

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El RFID, es un identificador basado en radiofrecuencia. Se puede definir como una herramienta tecnológica de identificación cuya principal premisa es sustituir al código de barras actualmente existente. Dicha tecnología ofrece un sistema único de localización en tiempo real que permite monitorear cualquier objeto que contenga un RFID. El objetivo de la presente tesis es realizar un tutorial el cual se define como sistema de instructivos de auto aprendizaje que simula al maestro y se muestra al usuario el desarrollo de la tecnología RFID, para realizar determinada aplicación

La estructura de un RFID es un circuito impreso, aunque hay excepciones y se pueden presentar en formas de etiquetas. La identificación se realiza en base al objeto o elemento, al cual, el chip RFID está conectado o unido. La otra forma de RFID podría ser usando pequeñas etiquetas magnéticas que por ejemplo, se encuentran en libros como mecanismo de prevención de robos.

La identificación por radio frecuencia (RFID) es un sistema que transmite la identidad de un objeto el cual posee un número de serie único, el cual es identificado por medio de ondas de radio, esta tecnología esta agrupada en las “técnicas de auto identificación”. Este sistema es capaz tanto de recibir como almacenar y recuperar datos de vía remota que usa etiquetas que pueden pegarse en productos u objetos e inclusive en animales y humanos, las cuales contienen antenas para la recepción y envío de datos almacenados por medio de radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Una vez que son leídas las etiquetas, la información es enviada a las antenas y la lectora para ser

transferida a una base de datos, la lectura se puede hacer por medio de antenas fijas o de dispositivos móviles.[GON08][FIN03]

La identificación de objetos se ha venido realizando mediante los códigos de barras los cuales se caracterizan por su baja capacidad de almacenamiento de datos y por no poder ser reprogramados, es decir solo se imprimen con un numero sin poder ser reprogramados, actualmente los códigos de barras ha desarrollado su funcionamiento añadiendo chips de silicio que además puedan transferir sus datos al lector sin que haya contacto físico (como los lectores de infrarrojos actuales de los códigos de barras).

La tecnología RFID tiene varias ventajas muy importantes como: la rapidez, capacidad de almacenamiento, tamaño, seguridad, etc. Y con algunos riesgos como la legislación insuficiente, esta tecnología está basada en ondas de radio, para transmitir y recibir información sin el uso de cables. Se ha utilizado en muchos dispositivos pero fue hasta hace poco que despertó el interés de utilizarlo como identificación de “objetos” principalmente en empresas de tipo: logístico, consumo, salud, y algunas aplicaciones gubernamentales. [GON08]

Hoy su mayor impacto utilizado es en la cadena de suministros, para ser específicos en el área de logística e inventarios, existen algunas limitaciones para que esta tecnología se explote, uno de ellos es la dificultad de encontrar referencias bibliográficas en un lenguaje claro y que principalmente este en español para que las empresas en México despierte el interés de utilizar esta tecnología, ya que se requiere material de guía o referencia para comprender, aplicar y desarrollar RFID con éxito.

La tecnología RFID la podemos definir, como una tecnología inalámbrica que nos permite la comunicación entre un lector y una etiqueta, la cual contiene una antena y un chip con capacidad de almacenar información, el cual nos permite identificar un objeto único por traer adherida dicha etiqueta. La información grabada en el chip, se puede tanto leer como escribir mediante comunicación por radiofrecuencia, teniendo diferentes capacidades desde bits hasta kilobits para almacenar información según se requiera la aplicación de dicha tecnología. [GON08][SAN07][CIU07]

1.2 Objetivo de la tesis

Con la creación del tutorial sobre RFID que a continuación se describe, se pretende lograr los siguientes objetivos:

- Conocer la tecnología RFID con palabras claras y simples.
- Mostrar su principio de operación y aplicación en empresas.
- Conocer ejemplos de éxito en empresas utilizando la tecnología RFID.
- Conocer el proceso de incorporación de la tecnología en RFID en aplicaciones industriales.
- Conocer los estándares mundiales que brindan seguridad y privacidad al usuario.

Es por ello que el objetivo de la tesis es realizar un tutorial en forma extensa sobre los circuitos RFID, se incluyen tablas con los principales componentes de un sistema RFID con el fin de conocer que se venden en México, aunque los precios son elevados, es posible construir proyectos conociendo el siguiente tutorial. También se adquirió un kit de inicio sobre RFID, el tiempo de pedido fue largo, ya que en México no hay kits de inicio para la realización de proyectos básicos, además el material adquirido está en idioma inglés, dadas estas circunstancias se decidió realizar el siguiente tutorial el cual

incluye un proyecto básico para poder entender de manera más clara y precisa el funcionamiento de la tecnología RFID.

La aportación que hace este tutorial tanto para la universidad como en el mundo de la electrónica es la creación de un tutorial extenso el cual explique de forma completa la tecnología RFID. Existe muy poca información sobre RFID en la biblioteca de la universidad, se pretende que esta aportación sea de gran utilidad para futuros proyectos, ya que esta tecnología es muy dócil y con ayuda de este tutorial se podrán realizar proyectos muy importantes. O bien retomar los pocos trabajos que existen para realizar mejoras. En México en los últimos años empresas han emigrado a la nueva tecnología teniendo grandes resultados, pero aún queda incertidumbre ya que la privacidad y seguridad ha hecho que la tecnología sea poco confiable.

1.3 Antecedentes

El RFID fue utilizado en la década de los 60 de ahí su inicio en ferrocarriles de Estados Unidos en New Jersey, el cual fue presentado como una primera patente del código de barras, se utilizaban como rastreadores para identificar aviones durante la segunda guerra mundial que daba respuesta en señal de radio a esto se le llamo IFF (Identify Friend or Foe), lo cual significa Identificación: Amigo o enemigo. Inventado en el Reino Unido y también fueron utilizados para seguridad de materiales nucleares. [BHA05]

En los años 70's se tuvo una primera aplicación importante de RFID, con un transponder de radio pasivo incluyendo 16 bits memoria, el cual se le denomina pasivo, potenciado por la señal interrogante y usado como dispositivo de peaje, y fue demostrado en 1971 en New York, el cual consta de Radio Frecuencia, Sonido y luz

como medio de transmisión, y se pretendía llegar a los alcances de uso en los sectores de transporte (identificación de vehículos, sistema automático de peajes, placas vehiculares electrónicas, declaración electrónica del conductor, rutas vehiculares, monitoreo del rendimiento del vehículo), banca (chequera electrónica, tarjetas de crédito electrónicas), seguridad (identificación del personal, puertas automáticas, vigilancia) y cuidados de la salud (identificación, historial de pacientes).[BHU05]

En 1973 una demostración temprana de los RFID con energía reflejada tanto pasivas como semi-pasivas, el sistema portátil operaba a 915 MHz de 12bits cada etiqueta, la misma utilizada en las RFID de UHF actuales. La primera patente con el nombre RFID como tal, fue en 1983 fue otorgada a Charles Walton en Estados Unidos.

Los primeros protocolos que utilizaban frecuencias de 125KHz y 13.56MHz e implicaba un acoplamiento inductivo, una antena de gran tamaño, un radio de cobertura de menos de 1 metro y una velocidad de menos de 200 etiquetas/segundos. [SMI05]

En los años 70s instituciones estadounidenses produjeron notables avances del RFID, en el área de logística y transporte, así como el rastreo de automóviles utilizado en el puerto de new york y new jersey, la creación de nuevas empresas dedicadas a la tecnología RFID aumentaba continuamente.

Para los años 80s estados unidos se interesó más en utilizar los RFID en aplicaciones de transporte, accesos y en animales. En España, Francia, Portugal e Italia se enfocaron más en aplicaciones industriales y sistemas de corto alcance para control de animales.

A principios de los 90s en Estados Unidos se inició el pago de peaje en autopistas de Houston y Oklahoma. En Europa se usaron ondas de microondas para controles de accesos, esto se fue extendiendo por Asia, Suramérica, Australia y África. Para finales de los años 90s el crecimiento sobre el uso de la tecnología RFID creció de forma considerable, y su desarrollo fue más rápido dando lugar a etiquetas más pequeñas, mas memoria y mayor alcance, pues su demanda requería diseñar nuevas etiquetas y seguir evolucionando la tecnología abaratando costos para mayor producción y utilización de etiquetas.

La primera aplicación de RFID fue en los años 60's fueron las tarjetas prepagadas para las autopistas de cuota, puentes y carreteras colocando etiquetas en los vehículos y antenas en las casetas de cobro.

La empresa Wal-Mart opto esta tecnología a principios de los años 90's y con poco conocimiento de la tecnología pretendía obtener una auto-identificación de productos, esta tarea era imposible dada su baja velocidad de transferencia, por lo tanto se volvió a mejorar la tecnología y trabajando a 900MHz, se consigue acoplar en radiofrecuencia, reducir el tamaño de las antenas, y aumentar radios de cobertura hasta en 10 metros, velocidad máxima a los 1500 tags/seg y reduciendo tamaños notables en los circuitos RFID.[GON08]

En 1999 se formo un consorcio de empresas y científicos llamada Auto-ID Center (Automatic IDentification). La idea principal era de formar una red de productos que permitan la posibilidad de conocer si el producto está en la cadena de producción, en algún contenedor de transporte, o si está ya por ejemplo en venta. La identificación RFID es la combinación de la tecnología de la radiofrecuencia o radiodifusión con el radar. [URL2]

La tecnología RFID no tiene una historia ni un descubridor claro, ha surgido por la aportación de numerosos investigadores y gracias a la aplicación de avances en otros campos tecnológicos. Los sistemas RFID se han ido transformando, en pocas decenas de años, pasando de simples apariciones en artículos de revistas científicas a toda una realidad.

El antecedente más importante de esta tecnología es el código de barras, desde hace más de 25 años se ha usado el código de barras para la identificación de objetos, sin embargo hoy en día el código de barras cuenta con muchas limitaciones para operar al 100%, es por ello que se han optado mejoras para poder satisfacer necesidades y aplicaciones complejas que gracias a la tecnología RFID es capaz de cubrir las limitantes que el código de barras tiene. El RFID es una tecnología radial, es decir, funciona en un radio de acción determinado y sin visión directa, se puede identificar cualquier objeto.

[SAN07][GLO06]

1.3 Sistemas de Identificación

Existen varios sistemas de identificación algunos de ellos se muestran en la figura 1

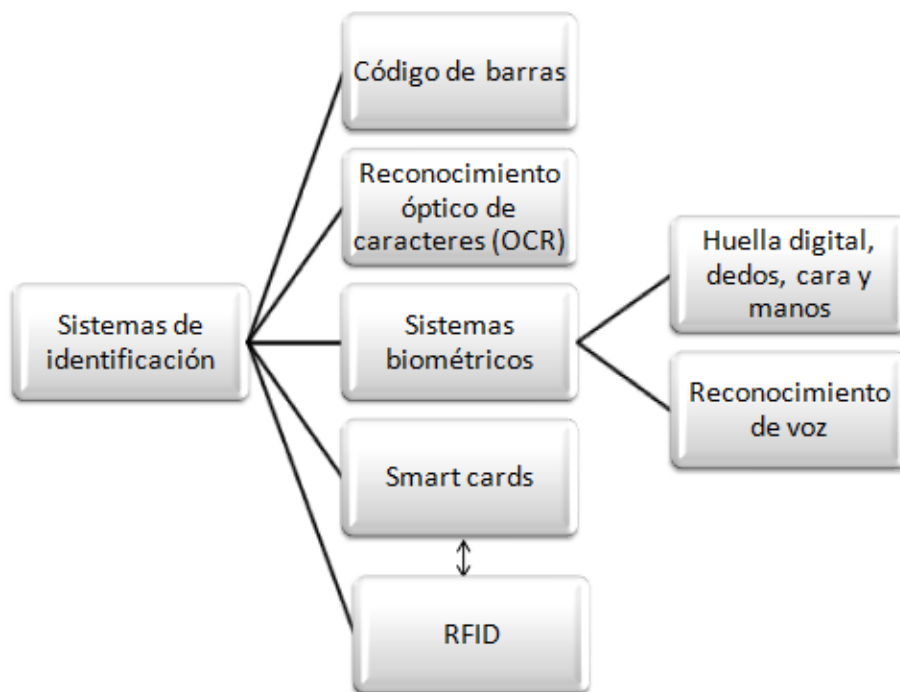


Figura 1. Sistemas de identificación.[GON08]

Código de barras

El código de barras es el sistema de identificación más empleado a nivel mundial, utiliza 2 símbolos comprendido por una serie de barras y espacios configurados paralelamente, el cual representa datos configurados con un elemento. Es leído por un escáner óptico laser y procesado en una computadora, la lectura se debe a la reflexión que sufre la luz del laser por las barras negras y los espacios en blanco.

Existen varios tipos de códigos de barras:

- Representado sólo por números.
- Un rango determinado de caracteres o números, letras o símbolos.
- Los que tienen un dígito de verificación.

- Los que tienen señales de inicio – fin.
- Específicos de una industria.

El código más popular es el código EAN (European Article Number), especialmente para el sector de alimentación a partir del UPC (Universal Product Code), introducido en 1973. Actualmente ambos códigos se utilizan y son compatibles entre sí. [GON08]

Código EAN

El código EAN está conformado por 13 dígitos, dentro de ellos contiene el país (3 dígitos), identificador de la empresa (5 dígitos), número de manufactura (4 dígitos) y el dígito verificador (1 dígito), para la detección de errores. Por lo tanto la estructura del código EAN se muestra en la figura 2.

Identidad de país			Identidad de la compañía					Identidad del producto				Dígito Verificador
7	5	0	1	2	3	4	5	3	5	5	5	6
México			Rjur Corporation					Apuntador laser				

Figura 2. Ejemplo Código EAN-13[GON08]

Desde hace más de 25 años que el código de barras fue inventado, rápidamente se convirtió en la tecnología preferida para las fábricas y comercios para etiquetar a sus productos y tener mayor control para que el comercio sea más efectivo, pero como toda tecnología el código de barras tiene también limitantes que presenta como son:

- Debe estar visible para poder ser leído, se pone directamente al lector para que este pueda leerlo, algunas veces hay que alejarlo y acercarlo para que lo lea con precisión.
- Solamente identifica un tipo de producto, no unidades en particular, por ejemplo puede detectar una botella, pero no una en concreto.

- Se daña o se rompe fácilmente, debido a que se añade al producto y no forma parte de él, corre riesgos de ruptura que es muy común y ya no puede ser leído.
- Una vez impreso el código de barras no es posible modificar tanto en las barras como en los números.
- Frágiles y corrosibles con el agua y otros factores líquidos que alteran las barras y no puede ser leído correctamente.

Los estándares mundiales están dirigidos por una única organización llamada Internacional Standard Organization (ISO), su sede está en suiza. Los miembros de ISO son organizaciones de estandarización nacionales como la ANSI, BSI Y DIN que son distintas estándares de diferentes países. La internacional Electromechanical Commission (IEC), esta comisión está interesada en el campo de la electrónica, y muchos casos han sido combinados para poder estar dentro de la comisión, y se referencian como estándares ISO/IEC.

Los estándares para RFID tratan los siguientes temas:

- Protocolo para la interfaz del aire: forma en que las etiquetas y los lectores se pueden comunicar.
- Contenido de los Datos: organización de los datos a intercambiar.
- Conformidad: pruebas que los productos deben cumplir para estar dentro del estándar.
- Aplicaciones: utilizar las aplicaciones con RFID.

EPC Global.

La Electronic Product Code o EPC Global, es la organización internacional de RFID, se encarga de establecer los estándares para el uso del código de producto electrónico. Es una organización de riesgo compartido entre EAN (European Article

Number) y UCC (Uniform Code Council), organizaciones de estados unidos y Europa y se encargan de administrar estándares globales. [URL1]

Los estándares de la EPC para etiquetas son de dos clases:

- Clase 1: Etiqueta simple, pasiva, solo lectura, memoria no volátil de una sola programación.
- Clase 2: Etiqueta de solo lectura que se programa en el momento de fabricación del chip (no puede ser modificada después).

Estas clases no son interoperables y son incompatibles con los estándares ISO. Se está diseñando una generación que está en desarrollo llamada GEN2, y esta posiblemente sea interoperable con ISO.

El EPC Global tiene como meta establecer un estándar global para la identificación inmediata y automática de cualquier artículo etiquetado con RFID, en cualquier fábrica, industria y país. [URL1]

Código de barras vs RFID

La tecnología RFID supera los límites que tiene el código de barras, debido a que la etiqueta de identificación es radial, no es necesario que la etiqueta este cara a cara con el lector, puesto que funciona en radio de alcance limitado, también permite identificar productos en específico y no solo por grupo, y la etiqueta puede ser parte del producto o adherirse en el pero con menos riesgos de ruptura o violación.

Las distancias para la lectura de las etiquetas mediante la radiofrecuencia varía según el sistema a utilizar por ejemplo los de alta frecuencia (850 a 950 MHz y 2.4 a 2.5 GHz) los cuales nos proporciona un radio de 27.5 metros y una longitud de onda en la gama de 2.4 GHz son absorbidas por el cuerpo humano (agua). Es por ello que el RFID supera por mucho al código de barras y es preferido debido a las siguientes situaciones:

- Se pueden utilizar en ambientes en donde el código de barras se deterioran o se rompan e impida ser leído.
- Cuando no existe un línea de observación del producto que es leído.
- Cuando se desea eliminar o reducir la base de datos, ya que los datos residen en la etiqueta y no necesitan ser consultados, reduciendo tiempos.

Los muchas las ventajas que tiene el RFID sobre el código de barras, es por eso que se está trabajando para que una etiqueta pasiva RFID no sea tan cara para poder competir directamente con el código de barras y así poder reflejar que existen mayores ganancias en largo plazo.[GON08][GLO06]

Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).

El sistema OCR (Optical Character Recognition), utilizado en las décadas de los 60's. la principal ventaja que cuenta es la gran densidad de información, empleado en producción, campos de servicios y administrativos, así como en bancos para el registro de cheques. La desventaja de este sistema es su alto costo y a complejidad de los lectores en comparación con otros sistemas de identificación, también se aplica en la digitalización de textos, identifican automáticamente símbolos o caracteres que pertenecen a un determinado patrón del alfabeto, a partir de una imagen la podemos

almacenar en forma de datos y poder interactuar mediante un programa de edición de texto. El reconocimiento Óptico de caracteres también cuenta con problemas como son:

- El lector puede confundir la imagen si esta en niveles de grises y por lo tanto se confundiría con el fondo de la imagen a comparar.
- La resolución del lector puede introducir ruido en la imagen, afectando los pixeles que han de ser procesados.
- La distancia entre caracteres, al no ser la misma, puede producir errores de reconocimiento.
- La conexión de dos o más caracteres por pixeles puede producir errores.

Sistemas Biométricos.

Los sistemas biométricos son sistemas que identifican a personas por comparación de peculiaridades características los cuales no admiten equivocación, transforman una característica biológica, morfológica o de comportamiento en un valor numérico y lo almacena para ser comparado. Este sistema puede identificar por medio de huella dactilar, por voz y en menor número por pupila que son difíciles de violar.

Las aplicaciones de la biometría han aumentado desde sistemas de solo identificación hasta sistemas de seguridad y más. Entre las desventajas puede enumerarse que una colección de imágenes dedo a dedo de alta calidad requiere que el lector este siempre al 100% ya que por deterioro no captaría la imagen dactilar, otra desventaja es que en algunos casos una edad u ocupación específicas puede ser causa de grandes inconvenientes para la captura de una imagen de la huella de alta calidad.

[GLO06]

Smart cards.

Llamada tarjeta inteligente, es un sistema de almacenamiento electrónico de datos con capacidad para poder procesarlos (tarjeta microprocesador). Por seguridad está cubierta de plástico similar a las tarjetas telefónicas o tarjetas de crédito.

Las tarjetas inteligentes fueron creadas por France Telecom en el año de 1982, poco tiempo después World Telecom Group inicio la producción de las tarjetas telefónicas, como principio de operación, estas tarjetas con el contacto del lector se alimentaban de energía junto con un pulso de reloj, la comunicación es vía serial bidireccional es decir puerto de entrada/salida, su principal ventaja es la facilidad de almacenamiento de información, además de ser económicas y seguras. Pero una gran desventaja es que son muy vulnerables al contacto con la ropa, la corrosión y la suciedad y los lectores son muy caros de mantenimiento. [FIN03]

Las tarjetas inteligentes se clasifican en 2:

- Tarjetas de solo memoria (Memory Card).

Esta tarjeta cuenta con una memoria permanente de solo lectura, accediendo a ella por medio de una secuencia lógica, cuenta con funcionalidades específicas y también tiene algoritmos sencillos de seguridad, son limitadas en funciones pero muy baratas.

- Tarjetas con microprocesador (Microprocessor Card).

Estas tarjetas contienen un microprocesador y segmentos de memoria conectados como son: ROM, RAM y EEPROM.

Las tarjetas que cuentan con memoria ROM; incorporan un sistema operativo para el microprocesador el cual no puede ser modificado, es decir una vez programado no podrá ser modificado en un futuro.

Las tarjetas que cuentan con memoria RAM; el microprocesador trabaja con una memoria temporal, llamada así porque en cuanto la tarjeta deja de recibir alimentación, los datos contenidos en la memoria se borran, es decir solo guarda la información mientras este alimentada.

Las tarjetas que cuentan con memoria EEPROM; Contienen datos de la aplicación que se programo con anterioridad, los cuales podemos ir modificando mientras se está operando con la tarjeta, lo cual nos permite realizar más de una aplicación y poder almacenarla sin riesgo de que se borre el programa o datos contenidos en ella.[SAN07][LAN05]