



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL  
USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE  
“FLOTA ANTEÑA” DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**AUTOR: YACELGA LITA INTI ATAHUALPA**

**DIRECTOR: ING. DANIEL JARAMILLO**

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

# AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
Cédula de identidad	100300937-8
Apellidos y Nombres	Yacelga Lita Inti Atahualpa
Dirección	Otavaló – Calle Luis Alerto de la Torre 11-30 y 8 de Septiembre
E-mail	yacelgai@utn.edu.ec
Teléfono móvil	0959556274
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
Título	SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE “FLOTA ANTEÑA” DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI

Autor	Yacelga Lita Inti Atahualpa
Fecha	Mayo del 2016
Programa	Pregrado
Título	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Daniel Jaramillo

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

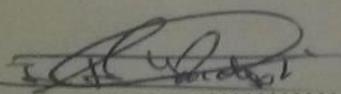
Yo, Yacelga Lita Inti Atahualpa, con cedula de identidad Nro. 100300937-8, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de mayo de 2016

### EL AUTOR:

(Firma).....  


Nombre: Inti Atahualpa, Yacelga Lita



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Yacelga Lita Inti Atahualpa, con cedula de identidad Nro. 100300937-8, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4,5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado con el tema: SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE "FLOTA ANTEÑA" DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI. Que ha sido desarrollado con propósito de obtener el título de Ingeniero en Electrónica Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
Yacelga Lita Inti Atahualpa  
1003009378-8  
Ibarra, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: "SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE "FLOTA ANTEÑA" DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI.", certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Yacelga Lita Inti Atahualpa, bajo mi supervisión.

Ing. Daniel Jaramillo

DIRECTOR

## DEDICATORIA

En primer lugar a mi querido Dios que me ha cuidado y me ha dado sabiduría durante todos estos años para poder finalmente realizar esta tesis.

A mis ángeles de la guarda RAFICO y PACHITA, que durante día y noche me han protegido. Rafael de ti aprendí que cuando uno quiere algo lo puede conseguir, que no existe objetivos imposible si no objetivos mal propuestos, PACHITA de ti aprendí a esforzarme en el estudio que si hay que amanecerse para presentar un trabajo o para rendir un examen pues hay que hacerlo, y lo más importante de ti aprendí a respetar y cuidar a mis padres aunque con lágrimas y una herida que llevare toda mi vida porque tú ya no estas presente físicamente

A mis queridos padres que con su ejemplo de trabajo, humildad y ayuda han sido mi mayor fortaleza; mi padre y madre que con sus conocimientos de vida me ha guiado y corregido en el desarrollo de esta tesis. A hermana Blanca que sido mi segunda madre en este proceso, a mi hermano Jaime quien supo guiarme en mi vida de colegio, a mi hermano Rodrigo quien perdono todos mis errores y supo otorgarme todo lo que a él le hizo falta cuando el alguna vez tubo mi edad de adolescente, a mi hermano Moisés quien con su ejemplo de deporte en el baloncesto me enseñó el trabajo duro para lograr objetivos, a mi hermana Rebeca de quien me cuido durante mi niñez y me enseñó a trabajar en el comercio, a mi hermana menor Cury ya que con ella aprendí lo maravilloso que es cuidar a un hermano menor.

En especial a mí amada esposa por su apoyo y comprensión incondicional, porque ha sido mi fuerza, mi compañera y motor, que día a día con su compañía y sus palabras que debo seguir, que ya falta poco para finalizar, ha sido quien me ha levantado en esas noches de desvelo.

A todos los catedráticos, que han impartido sus conocimientos no solo técnicos sino también morales durante estos arduos años de estudios.

# CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINAS
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
CERTIFICACIÓN .....	V
DEDICATORIA.....	VI
CONTENIDO.....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
PRESENTACIÓN.....	XV
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 TEMA O TÍTULO .....	1
1.2 PROBLEMA .....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.4 ALCANCE .....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.6 METODOLOGÍA .....	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 NFC (NEAR FIELD COMMUNICATION) .....	7
2.1.1 INTRODUCCIÓN .....	7
2.1.2 HISTORIA .....	9

2.1.3 FUNDAMENTOS.....	10
2.1.3.1 RFID.....	10
2.1.3.2 Tecnología NFC.....	16
2.2 ARDUINO.....	22
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA ARDUINO.....	23
2.2.1.1 Hardware.....	23
2.2.1.2 Descripción de la placa Arduino.....	24
2.3 GENERACIÓN 3G.....	28
2.4 CAJA COMÚN.....	29
2.4.1 MARCO LEGAL.....	29
2.4.2 CONCEPTO CAJA COMÚN.....	30
2.4.3 OBJETIVOS.....	30
2.4.4 VENTAJAS Y BENEFICIOS.....	30
2.5 BASE DE DATOS.....	32
2.5.1 DATOS EN LA NUBE.....	32
2.6 SISTEMAS DE COBRO.....	33
CAPÍTULO III.-DISEÑO DEL SISTEMA DE RECAUDO ELECTRÓNICO.....	36
3.1 INTRODUCCIÓN.....	36
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RECAUDO PROTOTIPO.....	36
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECAUDO.....	37
3.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTOTIPO.....	37
3.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO.....	39
3.4. ELECCIÓN DE SOFTWARE Y HARDWARE.....	40
3.4.1 ELECCIÓN DE MODULO NFC.....	40
3.4.1.1 ESPECIFICACIONES DEL NFC SHIELD V1.6.....	41
3.4.2 ELECCIÓN DE DISPOSITIVO 3.5G.....	42
3.4.2.1 Dispositivo Huawei E5573.....	43
3.4.3 ELECCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO Y SHIELD LCD.....	44

3.4.3.1 Tabla comparativa de placas arduino .....	45
3.4.3.2 Shield LCD.....	50
3.4.4 ELECCIÓN DE PLATAFORMA VIRTUAL PARA ALOJAMIENTO DE BASE DE DATOS .....	5
3.4.4.1 Webhost.....	52
3.4.5 SOFTWARE ARDUINO.....	53
3.4.5.1 Librería NFC para Arduino <PN532.h.....	51
3.5 ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE RECAUDO (PROTOTIPO .....	57
3.5.1 ETAPA DE CONTROL.....	58
3.5.1.1 Configuración de pines utilizados de Arduino YUN .....	59
3.5.2. ETAPA DE VERIFICACIÓN Y ESCRITURA DE TAG'S .....	60
3.5.3 ETAPA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS HACIA LA NUBE....	61
3.5.4 MONTAJE DE HARDWARE Y PROGRAMACIÓN .....	65
3.5.4.1 Programación de lectura y escritura de datos en la tag .....	68
 CAPÍTULO IV.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	 70
4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	70
4.1.1 PROCEDIMIENTOS PARA GRABAR SALDO EN LA TAG .....	70
4.2 IMPLEMENTACIÓN.....	75
4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	77
4.3.1 ANÁLISIS FINANCIERO .....	78
 CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 80
5.1. CONCLUSIONES .....	80
5.2. RECOMENDACIONES .....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	85

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Aplicaciones con NFC .....	8
Figura 2: Tag RFID .....	11
Figura 3: Lector NFC .....	13
Figura 4: Función de NFC Modo Activo .....	18
Figura 5: Funcionamiento de NFC modo pasivo .....	18
Figura 6: Estructura de mensaje NFC .....	20
Figura 7: Placa Arduino uno .....	23
Figura 8: Descripción de placa arduino uno.....	24
Figura 9: Arduino Mega.....	25
Figura 10: Arduini Bluetooth .....	25
Figura 11: Arduino Pro .....	26
Figura 12: Arduino UNO .....	26
Figura 13: Arduino YUN .....	27
Figura 14: Arduino Nano .....	27
Figura 15: Arduino Mini .....	27
Figura 16: Arduino Pro Mini.....	28
Figura 17: Caja Común .....	29
Figura 18: Modelo Caja Común.....	31
Figura 19: Elementos de Base De Datos.....	32
Figura 20: Estructura de datos en la Nube .....	33
Figura 21: Diagrama de bloques del sistema prototipo.....	38
Figura 22: Shield NFC ElecFreaks .....	41
Figura 23: Huawei E5573 .....	43
Figura 24: Funcionalidades Arduino YUN .....	47
Figura 25: LCD Keypad Shield (SKU: DFR0009).....	50
Figura 26: Logo de empresa 000webhost .....	52
Figura 27: Software Arduino IDE.....	53
Figura 28: Interface gráfica Arduino.....	54

Figura 29: Barra de Menú Arduino .....	54
Figura 30: Librería <PN532_SPI> para NFC .....	55
Figura 31: Bloque de memoria Mifare .....	56
Figura 32 Diagrama esquemático de Arduino YUN .....	58
Figura 33: Esquemático Shield NFC v1.6 elecfreaks .....	58
Figura 34: Esquemático LCD KeyPad Shield (SKU: DFR0009) .....	59
Figura 35: Acoplamiento de pines entre Arduino UNO, Shield NFC y Shield 3G .....	60
Figura 36: Esquema de Lectura y escritura de tags.....	61
Figura 37: Ingreso a 000webhost .....	62
Figura 38: Cuenta 000webhost.....	62
Figura 39: Asignación de Dominio .....	62
Figura 40: Acceso a MySQL.....	63
Figura 41: Campos MySQL .....	63
Figura 42: Acceso a PHP .....	63
Figura 43: Base de Datos .....	64
Figura 44: Elementos que conforman el sistema de recaudo .....	65
Figura 45: Estructura de recubrimiento del hardware .....	66
Figura 46: Vista frontal Estructura de recubrimiento del hardware.....	66
Figura 47: Elaboración de la caja .....	67
Figura 48: Montaje de elementos en la caja.....	67
Figura 49: Vista interna del montaje .....	68
Figura 50: Vista externa del montaje .....	68
Figura 51: Estructura de la base de datos .....	71
Figura 52: Comunicación por Internet para el gravado de saldos en las tag.....	71
Figura 53: Paso 1, Cargar el programa ESCRITURA DE TAG en Arduino YUN .....	72
Figura 54: Paso 2, Iniciar monitor serial .....	72
Figura 55: Paso 3, Funcionamiento de Sistema .....	73
Figura 56: Paso 3, Acercar la tag Al dispositivo NFC .....	73
Figura 57: Ingreso de valores (N1) .....	74
Figura 58: Mensaje de escritura de tag correcta.....	74

Figura 59: Paso 4, Ingreso y mensaje de escritura correcta del aumento o disminución de saldo .....	75
Figura 60: Instalación del dispositivo de seguridad NFC en el bus .....	76
Figura 61: Demostración de envío y validación de información .....	76
Figura 62: Análisis de FODA.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de placas arduino .....	45
Tabla 2: Comparativa de placas arduino .....	45
Tabla 3: Elementos utilizados en el sistema.....	78
Tabla 4: Costo del recubrimiento .....	79
Tabla 5: Costo del sistema .....	79

## RESUMEN

El presente proyecto consiste en el análisis, diseño implementación de un dispositivo que sirva modelo para efectuar transacciones de dinero previamente recargado y que pueda ser instalado en las unidades de transporte terrestre específicamente en buses, otorgando facilidad de manejo para el usuario y personal administrativo.

Para el análisis del proyecto obtuvo información acerca de los dispositivos y temas que se manejan para su elaboración como es; Dispositivos electrónicos de Arduino, Tecnología NFC, comunicación 3.5G de la misma con modem 3G y almacenamiento de información en una base de datos alojado en la nube. También la programación y diseño de las interfaces gráficas, requeridas para el correcto funcionamiento del sistema, sé la realizo de forma que sea amigable con el usuario y programador de tag's.

Con la implementación y montaje del sistema, este proyecto cumple con dos diferentes tareas según el uso que le quiera dar el propietario. La primera tarea, en la que el propietario puede aplicar este dispositivo NFC, es la de grabar en una tag recargas de dinero requeridos por el usuario. La segunda tarea, en la que el propietario puede aplicar este dispositivo NFC, es en una unidad transporte, por lo que este dispositivo sirve como lector de la tag que contiene los saldos respectivos de los usuarios junto con la Id, los mismos que inmediatamente obtenidos se transmite por la red de operadora celular. De esa manera esta información se valida con la base de datos alojado en la nube para actualizar el saldo de recarga. Además el sistema tiene la capacidad de esperar 1.3 segundos para validar la información, después de dicho retardo si no existe retorno de información el dispositivo NFC alojado en el bus procede a realizar el cobro de pasajes en cuestión de milésimas de segundo, de este modo la siguiente vez que el mismo pasajero use el sistema se procede a actualizar el saldo de recarga.

Un aspecto muy importante es que mediante este sistema se está otorgando a la cooperativa de transporte terrestre “FLOTA ANTEÑA” de la ciudad de atuntaqui, una herramienta muy útil y necesaria, para la estructuración de la caja común, misma que es obligatoria de acuerdo a las leyes vigentes en el Ecuador.

## **ABSTRACT**

This project involves the analysis; design implementation of a device that serves model for transactions of money previously recharged and can be installed in the units trucking specifically buses, providing ease of use for users and administrators.

For the analysis of the project obtained information about the devices and issues they are handled for processing it is; Arduino electronic devices, NFC technology, the same communication 3.5G and 3G modem storage in a database hosted in the cloud. Also programming and design graphical interfaces, required for the proper functioning of the system, so that the realize is friendly to the user and programmer tag's.

With the implementation and installation of the system, this project will meet two different tasks depending on the use you want to give the owner. The first task, in which the owner can apply this NFC device, is recorded on a tag recharging of money required by the user. The second task, which the owner can apply this NFC device is in a transport unit, so this device will serve as the tag reader containing the respective balances of the users along with the ID, they immediately obtained It is transmitted by the cellular network operator. Thus this information is validated against the database hosted in the cloud to update the balance recharge. The system also has the ability to wait 1.3 seconds to validate the information after this delay if there is no return of information housed in the NFC device proceeds to the bus fare collection in a matter of milliseconds, thereby Next you see the same passenger use the system will be updated balance recharge.

A very important aspect is that this system is being given to the cooperative land transport "antenna FLEET" city of Atuntaqui, a very useful and necessary tool for the structuring of the Fund, it is mandatory according to the laws in Ecuador.

## PRESENTACIÓN

El siguiente proyecto de titulación tiene por objetivo el diseño y construcción de un sistema de recaudo (prototipo) mediante una base de datos y un dispositivo electrónico con tecnología *Near Field Communication (NFC)*, para validación de pago con dinero virtual alojado en un llavero o tarjeta inteligente

En el primer capítulo se procedió a fundamentar la razón por la cual se desarrolló este proyecto, los objetivos que se pretendía lograr mediante la elaboración del proyecto, y se establece los parámetros a los cuales está regido el proyecto.

En el segundo capítulo se estableció las bases teóricas adecuadas para el proyecto, se derivan los aspectos de mayor relevancia en caja común, tecnologías y componentes utilizados en la implementación.

En el tercer capítulo se realizó un diseño y construcción que está conformado por:

- Diagramas electrónicos.
- Diagrama de flujos y códigos de programación.
- Carcasas de recubrimiento.
- Sistema de potencia.
- Una base de datos.
- Programa computacional correspondiente que permitan una convergencia total del sistema.
- Elección de un enlace inalámbrico en tiempo real para lectura y escritura de datos.

En el cuarto capítulo se procedió con la socialización del sistema dentro de la comunidad; seguidamente se procedió con la instalación del sistema de recaudo electrónico (Prototipo), ubicando el modulo electrónico en un lugar estratégico dentro de la unidad de transporte e instalando otro modulo en la matriz principal de la cooperativa, la cual mediante un software y un enlace inalámbrico permite la convergencia con una base de datos en tiempo real; posteriormente se otorgó tarjetas con saldos a los usuarios para determinar ciertas inquietudes

generadas por las personas en cuanto al uso del prototipo y de esta forma lograr un funcionamiento adecuado del sistema en circunstancias normales. De igual manera se puntualizó el impacto que tendrá el proyecto dentro de la sociedad. También se realizó un análisis de costo beneficio para establecer un presupuesto referencial del sistema.

En el quinto capítulo se nombra las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso de la ejecución del proyecto.

# **CAPITULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1 TEMA O TÍTULO**

SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE “FLOTA ANTEÑA” DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI.

## **1.2 PROBLEMA**

La Cooperativa de Transportes “FLOTA ANTEÑA”, se dedica a brindar servicio de transporte de pasajeros a nivel intraprovincial; y está regida a la resolución Nro. 002-DIR-2014-ANT DEL INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CAJA COMÚN EN LAS OPERADORAS DE TRANSPORTE PUBLICO TERRESTRE la cual exige la creación de una caja común para el ingreso de los recursos provenientes del cobro de una tarifa.

Por lo anteriormente mencionado la COOPERATIVA DE TRANSPORTE FLOTA ANTEÑA se encuentra en una situación incómoda ya que no cuenta con los mecanismos adecuados para efectuar el recaudo de los ingresos provenientes de los pasajes, lo cual genera inconvenientes al momento de adherirlos a un fondo común, para su posterior distribución en forma equitativa; a este hecho sumamos que la gran cantidad de usuarios que utiliza este medio de transporte encuentra cierto grado de dificultades al realizar el pago del pasaje debido a que no posee cambio en monedas, generando un gran inconveniente al recaudador de pasajes, este último tiene que lidiar con los usuarios al no poseer el cambio de billetes grandes, generando un ambiente tenso entre consumidor y cobrador.

Tomando como base la situación actual y con una perspectiva a futuro donde se haya creado la cultura de consumo mediante dinero virtual, y que también se haya logrado implementar el sistema de recaudo en todas las unidades de transporte se podrá saber en

forma aproximada la cantidad de usuarios que utilizan el transporte diariamente, así como también el total de dinero recaudado en una jornada de trabajo.

La Cooperativa de Transportes “FLOTA ANTEÑA” va a disponer de un sistema de recaudo que servirá como una herramienta para el cobro de pasajes y de esa manera podrá dar cumplimiento en cierta medida con a la resolución Nro. 002-DIR-2014-ANT DEL INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CAJA COMÚN EN LAS OPERADORAS DE TRANSPORTE PUBLICO TERRESTRE, en cuestión de adherir ingresos provenientes de los pasajes hacia una caja común.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseño y construcción de un sistema de recaudo (prototipo) mediante una base de datos y un dispositivo electrónico con tecnología *Near Field Communication (NFC)*, para validación de pago con dinero virtual alojado en un llavero o tarjeta inteligente.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Fundamentar bibliográficamente conceptos y definiciones relacionados a recargas de dinero y caja común para la inclusión de la parte teórica y técnica en el proyecto.
- Indagar la situación actual de la Cooperativa de Transportes “FLOTA ANTEÑA” y los mecanismos de recaudo actuales para establecer ciertas necesidades a ser solventadas en el sistema.
- Diseñar un módulo electrónico y un programa de gestión que converjan con una base de datos para el cobro y recarga de dinero mediante una tarjeta inalámbrica NFC en tiempo real.
- Efectuar pruebas en el campo de acción para la elaboración de un muestreo en los usuarios y la determinación de cuan confiable es el sistema corrigiendo posibles errores.
- Realizar un análisis de costo beneficio comparando con alternativas similares en el mercado para el establecimiento de un presupuesto referencial del sistema de recaudo.

## 1.4 ALCANCE

La presente propuesta del proyecto tiene como objetivo diseñar y elaborar un sistema de recaudo electrónico (prototipo) para el posterior uso en el transporte público, construyendo un dispositivo electrónico que posibilite efectuar el cobro y recargas de dinero en un llavero o tarjeta inteligente sin contacto (Inalámbrica); además se desarrollará un programa que permita interactuar con una base de datos mediante un enlace en tiempo real, que contendrá información de los miembros actuales de la Cooperativa Flota Antaña y de los usuarios que adquieran el llavero o tarjeta; de tal modo que el sistema otorgue información de la cantidad total de dinero recaudado y también permitirá reponer saldo al usuario en caso de pérdida del llavero o tarjeta.

En primera instancia, se procederá a manifestar las leyes y normativas de mayor relevancia que rigen la caja común y recargas de dinero, para definir contextos legales en el campo de acción al cual se pretende brindar una solución.

Se efectuará una indagación de la situación real en la que se encuentra la cooperativa en temas referentes a los mecanismos de recaudo y disponibilidad de herramientas tecnológicas, posteriormente se analizará algunos sistemas de recaudo electrónico nacionales e internacionales para la elección de la mejor tecnología inalámbrica que permita leer y escribir datos en tiempo real y de igual modo determinar posibles elementos electrónicos con sus respectivas plataformas de programación, que permitirán cumplir con los requerimientos del sistema propuesto.

En la estructuración de diseño del sistema de recaudo se procederá a establecer los elementos electrónicos y códigos de programación que permitan cumplir con el proceso de cobro y recarga en un llavero o tarjeta inalámbrica en tiempo real; también se analizará e implementará mecanismos de seguridad que evitara las recargas de dinero no autorizadas, adicional a ello se establecerá un sistema computacional que permita extraer datos del módulo electrónico y permita almacenarlos en una base de datos que contendrá información de la unidad de transporte con sus respectivos dueños y de los usuarios con sus respectivos saldos alojados en llaveros o tarjetas, donde este sistema permitirá generar

reportes semanales o mensuales del total de dinero recaudado y también el prototipo tendrá la capacidad de reponer saldo en caso de pérdida de llavero o tarjeta.

Se socializara el prototipo en la comunidad, seguidamente se procederá a efectuar pruebas de funcionamiento del sistema completo, colocando el modulo electrónico en la unidad de transporte e instalando la base de datos y un módulo electrónico con su respectivo software en la matriz principal de la cooperativa, posteriormente se otorgara llaveros y tarjetas con saldos a los usuarios, esto ayudaría mediante un muestreo a generar información del impacto del sistema dentro de la sociedad, y finalmente se estimaría el desempeño del sistema en condiciones normales con la corrección de posibles errores en caso de haberlos.

Por último se efectuará un análisis de costo beneficio comparando sistemas similares con sus respectivas prestaciones, identificando diferencias y similitudes, para establecer un costo referencial del sistema.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El sistema de recaudo electrónico va de la mano con el objetivo 11.3 del plan del buen vivir el cual dice democratizar la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y de tecnologías de información y comunicación (TIC), cumpliendo en cierta medida con el literal i.) Que estipula impulsar el gobierno electrónico transaccional y participativo. Llegando a los sectores sociales que actualmente no tienen acceso a las nuevas tecnologías como Near Field Communication (NFC), a nivel de comunidad académica el sistema dejará sentando un modelo de plataforma que podrá ser utilizado en futuros sistemas basados sobre NFC, a nivel empresarial en el Ecuador el prototipo se presenta como una opción con ciertas ventajas comparativas entre varios sistemas existentes en el mercado.

Debido a que la Cooperativa de Transportes “FLOTA ANTEÑA” tiene que regirse a la resolución Nro. 002-DIR-2014-ANT DEL INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CAJA COMÚN EN LAS OPERADORAS DE TRANSPORTE PUBLICO TERRESTRE la cual exige la creación de una caja común y tomando como base la situación actual en el que se encuentra la cooperativa, se pretende

minimizar los problemas generados en el mecanismo de recaudo actual que poseen, la misma que causa inconvenientes entre el recaudador y los usuarios; mediante el diseño de un adecuado sistema que permita a los usuarios acercarse a un sitio autorizado para cargar saldo en dólares en un llavero o tarjeta inalámbrica para cancelar el costo del pasaje de una manera automatizada, existiendo la posibilidad de reponer saldo en caso de pérdida de llavero o tarjeta y en el caso del dueño de la unidad de transporte, este podrá obtener información de la cantidad de dinero recaudado en una jornada de trabajo.

En el sistema se utilizará NFC, una tecnología que según Sharón Vaknin editora de CNET una página web donde elaboran noticias relacionadas a las últimas tendencias tecnológicas; en uno de sus artículos publicados el 8 de septiembre de 2014 hace referencia a NFC como una tecnología relevante en servicios de pagos móviles con el aval de empresas grandes como Samsung, Sony, Blackberry, Nokia, Philips etc.; ya que el consumo de energía es reducido en comparación a otras tecnologías inalámbricas sin olvidar que la estructura del sistema es tan compleja que cualquier intento al momento de intromisión, interceptación o alteración de datos resulta muy difícil; lo que significa un herramienta muy útil en la estrategia de comercio especialmente los que se encuentran asociados a transacciones seguras.

Además la presente propuesta tiene como objetivo a nivel personal de crear un sistema con fundamentos teóricos y técnicos que sirva de base para futuros proyectos, que se encuentren acorde a las necesidades generadas en el mercado para en lo posterior iniciar un emprendimiento con orientación local nacional e internacional en sistemas de cobro automático.

## **1.6 METODOLOGÍA**

El termino metodología es un cuerpo de instrucciones que describe y analiza las técnicas indicando sus limitaciones y recursos, clarificando sus supuestos y consecuencias y considerando sus potenciales para los avances en la investigación. El objetivo de metodología es el mejoramiento de los procedimientos y criterio utilizado en la conducción de la investigación científica.

- Método analítico es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.
- El método comparativo es una aplicación de la regla general de la lógica inductiva. Consiste en variar las circunstancias de un fenómeno con la intención de eliminar variables y factores accesorios para llegar a los que es constante y fundamental.

De este modo en el desarrollo de este trabajo de titulación, se aplicó la metodología analítica comparativa, debido a que se separó en varios fragmentos las diferentes tecnologías y herramientas utilizadas, así mismo se efectúa comparaciones entre variables que son propias del medio donde se desarrolló el sistema de cobro.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2. 1 NFC (NEAR FIELD COMMUNICATION)**

#### **2.1.1 INTRODUCCIÓN**

NFC (Near Field Communication) es un agregado de estándares especialmente utilizados por smartphones y dispositivos similares para establecer comunicación entre ellos e intercambiar datos, ya bien sea de forma unidireccional o bidireccional. La principal característica de esta tecnología se centra en una radio-comunicación de alta frecuencia y muy corto alcance, no más de unos 5 centímetros. Dichos estándares cubren todos los protocolos de comunicación y formatos de intercambio necesarios para una correcta comunicación entre dispositivos. Éstos están basados en la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia), incluyendo el estándar ISO 14443 y FeliCa, por ello se puede considerar a NFC un caso particular o extensión de RFID. Los estándares incluyen el ISO 18092 (aprobado en 2003) y los propios definidos por el NFC Forum, organismo formado en 2004 por Nokia, Philips y Sony para la correcta estandarización e implantación de la tecnología NFC. Hoy en día el NFC Forum cuenta con más de 160 miembros. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Aunque en un principio el corto alcance de la tecnología NFC pueda parecer un inconveniente frente a tecnologías similares como RFID o BlueTooth, hay que señalar que es justamente esta característica la que le dota de un gran valor añadido frente a las tecnologías ya citadas. El hecho de que la comunicación no pueda producirse a más de 5 centímetros “garantiza” la seguridad de la comunicación al ser prácticamente imposible interceptar la señal sin que una persona se percate de ello. Además si dos dispositivos establecen una comunicación NFC podemos asegurar que se encuentran sumamente cercanos. Estas consecuencias lógicas de la propia definición de NFC la hacen especialmente adecuada para usos humanos en los que se puede ver afectada la privacidad de las personas, como por ejemplo el intercambio seguro de archivos, pagos por móvil, identificación, etc. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Puesto que Anteriormente ya se ha mencionado, la tecnología NFC posee un gran potencial en el globo presente y por sus convenientes características lograría ser aprovechada en una gran multiplicidad de aplicaciones. NFC se acopla a los pagos por tarjetas inalámbricas debido a la gran obstinación de gigantes agrupaciones por apoderarse con esos servicios y la gran innovación tecnológica que ello implicaría, un sistema de cobro no es más que una porción de las múltiples posibilidades que ampara. De tal modo, la tecnología NFC puede permanecer y permanecería vigente en labores tan transformadas como en identidades de personas, marcado de objetos o productos, coross por móvil, cambios de tickets, transporte terrestre o aéreo, login seguro, control de accesos, transferencia de archivos, canje de tarjetas de visita, adicionar usuarios a redes sociales, etc. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015) En la figura 1 podemos visualizar un corto esquema de las bondades de esta tecnología.



Figura1: Aplicaciones con NFC  
Modificado de: Inti (2015)

Se puede decir, que hoy por hoy, es una técnica poco instaurada en la sociedad, puesto que es relativamente novedoso. Como la tendencia de hoy son el uso smartphones con sistemas operativos móviles como Android o Ios que ofrecen un gran soporte en cuanto a innovaciones tecnológicas como es el caso de NFC, es de esperar

que la dicha tecnología no tarde en eclosionar socialmente y por ende perdurar en el tiempo.

### **2.1.2 HISTORIA**

La tecnología NFC es una de las técnicas más novedosas de nuestro tiempo, por ende su historial es muy escueta, pero es fundamental saber cuáles han sido sus pasos iniciales. El historial cronológico de NFC a breves rasgos es:

- ✓ 1983: Charles Walton registra la primera patente asociada con RFID
- ✓ 2003: Se lleva a cabo el primer estándar 18092 entorno a NFC, como caso particular de la tecnología RFID
- ✓ 2004: Nokia, Philips y Sony crean el NFC Forum, organismo encargado de su estandarización, implantación y certificación
- ✓ 2006: Primeras especificaciones para tags NFC
- ✓ 2006: Primer móvil con tecnología NFC (Nokia 6131)
- ✓ 2009: El NFC Forum publica el primer estándar peer-to-peer para poder transferir contactos, URLs, etc.
- ✓ 2010: Sale el primer Android con NFC (Samsung Nexus S)
- ✓ 2010: Google demuestra cómo usar NFC en Android en el Google IO
- ✓ 2010: Symbian da soporte a NFC (Anna)
- ✓ 2010: Android da soporte a NFC (API 9). Sólo tags.
- ✓ 2011: Android soporta NFC entre dispositivos (Beamming)
- ✓ 2011: RIM es la primera compañía en ser certificada por MasterCard para el pago por móvil. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

## **2.1.3 FUNDAMENTOS**

### **2.1.3.1 RFID**

Como anteriormente se ha mencionado, NFC se podría suponer como un caso específico de RFID, y por ende se sustenta fundamentalmente en esta tecnología. RFID son las siglas de Radio Frequency IDentification (Identificación por Radiofrecuencia). Los sistemas de reconocimiento por radiofrecuencia se encuentran orientados a la detección de elementos a determinada distancia sin ser necesario el contacto, y sin línea de vista. Para lo cual, se necesita de determinados elementos como tickets o tags RFID, compuestos en un microchip y una antena de radio reducida, lo cual sirve para detectar unívocamente a un cierto objeto portador de la tag o etiqueta.

Los datos almacenados en las tag RFID inician desde 1 bit hasta inclusive muchos kilobytes, hoy por hoy el volumen máxima existente es de 8KB y la capacidad de almacenamiento siempre variara principalmente del sistema de acumulación que posea la tag RFID.

También es obligatorio un lector preparado para obtener la información almacenada en las tags RFID. Lo reglamentario es disponer de un terminal que posea una o múltiples antenas que emitan uniformemente diversas ondas de radio en simultáneo y que recepcen las señales que son devueltas por las tags RFID.

El objetivo inicial y en el cual se sustenta la tecnología RFID es el de transferir el identificador de un elemento, parecido a un número de cadena único, utilizando ondas de radiofrecuencia.

#### **➤ Etiquetas RFID Funcionamiento**

Con la mercantilización de los nacientes sistemas RFID, se hace inevitable la creación de distintos tipos de tags o etiquetas RFID, mismas que progresivamente se encuentran

reemplazando a los sistemas que usan códigos de barras y a las etiquetas magnéticas en casi la mayoría de sus aplicaciones.

Al existir avances que mejoran la capacidad de transmisión y recepción dan lugar a ampliar su utilización en ambientes tanto caseros así como también en el campo de seguridad gubernamental.

Las tags o etiquetas RFID son el elemento primordial de cualquier sistema que use la radiofrecuencia y tienen la difícil tarea de emitir una o varias señales de contestación a otra señal transmitida por un lector. Dichas tags o etiquetas RFID además toman el apodo de transponder (Responder + Transmitter).

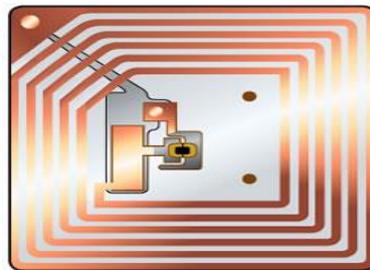


Figura 2: Tag RFID

Fuente: <http://www.aidet.es/images/17b192b709ac25dc02395aeb09f3100d.jpg>

Según (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015) los componentes que conforman una tag o etiqueta RFID se nombran a continuación:

- *Micro antena*: Encargada de recibir las señales enviadas por el lector, responder a dichas señales y suministrar la energía necesaria a la etiqueta (en algunos tipos de etiquetas).

- *Microchip*: Almacena un número de identificación (UID) y contiene la lógica de operación de la etiqueta para una correcta comunicación con el lector. El chip se compone de: radio receptor, radio modulador, control lógico y sistema de energía.

- *Memoria*: Se compone de una parte no volátil denominada ROM, que contiene instrucciones básicas para su funcionamiento, y una memoria RAM para almacenar datos durante la comunicación con el lector.

- *Otros componentes electrónicos*: Procesan la señal de la antena y se encargan de procesar los datos.

Las tags o etiquetas RFID pueden ser de tres tipos dependiendo del sitio del cual venga la energía que usan en la transferencia de información.

-*Etiquetas Pasivas*: Se caracterizan por no incorporar batería, lo que les obliga a extraer la potencia de una fuente externa, en este caso el lector. Cuando el receptor se dispone a realizar la lectura del tag envía energía que activa a la etiqueta para que esta pueda transmitir la información.

Este tipo de etiquetas poseen unos recursos muy limitados, por lo que pueden almacenar solamente unos pocos KBytes y normalmente son de solo lectura. Su campo de cobertura es también muy reducido (con transmisiones desde pocos centímetros hasta 3 metros). No obstante, su bajo coste hace que sean los tags más utilizados.

- *Etiquetas Activas*: Estas etiquetas RFID llevan incorporada su propia fuente de alimentación y puede enviar señales a los lectores desde más de 100 metros. Además de tener mayor capacidad de almacenamiento en la memoria del tag.

Las etiquetas activas pueden ser de lectura/escritura o solo lectura, y tienen un mayor coste por chip y son de mayor tamaño que las etiquetas pasivas. Por este motivo, solamente son usados en aplicaciones que realmente los necesiten y no requieran un consumo muy elevado de transmisiones.

- *Etiquetas semi-activas o semi-pasivas*: Utilizan una batería para activar la circuitería del chip. Sin embargo, la energía para generar la comunicación es la que recoge de las ondas de radio del lector, como ocurre con las etiquetas pasivas. Aunque su respuesta es más rápida en comparación con estas etiquetas pasivas.

Así, en toda etiqueta RFID puede ser almacenada una pequeña cantidad de información. A priori, estos datos estaban destinados a la identificación del objeto portador de la

etiqueta. Hoy en día, se puede almacenar cualquier información, provocando que los datos contenidos en dichas etiquetas puedan desencadenar procesos de mayor complejidad.

### ➤ **Lectores RFID Funcionamiento**

El lector RFID es el dispositivo encargado de la comunicación con el tag RFID. Puede realizar la lectura del tag o efectuar una lectura/escritura, siendo esta última por proximidad y sin ningún tipo de contacto.

Estos lectores pueden escribir uno o varios tags y su funcionamiento es sencillo. La antena del lector crea un campo magnético y cuando el tag entra en contacto con el campo magnético creado por el lector, reacciona de forma inmediata y envía al lector la información almacenada. El lector decodifica esos datos que por medio de una infraestructura de red son procesados y tratados para efectuar las acciones necesarias. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)



Figura 3: Lector NFC  
Modificado de: Inti (2015)

Existen dos tipos de lectores o interrogadores diferentes dependiendo de si disponen de bobina simple o doble. En los sistemas con bobina simple, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y de menor coste, pero poseen un menor alcance. Por su parte, los sistemas interrogadores de dos bobinas se caracterizan por emplear una de ellas para transmitir energía y la otra para transmitir los datos. Son más caros, pero tienen mayores prestaciones. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

El precio de los lectores es variable y puede oscilar entre unos cien dolares hasta unos miles. La velocidad de lectura/escritura también depende mucho del tipo de lector, ofreciendo mayores velocidades los lectores fijos. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Según (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015) otro criterio, podemos clasificar a los lectores en función de su portabilidad, diferenciando a los lectores móviles de los lectores fijos.

- *Lectores móviles*: Son dispositivos que pueden transportarse de un lugar a otro gracias a su pequeño tamaño y a la posibilidad de operar con otros dispositivos por medio de una conexión inalámbrica.

- *Lectores fijos*: También denominados de Infraestructura, se instalan de manera permanente dentro del área de acción de los distintos tags a leer/escribir. Estos permiten detectar las señales de los transmisores RFID dentro de un radio de alcance mayor del que permiten los lectores móviles. Estos lectores se utilizan en sistemas de detección y seguimiento de personas y animales en tiempo real.

### ➤ **La tecnología MIFARE en tarjetas**

MIFARE constituye un estándar tecnológico para comunicaciones de “no contacto” a 13,56MHz cuyo propietario es Philips Electronics. Esta compañía no fabrica etiquetas ni lectores RFID, si no que fabrica y vende al mercado los chips que luego se incluyen en etiquetas y lectores. Esta tecnología permite leer y escribir en etiquetas RFID. A su vez, MIFARE está descrita en el estándar ISO 14443 Tipo A. Las etiquetas MIFARE permiten incrustar un módulo opcional de chip inteligente de contacto. En caso de hacerlo, la etiqueta también cumpliría con el estándar ISO 7816. Pero también está diseñada para tener una banda magnética. En la configuración con banda magnética, la etiqueta también cumple con el estándar ISO 7811. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Las etiquetas sin contacto MIFARE y los lectores de etiquetas MIFARE fueron desarrollados en un principio para transacciones de pago en sistemas de transporte público.

Gracias a su corto alcance de lectura, la tecnología MIFARE es especialmente apropiada para realizar funciones de adicción/sustracción. Y aunque las etiquetas inteligentes de contacto también pueden realizar estas funciones, los lectores sin contacto son más rápidos y sencillos de usar y prácticamente no necesitan mantenimiento. Por su parte, las etiquetas sin contacto apenas sufren desgaste. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

El alcance típico de lectura/escritura de un lector de etiquetas sin contacto MIFARE es de 2 a 10cm. Y la capacidad normal de memoria de las etiquetas MIFARE es de 1KB de memoria EEPROM, siendo la máxima de 4KB. Una etiqueta MIFARE tiene 16 sectores independientes que pueden configurarse como “monederos” o para el almacenamiento de información general. El primer sector se usa como directorio de la etiqueta, con lo que restan otros 15 segmentos para datos. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Por otra parte, es importante mencionar que la transmisión de datos por radiofrecuencia entre la etiqueta y el lector MIFARE viaja encriptada. Sin embargo, los datos contenidos en la etiqueta no están encriptados, aunque el acceso a los mismos está protegido por una clave de 48 bits. Se realiza una autenticación mutua entre la etiqueta y el lector, esto es, se genera un número aleatorio y de acuerdo con las claves, se envía un mensaje desde la etiqueta al lector. Acto seguido, el lector envía un mensaje a la etiqueta. Esta operación se realiza tres veces para verificar que la etiqueta que se ha presentado ante el lector es válida. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

### ➤ **Bandas de frecuencia**

Según (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015) las bandas de frecuencia en las cuales trabaja dependen del tipo de aplicación y en la región en donde se encuentre, agrupando en cuatro rangos de frecuencia:

**Banda de Baja Frecuencia LF (9 – 135 KHz):** Su principal ventaja es que esta banda se la puede utilizar en todo el mundo. Debido a su corto alcance de operación que es de menos de 1 metro, es útil para algunas aplicaciones como el control de acceso, identificación de animales, identificación de objetos, etc.

**Banda de Alta Frecuencia HF (13,56 MHz):** Esta frecuencia le permite tener compatibilidad con otras tecnologías como el caso de NFC y trabaja sin restricción en todo el mundo. Se utiliza para aplicaciones como control de equipaje en aviones o acceso a edificios, etc.

**Banda de Frecuencia Ultra-Alta UHF (433 MHz y 860 – 960 MHz):** Este rango de frecuencias tiene restricción ya que no hay una regulación mundial y su aplicación depende de cada región o país donde se utilice.

**Banda de Frecuencia de Microondas (2,45 – 5 GHz):** Estas frecuencias no tienen ninguna restricción y pueden ser usadas a nivel global, además estas frecuencias son usadas por etiquetas activas ya que permiten distancias de lectura lejanas así como altas velocidades de transmisión. Se lo utiliza para la logística y trazabilidad de personas u objetos.

### **2.1.3.2 Tecnología NFC**

Se puede decir que NFC es una nueva tecnología inalámbrica, que algunos autores puntualizan como un protocolo llamado wireless en bidireccional de poco alcance y apoyado en RFID que permite a un terminal escribir y/o leer una determinada cantidad de información de diferentes etiquetas o dispositivos mediante acercamiento.

Esta tecnología inalámbrica trabaja en la banda de los 13,56MHz y es capaz de transmitir a distintas velocidades: 106kbit/s, 212kbit/s o 424kbit/s. Es compatible con otras tecnologías e incluso se puede usar para configurar e iniciar otras conexiones wireless como Bluetooth, WiFi o UltraWireband. Aprobado como estándar ISO en 2003 (ISO 18092), su uso ya ha tenido recorrido en dispositivos como llaves para el coche, tarjetas de identificación o tickets electrónicos. Aunque su máximo auge está llegando últimamente gracias a la computación y entornos móviles, implantándose esta tecnología en dispositivos móviles como teléfonos. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Una diferencia muy notoria e importante de los sistemas RFID con respecto a los sistemas que usan la tecnología NFC es que el rango de alcance es pequeño, es decir que

necesariamente los dispositivos a interconectar se encuentren a cortos centímetros (1-4cm) por un corto tiempo para la transferencia de datos, lo ideal es que los sistemas NFC trabajen a una distancia menor a 1cm por cuestiones de seguridad. El hecho de trabajar a distancia tan cortas podría parecer como una limitación de esta tecnología, pero en realidad es la base fundamental para el correcto funcionamiento.

Al contrario de lo que ocurre con los servicios por radiofrecuencia o bluetooth, basados en el descubrimiento de la presencia del dispositivo en la proximidad; estirar el brazo para acercar un móvil NFC hacia otro dispositivo o etiqueta RFID supone de esta forma apenas un acto reflejo intuitivo y sencillo a la vez que representa en sí una afirmación clara de nuestra voluntad por obtener dichos servicios. La tecnología NFC al estar basada en tecnologías sin contacto e Identificación por Radio Frecuencia (RFID), necesita de un lector y una etiqueta (o un dispositivo actuando de modo pasivo). El lector puede estar contenido en cualquier dispositivo como un teléfono móvil o bien tratarse de un lector fijo. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Según (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015) cuando el lector se aproxima a otro lector o a una etiqueta RFID emite una señal de radio de corto alcance que activa el microchip de la etiqueta con lo que podremos leer la pequeña cantidad de datos que se encuentran almacenados en esta. En el caso de la comunicación con etiquetas o tags es el reader o lector el encargado de establecer la comunicación, pero no solamente se permite la transmisión lector NFC-etiqueta, si no que dos dispositivos NFC también pueden comunicarse. En el protocolo NFC siempre hay un dispositivo que inicia la conversación y es este el encargado de monitorizar la misma, rol que se puede intercambiar entre las dos partes implicadas. Existen dos modos de funcionamiento y todos los dispositivos del estándar NFCIP-1 deben soportar ambos modos:

- Modo Activo: Requiere dos dispositivos que generan su propio campo electromagnético para poder transmitir los datos. Ambos dispositivos necesitan energía para funcionar. Este modo es característico de las comunicaciones Peer To Peer (P2P) entre dispositivos NFC.



Figura 4: Función de NFC Modo Activo

Fuente: <http://www.josemiruiz.com/wp-content/uploads/2011/02/NFC.jpg?ec022d>

- Modo Pasivo: En este caso, solamente un dispositivo genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha de la modulación de la carga para poder transmitir los datos. El iniciador de la comunicación es el encargado de generar el campo electromagnético.



Figura 5: Funcionamiento de NFC modo pasivo  
Modificado de: Inti (2015)

### ➤ **Comunicación NFC y Elementos necesarios**

Para poder establecer una conexión por NFC es necesario los elementos siguientes:

Dispositivos NFC:

- Smartphones.

- Lectores o Readers.
- Módulos Electrónicos, PCs, PDAs, impresoras, electrodomésticos, autos.

Tags o Etiquetas RFID:

En este punto cabe destacar que los dispositivos más habituales y que integran tecnología NFC son teléfonos móviles NFC y Readers NFC. Estos últimos suelen estar conectados a computadores de sobremesa para transmitir y/o recibir los datos de otros dispositivos o etiquetas RFID. A continuación se describe algunas etiquetas:

- *Móvil NFC – Etiqueta RFID*: Otra de las formas de comunicación NFC es la comunicación entre móviles NFC y etiquetas RFID. El dispositivo iniciador, en este caso el móvil y gracias a la energía emitida por el lector contenido en este y al circuito transpondedor integrado en la etiqueta RFID, podemos obtener la información contenida en la etiqueta y actuar en consecuencia. Del mismo modo se podrá escribir en la etiqueta RFID. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

- *Reader NFC – Etiqueta RFID*: También es posible la comunicación en la que una etiqueta RFID puede ser leída y/o escrita por un lector o reader fijo. Este reader podrá estar conectado a un PC. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

### ➤ **El formato NDEF**

La tecnología NFC contiene procesos de autenticación segura y varios mecanismos que evitan colisiones. En realidad el aspecto más relevante en cuanto a la comunicación NFC consiste en 5 etapas con sus respectivas diferencias.

- ✓ Descubrimiento
- ✓ Autenticación
- ✓ Negociación (en la comunicación)
- ✓ Transferencia
- ✓ Reconocimiento

El formato NDEF o NFC Data Exchange Format es un formato común registrado por el NFC Forum para poder compartir datos entre los dispositivos NFC y/o entre los dispositivos NFC y las etiquetas. Por lo tanto, las etiquetas que son leídas y/o escritas utilizando este formato, se les conoce como etiquetas NDEF o etiquetas NFC. NDEF propone una forma de organizar el contenido almacenado en bytes en la etiqueta o que viaja de un dispositivo a otro. Se caracteriza por poseer una cabecera de datos, denominada cabecera NDEF a partir de la cual se encuentran los bloques de información. Cada bloque de información se agrupa en registros que contienen a su vez los datos agrupados en mensajes NDEF y caracterizados por un tipo MIME definido. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Una de las desventajas del formato NDEF es que la totalidad de los bloques de información son accesibles por todos los dispositivos NFC ya que la clave empleada para acceder a estos datos es la clave por defecto (en hexadecimal: FF FF FF FF FF FF). Este hecho propicia que datos escritos previamente en una etiqueta RFID por un dispositivo NFC puedan ser borrados o sobrescritos con otra información en cualquier momento y por cualquier dispositivo. Si esto supusiera un inconveniente, podría ser solventado combinando las ventajas de los formatos NDEF y MIFARE en el que se pone de manifiesto la existencia de claves de acceso. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

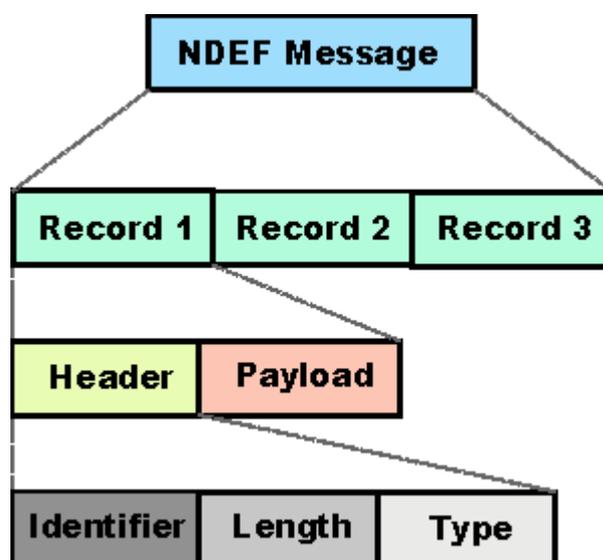


Figura 6: Estructura de mensaje NFC

Fuente: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/nfc/nfc-ndef-message-structure-01.gif>

Este formato es soportado por la totalidad de dispositivos NFC y constituye un estándar para el intercambio y almacenamiento de información. Por ejemplo, para el desarrollo de aplicaciones NFC en dispositivos móviles NFC usando el estándar NDEF existen un gran número de APIs o librerías que proporcionan los medios necesarios para ello.

➤ **Protocolos**

**NFCIP (Near Field Communication Interface and Protocol)**

Es un protocolo de interfaz inalámbrica; la comunicación se realiza entre dos entidades (punto a punto): aplicaciones de red y dispositivos electrónicos. Opera en la banda de los 13,56 MHz y tiene un alcance de funcionamiento de 20 cm. En este protocolo siempre hay uno que inicia la conversación y este es el que la vigilará. Este rol es intercambiable entre las dos partes implicadas. Dentro de este protocolo existe la versión 1 y 2. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

NFCIP-1 se define el enlace de Radio Frecuencia con la que NFC trabaja que es de 13,56 MHz y los modos de operación activo y pasivo con sus rangos de velocidad desde 106 kbits/s hasta 424 kbits/s. También se define las características que tienen estos modos de operación, por ejemplo la iniciación y selección del objetivo en el modo pasivo y el evitar colisiones de radio frecuencia en su modo activo. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

Estos protocolos describen el interfaz inalámbrico, la inicialización, mecanismos de evasión de colisiones, formato de trama y un protocolo de intercambio de datos con manejo de errores.

NFCIP-2 especifica el mecanismo de selección de comunicación (ECMA 352). Los dispositivos que cumplen con NFCIP-2 pueden utilizar tres modos diferentes de comunicación, descritos en NFCIP-1, ISO 14443 e ISO 15693. Todos estos modos operan a 13,56 MHz y están especialmente diseñados para no interferir con otros dispositivos de radiofrecuencia, incluso operando en la misma frecuencia. (Gutiérrez, Universitat Politècnica de València, 2015)

## 2.2 ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa de circuito impreso que contiene un microcontrolador de la marca “ATMEL” que cuenta con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación processing. El dispositivo conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital controlando, sensores, alarmas, sistemas de luces, motores, sistemas comunicaciones y actuadores físicos. (AYALA, 2013)

Existen varios tipos de plataformas y microcontroladores que se encuentran disponibles para los procesos de computación física donde las herramientas y funcionalidades son muy difíciles al momento de efectuar una programación.

Por ende Arduino reduce el proceso de desarrollar tareas con microcontroladores, además ofrece beneficios y características únicas respecto a otros hardwares. A continuación se detallan algunas de ellas:

- ✓ Factible: Las placas Arduino son más accesibles y factibles comparadas con otras plataformas de microcontroladores. (AYALA, 2013)
- ✓ Multi-Plataforma: El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para microcontroladores están limitados a Windows. (AYALA, 2013)
- ✓ Ambiente de programación sencillo y directo: El ambiente de programación de Arduino es fácil de usar para los usuarios, Arduino está basado en el entorno de programación de processing con lo que el usuario aprenderá a programar y se familiarizará con el dominio de desarrollo Arduino. (AYALA, 2013)
- ✓ Software ampliable y de código abierto: El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores y desarrolladores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++ y modificarlo a través del lenguaje de programación AVR C en el que está diseñado. (AYALA, 2013)

- ✓ Hardware ampliable y de código abierto: Arduino está basado en los microcontroladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia creative commons, por lo que los diseñadores de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo facilitando el ahorro. (AYALA, 2013)

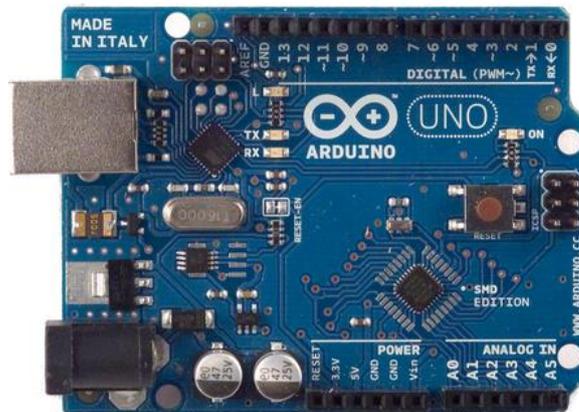


Figura 7: Placa Arduino uno

Fuente: <http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUnoSmd450px.jpg>

## 2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLACA ARDUINO

### 2.2.1.1 Hardware

Arduino en su diseño de hardware es una placa electrónica que se puede adquirir ensamblada o construirla directamente porque se encuentran los planos electrónicos y la licencia del producto en el internet.

Gracias a su sencilla y accesible experiencia de usuario, Arduino se ha utilizado en miles de diferentes proyectos y aplicaciones. El software de Arduino es fácil de usar para los principiantes, pero lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Se ejecuta en Mac, Windows y Linux. Los profesores y los estudiantes lo utilizan para construir los instrumentos científicos de bajo coste, para demostrar los principios de química y física, o para empezar con la programación y la robótica. Diseñadores y arquitectos construyen prototipos interactivos, músicos y artistas lo utilizan para instalaciones y experimentar con nuevos instrumentos musicales. Los fabricantes, por supuesto, lo utilizan para construir muchos de los proyectos expuestos en la Maker Faire, por ejemplo. Arduino es una herramienta clave para aprender cosas nuevas.

Cualquier persona - niños, aficionados, artistas, programadores - puede comenzar a jugar simplemente siguiendo paso a paso las instrucciones de un kit, o compartir ideas en línea con otros miembros de la comunidad de Arduino. (ARDUINO, 2010)

### 2.2.1.2 Descripción de la placa Arduino

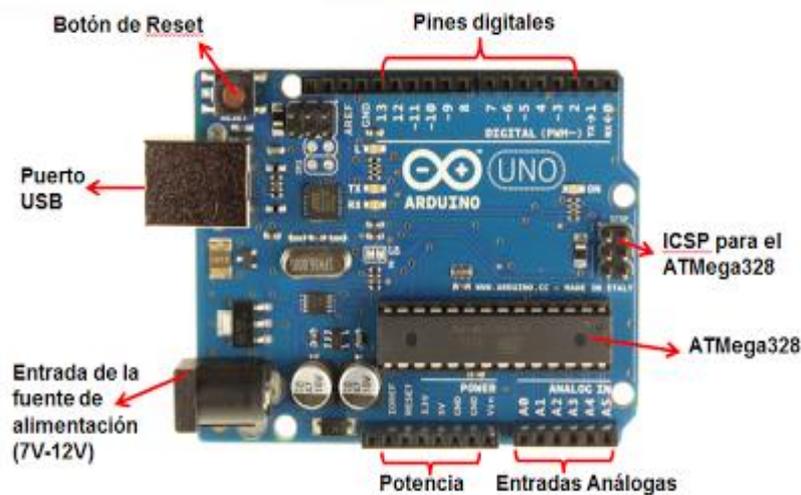


Figura 8: Descripción de placa arduino uno  
Modificado de: Inti (2015)

- ✓ Microprocesador ATmega328
- ✓ Microprocesador ATmega8U2 programado como convertidor USB-serial.
- ✓ Tensión operativa 5V.
- ✓ Tensión de alimentación (recomendado) 7-12V
- ✓ Tensión de alimentación (limites) 6-20V
- ✓ 14 Entradas/Salidas Digitales (6 de estas se pueden utilizar para salidas PWM para control de la velocidad de un motor CC por modulación de pulsos)
- ✓ 6 Entradas Analógicas para sensores de robots
- ✓ Máxima corriente continua para las entradas: 40 mA
- ✓ Maxima corriente continua para los pins 3.3V: 50 mA
- ✓ Flash Memory 32 KB (el bootloader usa 0.5 KB).
- ✓ SRAM 2 KB, EEPROM 1 KB
- ✓ Velocidad del reloj 16 MHz

### 2.2.1.3 Tipos de placas arduino más utilizados tamaño de mayor a menor:

- Arduino MEGA
- Arduino Bluetooth
- Arduino Pro
- Arduino UNO
- Arduino YUN
- Arduino Nano
- Arduino Mini
- Arduino Pro Mini

#### ➤ **Arduino MEGA**



Figura 9: Arduino Mega

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/306-948-home/arduino-mega-2560.jpg>

Es con mucha diferencia el más potente y el que más pines i/o tiene, apto para trabajos ya algo más complejos aun que se tenga que sacrificar un poco el espacio, cuenta con el microcontrolador Atmega2560 con más memoria para el programa, más RAM y más pines que el resto de los modelos. (Aprendiendo Arduino, 2015)

#### ➤ **Arduino Bluetooth**



Figura 10: Arduini Bluetooth.

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/13-42-home/arduino-bt-bluetooth.jpg>

Incorpora un módulo para la transmisión de datos de hasta 100 metros, con esta placa se puede programar sin cables así como también realizar comunicaciones serie con cualquier dispositivo bluetooth. (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino Pro**



Figura 11: Arduino Pro

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/152-446-home/arduino-pro-328-5v-16mhz.jpg>

Más robusto y mejor acabado final; incorpora funcionalidades interesantes tales como un conector especial para conectar una batería LiPo y realizar un montaje portátil. Todos sus componentes son de superficie y su espesor total es menor que las otras placas Arduino. (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino UNO**



Figura 12: Arduino UNO

Fuente: <http://www.imprimalia3d.com/sites/default/files/imagenes/arduinorev31s.jpg>

Es la placa estándar y posiblemente la más conocida y documentada. Salió a la luz en septiembre de 2010 sustituyendo su predecesor Duemilanove con varias mejoras de hardware que consisten básicamente en el uso de un USB HID propio en lugar de utilizar un conversor FTDI para la conexión USB. Es 100% compatible con los modelos Duemilanove y Diecimila. Viene con un Atmega328 con 32Kbytes de ROM para el programa. (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino YUN**



Figura 13: Arduino YUN

[https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/A000008\\_featured.jpg](https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/A000008_featured.jpg)

El Arduino Yun es una placa electronica basada en el ATmega32u4 y Atheros AR9331. El procesador Atheros es compatible con una distribución Linux basada en OpenWrt llamado OpenWrt-Yun. La junta se ha incorporado en Ethernet y soporte WiFi, un puerto USB-A, ranura para tarjeta micro-SD, 20 entradas digitales / pines de salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un cristal de 16 MHz oscilador, una conexión micro USB, una cabecera ICSP, y un 3 botones de reinicio. (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino Nano**



Figura 14: Arduino Nano

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/12-41-home/arduino-nano.jpg>

Su principal ventaja es que puede ser acoplado directamente sobre una protoboard haciendo muy cómodo un prototipo al igual que el Arduino mini. (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino Mini**



Figura 15: Arduino Mini

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/11-40-home/arduino-mini.jpg>

Versión miniaturizada de la placa Arduino. Mide tan sólo 30x18mm y permite ahorrar espacio en los proyectos que lo requieran. Las funcionalidades son la misma que un Arduino UNO salvo que tiene sólo se fabrica con el chip Atmega168 con 12 Kb de memoria para programa. El bootloader es algo antiguo y tarda unos 10 segundos arrancar (en el UNO es prácticamente instantáneo). (Aprendiendo Arduino, 2015)

➤ **Arduino Pro Mini**



Figura 16: Arduino Pro Mini

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/233-846-home/arduino-pro-mini-328-5v-16mhz.jpg>

Ésta es una versión mejorada del Arduino Mini fabricada por Sparkfun que incluye un chip Atmega328 con 32Kb de ROM para programa. Es el modelo favorito para utilizar en proyectos donde las dimensiones son importantes. No incluye ningún convertor serie-usb por lo que para programarlo debemos utilizar un convertor con chip FTDI también disponible en la tienda. (Aprendiendo Arduino, 2015)

### **2.3. GENERACIÓN 3.5G.**

Esta generación se caracteriza por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, es decir ofrece aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. En relación con las generaciones anteriores los servicios de la 3.5G proponen mayores ventajas, se combina el acceso móvil de alta velocidad con los servicios basados en el protocolo IP. Lo mencionado hace referencia a poseer una conexión rápida a Internet (mayor ancho de banda) que permite realizar transacciones bancarias a través de un teléfono móvil, hacer compras, consultar información, entre otros que se puede citar. (CECIBEL, 2012)

La familia de los sistemas de Tercera Generación se denominan a través de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT-2000) que lo define la UIT. A partir de esta base se desarrollan 3 tipos de tecnologías de acuerdo a una zona geográfica, así:

-UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*): Sistema europeo que surge para la transición suave de las redes 2G que generalmente eran GSM hasta las redes de Tercera Generación. Utiliza CDMA (Acceso Múltiple por División de Código), proporciona una transmisión de datos de velocidades altas tanto por conmutación de paquetes (384 Kbps) como conmutación de circuitos (2 Mbps). (CECIBEL, 2012)

-CDMA2000: Esta tecnología comprende los estándares CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEVDO(1x *Evolution Data-Optimized*), CDMA2000 1xEV-DV (1x *Evolution Voice/Data*), ofrece una capacidad de voz mejorada, mayor velocidad de datos (hasta 2 Mbps), mayor duración de baterías. (CECIBEL, 2012)

-TD-SCDMA (Tecnología CDMA Síncrona por División de Tiempo): Desarrollada por la academia China de Tecnologías de comunicaciones. (CECIBEL, 2012)

## 2.4. CAJA COMÚN



Figura 17: Caja Común

Fuente: [http://www.busecuador.com/uploads/1/3/5/2/13525230/9620214\\_orig.jpg](http://www.busecuador.com/uploads/1/3/5/2/13525230/9620214_orig.jpg)

### 2.4.1. MARCO LEGAL

El numeral 4 del artículo 82 de la Ley Orgánica de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial vigente, establece como infracción de Tercera Clase; sancionada con 8 remuneraciones básicas unificadas del trabajador en general; la no aplicación de una

caja común para los ingresos que obtengan del desarrollo de las actividades de transporte las cooperativas. (TORRES, 2015)

#### **2.4.2. CONCEPTO CAJA COMÚN**

La caja común es un modelo de gestión centralizada; una forma única de administración y operación de una flota que presta el servicio de transporte público. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

Esta administración (conformada por varias áreas y personas calificadas) planifica y organiza de manera centralizada cómo opera la flota: horarios, rutas, mantenimientos, etc., con el objetivo de minimizar los costos, optimizar la disponibilidad de las unidades y desempeñarse eficientemente en todos los ámbitos. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

En el modelo de caja común, todos quienes conforman la flota operan bajo los mismos parámetros, de manera organizada y cumpliendo sus responsabilidades. Los ingresos provenientes de los pasajes entran a un fondo común, desde donde luego se distribuyen los ingresos de forma equitativa, con reglas definidas y acordadas previamente. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

#### **2.4.3. OBJETIVOS**

- ✓ Mejorar el nivel del servicio del transporte público (con la ampliación de cobertura, cumplimiento de horarios establecidos, seguridad vial, etc.). (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)
- ✓ Fortalecer la organización empresarial de los operadores (con una estructura corporativa de administración de recursos y operacional). (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)
- ✓ Aumentar la demanda de viajes en el transporte público, mediante la mejora en la calidad del servicio. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)
- ✓ Iniciar de la implementación del nuevo sistema de gestión del transporte público de Quito, con sus tres subsistemas definidos. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

- ✓ Mejorar los ingresos de los operadores de transporte público (a través de la distribución equitativa del recaudo, distribución efectiva de los kilómetros operados, el aprovechamiento de las economías a escala, etc.). (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

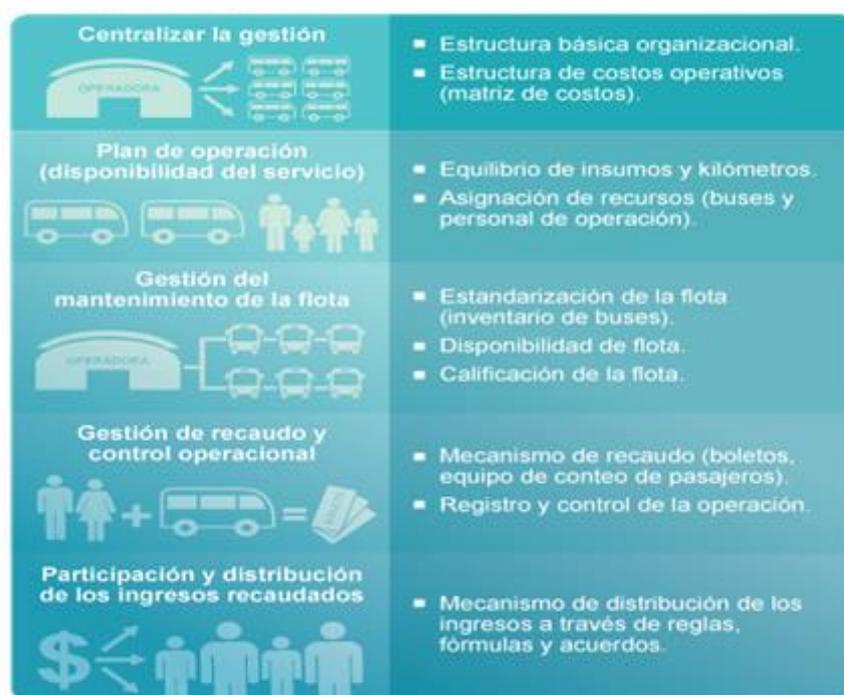


Figura 18: Modelo Caja Común.

Fuente: [http://www.busecuador.com/uploads/1/3/5/2/13525230/3873282\\_orig.png](http://www.busecuador.com/uploads/1/3/5/2/13525230/3873282_orig.png)

#### 2.4.4. VENTAJAS Y BENEFICIOS

La caja común es una manera de gestionar el transporte público que, al tener principios de gestión empresarial, resulta efectiva y conveniente: mejora el ingreso de los operadores y las condiciones de trabajo, logra eficiencia en el servicio, disminuye los costos de operación y las disputas por rutas y pasajeros. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

Como consecuencia de aplicar la caja común, el servicio mejora y, por lo tanto, los usuarios se sienten más satisfechos y motivados a usarlo. Además, favorece la planificación de redes de transporte para que más pasajeros sean movilizados, es decir, posibilitan una mejor planificación del Sistema Metropolitano de Transporte. (Ángel Vinueza (Ecuabus), 2013)

## 2.5. BASE DE DATOS

Una base de datos (cuya abreviatura es *BD*) es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, con la menor redundancia posible. Diferentes programas y diferentes usuarios deben poder utilizar estos datos. Por lo tanto, el concepto de base de datos generalmente está relacionado con el de red ya que se debe poder compartir esta información. De allí el término base. "Sistema de información" es el término general utilizado para la estructura global que incluye todos los mecanismos para compartir datos que se han instalado. (CCM BENCHMARK GROUP, 2015)

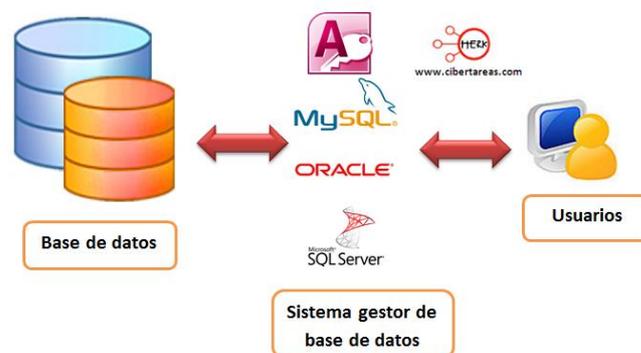


Figura 19: Elementos de Base De Datos  
Modificado de: Inti (2015)

### 2.5.1. DATOS EN LA NUBE

La computación en nube es un sistema informático basado en Internet y centros de datos remotos para gestionar servicios de información y aplicaciones. La computación en nube permite que los consumidores y las empresas gestionen archivos y utilicen aplicaciones sin necesidad de instalarlas en cualquier computadora con acceso a Internet. Esta tecnología ofrece un uso mucho más eficiente de recursos, como almacenamiento, memoria, procesamiento y ancho de banda, al proveer solamente los recursos necesarios en cada momento. El término "nube" se utiliza como una metáfora de Internet y se origina en la nube utilizada para representar Internet en los diagramas de red como una abstracción de la infraestructura que representa. Un ejemplo sencillo de computación en nube es el sistema de documentos y aplicaciones electrónicas Google Docs / Google Apps. Para su uso no es necesario instalar software o disponer de un servidor, basta con una conexión a Internet para poder utilizar cualquiera de sus servicios. El servidor y el software de gestión se encuentran en la nube (Internet) y son directamente gestionados por el proveedor de

servicios. De esta manera, es mucho más simple para el consumidor disfrutar de los beneficios. En otras palabras: la tecnología de la información se convierte en un servicio, que se consume de la misma manera que consumimos la electricidad o el agua. (COMUTACION EN LA NUBE, 2014)

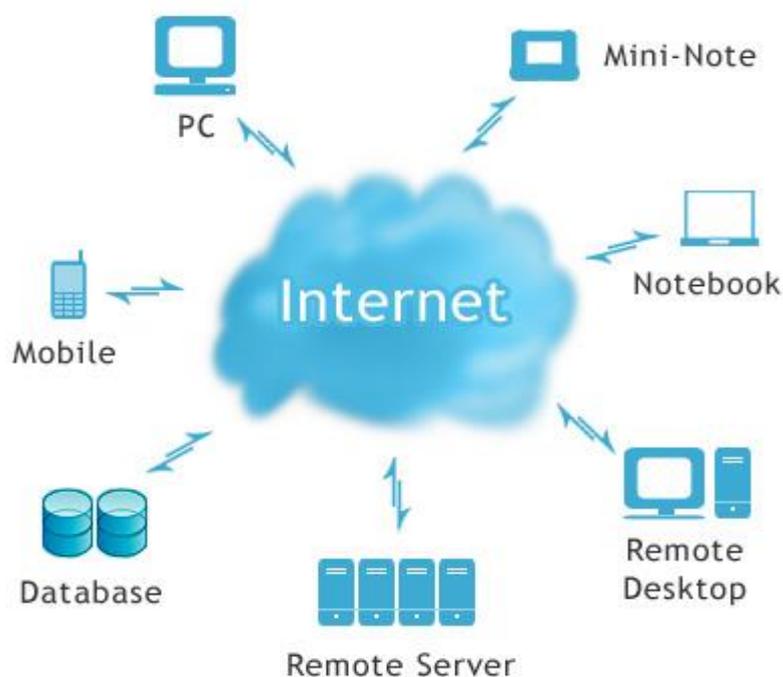


Figura 20: Estructura de datos en la Nube  
Modificado de: Inti (2015)

## 2.6. SISTEMAS DE COBRO

En Latinoamérica Brasil es el país más adelantado en la implementación de sistemas de cobro, luego de más de 20 años de experiencias e inversiones públicas y privadas de varios cientos de millones de dólares en más de 250 proyectos ejecutados, seguido de Colombia con 17 proyectos, luego México y Argentina con no más de cinco proyectos cada uno y los otros países con dos o tres experiencias promedio. (TORRES, 2015)

En Ecuador no nos ha ido muy bien, la mejor experiencia es la de Guayaquil con el sistema Metrovía que va por su segunda implementación, seguida de Quito que terminó su segunda experiencia en el sistema Metrobús-Q y se alista a una tercera; luego viene Cuenca en una segunda oportunidad a cargo de la Cámara de Transporte. Con estas experiencias las otras ciudades, operadores y entidades públicas están en proceso de

conocimiento antes de entrar en inversiones, contrataciones e implementaciones además hay que tomar en cuenta que el costo de dichos sistemas oscila entre los 10000\$ . (TORRES, 2015)

### **Tipos de validadores**

Los sistemas de recaudo integrado(SIR) han desarrollado y adecuado validadores de varios tipos, desde los de toquens, monedas, boletos con códigos de barras, tarjetas y boletos de banda magnética, tarjetas inductivas, tarjetas con chip de contacto, hasta llegar a las tarjetas inteligentes sin contacto e inclusive dispositivos como relojes, pulseras y celulares. Por lo tanto la tecnología de los validadores cada vez es más compleja y de índole telemático; es decir, con un alto componente electrónico, inteligencia, alta capacidad de memoria y de telecomunicaciones. (TORRES, 2015)

Los contadores de pasajeros, de la misma manera, han pasado de los torniquetes mecánicos de cuatro brazos a torniquetes de tres brazos con tarjetas electrónicas de telecomunicaciones, gabinetes de puertas automatizadas, contadores infrarrojos, hasta llegar a contadores ópticos y video-detección. Con la diferencia de que los torniquetes y gabinetes son controles de acceso además de contadores; es decir, si paga entra, si no paga no entra, mientras los otros dispositivos son simplemente contadores. (TORRES, 2015)

### **La tecnología y los validadores**

La tecnología en validadores y contadores genera sofisticaciones y complejidad a las telecomunicaciones y software, por lo cual se debe exigir que estos componentes sean certificados y contengan seguridad informática para la administración de las transacciones dinerarias y su concilio; es decir, muy parecido a un software bancario. (TORRES, 2015)

La experiencia de Brasil, en todos los aspectos, es la que se debe observar y conocer a detalle, pues las autoridades, operadores, empresas de tecnología y técnicos del ramo, han sumado esfuerzos y destrezas para adecuar sistemas europeos y americanos a las

condiciones de Latinoamérica. Es importante saber que el modelo financiero brasileño de sistemas SIR en empresas de transporte convencional y sistemas integrados de buses y trolebuses es auto-sostenible; es decir, no tiene subsidio del estado. Los subsidios solo se practican en sistemas de transporte masivo como Metros, BRT y otros similares, en operación, mantenimiento, infraestructura y reposición de material rodante especializado. (TORRES, 2015)

Finalmente, cuando cada operador de transporte urbano e inclusive intraprovincial tenga centralizada la administración financiera del recaudo, los datos servirán para la optimización financiera de cada empresa, sea a nivel de ciudad o de región; a su vez, al estado o gobierno seccional le brindará los indicadores necesarios para establecer el equilibrio financiero y tarifario de cada ciudad y región de forma técnica, con lo que podrá aplicar la mejor política tarifaria y los subsidios exactos, e inclusive implementar las cámaras de compensación político-tarifarias. (TORRES, 2015)

Es necesario recalcar que lo anhelado es que dichos métodos SIR sean efectuados a ras de ciudad, provincia o de región, de lo contrario no se otorgara los beneficios para consumidores, operarios y gobierno.

# **CAPITULO III. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECAUDO ELECTRÓNICO**

## **3.1 INTRODUCCIÓN**

Las nuevas tecnologías que se presentan en el mercado de la electrónica y las telecomunicaciones, permite unificar múltiples procesos en un solo sistema además tiene una gama bastante amplia de recursos que mejoran la automatización de procesos anteriormente efectuados manualmente dentro de instituciones y empresas, siendo importante y de gran trascendencia la automatización del cobro de un pasaje dentro de empresas de transporte terrestre. Con lo mencionado anteriormente se puede lograr la disminución de los costos, principalmente en la contratación de personal encargado de cobrar pasajes del transporte terrestre, además se puede lograr equidad en la distribución de ganancias entre los socios o accionistas de una empresa de transporte.

Es de suma importancia para la evolución y progreso de una empresa dedicada a la cobranza de pasajes crear un método adecuado de recaudo, el cual sirva tanto para su contabilidad interna como externa; garantizando el manejo adecuado de los recursos así como la seguridad que deben tener los usuarios.

La Cooperativa de Transportes “FLOTA ANTEÑA” de Atuntaqui consciente de la realidad y la situación en la que vive; de las oportunidades y responsabilidades que les tocará afrontar en un futuro, debido a las nuevas leyes de transporte terrestre que exigen la creación de una caja común donde es primordial la implementación de tecnologías a las unidades de transporte para poder dar cumplimiento en cierta medida con ciertos aspectos de la ley anteriormente mencionada ha considerado conveniente e importante dar cabida al tema de investigación “SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC”, la cual cubre con toda la parte tecnológica en cuanto a un hardware que permita el cobro automatizado de pasajes.

## **3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RECAUDO PROTOTIPO**

La presente propuesta del proyecto tiene como objetivo el diseño y elaboración de un sistema de recaudo electrónico (prototipo) para el posterior uso en el transporte público, construyendo un dispositivo electrónico que posibilite efectuar el cobro y recargas de

dinero en un llavero o tarjeta inteligente sin contacto (Inalámbrica); además del desarrollo un programa que permita interactuar con una base de datos mediante un enlace en tiempo real, la cual contiene información de los miembros actuales de la Cooperativa Flota Anteña y de los usuarios que adquieran el llavero o tarjeta; de tal modo que el sistema otorgue información de la cantidad total de dinero recaudado por cada unidad de transporte y también permitir la reposición de saldo al usuario en caso de pérdida del llavero o tarjeta

El hardware utilizado consiste en una placa arduino que es la encargada de procesar información binaria, un módulo NFC que cumple la función de leer y escribir información en una tarjeta inteligente, un módem 3G que se encargara de establecer una comunicación con una base de datos alojada en la internet.

El software utilizado para la programación de la placa arduino se denomina ARDUINO IDE 1.6, mientras que la base de datos se desarrollara mediante una plataforma denominada HOSTINGER.

Cabe recalcar que tanto el software y hardware que conforman el sistema en toda su magnitud se desarrolla bajo software libre y no está ligado a licencias.

### **3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECAUDO.**

En el diseño a realizarse se ha contemplado que las unidades de transporte y la matriz establezcan una comunicación con una base de datos alojado en la internet, mediante elementos electrónicos y códigos de programación adecuados.

Para el diseño se toma en cuenta los datos de los propietarios de las unidades de transporte y de los usuarios que tendrán este servicio, también es primordial y necesario determinar la ruta que inicialmente recorrerá la unidad de transporte bajo este sistema.

#### **3.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTOTIPO**

Desarrollando un diagrama de bloques, se plasma el sistema en una forma gráfica, denotando las partes principales que intervienen en el diseño del SISTEMA DE RECAUDO EN BASE A RECARGAS DE DINERO MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA NFC PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTE “FLOTA ANTEÑA” DE LA CIUDAD DE ATUNTAQUI.

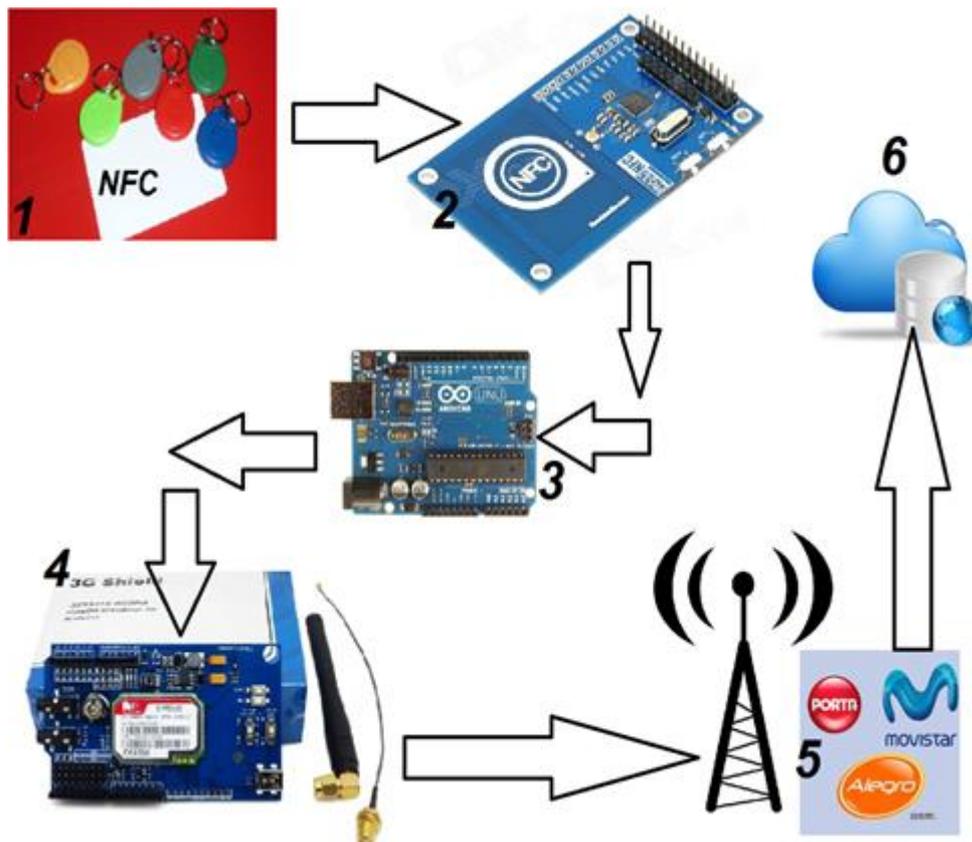


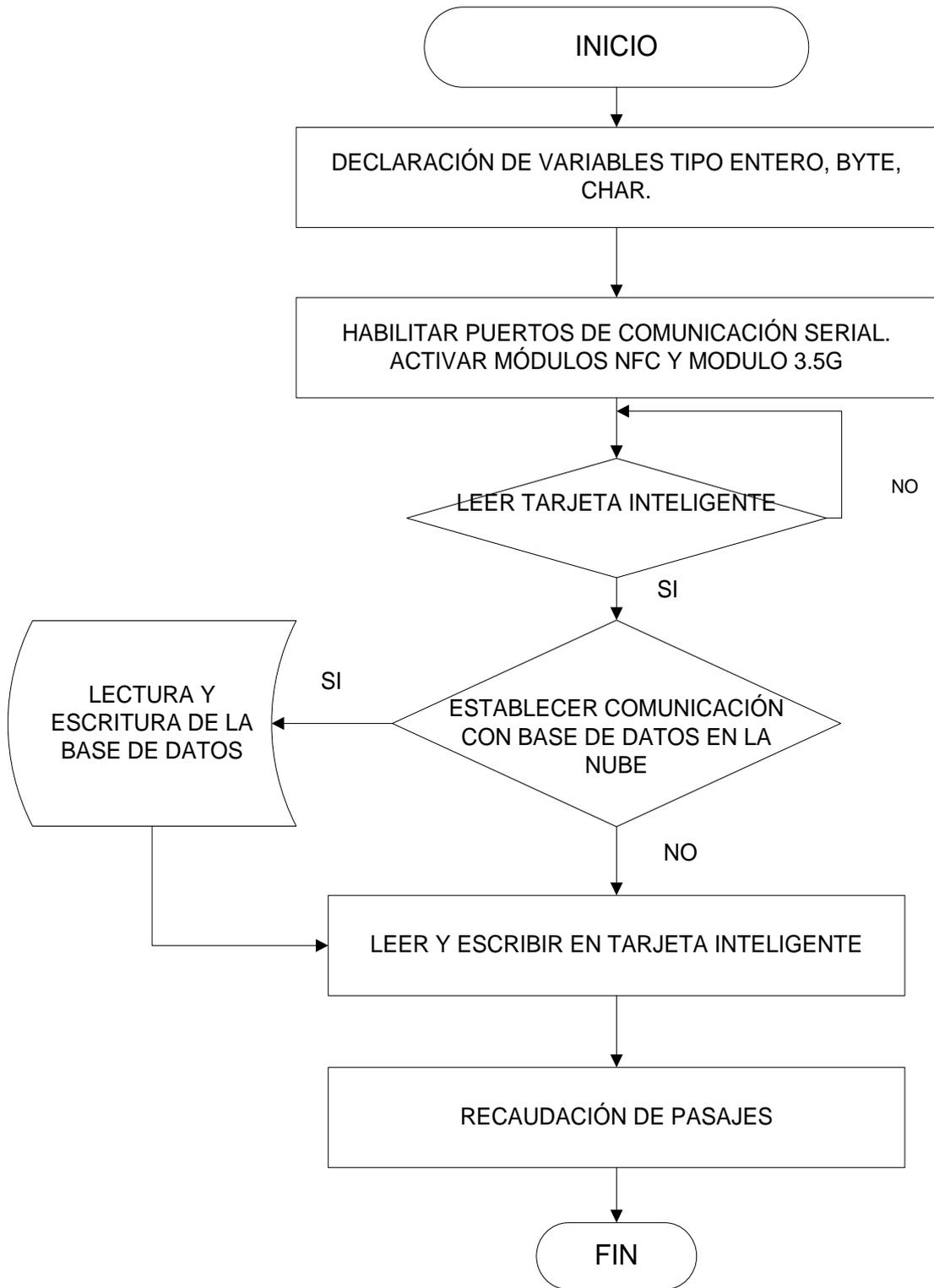
Figura 21: Diagrama de bloques del sistema prototipo.  
Modificado de: Inti (2015)

En la imagen se puede notar la conformación de 6 elementos de suma importancia los cuales sirven de pilar para la estructura del sistema, seguidamente se detalla cada elemento a continuación:

1. Tarjetas o llaveros inteligentes
2. Modulo lector y escritor de tarjetas o llaveros
3. Placa arduino YUN
4. Dispositivo de comunicación 3.5G
5. Operadoras de telefonía celular
6. Base de datos en la nube

Los elementos anteriormente mencionados son la base fundamental para el desarrollo del prototipo, ya que cada elemento cumple una función específica dentro del funcionamiento del sistema, misma que será explicada durante el la elaboración del diseño.

### 3.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO



## **3.4 ELECCIÓN DE SOFTWARE Y HARDWARE**

El escoger un software y hardware resulta un aspecto importante cuando pretendemos automatizar el pago del pasaje en el transporte terrestre público. Debemos ante todo, enfocarnos a realizar un proceso metodológico que ayude a plasmar los diseños y escoger la mejor alternativa de compra que satisfaga las necesidades del sistema y la cooperativa FLOTA ANTEÑA.

El hecho de haber definido con anterioridad las necesidades a cubrir con el sistema y también el haber definido los recursos disponibles, los cuales se vieron plasmado en los objetivos planteados, los mismos que sirven de pilar para la correcta elección de los equipos electrónicos y programas computacionales así como también de los proveedores que influirán en la compra de los elementos que conforman el sistema.

### **3.4.1 ELECCIÓN DE MODULO NFC**

Actualmente existen varios módulos con tecnología NFC que permiten lectura y escritura en tarjetas inteligentes, los fabricantes que resaltan en este ámbito son:

- Sparkfun
- Elechouse
- Seeed Studio
- IteadStudio
- ElecFreaks
- Adafruit

De los fabricantes anteriormente mencionados todos tienen la capacidad de trabajar con arduino ofreciendo una amplia gama de librerías para su programación. ElecFreaks es uno de los primeros en introducir al mercado los denominados módulos NFC, dichos módulos fueron diseñados específicamente para trabajar con Arduino YUN o UNO por lo tanto tienen cierta ventaja respecto a los demás ya que ofrece una mayor cantidad de información en cuestión de características, aplicaciones, librerías de programación avanzadas y lo más importante es que en Ecuador se comercializa dicha marca. Según Fabián Ortiz Propietario de APM una empresa dedicada a la venta de elementos electrónicos afirma que ElecFreaks es accesible en Ecuador a diferencia de otras marcas que aún no han ingresado al país y que se tendría que esperar 6 meses para poder acceder a

ellos ya que se tendría que cumplir con los procesos de importación. Por tal razón se ha decidido trabajar con un módulo NFC v1.6 de elecbreaks existente en el mercado de Ecuador.

### 3.4.1.1 ESPECIFICACIONES DEL NFC SHIELD V1.6

RFID / NFC Shield es una interfaz de comunicación de campo cercano para Arduino construir alrededor del circuito populares NXP PN532 integrado y la comunicación SPI entre Arduino y NFC Shield. RFID / NFC es una tecnología de radio de corta distancia que permite la comunicación entre los dispositivos que se mantienen juntas . RFID / NFC tiene sus raíces en la tecnología RFID y es una tecnología de plataforma abierta estandarizado en ECMA-340 e ISO / IEC 18092.

La mayoría de los dispositivos funcionan dentro de una gama de 10 mm. Antena NFC Shield está diseñado para trabajar en un rango de 1 cm. NFC Shield ofrece toda la circuitería necesaria para PN532 como el cristal 27,12 MHz, fuente de alimentación. También picos de salida de los pines de E / S de PN532 para facilitar el acceso. Este dispositivo tiene fácil conectividad con el shield de Arduino UNO y diseñada específicamente para acoplarse con dicha placa.

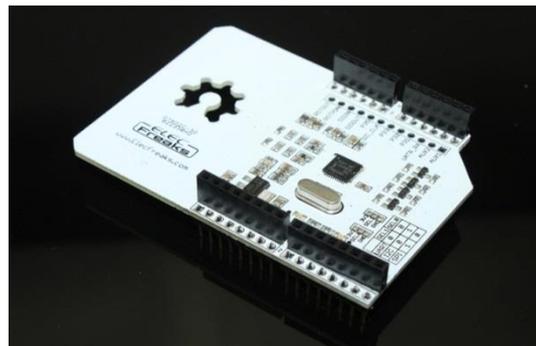


Figura 22: Shield NFC Elecbreaks  
Modificado de: Inti (2015)

#### Características Técnicas

- Compatible con Shield Arduino ( No se requiere soldadura)
- Socket para conectar con otros escudos.
- Cuenta Interfaz SPI ,por lo tanto la mayoría de los pines de Arduino están disponibles para otras aplicaciones
- Construido con antena PCB.

- El rango máximo de comunicación del NFC es de unos 5 cm en teoría.
- Capaz de leer / escribir chip Mifare tag's
- Voltaje 5v – min4.3v max 5,7v
- Corriente 90mA – min 80mA max 100mA

### **Aplicaciones**

- Se puede usar como lector RFID Mifare con etiquetas (ISO14443 Tipo-A) y tarjetas (13.56 Mhz) más conocidas como NFC.
- Con arduino YUN se puede establecer comunicación hacia internet para validar datos.
- Construir visitar sistema de intercambio de tarjeta.
- Construir sistemas de asistencia.
- Sistemas de autenticación de diseño.
- Leer inteligentes posters.
- Segura intercambiar datos con otros pequeños dispositivos NFC
- Utilizar con Seeeduino placa principal ADK para crear aplicaciones móviles NFC.
- Y otra posibilidad sin fin de acuerdo al ingenio de un programador.

### **3.4.2 ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO 3.5G**

En el mercado existe una amplia gama de equipos 3.5G las cuales funcionan con cualquier operadora de telefonía celular, por lo cual se procederá a elegir el dispositivo Huawei E5573 proporcionado por la operadora de telefonía celular CLARO debido a que este modelo de equipo tiene la capacidad de migrara con facilidad en un futuro a la red 4G LTE y permite movilidad de un lugar a otro. Cabe recalcar que el modelo elegido es solo una referencia ya que puede ser remplazado por cualquier equipo que cumpla con características similares proporcionados por los diferentes operadores de telefonía celular independientemente de la marca.

### 3.4.2.1 Dispositivo Huawei E5573



Figura 23: Huawei E5573

Fuente:

[http://i.ebayimg.com/00/s/NDQwWDczNw==/z/TuUAAOSwl8NVfXUf/\\$\\_20.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/NDQwWDczNw==/z/TuUAAOSwl8NVfXUf/$_20.JPG)

Huawei E5573 es un nuevo hotspot móvil 4G con tecnología LTE categoría 4, por lo que puede soportar la velocidad de descarga de 150 Mbps y velocidad de subida de 50mbps. En la parte delantera, hay dos indicadores LED individuales para batería y fuerza de señal. La contraportada de Huawei E5573 es desmontable, y parece Huawei E5573 tiene los conectores de antena externa. Además de tener compatibilidad con las redes 3G y 2G.

#### Características

- LTE velocidad de hasta 150 Mbps
- DC-HSPA + servicio de datos de hasta 42 Mbps
- HSUPA servicio de datos de hasta 5.76 Mbps
- Ranura para tarjeta Micro SD (hasta 32 gb)
- WLAN: IEEE 802.11a/B/g/N
- LTE (fdd-800/900/1800/2100/2600 mhz)
- Wi-Fi 802.11 a/b/g/n.
- 2 X 2 MIMO, WiFi 2.4G / 5 G,
- WiFi descarga batería de 1500mAh, hasta 4 horas tiempo de trabajo.
- 4g/3g: DC-HSPA +/hspa +/hspa/umts 2100/1900/900/850 MHz
- 2G: edge/gprs/gsm 850/900/1800/1900 MHz
- Soporte doble interfaz de antena externa
- Servicio de datos y SMS

- Wi-Fi gratuita y WPS
- Incorporada en el servidor dhcp, DNS Relay y NAT
- Soporte para hasta 10 usuarios para acceder a internet.

#### **Aplicaciones:**

- Casa inteligente
- Telemática de vehículos
- Seguimiento de activos y la supervisión de la seguridad
- Metros, gateways
- Comunicación industrial
- Transmisión y recepción de datos en tiempo real.

### **3.4.3 ELECCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO Y SHIEL LCD**

La gran variedad de placas electrónicas Arduino existentes y sus características que presentan cada una, han permitido realizar una elección de tal manera que se adapte a las condiciones de diseño del sistema de recaudo que al ser un prototipo tiene que cumplir con mayores beneficios hacia los usuarios.

De acuerdo a los diagramas anteriormente mencionados en la sección 3.2 y 3.3, se necesita de una placa arduino que posea una interface de comunicación SPI para entablar conexión con la pantalla LCD, además debe poseer un módulo de conexión inalámbrica para conectarse al modem 3.5G y también debe poseer obligatoriamente una interface de periférico en serie con la finalidad de establecer la transferencia de información con el módulo NFC. Dicho esto, y basándose al literal 2.2.1.3 se procede a comparar algunas placas Arduino, mediante las tabla 1 y 2 que incluye todos los modelos de placas arduino existentes, con ello se determinara la mejor opción.

### 3.4.3.1 Tabla comparativa de placas arduino

Tabla 1: Comparativa de placas arduino

CARACTERISTICAS	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA2560	ARDUINO NANO	ARDUINO YUN	ARDUINO LEONARDO
Microcontrolador	Atmega328	Atmega2560	Atmega2560	Atmega 32u4	Atmega 32u4
Tensión de funcionamiento	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios
Voltaje de entrada recomendando	7-12 voltios	7-12 voltios	7-12 voltios	5 voltios	7-12 voltios
Voltaje de entrada limite	6-20 voltios	6-20 voltios	6-20 voltios	5 voltios	6-20 voltios
Pines de entrada/salida digitales	14 los cuales 6 proporcionan salida PWM	54 los cuales 15 proporcionan salida PWM	54 los cuales 15 proporcionan salida PWM	20 los cuales 7 proporcionan salida PWM	20 los cuales 7 proporcionan salida PWM
Pines de entrada analógicos	6	16	16	12	12
Corriente DC por pin de entrada/salida	40Ma	40mA	40mA	40mA	40mA
Corriente DC del pin de 3.3 Voltios	50mA	50mA	50mA	50mA	50mA
SRAM	2 KB de memoria flash	256 KB de memoria flash	256 KB de memoria flash	2,5 KB	2,5 KB
EEPROM	1 KB	4 KB	4 KB	1 KB	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz	16MHz	16MHz	16 MHz	16 MHz
Costo	28 dólares	35 dólares	20 dólares	110 dólares	40 dólares

Fuente: Elaborado por Inti Yacelga Basado en <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

Tabla 2: Comparativa de placas arduino

CARACTERISTICAS	ARDUINO MICRO	ARDUINO ETHERNET	ARDUINO FIO	ARDUINO ROBOT Control - Motor	ARDUINO EXPLORA	ARDUINO LILYPAD	
Microcontrolador	Atmega32u4	Atmega328	Atmega328P	Atmega 32u4	Atmega 32u4	Atmega 128V-328V	
Tensión de funcionamiento	5 voltios	5 voltios	3.3 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Voltaje de entrada recomendando	7-12 voltios	7-12 voltios	3,7-7 voltios	5 voltios	9 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Voltaje de entrada limite	6-20 voltios	6-20 voltios	3,35-12 voltios	5 voltios	9 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Pines de entrada/salida digitales	20 y 7 proporcionan salida PWM	14 y 4 proporcionan salida PWM	14 y 6 proporcionan salida PWM	5 los cuales 6 proporcionan salida PWM	4 y 1 proporcionan salida PWM	--	14 los cuales 6 son salida PWM
Pines de entrada analógicos	12	6	16	4 de los pines de E/S	4	--	6
Corriente DC por pin de entrada/salida	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA	--	40mA
Corriente DC del pin de 3.3 Voltios	50mA	50Ma	--	--	--	--	--
Memoria Flash	32 KB	32 KB	32 KB (2KB arranque)	32 KB (4Kb arranque)	32 KB (4Kb arranque)	32 KB (4 KB arranque)	16 KB (2 KB arranque)
SRAM	2,5 KB	2 KB	2 KB	2,5 KB	2,5 KB	2,5 KB	1 KB
EEPROM	1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	1 KB	1 KB	512 bytes
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz	8 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	8 MHz
Costo (Dólares)	28 dólares	20 dólares	25 dólares	110 dólares	60 dólares	16 dólares	16 dólares

Fuente: Elaborado por Inti Yacelga Basado en <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

De acuerdo a la información obtenida en la tabla 1 y tabla 2 todas las placas arduino anteriormente mencionadas cumplen con los requerimiento mencionados en la sección 3.4.3 con la excepción de que solo uno de ellos tiene integrado un módulo de comunicación inalámbrica que permite la conexión al modem 3.5G, de tal modo que para elección de la placa hay que recurrir a estructura física y requerimientos técnicos del módulo elegido en la sección 3.4.1 y del modem elegido en la sección 3.4.2, donde se puede notar que la distribución de pines de los módulos son idénticos a la placa Arduino YUN y Arduino Mega; esto quiere decir que el módulo NFC se acoplan perfectamente en las placas mencionadas, pero solo Arduino YUN puede entablar comunicación inalámbrica lo que permite facilidad de trabajo y reducción de espacio en el producto final, en referencia a costos si trabajamos con el Arduino Mega implicaría un costo adicional la adquisición de un módulo inalámbrico externo es por ello más económico comprar un Arduino YUN. Por lo tanto este último resulta ser la mejor opción para la implementación dentro del sistema. A continuación se detalla más afondo las bondades que ofrece la placa elegida:

Es una versión de placa Arduino que permite una comunicación segura contra variaciones de voltaje que puede producirse por el puerto USB y así afectar a su Pc.

El Arduino YUN puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

Potencia (no USB) externo puede venir con un adaptador de CA a CC (pared-verruga) o la batería. El adaptador se puede conectar a un enchufe de 2,1 mm de centro-positivo en el conector de alimentación de la placa. Potenciales de una batería se pueden insertar en los cabezales de pin GND y Vin del conector POWER.

El tablero puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la junta puede ser inestable. Si se utiliza más de 12V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

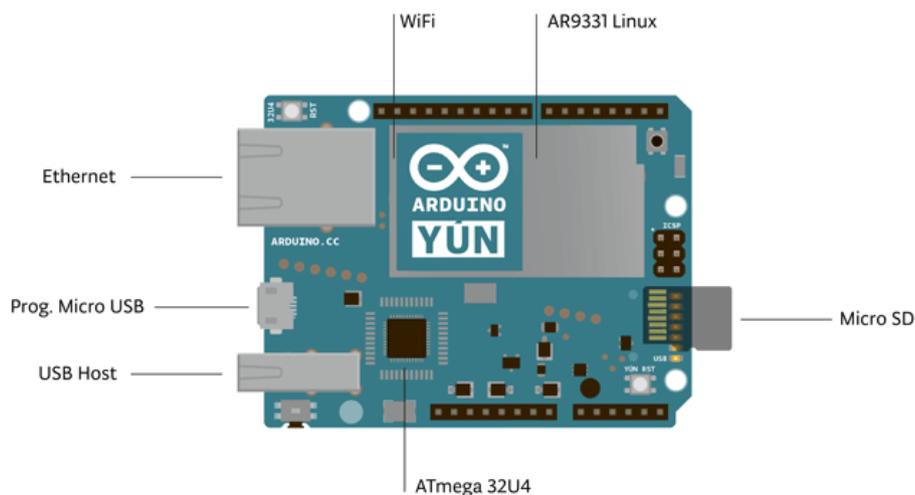


Figura 24: Funcionalidades Arduino YUN

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/YunParts.png>

## Características de la placa Arduino YUN

### ➤ Memoria

El ATmega32u4 tiene 32 KB (con 4 KB utilizado por el gestor de arranque). También tiene 2,5 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (que puede ser leído y escrito con la biblioteca EEPROM).

La memoria en el AR9331 no está incrustada dentro del procesador. La memoria RAM y la memoria de almacenamiento están conectadas externamente. El Yun tiene 64 MB de memoria RAM DDR2 y 16 MB de memoria flash. La memoria flash está precargado en la fábrica con una distribución Linux basada en OpenWrt llama OpenWrt-Yun. También se puede cambiar el contenido de la imagen de fábrica, como por ejemplo al instalar un programa o cuando se cambia un archivo de configuración. Se puede regresar a la configuración de fábrica pulsando el botón "RST WLAN" durante 30 segundos.

La instalación OpenWrt-Yun ocupa alrededor de 9 MB de los 16 MB de memoria disponible de la memoria flash interna. Se puede utilizar una tarjeta micro SD, si se necesita más espacio en disco para la instalación de aplicaciones.

### ➤ Entrada y salida

No es posible acceder a los pines de E / S del Atheros AR9331. Todas las líneas de E / S están ligados a la 32U4.

Cada uno de los 20 pines digitales en el Uno se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, y `digitalRead ()` funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20-50 kOhms. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- Serial: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir (TX) TTL datos en serie utilizando la capacidad de serie del hardware ATmega32U4. Hay que tener en cuenta que en el Yun, la clase de serie se refiere a USB (CDC) de comunicación; de serie TTL en los pines 0 y 1, utilice la clase Serial1. Las series de hardware de la ATmega32U4 y el AR9331 en el Yun están conectados entre sí y se utilizan para la comunicación entre los dos procesadores. Como es común en los sistemas Linux, en el puerto serie del AR9331 está expuesta la consola para acceder al sistema, esto significa que usted puede acceder a los programas y herramientas que ofrece Linux desde el boceto.
- TWI: 2 (SDA) y 3 (SCL). Comunicación TWI soporte utilizando la biblioteca por defecto.
- Interrupciones externas: 3 (interrumpir 0), 2 (interrumpir 1), 0 (interrumpir 2), 1 (interrumpir 3) y 7 (interrumpir 4). Estos pines pueden configurarse para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor. Ver el `attachInterrupt ()` función para más detalles. No se recomienda usar los pines 0 y 1 como interrupciones, ya que son el también el hardware de puerto serie utiliza para hablar con el procesador Linux. Pin 7 está conectado al procesador AR9331 y puede ser utilizado como señal de apretón de manos en el futuro. Se recomienda tener cuidado con los posibles conflictos si tiene la intención de utilizarlo como interrupción.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, 11, y 13. proporcionar una salida PWM de 8 bits con el uso de la librería `analogWrite ()` función.
- SPI: en la cabecera ICSP. Estos pines soportan la comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI. Tenga en cuenta que los pines SPI no están conectados a ninguna de las patas de E / S digitales, ya que están en el Uno, Sólo están disponibles en el conector ICSP. Esto significa que si usted tiene un escudo que utiliza SPI, pero no tiene un conector ICSP 6 pines que se conecta a la cabecera ICSP 6 pines del Yun, el escudo no va a funcionar. Los pines SPI también están

conectados a los pines GPIO AR9331, donde se ha implementado en el software de la interfaz SPI. Esto significa que el ATmega32u4 y el AR9331 también pueden comunicarse utilizando el protocolo SPI.

- LED: 13. Hay un LED incorporado impulsado por pin digital 13. Cuando el pasador es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.
- Hay varios otros LEDs de estado en el Yun, lo que indica el poder, conexión WLAN, conexión WAN y USB.

### ➤ **Comunicación**

El Yun tiene una serie de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega32U4 proporciona una UART TTL (5V) de comunicación serie dedicada. El 32U4 también permite la serie (CDC) de comunicación a través de USB y aparece como un puerto com virtual para el software en el ordenador. El chip también actúa como un dispositivo de máxima velocidad USB 2.0, el uso de controladores USB COM estándar. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite a los datos de texto simples para ser enviados hacia y desde la placa Arduino. Los LEDs RX y TX de la placa parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la conexión USB al ordenador.

### ➤ **Programación**

El Arduino YUN se programa con el software de Arduino IDE. Seleccione "Arduino Uno" Del Herramientas > Junta de menú (de acuerdo con el microcontrolador). Los ATmega328 Arduino Uno viene precargado con un gestor de arranque que le permite cargar nuevo código a él sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica usando el original STK500 protocolo (referencia, archivos de cabecera C). También se puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través del ICSP (In-Circuit Serial Programming) cabeceando usando Arduino ISP o similar.

El ATmega16U2 (o 8U2 en el rev1 y tableros Rev2) código fuente del firmware está disponible en la página oficial. El ATmega16U2 / 8U2 se carga con un cargador de arranque DFU, que puede ser activado por:

- En las placas Rev1: conectan el puente de soldadura en la parte posterior de la junta (cerca del mapa de Italia) y luego reiniciar el 8U2.
- En las placas Rev2 o posteriores: hay una resistencia que tirando de la línea 8U2 / 16U2 HWB a tierra, por lo que es más fácil de poner en modo DFU.

### 3.4.3.2 Shield LCD

Es fundamental que el usuario tenga la posibilidad de verificar el saldo descontado y el saldo a favor que posee por lo tanto necesitamos un necesitamos un display local, en el ecuador el más utilizado y fácil acceso suele ser un LCD de 16×2 del tipo I2C, por aquello de no tener que conectar muchos pines, que además tienen la mala costumbre de soltarse en el peor momento. Según Fabián Ortiz distribuidor de equipos electrónicos en el Ecuador existe un modelo de Shield LCD que se acopla con facilidad al Arduino YUN utilizando de mejor manera los pines digitales de la placa, el modelo a usar es el LCD Keypad Shield (SKU: DFR0009)

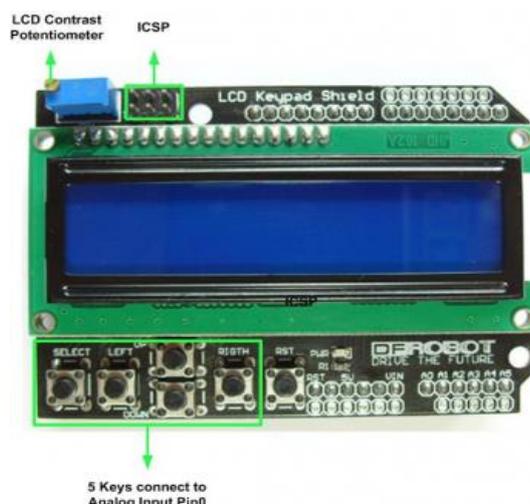


Figura 25: LCD Keypad Shield (SKU: DFR0009)  
Modificado de: Inti (2015)

El escudo Teclado LCD se desarrolla para tableros compatibles Arduino, para proporcionar una interfaz fácil de usar que permite a los usuarios pasar por el menú, hacer selecciones etc. Consta de una LCD 1602 caracteres blanco azul de retroiluminación. El teclado se compone de 5 teclas - seleccione, arriba, derecha, abajo ya la izquierda. Para guardar los pines IO digitales, la interfaz de teclado utiliza sólo un canal ADC. El valor de la clave se lee a través de un divisor de tensión 5 etapas.

### ➤ **Características**

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- 5 pulsadores para el suministro de un panel de control de menú personalizado
- Botón RST para reiniciar el programa arduino
- Integrar un potenciómetro para ajustar la luz de fondo
- Pin utilizado:
  - D4-D7 -> LCD transmisión de datos
  - D8 -> Registro Select
  - D9 -> Habilitar pin
  - D10 -> Control de luz de fondo
- APC y BT pines para la conexión de dispositivos inalámbricos, directamente compatible con:
  - APC220 módulo de comunicación Radio
  - DFRobot Bluetooth V3
- Pines S ampliadas disponibles de E /
- Ampliado analógica Pinout con la configuración DFRobot estándar para la extensión del sensor rápido
- Dimensiones: 80 x 58 mm

#### **3.4.4 ELECCIÓN DE PLATAFORMA VIRTUAL PARA ALOJAMIENTO DE BASE DE DATOS**

En el sistema de recaudo la cantidad de información que se pretende almacenar no es muy extensa y además tomando en cuenta que se está implementado software libre en todo el sistema, se decide optar por una plataforma que ofrece alojamiento gratuito de una base de datos dicha plataforma se denomina HOSTINGER.

### 3.4.4.1 Webhost



Figura 26: Logo de empresa 000webhost  
Fuente: <https://www.000webhost.com/images/header.gif>

000webhost.com (\$ 0.00 servicio de hosting), es una empresa líder en la prestación de primera clase de alojamiento web gratuito de servicios sin publicidad. No hay costos ocultos, no hay anuncios, y no hay términos restrictivos. Lightning velocidades rápidas, máxima fiabilidad y soporte al usuario son sólo algunas de las comodidades de las que se beneficia el usuario, es considerada una de las empresas de alojamiento web gratuito que tiene la prueba de "99% garantía de operatividad" en el año. Provee MySQL y PHP como fuentes comunes, además permite la creación de dominios con sus respectivas claves de acceso para leer y escribir la información solo a personal autorizado por una empresa, por lo tanto permite la creación de una base de datos que puede estar alojado en la web y la modificación de los datos se lo realiza con claves de acceso.

Con esta plataforma se evita la instalación de MySQL y PHP en un ordenador, ya que todo el proceso de creación de una base de datos se lo realiza mediante una interface web gráfica y sin mayor dificultad.

#### Características

- 1.5Gb (1500 Mb) de espacio en disco, mucho más de lo que cualquiera necesita
- 100 Gb de tráfico mensual en cada cuenta o sitio
- Límite de archivos: 15.000
- Panel de control completamente en español
- Soporte en español
- Versión PHP: 5.2.17
- Versión MySQL: 5.0.91

- Cantidad de dominios ilimitados donde se puede tener la cantidad de páginas que sea necesario, y con la extensión de dominio acorde a la aplicación desarrollada.
- Precio: GRATIS POR SIEMPRE
- Instalador Automático con 50 scripts cargados (wordpress, joomla, shops, etc)
- Creador de sitios simple.
- Subdominios gratis, y soporte de todas las extensiones de dominio: .com .es .co .tk (gratis), etc.
- Increíble Programa de Afiliados
- Ubicación del servidor: USA, ideal para toda Latinoamérica.

### 3.4.5 SOFTWARE ARDUINO

Es una plataforma electrónica libre de fácil uso q permite programar y facilitar la comunicación con los dispositivos Arduino. Es compatible con sistemas operativos en Windows, Linux y Android.



Figura 27: Software Arduino IDE

Fuente: [http://blog.bricogeek.com/img\\_cms/1937-arduino-ide-1.jpg](http://blog.bricogeek.com/img_cms/1937-arduino-ide-1.jpg)

Este software es de fácil uso y programación pero para agregar ciertos dispositivos extras se requieren ciertas librerías para darle una mejor funcionalidad a la aplicación de Arduino.

El software Arduino se le visualiza en la Figura28:



Figura 28: Interface gráfica Arduino  
Modificado de: Inti (2015)

El software de arduino presenta un espacio para realizar la programación y se determina las características que el usuario desea que su dispositivo arduino realice. Encontramos también un espacio de informe de programación el mismo que indica si algo no se encuentra bien dentro de la programación o funcionamiento del software.

En la barra de Menú se cambia las características de uso del software, también se encuentra librerías y ejemplos básicos para uso de los dispositivos Arduino.

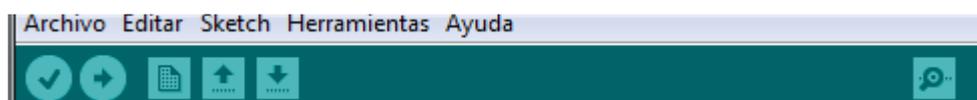


Figura 29: Barra de Menú Arduino  
Modificado de: Inti (2015)

En la barra de herramientas tenemos en un orden de izquierda a derecha:

- Verificar: Sirve para revisar si existe errores en la programación
- Cargar: Sirve para enviar los datos hacia la memoria del dispositivo
- Nuevo: Abre una nueva página de programación
- Abrir: Abre un documento ya realizado
- Guardar: Guarda la programación dentro de un documento formato (.ino)

También se encuentra un ícono dentro del software llamado (monitor serial), la cual se observa en la parte derecha (ultimo icono), este ícono aparte de monitorear la

comunicación de la PC con el dispositivo, también permite interactuar con el mismo y manejar sus condiciones de funcionamiento desde el computador.

### 3.4.5.1 Librería NFC para Arduino <PN532.h>

Para el uso de dispositivos NFC con el software Arduino, se requiere librerías dependiendo del tipo de dispositivo NFC como por ejemplo el NFC Shield V1.6 el mismo que requiere de la librería <PN532.h> para que funcione con Arduino UNO e identifique las Tag Mifare.

En esta librería vienen ciertos ejemplos y sublibrerías que ayudan a la lectura, escritura de las tag como se puede ver en la Figura#.

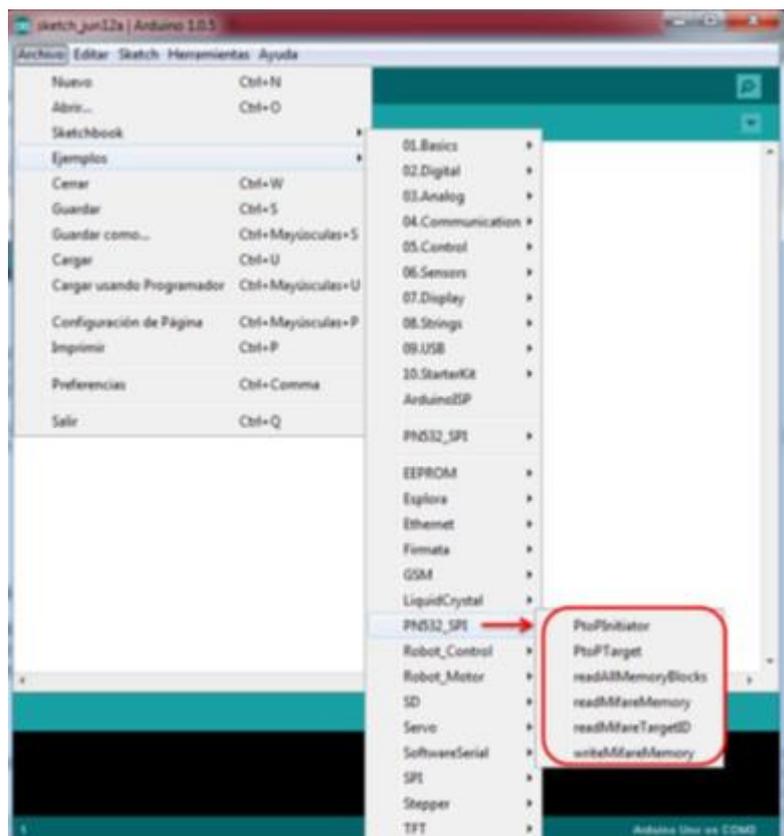


Figura 30: Librería <PN532\_SPI> para NFC  
Modificado de: Inti (2015)

Entre los ejemplos que brinda la librería de NFC, un ejemplo completo de lectura es el de “readAllMemoryBlocks” el mismo que permite visualizar la ID, cantidad del tag's y datos de la misma, además presenta de forma ordenada los bloques de memoria dentro de las Tag Mifare como se puede observar en la Figura 2.20 se ordenan en 64 bloques numerados cada bloque tiene 16 bytes. También es importante mencionar que en la línea de comando que contiene una llave de seguridad para dar paso a las tag nuevas (KEY\_A) o

usadas (KEY\_B). Esta debe ser cambiada según el tipo de tag se requiera leer sus bloques caso contrario los mismos no podrán ser visualizados.

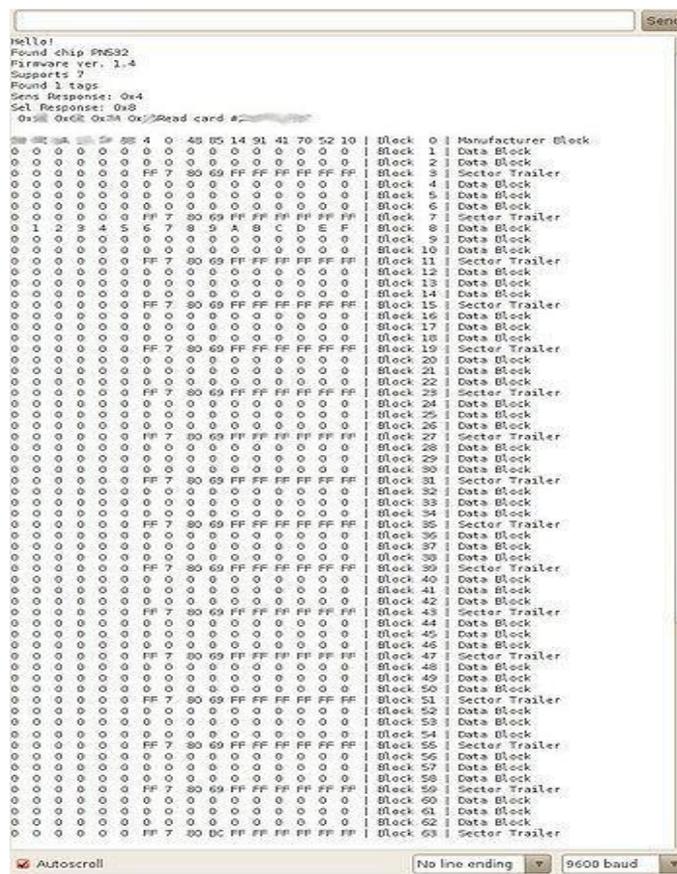


Figura 31: Bloque de memoria Mifare  
Modificado de: Inti (2015)

También se encuentra entre los ejemplos de la librería un programa base e importante que permite la escritura en las memorias tag Mifare. Este programa se lo encuentra con el nombre de “writeMifareMemory”.

Este programa está diseñado para identificar los 64 bloques de memorias de las tag Mifare y guardar información dentro de las mismas, para ello con la ayuda de la librería tiene una línea de comando donde se puede escoger el bloque en el cual se requiere guardar datos. A continuación una línea de código de la librería: `nfc.writeMemoryBlock(1,0x07,writeBuffer)`.

Como se observa en el ejemplo de la línea de comando indica que los datos se guardaran en el bloque de memoria 7 (0x007). Es importante mencionar que los bloques de memoria se dividen en tres partes que son:

- Manufacturer Block : Solo para lectura, en este bloque se guarda la ID

- Data Block : Estos son grabables o escritura de datos
- Sector trailer: Sirve para autenticación y acceso bits de del sector

### **3.5 ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE RECAUDO (PROTOTIPO)**

En esta sección se encuentra la elaboración del diseño del sistema, logrando una convergencia en hardware, software y también se otorgará el correcto funcionamiento del sistema prototipo.

Para la elaboración de este prototipo y funcionamiento del mismo se toma en cuenta los siguientes requerimientos:

- Una fuente de poder o regulación de voltaje que proporcione 5Vdc
- Activación de una línea de celular con datos
- Los respectivos módulos NFC y pantalla LCD, acoplados a una placa arduino YUN.
- Un computador que contenga el software Arduino para la programación de los dispositivos.
- Una cuenta gratuita en 000webhosting, para el almacenamiento de la base de datos

Con los requerimientos solicitados listos, para la construcción del sistema (prototipo) este se divide en dos partes que funcionaran conjuntamente

- Lectura y escritura de tag's
- Transmisión y recepción de datos en la nube

Para lograr el correcto funcionamiento del sistema se requiere desarrollar el hardware y software por separado para en o posterior reunificar todos los elementos que conforman el prototipo.



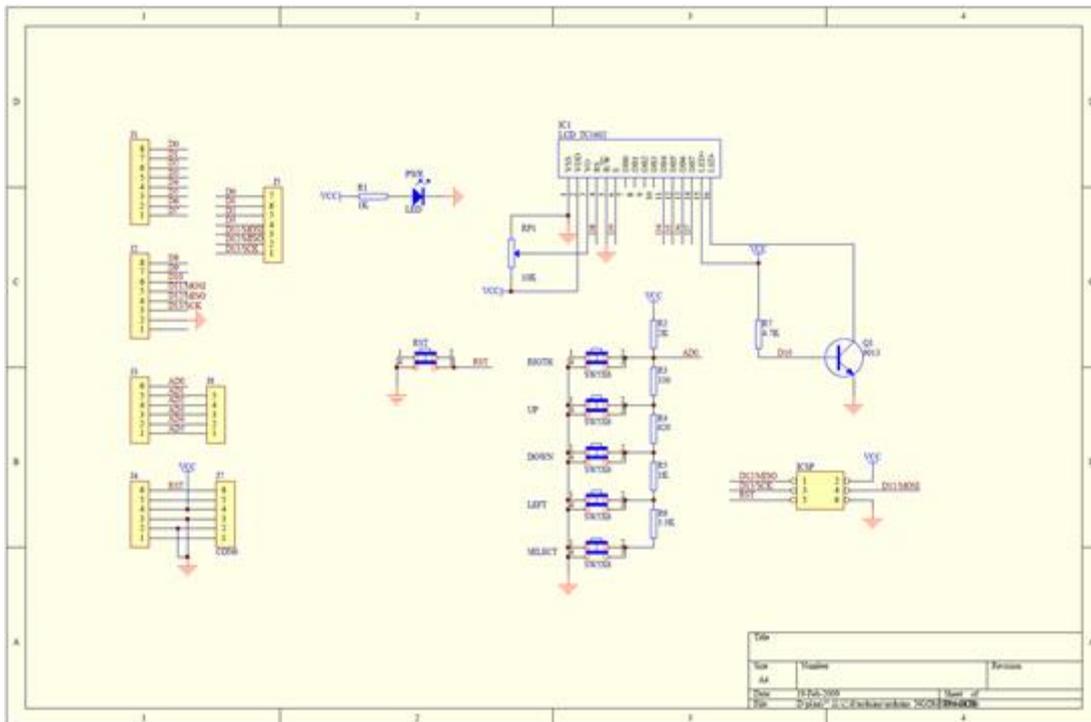


Figura 34: Esquemático LCD Keypad Shield (SKU: DFR0009)

Fuente: [http://www.dfrobot.com/wiki/images/a/a7/LCDKeypad\\_Shield\\_SCH.png](http://www.dfrobot.com/wiki/images/a/a7/LCDKeypad_Shield_SCH.png)

### 3.5.1.1 Configuración de pines utilizados de Arduino YUN

La configuración de los pines de utilizados son:

- **Pin 5v y GND**, Estos pines son conectados de forma directa al Shield NFC y LCD.
- **Pin A0, A1**. Estos pines son conectados a Shield LCD para indicar el funcionamiento.
- **Pin 4, 5, 6, 7, 8 y 9**. Estos pines se conectan directamente a la Shield LCD para visualizar los saldos.
- **Pin 10, 11, 12 y 13**. Estos pines están distribuidos de la siguiente manera para comunicación SPI; (D10 – CS), (D11 – MOSI), (D12 – MISO), (D13-SCK).

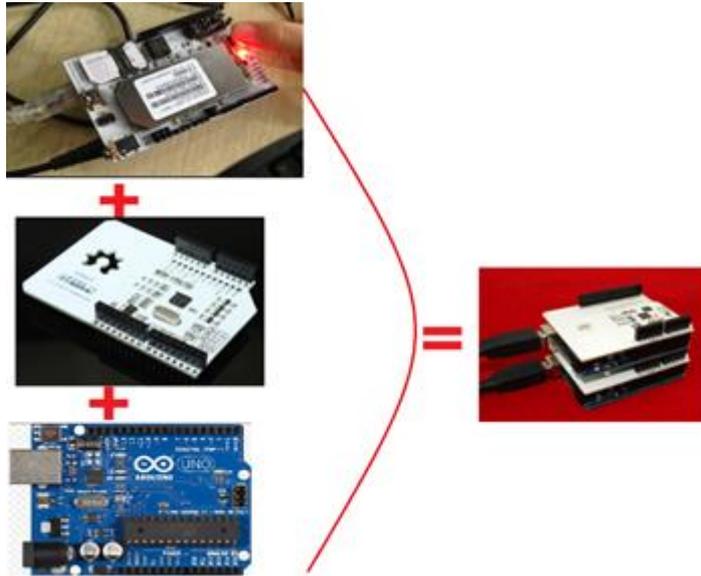


Figura 35: Acoplamiento de pines entre Arduino UNO, Shield NFC y Shield 3G  
Modificado de: Inti (2015)

### 3.5.2. ETAPA DE VERIFICACIÓN Y ESCRITURA DE TAG'S

Dentro de las especificaciones de dispositivos que se requieren para la implementación del sistema de RECAUDO, las tag's son principalmente las que el usuario de las unidades de transporte debe conseguir para poder almacenar recargas de dinero. En Ecuador un mayorista para la distribución de tags es APM en la ciudad de Quito.

Para el prototipo se utilizan las tag's Mifare, las mismas que siendo compatibles con NFC PN-532 y por sus características técnicas permiten lectura y escritura de datos en su memoria.

Para el sistema de recaudo se requiere una persona asignada únicamente para la tarea de grabar los saldos que solicite el usuario para que sean escritos dentro de su tag.

Esta etapa se debe realizar mediante un computador el mismo que debe tener instalado la aplicación de Arduino para controlar el Shield NFC. El puerto USB es el medio por el cual se cargará el programa de la PC hacia Arduino YUN.

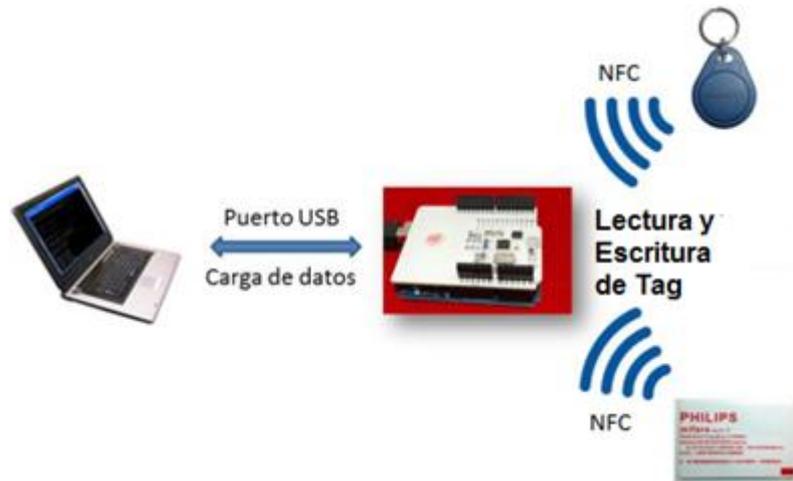


Figura 36: Esquema de Lectura y escritura de tags  
Modificado de: Inti (2015)

Una vez que se establece la comunicación entre los dispositivos de Arduino y la PC, se procede a cargar el programa el mismo que está diseñado para leer y escribir datos sobre las memorias de las tag's NFC.

El programa cargado está diseñado para poder interactuar por medio de internet con una base de datos para validar el id de una tag, donde los datos ya hayan sido ingresados manualmente los cuales representan valores de recargas que luego serán escritos y guardados en las memorias tag NFC al momento de acercarlos.

### 3.5.3 ETAPA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS HACIA LA NUBE

La etapa de transmisión y recepción de datos hacia la nube es una etapa independiente a la de gravado ya que para la misma se requiere la instalación de unidad de dispositivo NFC para cada bus.

Para ello primero se tiene que elaborar una base de datos alojado en la nube mediante los siguientes pasos:

- Paso 1 Ingresar a 000webhost



Figura 37: Ingreso a 000webhost  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 2 Crear cuenta en 000webhost



Figura 38: Cuenta 000webhost  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 3 Crear Dominio Propio



Figura 39: Asignación de Dominio  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 4 Ingreso a MySQL



Figura 40: Acceso a MySQL  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 5 Crear Usuario y contraseña de acceso a MySQL



Figura 41: Campos MySQL  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 6 Ingresar a PHP

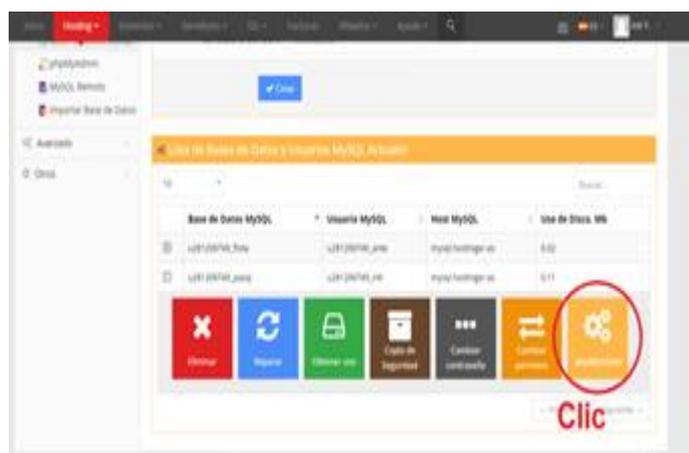


Figura 42: Acceso a PHP  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 7 Diseño de base de datos, en este paso se procede a crear las tablas con sus respectivas filas y columnas, la información que contendrá es el nombre de usuario, id de usuario, saldo, valor de recarga.

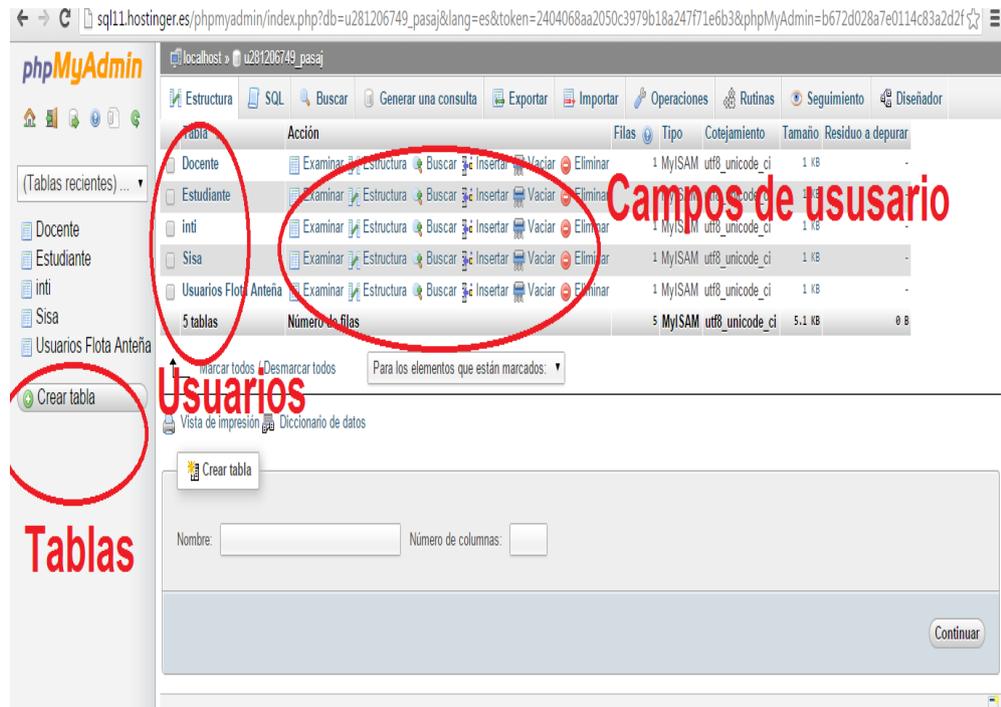


Figura 43: Base de Datos  
Modificado de: Inti (2015)

Luego de haber diseñado la base de datos que estar alojado en la nube hay que tomar en cuenta que para acceder a esta plataforma se lo realizara desde el modem 3G y para la instalación de este módulo se requiere una fuente de voltaje mínima 12v a máxima de 16v la misma que la podemos obtener dentro del mismo bus ya que todos tienen baterías de 12VDC

En esta etapa se cargará el programa diseñado para comunicar el Arduino YUN, NFC Shield y LCD con la red 3.5G.

En el momento en que una tag programada con los ids y respectivos saldos de recarga es detectada por la Shield NFC, lee si es compatible, revisa los datos de la memoria y envía la información (a la base de datos en la nube) por medio del enlace establecido por el dispositivo huawei E5573.



Figura 44: Elementos que conforman el sistema de recaudo  
Modificado de: Inti (2015)

El equipo 3.5G para comunicarse con prototipo requiere una únicamente del módulo wifi que viene integrado en dentro Arduino YUN.

### 3.5.4 MONTAJE DE HARDWARE Y PROGRAMACIÓN

Inicialmente se realiza el diseño estándar de un plano indicando las medidas de las medidas y características que se requiere para que puedan ser colocados los dispositivos electrónicos.

Como se puede observar en la Figura 45 se presentan tres vistas del diseño, características y medidas de la caja como son: vista frontal (VF), vistan superior (VS), y vista lateral (VL).



Para el diseño del dispositivo se considera una caja que lo contenga y proteja de cualquier mala manipulación de estos. Las características de la caja se presentan en la Figura 47. (a) Base, (b) cubierta



(a) Base de la caja                      (b) Cubierta de la caja

Figura 47: Elaboración de la caja  
Modificado de: Inti (2015)

La caja del dispositivo está diseñada con acrílico tomando en cuenta las especificaciones y dimensiones que se acomode acorde al tamaño de los dispositivos, conexiones y requerimientos de funcionamiento

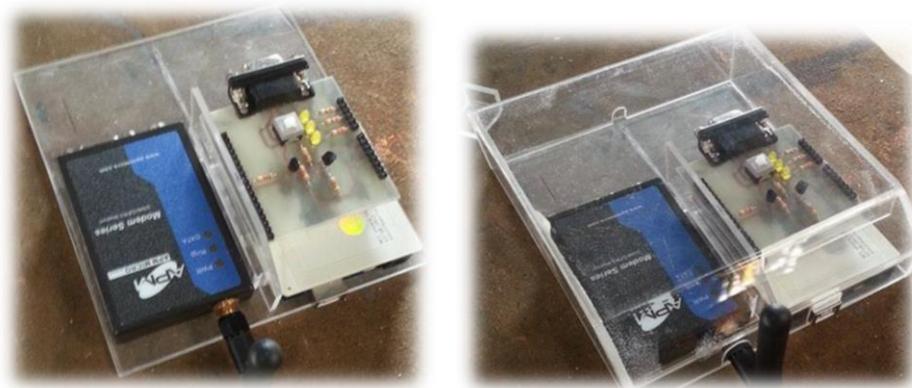


Figura 48: Montaje de elementos en la caja.  
Modificado de: Inti (2015)

Al terminar el montaje de los dispositivos dentro de la caja podemos observar cómo queda el dispositivo terminado interna y externamente



Figura 49: Vista interna del montaje  
Modificado de: Inti (2015)



Figura 50: Vista externa del montaje forrado en color negro  
Modificado de: Inti (2015)

#### 3.5.4.1 Programación de lectura y escritura de datos en la tag

Para esta programación se requiere las librerías de <PN532.h>, ya que dentro de ella se encuentra pequeñas librerías de lectura y escritura de las tag Mifare en los bloques de memoria programados para guardar los valores de recargas que en este caso se asignaron los bloques 8 y 9, además <SPI.h> también nos permite iniciar una comunicación externa en este caso con el Shield NFC. Cabe recalcar que el código presentado a continuación representa una porción de todo el programa, en esta porción no se da a conocer las claves

de acceso a los sectores de la tag, esto se lo realiza por cuestiones de seguridad y para evitar que personas no autorizadas realicen recargas de dinero ficticias. Códigos de programación ver en anexos.

## **CAPÍTULO IV.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.**

En este capítulo se procede con la instalación del sistema de recaudo electrónico (Prototipo), ubicando el módulo electrónico en un lugar estratégico dentro de la unidad de transporte e instalando otro módulo en la matriz principal de la cooperativa, la cual mediante un software y un enlace inalámbrico permitirá la convergencia con una base de datos en tiempo real; posteriormente se otorgará tarjetas con saldos a los usuarios para determinar ciertas inquietudes generadas por las personas en cuanto al uso del prototipo y de esta forma lograr un funcionamiento adecuado del sistema en circunstancias normales. De igual manera se puntualizará el impacto que tendrá el proyecto dentro de la sociedad.

También se realizará un análisis de costo beneficio para establecer un presupuesto referencial del sistema.

Antes de iniciar con la instalación y las pruebas de funcionamiento fue necesario efectuar un encuesta a los usuarios que utilizan diariamente las unidades de transporte que cubre la ruta de Atuntaqui e Ibarra para poder realizar un muestreo de cuán aceptable es el sistema y de paso socializar su uso, las preguntas realizadas a los usuarios se encuentran en los anexos. De dicha encuesta se obtuvo una aceptabilidad del 95%.

### **4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **4.1.1 PROCEDIMIENTOS PARA GRABAR SALDO EN LA TAG**

Es primordial llenar las tablas columnas y filas de la base de datos con sus respectivos campos como la id de tag, nombre de usuario, saldo anterior, saldo actual, valor de recarga.

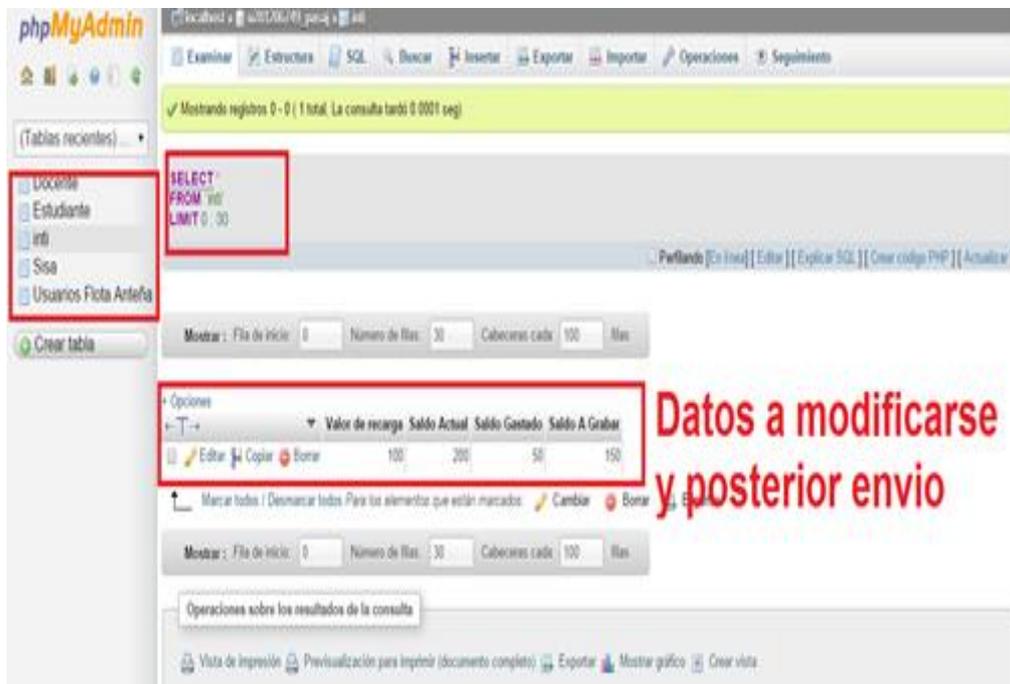


Figura 51: Estructura de la base de datos  
Modificado de: Inti (2015)

Para el proceso de grabado se requiere la interacción con una pc con internet para acceder a la base de datos y crear un nuevo usuario con una id de tag y un saldo inicial. El proceso finalizara cuando la tag sea leída por primera vez.



Figura 52: Comunicación por Internet para el grabado de saldos en las tag  
Modificado de: Inti (2015)

Para comprobar si el proceso de lectura y escritura se ha concretado hay que seguir los siguientes pasos:

- Paso 1 Se debe abrir y cargar el programa “*ESCRITURA\_DE\_TAG*” en el dispositivo NFC.

Cargar el programa en la memoria del Arduino UNO

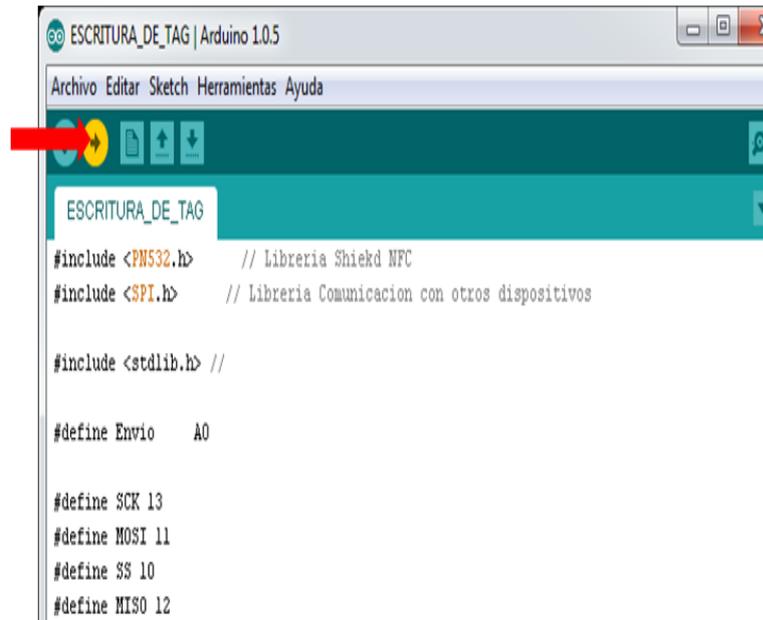


Figura 53: Paso 1, Cargar el programa ESCRITURA DE TAG en Arduino YUN  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 2 con el programa cargado, se procede a activar la comunicación del monitor serial el cual despliega la inicialización del programa y muestra la forma adecuada de ingresar los valores para ser gravados.



Figura 54: Paso 2, Iniciar monitor serial  
Modificado de: Inti (2015)

Como se muestra en la Figura 54 el dispositivo está listo para grabar, y como se observa en el monitor serial se despliega un mensaje con el formato adecuado q se debe ingresar los valores.

- Paso 3 para proceder a grabar los valores en saldos, acercamos la tag que deseamos grabar hacia el dispositivo NFC.



Figura 55: Paso 3, Funcionamiento de Sistema  
Modificado de: Inti (2015)



Figura 56: Paso 3, Acercar la tag Al dispositivo NFC  
Modificado de: Inti (2015)

Manteniendo el acercamiento de la tag hacia el dispositivo NFC se procede a ingresar por el monitor serial los primeros valores, como se muestra en la Figura 57

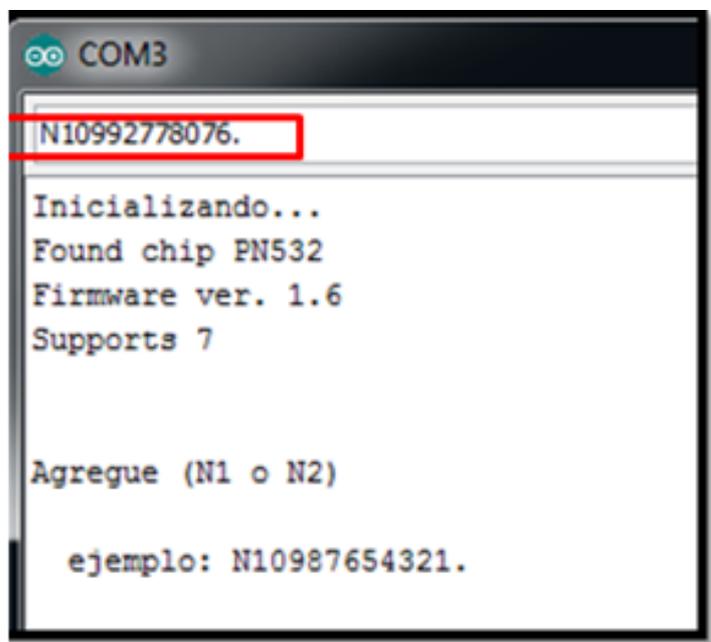


Figura 57: Ingreso de valores (N1)  
Modificado de: Inti (2015)

Si el proceso de gravado es correcto, en el monitor serial se despliega un mensaje indicando que (Escritura del valor, es correcta) como se muestra en la Figura 58, caso contrario mientras la tag no se encuentre cerca no obtendremos este mensaje.

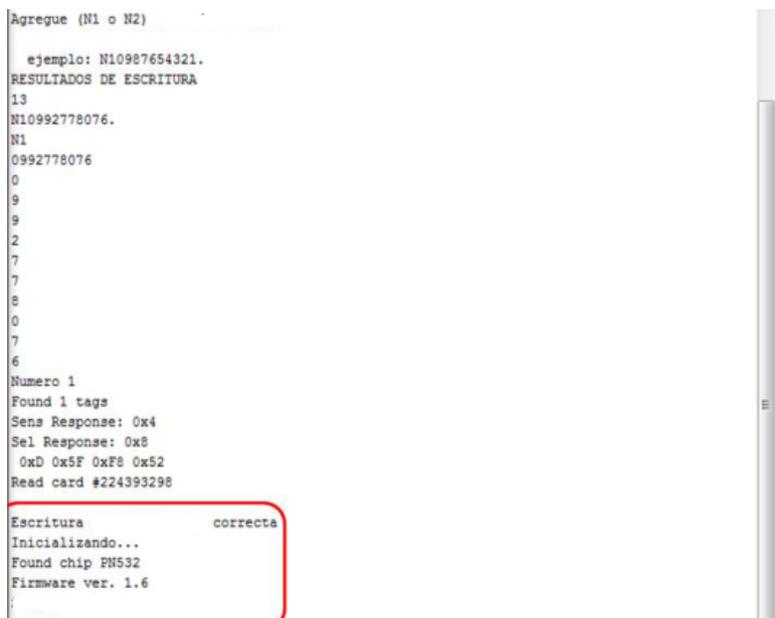


Figura 58: Mensaje de escritura de tag correcta  
Modificado de: Inti (2015)

- Paso 4 Una vez gravado el primer valor quedara habilitado nuevamente el programa para rectificar o agregar más saldo, como se muestra en la Figura 59

```
COM3
N20998381487.
Agregue (N1 o N2)
ejemplo: N10987654321.
RESULTADOS DE ESCRITURA
13
N10992778076.
N1
-----
0
9
9
2
7
7
8
0
7
6
Numero 1
Found 1 tags
Sens Response: 0x4
Sel Response: 0x8
0xD 0x5F 0xF8 0x52
Read card #224393298

Escritura          correcta
Inicializando...
Found chip FN532
Firmware ver. 1.6
Supports 7

Agregue (N1 o N2)
ejemplo: N10987654321.
```

Figura 59: Paso 4, Ingreso y mensaje de escritura correcta del aumento o disminución de saldo  
Modificado de: Inti (2015)

- Pasó 5 Después de concluir de grabar los dos valores en la tag, el programa queda habilitado para grabar más valores ya sea para aumentar o reducir saldo dentro de una nueva o siguiente tag. Por lo tanto, de esta forma mientras no se cierre el monitor serial ni se interrumpa la comunicación USB con el dispositivo NFC, este se mantendrá listo para grabar a indefinido número de tag's los valor que sean necesarios o requeridos por el usuario en cada tag.

## 4.2 IMPLEMENTACIÓN

El proceso de transmisión y recepción de información hacia la base de datos desde del dispositivo NFC ubicado en la unidad de transporte tiene que ser un proceso automático en el instante mismo en que detecta cerca una tag programada con los saldos correspondientes.

- Primero en el dispositivo NFC debe estar cargado el programa (LECTURA ESCRITURA Y ENVIÓ DE DATOS), el mismo que está programado para un funcionamiento automático que en el momento de encendido quedara listo para recibir la señal de las tag.
- Segundo para el funcionamiento del dispositivo 3.5G, este es alimentado con un regulador o una instalación dirigida hacia la batería del automóvil el mismo que proporciona 12V que están dentro del estándar del dispositivo.

Como se presenta en la Figura 58 la instalación eléctrica es de fácil conexión y se la realiza de acuerdo al auto móvil ya que varía en cierta forma en sus instalaciones. Se toma una señal eléctrica de 12v de la batería (A) pero sin antes verificar que pase por la caja de fusibles (B) y de esta forma proteger a los dispositivos electronicos (C).

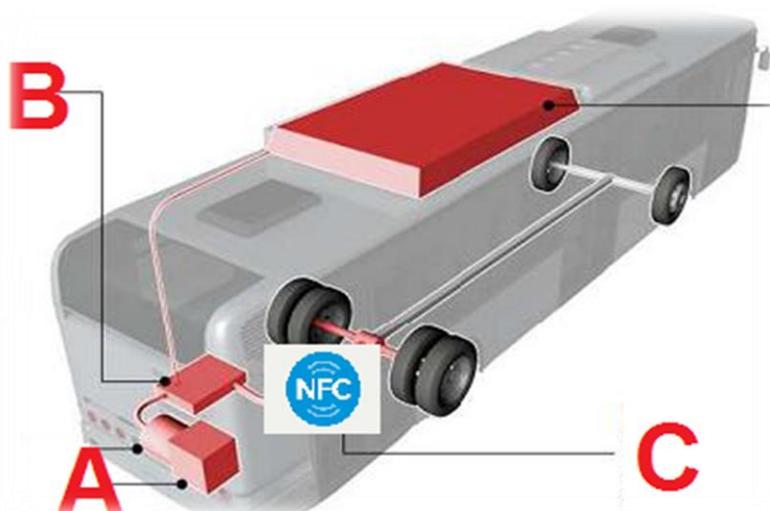


Figura 60: Instalación del dispositivo de seguridad NFC en el bus.  
Modificado de: Inti (2015)

Una vez activado y encendido el dispositivo, el proceso de envío y recepción de información se realizara en el momento en que el dispositivo detecte el acercamiento de una tag en la que se encuentra la id y saldo de recarga, desde donde será enviado los datos a la nube. En la Figura 60 se presenta un ejemplo del funcionamiento del dispositivo NFC.



Figura 61: Demostración de envío y validación de información.  
Modificado de: Inti (2015)

### 4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para llevar a cabo la tarea de costo beneficio se efectuó un análisis FODA del “Sistema de recaudo basado en NFC” hay que tener claro que este análisis consta de factores internos y externos es así que para los internos que son las Fortalezas y Debilidades y externos las Oportunidades y Amenazas.



Figura 62: Análisis de FODA  
Modificado de: Inti (2015)

Mediante el análisis FODA realizado se puede ver que la principal causa de dar a conocer este dispositivo es brindar un servicio de seguridad tanto para las personas que laboran manejando taxis como para aquellas que utilizan este servicio para movilizarse, en cuanto las debilidades y las amenazas siempre va a estar expuesto a los cambios repentinos de tecnología , es por ello que como oportunidad se tiene que puede ir mejorando con el tiempo para que así satisfaga las necesidades del cliente.

### 4.3.1 ANÁLISIS FINANCIERO

En el presente análisis se tiene un desglose de los precios de los elementos electrónicos utilizados para la elaboración del prototipo y otros componentes. Cabe mencionar que este análisis se lo realiza para conocer cuál será el precio final del dispositivo.

#### TABLAS DE ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO

Tabla 3: Elementos utilizados en el sistema

Elementos	Cantidad	Costo c/u	Costo Total
Tarjetas NFC	15	2	30
Placa Arduino	1	100	100
Placa NFC Shield	1	50	50
Pantalla LCD	1	150	150
Modem 3G	1	20	20
<b>TOTAL</b>		<b>322</b>	<b>350</b>

Modificado de: Inti (2015)

## CAJA ACRÍLICA

Tabla 4: Costo del recubrimiento

Elementos	Cantidad	Costo c/u	Costo total
Plancha de acrílico 50cm x 50cm	1	5	5
Forro negro 50 cm cuadrados	1	4	4
Silicón Transparente 310ML	1	3,53	3,53
pega acrílica	1	1,5	1,5
mano de obra	1	20	20
Tornillos	4	0,1	0,4
<b>TOTAL</b>		<b>\$34,13</b>	<b>\$34,43</b>

Modificado de: Inti (2015)

**MANO DE OBRA DEL SISTEMA = \$30,00**

**OTROS MATERIALES = \$8**

Para encontrar el costo total se procede a sumar los subcostos de cada tabla de materiales, a continuación se dará a conocer tanto los costos totales calculados al por menor como el costo total al comprar por mayor.

Tabla 5: Costo del sistema

DETALLE	COSTO
<b>TABLA DE ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO</b>	<b>350</b>
<b>CAJA ACRÍLICA</b>	<b>34,43</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>30</b>
<b>OTROS MATERIALES</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>422,43</b>

Modificado de: Inti (2015)

Como se pudo observar en el análisis efectuado en el literal 2.6 y una vez finalizado los resultados presentados en la tabla de costos totales vemos que el proyecto efectuado es una gran opción al hablar de sistemas de recaudo para los buses, ya que el costo es accesible a diferencia de algunas opciones similares implementadas en otras empresas

# CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Arduino aparte de ser una solución libre cuenta también con múltiples formas de implementación de proyectos haciendo este mucho más fáciles de realizarlos tal como se pudo constatar en el desarrollo de este proyecto.
- NFC es una tecnología muy poco explotada en el país y que puede ser mejorada en el ámbito de seguridad y de ese modo facilitar al desarrollo de muchos proyectos que se enfocan a brindar seguridad en transferencia de datos.
- Las tag NFC son resistente a la mala manipulación, variaciones de temperatura y humedad además tiene suficiente espacio de memoria para guardar varios datos en todos sus bloques de memoria que pueden ser muy bien aprovechados con una programación avanzada.
- Los conductores de buses entrevistados, se mostraron muy asertivos y optimistas con la presentación del proyecto, ya que el mismo les ayuda a que el dinero recaudado en determinada unidad de transporte sea centralizados, como está estipulado claramente en la ley de caja común.
- Para la instalación del dispositivo en cualquier bus de la cooperativa FLOTA ANTEÑA, cuenta con la facilidad de que sus características técnicas soporten de una forma adecuada el voltaje de la batería del autobús que es de 12VDC, sin contar que el consumo de corriente de los dispositivos son bajos.
- Los usuarios encuestados en su 95% están de acuerdo con el sistema presentado, ya que no requieren comprar o tener dispositivos de alta tecnología y de mayor costo.
- La versatilidad del dispositivo de seguridad NFC radica en la escalabilidad del prototipo, debido a que la codificación utilizada, puede ser modificada para contrarrestar a los hackers o también para el caso de que exista errores a futuro.
- Las pruebas de funcionamiento de; escritura, lectura de NFC y envío de información a la nube mediante un enlace en tiempo real, fueron exitosas cumpliendo de esta forma los con uno de los objetivos más importantes anteriormente planteados.

- Para evitar que el sistema deje de funcionar en zonas o tiempos sin cobertura 3.5G, se ha asignado un tiempo de retardo de 1.3 segundos para que la reducción de saldo se lo realice directamente desde el módulo NFC. De este modo se evita molestia en los usuarios.
- Una vez instalado el sistema de recaudó y efectuado las debidas pruebas de funcionamiento, además de haber proporcionado varias tarjetas con un saldo inicial de 5\$; no se presentaron mayores inconvenientes en cuanto al software y hardware implementado ya que el funcionamiento de los mismos fue eficaz adicional e ello los usuarios se sintieron satisfechos con el nuevo mecanismo de cobro.
- Un aspecto primordial en este proyecto es que el mismo se presenta como un beneficio para la comunidad debido a que las nuevas tecnologías son de difícil acceso en ciudades pequeñas.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda mantener siempre el dispositivo con saldo de datos ya que el chip del prototipo es de claro y se requiere saldo para enviar los datos hacia la nube.
- El uso de una fuente de energía que para el caso de los buses es la fuente del encendedor eléctrico, es la más adecuada para utilizar este tipo de dispositivos externos.
- Se recomienda utilizar un modem 3.5G que tenga la posibilidad de migrar a 4G, de esta manera el sistema podrá perdurar en el tiempo. Para no incurrir en gastos futuros es necesario usar el modem 3.5G planteado en el capítulo 3.
- La instalación del dispositivo debe ser sellada para que los cables de energía no puedan ser manipulados.
- Se debe utilizar tag's de Mifare debido a que el hardware usado en el sistema está programado para el reconocimiento de este tipo de tag's, caso contrario con otras tag no obtendrá ningún resultado.
- Este prototipo está proyectado a ser mejorado ya que puede llegar a ser un proyecto que tiene la capacidad de conectarse a las bases de datos de las entidades bancarias, solicitando los permisos correspondientes y realizando ciertos cambios en el código de programación.

- Se recomienda desarrollar futuras mejoras en la plataforma visual y de la base de datos para lograr mayor sustentabilidad en el tiempo, ya que es necesario datos adicionales de un mapa de rutas para cada unidad de transporte, para poder determinar cuál ruta genera mayores ingresos y en el caso de las rutas que generan menores ingresos proponer mejoras para que el ingreso de recursos sea óptimo en todas las rutas con sus respectivas unidades de transporte
  
- Se recomienda instalar 2 módulos electrónicos en cada unidad de transporte con la finalidad de que el primer módulo cumpla la función de cobranza y en el caso del segundo módulo asignarle la funcionalidad de verificador de saldo , de este modo evitar molestias en los usuarios quienes no posean saldo en sus respectivas tarjetas.

# BIBLIOGRAFÍA

## Libros y Manuales

- I. ALI, T.; AWAL, M. A. Secure mobile communication in m-payment system using NFC technology. Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 2012 International Conference on, 2012, 18-19 May 2012. p.133-136.
- II. CEIPIDOR, U. B. et al. NFC technology applied to touristic-cultural field: A case study on an Italian museum. Near Field Communication (NFC), 2013 5th International Workshop on, 2013, 5-5 Feb. 2013. p.1-6.
- III. DE LUCA, G. et al. The use of NFC and Android technologies to enable a KNX-based smart home. Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2013 21st International Conference on, 2013, 18-20 Sept. 2013. p.1-7.
- IV. HUANG, C.-M. et al. Design of reverse search car system for large parking lot based on NFC technology. Control and Decision Conference (2014 CCDC), The 26th Chinese, 2014, May 31 2014-June 2 2014. p.5054-5056.
- V. JERABEK, M.; KRCAL, J. Expansion of information system with NFC technology for visually impaired passengers. Informatics and Applications (ICIA), 2013 Second International Conference on, 2013, 23-25 Sept. 2013. p.306-310.
- VI. JIN TEONG, A. et al. iSCAPS - Innovative Smart Car Park System integrated with NFC technology and e-Valet function. Computer and Information Technology (WCCIT), 2013 World Congress on, 2013, 22-24 June 2013. p.1-6.
- VII. JUNTUNEN, A.; LUUKKAINEN, S.; TUUNAINEN, V. K. Deploying NFC Technology for Mobile Ticketing Services &#150; Identification of Critical Business Model Issues. Mobile Business and 2010 Ninth Global Mobility Roundtable (ICMB-GMR), 2010 Ninth International Conference on, 2010, 13-15 June 2010. p.82-90.
- VIII. NASUTION, S. M.; HUSNI, E. M.; WURYANDARI, A. I. Prototype of train ticketing application using Near Field Communication (NFC) technology on Android device. System Engineering and Technology (ICSET), 2012 International Conference on, 2012, 11-12 Sept. 2012. p.1-6.
- IX. REVEILHAC, M.; PASQUET, M. Promising Secure Element Alternatives for NFC Technology. Near Field Communication, 2009. NFC '09. First International Workshop on, 2009, 24-24 Feb. 2009. p.75-80.
- X. SUBPRATATSAVEE, P. et al. Attendance System Using NFC Technology and Embedded Camera Device on Mobile Phone. Information Science and Applications (ICISA), 2014 International Conference on, 2014, 6-9 May 2014. p.1-4.
- XI. XU, Y.; HUANG, Z.; WAN, L. Sales data management system of chain enterprises based on NFC technology. Anti-counterfeiting, Security and Identification, 2008. ASID 2008. 2nd International Conference on, 2008, 20-23 Aug. 2008. p.455-458.

## **Direcciones Electrónicas**

- I. Diferencia entre RFID y NFC Octubre (2009)  
<http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-rfid-and-nfc/>
- II. Funcionamiento NFC; Agosto (2010).  
[http://www.gruposodercan.es/archivos/documentos\\_contenidos/1868\\_1.saber\\_mas\\_2.PDF](http://www.gruposodercan.es/archivos/documentos_contenidos/1868_1.saber_mas_2.PDF)
- III. Lo que debes saber de NFC y los pagos móviles  
<http://www.cnet.com/es/noticias/lo-que-debes-saber-de-nfc-y-los-pagos-moviles/>

# ANEXO1

## PREGUNTAS REALIZADAS EN LA ENCUESTA

1.- ¿Está conforme con el mecanismo manual de cobro de pasajes?

SI

NO

2.- ¿Alguna vez recibió mal el vuelto del pasaje?

SI

NO

3.- ¿Le parece molesto el no disponer de sueltos para cancelar su pasaje?

SI

NO

4.- ¿Le gustaría que existiese otra alternativa para cancelar su pasaje?

SI

NO

5.- ¿Si en este instante existiese un mecanismo de cobro de pasajes similar al de la telefonía celular que se lo realiza mediante recargas de dinero donde el pasaje se descontaría del saldo vigente, estaría dispuesto a utilizarlo?

SI

NO

6.- ¿Cuál de los siguientes elementos le parece más cómodo utilizarlos para realizar una recarga?

Celular

Llavero

Tarjeta

7.- ¿Actualmente se está instalando un sistema de cobro similar al mencionado en la pregunta 5, si dicho sistema le ofrece las garantías y seguridades necesarias, usted estaría dispuesto(a) a invertir 1.5\$ en la adquisición de las tarjetas para recargarlas?

SI

NO

8.- ¿Tiene algún inconveniente en ir a cargar personalmente las tarjetas en los lugares autorizados?

SI

NO

9.- ¿Si usted adquiere una tarjeta, estaría dispuesto a acatar las políticas de funcionamiento done cualquier intento de manipulación fuera de lo normal puede dejarle sin el saldo a su tarjeta?

SI

NO

10.- ¿Cree usted que un sistema de cobro automatizado es un gran aporte tecnológico e innovador a la comunidad donde reside? ¿Por qué?

SI

NO.

## ANEXO 2

### TABULACIÓN DE ENCUESTA.

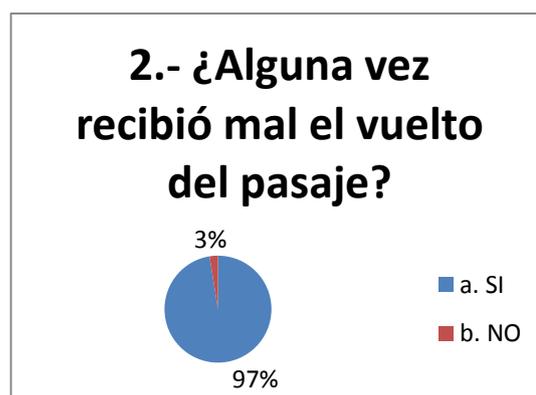
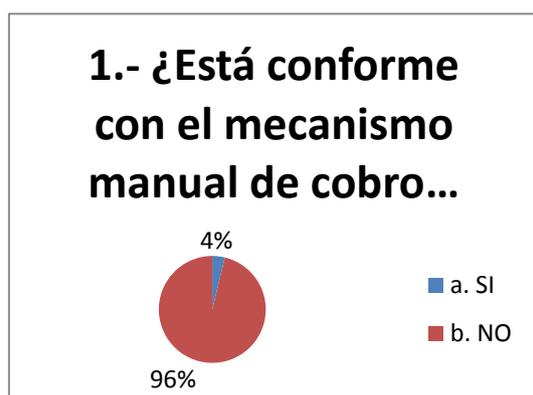
#### RESULTADOS DE LA ENCUESTA

NUMERO DE PERSONA ENCUESTADAS = 79

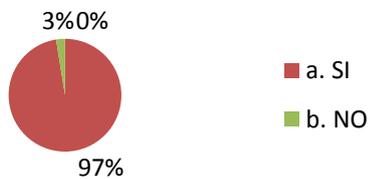
##### RESULTADOS POR TIPO DE PREGUNTA

1.- ¿Está conforme con el mecanismo manual de cobro de pasajes?	FRECUENCIA ABSOLUTA (Numero de respuestas)	FRECUENCIA RELATIVA (Numero de respuestas dividido en Numero de muestra)	Porcentaje desfavorable al sistema	Porcentaje favorable al sistema
a. SI	3	4%	4%	
b. NO	76	96%		96%
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
2.- ¿Alguna vez recibió mal el vuelto del pasaje?				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
3.- ¿Le parece molesto el no disponer de sueltos para cancelar su pasaje?				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
4.- ¿Le gustaría que existiese otra alternativa para cancelar su pasaje?				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
5.- ¿Si en este instante existiese un mecanismo de cobro de pasajes similar al de la telefonía celular que se lo realiza mediante recargas de dinero donde el pasaje se descontaría del saldo vigente, estaría dispuesto a utilizarlo?				
a. Si	77	97%		97%
b. No	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
6.- ¿Cuál de los siguientes elementos le parece más cómodo utilizarlos para realizar una recarga?				
a. CELULAR	14	18%	18%	
b. LLAVERO	7	9%	9%	
c. TARJETA	58	73%		73%
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		

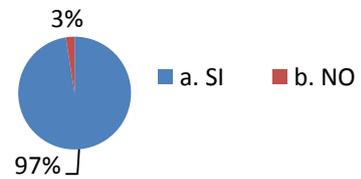
<b>7.- ¿Actualmente se está instalando un sistema de cobro similar al mencionado en la pregunta 5, si dicho sistema le ofrece las garantías y seguridades necesarias, usted estaría dispuesto(a) a invertir 1.5\$ en la adquisición de las tarjetas para recargarlas?</b>				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
<b>8.- ¿Tiene algún inconveniente en ir a cargar personalmente las tarjetas en los lugares autorizados?</b>				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
<b>9.- ¿Si usted adquiere una tarjeta, estaría dispuesto a acatar las políticas de funcionamiento done cualquier intento de manipulación fuera de lo normal puede dejarle sin el saldo a su tarjeta?</b>				
a. SI	77	97%		97%
b. NO	2	3%	3%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>		
<b>10.- ¿Cree usted que un sistema de cobro automatizado es un gran aporte tecnológico e innovador a la comunidad donde reside? ¿Por qué?</b>				
a. SI	78	99%		99%
b. NO	1	1%	1%	
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100%</b>	5%	95%



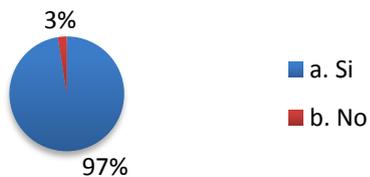
**3. ¿Cómo considera usted el estrés en su vida laboral?**



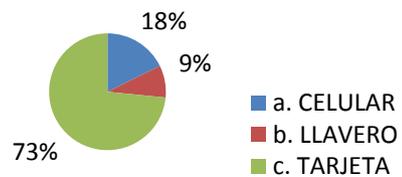
**4.- ¿Le gustaría que existiese otra alternativa para...**



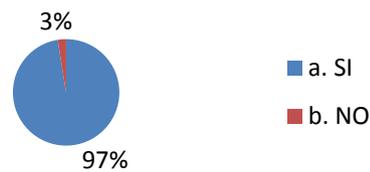
**5.- ¿Si en este instante existiese un mecanismo de...**



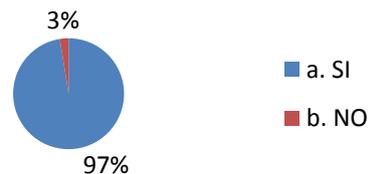
**6.- ¿Cuál de los siguientes elementos le...**



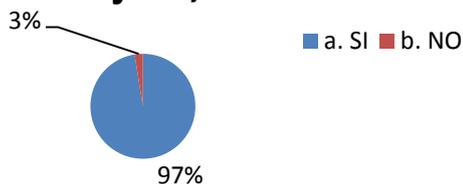
**7.- ¿Actualmente se está instalando un sistema de cobro...**



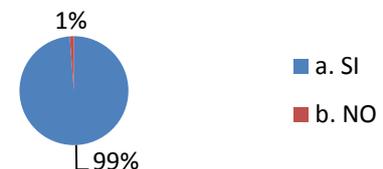
**8.- ¿Tiene algún inconveniente en ir a cargar...**



**9.- ¿Si usted adquiere una tarjeta, estaría...**



**10.- ¿Cree usted que un sistema de cobro automatizado es...**



	PREG UNTA 1		PREG UNT A 2		PREG UNT A 3		PREG UNT A 4		PREG UNTA 5		PREGUNTA 6			PREG UNT A 7		PREG UNT A 8		PREG UNT A 9		PREG UNT A 10	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	c	a	b	a	b	a	b	a	b
1		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
2		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
3	1		1		1		1		1			1		1		1		1		1	
4		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
5		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
6		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
7		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
8		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
9		1		1		1		1		1			1		1		1		1		1
10		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
11		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
12		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
13		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
14		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
15	1		1		1		1		1			1		1		1		1		1	
16		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
17		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
18		1		1		1		1		1			1		1		1		1		1
19		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
20		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
21		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
22		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
23	1		1		1		1		1			1		1		1		1		1	
24		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
25		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
26		1	1			1		1		1			1		1		1		1		1
27		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
28		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
29		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
30		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
31		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
32		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
33		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
34		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
35		1	1			1		1		1			1		1		1		1		1
36		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
37		1	1		1		1		1			1			1		1		1		1
38		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
39		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
40		1	1		1		1		1		1			1		1		1		1	
41		1	1		1		1		1			1		1		1		1		1	
42		1	1		1		1		1			1		1		1			1	1	1

43	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
44	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
45	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
46	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
47	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1									
48	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
49	1	1	1		1	1			1	1	1	1	1									
50	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1									
51	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
52	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
53	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
54	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1									
55	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
56	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1									
57	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1									
58	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
59	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
60	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
61	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
62	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1									
63	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
64	1	1	1	1	1				1	1		1	1									
65	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1									
66	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
67	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
68	1	1	1	1	1				1	1	1		1									
69	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1									
70	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1									
71	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
72	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
73	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
74	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1									
75	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1									
76	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1									
77	1	1	1	1	1				1	1	1	1		1								
78	1	1	1		1	1			1	1	1	1	1									
79	1	1	1	1	1				1	1		1	1									
	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>77</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	
	7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7	
	9		9		9		9		79		9		9		9		9		9		9	
	3,	9	9	2	9	2	9	2		2	1		7	9		9		9	2	9		1,
	8	6,	7,	,	7,	,	7,	,	97	,	7,	8,	3,	7,	2,	7,	2,	7,	,	8,		1,
	0	2	4	5	4	5	4	5	,4	5	7	8	4	4	5	4	5	4	5	7		2
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

1 0 0 %

## ANEXO 3

### USO DE LIBRERÍAS ARDUINO

```
#include <PN532.h>

// Shield NFC:

#define SCK    13

#define MOSI   11

#define SS     10

#define MISO   12

PN532 nfc(SCK, MISO, MOSI, SS);

void setup()

{

  Serial.begin(9600);

  nfc.begin();

  nfc.SAMConfig();

}

void loop()

{

  // Contador es un array de bytes de tamaño 1, es necesario crear la variable de este modo ya que
  // el método que escribe la información espera recibir un puntero hacia el dato.

  byte contador[1];

  // Es la clave de acceso necesaria para acceder a cada sector de la memoria:

  byte keys[]= {0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF};

  uint32_t id = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);

  // Si se obtuvo un ID...

  if( id > 0 )

  {

    // Antes de hacer uso de la memoria es necesario autenticarse con la clave de acceso, para ello se
    // le pasa como parametro:

    // - El tipo de tarjeta, pudiendo elegir entre 1 o 2.

    // - El ID de dispositivo NFC al que queremos acceder a su memoria.
```

// - La dirección de memoria del bloque en el que se requiere autenticar, no se le indica el bloque que contiene la clave, si no al que se quiere acceder. El solo se usa para encontrar la clave correspondiente al bloque.

// - El tipo de clave, se puede elegir entre KEY\_A o KEY\_B.

// - La clave de arriba.

```
if( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x08, KEY_A, keys) )
```

```
{
```

```
// Una vez autenticados se lee en el bloque 0x08, 1 byte de memoria.
```

```
if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x08, contador) )
```

```
{
```

```
// Cada 255 lecturas de la tarjeta se resetea el contador:
```

```
if( contador[0] >= 255)
```

```
    contador[0] = 0;
```

```
// Se suma 1 al contador cada vez que se hace una lectura con la Shield:
```

```
    contador[0] += 1;
```

```
    Serial.print("Contador= "); Serial.println(contador[0]);
```

```
// Se escribe el nuevo valor del contador en el bloque 0x08:
```

```
    nfc.writeMemoryBlock(1, 0x08, contador);
```

```
    }
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    Serial.println("Clave incorrecta o error de lectura");
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
//Programación de transmisión y recepción de información mediante Arduino YÚN
```

La programación de esta etapa requiere de las librerías de NFC Shield y SPI ya mencionadas y a estas se agrega la librería de comunicación web.

- #include <Bridge.h>
- #include <HttpClient.h>//libreria para obtener datos de web
- #include <YunClient.h>//libreria para subir datos a la web

```

#include <PN532.h> //Librería Shield NFC

#include <SPI.h> // Librería Comunicación con otros dispositivos

#include <SoftwareSerial.h> // Librería de comunicación Serial

SoftwareSerial mySerial(9, 8); // RX, TX

#define Envio A0

#define Lectura A2

#define Escritura A4

#define SCK 13

#define MOSI 11

#define SS 10

#define MISO 12

PN532 nfc(SCK, MISO, MOSI, SS);

uint8_t written=0;

uint32_t id;

string var; En esta variable se almacenara los datos que se enviara al el servidor

Serial.println("Conectando Con El Servidor...");

    if (client.connect(server, 80))

        { // Conexion con el servidor

            // client.print("GET /tutoiot/iot.php?valor="); // Enviamos los datos por GET

            // client.println("GET /yun/accesomysqli.php?var=");    http://

192.168.0.5/yun/accesomysqli.php?var=3333

            Serial.println();

            Serial.println("dentro del bucle.....");

            client.print("GET /edgar/mod_usuario2.php?var=");

            client.print(var);

            client1.get("http://192.168.0.108/edgar/accesomysqli.php?var="+ String(converid));//se obtiene

información concerniente a la id DE UN USUARIO ESPECIFICO de la base de datos

            char rx[7]="";//"arduino"; //variable donde se va a almacenar los datos=valor obtenidos del

servidor

            hex=0x01;

            while (client1.available()) //MIENTRAS EL ARDUINO TENGA CONEXIÓN CON EL

SERVIDOR

```

```

        {
char c = client1.read();//LEEMOS LOS DATOS "ID,SALDO,TIPO" ALOJADOS EN EL
SERVIDOR

Serial.print(c);//IMPRIME LOS DATOS POR PANTALLA

                rx[i]=c;
                // Serial.print(rx[i],DEC);
                // Serial.print(" ");
                i++;
                if(i==6)//si no hay acceso sale del bucle
                {
                    goto FALLACONEXION;
                }
        }

if(nfc.writeMemoryBlock(1,0x08,rx)); //GRAVA LOS NUEVOS DATOS EN LA TAG
///PROCEDE A IMPRIMIR EN LCD LOS SALDOS:
lcd.setCursor(0, 1);    // posicion 0, Cursor a linea 2
lcd.print("Saldo Act: ");
lcd.setCursor(12, 1);    // posicion 12, Cursor a linea 2
lcd.print(a);
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(2, 0);    // posicion 2, Cursor a linea 1
lcd.print("TRANSACCION");
lcd.setCursor(3, 1);    // posicion 4, Cursor a linea 2
lcd.print("EXITOSA");
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);    // posicion 2, Cursor a linea 1
lcd.print("ESTOY LISTO PARA");
lcd.setCursor(4, 1);    // posicion 4, Cursor a linea 2
lcd.print("LEER");

```