓN

Garantizar un sistema de inventario el cual sea ágil, eficiente, y con posibilidad de manejo de datos en tiempo real resulta de suma importancia para empresas dedicadas a la producción, venta y almacenamiento de productos, ya que estas tienen la necesidad de mantener un control permanente de sus productos en stock en todo momento, para ello se diseñan sistemas de control de inventario los cuales les ayudan a mantener una visibilidad constante de sus productos en stock.

El inventario de productos puede llegar a ser uno de los activos más importantes con el que cuenta una empresa, ya que la gestión de este es donde se reúnen todos los procesos de la cadena de suministros. Es este seguimiento permanente desde la primera etapa, que es la etapa de fabricación hasta la etapa de venta del producto en almacenes, lo que le da un importante alta a tener un sistema de control de inventario óptimo para la compañía.

¿Por qué?

Un sistema de inventario con falencias en la información que se almacena en él, podría no alertar a tiempo la falta de un producto cuando y donde se necesite, generando así la posibilidad de insatisfacción de los clientes de una compañía por no tener el producto en stock, del mismo modo esto genera retrasos en la etapa de entrega de los productos y posibles pérdidas de negocios al no tener stock disponible. Por otro lado, el exceso de inventario puede ocasionar la pérdida y

deterioro de productos como por ejemplo: Productos perecederos, Flores, Etc. Generando así pérdidas económicas a la compañía, por otro lado el exceso de inventario también podría traer problemas económicos en la generación de altos costos de almacenamiento, aseguramiento de mercancías que no se han podido vender.

Es por ello que las empresas que se dedican a esta labor de la cadena de suministros y fabricación tienen la compleja tarea de encontrar un equilibrio constante entre tener demasiado inventario y no tener inventario disponible, ya que como se mencionó anteriormente ambas tienen implicaciones económicas para la compañía. Es así que el objetivo que tiene un buen sistema de inventario es el de tener un producto en el lugar y momento adecuado para la satisfacción del cliente. Esta tarea requiere el tener un monitoreo constante y en el menor tiempo del inventario disponible que se tiene en la bodega, así mismo como del inventario que sale de ella; es así que se puede identificar la necesidad de hacer un pedido, o fabricar más de un producto, cuando este está en escasez en la bodega.

En este estudio propondremos unos procesos de inventario para estas empresas que se dedican a la venta, fabricación y almacenamiento de productos, esto con el fin de que el proceso de inventario que requieran les permita optimizar, agilizar procesos y de la misma forma tener el monitoreo constante de sus productos en toda la cadena de suministros, mediante el uso de la tecnología RFID.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un prototipo que ilustre como los sistemas de inventario con el uso de nuevas tecnologías como RFID pueden ayudar a optimizar procesos de producción, comercio y almacenamiento en las PyMES.

Objetivos específicos

- Identificar cómo funcionan los sistemas de inventario para bodegaje para las PyMES en Colombia.
- Diseñar un presupuesto que permita visualizar los posibles costos que se generarían al implementar este sistema de inventario propuesto.
- Plantear el modelo de una base de datos que permita el almacenamiento de los datos acerca del inventario que se tiene en las PyMES.
- Plantear la codificación para las etiquetas RFID pasivas con la ayuda de una tarjeta Arduino.

CRONOGRAMA

Cronograma de actividades

A continuación, se aprecia el cronograma de las diferentes actividades que se realizaron en la investigación, de donde se desprenden los temas a tratar teniendo en cuenta los tiempos estimados para su elaboración.

Figura 1. Cronograma de actividades

Actividad	Duración estimada	MES 1				MES 2				MES 3	
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2
CRONOGRAMA INVESTIGACION PROYECTO I+D+i											
Definición de propuesta para proyecto.	1 semana										
Definición alcance y objetivos del proyecto.	1 semana										
Definición de la población del proyecto (PyMES).	1 semana										
Definir el tipo de metodología.	1 semana										
Definición de la hipótesis.	1 semana										
Identificación del estado actual de las tecnologías.	2 semana										
Investigación de Tecnologías (IoT - RFID).	2 semana										
Investigación sobre funcionamiento de los sistemas de inventario.	1 semana										
Identificación de la normativa de las tecnologías IoT y RFID.	2 semana										
Investigar costo de los tag, lectores, antena, cable de RFID.	1 semana										
Generar el presupuesto del proyecto.	1 semana										
Organización del documento final para entrega.	1 semana										

Fuente: Elaborado por Gonzalo Bocanegra Fonseca

ANTECEDENTES

El marco referencial de la investigación tiene en cuenta una recopilación de estudios de límite sobre la aplicación de la tecnología RFID aplicada a los sistemas de inventario de las compañías que se dedican a la fabricación, venta y almacenamiento de productos en todas las etapas de la cadena de producción.

Colombia es un país que se encuentra en vía de desarrollo industrial, por lo que se ve obligada a mejorar y automatizar algunos procesos para alcanzar un nivel competitivo frente a otros países, como lo es el sistema de inventario.

Los sistemas de inventario en algunas empresas aún no son automatizados por lo que es un poco deficiente llevar un control en tiempo real de toda su mercancía y el control que esta debe tener, manejar bases de datos actualizadas es muy importante en este negocio ya que se puede llevar un control y monitoreo de cada lote de suministro. Esto obliga a que las empresas sean más competitivas y eficientes para la prestación de servicio a sus clientes y en sus procesos de control y monitoreo.

Básicamente, el objetivo general de la gestión de inventarios es garantizar la disponibilidad oportuna de los elementos que se necesitan (materia prima, materiales en proceso, productos terminados, insumos, repuestos, etc.), en las condiciones deseadas y en el lugar correcto. Teniendo en cuenta que la gestión de inventarios es una actividad transversal a la cadena de suministro, deben

implementarse estrategias para lograr un manejo efectivo del mismo con el fin evitar consecuencias no deseadas, como el efecto látigo, un bajo nivel de servicio y el incremento de costos de administración de inventarios. [1]

Automatizar el control de inventarios es una tarea que pocas empresas llevan a cabo ya que requiere mejorar su infraestructura de redes, compra de dispositivos inteligentes, contratación de personal especializado en el control de inventario, capacitación de empleados, entre otros.

En la actualidad las empresas se encuentran en el descubrimiento de nuevas tecnologías y mejorando las que tiene para poder estar a la vanguardia, es por eso que se deben aprovechar los recursos para mejorar los procesos como lo son el sistema de inventario. Se pueden integrar tecnologías eficientes como lo es el IoT (Internet de las cosas - Inglés Internet of Things) que permite conectar en red algunos dispositivos como sensores y actuadores a nuestra red para monitorear el estado actual de las cosas por medio de software integrado. O por otro lado se puede usar tecnologías como el RFID el cual podría ayudar a automatizar procesos, disminuir errores y llevar de manera controlada la información de cierto producto o lote de mercancía. [1]

En la cadena de suministro se pueden destacar casos a nivel Colombia donde se ha logrado implementar la tecnología RFID como lo fue el del grupo Éxito en año de 2011.

El Grupo Éxito – luego de una prueba de tres meses con RFID – reporta que los costos de manejo de inventario se redujeron en un 93% y las mermas en un 60%. Asimismo, obtuvo maravillosos resultados en trazabilidad de equipos electrónicos de la tienda Éxito Techno, gracias a la marcación con etiquetas EPC. [2]

En diciembre de 2011 el RFID Journal – medio líder sobre casos de implementación de tecnología por radiofrecuencia en Estados Unidos – comunicó que el Grupo Éxito – una de las cadenas más grandes en Colombia – puso en funcionamiento un piloto que implicaba la identificación de cada producto de su nueva tienda electrónica (conocida como Éxito Techno) con etiquetas EPC (Siglas en inglés – Código Electrónico de Producto). [2]

El proyecto fue un innovador esfuerzo para determinar si la identificación por radiofrecuencia podía mejorar la trazabilidad de productos en movimiento a lo largo de la cadena de abastecimiento, mientras se reducía también la incidencia de la merma a través del seguimiento de la mercancía desde el centro de distribución hasta el punto de venta. La cadena dio a conocer recientemente los resultados del piloto en el evento RFID Report 2012, organizado por la empresa consultora LOGyCA y su Centro Latinoamericano de Innovación – CLI y con el apoyo de GS1 Colombia. [2]

Hace veinte años, Walmart, Procter & Gamble, Gillette, el Departamento de Defensa de EE. UU. y otras grandes organizaciones buscaban desarrollar tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) en una nueva generación de códigos de

barras que pudieran identificar, rastrear y administrar productos y envíos de la cadena de suministro. [3]

Es así como a nivel internacional se pueden destacar proyectos como el de **Procter y Gamble** (Myerson, 2006): en el 2001 esta empresa implementó un sistema de RFID/ EPC para identificación de pallets por medio de tags y antenas. Se buscaba eliminar un cuello de botella en el puerto de carga de camiones, el cual no permitía a los operadores de montacargas realizar sus operaciones adecuadamente lo que conllevaba cometer errores de despacho que impactan los costos y nivel de servicio a los clientes. [4]

MARCO TEÓRICO

RFID

Historia de RFID

La RFID no es una tecnología nueva, se empezó a utilizar en la Segunda Guerra Mundial, sin embargo, se consideró demasiado cara para fines comerciales. Esta primera versión de la tecnología RFID se denominó IFF, con un dispositivo electrónico en el avión se podía distinguir a los aparatos amigos de los enemigos.

[5], [6]

Aun así, la industria de la distribución vio en ella un potencial enorme para mejorar la cadena de suministros, desde la fabricación hasta la venta. En 1999 se constituyó Auto-ID Center, formado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology), Coca-Cola, Wal-Mart, Gillette y Sun Microsystems entre otros. El centro fue desmantelado en octubre de 2004 habiendo cumplido uno de los principales objetivos por el que fue creado, la coordinación y definición de los estándares técnicos que rigen la tecnología RFID. [5], [6]

Actualmente EPC Global, una joint venture sin ánimo de lucro creada entre EAN Internacional y UCC (Uniform Code Council) ha definido la forma en que el TAG debe almacenar los datos. Sin embargo, a día de hoy sigue sin haber un estándar internacional, de hecho, las frecuencias que se utilizan en EE.UU., Europa y Japón son incompatibles entre sí. [5], [6]

¿Qué es RFID?

RFID (Radio Frequency IDentification) o en español identificación por radiofrecuencia es el proceso e infraestructura física por el cual un identificador, con un protocolo definido puede transferir información desde un dispositivo lector hacia una terminal a través de ondas de radio. Este sirve como un sistema de almacenamiento y recuperación de datos de manera remota usando las denominadas etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID. [6]

Esta tecnología RFID fue desarrollada hace aproximadamente 20 años. El principio básico de esta tecnología es muy similar a la de un código de barras, el cual es codificar un identificador alfanumérico en una etiqueta, la cual permitirá tener acceso rápido y de manera fiable a los datos sin necesidad de la intervención total del ser humano. [6]

Figura 2. Elementos del RFID



[7]

Como funciona el RFID.

Los tags RFID tienen incorporado en su interior una antena y un microchip, los cuales se encargan de realizar todo el proceso de comunicación. La energía para su funcionamiento (en el caso de los tags pasivos), la obtienes de la señal de radiofrecuencia, que aunque dicha señal es pequeña, es suficiente para hacer funcionar el tag, por ello es que sus distancias en el caso de los tag pasivos suelen ser muy cortas.

Por otro lado los tag activos, si tienen dentro su propia batería para su alimentación, esto hace que estos tag tengan una mayor distancia que los tag pasivos.

Los tags de RFID generalmente operan en 4 rangos de frecuencia: “banda baja (LF) que opera en el rango de 120 a 140 kilohertz; alta frecuencia (HF), que funciona a 13,56 megahertz; ultra alta frecuencia (UHF) operando dentro de los 860 a 960 megahertz y ultra alta frecuencia (microondas) que opera a 2.45 gigahertz (o por encima)”. [15]

Aplicaciones de RFID

Las aplicaciones para esta tecnología son bastante diversas, desde el ámbito de la medicina hasta la ganadería podemos encontrar aplicaciones para dicha tecnología. Pero entre las que cabe la pena mencionar están:

- **RFID en Logística y control de inventario:** Donde el seguimiento de cada uno de los productos que entra y sale del almacén, unido a los que se devuelven, debe estar perfectamente documentado. Un sistema de RFID aplicado a este ámbito reduce, casi al 100% los errores que se cometen con otro tipo de sistemas, sin olvidar que los datos se obtienen al momento, con lo que eso agiliza las cosas.
- **RFID en Alimentación:** Este es un sector donde, por un lado, tener controladas las fechas de envasado y caducidad son esenciales para garantizar la seguridad de las personas que lo consumen, pero también los números de lote de los productos, de manera que se sepa, en todo momento, dónde se ha fabricado, dónde se ha distribuido y vendido para que, en caso de tener que retirarlo, esté completamente localizable.

- **RFID en Hospitales:** Para control de los productos sanitarios, así como de los análisis y otras pruebas que se realizan a los pacientes. Además, cada paciente que ingresa en el hospital, contará con un código en forma de etiqueta RFID, desde la cual se puede ver todo su historial en todo momento y las pruebas que se le hagan irán con ese mismo número. Así se evitan posibles confusiones con otros pacientes.
- **RFID en Tarjetas de crédito:** Para garantizar la seguridad de los datos de la misma, evitando así el mayor número de extracciones de dinero por parte de los ladrones o de poder localizar dónde ha sido extraído el mismo, gracias a la seguridad de la tarjeta.
- **RFID en Bibliotecas:** Para tener un control exhaustivo, tanto de los productos que se encuentran en la misma, como del código de cada uno de ellos y de los productos que se llevan los usuarios, saber si los han devuelto e, incluso, conocer las tendencias de consumo de este sector en determinados momentos.
- **RFID en Ganadería:** Al igual que en el sector de la alimentación, en el de la ganadería se utiliza este tipo de tecnología para identificar tanto el estado de salud del animal cuando está en vida (número de vacunas, peso, tipo de alimentación, etc.), como para cuando ya ha sido sacrificado. En caso de que hubiera problemas con los animales, ese número de identificación ayudaría a resolver lo antes posible el problema.
- **RFID para control de accesos:** Tanto para controlar el número de personas que entran, como para saber si la entrada que tienen es falsa o no.

- **RFID en la industria:** Con el objetivo especial de automatizar procesos, reducir errores, tiempos de ejecución y mejorar así las condiciones laborales de los trabajadores, consiguiendo una empresa más eficaz.
- **RFID en Tiendas:** Por extraño que parezca, las tiendas de moda fueron de las primeras en utilizar este tipo de etiquetas, con el objetivo de identificar todos los productos producidos, distribuidos o vendidos. Hoy en día se utiliza también en otro tipo de tiendas, como las de alimentación. [8]

Tags

Tipos de tags RFID

Tag pasivo

El tag pasivo es aquel que dispone de un microchip y un circuito impreso a modo de antena y que no dispone de batería, por lo tanto, no es capaz de emitir señal alguna y solamente es capaz de responder, a modo de eco, ante la señal emitida desde un lector RFID. El tag pasivo ha de ser leído desde cortas distancias (pocas decenas de centímetros) y con un tiempo de exposición largo (décimas de segundo) lo que hace que sus aplicaciones sean limitadas. Su gran ventaja es que tienen un tiempo de vida muy largo y su coste es muy bajo. [9]

En la siguiente imagen podemos evidenciar su funcionamiento.

Figura 3. Tag pasivo

RFID pasivo



[10]

Tag activo

El tag activo se distingue del pasivo en que incluye una batería interna que hace que el dispositivo emita su propia señal. La lectura se puede hacer desde decenas de metros e incluso grandes velocidades (hay sistemas que superan los 80km/h). El dispositivo es de mayor tamaño y de mayor coste, por lo que se trata de un dispositivo reutilizable, a esto contribuye que el contenido es regrabable siempre con las correspondientes medidas de seguridad. A su vez dispone de una memoria que permite grabar cierta cantidad de información. [9]

En la imagen podemos apreciar su funcionamiento.

Figura 4. Tag activo

RFID activo



[10]

Lectores de radiofrecuencia

La estructura del equipo de lectura es parecida a la de las etiquetas: precisa una antena para comunicarse con la etiqueta y un circuito para gestionar la comunicación. [11]

Los lectores envían una señal de radiofrecuencia para detectar las posibles etiquetas en un determinado rango de acción. El lector transmite y recibe señales, convirtiendo las ondas de radio de los tags en un formato legible para las computadoras.

El lector es necesario para transmitir energía al tag para recibir desde el tag los datos correspondientes a las comunicaciones, y para separar estos dos tipos de señales. [11]

Se pueden distinguir dos tipos de lectores:

Lectores RFID fijos:

No llevan antena incorporada y son los encargados de generar las ondas que emiten las antenas hacia los tags al mismo tiempo que recibir y decodificar lo que emiten los tags y llega a través de las antenas. La conexión se produce en serie RS-232.

[11]

Figura 5. Lector Fijo Serie RS-232



[12]

Lectores RFID portátiles:

Estos lectores están diseñados para conectarse a dispositivos de mano del estilo de PDAs. Estos dispositivos están diseñados para la realización de inventarios o preparación de pedidos. [11]

Figura 6. Lector portátil



[12]

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

De acuerdo con el objetivo planteado, el tipo de investigación propuesto fue tecnológica, ya que a partir del desarrollo se posibilitaron pautas para resolver las necesidades observadas en un contexto real (sector de venta, fabricación y almacenamiento de productos), a partir de un soporte empírico que integra conocimientos teóricos de la ciencia práctica y métodos propios de la investigación experimental a fin de proporcionar soluciones de forma sistemática.

El cuerpo de la investigación tiene un enfoque cualitativo, la información recolectada es con base en una investigación realizada sobre los sistemas de inventario actuales, lo cual nos ayudará a identificar cómo se usan actualmente dichos sistemas, que tipos de sistemas de inventariado existen, la importancia de estos sistemas y así ver la posibilidad de hacer este proceso mejor.

Para ello dividimos este proyecto en dos etapas.

La primera es una etapa investigativa, en la cual nos enfocamos en entender el estado actual de los sistemas de inventario, su funcionamiento, la importancia de ellos y los tipos de sistemas de inventarios actuales en Colombia.

En la segunda etapa de desarrollo del proyecto procederemos a plantear diferentes procesos que con la ayuda de las tecnologías emergentes como lo son IoT y RFID, nos ayudarán a que estos procesos sean más eficientes, ágiles y así ayuden a un largo plazo a reducir costos para aquellas empresas que manejen control de inventario en bodega.

No obstante, como material de apoyo se usó la documentación obtenida en la primera etapa y/o antecedentes del proyecto.

Además de estos enfoques, se aplica la metodología ágil y el marco de trabajo SCRUM para el desarrollo de este proyecto. Se basa en un trabajo en equipo de forma ágil, mediante roles y entregables (SPRINTS o iteraciones), mediante un desarrollo incremental de las etapas, fases o eventos.

Todo se maneja mediante una planificación y sincronización de actividades diarias y semanales, se debe asegurar de cumplir en todo momento con los requisitos, requerimientos y objetivos del proyecto, para esto se mantiene una retroalimentación constante entre los dos integrantes de este proyecto.

Fuentes de información

Fuentes primarias

Para esta investigación se hará el uso de fuentes primarias como libros, monografías, artículos científicos, videos.

Fuentes secundarias

Para esta investigación se hará el uso de fuentes bibliográficas, las cuales se consultarán para tomar información relevante que describa los aspectos sobre el uso del RFID en los sistemas de inventarios para las PyMES en Colombia. Así como también artículos de revistas relacionadas con el tema y páginas WEB.

Técnicas y procedimientos para la recolección de información

Tratamiento de la información

De acuerdo a los métodos para la recolección de información necesaria en la realización de esta investigación, nos basamos en información suministrada por las páginas WEB de proveedores de este sistema y sus clientes, buscando como referencia empresas que ya hayan implementado la tecnología.

Según Ballou, R. (2004), el control de los inventarios, es un proceso crítico en las organizaciones, un mal manejo de esto, sumado a malas decisiones en el abastecimiento, puede generar problema graves en el flujo de caja de las empresas, por esta razón, el lograr optimizar el manejo de los inventarios debe ir de la mano con una logística adecuada, la cual requiere de manejo de información rápida, cualidad que ofrece la tecnología RFID. [13]

Alcance

El aporte que tiene el desarrollo de esta investigación, es el de identificar qué tan óptimos son los sistemas de inventario de las compañías Colombianas, en la realización de control y monitoreo de inventario y del producto en toda sus etapas de la cadena de producción. Esto con el fin de mejorar los procesos con el uso de la tecnología de RFID, que permita optimizar tiempos, costos y llevar una administración eficiente de la gestión del inventario en tiempo real.

Diseño de la investigación

Planificación

Para desarrollo de la investigación bajo el enfoque experimental resultó útil la aplicación de una metodología ágil bajo la propuesta de la metodología SCRUM, la cual se basa en la conformación de un equipo de trabajo con roles definidos que responden con unos entregables (SPRINTS o iteraciones) dentro de tiempos establecidos, mediante un desarrollo incremental de las etapas, fases o eventos a fin de cumplir las metas establecidas.

Para la aplicación del marco de trabajo SCRUM, se tendrán en cuenta algunos elementos importantes como son: La pila de elementos, los cuales definen los requerimientos del proyecto, los SPRINTS o entregables que son los avances que se tendrán de forma incremental en las etapas, fases o eventos, que se definan, entre otros. Este derrotero se aplica con el fin de definir con claridad el alcance del proyecto, el cual se determinó

como etapa final generar una propuesta de cómo la tecnología RFID pueden ayudar a la mejora de los sistemas de inventario internos de las compañías, esto implica:

- Identificar cómo funcionan los sistemas de inventario para bodegaje para las PyMES en Colombia.
- Diseñar un presupuesto que permita visualizar los posibles costos que se generarían al implementar este sistema de inventario propuesto.
- Plantear el modelo de una base de datos que permita el almacenamiento de los datos acerca del inventario que se tiene en las PyMES.
- Plantear la codificación para las etiquetas RFID pasivas con la ayuda de una tarjeta arduino.

Todo se maneja mediante una planificación y sincronización de actividades diarias y semanales, asegurando el cumplimiento en todo momento de los requisitos, requerimientos y objetivos del proyecto.

HIPÓTESIS

Las pequeñas y medianas empresas en Colombia necesitan dar el paso a la automatización de sus sistemas de inventarios para poder cumplir con los estándares actuales, frente a los nuevos desarrollos tecnológicos.

Teniendo en cuenta nuestra investigación las PyMES en Colombia están rezagadas en la adopción de nuevas estrategias para el mejoramiento en sus inventarios.

La mayoría de las grandes empresas que cuentan con sistemas modernos de inventarios, utilizan RFID.

RESULTADOS

El desarrollo de los resultados se presenta en cuatro numerales que dan cuenta del funcionamiento actual de los sistemas de inventario en Colombia, el presupuesto estimado para el proyecto, el planteamiento de la base de datos y por último el planteamiento de la codificación de los tags pasiva a pequeña escala con el uso de Arduino.

FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO

Las empresas que se dedican a la venta, fabricación y almacenamiento de productos, se ven en la imperiosa tarea de tener un control permanente de sus productos y para ello diseñan o implementan sistemas de control de inventarios, los cuales son en esencia un conjunto de normas, métodos y procedimientos contables, que ayudan a saber el movimiento que tienen sus productos a través de la cadena de suministro.

Estos sistemas pueden ser de forma manual o automáticos y estos tiene que permitir realizar el cálculo de los costos de los productos comprados y también realizar los registros de venta de los productos.

En Colombia los sistemas de inventario más utilizados son los siguientes:

Sistema de inventario periódico o físico

Este tipo de sistema de inventario ayuda a calcular la disponibilidad de los productos en una fecha determinada para el control y conocimiento de la empresa. Este tipo de control de inventario se puede hacer por periodos de meses, trimestres, semestres o un año. Generalmente es el que usan las pequeñas empresas. [14]

Características de sistemas de control de inventario periódico

- Siempre que se quiera obtener el cálculo real de los productos disponibles, así como del valor total de los productos vendidos durante el periodo establecido, hay que realizar el conteo de forma física. Esto implica una gran desventaja ya que la empresa tendrá que hacer cierre total de la empresa para poder generar este reporte.
- Se puede incurrir en error humano al tener que generar el conteo de forma física.
- Mientras no se tenga el dato de inventario final (conteo físico y valoración de las mercancías existentes), no es posible determinar el resultado del ejercicio (utilidad o pérdida).
- No mantiene actualizado el dato de inventario de mercancías.
- Se necesita discriminar el dato de producto inicial vs producto final.

Sistema de inventario permanente o perpetuo

Este tipo de sistema de inventario lleva el registro y control permanente de todo el inventario de forma automática; esto significa que registra y controla el aumento o disminución de un producto o productos. [14]

Características de sistemas de control de inventario permanente

- La información referente a la cantidad y disponibilidad de inventario de un producto o productos se actualiza de forma continua. De esta forma que cada vez que se venda o ingrese inventario de un producto, este se actualiza de forma automática.
- Permite conocer el valor total de las ventas realizadas en el momento deseado.
- No es necesario discriminar el dato de inventario inicial e inventario final.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

RFID es una solución sencilla de instalar y de gran flexibilidad, es por ello que este tipo de tecnología se puede instalar en la mayoría de espacios de trabajo sin la necesidad de recurrir a grandes obras de implementación.

El requerimiento más importante es que las conexiones de red sean oportunas para que los equipos puedan interactuar entre sí; en el proceso de implantación de la solución RFID intervienen varios elementos:

- Etiquetas RFID
- Impresoras RFID
- Lectores RFID
- Antenas RFID
- Sistema de Gestión de Almacenes (SGA/WMS)

El presupuesto que se diseñó a continuación es una representación del posible valor que se puede llegar a tener al querer implementar un sistema de inventario con el uso de la tecnología de RFID en las PyMES. Este presupuesto no refleja el esquemático a pequeña escala que se elaboró para la demostración del funcionamiento de RFID dentro de este proyecto.

Presupuesto de equipos RFID

Tabla 1. Presupuesto de equipos

PRESUPUESTO DE EQUIPOS			
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recursos Lógicos y Físicos			
Hardware			
Etiquetas RFID	1	\$ 355.00 - \$ 663.00	\$ 355.00
Impresora RFID	1	\$6,659.900	\$6,659.900
Lectores RFID	1	\$239.000 - \$254.000	\$239.000
Antenas RFID	1	\$885.093	\$885.093
Cable RFID	1	\$13.279	\$13.279
TOTAL HARDWARE			\$7,832.772
Software			
SGA (donde se incluye consultoría, implantación y formación)	1	\$401.582	\$401.582
TOTAL SOFTWARE			\$401.582

Fuente: elaborado por Gonzalo Bocanegra Fonseca.

Presupuesto de implementación

Tabla 2. Presupuesto de implementación

PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION			
Recursos de Implementacion			
Mano de Obra - Técnicos	1 día	\$33.832	\$33.832
Mano de Obra - Ingeniero	1 día	\$83.833	\$83.833
Recursos de Soporte			
Horas de Soporte	1 hora	\$6.598	\$6.598
TOTAL			\$124.263

Fuente: elaborado por Gonzalo Bocanegra Fonseca.

Presupuesto del investigador

Tabla 3. Presupuesto del investigador

PRESUPUESTO DEL INVESTIGADOR			
ITEM	HORAS/CANTIDAD	VALOR UNITARIO DE HORA	VALOR TOTAL
Recursos Personales			
Honorarios del Investigador	1 hora	\$26.400	\$26.400
Recursos			
Computador	1	\$3.029.00	\$3.029.00
Gastos de Internet	6 Megas	\$55.710	\$55.710
Recursos de Transporte			
Viáticos			
Transportes	X	\$106.454	\$106.454
TOTAL			

Fuente: elaborado por Gonzalo Bocanegra Fonseca.

PLANTEAMIENTO DE LA BASE DE DATOS

Modelo de base de datos para el almacenamiento de datos de productos

La construcción del modelo de la base de datos (BD) que almacenará y permitirá la visualización de la información acerca del stock siguió la siguiente estructura. 1. Diseño conceptual. 2. Diseño lógico. 3. Diseño físico, como se muestra en la siguiente Figura 7.

Figura 7. Fases de Diseño de un BD.



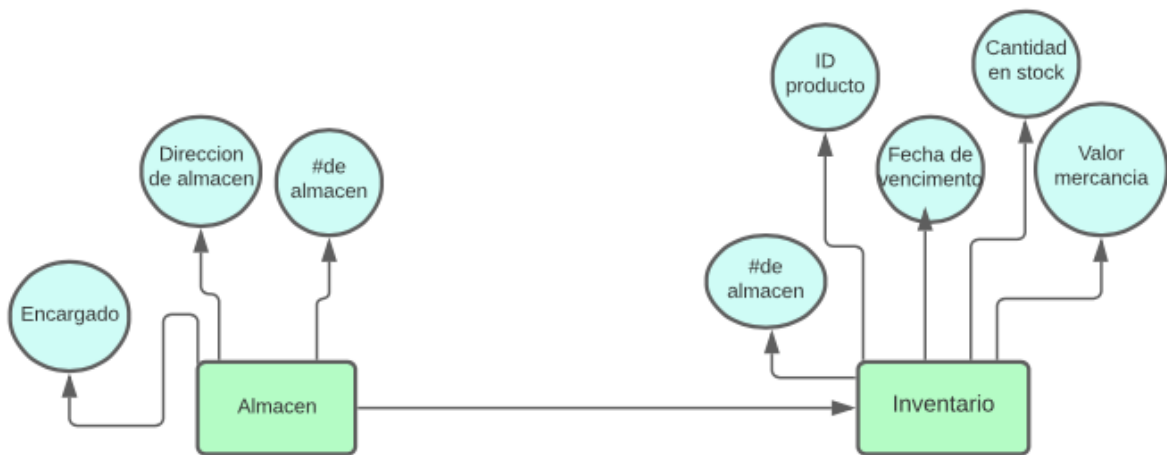
Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca.

Diseño conceptual

En el diseño conceptual se detallan todos los requisitos y especificaciones que se solicitaron para la base de datos, esto ayudará a generar un esquema conceptual, es

decir, una descripción de toda la estructura de la base de datos que se quiere diseñar, la cual está representada por las entidades (rectángulo) y los atributos (círculos). Cada entidad representa una tabla, la cual debe tener nombres diferentes para evitar las confusiones y los atributos son los datos que estamos almacenando en la base de datos (Figura 8).

Figura 8. Diseño del modelo conceptual de la BD.



Fuente: Gonzalo Bocanegra Fonseca. Diseñada mediante el software

LucidChart

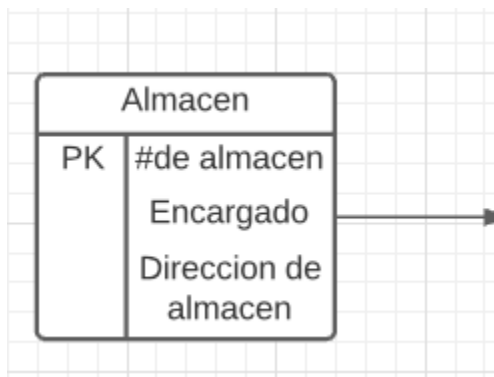
De manera detallada, las entidades y atributos contienen lo siguiente:

1. **Almacén:** En esta entidad se almacenan los datos del almacén donde se guarda la mercancía. Sus atributos son: #de almacén (PK), encargado, dirección del almacén.
2. **Inventario:** En esta entidad se guarda la información referente a la mercancía que se tiene dentro del almacén o bodega. Sus atributos son: #de almacén, ID producto, fecha de vencimiento, cantidad en stock, valor mercancía.

Diseño lógico

El diseño lógico se basó en el diseño conceptual, el cual permite una descripción de la estructura de nuestra base de datos. Para este caso resulta funcional el modelo relacional, donde se pasan las entidades a tablas para evidenciar las llaves primarias (PK) y los atributos de cada entidad. A continuación, se mostrará el proceso para crear el diagrama lógico.

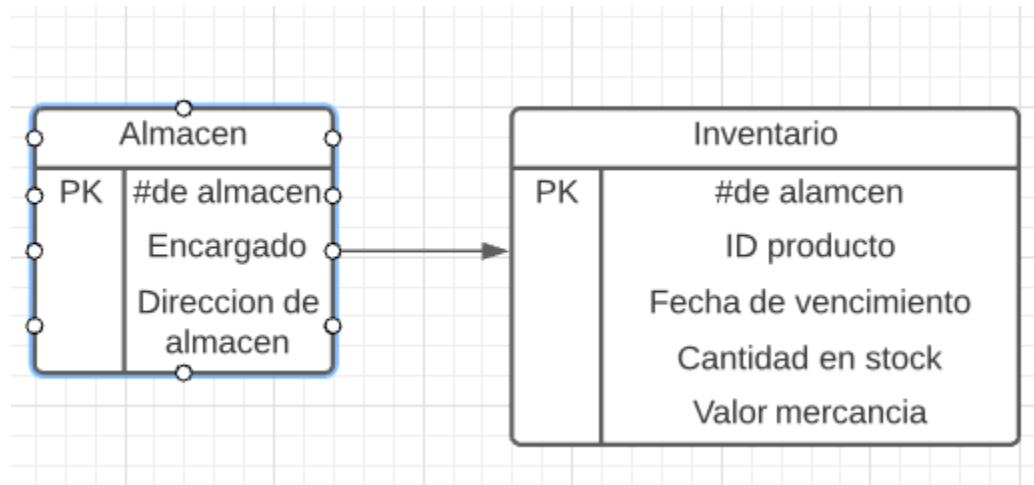
Figura 9. Notación PK del modelo lógico de la BD.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca. Diseñada mediante el software LucidChart

De esta manera, así como se distinguió las llaves primarias con la notación (PK), en la Figura 10 se presentan las llaves foráneas (FK) que permiten hacer referencia a los atributos de otras tablas.

Figura 10. Diseño del modelo lógico de la BD.



Fuente Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca. Diseñada mediante el software LucidChart

Diseño del modelo físico

En esta parte del diseño se realizó una descripción que facilitará la implementación de la base de datos ya que en el esquema conceptual y lógico no se definió el tipo de dato va

en cada registro de la base de datos. En las Tablas 4 se observa el tipo de datos correspondiente.

Tabla 4. Tipo de datos que incluye la BD de la entidad "Almacén".

ALMACÉN		
PK	#de almacén	INT
	Dirección de almacén	VARCHAR
	Encargado	CHAR

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca.

La tabla anterior incluye el tipo de dato definido, el cual será almacenado en la base de datos. Los tipos de datos que se usaron fueron:

INT: El dato a ingresar tendrá que ser un dato exacto, sin decimales.

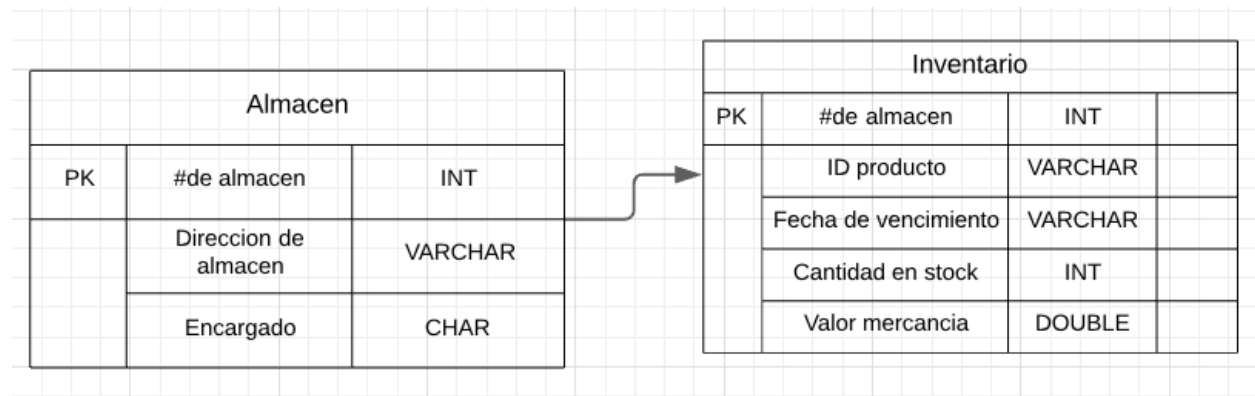
CHAR: Este tipo de dato permite almacenar 255 caracteres en texto alfanumérico.

VARCHAR: Se usa cuando la longitud del dato es desconocida, admite almacenar hasta 65.535 caracteres y aunque se le dé un valor por ejemplo 20 y el texto es de 10 caracteres, almacena únicamente los 10 caracteres usados.

DOUBLE: El dato que se podrá ingresar puede ser con decimal.

Ahora, con el tipo de dato en cada una de las tablas, es posible generar el diagrama físico (ver Figura 11). Una vez se tenga completo este diagrama puede darse inicio a la creación de la base de datos en MYSQL, el cual es una herramienta para la creación y gestión de bases datos usada por los desarrolladores de software.

Figura 11. Diseño del modelo físico de la BD.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

PLANTEAMIENTO DE LA CODIFICACIÓN DE TAG PASIVOS A PEQUEÑA ESCALA CON EL USO DE ARDUINO

Actualmente los lectores o tags de RFID están aumentando su uso en los sistemas de identificación, ya que su uso contempla desde sistemas de seguridad, acceso personal, identificación y logística de productos, hasta llaves de puertas electrónicas, entre otras aplicaciones que puede tener el RFID.

Como funciona:

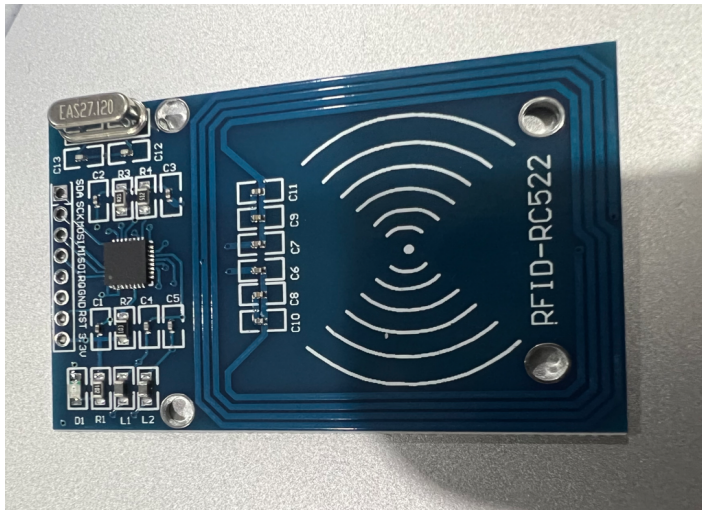
El principio del funcionamiento del RFID, es el de pasar un tag de RFID, por un lector RFID; este tag tiene la posibilidad de mandar información al lector de RFID. La información que se envía del tag al lector puede ser un simple código de acceso o un paquete completo de información que se guarda en la memoria del tag.

Estos tags vienen en diferentes diseños, los mas comunes suelen ser las tarjetas y llaveros para accesos, pero también podemos encontrar tag o etiquetas adhesivas.

Materiales para el diseño del prototipo de funcionamiento a pequeña escala:

- Modulo RFID RC522
- Arduino UNO
- Jumpers
- Programa Arduino

Figura 12. Módulo RFID RC522.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Este modulo nos ayudara como lector y grabador de los tags RFID.

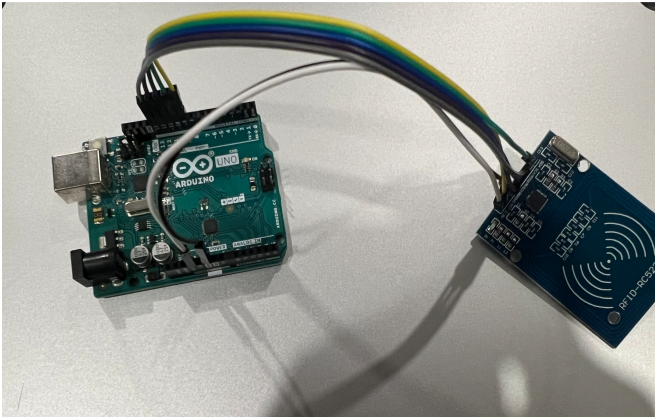
Este modulo nos ofrece un sistema de modulación y demodulación de 13.56MHz, frecuencia que actualmente usa la tecnología de RFID. Este módulo se comunica por SPI, por lo que permite ejecutarse con cualquier microcontrolador que tenga como interfaz SPI, como en nuestro caso el Arduino UNO.

Conexión del entre el módulo RFID y Arduino

Tabla 5. Conexión entre modulo RFID y Arduino.

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

Figura 13. Conexión Arduino y Modulo RFID.



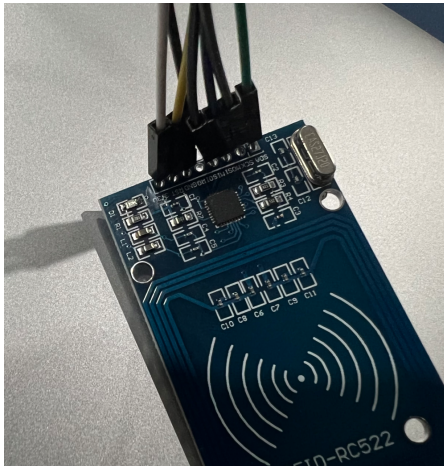
Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Figura 14. Arduino uno.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Figura 15. Modulo RFID.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Como se puede observar en la tabla 5 y en las figuras 13, 14 y 15, el modulo RFID funciona con un voltaje de 3.3V, lo cual nos indica que su parte lógica puede también funcionar con el mismo voltaje (para prueba y testeo se puedo conectar directamente a los pines del Arduino (nivel TTL 5V)).

Programación del Módulo RC522: Lectura del código de identificación

Primero tendremos que descargar las librerías necesarias para trabajar el modulo en Arduino. En este caso la librería será “Librería RFID”.

En la figura 16. Se muestra un script para la lectura del código de identificación de los tags.

Figura 16. Identificación de tags.

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

#define RST_PIN 9 //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10 //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Creamos el objeto para el RC522

void setup() {
    Serial.begin(9600); //Iniciamos la comunicación serial
    SPI.begin(); //Iniciamos el Bus SPI
    mfrc522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
    Serial.println("Lectura del UID");
}

void loop() {
    // Revisamos si hay nuevas tarjetas presentes
    if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() )
    {
        //Seleccionamos una tarjeta
        if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial() )
        {
            // Enviamos serialmente su UID
            Serial.print("Card UID:");
            for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
                Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
                Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
            }
            Serial.println();
            // Terminamos la lectura de la tarjeta actual
            mfrc522.PICC_HaltA();
        }
    }
}
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

A continuación explicaremos las funciones referentes al modulo RFID RC522.

Primero instanciamos el modulo RFID RC522, como se muestra en la siguiente figura 17.

Figura 17. Modulo RC522.

```
#define RST_PIN 9    //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10   //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfr522(SS_PIN, RST_PIN);
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Para poder instanciar el modulo usamos la librería MFRC522; luego de usar la librería especificamos los pines del “Reset” y “SDA(SS)” del modulo, ya que los demás pines trabajan con los pines SPI de la Arduino.

Luego le damos inicio al modulo RC522, como se muestra en la siguiente figura 18.

Figura 18. Iniciar el RC522.

```
SPI.begin();        //Iniciamos el Bus SPI
mfr522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

La función que se muestra en la figura 18, no permite iniciar y configurar el modulo RFID RC522 para asi posteriormente poder leerlo. Para ello solo tenemos que llamarlo una vez ya que generalmente lo llamamos en el void setup().

Una vez hayamos iniciado y configurado el modulo, podemos ver si tenemos alguna tarjeta o tag presente.

Figura 19. Ver si hay una tarjeta presente.

```
mfr522.PICC_IsNewCardPresent()
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

La función que se muestra en la figura 19 nos devolverá un true o false dependiendo de si hay o no una tarjeta cerca al modulo RFID RC522.

Luego de saber si tenemos o no una tarjeta tenemos que leer dicha tarjeta, para ellos usamos la función que se muestra en la figura 20, la cual sirve para comunicarnos con la tarjeta y esta nos devolverá un valor true si pudimos seleccionar la tarjeta para su lectura, por otro lado si no logramos seleccionar la tarjeta para su lectura esta función nos devolverá un false.

Figura 20. Seleccionar una tarjeta para la lectura.

```
mfr522.PICC_ReadCardSerial()
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Luego tendremos que obtener el tamaño del código de identificación de la tarjeta o tag.

Para ello usamos la función que se muestra en la figura 21.

Figura 21. Obtener el tamaño del código de identificación.

```
mfr522.uid.size
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Esta función nos retorna el en Bytes del código de identificación de la tarjeta o tag que se selecciono.

Luego procedemos a leer el código de identificación.

Figura 22. Leer el código de identificación.

```
mfr522.uid.uidByte
```

Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Para poder leer el código de identificación se recomienda registrar la variable en la figura 22 para el byte en la posición inicial.

Ejemplo: mfr522.uid.uidByte[0]

Luego podemos finalizar la lectura del tag como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Finalizar la lectura.

```
mfr522.PICC_HaltA();
```

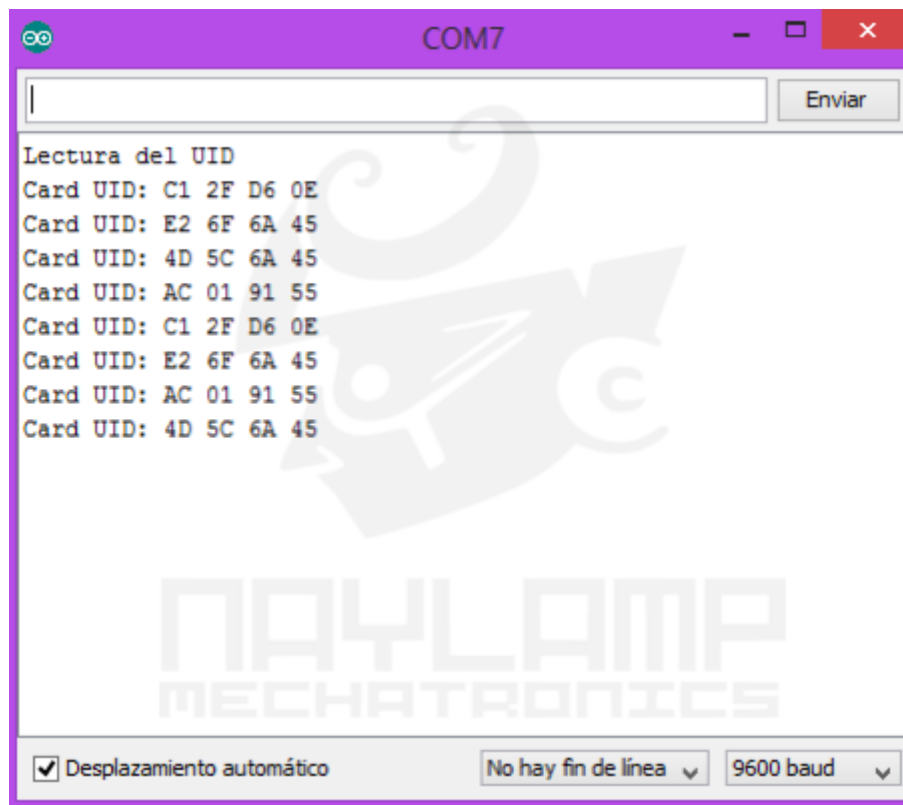
Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

Ya con la función en la figura 23 le damos a entender al modulo que la lectura de la tarjeta o tag presenta ha terminado y asi nuestra función `IsNewCardPresent()`, nos devolverá un false siempre y cuando esta tarjeta no se retire. Si retiramos esta tarjeta y

la acercamos nuevamente el programa la tomara como una tarjeta nueva repitiendo todo el proceso anteriormente descrito.

Este código lo enviamos a través del puerto serial y para su visualización usamos el monitor serial del IDE de Arduino como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Monitor de Arduino.



Fuente: Elaborada por Gonzalo Bocanegra Fonseca

CONCLUSIONES

Gracias a la tecnología RFID, los administradores de los inventarios podrán realizar monitoreo de su mercancía dentro de sus almacenes de bodegaje. Con sensores, tags RFID y lectores RFID, el administrador puede ver en tiempo real la localización exacta de la caja dentro del almacén, el punto de origen de las rutas, los días que quedan antes de que expire cierto producto, y la temperatura, entre otras variables.

Con esta tecnología integrada en la cadena de producción se podrán analizar variables que permitirán llevar un control de inventario mas eficiente eliminando el posible error humano y retrasos en el mismo, como ejemplo se puede saber la ubicación del producto dentro del almacén de forma mas rápida, quien es el fabricante, fecha de vencimiento, lote, entre otras.

Es por eso que, con el desarrollo de esta investigación, se adquirió una visión más amplia sobre la importancia que las PyMES empiecen a automatizar sus sistemas de inventarios integrando tecnologías que estén a la vanguardia de la industria 4.0, deben estar conscientes de la planificación, diseño y administración de sus procesos de inventarios.

Automatizar los procesos de inventarios incorporando tecnologías como lo son el RFID logra ser una herramienta para que las PyMES puedan avanzar hacia los retos que enfrentan hacia la automatización de los procesos que manejan en sus inventarios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] K. Salas-Navarro, H. Maiguel-Mejía, J. Acevedo-Chedid, K. Salas-Navarro, H. Maiguel-Mejía, and J. Acevedo-Chedid, “Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, no. 2, pp. 326–337, 2017, doi: 10.4067/S0718-33052017000200326.
- [2] Anonimo, “Implementación de Tecnología RFID en Grupo Éxito,” Feb. 25, 2014. <https://zonalogistica.com/implementacion-de-tecnologia-rfid-en-grupo-exito/> (accessed Feb. 22, 2022).
- [3] “Twenty Years of Serving the RFID Community | RFID JOURNAL.” <https://www.rfidjournal.com/twenty-years-of-serving-the-rfid-community> (accessed Feb. 22, 2022).
- [4] “SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA, CÓDIGO DE BARRAS Y SU RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.” http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232010000300007 (accessed Feb. 22, 2022).
- [5] “Historia del RFID.” <http://www.paymarkfast.com/historia-del-rfid/> (accessed Feb. 22, 2022).
- [6] J. Banks, “RFID applied,” p. 509, 2007.
- [7] “Identificación por radiofrecuencia (RFID): ¿cómo lo usan las empresas?” <https://www.ticportal.es/glosario-tic/rfid-identificacion-radiofrecuencia> (accessed Feb. 22, 2022).
- [8] “Qué es y cómo funciona la tecnología RFID.” <https://www.tecnipesa.com/blog/69-tecnologia-rfid-que-ventajas-tiene> (accessed Feb. 22, 2022).
- [9] “¿Qué es el RFID?” <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-rfid.html> (accessed Feb. 22, 2022).
- [10] “Radio Frequency Identification (RFID) ~ Logística Empresarial.” <http://logisticaparalaempresa.blogspot.com/2015/09/radio-frecuency-identification-rfid.html> (accessed Feb. 22, 2022).
- [11] Jose Rubio Ferrer and Susana Villarroel Valdemoro, “Gestión de pedidos y stock - Susana Villarroel Valdemoro, José Rubio Ferrer - Google Libros,” España: educacion.es. Accessed: Feb. 22, 2022. [Online]. Available: https://books.google.com.co/books?id=1C8bAgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- [12] “Escáneres de RFID y lectores de RFID | De mano | Zebra.”
https://www.zebra.com/la/es/products/rfid/rfid-handhelds.html#mainpar-productseries_3e85 (accessed Feb. 22, 2022).
- [13] Ronald H. Ballou, “Logística administración de la cadena de suministros,” Quinta Edición., Mexico: Pearson education. Accessed: Feb. 22, 2022. [Online]. Available: https://laclasedotblog.files.wordpress.com/2018/05/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h-_ballou.pdf
- [14] “Características de un sistema de control de inventarios.”
<https://www.logimov.com/blog/nwarticle/50/1/caractersticas-de-un-sistema-de-control-de-inventarios> (accessed Feb. 22, 2022).
- [15] “Frecuencias de Operación - RFID POINT | La comunidad de RFID en Latinoamérica.”
<http://www.rfidpoint.com/preguntas-frecuentes/frecuencias-de-operacion-2/> (accessed Feb. 23, 2022)

ANEXOS