

## DESARROLLO DE TARJETAS ELECTRÓNICAS PARA APLICACIONES DE AUTOMATIZACIÓN DE PAGO CON TECNOLOGÍA RFID.

Ericson Navas, Yuriana Cruz, Carlelines Gavidia, Héctor Nuñez, Dino Di Rosa, Gloria Carvalho

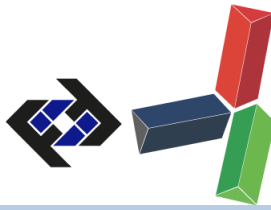
*Fundación Cendit*

[enavas@cendit.gob.ve](mailto:enavas@cendit.gob.ve) / [ericson0790@gmail.com](mailto:ericson0790@gmail.com)

### RESUMEN

El siguiente informe detalla los aspectos y funcionamiento que engloba un sistema de comunicaciones basado en la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID) ya que con esta tecnología se puede facilitar el manejo de bienes, materiales, además de realizar pagos y compras. Este proyecto se origina como una solución a la automatización de diferentes métodos de pago de servicios públicos, enfocado al sector transporte, directamente al transporte público, para esta aplicación se utilizaría un sistema RFID en frecuencia HF (13,56 MHz) la cual no requiere mucha distancia entre el lector y la tarjeta, donde el conductor no interactúa directamente con el usuario a la hora del cobro del pasaje ya que solo al presentar la tarjeta o tag frente al lector, este lo detecta y realiza el descuento del pasaje de manera automática y en cuestión de segundos, con esto el conductor no tiene la necesidad de contar un efectivo para luego dar el vuelto al usuario. El uso de la tecnología RFID en este campo permite que se mantenga constante la tarifa de pasaje y reduce no solo el uso de dinero efectivo en los usuarios y dentro de las unidades de transporte sino que reduce significativamente el tiempo y hasta la interacción entre el conductor y el usuario.

*Palabras Clave: Radio Frequency Identification (RFID), pago de pasaje, peaje RFID, pago sin contacto, Transporte, Pago de servicios.*



## ABSTRACT

The following detailed report on the aspects and operation that includes a communication system based on radio frequency identification (RFID) technology since this technology can facilitate the handling of goods, materials, in addition to making payments and purchases. This project originates as a solution to the automation of different payment methods of public services, focused on the transport sector, directly to public transport, for this application an RFID system is used in HF frequency (13.56 MHz) which does not require a lot of distance between the reader and the card, where the driver does not interact directly with the user when collecting the ticket, since only when presenting the card or in front of the reader, does he detect it and make the discount of the ticket automatically and in a matter of seconds, with this the driver does not have the need to count a cash and then turn the user around. The use of RFID technology in this field allows the passenger fare to be kept constant and reduces not only the use of cash in the users and within the transport units, but also reduces the time and interaction between the driver and the user.

*Keywords: RFID, payment of passage, RFID toll, Payment without contact, Transport, Payment services*

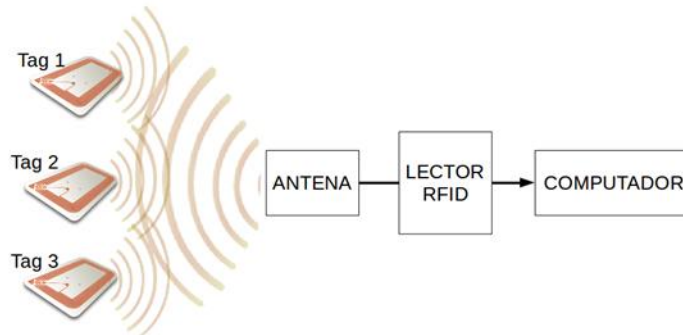
## INTRODUCCIÓN

La identificación por radio frecuencia (RFID del inglés, Radio Frequency Identification) es una tecnología que está imponiendo en la actualidad una revolución en una gran variedad de aplicaciones, con excelentes beneficios tanto en coste como flexibilidad. A pesar de que originalmente sus primeras aplicaciones se realizaron a principio de los años treinta. Básicamente esta tecnología consiste en leer a cierta distancia a través del lector una información contenida en un dispositivo conocido como etiqueta o tag. La tecnología RFID cada vez mas esta siendo adoptada por que, además de ser un avance tecnológico, no necesita de una vista directa entre el lector y la etiqueta para que se realice la comunicación, a un costo cada vez menor y sus capacidades cada vez mayores lo cual genera grandes beneficios como productividad y administración, principalmente en los sectores industrial, transporte, seguridad y control de inventario.

El uso de la tecnología RFID aplicado al pago de servicios en este caso el transporte, nos permite regularizar el uso de efectivo en las calles y se agilizan los procesos de cobro y pago del servicio, lo que en parte disminuye el hurto y no genera vandalismo permitiendo que el usuario pueda hacer un único pago por el servicio que se le está ofreciendo, además de impulsar la independencia tecnológica generando nuestros propios productos importando lo mínimo y garantizando el mantenimiento correctivo y preventivo de los mismos.

**METODOLOGÍA**

Un sistema RFID (figura 1) está constituido por cuatro elementos principales: Lector o transceptor RFID, etiquetas o tags RFID, Antena y un sistema de procesamiento de datos u ordenador.



**Figura 1.** Diagrama de un sistema RFID

- **Lector:** Es el responsable de la comunicación con la etiqueta siempre que esté dentro de su rango, luego presentar la información obtenida de la etiqueta al computador a través de su software y así poder controlar los datos obtenidos.
- **Antena:** Este elemento tiene la capacidad de transmitir y recibir a través de ondas de radio para propósitos de comunicación, son el componente más sensible de un sistema RFID también es conocido como mecanismo de acoplamiento o unión.
- **Etiquetas o tag RFID:** Es uno de los elementos más importantes para la operación óptima de un sistema RFID, está compuesta por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. En las etiquetas, la antena permite la unión con la antena del lector para la transferencia de información o datos entre la etiqueta y el lector. Estas etiquetas pueden ser: Etiquetas de solo lectura y etiquetas de lectura y escritura. También se clasifican en: Etiquetas Activas (requieren una batería), etiquetas pasiva.
- **Computador:** proporciona los medios de procesamiento y almacenamiento de los datos obtenidos de las etiquetas.

Los sistemas RFID se clasifican en tres bandas (tabla 1):

**Tabla1.** Clasificación de los sistemas RFID según su frecuencia

Banda	LF	HF	UHF
<b>Frecuencia</b>	125 – 135 KHz	13,56 – 27,125 MHz	860 MHz – 960 MHz
<b>Características y aplicaciones</b>	Campo cercano, cerradura de puertas.	Campo cercano, Acople de sistemas remotos, Tarjetas inteligentes sin contacto	Sistema de largo alcance, multi-lectura, Campo cercano, Acople de sistemas remotos.
<b>Principio físico de</b>	Acople por campo eléctrico y magnético.	Acople magnético o inductivo, Acople	Acople por retro-dispersión magnética.

<b>transmisión</b>		eléctrico o capacitivo.	
<b>Rango de lectura</b>	< 1 cm	< 1 cm – 1 m	1 m – 10 m

El estudio de las características de los sistemas RFID para UHF, HF y LF (tabla 1), permite determinar con exactitud qué sistema implementar para satisfacer las necesidades establecidas en los objetivos del proyecto, y en consecuencia definir las especificaciones técnicas de los dispositivos que en el intervienen.

## Estandarización

Para el diseño de un sistema RFID existen diversos estándares internacionales que regulan o establecen las características o requerimientos mínimos necesarios para asegurar la calidad del sistema RFID, en cada una de sus configuraciones las cuales abordan cuatro áreas fundamentales:

- **Protocolo en la interfaz aérea:** especifica el modo de comunicación entre la etiqueta y el lector RFID mediante radiofrecuencia.
- **Contenido de los datos:** especifica el formato y semántica de los datos que se comunican entre etiquetas y lectores.
- **Certificación:** pruebas que los productos deben cumplir para garantizar el desarrollo de los estándares y pueden inter operar con otros dispositivos de distintos fabricantes.
- **Aplicaciones:** usos de los sistemas RFID.

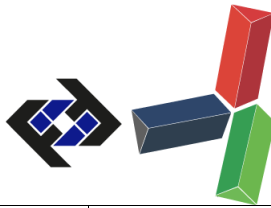
Las acciones de diseño para la aplicación que se desea implementar el sistema RFID están enmarcadas en los estándares ISO / IEC 14443 y ISO/IEC 15693, para lectura en campo cercano y codificación anti colisión, respectivamente, tanto para Lector como para la etiqueta.

## Circuitos involucrados

Los dispositivos que componen el sistema RFID implica la implementación de diversos circuitos electrónicos, para lo cual se debe hacer un estudio detallado como se describe a continuación (tabla 2).

**Tabla 2.** Elementos electrónicos que integran el sistema RFID

Dispositivo	Elemento	Características a tomar en cuenta para el diseño
Lector	Lector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlador: Localización del chipset.</li> <li>• Hardware: Diseño de la tarjeta electrónica.</li> <li>• Selección del sustrato de PCB.</li> <li>• Detallar las dimensiones del PCB.</li> <li>• Costo aproximado.</li> </ul>
	Antena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware: ubicar dispositivos periféricos para el acople con la tarjeta electrónica.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección del sustrato PCB.</li> <li>• Detallar las dimensiones del PCB..</li> <li>• Costo aproximado.</li> </ul>
	Circuito de acople de impedancia entre el chipset y la antena.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño: (1) Diseño de red de acople (2) Diseño de filtro de acople.</li> <li>• Hardware: Tarjeta Electrónica.</li> <li>• Selección del sustrato PCB.</li> <li>• Detallar las dimensiones del PCB.</li> <li>• Costo aproximado.</li> </ul>
Identificador	Etiquetas (tag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlador: Localización del chipset para etiquetas.</li> <li>• Hardware: Tarjeta de identificación (tag).</li> <li>• Selección del sustrato PCB.</li> <li>• Detallar las dimensiones de las etiquetas.</li> <li>• Costo aproximado.</li> </ul>
	Circuito de acople de impedancia entre el chipset y la antena.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño: (1) Diseño de filtro de acople (2) Diseño de líneas de transmisión.</li> <li>• Hardware: Tarjeta de Identificación (tag).</li> <li>• Selección del sustrato PCB.</li> <li>• Detallar Dimensiones.</li> <li>• Costo aproximado</li> </ul>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

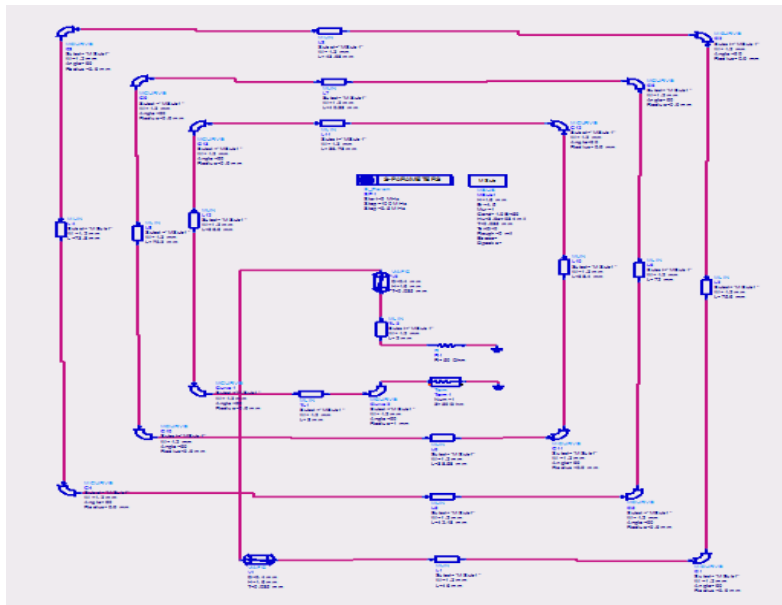
Para las etiquetas tag, se seleccionó el chipset NTAG210u de NXP semiconductors, el cual cumple con los parámetros exigidos por nuestro diseño (tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros del chipset seleccionado para el diseño de la etiqueta tag.

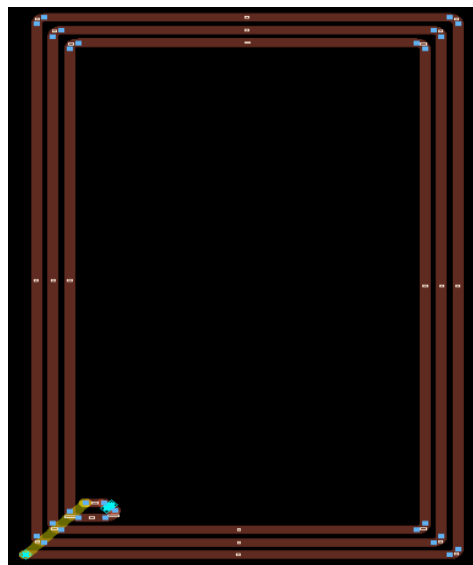
PARAMETRO	VALOR TÍPICO
Capacidad de entrada	17.0 pF
Corriente de entrada	40 mA
Dimensiones	528 x 524 um
Frecuencia de entrada	13.56 MHz
Impedancia	50 Ohm
Lectura / Escritura	Si
Protocolo	ISO/IEC 14443 tipo A

El diseño de la antena para las etiquetas RFID, se realizó con el programa de simulación Advance Design System (ADS) el cual permite realizar el trazo de las pista sobre un sustrato, en este caso se utilizó el sustrato FR4, obteniendo el prototipo de la antena (figura 2), que según las simuladores dentro del software de diseño se obtuvieron resultados similares en comparación a

las antenas comerciales, y posterior a esto se obtuvo a través del mismo software, el layout de la antena (figura 3).



**Figura 2.** Esquemático de la antena HF en ADS.

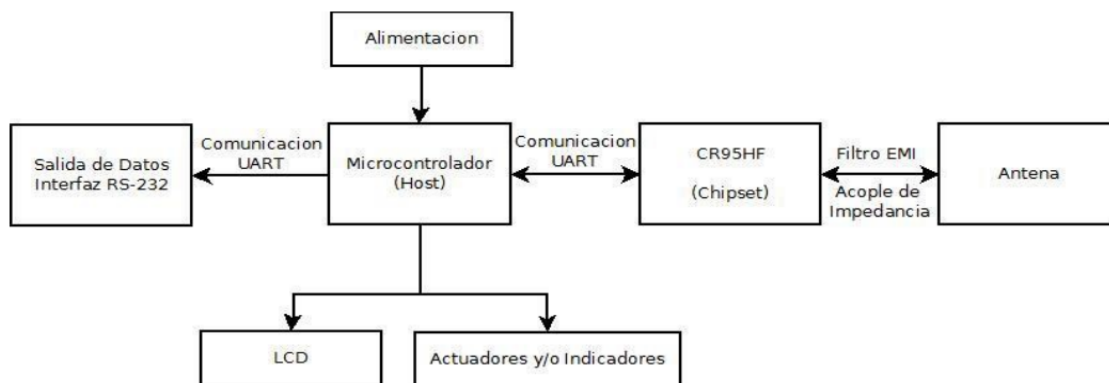


**Figura 3.** Layout de la antena tag de RFID para HF en ADS.

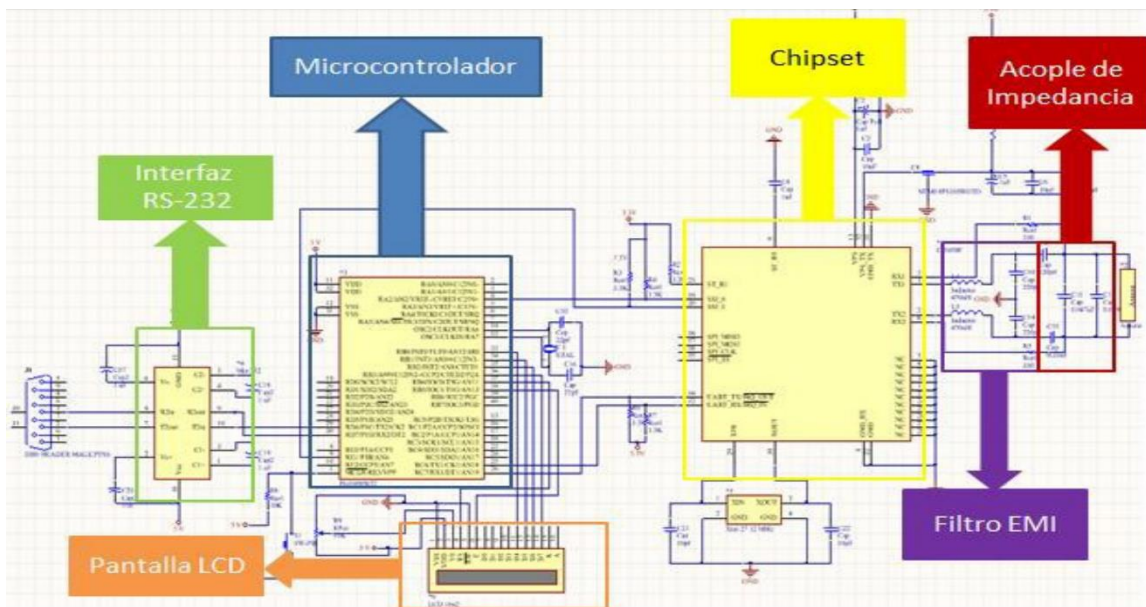
Para el diseño del lector se seleccionó el chipset CR95HF por su sencillez y versatilidad, además que el fabricante ya suministra el chipset con la programación necesaria para su funcionamiento, y el micro controlador 18F45K22, el cual permite la comunicación con el CR95HF además de



controlar su funcionamiento, y la salida de la información a la fuente de procesamiento de datos o servidor externo. La figura 4 muestra el diagrama de bloque del lector RFID, y la figura 5 se resaltan los bloques que constituyen al lector RFID dentro del diagrama esquemático propuesto para el lector realizado en el software de diseño Altium Designer.



**Figura 4.** Diagrama de bloques propuesto para el lector RFID en HF



**Figura 5.** Identificación de los bloques funcionales del lector sobre el esquemático propuesto al lector RFID en HF, realizado en Altium Designer.

Además, se realizó el diseño esquemático y simulación del circuito de acople entre el CR95HF y la antena, esto con el software de diseño ADS, para el diseño de la antena para el lector también se utilizó el sustrato FR4.

## CONCLUSIONES

Luego de haber realizado los estudios y cálculo para el diseño de las tarjetas electrónicas que comprenden un sistema RFID se determinó que los parámetros y resultados obtenidos en los diseños son similares a los equipos comerciales, esto demuestra que en la fundación Cendit contamos con la capacidad de desarrollar estos equipos que facilitan el uso del transporte público automatizando el proceso para el pago de pasaje.

Con el desarrollo de las tarjetas electrónicas que componen el sistema RFID se genera una independencia tecnológica en el país, con la generando equipos de última tecnología, lo que disminuye la importación de la misma y a su vez soluciona el problema con los precios de un pasaje y agiliza el proceso cuando se utiliza el servicio, lo que suele ser mas atractivo para el usuario.

## REFERENCIAS

- [1] Cruz Y. (2018) Informe: Diseño de una solución alternativa para el pago de pasaje en el transporte público. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones.
- [2] Pinto L. Cruz Y. Diaz A. (2017) Informe: Diseño y construcción de conjunto identificador – lector RFID en HF para un sistema de control de acceso y rastreo de mercancía para la distribución eficiente. Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones.
- [3] Finkenzeller, K. RFID Handbook. Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication, 3<sup>rd</sup> edition. Germany.
- [4] Garg R., Microstrip Antenna Desing HandBook. 2000.
- [5] Lozano-Nieto, A. RFID design fundamentals and applications. 2011. Taylos & Francis Group. USA.
- [6] Constantine A. Balanis., “Antenna Theory: Analysis and Design”, 2nd edition, John Wiley & Sons, 1997.
- [7] Victor García y Cicero Pompeu. (Febrero y Marzo de 2017). Asesoría técnica y Comunicación escrita vía correo electrónico. ST Microelectronics.