

# **Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en almacenamiento virtual de información en tags RFIDs y lectura por radiofrecuencia para los buques de la Comandancia de Escuadra de la Armada del Ecuador.**

Henry Andrade Rosero <sup>(1)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación <sup>(1)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) <sup>(1)</sup>  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador <sup>(1)</sup>  
handrade@espol.edu.ec <sup>(1)</sup>

## **Resumen**

*El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema para la gestión de inventarios de repuestos, accesorios además de suministros necesarios para el mantenimiento de los buques de la Comandancia de Escuadra de la Armada del Ecuador, mediante la transportación, guardado y actualización automática de información a través de tags y unidades lectoras RFIDs,, para llevar a cabo este proyecto se realizó el levantamiento de requerimientos, la determinación de necesidades y el desarrollo conceptual del proyecto*

*Se utilizaron unidades lectoras RFID y equipos de lectura de gran capacidad para el proceso de recepción de repuestos y suministros los cuales permitían una lectura a gran escala permitiendo de esta manera agilizar el proceso de entrega en las bodegas del Centro de Abastecimientos de la Armada, lectores de menor capacidad fueron instalados en los puntos de entrega de materiales para las unidades de la Comandancia de Escuadra las cuales son requeridas de manera constante pero en menor volumen.*

*Como resultado de este proyecto podemos encontrar que se mejoro substancialmente la capacidad logística de las bodegas, el ahorro de recursos humanos y energéticos fue notable debido a la cantidad de personal integrado en los procesos produciendo de esta manera disponibilidad de personal para trabajos propios de la naturaleza de la institución.*

**Palabras claves:** *RFID, Comandancia de Escuadra, Control de Inventarios, Cadena de Abastecimientos*

## **Abstract**

*The aim of this Project is to design an electronic system that helps the supply change management of spare parts, accessories and also supplies inventory for the maintenance of vessels of the Command Fleet of the Navy of Ecuador, through transportation, saving and automatic updating of information in RFIDs tags and reader units. The phases to develop this project were analyzing requirements, determining needs and conceptual development of the Project.*

*To develop this Project, great volume reading RFID units were installed in the supplies ramps of the cellar of Supplies Center of Armada del Ecuador for receiving spare parts and supplies which allowed a massive reading scale thus expedite the delivery process. RFID readers of smaller capacity were installed at points of delivery of materials for the units of the Command Squad which are constantly required but in smaller volume.*

*As a result of this Project it can be noticed a substantial improved of the logistics capacity in the Supplies Centre, improvment efficiency of human and energy resources because the number of staff integrated in the processes thereby producing availability of staff to operational activities.*

**Keywords:** *RFID, Command Fleet of the Navy of Ecuador, Inventory, Supply change management.*

## 1. Introducción

El propósito de este proyecto es diseñar un sistema para la gestión de inventarios de repuestos, accesorios y suministros necesarios para el mantenimiento de los buques de la Comandancia de Escuadra de la Armada del Ecuador, cabe recalcar que la Armada el Ecuador se mantiene en una constante aplicación de proyectos de tecnología para el mejoramiento de la calidad del servicio, control de gestión y reducción de tiempos de trabajo por lo cual este proyecto es de gran importancia ya que permite automatizar un control en la parte medular que apoya a el alistamiento operativo de las unidades de superficie, para su diseño se utilizará tecnología RFID para transportación, guardado y actualización automática de información la cual ha demostrado ser un referente actual en el campo logístico, no solamente en el ámbito militar sino también empresarial.

## 2. Fundamento teórico

“La tecnología de captura de datos de identificación por radio frecuencia (RFID) está compuesta por un lector, una antena, una etiqueta, un computador y un sistema informático de recolección de la información” [1] el cual permite obtener información de etiquetas adheridas a productos permitiendo su catalogación, identificación, clasificación y traqueo; estas etiquetas tienen la capacidad de almacenar algunos kilobytes de información, información que puede ser usada en propósitos de rastreo o identificación, cada etiqueta posee un código único de identificación y un espacio reservado en memoria para almacenar allí información que se crea conveniente [2] un ejemplo de estos componentes lo podemos observar en la figura 1.

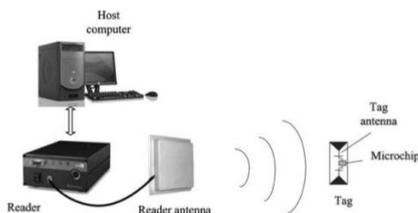


Figura 1. Componentes de un sistema RFID.

EL lector RFID es el sistema central de toda la plataforma hardware RFID, y permite leer la información de las etiquetas (tags) en caso de etiquetas pasivas o escribir en caso de etiquetas activas y se convierte en el elemento que permite establecer la comunicación entre el sistema de control (software) con los objetos que se desean monitorear (tags) [3].

Bajo este marco teórico se diseña una solución RFID que permita controlar, el ingreso, egreso, clasificación, catalogación y ubicación de repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento de las unidades de la Comandancia de la Escuadra, en su desarrollo se utilizarán etiquetas RFID de tipo pasivo, antenas, lectores de baja y alta capacidad de acuerdo a las zonas de control definidas y un software de control basado en sistema operativo Linux junto

con las bases de datos del Sistema Logístico de la Armada (SISLOG).

## 3. Especificaciones de hardware

El sistema de gestión de inventarios para el mantenimiento de los buques de la Comandancia de Escuadra se encuentra desarrollado en una topología estrella en el cual el servidor administra el software de control de inventarios y se comunica con los lectores RFID los cuales reciben información de antenas conectados a sus puertos de entrada.

El sistema completo tiene los siguientes componentes:

- Lector RFID Motorola FX-9500.
- Antena RFID Motorola AN-400.
- Antena RFID Motorola AN-480.
- Software de control y servidor.

### 3.1 Lector RFID Motorola FX-9500

Es un lector activo direccional que trabaja en las frecuencias de 902-928 Mhz de alto performance, tal como lo podemos ver en la figura 2. Se trata además de un lector de gran capacidad, a larga distancia, sistema anti colisión avanzado que puede ser configurado fácilmente por medio de un programa que permite entre otras cosas, definir el rango de posición de las etiquetas, rango de lectura y capacidad de lectura. [7].



Figura 2. Lector RFID Motorola FX-9500.

### 3.2 Antena Motorola AN-400

La antena Motorola AN-400 que podemos observar en la figura 3, es una antena de gran capacidad y cobertura, diseñada para ser instalada y cubrir grandes distancias, sus dimensiones son largo 71 cm. Ancho 31.7 cm, profundidad 3.8 cm y un peso de 8 lbs. Esta formada por dos arreglos polarizados circularmente, trabajando en las frecuencias de 865 a 956 Mhz. con una impedancia de 50 Ohmios su ganancia es de 37db [8].



Figura 3. Antena Motorola AN-400.

### 3.3 Antena Motorola AN-480

Esta antena que podemos observar en la figura 4, es para uso en interiores y exteriores posee gran robustez tiene dimensiones que permiten su transporte con un largo de 25.91 cm., un ancho de 25.91 cm. Profundidad de 3.35 cm, el peso de la antena es de 4 lb. y tiene una polarización tanto lineal como circular, su rango de trabajo es en la frecuencias de 865-956 Mhz. teniendo una ganancia de 6 dBi y una impedancia de 50 ohmios [8].



Figura 4. Antena Motorola AN-480.

### 3.4 Etiqueta RFID

Este tag de mediano alcance que podemos observar en la figura 5. Posee los siguientes parámetros técnicos sus dimensiones son 86 mm x 36 mm x 7.5 mm, es de tipo de lectura únicamente, su rango de frecuencias están entre 890-960 MHz, el alcance de lectura dependiendo del equipo es de hasta 250 m., y su sistema anticolidión permite manejo de hasta 2000 simultáneamente



Figura 5. Etiqueta RFID GEN 2.

## 4. Diseño e implementación

El sistema está compuesto por 3 lectores RFID Motorola FX-9500, la topología a usar será una topología en estrella tal como lo podemos apreciar en la figura 6, el software de control de los lectores será el encargado de la gestión de la lectura de los tags colocados en los repuestos y suministros cuando estos lleguen al pañol.

Se utilizarán de igual manera 2 lectores de gran capacidad Motorola AN-400 las cuales estarán conectadas a uno de los lectores FX-9500, otros dos lectores de gran capacidad estarán conectados a otro lector FX-9500, el primero será ubicado en el área de carga y descarga y el segundo en el área de entrega y recepción.

Como parte del proyecto el tercer lector se lo ubicara en el área de bodega y servirá para el control de inventarios.

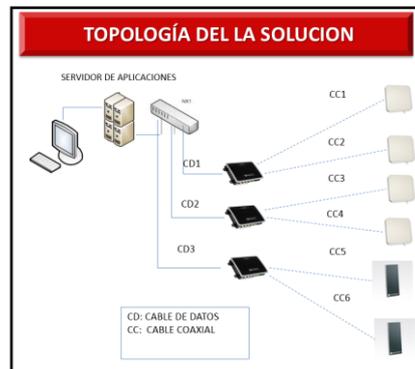


Figura 6. Topología de la solución.

El sistema tendrá conexión a la base de datos del SISLOG mediante la cual verificará las características de los repuestos y suministros y realizará el etiquetado respectivo.

Para las conexiones de los lectores RFID FX-9500 se utilizara un switch y cables de conexión RJ-45 y para la conexión entre las antenas y los lectores se utilizarán cable coaxial con impedancia de 50 Ohmios.

### 4.1 Ubicación de los equipos

Para el desarrollo del proyecto se consideró mantener la ubicación del servidor en el área administrativa se colocaron dos antenas AN-400 de gran capacidad en el área de carga y descarga, las mismas que permitirán gracias a sus facilidades sensar el ingreso de múltiples ítems lo cual significará un ahorro de tiempo y control durante la recepción de las compras realizadas a los proveedores

Se instalaron dos pares de antenas AN-480 para las áreas de ingreso y egreso de material en las áreas de despacho a las unidades de la Comandancia de Escuadra las cuales controlan el egreso de ítem conforme las unidades lo soliciten y sean retirados del pañol conforme lo podemos ubicar en la figura 7.[4].

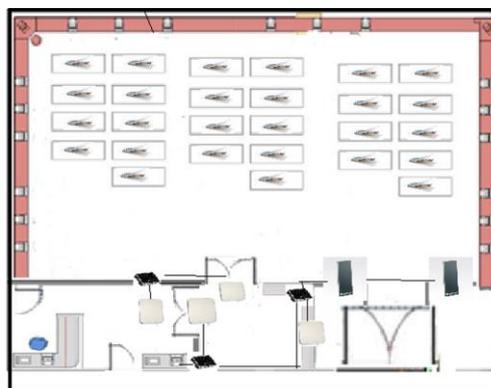


Figura 7. Ubicación de las antenas y lectores RFID.

## 5. Resultados obtenidos

El sistema de gestión de mantenimiento busca reducir la cantidad de personal encargada de los procesos, el tiempo de entrega y recepción de materiales por lo tanto uno de los parámetros en los que se observa un gran impacto producto del proyecto es el ahorro de recursos económico derivados del ahorro de personal necesario para recibir, verificar y clasificar los repuestos tanto de las empresas proveedoras, como su entrega a las unidades de superficie tal como lo podemos observar en la tabla 1.

EVALUACIÓN DE CONSUMO DE RECURSOS ECONÓMICOS - SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO POR RFID's (en porcentual)						
Parámetro de medición	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Ahorro de recursos económicos	45,3	41,2	42,3	39,6	32,5	30,4

Tabla 1. Ahorro de recursos económicos.

En el proceso de petición y manejo de repuestos podemos observar que existe una disminución en los tiempos de adquisición representado como el tiempo en que la entrega que el proveedor de bienes y servicios realiza a la Armada del Ecuador el cual disminuyó en un 35,42 %, de manera inicial y continuó disminuyendo de manera progresiva en los seis meses de evaluación tal como lo podemos observar en la figura 8. El tiempo en el manejo logístico evaluado como el tiempo en el cual los repuestos y suministros son catalogados, inventariados y colocados en sus lugares de distribución tuvo una disminución del 47,54%, y de igual manera tuvo una disminución del 28,60% el tiempo que se emplea en entregar los repuestos y suministros a los escuadrones de las unidades.

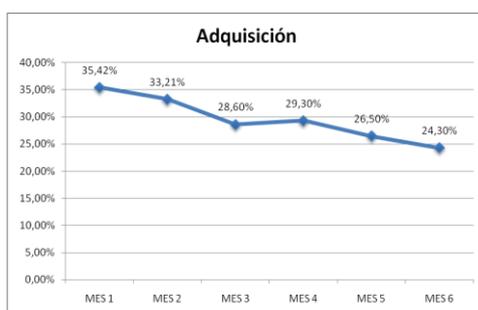


Figura 8. Tiempo de adquisición de repuestos.

La logística y transporte es uno de los campos más importantes de desarrollo dentro del área de gestión de mantenimiento basado en RFIDs para la reparación y servicio técnico de la Comandancia de Escuadra de la Armada del Ecuador, así es que la logística y transporte de maquinarias tiene un aumento del 17,87%, en la transportación de componentes estructurales tuvo un incremento de 19,91% y adicionalmente en el traspaso de medios entre áreas de servicio experimentó una ampliación del 16,89%, por lo que se evidencia que la implementación de la tecnología RFID tuvo un mayor impacto en este sector

dentro del desarrollo de este proyecto este impacto lo podemos observar en el gráfico de la figura 9.

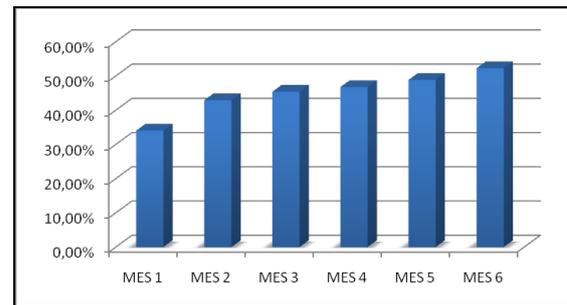


Figura 9. Incremento eficiencia logística.

## 6. Conclusiones

La tecnología RFID en los últimos años ha encontrado aplicaciones en campo de la logística debido a su versatilidad, facilidad y bajo coste, entre ella se pueden tener el control de inventarios, activos obteniendo resultados en tiempo real sin detener las actividades y con una mayor eficiencia ahorrando recursos a las instituciones

Se pudo verificar que al implementar tecnología RFID para el control de inventarios para el mantenimiento de las unidades de la Comandancia de Escuadra se alcanzó los objetivos planteados tales como tener un mayor control, disminuir tiempos muertos y por ende mejorar la gestión del mantenimiento de las unidades de superficie.

La solución RFID diseñada en este proyecto no solamente permite un ahorro de recursos que tendría la Armada al dedicar la personal a las actividades propias de mantenimiento en lugar de clasificación, verificación y retiro de repuestos y accesorios, sino también en disminución en los tiempos de manejo de repuestos, accesorios y clasificación, etiquetado y traslado logístico.

La solución RFID diseñada en este proyecto puede ser utilizada en muchos aspectos del trabajo en las unidades entre los cuales podemos nombrar control de inventarios, activos fijos, control de parqueaderos y vigilancia, por lo que la escalabilidad del sistema muestra un gran futuro en la institución.

El uso de la tecnología RFID en el control de repuestos, inventarios y suministros contribuirá a reducir la pérdida de los elementos citados mejorando el control de inventarios.

## 7. Referencias

- [1] Santacruz, Juan. , Análisis y Diseño de Software Gestor de Facturación Para Almacenes De Cadena Soportado En Tecnología RFID,2010
- [2] Finkezzler, Klaus, RFID Handbook Fundamentals and Applications in contactless smartcards, radio frequency identification and near-fieldcommunication, John Wiley&Sons Ltd. 3rd Ed, 2010
- [3] Alan Gidekel, Introducción a la identificación por radiofrecuencia, <http://www.telectronica.com/index.php/libro-rfid-telectronica/> fecha de consulta marzo 2014
- [4] Armada del Ecuador, Dirección de Ingeniería Civil y Portuaria, planos de la Base Naval SUR, 2012

[5] Especificaciones técnicas del equipo Motorola FX 9500 disponible en <http://www.grupohasar.com/sites/default/files/FX9500.pdf>, consultado 15 octubre 2014

[6] Especificaciones técnicas de la etiqueta RFID Zebra GEN 2 disponible en <https://www.zebra.com/content/dam/zebra/.../uhf-datasheet-en-us.pdf> consultado 30 octubre 2014

[7] Especificaciones técnicas del equipo impresora Zebra disponible en <https://www.zebra.com/us/en/support-downloads/industrial/zt230.html> consultado 18 octubre 2014

[8] ]Especificaciones técnicas las antenas Motorola AN-400 y AN-480 disponible en [www.proexcom.com/RFID/AN400.pdf](http://www.proexcom.com/RFID/AN400.pdf) consultado 22 octubre 2014