



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE COBRO Y
RECARGA PREPAGO DE TARIFAS PARA EL SERVICIO DE
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO MEDIANTE UNA HMI
CONTROLADA POR nodeMCU”**

Trabajo de titulación

Tipo: DISPOSITIVO TECNOLÓGICO

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORA: ANA ESTEFANÍA MANTILLA PERDOMO

TUTOR: ING. EDWIN VINICIO ALTAMIRANO SANTILLÁN

Riobamba-Ecuador

2018

©2018, Ana Estefanía Mantilla Perdomo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE COBRO Y RECARGA PREPAGO DE TARIFAS PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO MEDIANTE UNA HMI CONTROLADA POR nodeMCU”, de responsabilidad de la señorita Ana Estefanía Mantilla Perdomo, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Julio Santillán C. VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.	_____	_____
Ing. Freddy Chávez. V DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.	_____	_____
Ing. Edwin Altamirano DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.	_____	_____
Ing. Jorge Paucar MIEMBRO DEL TRIBUNAL.	_____	_____

Yo, **Ana Estefanía Mantilla Perdomo** soy responsable de todos los resultados, ideas y modos expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ana Estefanía Mantilla Perdomo

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, José y Betty por ser un apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, siendo un pilar infaltable durante mis años de estudios, mientras me preparaba para ser una profesional, en especial a mi madre por aconsejarme en cada etapa de mi vida, siendo una madre y amiga, por no dejarme sola en los momentos difíciles que se presentaron.

A mis tías Betty y Gianina, por darme consejos en los momentos que lo necesité y brindarme su apoyo incondicional a pesar de la distancia.

A mis primos Leonardo y Geoconda, que me han apoyado durante el transcurso de mi carrera, en diferentes maneras para ayudarme a continuar estudiando sin rendirme en ningún momento.

A mis hermanos Elías, Claudia, Demian y a mis primos pequeños Theo y Janna, por alegrar mi vida con sus travesuras y sorpresas, regalándome sonrisas y momentos atesorados para mí en momentos de preocupación.

Ana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza para continuar, sin decaer ante las dificultades que se presentaron en el desarrollo de este trabajo de titulación.

A mi familia por darme su amor y apoyo incondicional en todo momento, estando a mi lado y aconsejándome cuando lo necesitaba.

A mis amigos, que estuvieron siempre a mi lado apoyándome, aconsejándome para no darme por vencida en ningún momento, durante el transcurso de la carrera y el desarrollo de este trabajo.

Quiero agradecer a mi director de trabajo de titulación Ing. Edwin Vinicio Altamirano y al miembro del tribunal Ing Jorge Luis Paucar, por brindarme su ayuda durante el desarrollo de éste trabajo, y con ello haber logrado culminar de manera satisfactoria el trabajo de titulación.

Ana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xx
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	
1.1 El Transporte Público.....	5
<i>1.1.1 El transporte público urbano en Ecuador.....</i>	<i>5</i>
1.2 Entidades de Regulación Tarifaria en Ecuador.....	6
1.3 Sistemas de Cobro Tarifario de Pasajes.....	7
<i>1.3.1 Sistema de Cobro Manual.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.2 Sistema Integrado de Cobro Electrónico.....</i>	<i>8</i>
1.4 Sistemas de Identificación con Tecnología RFID.....	10
<i>1.4.1 Principio de funcionamiento.....</i>	<i>10</i>
<i>1.4.2 Aspectos Técnicos.....</i>	<i>11</i>
<i>1.4.3 Aplicaciones.....</i>	<i>11</i>
1.5 Sistemas de Identificación con Tecnología NFC.....	12
<i>1.5.1 Principio de Funcionamiento.....</i>	<i>13</i>
<i>1.5.1.1 Funcionamiento en modo Pasivo.....</i>	<i>13</i>
<i>1.5.1.2 Funcionamiento en modo Activo.....</i>	<i>13</i>
<i>1.5.2 Modo de Operación.....</i>	<i>13</i>
<i>1.5.2.1 Modo de Operación Emulador de Tarjeta.....</i>	<i>14</i>
<i>1.5.2.2 Modo de Operación Lectura/Escritura.....</i>	<i>15</i>
<i>1.5.2.3 Modo de Operación Punto a Punto.....</i>	<i>16</i>
<i>1.5.3 Aspectos Técnicos.....</i>	<i>16</i>
<i>1.5.3.1 Tarjeta Mifare Classic 1K.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.4 Aplicaciones.....</i>	<i>20</i>
1.6 Tarjetas de Desarrollo Electrónico.....	20

1.6.1	Raspberry Pi	20
1.6.2	Seedstudio Tessel	21
1.6.3	Arduino	22
1.6.4	NodeMCU	22
1.6.4.1	<i>Principio de Funcionamiento</i>	23
1.6.4.2	<i>Aspectos Técnicos</i>	23
1.7	Protocolos de comunicación	24
1.7.1	Protocolo UART	25
1.7.2	Protocolo I2C	25
1.7.3	Protocolo SPI	26
1.8	HMI	27
1.9	Base de Datos	27
1.9.1	Software de Gestión de Base de Datos MySQL	28
1.10	Servidor Web	28
1.10.1	Lenguajes de programación	29
1.10.1.1	<i>HTML</i>	29
1.10.1.2	<i>PHP</i>	29
1.10.2	XAMPP	30
1.10.3	Sublime Text	30
1.10.4	000Webhost	30

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	
2.1	Requerimientos del sistema de cobro y recarga prepago	31
2.2	Estructura general del sistema	31
2.2.1	Módulos de sensado y cobro	32
2.2.2	Interfaz de Visualización de Información	33
2.2.3	Servidor y página Web	33
2.3	Selección de los dispositivos electrónicos	33
2.3.1	Selección del módulo de identificación inalámbrica	34
2.3.1.1	<i>Módulo PN532</i>	35
2.3.2	Selección de la tarjeta de desarrollo electrónico	36
2.3.3	Selección de Pantalla Táctil	38
2.3.4	Selección de la fuente de alimentación	41
2.4	Desarrollo hardware del prototipo	42
2.4.1	Conexión de NodemCU y el módulo PN532	42
2.4.1.1	<i>Reconocimiento de etiquetas NFC</i>	43

2.4.2	<i>Conexión de NodemCU y la pantalla Nextion</i>	43
2.5	Desarrollo software del prototipo	44
2.5.1	<i>Desarrollo del software de registro de información</i>	45
2.5.2	<i>Desarrollo de Interfaz de la pantalla Nextion</i>	46
2.5.3	<i>Desarrollo del software de cobro y recarga</i>	50
2.5.3.1	<i>Cobro tarifario de pasaje</i>	51
2.5.3.2	<i>Recarga Prepago de tarifas</i>	51
2.6	Diseño de la página Web	51
2.7	Diseño y construcción de la carcasa del prototipo	53
2.7.1	<i>Diseño de la carcasa del prototipo</i>	53
2.7.2	<i>Construcción de la carcasa</i>	54
2.8	Implementación del prototipo	54

CAPÍTULO III

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1	Distancia de lectura entre el lector NFC y las etiquetas	55
3.2	Tiempo de comunicación entre el prototipo y la base de datos	57
3.3	Proceso de cobro y recarga prepago de tarifas	57
3.3.1	<i>Proceso de cobro</i>	58
3.3.1.1	<i>Proceso de cobro del prototipo</i>	58
3.3.1.2	<i>Proceso de cobro actual en los buses de transporte público urbano</i>	59
3.3.2	<i>Proceso de Recarga</i>	61
3.4	Visualización en la página Web del cobro diario	62
3.5	Análisis de aceptación y beneficios del prototipo	63
3.5.1	<i>Encuestas Iniciales</i>	64
3.5.1.1	<i>Encuesta orientada a los usuarios de transporte público</i>	64
3.5.1.2	<i>Encuesta orientada a los choferes y cobradores del transporte público urbano</i>	80
3.5.2	<i>Encuestas Finales</i>	93
3.5.2.1	<i>Encuesta orientada a los usuarios de transporte público</i>	93
3.5.2.2	<i>Encuesta orientada a los choferes y cobradores del transporte público urbano</i>	100
3.6	Resultados de los requerimientos del prototipo	110
3.7	Análisis y resultados del Consumo de corriente	111
3.8	Análisis económico del prototipo	111
3.9	Análisis comparativo de costos entre dispositivos de cobro electrónico y el prototipo	112

CONCLUSIONES	113
--------------	-------	-----

RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Condiciones de cobro tarifario para pasajeros de transporte público urbano.....	7
Tabla 2-1:	Características de las tarjetas de cobro electrónico por provincias.....	9
Tabla 3-1:	Aspectos técnicos de la tecnología RFID.....	11
Tabla 4-1:	Aspectos técnicos de la tecnología NFC.....	17
Tabla 5-1:	Características de las líneas del bus SPI.....	27
Tabla 1-2:	Módulos con tecnología NFC disponibles en el mercado.....	34
Tabla 2-2:	Modo del switch del módulo PN532.....	35
Tabla 3-2:	Características del chip ESP8266EX.....	37
Tabla 4-2:	Características técnicas de NodeMCU.....	37
Tabla 5-2:	Características Gráficas de Nextion Touch Screen.....	39
Tabla 6-2:	Características Electrónicas de Nextion Touch Screen.....	39
Tabla 7-2:	Consumo de corriente del prototipo.....	41
Tabla 8-2:	Datos almacenados en la etiqueta NFC.....	46
Tabla 9-2:	Medidas de la carcasa.....	53
Tabla 1-3:	Mediciones del rango de lectura entre lector y etiqueta NFC.....	56
Tabla 2-3:	Tiempos de envío de datos desde el prototipo al servidor web.....	57
Tabla 3-3:	Número de cobros realizados con el prototipo.....	59
Tabla 4-3:	Promedio de cobros realizados del prototipo.....	59
Tabla 5-3:	Número de cobros realizados en un bus de transporte público.....	60
Tabla 6-3:	Promedio de cobros realizados en un bus.....	60
Tabla 7-3:	Recargas realizadas con el prototipo.....	61
Tabla 8-3:	Promedio de recargas realizados en un bus.....	62
Tabla 9-3:	Tipos de usuarios encuestados.....	65
Tabla 10-3:	Análisis de la pregunta 1 - encuesta 1.....	66
Tabla 11-3:	Análisis de la pregunta 2 - encuesta 1.....	66
Tabla 12-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 2.....	67
Tabla 13-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 2.....	68
Tabla 14-3:	Análisis de la pregunta 3 - encuesta 1.....	69
Tabla 15-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 3.....	69
Tabla 16-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 3.....	70
Tabla 17-3:	Análisis de la pregunta 4 - encuesta 1.....	71
Tabla 18-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 4.....	71
Tabla 19-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 4.....	72
Tabla 20-3:	Análisis de la pregunta 5 de la encuesta 1.....	73

Tabla 21-3:	Análisis de la pregunta 6 de la encuesta 1.....	74
Tabla 22-3:	Argumentos de la aceptación de la pregunta 6.....	74
Tabla 23-3:	Argumentos de rechazo de la pregunta 6.....	75
Tabla 24-3:	Análisis de la pregunta 7 de la encuesta 1.....	76
Tabla 25-3:	Argumentos de la aceptación de la pregunta 7.....	76
Tabla 26-3:	Argumentos de rechazo de la pregunta 7.....	77
Tabla 27-3:	Análisis de la pregunta 8 - encuesta 1.....	78
Tabla 28-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 8.....	78
Tabla 29-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 8.....	79
Tabla 30-3:	Análisis de la pregunta 1 - encuesta 2.....	80
Tabla 31-3:	Análisis de la pregunta 2 - encuesta 2.....	81
Tabla 32-3:	Análisis de la pregunta 3 - encuesta 2.....	82
Tabla 33-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 3.....	83
Tabla 34-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 3.....	84
Tabla 35-3:	Análisis de la pregunta 4 - encuesta 2.....	84
Tabla 36-3:	Análisis de la pregunta 5 - encuesta 2.....	85
Tabla 37-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 5.....	86
Tabla 38-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 5.....	87
Tabla 39-3:	Análisis de la pregunta 6 - encuesta 2.....	88
Tabla 40-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 6.....	89
Tabla 41-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 6.....	89
Tabla 42-3:	Análisis de la pregunta 7 - encuesta 2.....	90
Tabla 43-3:	Argumentos de la aceptación - pregunta 7.....	91
Tabla 44-3:	Argumentos de rechazo - pregunta 7.....	91
Tabla 45-3:	Análisis de la pregunta 8 - encuesta 2.....	92
Tabla 46-3:	Tipos de usuario encuestados.....	93
Tabla 47-3:	Análisis de la pregunta 1 - encuesta 3.....	94
Tabla 48-3:	Análisis de la pregunta 2 - encuesta 3.....	95
Tabla 49-3:	Análisis de la pregunta 3 - encuesta 3.....	96
Tabla 50-3:	Análisis de la pregunta 4 - encuesta 3.....	96
Tabla 51-3:	Análisis de la pregunta 5 - encuesta 3.....	97
Tabla 52-3:	Análisis de la pregunta 6 - encuesta 3.....	98
Tabla 53-3:	Análisis de la pregunta 7 - encuesta 3.....	99
Tabla 54-3:	Análisis de la pregunta 8 - encuesta 3.....	99
Tabla 55-3:	Análisis de la pregunta 1 - encuesta 4.....	100
Tabla 56-3:	Análisis de la pregunta 2 - encuesta 4.....	101
Tabla 57-3:	Análisis de la pregunta 3 - encuesta 4.....	102

Tabla 58-3: Análisis de la pregunta 4 - encuesta 4.....	102
Tabla 59-3: Análisis de la pregunta 5 - encuesta 4.....	103
Tabla 60-3: Análisis de la pregunta 6 - encuesta 4.....	104
Tabla 61-3: Análisis de la pregunta 7 - encuesta 4.....	105
Tabla 62-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 7.....	105
Tabla 63-3: Argumentos de rechazo - pregunta 7.....	106
Tabla 64-3: Análisis de la pregunta 8 - encuesta 4.....	107
Tabla 65-3: Análisis de la pregunta 9 - encuesta 4.....	107
Tabla 66-3: Análisis de la pregunta 10 - encuesta 4.....	108
Tabla 67-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 10.....	109
Tabla 68-3: Argumentos de rechazo - pregunta 10.....	109
Tabla 69-3: Cumplimiento de los requerimientos del prototipo.....	110
Tabla 70-3: Análisis de consumo de corriente del prototipo.....	111
Tabla 71-3: Costo del prototipo.....	111
Tabla 72-3: Costo de dispositivos y prototipo.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Sistema de Cobro Manual.....	8
Figura 2-1:	Dispositivo de cobro electrónico.....	9
Figura 3-1:	Esquema de un sistema con tecnología RFID.....	10
Figura 4-1:	Aplicaciones con la tecnología RFID.....	12
Figura 5-1:	Esquema de un sistema con tecnología NFC.....	12
Figura 6-1:	Modo Emulación de Tarjeta.....	15
Figura 7-1:	Modo Lectura/Escritura.....	15
Figura 8-1:	Modo Punto a Punto.....	16
Figura 9-1:	Organización de bloque en EEPROM.....	18
Figura 10-1:	Estructura del bloque de manufactura de la EEPROM.....	18
Figura 11-1:	Estructura del bloque de seguridad de sector de la EEPROM.....	18
Figura 12-1:	Configuración de los bits de acceso por sector de la EEPROM.....	19
Figura 13-1:	Estructura de los bloques de la EEPROM de una etiqueta Mifare 1K.....	19
Figura 14-1:	Distribución de pines de NodeMCU.....	24
Figura 15-1:	Conexión de protocolo UART.....	25
Figura 16-1:	Estructura de la trama de datos I2C.....	26
Figura 17-1:	Estructura de las señales del protocolo SPI.....	26
Figura 1-2:	Estructura general del sistema.....	32
Figura 2-2:	Diagrama de Bloques de la sección de módulos de sensado y cobro.....	32
Figura 3-2:	Diagrama de Bloques de la interfaz de visualización.....	33
Figura 4-2:	Diagrama de Bloques del servidor y página web.....	33
Figura 5-2:	Módulo PN532.....	35
Figura 6-2:	Módulo NodeMCU V2.....	36
Figura 7-2:	Pantalla Nextion Touch Screen.....	38
Figura 8-2:	Componentes de Nextion Touch Screen de 7 pulgadas.....	40
Figura 9-2:	Interfaz de Nextion Editor.....	41
Figura 10-2:	Batería Portátil de 11.1V.....	42
Figura 11-2:	Diagrama de conexión entre NodeMCU y PN532.....	42
Figura 12-2:	Lectura de Bloques de memoria de una etiqueta NFC.....	43
Figura 13-2:	Conexión entre NodeMCU y la pantalla Nextion.....	44
Figura 14-2:	Diagrama de flujo del programa de registro de información.....	45
Figura 15-2:	Diagrama de flujo de la interfaz Nextion.....	47
Figura 16-2:	Página de inicio de la interfaz de Nextion.....	48
Figura 17-2:	Página de visualización de datos de la interfaz de Nextion.....	48

Figura 18-2:	Página de visualización de opciones de recarga.....	49
Figura 19-2:	Diagrama de flujo del software de cobro y recarga prepago de tarifas.....	50
Figura 20-2:	Habilitación de servidor web y base de datos.....	52
Figura 21-2:	Diseño de la página web	52
Figura 22-2:	Diseño de carcasa en Solidworks.....	53
Figura 23-2:	Carcasa del prototipo de cobro y recarga.....	54
Figura 24-2:	Prototipo de cobro y recarga prepago de tarifa.....	54
Figura 1-3:	Código de lectura de las etiquetas NFC.....	55
Figura 2-3:	Bloque de memoria con información almacenada en hexadecimal.....	58
Figura 3-3:	Visualización de datos en la pantalla.....	58
Figura 4-3:	Interfaz de Recarga del prototipo.....	61
Figura 5-3:	Inicio de sesión en la página web.....	62
Figura 6-3:	Interfaz de ganancias generadas	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Error porcentual de la distancia de lectura.....	56
Gráfico 2-3:	Tipos de usuarios en el transporte público urbano.....	65
Gráfico 3-3:	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 1.....	66
Gráfico 4-3:	Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 1.....	67
Gráfico 5-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 2.....	68
Gráfico 6-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 2.....	68
Gráfico 7-3:	Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 1.....	69
Gráfico 8-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 3.....	70
Gráfico 9-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3.....	70
Gráfico 10-3:	Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 1.....	71
Gráfico 11-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 4.....	72
Gráfico 12-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3.....	73
Gráfico 13-3:	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 1.....	73
Gráfico 14-3:	Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 1.....	74
Gráfico 15-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 6.....	75
Gráfico 16-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 6.....	75
Gráfico 17-3:	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 1.....	76
Gráfico 18-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7.....	77
Gráfico 19-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7.....	77
Gráfico 20-3:	Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 1.....	78
Gráfico 21-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 8.....	79
Gráfico 22-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 8.....	80
Gráfico 23-3:	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 2.....	81
Gráfico 24-3:	Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 2.....	82
Gráfico 25-3:	Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 2.....	82
Gráfico 26-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 3.....	83
Gráfico 27-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3.....	84
Gráfico 28-3:	Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 2.....	85
Gráfico 29-3:	Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 2.....	86
Gráfico 30-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 5.....	87
Gráfico 31-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 5.....	88
Gráfico 32-3:	Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 2.....	88
Gráfico 33-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 6.....	89
Gráfico 34-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 6.....	90

Gráfico 35-3:	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 2.....	90
Gráfico 36-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7.....	91
Gráfico 37-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7.....	92
Gráfico 38-3:	Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 2.....	93
Gráfico 39-3:	Tipos de usuarios en el transporte público urbano.....	94
Gráfico 40-3:	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 3.....	95
Gráfico 41-3:	Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 3.....	95
Gráfico 42-3:	Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 3.....	96
Gráfico 43-3:	Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 3.....	97
Gráfico 44-3:	Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 3.....	98
Gráfico 45-3:	Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 3.....	98
Gráfico 46-3:	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 3.....	99
Gráfico 47-3:	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 3.....	100
Gráfico 48-3:	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 4.....	101
Gráfico 49-3:	Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 4.....	101
Gráfico 50-3:	Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 4.....	102
Gráfico 51-3:	Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 4.....	103
Gráfico 52-3:	Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 4.....	104
Gráfico 53-3:	Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 4.....	104
Gráfico 54-3:	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 4.....	105
Gráfico 55-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7.....	106
Gráfico 56-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7.....	106
Gráfico 57-3:	Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 4.....	107
Gráfico 58-3:	Resultados de la pregunta 9 de la encuesta 4.....	108
Gráfico 59-3:	Resultados de la pregunta 10 de la encuesta 4.....	108
Gráfico 60-3:	Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 10.....	109
Gráfico 61-3:	Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 10.....	110
Gráfico 62-3:	Análisis comparativo de costos.....	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Margen de error porcentual.....	55
Ecuación 2-3: Cálculo de la muestra.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Código de lectura de bloques de memoria de una etiqueta NFC

Anexo B: Código de registro de información y saldo en la etiqueta NFC

Anexo C: Código de cobro y recarga prepago

Anexo D: Código de diseño de la página web

Anexo E: Encuesta inicial enfocada al usuario

Anexo F: Encuesta inicial enfocada a los choferes y cobradores

Anexo G: Encuesta final enfocada a los usuarios

Anexo H: Encuesta final enfocada a los choferes y cobradores

ÍNDICE DE ABEVIATURAS

LOTTTSV:	Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial
ANT:	Agencia Nacional de Tránsito
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado
LED:	Light-emitting Diode (Diodo emisor de luz)
LCD:	Pantalla de cristal líquido
RFID:	Radio Frequency Identification (Identificación por radiofrecuencia)
TAG:	Tarjeta, pulsera o llavero con tecnología RFID o NFC
LF:	Low Frequency (Baja Frecuencia)
HF:	High Frequency (Alta Frecuencia)
UHF:	Ultra High Frequency (Ultra Alta Frecuencia)
Hz:	Hercio
NFC:	Near Field Communications (Comunicación de corto alcance)
ISO:	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
IEC:	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
EEPROM:	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable y borrable eléctricamente)
USB:	Universal Serial Bus (Bus Serial Universal)
HMI:	Human Machine Interface (Interfaz Hombre/Máquina)
Wi-Fi:	Wireless Fidelity (Fidelidad Inalámbrica)
SD:	Secure Digital (Seguridad Digital)
GND:	Tierra para circuitos eléctricos y electrónicos
GPIO:	General Purpose Input/Output (Entrada/Salida de propósito general)
SPI:	Serial Peripheral Interface (Interfaz Periférico Serial)
UART:	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (Receptor/Transmisor Asíncrono Universal)
I2C:	Inter-Integrated Circuit (Circuito Interintegrado)
TX:	Transmisión de datos
RX:	Recepción de datos
DTE:	Data Terminal Equipment (Equipo Terminal de datos)
DCE:	Data Communications Equipment (Equipo de comunicación de datos)
SDA:	Serial Data (Dato Serial)
SCL:	System Clock (Sistema de reloj)

Kbs:	Kilo bit por segundo
SCLK:	Clock (Señal de reloj)
MOSI:	Master Output Slave Input (Salida del maestro-Entrada al esclavo)
MISO:	Master Input Slave Output (Entrada del maestro-Salida del esclavo)
SS:	Select (Seleccionador de esclavo)
bps:	bit por segundo
PHP:	Hypertext Preprocessor (Procesador de Hipertexto)
HTML:	HyperText Markup Language (Lenguaje de marcas de Hipertexto)
IP:	Dirección de un dispositivo en la red
MHz:	Mega Hercio
V:	Voltios
mA:	Mili amperios
HSU:	High Speed UART (Alta velocidad de transmisión UART)
SoC:	System on chip (Sistema de un chip)
TFT:	Thin Film Transistor (Transistor de película delgada)
IoT:	Internet of Things (Internet de las cosas)
UID:	Número único de identificación de una etiqueta NFC o RFID
Cm:	Centímetro
Min:	Minuto
a.m:	Antes del medio día
p.m:	Después del medio día

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue implementar un sistema de cobro y recargas prepago mediante una hmi controlada por NodeMCU basado en la tecnología de identificación inalámbrica. Se investigaron las diferentes tecnologías, tarjetas de desarrollo y lectores NFC para definir las características más relevantes. Se conforma por el módulo de sensado y cobro, la interfaz de visualización, el servidor y página web en donde se muestra las ganancias generadas de la unidad de transporte. Para la selección de los componentes del prototipo se analizó las características técnicas y funcionales de los componentes, por lo que se escogió la tecnología de identificación NFC por ser de corto alcance cuya frecuencia única de funcionamiento es de 13,56 MHz y NodeMCU por su integrado Wi-Fi. El funcionamiento del sistema está basado en la identificación de una etiqueta mediante un lector NFC, que es el encargado de enviar la información contenida en las memorias de las etiquetas al NodeMCU para realizar el proceso de cobro o recarga, para posteriormente visualizar la información en la pantalla hmi, en la página web se visualiza los cobros realizados en el día y tiene la opción para descargar el reporte, tomando en cuenta que para acceder a la página se debe contar con un registro de usuario y contraseña. De las pruebas realizadas se determinó que el tiempo de cobro es de 2.5 segundos y de 0,98 segundos la recarga. Se concluye que el prototipo beneficia tanto a usuarios como a choferes y cobradores en el pago de tarifas, control de ganancias, seguridad y ahorro de tiempo para ambas partes. Para la alimentación de los elementos que componen el circuito se debe utilizar un regulador de 5V para asegurar que el voltaje sea el adecuado y no correr riesgos de daño en los componentes.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA>, <IDENTIFICACIÓN INALÁMBRICA>, <TRANSPORTE PÚBLICO URBANO>, <COBRO ELECTRÓNICO>, <HTML (LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN)>, <PHP (LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN)>, <HMI (INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA)>

ABSTRACT

The objective of this titling work was to implement a prepaid charging and recharging system through an HMI controlled by NodeMCU based on wireless identification technology. The different technologies, development cards, and NFC readers were researched to define the most relevant characteristics. It consists of a sensed and charged module, the visualization interface, the server and web page where the generated gains of the transportation unit are shown. The technical and functional characteristics of the components were analyzed for the selection of the components of the prototype, so the NFC identification technology was chosen because it is short-range with a unique operating frequency of 13.56 MHz and NodeMCU for its integrated Wifi. The operation of the system is based on the identification of a label through an NFC reader, which is responsible for sending the information contained in the memories of the labels to the NodeMCU to perform the charging or recharging process, to later visualize the information in the HMI screen, the website displays the collections made during the day and has the option to download the report, taking into account that to access the page you must have a user registration and password. From the tests carried out, it was determined that the charging time is 2.5 seconds and 0.98 seconds the recharge. It is concluded that the prototype benefits both users and drivers and collectors in the payment of fees, control of profits, security and time savings for both parties. For the elements power that makes up the circuit, a 5V regulator must be used to ensure that the voltage is adequate and do not take risks of damage to the components.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <ENGINEERING AND ELECTRONIC TECHNOLOGY>, <WIRELESS IDENTIFICATION>, <URBAN PUBLIC TRANSPORT>, <ELECTRONIC COLLECTION>, <HTML (HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE)>, <PHP (HYPERTEXT PREPROCESSOR)>, <HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)>

INTRODUCCIÓN

La congestión que se genera a la subida de los autobuses de transporte público en el país, es motivo de incomodidad para los usuarios de dicho servicio; a esta situación, se adicionan problemas relacionados a las tarifas de cobro estándar y de cobro diferencial, aplicado para las personas de la tercera edad, personas con discapacidad y estudiantes.

En el presente trabajo se implementó un sistema electrónico con tecnología NFC, que realice el cobro de servicio en los autobuses de transporte público urbano de forma eficiente, eliminando el manejo de dinero, ofreciendo una interfaz de fácil manejo para el usuario.

ANTECEDENTES

Las cooperativas de transporte pierden dinero, debido a que los controladores olvidan cobrar la tarifa correspondiente a los pasajeros, debido a la cantidad que se suben a las unidades, o por el hecho de olvidar a quien se debe de cobrar el pasaje. Esto hace que los usuarios se quejen del exceso de pasajeros en los buses, la falta de unidades, el maltrato, el largo viaje y la vetustez de los buses.(El Comercio, 2014b)

Hay demasiadas críticas y quejas. Un 70% de los ecuatorianos se moviliza en el transporte mal llamado público. Lo justo y exacto debería ser llamarlo servicio privado de transporte. Cada día es una queja distinta y la situación ni se mejora y mucho menos alcanza el nivel de excelencia que exige la ciudadanía. Los responsables directos del control de la calidad del servicio ahora son los cabildos de las ciudades y al parecer no constituye su prioridad.(eltelégrafo, 2016)

El mal servicio que se recibe por parte de los choferes y cobradores de las unidades de transporte público, es motivo de quejas a diario, ocasionando discusiones y en muchos casos enfrentamientos.

Los servicios de transporte público al no tener un sistema integral de recaudación, genera problemas con el cobro de tarifas e incluso irregularidades en dichos cobros, esto es, debido a la falta de un control permanente de esto, con lo cual muchos cobradores y choferes se aprovechan de la situación para cobrar tarifas altas que no se encuentran reguladas.

Los sistemas electrónicos de control de tarifado, son una opción conveniente y adecuada, que permite mantener un orden para el cobro del servicio además de brindar comodidad tanto a los usuarios como a los choferes, cobradores y dueños de los autobuses.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar un prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas para el servicio de transporte público urbano mediante una HMI controlada por NodeMCU?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué parámetros influyen en el control de tarifado en los autobuses de transporte público?

¿Cuáles son los requerimientos que debe cumplir el sistema electrónico implementado?

¿Qué hardware y software se adapta a los requerimientos del prototipo?

¿Qué beneficios ofrece el sistema electrónico aplicado para el control de tarifado al problema de congestión generado en el proceso de cobranza en los autobuses de transporte público urbano?

JUSTIFICACIÓN

Justificación Teórica

Uno de los problemas habituales en el proceso de cobro en los autobuses de transporte público urbano, es la congestión en las puertas debido a la lentitud del proceso, así como de la mala atención por parte del chofer y cobrador, lo que hace necesario el desarrollo de un método que evite cualquier situación que genere molestias a los usuarios.

Un sistema electrónico de control de tarifado, permite agilizar el proceso de cobranza, optimizando las condiciones de atención a los usuarios, garantizando un correcto cobro de la tarifa estimada de acuerdo al tipo de usuario, a partir de los requerimientos del prototipo, definidos en función de los parámetros que intervienen en el proceso de cobranza.

Los sistemas de recaudación electrónicos permiten eliminar el problema de manejar dinero en los buses, que los convierte en blancos de la delincuencia, ya que todo se maneja mediante registro electrónico.

Justificación Aplicativa

Con la implementación del prototipo propuesto se pretende mejorar la calidad del cobro tarifado del transporte público urbano, utilizando una HMI (Interfaz Hombre-Máquina), con la finalidad de mostrar una interfaz amigable y de fácil manejo para el cobro de pasajes de acuerdo al tipo de usuario, así como de la disponibilidad de recarga de la Tag dependiendo de la necesidad del usuario.

El proyecto a desarrollar, utilizará un módulo NodeMCU que posee un integrado para comunicación Wi-Fi incorporado, el cual permitirá definir los parámetros y opciones que podrá manejar el usuario a través de la HMI, además del manejo de la base de datos para registro de las tags de los usuarios. Para luego, mediante la tecnología NFC realizar el cobro de la tarifa.

Los dispositivos electrónicos para recaudación en los sistemas de transporte urbano aplicados en el país, no permiten al usuario conocer el saldo que disponen en el dispositivo de cobro o tag, por lo que mostrar dicha información y emitir un mensaje de advertencia de finalización de saldo en la tarjeta o llavero, permite al usuario llevar un mejor control del mismo, y poder realizar la recarga pertinente cuando el caso lo requiera.

El prototipo será portable, ya que tendrá una fuente de alimentación propia que permitirá su funcionamiento, sin depender de fuentes externas; además éste se mostrará como una opción eficiente a bajo costo, utilizando dispositivos electrónicos de calidad y económicos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas para el servicio de transporte público urbano mediante una HMI controlada por NodeMCU.

Objetivos Específicos

- Identificar los parámetros que influyen en el control de tarifado en los autobuses de transporte público.
- Definir los requerimientos que debe cumplir el sistema electrónico implementado.

- Escoger el hardware y software que se adapte a los requerimientos del prototipo.

- Determinar los beneficios que ofrece el sistema electrónico aplicado para el control de tarifado al problema de congestionamiento generado en el proceso de cobranza en los autobuses de transporte público urbano.

- Realizar las pruebas respectivas de comprobación de resultados, para la verificación del correcto funcionamiento el prototipo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contiene la información relacionada al funcionamiento de un sistema integrado de cobro y recarga prepago, descripción de los elementos y tecnologías involucradas.

Condiciones en las que debe operar el sistema de cobro en los buses de transporte público urbano, en función de los parámetros de cobranza estimado por el reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial del Ecuador, desarrollada por la Agencia Nacional de Tránsito.

1.1 El Transporte Público

Los sistemas de movilidad existentes, permiten el desplazamiento de las personas de un lugar a otro, dependiendo de la necesidad que presente el usuario o pasajero; lo cual convierte a los sistemas de transporte público en un sistema de movilidad con una demanda creciente.

El servicio de transporte público urbano es el componente clave para la movilidad en las ciudades, ya que este ofrece flexibilidad, accesibilidad y un sustento en la economía. En la actualidad se muestra como la opción más sustentable en el área de movilización urbana, marcando una tendencia de ampliación en las redes de transporte público, bajo condiciones de funcionamiento determinadas por departamentos gubernamentales o similares.

1.1.1 El transporte público urbano en Ecuador

El panorama del sistema de transporte público urbano en Ecuador, es motivo de preocupación y molestia, debido a la falta de unidades así como de las irregularidades en el cobro de pasajes, los cuales están regulados por la Agencia Nacional de Tránsito y el Gobierno Autónomo Descentralizado de cada provincia.

Cada provincia presenta una red de movilización diferente, que depende de la demanda del servicio; no obstante, las falencias en los autobuses es evidente con respecto al servicio de cobro, que en muchas ocasiones suele ser molesto, demorado e incluso abusivo.

La lucha de los transportistas por sumar ingresos, conlleva a una carrera entre autobuses para ganar la mayor cantidad de pasajeros, lo que genera una congestión en dichos autobuses, ocasionando que el trato directo al usuario sea malo e irrespetuoso. A esto, se suma el mal cobro de las tarifas de pasaje para los usuarios, que en muchas ocasiones pagan más de lo debido o pierden dinero, debido al cambio de efectivo que olvida entregar el cobrador.(El Comercio, 2018)

Las mejoras que se han implementado para el cobro de pasajes en varias ciudades como Guayaquil, Cuenca y Loja, contemplan las condiciones de rapidez y calidad que debe cumplir un sistema de cobro integrado, aunque las mejoras son parte del crecimiento con una proyección a nuevas mejoras.

1.2 Entidades de Regulación Tarifaria en Ecuador

En Ecuador la entidad encargada de la regulación y control de cumplimiento de las leyes y reglamentos de tránsito y transporte terrestre es la Agencia Nacional de Tránsito, que es la entidad que desempeña dichas obligaciones, con el fin de mejorar el sector de transporte a nivel nacional, considerando la demanda del servicio de transporte en las diferentes provincias del país.

La ANT ha sido la encargada del desarrollo de la Ley de Transporte Terrestre LOTTTSV y del reglamento para el cumplimiento de ésta ley, para asegurar la integridad de aquellos que están relacionados en el servicio de transporte o uso del mismo.

En la LOTTTSV, figuran los parámetros correspondientes a los deberes y obligaciones de los transportistas y demás individuos que se encuentren ofreciendo un servicio de transporte de toda clase como se definen en el artículo 51; además se contempla los derechos y obligaciones de los usuarios de éste medio de transporte en el artículo 48, que aumenta su demanda cada año, lo que genera cambios en las condiciones de funcionamiento de dichos medios.

En consecuencia, en el país se rige con la LOTTTSV modificada el 31 de Diciembre de 2014 por la ANT, manteniendo el reglamento de cumplimiento de la ley modificado el 25 de Junio de 2012, en donde se señala las condiciones de tarifa estándar y preferencial para los usuarios del transporte público urbano.

Las condiciones para el cobro tarifario de pasajes a usuarios del transporte público urbano que figuran en el artículo 46 del reglamento de la LOTTTSV, se muestra en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Condiciones de cobro tarifario para pasajeros de transporte público urbano

Pasajero/ Usuario	Condiciones de usuario	Condiciones de validación para tarifa
Estándar	Toda persona que excepta de la condición preferencial	Presentación de cédula de identidad.
Preferencial (50%)	Personas con discapacidad	Personas que cuenten con carné o registro en el Consejo Nacional de Discapacidades.
	Estudiantes de nivel básico y bachillerato	Personas que presenten el carné estudiantil que entrega el Ministerio de Educación.
	Niños, niñas y adolescentes	Los niños, niñas y adolescentes no están en obligación de presentar algún documento que certifique su edad.
	Personas de la tercera edad	Personas que acrediten su edad mediante la presentación de la cédula de identidad u otro documento que certifique su condición como tal.

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito, 2012

En función de las condiciones de cobro tarifario establecido por la ANT y expedido por la Asamblea Nacional, la intervención de los GAD de las diferentes provincias, ciudades y cantones, tiene que establecer el valor de cobro tarifario de pasajes en los autobuses de transporte público urbano, que debe presentarse mediante informe con un oficio dirigido a la ANT para su correspondiente estudio y/o aprobación.

Una vez aprobada la petición pasa a registrarse en las entidades ya mencionadas junto con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para mantener en revisión anual, para constatación de su cumplimiento.

1.3 Sistemas de Cobro Tarifario de Pasajes

En Ecuador las modalidades de cobranza de pasajes en los autobuses de transporte público urbano, se dividen en dos tipos que han sido implementados:

- Sistema de Cobro Manual
- Sistema Integrado de Cobro Electrónico

1.3.1 Sistema de Cobro Manual

En la mayoría de las provincias del Ecuador se maneja la modalidad de cobro manual de los pasajes, esto es, que en cada unidad de transporte se cuenta con un cobrador o controlador que realiza el cobro de la tarifa de pasaje a los usuarios del autobús. En algunas ocasiones el chofer también realiza el trabajo de cobrador, lo cual hace que el proceso de abordaje al autobús y cobranza sea lento e ineficiente, para los usuarios como para el chofer, como se observa en la figura 1.1.



Figura 1-1: Sistema de Cobro Manual

Fuente: eltelégrafo, 2017

Dependiendo del efectivo que se entregue para el pago de pasajes en un determinado autobús, se recibe el cambio en el momento del cobro o en el transcurso de movilización de la unidad. Es importante mencionar que no siempre se recibe el cambio por el pago del pasaje debido al descuido del cobrador, ocasionado por la cantidad de pasajeros en el autobús o por olvido de saber a quién se debe entregar el cambio de efectivo.

1.3.2 Sistema Integrado de Cobro Electrónico

Los sistemas integrados de cobro electrónico en las unidades de transporte público urbano en Ecuador, han sido implementados en las ciudades de Loja, Cuenca, Santa Elena, próximamente se implementará esta modalidad en las ciudades de Quito y Guayaquil.

El dispositivo de cobro electrónico utiliza tecnología NFC, para detectar las tarjetas de cobro que adquieren los usuarios. Se enciende un led verde en caso de realizar el cobro correspondiente, caso contrario se encenderá un led rojo; adicionalmente, poseen un pantalla LCD para visualizar el valor de cobro o únicamente un mensaje para notificar el cobro.

Las compañías encargadas de implementar estos sistemas son nacionales, como es el caso de KRADAC, una compañía de tecnología de vanguardia de la ciudad de Loja que gestiona el sistema de cobro SITU denominado Sistema Integrado de Recaudo, como se muestra en la figura 2-1.(Kradac, 2018)



Figura 2-1: Dispositivo de cobro electrónico

Fuente: El Comercio, 2014a

Las tarjetas del sistema de cobro electrónico en cada ciudad, presentan algunas diferencias como un diseño simple, mientras que otra presenta un diseño personalizado. Las diferencias se muestran en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Características de las tarjetas de cobro electrónico por provincias

	Modalidad de Tarjeta	Costo de Adquisición	Valor incluido	Logo
Cuenca	Estándar	\$ 1.75	\$ 0.30	Movilízate
Loja	Estándar	\$ 2.00	\$ 0.30	SITU
Santa Elena	Personalizada	\$ 4.00	\$ 0.30	Citse

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: eltelégrafo, 2018

Actualmente en el país, se está impulsando el manejo de dinero electrónico, que incluye cualquier sistema de pago que involucre un medio digital, lo cual es una excelente opción para ampliar el uso del cobro electrónico integrado. De esta forma se incluirían las tarjetas de prepago, tarjetas de crédito o monederos electrónicos, entre otros.(economipedia, 2015)

El sistema de cobro electrónico ha sido una mejora eficiente para cada ciudad en la que fue implementado, aunque aún presenta algunos problemas de aceptación debido a la cultura predominante de pagar con dinero en efectivo el pasaje. El manejo de una tarjeta electrónica, es una excelente forma de eliminar el dinero en efectivo para el pago del servicio de transporte público urbano y agilizar el proceso de pago para el usuario.

1.4 Sistemas de Identificación con Tecnología RFID

Un sistema de identificación con RFID es una tecnología de comunicación entre un lector y una etiqueta, en la que se establece una comunicación por radiofrecuencia para la recepción de datos almacenados en las etiquetas RFID, permitiendo la lectura/ escritura, sólo lectura, dependiendo de las condiciones para las que vaya a ser utilizada la tecnología de radiofrecuencia, como se muestra en la figura 3-1.

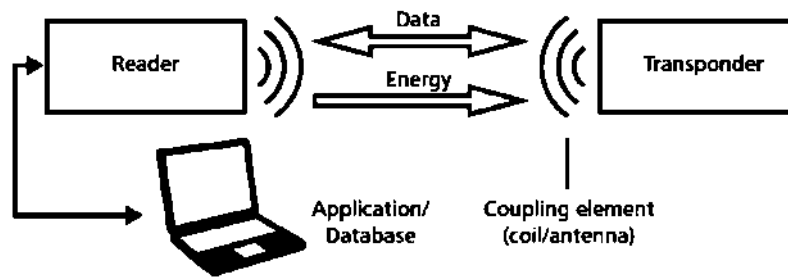


Figura 3-1: Esquema de un sistema con tecnología RFID

Fuente: HellermannTyton, 2018

La tecnología RFID es considerada la sucesora de la tecnología de lectura por código de barras o de lectores magnéticos, ya que esta utiliza la radiofrecuencia para la transferencia de información, mediante la comunicación entre un lector y una etiqueta denominada TAG, que puede presentarse como tarjeta, llavero o pulsera.

1.4.1 Principio de funcionamiento

Para el funcionamiento de un sistema con tecnología RFID es necesario la presencia de un lector y una etiqueta, para establecer la comunicación básica, para la transferencia de información, considerando que se debe configuración por ambas partes la frecuencia de trabajo, ya que a diferentes frecuencias, la pérdida de información es más probable por la pérdida de sincronismo en la comunicación establecida.

Cuando establece la comunicación mediante radiofrecuencia, el lector espera que la etiqueta detecte la señal emitida, mediante el microchip con la antena que se encuentra incrustada de forma interna en un extremo de la etiqueta, para que transfiera la información ya sea para sólo lectura o para lectura/escritura.

1.4.2 Aspectos Técnicos

Los aspectos técnicos de los dispositivos RFID, se describe en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Aspectos técnicos de la tecnología RFID

Frecuencia	LF (120-134)KHz	HF (13.56)MHz	UHF (850-960)MHz
Distancia de Lectura	0,5-1 m	<1m	> 3m
Cose	Alto	Medio	Bajo
Penetración en materiales	Excelente	Muy Buena	Pobre
¿Le afecta el agua?	No	No	Sí
Tipo de antena	Bobina inductiva	Bobina inductiva	Dipolo (plancha metálica)
Tipo de elemento	Pasivo	Pasivo	Activo/Pasivo
Transmisión de datos	Más lento	Lento	Rápido
Anticolisión	Pobre	Buena	Muy Buena
Aplicaciones	Control de acceso, identificación, llaves de acceso a vehículo	Farmacia, librerías, transporte, aplicaciones de pago	Trazabilidad de paquetes, automatización industrial

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: FQ, 2014

Conociendo las características de operación de la tecnología RFID, se puede escoger la mejor opción, considerando los propósitos que se pretenden lograr con la aplicación de ésta tecnología en un determinado sistema.

1.4.3 Aplicaciones

Los sistemas de identificación inalámbricos, son los más solicitados en la mayoría de áreas existentes en el mercado, como son: pago de compras, monederos electrónicos, tarjetas electrónicas, todos bajo el concepto de manejo de seguridad mediante tecnología, con resguardo de dinero en efectivo por dinero electrónico.

En la figura 4-1 se muestran las diferentes aplicaciones de la tecnología RFID.



Figura 4-1: Aplicaciones con la tecnología RFID

Fuente: González, 2014

Más allá, de aplicaciones puramente financieras, se proyecta a más campos, como es a nivel de industrias o empresas para el control de asistencia de empleados o registro de vehículos en parqueaderos.

1.5 Sistemas de Identificación con Tecnología NFC

Es un sistema inalámbrico de corto alcance, destinado a la comunicación de dos aparatos para el intercambio de información con la misma tecnología, ahorrando tiempo y esfuerzo, permitiendo el desarrollo de sistemas eficientes y seguros, dependiendo de los requerimientos que deba cumplir un determinado sistema, sabiendo en qué modo de operación va a funcionar las etiquetas y lectores de NFC, en la figura 5-1 se muestra el esquema general de un sistema NFC.(OCU, 2013)



Figura 5-1: Esquema de un sistema con tecnología NFC

Fuente: Plintec Ltda., 2014

La tecnología NFC es un sistema Wireless (sin cable), basado en el RFID y en otras tecnologías de identificación e interconexión sin contacto para la transmisión de datos. Cuando se menciona el esquema NFC, se trabaja con la capacidad de los dispositivos para establecer radio comunicación con otros dispositivos bajo las condiciones de NFC haciendo tan sólo que se aproximen.(FQ, 2015a)

1.5.1 Principio de Funcionamiento

Para que un sistema NFC funcione se requiere como mínimo de un lector de dispositivo NFC y una etiqueta NFC o RFID, y con ello cuando el lector identifique la etiqueta, éste emite una señal de radio de corto alcance que será detectado por el microchip junto a la antena insertada en la etiqueta; para luego, leer los datos almacenados en la etiqueta y realizar el proceso de intercambio de información, lectura o escritura, entre otras aplicaciones.

Muchos de los lectores NFC poseen incorporada la antena para la emisión de la señal de radiofrecuencia que es receptada por la antena que tiene la etiqueta NFC en su interior junto al microchip, lo que facilita la comunicación entre los dispositivos, disminuyendo los intermediarios para el entorno de comunicación.

1.5.1.1 Funcionamiento en modo Pasivo

En el funcionamiento pasivo, el dispositivo que establece la comunicación será el que genere el campo magnético que recepta el otro dispositivo para el intercambio de datos, lectura o escritura. En otras palabras, siempre será primero el dispositivo que genera la comunicación para formar el escenario del sistema NFC.

1.5.1.2 Funcionamiento en modo Activo

En el modo activo, cualquiera de los dispositivos puede ser el primero en establecer la comunicación, ya que ambos poseen la capacidad de generar el campo magnético necesario en torno a él, para que la etiqueta lo detecte y con ello transferir los datos.

1.5.2 Modo de Operación

Todos los dispositivos NFC operan bajo el protocolo digital, en el cual la información se maneja en bytes, contienen valores hexadecimales almacenados en las etiquetas, pueden ser modificados o simplemente identificados por el lector o iniciador.

El estándar que maneja la tecnología NFC es el estándar de tarjetas de identificación sin contacto o de proximidad ISO/IEC 14443, la cual establece los límites de interoperabilidad entre los diferentes dispositivos NFC y entre los dispositivos NFC que compartan características propias de funcionamiento, las especificaciones cubren la interfaz en modo digitalizado, así como la transmisión half-duplex del dispositivo NFC para intercambiar datos.(FQ, 2015b)

La distancia de sensado de los dispositivos NFC no superan los 15 cm, a diferencia de los dispositivos RFID que alcanzan distancia de hasta 10 m; no obstante, es importante establecer que NFC surgió a partir de RFID, siendo una versión mejorada que permite un mayor control en las aplicaciones que se desarrollan utilizando dicha tecnología.

Considerando los parámetros de operación de los dispositivos NFC, se establecen varios modos de operación como son: lectura/escritura, punto a punto, emulador de tarjeta, los cuales dependen de la capacidad que posean las etiquetas y el lector.

1.5.2.1 Modo de Operación Emulador de Tarjeta

En este modo implica que un Smartphone puede funcionar como una etiqueta NFC, ya sea que el teléfono se encuentre encendido o apagado, con la cual puede realizar pagos de transporte, compras a crédito, similares, que podrían ser sustituidas por una etiqueta NFC, pero más bien es aprovechado por el modo de emulación de tarjeta que ofrecen ciertos teléfonos con capacidad para soportar NFC en ellos.

En la figura 6-1 se muestra el esquema de funcionamiento en modo emulación de tarjeta.

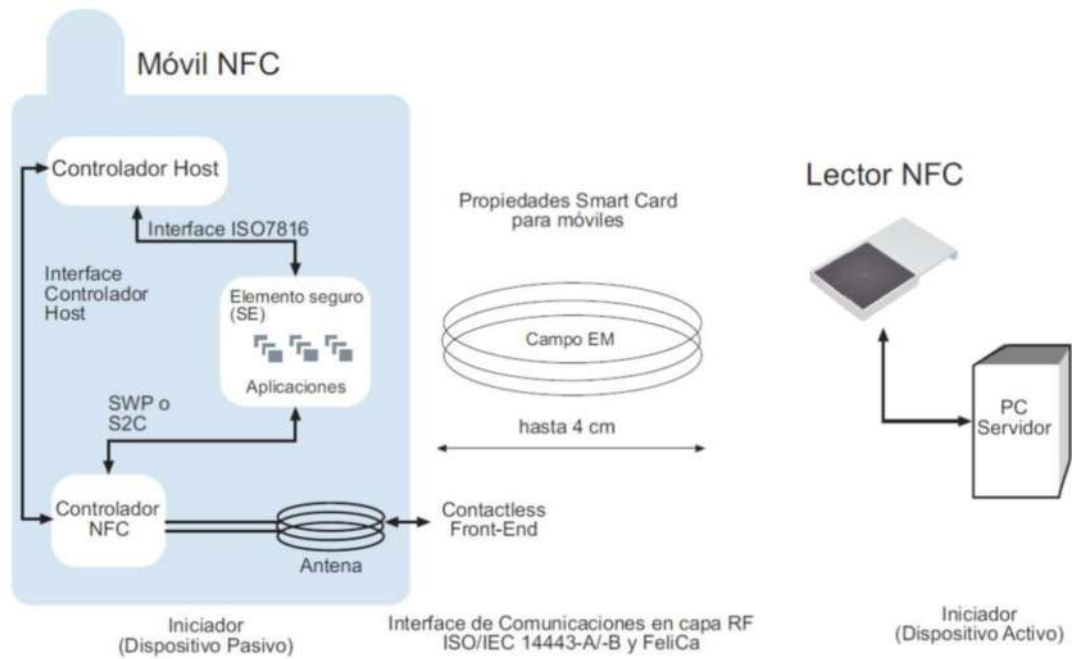


Figura 6-1: Modo Emulación de Tarjeta

Fuente: FQ, 2015b

1.5.2.2 Modo de Operación Lectura/Escritura

El modo de lectura/escritura, es el escenario básico de un sistema NFC para funcionar, que consiste de un iniciador o lector que emite la señal de radiofrecuencia mediante el campo magnético que genera en torno a él, para ser detectado por la antena de la etiqueta, que transmitirá los datos que tenga almacenados en ella, así como las operaciones relacionados a los datos que se encuentren en intercambio a una velocidad de transmisión de 106 kbps, como se muestra en la figura 7-1.



Figura 7-1: Modo Lectura/Escritura

Fuente: Regueira, 2016

1.5.2.3 Modo de Operación Punto a Punto

La modalidad punto a punto permite a dos dispositivos NFC intercambiar información almacenada en cada uno de ellos, de forma fácil mediante aproximación de corto alcance. La comunicación formada es en modo activa ya que ambos crean el campo magnético que detectará el otro. Por otra parte la comunicación se realiza de forma bidireccional half-duplex a una velocidad de transmisión de 424 kbps, como se muestra en la figura 8-1.(FQ, 2015b)

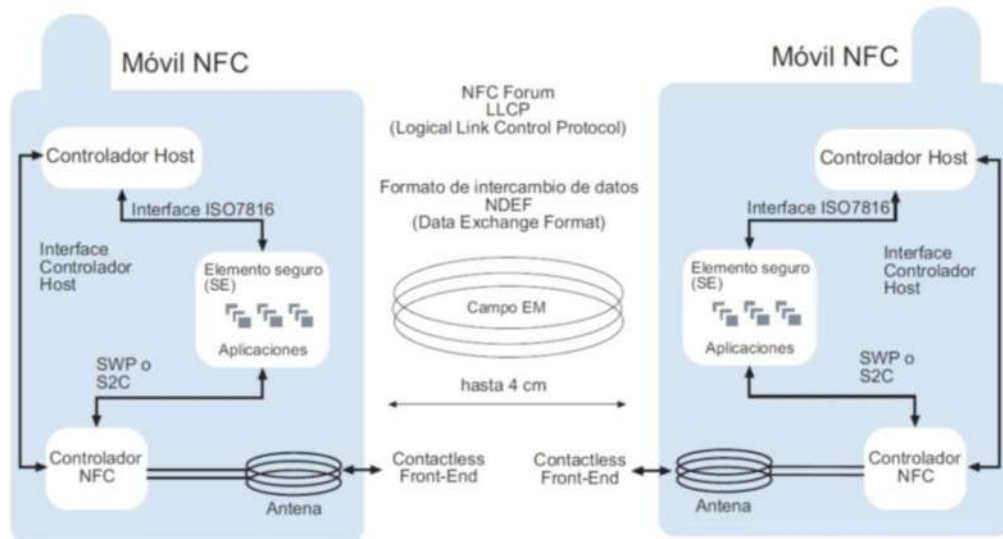


Figura 8-1: Modo Punto a Punto

Fuente: FQ, 2015b

1.5.3 Aspectos Técnicos

Los aspectos técnicos para el funcionamiento de los dispositivos NFC, están en función de las etiquetas NFC, ya que dependiendo del tipo de etiqueta se tendrá una disponibilidad de memoria y alcance, a la cual el lector debe ajustarse para un mayor rendimiento.

Se debe considerar que NFC trabaja en un único rango de frecuencia de 13,56 MHz, lo cual facilita la comunicación con cualquier tipo de etiqueta NFC, sin correr el riesgo de perder sincronismo por alguna de las partes.

Los aspectos técnicos se detallan en la tabla 4-1.

Tabla 4-1: Aspectos técnicos de la tecnología NFC

Tipos de tarjeta	NTAG 203	Ultralight	Ultralight C	Mifare Classic 1K
Capacidad de memoria	168 bytes	64 bytes	192 bytes	1024 bytes
Memoria útil	137 bytes	46 bytes	137 bytes	716 bytes
Longitud de textos	130 carac	39 carac	130 carac	709 carac
Longitud de URL	132 carac	37 carac	132 carac	256 carac
Compatibilidad con móviles	Sí	Sí	Sí	No con todos
Usos frecuentes	Chip perfecto para todo tipo de aplicaciones	URL, Smartposters	Aplicaciones que requieran un plus de seguridad	Aplicaciones que requieran alta capacidad
Distancia de escaneo	Hasta 8-10 cm	Hasta 4-5 cm	Hasta 2-3 cm	Hasta 2-3 cm
Criptografía	No	No	3DES	Crypto-1
NFC Forum	Sí	Sí	Sí	No
ID única	Sí	Sí	Sí	Sí

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Batres, 2017

1.5.3.1 Tarjeta Mifare Classic 1K

Las tarjetas Mifare son las más utilizadas debido a su versatilidad para realizar diversas aplicaciones al mismo tiempo, soporta anticolidión y mantiene una alta capacidad en todos sus aspectos como son las operaciones con los datos almacenados en él, como también a nivel de seguridad en los espacios de memoria designados para el usuario.

Las etiquetas con tecnología NFC poseen una memoria EEPROM, la cual permite leer y escribir sobre éstas etiquetas, por lo que las etiquetas Mifare no son la excepción a esto.

La etiqueta Mifare de 1K tiene una memoria EEPROM de 1024 bytes, de los cuales 768 bytes, están a disposición para uso del usuario, debido a que los demás bytes son destinados a códigos de seguridad con la criptografía. La memoria EEPROM está organizada en 16 sectores de 4 bloques cada uno, dando un total de 64 bloques en la memoria, y a su vez cada bloque está constituido por 16 bytes, como se muestra en la figura 9-1. (punto flotante s.a., no date)

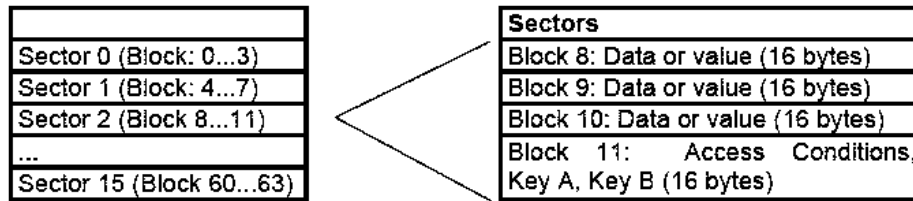
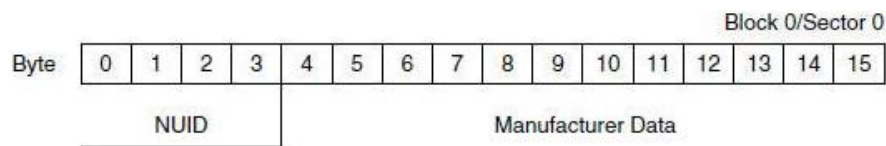


Figura 9-1: Organización de bloque en EEPROM

Fuente: Punto flotante s.a., no date

En el sector 0, bloque 0, se tiene los primeros 4 bytes para guardar el código único de identificación, junto a los datos de fabricante, por lo que éste bloque se encuentra protegido y es sólo de lectura, como se indica en la figura 10-1.(punto flotante s.a., no date)

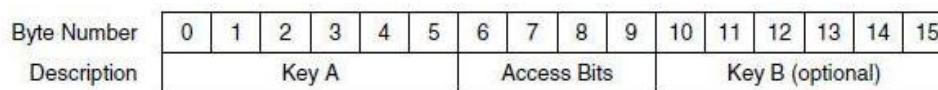


Manufacturer block

Figura 10-1: Estructura del bloque de manufactura de la EEPROM

Fuente: Punto flotante s.a., no date

En el sector Trailer, se tiene la configuración de los permisos de acceso, para lectura, escritura de los datos que pueden ser almacenados en los bloques de valor del sector. En este bloque se encuentran almacenados dos códigos de seguridad denominados, Key A y Key B, los cuales dan acceso a los primeros y últimos bytes del bloque de valor, dependiendo de la cantidad de bytes a utilizar, como se muestra en la figura 11-1.(punto flotante s.a., no date)



Sector trailer

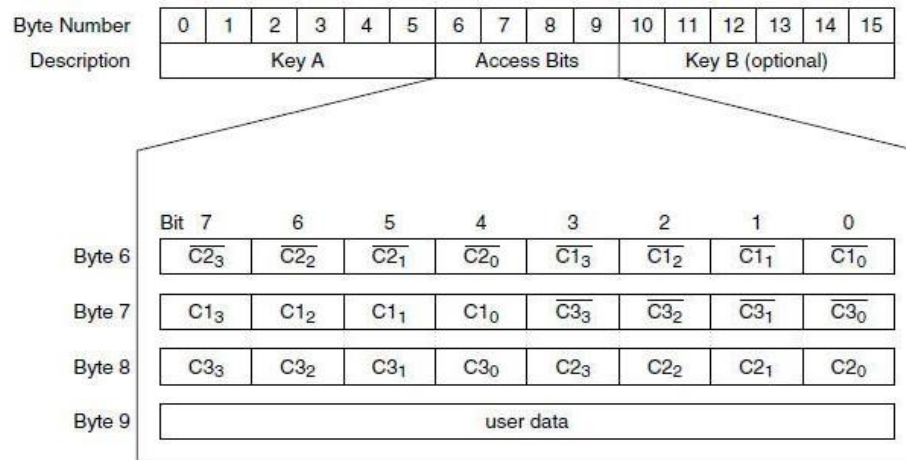
Figura 11-1: Estructura del bloque de seguridad de sector de la EEPROM

Fuente: punto flotante s.a., no date

Estos bloques de sector tráiler, no pueden ser modificados, ya que pueden dañar la configuración de la memoria EEPROM, haciendo que la etiqueta quede inservible por daño en los bloques de memoria.

Por otra parte, cada sector posee en el intermedio de los bytes de cada bloque, los bits de acceso que se encargan de brindar el mecanismo de verificación de la integridad de los datos que se

almacenan en cada bloque de valor. Por lo tanto, se maneja un total de 12 bytes por cada bloque de valor que posee el sector, como se muestra en la figura 12-1.(punto flotante s.a., no date)



Access conditions

Figura 12-1: Configuración de los bits de acceso por sector de la EEPROM

Fuente: punto flotante s.a., no date

La estructura de los bloques de la EEPROM de una etiqueta Mifare de 1K, se muestra en la figura 13-1.

E0 3A E3 1B 29 8 4 0 62 63 64 65 66 67 68 69	Block 0	Manufacturer Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 1	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 2	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 3	Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 4	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 5	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 6	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 7	Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 8	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 9	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 10	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 11	Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 12	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 13	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 14	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 15	Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 16	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 17	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 18	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 19	Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 20	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 21	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Block 22	Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF	Block 23	Sector Trailer

Figura 13-1: Estructura de los bloques de la EEPROM de una etiqueta Mifare 1K

Fuente: Mantilla Ana, 2018

1.5.4 Aplicaciones

Las aplicaciones que se generan gracias a la tecnología NFC, varían desde aplicaciones financieras, de control de acceso, manufactura industrial, aplicaciones semejantes, que abren campo para la ampliación de la red NFC.

La implementación de monederos electrónicos, tarjetas electrónicas, emuladores de tarjetas con un smartphone para realizar pagos electrónicos, son aquellas que destacan en el ámbito de dinero electrónico. Por otra parte, las gestiones de control de acceso a determinados lugares, registro de productos, son aplicaciones que destacan a nivel empresarial o industrial con la finalidad de tener un sistema inalámbrico eficiente, sin necesidad de grandes recursos.

La tecnología NFC, se orienta cada día a estandarizar su uso a Smartphones, para la ejecución de todas las actividades que conllevan algún tipo de registro o identificación del tipo inalámbrico, por lo que NFC es cada día una opción más competente para implementarse en los teléfonos de gama media y alta.

1.6 Tarjetas de Desarrollo Electrónico

Las tarjetas de desarrollo electrónico, son placas compactas de baja, media y alta gama de procesamiento que pueden contar con un único procesador o un sistema operativo, el cual permita la ejecución de determinadas aplicaciones, en determinadas placas de desarrollo. Cada placa es particular a otra, presentando ventajas de operación y procesamiento de acciones, en los diferentes lenguajes de programación que manejen para su programación.

Poseen una composición electrónica eficiente, que permite que dichas placas funcionen como procesadores ágiles de información, como también se puede encontrar placas cuya funcionalidad, sea destinada a operaciones de aprendizaje o introducción al mundo de la electrónica y programación.

1.6.1 Raspberry Pi

Es una placa de computadora simple, que permite realizar los procesos de un ordenador de computadora, ofreciendo la posibilidad de conectar varios periféricos en él, con la finalidad de generar un escenario completo para su funcionamiento. Las posibilidades que proporciona Raspberry pi 3 son variadas, desde conexión de periféricos, hasta puertos HMI y un socket para un micro SD. Una versión completa es la del Raspberry pi 3.

Posee un microprocesador Chipset Broadcom BCM2387, otro de 1.2GHz de cuatro núcleos ARM Cortex-A53, conectividad Ethernet socket Ethernet 10/100 BaseT, conectividad Wi-Fi 802.11 b / g / n LAN inalámbrica y Bluetooth 4.1 (Classic Bluetooth y LE), una memoria RAM de 1GB LPDDR2. Cuenta con 40 pines GPIO que lo convierte en un dispositivo moderno, ya que posee electrónica de última generación, con capacidad de alto procesamiento.(Cruceira and Gonzalez, 2017)

Esta placa requiere de un sistema operativo para funcionar, motivo por el cual es un requerimiento una memoria SD insertada en la placa. Por ello, las aplicaciones con raspberry son de gama media y alta; las operaciones de gama baja y algunas de gama media pueden ser aprovechadas con placas eficientes que no necesitan un sistema operativo como requisito para operar.

Con respecto a costos, la placa raspberry pi 3 puede ser adquirida en un valor de \$60.00 dólares americanos, considerando que la tarjeta SD no se incluye, pero puede ser adquirido por una inversión de \$10.00. Analizado esto, ésta placa es un opción viable para proyectos que impliquen un control de gestiones mediante un determinado sistema operativo y para proyectos de aprendizaje que involucren las ramas de programación y electrónica.

1.6.2 Seedstudio Tessel

Esta placa de desarrollo permite generar scripts bajo node.js, maneja el lenguaje de programación Javascript, siendo una placa eficiente para el desarrollo de software de alta capacidad. Posee la capacidad de conexión Wi-Fi mediante el protocolo 802.11b/g/n, con una capacidad de memoria RAM de 64 MB y una memoria de tipo Flash de 32 MB.

Contiene un procesador Atmel SAMD21, lo que hace que el procesamiento de valores numéricos, por defecto sea el mismo de la placa arduino, esto es, el soporte de longitud de valores es baja, por lo que requiere de un mayor procesamiento para realizar las operaciones con éstos valores.

Contiene 20 pines para conexión, así como dos puertos para comunicación USB, lo cual hace que la placa se oriente a desarrollo de software, pero no para aplicaciones con sensores o elementos electrónicos que requieran una conexión directa, para su programación. Debido a la capacidad de memoria su costo ronda en los \$74.00 dólares americanos, adicional puede adaptarse una placa con puertos de conexión por un valor de \$15.00.

1.6.3 Arduino

La placa de desarrollo arduino es la tarjeta de desarrollo más utilizada en la actualidad, para la realización de todo tipo de proyecto de gama media, debido a que ésta fue desarrollada con fines educativos, para el aprendizaje de las ramas de programación y electrónica, en los diferentes campos que se ven involucrados como es la robótica, instalaciones eléctricas, domótica, entre otras.

Arduino permite la adaptación de diferentes módulos de sensores que se adaptan a él, permitiendo así el desarrollo de aplicaciones con ellos. Por otra parte, se debe destacar la variedad de versiones disponibles de estas placas como son: Nano, Leonardo, Uno, Mega, Yun, y muchos más que incorporan nuevas características de funcionamiento a su placa.

Se tiene el caso del arduino Uno que cuenta con un procesador ATmega328, 14 pines e entrada/salida digitales y 6 analógicas, una memoria Flash de 32 KB (ATmega328), una EEPROM de 1KB, que son características físicas que de forma general son el distintivo de arduino, de forma particular por su procesador.(Cruceira and Gonzalez, 2017)

El costo de las placas arduino varía de acuerdo a la versión, con lo que un estimado de su valor en general por versiones, está entre los \$30 y \$130 dólares americanos, siendo el más costoso el arduino YUN que presenta la incorporación de Wi-Fi, pero mantiene características de funcionamiento del arduino MEGA.

1.6.4 NodeMCU

Es una placa de desarrollo implementada para el desarrollo del Internet de las Cosas y de sistemas inalámbricos, que no pueden ser ejecutados por las placas de desarrollo comunes como arduino y sus versiones, debido a que éstas requieren de la adaptación de un módulo Wi-Fi, para el propósito.

NodeMCU no es un microcontrolador, pero posee uno en su estructura, el cual funciona gracias a un chip completo, que es el cerebro de ésta placa, que le permite la conectividad Wi-Fi, así como la capacidad de procesamiento a una alta velocidad sin necesidad de arriesgar las líneas de órdenes que debe ejecutar durante su funcionamiento.

Proporciona las herramientas necesarias para el desarrollo de aplicaciones de software, que incorporen sensores, dispositivos electrónicos, que puedan ser manipulados por esta placa,

ofreciendo las herramientas necesarias, para la recepción tanto analógica como digital de los elementos que se conecten a él.

Debido a su bajo costo y excelente rendimiento, es la opción de muchos para proyectos de gama media y alta, por tener las condiciones suficientes para adaptarse a cualquier circuito siendo compacto y liviano. Es de fácil adquisición con un costo de \$12.00 dólares americanos, teniendo como ventaja que no necesita módulos adicionales para cumplir con sus funciones o memorias de tipo externa.

1.6.4.1 Principio de Funcionamiento

NodeMCU utiliza los lenguajes de programación LUA y C, de los cuales LUA se desarrolló específicamente para esta tarjeta de desarrollo, pero debido a las falencias que presenta por la lentitud del proceso de ejecución de las líneas de código, se adaptó al lenguaje C para que la programación pueda realizarse mediante la interfaz de Arduino, sabiendo que NodeMCU y Arduino son dos tarjetas totalmente distintas.

La placa debe ser alimentada con 5V para poder programarse, ya que con esto los puertos ya trabajan a 3.3V, esto se logra con un cable USB entre la placa y un computador. Con la conexión establecida, únicamente se desarrolla el programa el cual luego debe grabarse en la memoria de la placa, para que sea ejecutado por el procesador del ESP8266. Éste chip es el encargado de ejecutar el programa así como de compartir los resultados por Wi-Fi de ser necesario.

El sincronismo entre el chip ESP8266 y la placa se da mediante la frecuencia del procesador que es de 80 MHz, la cual puede ajustarse hasta los 160MHz. Esto permite que ambos funcionen al mismo tiempo, ejecutando el programa y generando las acciones correspondientes a éste.

1.6.4.2 Aspectos Técnicos

Las versiones existentes de NodeMCU son V1, V2 y V3, que se diferencian por la agregación de pines de GND o de conexión a 3.3. Por tanto, para la definición de aspectos técnicos se toma como referencia, la información técnica de la placa NodeMCU V2.

NodeMCU posee pines GPIO, los cuales son de propósito general, lo que permite que cualquier elemento se conecte a ellos y funcionen sin necesidad de configurar el pin, estas características aportan a la facilidad de conexión en la placa puesto que posee pines de alta velocidad destinados a elementos que requieren un procesamiento rápido.

La distribución de pines de la placa NodeMCU, se muestra en la figura 14-1.

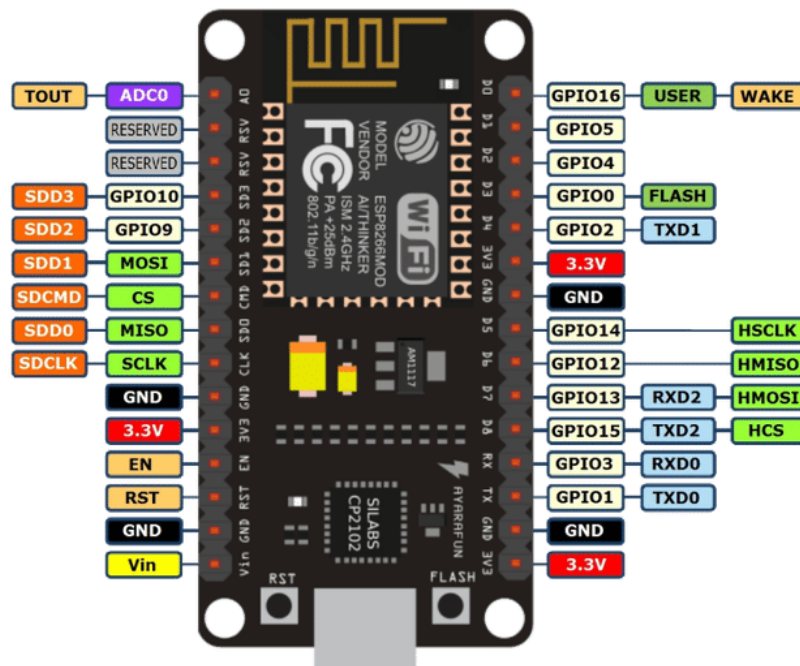


Figura 14-1: Distribución de pines de NodeMCU

Fuente: Rodrigo, 2016

Los pines de alta velocidad son más utilizados para la comunicación SPI, la cual utiliza 4 pines para la comunicación que requiere entre la placa y otro elemento que funcione con la misma comunicación.

1.7 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación son un sistema basado en normas que permiten la comunicación entre dos o más dispositivos, mediante software, hardware o una combinación de ambas, lo que hace más eficiente el estándar de comunicación.

Manejan las características de sincronización entre dispositivos dependiendo del protocolo a implementar, límites de envío con respecto a la cantidad de información que se transfiere y las condiciones en las que se comporta el dispositivo cuando intercambia información con otro.

Los protocolos más destacados son mencionados a continuación:

- Protocolo UART
- Protocolo I2C
- Protocolo SPI

1.7.1 Protocolo UART

Es el protocolo universal de recepción/transmisión universal que se compone en un circuito integrado, para poder comunicar un dispositivo con otro mediante puerto serial. Es el medio de comunicación más utilizado por manejar estrictamente las líneas de transmisión y recepción conocidas como TX y RX, las cuales cumplen la función de intercambiar información de forma sencilla y ágil.

Para el funcionamiento del protocolo se tienen los módulos integrados en el hardware de un dispositivo y los módulos independientes o externos a él, los cuales requieren de una configuración bajo el estándar RS-232 para que logre realizar la comunicación de forma exitosa.

El principio de funcionamiento de UART consiste de tener una línea para la transmisión de datos y otra para la recepción de datos, en las que los datos de 8 bits se transfieren con un bit a nivel bajo al inicio y un bit de parada a nivel alto al final, para delimitar la trama que se está enviando, generando una alerta de comienzo de transferencia de datos mediante el bit de inicio para que el receptor esté listo para recibir los datos.

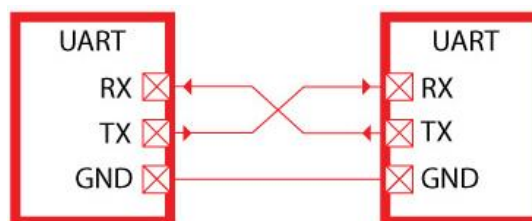


Figura 15-1: Conexión de protocolo UART

Fuente: (MikroElektronika, 2016)

Como se observa en la figura 15-1, los puertos de TX y RX de los dispositivos DTE y DCE, se conectan de forma cruzada, esto es, para que aquello que se envía sea lo que reciba, tomando en cuenta que se debe definir la velocidad de transmisión de datos conocido como baud rate cuya unidad es en baudios que transmite bits por segundo, y se define cuando se inicializa la comunicación serial.(MikroElektronika, 2016)

1.7.2 Protocolo I2C

El protocolo I2C funciona de forma síncrona al igual que el protocolo SPI, lo que significa que los datos se transmiten por una sola vía de comunicación SDA, sincronizada por una señal de reloj SCL que está presente tanto en el maestro como en el esclavo.(Morales, 2017b)

Es ideal, para trabajar con varios maestros o microcontroladores, que envían información a una misma memoria para ser visualizada en una única pantalla, lo cual permite el envío fácil de información entre maestros, debido a que los datos se envían en tramas segmentadas, ya que cuenta con una velocidad de transmisión de 100-400 kbs, como se muestra en la figura 16-1.



Figura 16-1: Estructura de la trama de datos I2C

Fuente: Morales, 2017a

La línea de datos SDA pasa de alto a bajo para indicar el inicio de envío de trama y cambia de nivel bajo a alto para indicar el final de la trama enviada, siendo que el frame de 10 bits conecte a los esclavos con los maestros que corresponda, para el envío de la información entre ellos.(Morales, 2017a)

1.7.3 Protocolo SPI

Es un estándar de comunicaciones utilizado principalmente para la comunicación entre circuitos integrados electrónicos, permitiendo controlar casi cualquier dispositivo electrónico que acepte los datos sincronizados por una señal de reloj, ya que es un protocolo síncrono, como se muestra en la figura 17-1.(Silva, 2014)

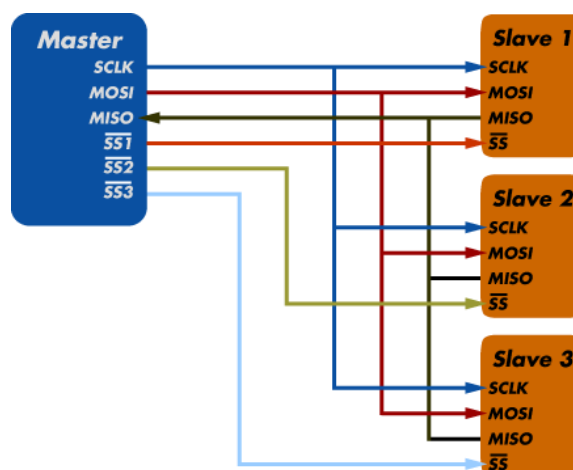


Figura 17-1: Estructura de las señales del protocolo SPI

Fuente: Silva, 2014

Consta de 4 líneas para el protocolo, que son la señal de reloj, dato entrante, dato saliente y la línea de selección de esclavos que transmiten paquetes de datos de 8 bits mediante el bus SPI, que permite transmitir y receptor datos al mismo tiempo, incluso multiplexar la señal de reloj, en caso de tener varios esclavos.(Silva, 2014)

Las condiciones de funcionamiento de las líneas del bus, se especifican en la tabla 5-1.

Tabla 5-1: Características de las líneas del bus SPI

SCLK	Es el pulso que marca la sincronización
MOSI	Salida de datos del maestro y entrada de datos al esclavo
MISO	Salida de datos al esclavo y entrada de datos al esclavo
SS/Select	Para seleccionar el esclavo o para que el maestro active al esclavo

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Silva, 2014

La velocidad de transmisión de datos se configura en el rango de 9600 a 115200 bps, por ser el rango de funcionamiento más eficiente para este bus, teniendo como unidad el baudio, considerando que la señal de reloj se rige por el mismo valor de transmisión de datos pero en unidad de frecuencia que es el hercio.

1.8 HMI

La interfaz de usuario, consiste de una pantalla por la cual se puede visualizar las condiciones de un determinado proceso o tarea que se está realizando, así como poder enviar órdenes directas a los actuadores y demás elementos, conectados a dicha pantalla.

El principal objetivo de la interfaz de usuario, también denominada interfaz Hombre/Máquina, es la de facilitar el control de procesos, junto con el seguimiento que estos reciben; adicionalmente, esto permite que en función de las respuestas o resultados generados por los procesos a los que se da seguimiento con la HMI, se puede adicionar indicadores dentro de la misma, con la finalidad de exponer valores positivos, negativos o inconclusos de la tarea que se ejecuta.

1.9 Base de Datos

Es un registro en el cual se almacena un conjunto de datos de forma organizada, que pueden visualizarse y modificarse en cualquier momento, ya que su organización es estructurada,

permitiendo ubicar determinada información de forma directa y rápida, sin necesidad de buscar en todo el registro la ubicación.

Es una herramienta que permite almacenar información proveniente de personas, datos relacionados a gestiones comerciales, empresariales y otras más, con el objetivo de mantener un registro y control de la información consignada en la base de datos, para utilizarla de forma óptima.

Los sistemas de gestión de bases de datos son variados, ya que actualmente se relacionan con aplicaciones digitales, como son páginas web mediante servidores, clientes y similares que expongan la información contenida, usando software como XAMPP, Microsoft Access, MySQL, y muchos más.

1.9.1 Software de Gestión de Base de Datos MySQL

MySQL es un gestor de base de datos completo que proporciona las herramientas necesarias, para la creación de bases de datos, así como el monitoreo y disposición de las mismas, para ser conectadas con otras de su misma clase o en consecuencia, ser exportadas o aprovechadas por los gestores de desarrollo web que incorporan la herramienta.

Las bases de datos ya no son un registro de un hoja de cálculo, sino que se ha convertido en la herramienta digital técnica más competente del mercado, en cuanto a controles de registro, lo que permite que los desarrolladores de software implementen MySQL, como un servidor de bases de datos disponibles, a las cuales se indexa un código del tipo PHP, HTML para ser visualizados en una página web.

1.10 Servidor Web

Un servicio web es una plataforma de comunicación que permite conocer la información contenida de una página web a un dispositivo que la solicite, esto es, que envía la información referente a una determinada página web a la IP del dispositivo solicitante.

A nivel de software un servidor web es un conjunto de líneas de programación basado en un lenguaje dirigido al desarrollo de servidores web como son HTML y PHP, que permiten estructurar la forma en que los datos serán mostrados.

Las características de un servidor web pueden ser estáticas, si únicamente se compone de un computador que funciona como servidor web para múltiples páginas que generan contenido de interés en la red, mientras que a nivel dinámico se manejan las condiciones de código para estructurar la información generada, a través de bases de datos direccionadas usando gestores de base de datos, que permiten la conexión entre ellas.

1.10.1 Lenguajes de programación

Son un conjunto de instrucciones adaptadas para que un procesador los interprete para generar una respuesta del tipo físico o lógico dentro de un dispositivo que cuente con un procesador. Está compuesto por estructuras de palabras ya definidas, que componen la sintaxis del código de programación que da una estructura y sentido a cada una de las líneas definidas.

Los lenguajes de programación más destacados para el desarrollo de páginas y servidores web son HTML y PHP, que son un complemento dinámico por el cual sus características se combinan para su aprovechamiento, lo que significa que ambas poseen características del otro.

1.10.1.1 HTML

Es un lenguaje de programación orientado a la estructuración visual y de contenido para una página web, es decir, son todas las líneas de código por detrás de una página web que permiten que ésta se visualice. Posee una estructura de programación amigable mediante el manejo de código por etiquetas que se definen dentro de los símbolos $\langle \rangle$, lo que implica que la estructura de cada valor o figura que contiene la página web debe ubicarse en los símbolos para delimitar las etiquetas.

Tiene la ventaja de poder generar código PHP dentro de las condiciones de la estructura HTML, coordinando las sintaxis de código para que funcionen en un solo lenguaje, que se obtiene a través de un software de desarrollo de servidores o clientes.

1.10.1.2 PHP

Permite la estructuración de la información contenida en una base de datos mediante líneas de código similares a las de HTML, por lo que requiere de un servidor web para la programación referida a los datos de éste.

Es un lenguaje de alta flexibilidad, desde el punto de vista de programación básica a nivel profesional, ofreciendo la facilidad de programación en todas sus formas. Debido a que el entorno de programación de PHP se centra en el desarrollo de scripts para el servidor, puede ser manejado para la definición de scripts para los dispositivos del tipo cliente, en torno a servidor propios no dependientes de la red.

1.10.2 XAMPP

Es un software orientado al desarrollo de servidores de plataforma libre, es decir, que no requieren internet para cumplir su función de servidor web. Integra las características de un servidor web Apache, intérpretes de lenguaje PHP, un gestor de base de datos MySQL, entre otros. Tiene la ventaja de ser un software multiplataforma, porque posee múltiples versiones para los diferentes sistemas operativos existentes como Microsoft Windows, Linux, Solaris, MacOS X.(MYU, 2012)

1.10.3 Sublime Text

Es un editor de texto utilizado como herramienta para el desarrollo de páginas web, mediante los lenguajes de programación PHP, HTML, SQL, C, C++, entre otros que se usan para el mismo propósito. Permite la construcción de archivos de texto que contienen la estructuración programada de las páginas web, así como la gestión de proyectos, que es el conjunto de archivos de texto que componen una red de múltiples páginas web para un mismo servidor o páginas web indexadas entre sí.

1.10.4 000Webhost

Es una plataforma que permite alojar y visualizar una página web mediante la asignación de un dominio que permite que dicha página se pueda ver desde cualquier lugar, sin necesidad de tener que estar conectado en la misma red de internet. Las ventajas de esta plataforma es que permite subir a la misma archivos relacionados a la interfaz de diseño de la página web diseñada, como son archivos php, html, imágenes, bases de datos relacionadas que se muestren en la página y similares.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se describe las etapas para la implementación del prototipo, así como las características de los componentes que se utilizan, considerando la relación de beneficios que estas ofrecen, junto con los atributos que obtiene el prototipo. Además se explica el propósito para los cuales se utilizan los datos obtenidos del prototipo, de forma eficiente para generar un proceso de cobranza amigable, sencilla y eficiente.

2.1 Requerimientos del sistema de cobro y recarga prepago

Conociendo los parámetros para el cobro tarifario de pasajes en los autobuses de transporte público urbano indicados en la tabla 1-1, se definen los requerimientos que debe cumplir el prototipo, para satisfacer las necesidades de los usuarios e interesados con respecto al servicio de cobro y recarga prepago, siendo los requerimientos los que se muestran a continuación:

- Debe ser de fácil manejo, tanto para usuarios como para propietarios o encargados de brindar el servicio.
- Realizar el cobro tarifario de pasajes de acuerdo al tipo de usuario.
- Visualizar la información correspondiente al propietario de la etiqueta que va a realizar el pago del pasaje.
- Permitir la realización de recargas prepago, en caso de quedar sin saldo disponible en la etiqueta.
- Proporcionar la información correspondiente a las ganancias de cobro generadas, en la página web creada.
- Tener la capacidad de ser portable, contando con una fuente de alimentación independiente.

2.2 Estructura general del sistema

El sistema de cobro y recarga prepago de tarifas, se compone de un módulo que detecta las TAGs de los usuarios para el cobro de tarifa del pasaje, la tarjeta de desarrollo donde se conecta el módulo y la pantalla mediante la cual se visualizarán los datos referentes al propietario de la TAG,

y posteriormente el servidor web en donde se registran los datos de cobro para su visualización en la página web, como se indica en la figura 1-2.



Figura 1-2: Estructura general del sistema

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.2.1 Módulos de sensado y cobro

Contiene el módulo de identificación inalámbrica que va a detectar la tarjeta que utiliza el usuario del autobús para el cobro de pasaje, así como la tarjeta de desarrollo que permite controlar lo que ocurre con el módulo, para la adquisición de datos. En la figura 2-2 se observa el diagrama de bloques de lo descrito.

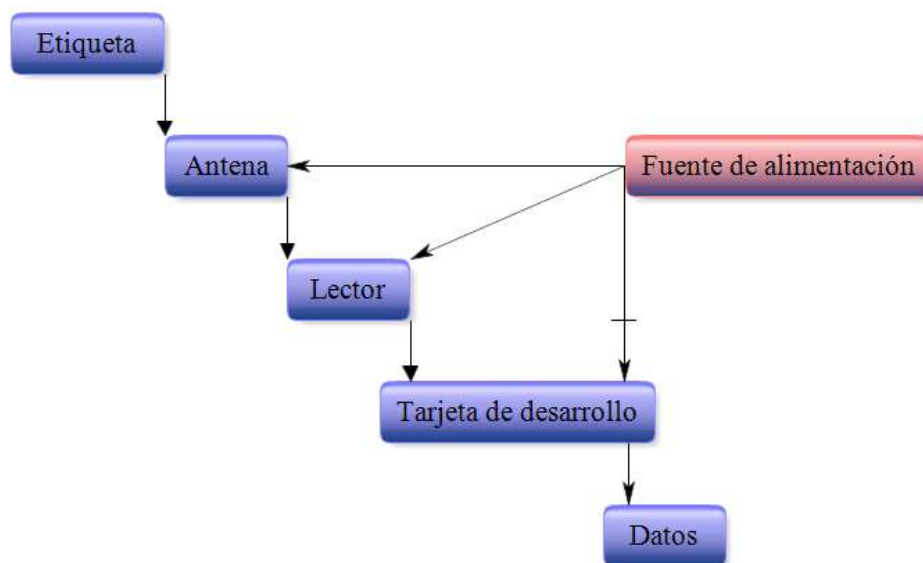


Figura 2-2: Diagrama de Bloques de la sección de módulos de sensado y cobro

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.2.2 Interfaz de Visualización de Información

Se compone de la pantalla que visualiza la información correspondiente al propietario de la etiqueta detectada por el módulo, luego de haber realizado la lectura y escritura de datos con respecto al cobro. La descripción en bloques se observa en la figura 3-2.

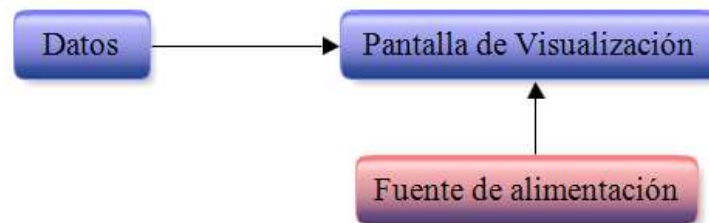


Figura 3-2: Diagrama de Bloques de la interfaz de visualización

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.2.3 Servidor y página Web

Consta de un servidor en el cual se definen las variables que se muestran en la página web, que es de interés para los que brindan el servicio de transporte público urbano. En la figura 4-2 se observa el diagrama de bloques de lo descrito.

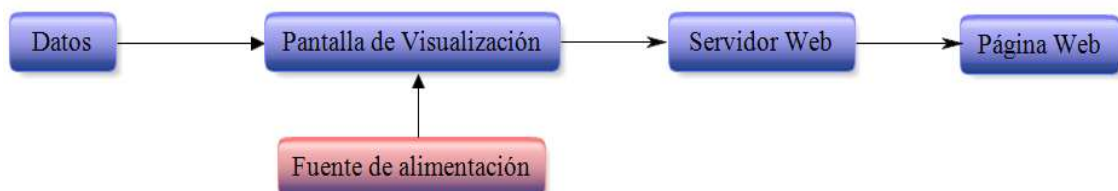


Figura 4-2: Diagrama de Bloques del servidor y página web

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.3 Selección de los dispositivos electrónicos

Para la selección de los componentes a utilizar en la implementación del prototipo, se analizan las características correspondientes a las tecnologías que van a involucrarse en el prototipo a implementar, por lo que se parte de la selección del lector de identificación inalámbrica requerida para la realización del cobro de pasajes, seguido de la tarjeta de desarrollo a comunicarse con el lector, así como de la interfaz para mostrar la información de interés al usuario.

2.3.1 Selección del módulo de identificación inalámbrica

Los sistemas de identificación inalámbrica más utilizados son los que se componen de las tecnologías RFID y NFC, ya que ambos están íntimamente relacionados por el hecho de que la tecnología NFC, se origina a partir de la tecnología RFID y cuenta con características similares, que se describen en las secciones 1.4 y 1.5.

Para los propósitos del prototipo es conveniente manejar la tecnología NFC, ya que esta por ser de corto alcance brinda mayor seguridad a los usuarios para utilizar las etiquetas NFC, además funciona en una frecuencia de 13,56 MHz, lo cual evita la pérdida de sincronismo entre el lector y las etiquetas, haciendo que el uso de éstas sea más privado debido a la distancia a la que se debe colocar la etiqueta en relación al lector.

Los módulos lectores de tecnología NFC disponibles en el mercado son en mediana variedad, ya que muchos utilizan Smartphones que poseen tecnología NFC actualmente; no obstante, los módulos disponibles en el mercado funcionan en las mismas condiciones, pero con características diferentes. En la tabla 1-2 se puede ver los módulos disponibles en el mercado.

Tabla 1-2: Módulos con tecnología NFC disponibles en el mercado

	Lector/Grabador ACR122U	Módulo PN532	RDM8800
Frecuencia	13.56 MHz	13.56 MHz	13.56 MHz
Fuente de alimentación	5V-Puertos USB de una PC	3.3-5V	3.3-5V
Corriente	170mA	150mA	150-170mA
Compatibilidad	ISO14443	ISO14443	ISO14443
Software preinstalado	Sí	No	No
Lector externo	No	No	Sí

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Analizando las condiciones de los módulos descritos, se escoge el módulo NFC PN532, debido a que posee el lector y la antena en el mismo módulo, tiene un rango de lectura de 3 centímetros, a diferencia de los otros módulos que dependen de un elemento externo como un computador o un lector NFC externo.

Por otra parte, las etiquetas NFC que se escogen para la parte de identificación son las Mifare Classic 1K, cuyas características descritas en la tabla 4-1 superan a las otras, además la estructura de los bloques de la memoria permiten tener una mayor seguridad sobre los datos como se explica en la sección 1.5.3.1.

2.3.1.1 Módulo PN532

El módulo NFC PN532 tiene incorporado la antena y el lector NFC, en su módulo, lo que hace que sea fácil de manejar, ya que su tamaño es pequeño y puede adaptarse a cualquier espacio. El módulo tiene la antena cubierta por una línea blanca pintada a lo largo del contorno del módulo, lo que permite que el campo magnético que concentre en torno al módulo. En la figura 5-2 se muestra el módulo PN532 que se utiliza para el prototipo.

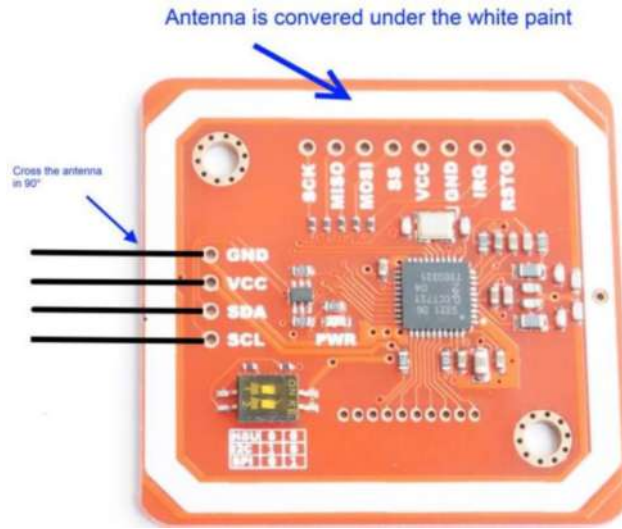


Figura 5-2: Módulo PN532

Fuente: elechouse, 2013

Posee un switch que permite hacer tres combinaciones, relacionadas con el protocolo de comunicación. Las combinaciones del switch se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2-2: Modo del switch del módulo PN532

Interfaz de trabajo	Canal 1	Canal 2
HSU	0	0
I2C	1	0
SPI	0	1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: elechouse, 2013

Dependiendo del protocolo de comunicación, se ajustará el switch y con ello las conexiones entre el PN532 y el módulo que se conecta a él, para establecer la conexión y poder realizar el programa para que el PN532 comience a detectar las etiquetas.

El protocolo de comunicación que se escoge es el SPI, debido a que puede intercambiar las condiciones del maestro y el esclavo mediante las líneas de conexión del protocolo, además de que se configura de forma sencilla en el programa. Adicionalmente no requiere bits de control en la trama de datos que se envía, ya que la línea del select al ser configurada cumple con esa función. Las características del protocolo SPI se indican en la sección 1.7.3.

2.3.2 Selección de la tarjeta de desarrollo electrónico

La tarjeta de desarrollo seleccionada es NodeMCU, la versión dos ya que tiene un mejor procesador que la versión uno, además las características de la placa se ajustan a los requerimientos del sistema, de forma particular el estándar para conexión Wi-Fi que tiene incorporado, que permite el envío de datos a un servidor web. Por otra parte cuenta con GPIO de alta velocidad para el protocolo SPI, lo que hace que sea óptimo para la implementación del prototipo. En la figura 6-2 se muestra el módulo NodeMCU V2.



Figura 6-2: Módulo NodeMCU V2

Fuente: mdiaconescu, 2016

La placa de desarrollo NodeMCU maneja un SoC, que es el chip ESP8266, el cual es capaz de operar como si fuera un ordenador, con la única desventaja de no tener memoria Flash para almacenar información. Pero esto no es un problema en la placa, ya que NodeMCU posee una memoria en la cual se guardan los programas desarrollados para que sean ejecutados por el procesador que contiene el ESP8266, gracias a la frecuencia del procesador.

Es importante resaltar que el chip ESP8266 no es un microcontrolador al igual que la placa como tal, pero sí posee un procesador que permite comunicar la memoria junto a los pines de la placa con éste chip, para la ejecución de las órdenes programadas previamente mediante la IDE de arduino. Las características del chip ESP8266 se muestran en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Características del chip ESP8266EX

Características	Descripción
Procesador	Tensilica Xtensa LX106 de 32 bits
Pines GPIO	16 pines
Frecuencia del procesador	80-160 MHz
Memoria RAM	64 KiB para instrucciones
	96 KiB para datos
Protocolo Wi-Fi	802.11 b/g/n
Corriente de consumo	170 mA
Frecuencia de Operación de protocolo Wi-Fi	2,4 GHz
Protocolo de comunicación	SPI
	I2C
Convertidor ADC	10 bit

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Espressif, 2018

Debido al procesador de 32 Bits que posee el chip ESP8266, la placa puede trabajar con valores números de mayor longitud a diferencia de arduino que trabaja con procesador de 8 bits y maneja una rango de 0-255, lo que es una ventaja significativa para NodeMCU poder tener un rango de valores mayor en relación a otras placas.

Las especificaciones ya indicadas, son de las partes que componen NodeMCU, sin embargo las especificaciones técnicas de la placa propiamente, se detallan en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Características técnicas de NodeMCU

Características	Descripción
Voltaje de alimentación V_{in}	5-10V
Corriente de salida de un pin	6-12mA
Voltaje en los pines	3.3 V
SoC	ESP8266
Frecuencia	80-160MHz
Memoria RAM	32KB
Pines digitales	17
Memoria Flash	4MB
Protocolo TCP/IP	Incorporado

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Nodemakers, 2016

2.3.3 Selección de Pantalla Táctil

La pantalla touch seleccionada es la Nextion Touch Screen de la marca itead, debido a que está se adapta a la conexión con NodeMCU, tiene comunicación serial, y tiene una interfaz de programación gráfica simple, además permite definir líneas de código referente a las condiciones de los objetos que se utilizan en la página de programación.

Nextion es una solución de interfaz entre una persona y un proceso, máquina o aplicación, que se orienta al IoT y al campo de electrónica. Es la mejor opción para desarrollar una interfaz dinámica de comunicación entre una persona y un proceso, como se muestra en la figura 7-2.(itead, 2017a)



Figura 7-2: Pantalla Nextion Touch Screen

Fuente: itead, 2017a

Ofrece diferentes presentaciones de las pantallas Touch de acuerdo a su tamaño y resolución, desde 2.4 pulgadas a 7 pulgadas, por lo que la selección del tamaño de la pantalla depende del uso que vaya a recibir.

Para los propósitos del prototipo a desarrollar se escoge la pantalla Nextion Touch Screen de 7 pulgadas, porque es el tamaño adecuado para la interfaz a desarrollar para el servicio de cobro y recarga prepago de tarifas, ofreciendo características óptimas a nivel gráfico y electrónico, como se observa en las tablas 5-2 y 6-2.

Tabla 5-2: Características Gráficas de Nextion Touch Screen

	Dato	Descripción
Color	65K (65536) colores	16 bit, 5R6G5B
Layout size	181(L)×108(W)×7.3(H)	NX8048T070_011N
	181(L)×108(W)×9(H)	NX8048T070_011R
Active Area (A.A.)	164.9mm(L)×100mm(W)	-
Visual Area (V.A.)	154.08mm(L)×85.92mm(W)	-
Resolución	800×480 pixel	480×800
Touch type	Resistivo	-
Touches	> 1 millón	-
Backlight	LED	-
Backlight lifetime	>30,000 Horas	-
Peso	216g (NX8048T050_011N)	-
	268g (NX8048T050_011R)	-

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: itead, 2017b

Tabla 6-2: Características Electrónicas de Nextion Touch Screen

	Condiciones	Min	Typical	Max	Unit
Voltaje de Operación		4.75	5	7	V
Corriente de Operación	VCC=+5V, sin brillo is 100%	-	510	-	mA
	SLEEP Mode	-	15	-	mA
Velocidad del puerto Serial	Estándar	2400	9600	115200	bps
FLASH Memory	Fuente e imágenes	-	-	16	MB
RAM Memory	Variables de fuente	-	3584	-	BYTE

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: itead, 2017b

Los componentes que posee la pantalla Nextion son los siguientes:

- RGB Buffer: Es el canal en donde viajan las órdenes referentes a los colores que maneja la interfaz.
- RGB Driver: Es el integrado que permite la lectura de los datos enviados a través del buffer.
- Espacio para tarjeta SD: Es el sócalo en donde se coloca la tarjeta SD, en la cual se almacena la interfaz desarrollada para la pantalla Nextion.

- FLASH: Es la memoria que almacena los bytes generados durante la ejecución del programa almacenado en la tarjeta SD.
- GPU: Es la unidad de procesamiento gráfico encargada de dar soporte para la visualización en la pantalla.
- Sensor Touch: Detecta cuando la pantalla es tocada, lo que permite la conexión entre el objeto tocado para general una respuesta en función del programa almacenado en la tarjeta SD.
- Interfaz UART: Es el puerto de comunicación serial.

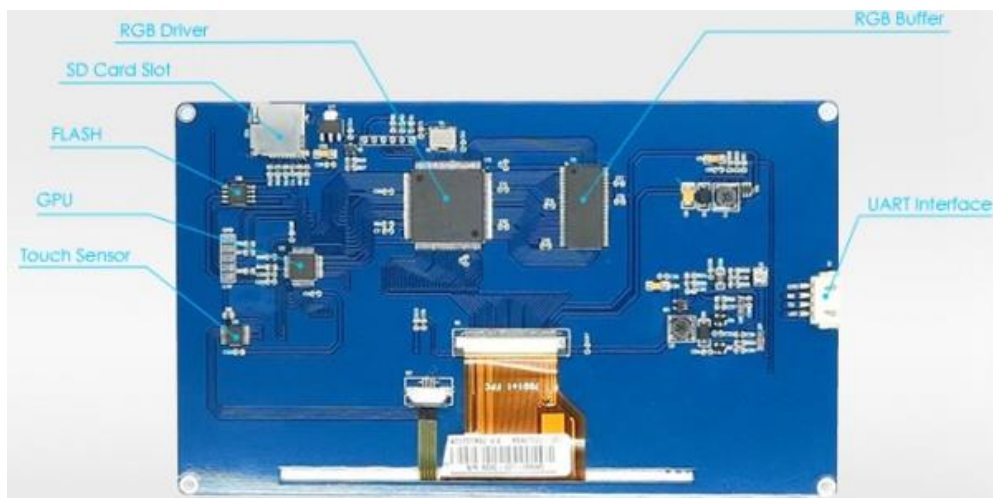


Figura 8-2: Componentes de Nextion Touch Screen de 7 pulgadas

Fuente: itead, 2017b

Para la programación de la interfaz, Nextion cuenta con un software para el desarrollo de las interfaces, llamado Nextion Editor , el cual permite crear múltiples páginas para visualizar en la pantalla, dándoles múltiples opciones de diseño a criterio del usuario, para insertar imágenes, colores y manipular objetos que permitan la interacción entre la persona y la pantalla.

Para la programación Nextion editor trabaja con la norma ISO/IEC 8859, que es el estándar para la codificación de caracteres especiales y del alfabeto que es necesario para la programación de la interfaz de Nextion. En la figura 9-2 se muestra la interfaz de Nextion Editor.

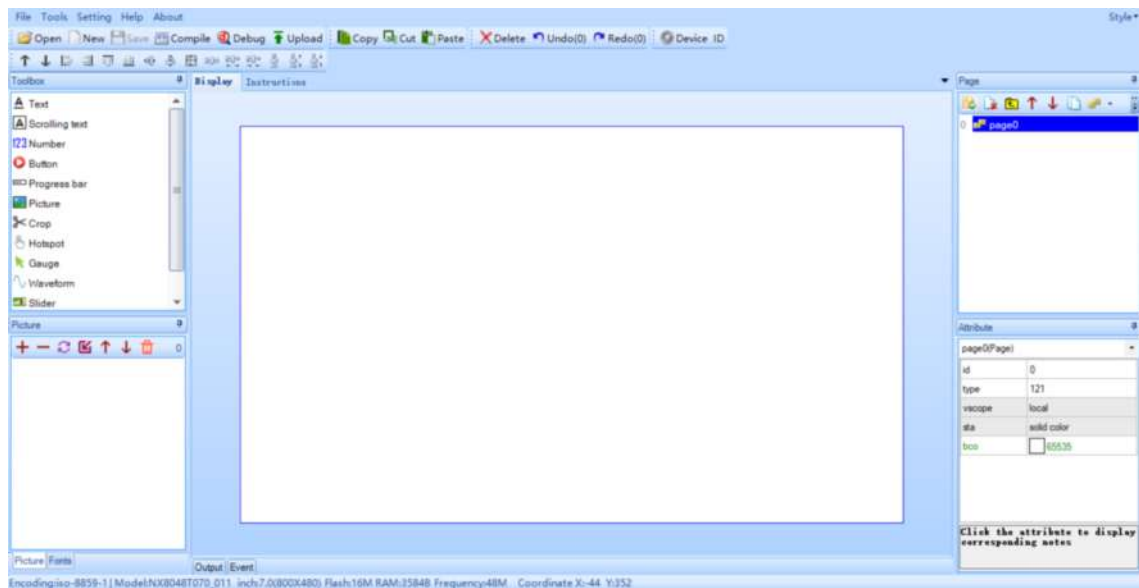


Figura 9-2: Interfaz de Nextion Editor

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.3.4 Selección de la fuente de alimentación

Para la selección de la fuente de alimentación, se verifica el consumo de corriente de cada dispositivo, así como el voltaje que requiere para funcionar.

Para las condiciones de funcionamiento del prototipo, el voltaje de alimentación tanto para el módulo PN532 como la pantalla Nextion, pueden obtenerse de los pines de voltaje de NodemCU, mientras que el consumo de corriente de cada dispositivo se suma, obteniendo la tabla 7-2.

Tabla 7-2: Consumo de corriente del prototipo

Dispositivo Electrónico	Consumo de Corriente (mA)
PN532	150,00
NodeMCU	360,00
Pantalla Nextion	510,00
Total	1020,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Como el consumo de corriente total es de 1A, se debe utilizar una fuente de alimentación de 1A de corriente como mínimo y con 5V de alimentación. Para los fines dispuestos se utiliza una batería portátil de 5V y 1A, dando un prototipo portable ya que posee una fuente de alimentación que no requiere permanecer conectado a la red eléctrica.



Figura 10-2: Batería portátil de 5V

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.4 Desarrollo hardware del prototipo

La conexión física entre los dispositivos, se detalla en los apartados de la presente sección para indicar las condiciones en las que se debe realizar la conexión junto con la configuración de éstas mediante software.

2.4.1 Conexión de NodemCU y el módulo PN532

Para la conexión de NodemMCU con PN532, se coloca el switch del PN532 en la combinación respectiva para el protocolo de comunicación SPI, como se indica en la tabla 2-2. Posterior a ello se observa en la tabla 5-1 las líneas de conexión que utiliza el protocolo, para luego buscar los pines de alta velocidad de NodeMCU destinados al protocolo SPI.

Conociendo la forma en que deben comunicarse la tarjeta NodeMCU y el módulo, se realiza la conexión utilizando cables macho macho, tomando como referencia el diagrama realizado de la figura 11-2.

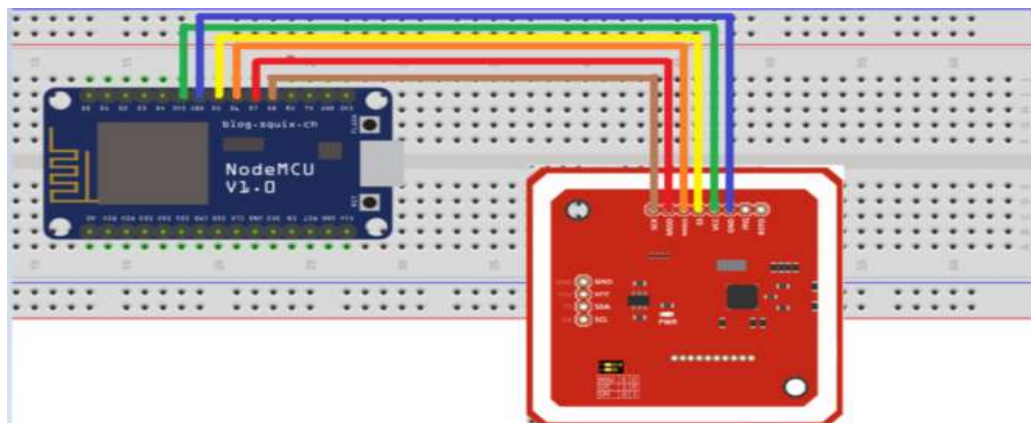


Figura 11-2: Diagrama de conexión entre NodeMCU y PN532

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.4.1.1 Reconocimiento de etiquetas NFC

Con la conexión realizada entre el módulo y la tarjeta de desarrollo, es necesario configurar los pines conectados para establecer la comunicación SPI. Para ello se realiza un programa que reconozca la presencia de la etiqueta NFC, mediante la UID que posee, y visualiza mediante el monitor serie de la IDE de arduino los bloques de memoria de la etiqueta. El programa se puede revisar en el anexo A.

```
Read card f3761956991
E0 3A E3 1B 25 3 4 0 62 63 64 65 66 67 68 69 | Block 0 | Manufacturer Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 1 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 2 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 3 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 4 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 5 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 6 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 7 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 8 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 9 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 10 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 11 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 12 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 13 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 14 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 15 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 16 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 17 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 18 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 19 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 20 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 21 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 22 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 23 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 24 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 25 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 26 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 27 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 28 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 29 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 30 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 30 69 FF FF FF FF FF FF | Block 31 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 32 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 33 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 34 | Data Block
```

Figura 12-2: Lectura de Bloques de memoria de una etiqueta NFC

Fuente: Mantilla Ana, 2018

El resultado que se visualiza en la figura 12-2, son los bloques de memoria de una tarjeta NFC, los cuales están en ceros ya que aún no se han ocupado los bloques de datos, lo que confirma que se ha realizado la identificación de la etiqueta NFC mediante el lector PN532, gestionada por la tarjeta NodeMCU.

2.4.2 Conexión de NodemCU y la pantalla Nextion

La conexión entre NodemMCU y la pantalla Nextion, se basa en el protocolo de interfaz UART, por lo que la pantalla cuenta con la interfaz serial UART para su conexión con las tarjetas de desarrollo. Las características del protocolo se describen en la sección 1.7.1.

Por lo tanto, se realiza la conexión utilizando los pines RX y TX de NodeMCU y el puerto Serial de la pantalla, teniendo en consideración que el puerto serial consta de 4 líneas adaptadas a una pieza que se conecta de forma directa al puerto.

Las líneas del puerto corresponden al voltaje de alimentación de 5V, la línea de tierra y las líneas TX y RX. Con ello la línea de 5V se conecta al pin V_{in} de NodeMCU, las tierras se puentean entre ambos, y las líneas TX y RX se conectan intercambiadas, es decir, RX se conecta a TX y viceversa, ya que la línea de transmisión de un elemento se convierte en la línea de recepción del otro. Se conectan tres diodos led que sirven como indicadores de cada proceso; el led verde indica el proceso de cobro, led rojo indica saldo insuficiente y el led amarillo indica la recarga. En el diagrama de la figura 13-2 se observa la conexión de los dispositivos.

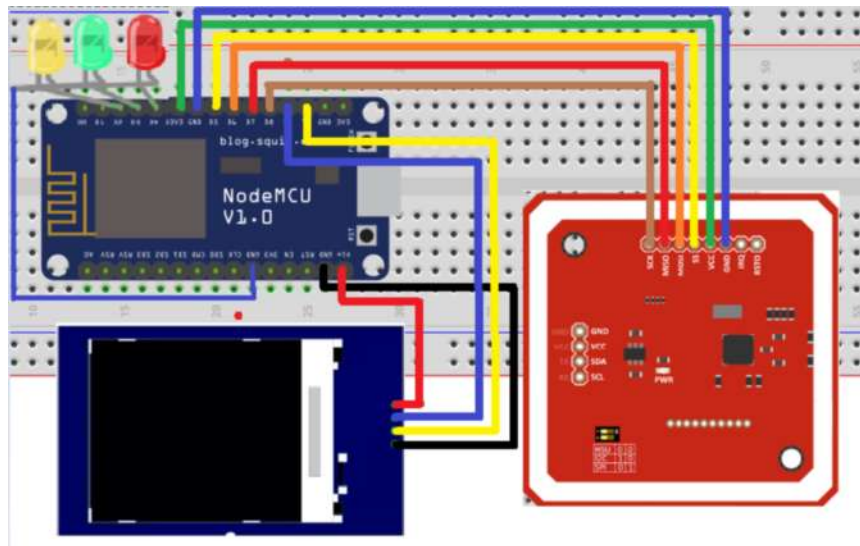


Figura 13-2: Conexión entre NodeMCU y la pantalla Nextion

Fuente: Mantilla Ana, 2018

La verificación de funcionamiento entre NodeMCU y la pantalla, se realiza una vez que se tenga las condiciones de cobro y recarga prepago de tarifas realizado.

2.5 Desarrollo software para el prototipo

En la programación para el funcionamiento del prototipo se desarrollan dos programas. El primero que permite el registro de información de usuario en la memoria de la etiqueta NFC e inicializar las variables de llevan un registro del saldo disponible, así como del contador de número de veces que la tarjeta es utilizada, y otro programa para realizar el proceso completo de cobro, recarga, visualización en la pantalla y página web.

2.5.1 Desarrollo del software de registro de información

Para realizar el programa de registro de información, se realiza un diagrama de flujo para saber la estructura de lo que debe hacer el programa. En la figura 14-2 se observa el diagrama de flujo que describe el comportamiento del programa.

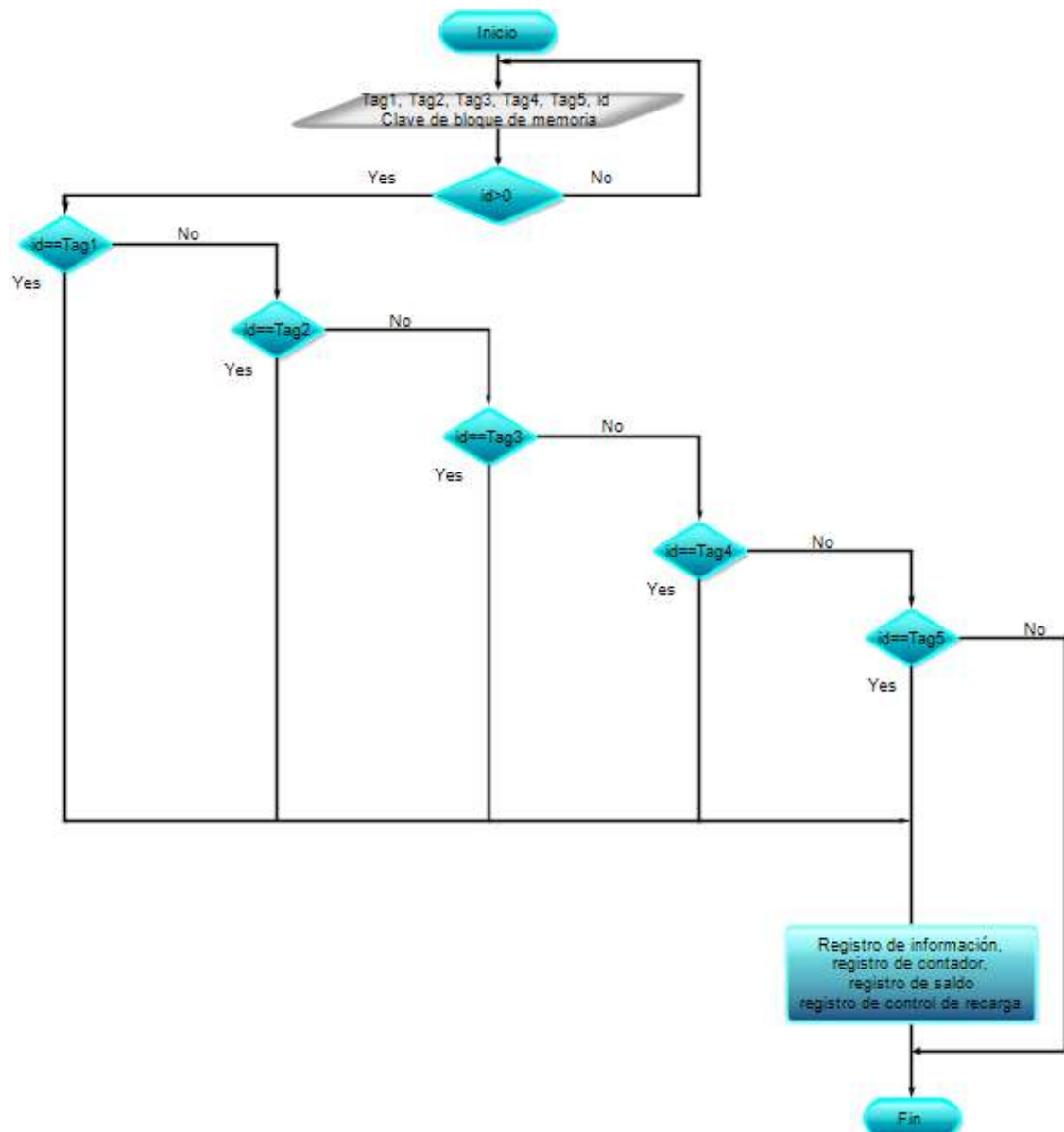


Figura 14-2: Diagrama de flujo del programa de registro de información

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Para el almacenamiento de la información en el bloque de memoria, se condiciona que el código de identificación de la etiqueta NFC nombrados desde Tag1 hasta Tag5 y la clave de acceso para los bloques, sean los requisitos para poder guardar información en cualquier bloque, siendo el id el código de la etiqueta que identifica el PN532.

Considerando que las etiquetas de cobro se adquieren en puntos de venta y recarga de las mismas, se desarrolla este programa para que permita registrar en la memoria de la etiqueta NFC la información concerniente al propietario, saldo inicial de \$0.60 dólares americanos que se da gratuitamente por la adquisición de la etiqueta o el valor de la recarga pagada con dinero en efectivo.

Adicionalmente se almacena en la memoria un byte de control para las recargas que se realiza a la tarjeta mediante la interfaz que se maneja en el prototipo para el cobro tarifario. Es importante resaltar, que todos los datos que se almacenan en los bloques de memoria de la etiqueta NFC, se guardan en formato hexadecimal en los diferentes bytes de memoria.

Los tipos de datos que se almacenan en los bloques de memoria se muestran en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Datos almacenados en la etiqueta NFC

	Tipo de dato
Información del propietario	String
Control de recarga	Byte
Saldo inicial	Byte

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Debido a que el saldo inicial de la etiqueta NFC es en valores decimales, se declara ese valor como una variable tipo float, para luego convertirla en un vector de 4 bytes para que pueda ser grabada en la memoria de la etiqueta. Esto se debe a que una variable float equivale a 4 bytes, lo cual ya se puede procesar para almacenar en un bloque. El programa se puede ver en el anexo B.

2.5.2 Desarrollo de Interfaz de la pantalla Nextion

Para desarrollar la interfaz y programación de la pantalla Nextion, se parte del diagrama de flujo de la figura 15-2, que contiene la estructura de lo que debe hacer la interfaz.

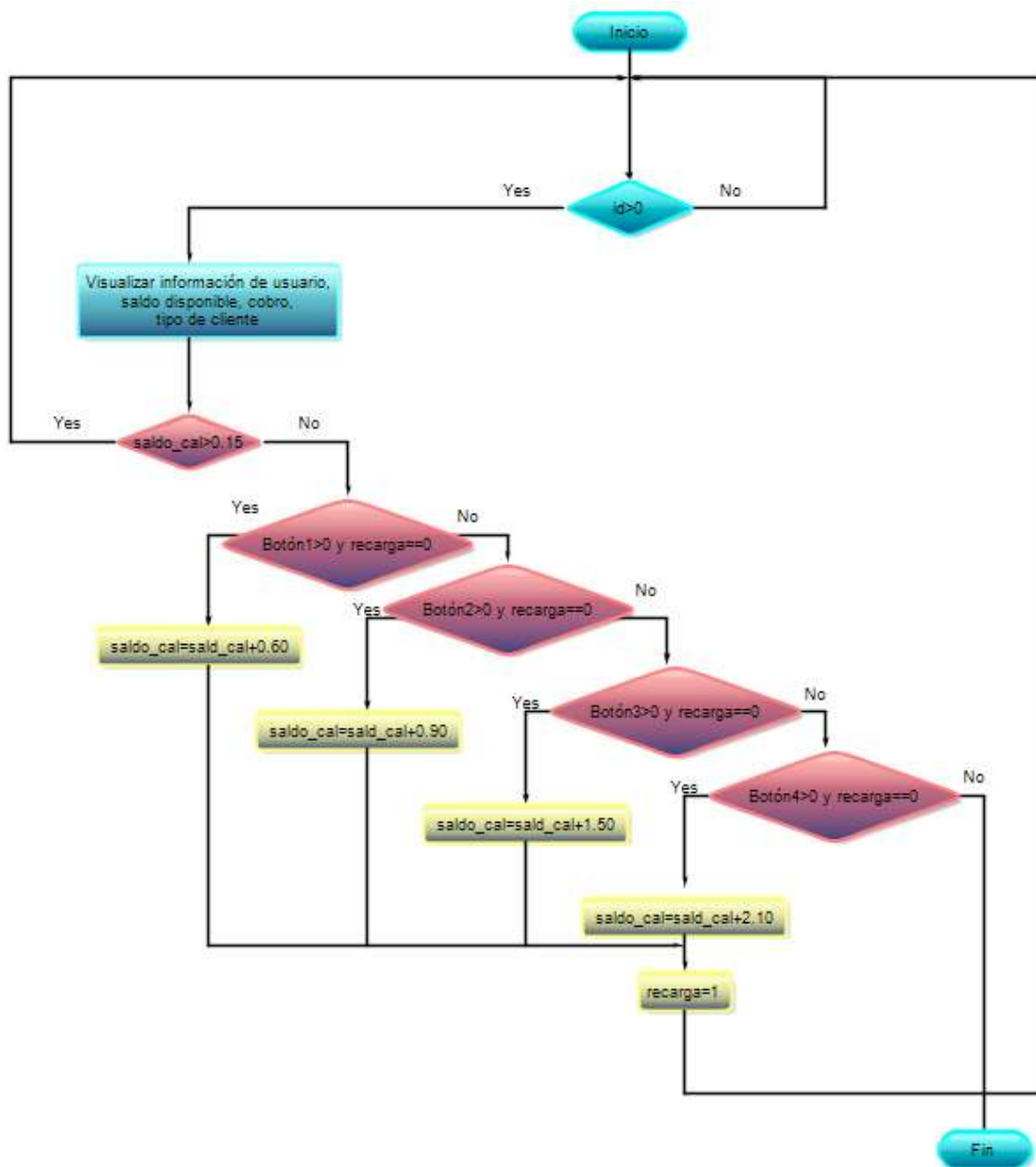


Figura 15-2: Diagrama de flujo de la interfaz Nextion

Fuente: Mantilla Ana, 2018

La interfaz se compone de tres páginas, que cumplen una función diferente dependiendo de la etapa del proceso que se esté ejecutando.

Se diseña la página de inicio, la cual se mantiene mientras el PN532 no detecte alguna etiqueta NFC. Al momento de detectar la etiqueta la página muestra un mensaje de texto “Sí”, con lo cual pasa a la página dos, esto es porque mediante un timer se condiciona el objeto de texto en donde se visualiza el mensaje. Significa que cuando el contenido de texto del objeto sea “Sí” debe pasar a la página dos.



Figura 16-2: Página de inicio de la interfaz de Nextion

Fuente: Mantilla Ana, 2018

En la figura 16-2 se observa el diseño de la página de inicio en donde ObjTxtEstado, es el objeto de texto que se condiciona para el cambio de página.

En la página dos se muestra la información del usuario, tipo de cliente, saldo disponible y cobro realizado por parte del prototipo luego de realizar el proceso de cobro o recarga, con lo que se condiciona mediante un timer para la página, el objeto que visualiza el saldo disponible para que en el caso de que su valor sea inferior al indicado en la figura 15-2 pase a la página tres en donde se puede realizar la recarga correspondiente, caso contrario cambia a la página de inicio.



Figura 17-2: Página de visualización de datos de la interfaz de Nextion

Fuente: Mantilla Ana, 2018

En la figura 17-2, se observa la interfaz de la página dos en donde se visualiza la información de interés para el usuario, siendo ObjNumSaldo la variable condicionada para el cambio de página.

Es importante resaltar que los objetos que visualizan valores numéricos dentro de la interfaz son objetos de texto, ya que Nextion no maneja números decimales, es decir, variables tipo float. Por lo tanto, en el software de cobro y recarga es necesario convertir las variables del tipo float a variables tipo string o char.

En la página tres se tienen los botones para realizar la recarga respectiva cuando el saldo disponible no es suficiente para pagar el valor tarifario del pasaje que corresponde. Los valores de recarga se fijaron en 0.60, 0.90, 1.50 y 2.10 dólares americanos, siendo todos múltiplos de tres para manejar valores exactos en los cobros y evitar sobrantes.



Figura 18-2: Página de visualización de opciones de recarga

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Como se observa en la figura 18-2, se tienen 4 opciones de recarga para el usuario, la cual puede realizar una sola vez, ya que la opción de recarga es una ayuda en el momento de cobro, pero no una extensión de efectivo electrónico. El objeto condicionado ObjTxtConfR define el cambio a la página de inicio.

Los sobrantes sólo se generan al principio cuando se realiza una recarga en el momento de la adquisición de la tarjeta, debido a que se recarga valores exactos como 1.00, 3.00 y 5.00 dólares americanos. En caso de no escoger ninguno de los botones de recarga, la página espera hasta obtener un resultado y finalizar el proceso.

Finalmente para registrar la recarga en la etiqueta NFC se debe pasar nuevamente la etiqueta por el PN532 para que se almacene el valor de la recarga y emita el mensaje en el objeto condicionado, para utilizar la etiqueta para el pago el servicio de transporte.

2.5.3 Desarrollo del software de cobro y recarga

Con la información de usuario y variables de control almacenadas en los bloques de memoria, la interfaz de la pantalla Nextion diseñada y programada, se desarrolla el programa que permite realizar el cobro y recarga en los buses de transporte público urbano, partiendo del diagrama de flujo que se muestra en la figura 19-2.

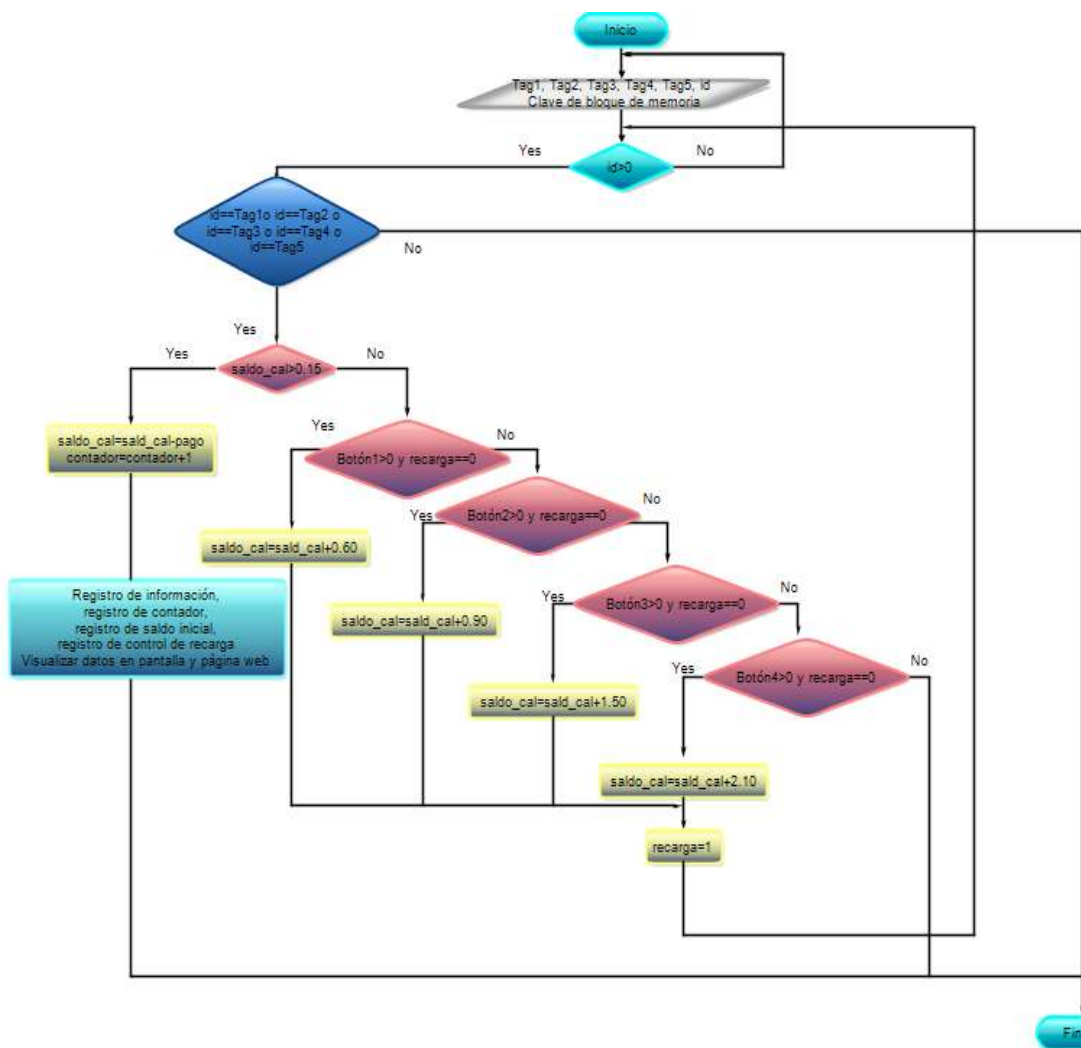


Figura 19-2: Diagrama de flujo del software de cobro y recarga prepago de tarifas

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.5.3.1 Cobro tarifario de pasaje

El valor de cobro estándar o general del servicio de transporte urbano que se utiliza para el programa es el establecido en la ciudad de Riobamba que tiene un valor definido de \$0.30 dólares americanos para el pago general, mientras que para el pago diferencial aplicado a usuarios diferenciales como se indica en la tabla 1-1 se establece en \$0.15 dólares americanos.

Para realizar el proceso de cobro tarifario de pasaje a los usuarios del transporte público, se inicia desde la lectura de los códigos de identificación de las etiquetas NFC, ya que cada una representa un tipo de cliente para un usuario diferente.

Con la identificación realizada, se realiza el cobro mientras se tenga el saldo necesario para realizar el pago y con ello registrar la información y variables de control para ser almacenados en la memoria de la etiqueta NFC, y con ello poder visualizar la información de interés al usuario en la pantalla Nextion.

2.5.3.2 Recarga Prepago de tarifas

La opción se despliega en caso de no tener suficientes fondos en la etiqueta NFC, por lo que se tiene varias opciones para realizar una recarga prepago de 0.60, 0.90, 1.50, 2.10 dólares americanos.

La coordinación del programa con la pantalla Nextion se realiza mediante la declaración de objetos que se utilizan en la interfaz, para obtener y asignar los datos pertinentes a los objetos que permiten que funcionen ambos de forma coordinada.

Para registrar el valor de la recarga seleccionado, se acerca la tarjeta al PN532 y con ello se registra dicho valor en la etiqueta NFC. Las condiciones de recarga son las mismas en relación a lo que realiza la pantalla Nextion, pero siendo un dispositivo diferentes que requiere el proceso se menciona. Por lo que se evidencia que todos los procesos dependen uno del otro ya que son codependientes para obtener un mismo resultado. En el anexo C se puede ver el programa.

2.6 Diseño de la página Web

Para el diseño de la página web se utiliza el software XAMPP, en el cual se crea la base de datos en donde se registran los datos correspondientes a los usuarios que pueden acceder a la

información de la página web y los datos respecto al cobro. Para ello se habilita el servidor web y la base de datos de datos mysql del XAMPP, como se indica en la figura 20-2.

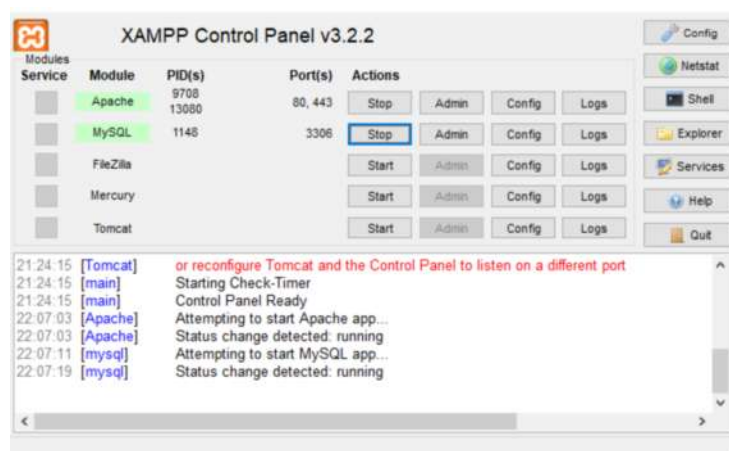


Figura 20-2: Habilitación de servidor web y base de datos

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con la habilitación del servidor web y la base de datos, se va al localhost para crear la base de datos y las tablas que contiene ésta, las cuales son las ganancias y los usuarios. Luego de crear todo lo mencionado se desarrolla el programa, para diseñar y configurar que la información se visualice en la página web y pueda descargarse. El programa se puede ver en el anexo D.

Posteriormente se exporta la base de datos a la plataforma 000Webhost para poder obtener el dominio de la página web para que se visualice en cualquier lugar, también se exportan los archivos php, imágenes que componen la página web para que no muestre inconvenientes. En la figura 21-2 se observa el diseño de la página web.



Figura 21-2: Diseño de la página web

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.7 Diseño y construcción de la carcasa del prototipo

Los dispositivos utilizados para la implementación del prototipo se colocan dentro en una carcasa, con la finalidad de dar estética al prototipo.

2.7.1 Diseño de la carcasa del prototipo

El diseño de la carcasa del prototipo se lo realiza en Solidworks que es un software de diseño de piezas. Para ello, primero se determinan las medidas de la carcasa, las cuales se muestran en la tabla 9-2.

Tabla 9-2: Medidas de la carcasa

Partes	Medidas
Tapa Superior	15x30 cm
Tapa Inferior	15x30 cm
Tapa Frontal	25x30 cm
Tapa Lateral	25x15 cm
Tapa Posterior	25x30 cm
Pantala Nextion	18.1x10.8 cm
PN532	4.1x4.3 cm
Led	0.5 cm diámetro

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con las medidas definidas se realiza el diseño en Solidworks, obteniendo la carcasa que se muestra en la figura 22-2.

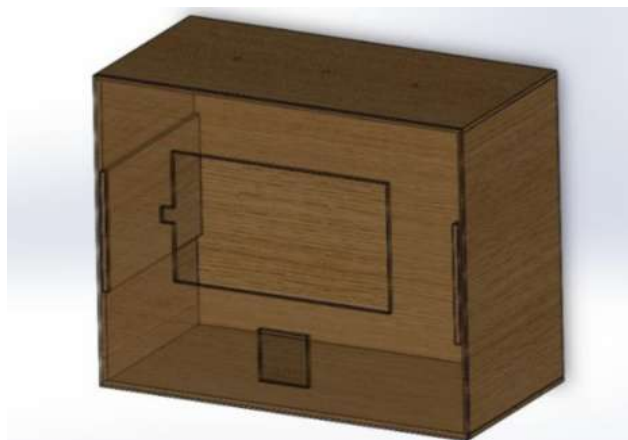


Figura 22-2: Diseño de carcasa en Solidworks

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.7.2 Construcción de la carcasa

Con el diseño realizado en Solidworks se procede a realizar la construcción de la carcasa, la cual se hace en mdf de 5mm, quedando la carcasa como se muestra en la figura 23-2.



Figura 23-2: Carcasa del prototipo de cobro y recarga

Fuente: Mantilla Ana, 2018

2.8 Implementación del prototipo

Para la implementación del prototipo se colocan todos los dispositivos utilizados dentro de la carcasa, para realizar las conexiones correspondientes entre ellos, para obtener el prototipo completo. En la figura 24-2 se muestra el prototipo implementado.



Figura 24-2: Prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas

Fuente: Mantilla Ana, 2018

CAPÍTULO III

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se realizaron las pruebas correspondientes al funcionamiento del prototipo, para verificar el cumplimiento de los requisitos del sistema, se analizó los errores de lectura del lector NFC en relación a las etiquetas, realización del cobro y recarga prepago y visualización de la información tanto al usuario como a los encargados de ofrecer el servicio de transporte público urbano mediante la página web y el costo del prototipo en relación con productos similares en el mercado ecuatoriano.

3.1 Distancia de lectura entre el lector NFC y las etiquetas

Se realizaron las pruebas de lectura entre el dispositivo lector y la etiqueta NFC, para establecer el rango de distancia en el cual ambos se comunican para intercambiar información. Las pruebas se hicieron para el rango de distancia de 1-3 cm que es el rango de trabajo de la tarjeta Mifare, en la figura 1-3 se muestra el proceso de lectura.

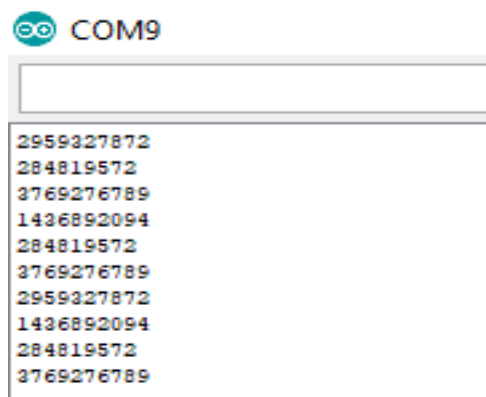


Figura 1-3: Código de lectura de las etiquetas NFC

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Para el cálculo del error se utiliza la ecuación 1-3.

Ecuación 1-3: Margen de error porcentual

$$\text{error \%} = \frac{\text{valor}_{\text{exacto}} - \text{valor}_{\text{aproximado}}}{\text{valor}_{\text{exacto}}} \times 100$$

Se realizaron cuarenta lecturas distribuidas para las distancias 1-4 cm, para contrastar el error calculado con la ecuación 1-3, que se genera en la lectura cuando se excede el rango establecido. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Mediciones del rango de lectura entre lector y etiqueta NFC

Lectura	Distancias de Lectura			
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
1	Sí	Sí	Sí	Error
2	Sí	Sí	Sí	Sí
3	Sí	Sí	Sí	Sí
4	Sí	Sí	Sí	Error
5	Sí	Sí	Sí	Error
6	Sí	Sí	Sí	Error
7	Sí	Sí	Sí	Sí
8	Sí	Sí	Error	Sí
9	Sí	Sí	Sí	Error
10	Sí	Sí	Sí	Error
Error %	0	0	10	40

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En el gráfico 1-3 se observa el error que se genera en las diferentes distancias de prueba para la lectura entre el lector y la etiqueta NFC, con lo que se evidenció que superado el rango de trabajo de la etiqueta Mifare se incrementó el error.

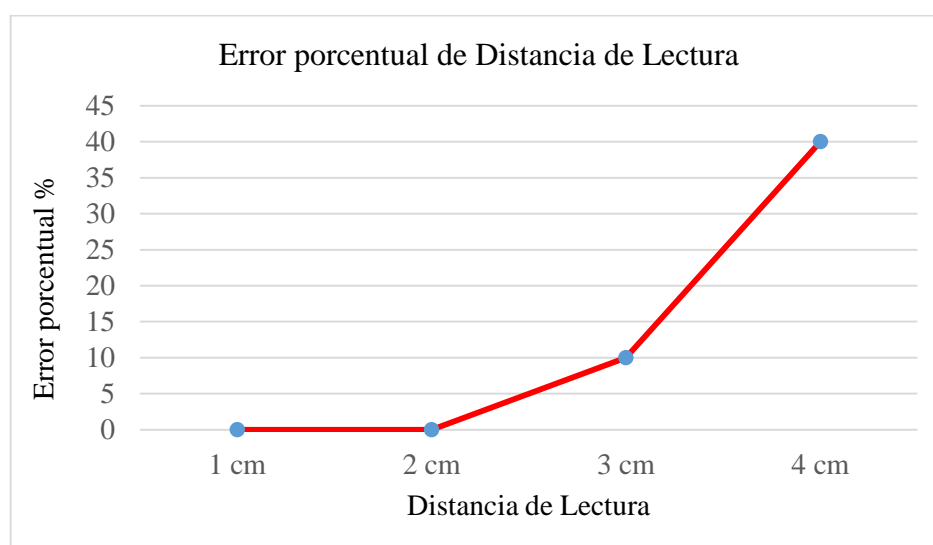


Gráfico 1-3: Error porcentual de la distancia de lectura

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

No obstante, se determinó que a más de 4 cm ya no se realiza la lectura y por lo tanto se definió que la etiqueta NFC se debe colocar a una distancia máxima de 3 cm para poder trabajar correctamente.

3.2 Tiempo de comunicación entre el prototipo y la base de datos

Se tomó el tiempo de comunicación del envío de datos desde el prototipo al servidor web, para establecer un promedio de tiempo. Para la medición de los tiempos de comunicación se realizaron treinta pruebas las cuales se muestran en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Tiempos de envío de datos desde el prototipo al servidor web

Prueba de envío de datos	Tiempo (ms)	Prueba de envío de datos	Tiempo (ms)	Prueba de envío de datos	Tiempo (ms)
1	2500	11	1900	21	1950
2	2400	12	1950	22	2300
3	1900	13	2000	23	2000
4	2600	14	2500	24	2300
5	1950	15	2300	25	2000
6	2500	16	2150	26	2100
7	1950	17	2000	27	2000
8	1950	18	2000	28	1900
9	2500	19	1900	29	1950
10	2350	20	2400	30	2000

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

El tiempo promedio de comunicación con el servidor fue de 2140 ms, esto significa que éste fue el tiempo que le tomó al NodeMCU para comunicarse con la base de datos que se creó mediante XAMPP, lo que es un tiempo aceptable para los propósitos del prototipo.

3.3 Proceso de cobro y recarga prepago de tarifas

Para verificación del funcionamiento del programa se registró la información del usuario en una etiqueta NFC, y luego se procedió a leer los bloques de memoria con el programa del anexo 1 para verificar que los bloques no se encontraran en ceros. La memoria de la etiqueta NFC con la información almacenada se observa en la figura 2-3.


```

Read card #3769276785
E0 AA 55 75 A6 88 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 0 | Manufacturer Block
44 61 6E 69 65 6C 20 43 61 72 73 65 72 61 20 20 | Block 1 | Data Block
43 2E 45 20 31 38 30 33 37 35 34 35 30 30 0 20 | Block 2 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 80 69 FF FF FF FF FF | Block 3 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 4 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 5 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 6 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 FF 7 80 69 FF FF FF FF FF | Block 7 | Sector Trailer
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 8 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 9 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 10 | Data Block
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 11 | Sector Trailer

```

Figura 2-3: Bloque de memoria con información almacenada en hexadecimal

Fuente: Mantilla Ana, 2018

En vista de que la comunicación entre los dispositivos se realizó satisfactoriamente, se procedió a realizar las pruebas en los diferentes procesos que componen el funcionamiento del prototipo, para verificar los resultados generados.

3.3.1 Proceso de cobro

Se realizó una comparación entre la agilidad del proceso de cobranza del prototipo y el proceso de cobranza actual en los buses de transporte público urbano, para determinar la efectividad del sistema de cobro electrónico.

3.3.1.1 Proceso de cobro del prototipo

En el proceso de cobro del prototipo se analizó el número de cobros que se realizan por minuto, con la finalidad de determinar la agilidad del proceso, que es el enfoque que tiene la realización del cobro dentro de las funciones que cumple el prototipo. Se tomó en cuenta que el proceso implica el cobro del pasaje y la visualización de la información en la pantalla, lo cual fue esencial para entender los factores que intervienen en el proceso de cobranza. La forma en que se visualizaron los datos se observa en la figura 3-3.

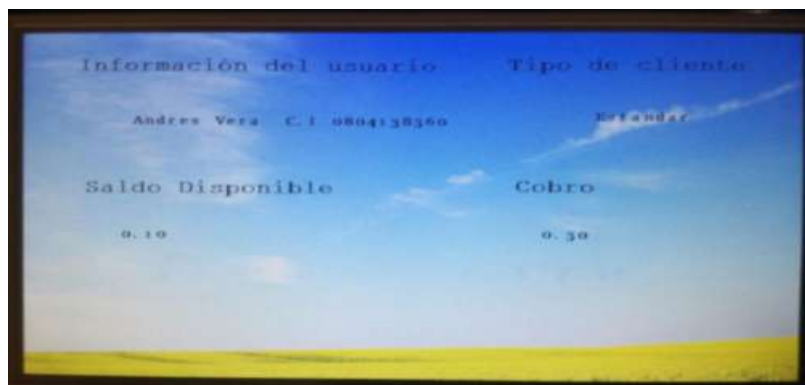


Figura 3-3: Visualización de datos en la pantalla

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Se realizaron cobros durante treinta minutos para obtener un promedio de los cobros realizados por minuto, obteniendo los datos mostrados en las tablas 3-3 y 4-3.

Tabla 3-3: Número de cobros realizados con el prototipo

Tiempo (min)	Número de Cobros	Tiempo (min)	Número de Cobros	Tiempo (min)	Número de Cobros
1	24	11	24	21	25
2	23	12	25	22	23
3	24	13	25	23	24
4	25	14	24	24	25
5	24	15	25	25	24
6	25	16	25	26	23
7	24	17	24	27	24
8	23	18	25	28	25
9	22	19	24	29	24
10	25	20	25	30	25

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos en la tabla 4-3, se determinó que la cantidad máxima de cobros realizados por minuto es de 24 o su equivalente del número de cobros en caso de utilizar una misma tarjeta para el pago de pasaje de dos o más personas.

Tabla 4-3: Promedio de cobros realizados del prototipo

	Número de Cobros
Promedio de 1-10 min	24
Promedio de 11-20 min	25
Promedio de 21-30 min	24
Promedio de cobros	24

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con las pruebas realizadas se calculó el tiempo en que se realiza el cobro del pasaje, relacionando los segundos que conforman un minuto y el promedio de cobros por minuto, obteniendo que el proceso de cobranza se realiza en 2.5 segundos, que es un tiempo de cobro aceptable para el prototipo.

3.3.1.2 Proceso de cobro actual en los buses de transporte público urbano

A diferencia del cobro que se realizó con el prototipo en el que no depende de ningún factor externo, en el proceso de cobranza de los buses el tiempo de cobro varió por factores externos

como: la demora del cobrador y/o chofer en dar el cambio en monedas o billetes y la predisposición del cobrador y/o chofer para el cobro del pasaje.

Se realizó el monitoreo a partir de las 12:30 p.m. hasta la 13:30 p.m., que es la hora de mayor demanda en los buses en donde el cobrador y/o chofer debió realizar el proceso de cobranza más rápido a los pasajeros. Se determinó que de 21 a 23 pasajeros subían en un minuto. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5-3.

Tabla 5-3: Número de cobros realizados en un bus de transporte público

Tiempo (min)	Número de Cobros	Tiempo (min)	Número de Cobros	Tiempo (min)	Número de Cobros
1	18	11	17	21	19
2	15	12	15	22	18
3	20	13	18	23	13
4	18	14	14	24	17
5	17	15	17	25	19
6	18	16	18	26	20
7	16	17	16	27	14
8	16	18	19	28	19
9	19	19	20	29	16
10	17	20	18	30	18

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

La variabilidad en los cobros de pasajes en el bus fue notoria en el momento de la subida, sea por la espera de los pasajeros en acomodarse en los asientos o en el pasillo para realizar el cobro respectivo; lo que el proceso de cobro se hace más lento, al igual que la entrega del cambio, aumentando el tiempo en los procesos.

Con los datos obtenidos de la tabla 6-3 se demostró que el proceso de cobranza actual es más lento que el proceso de cobro electrónico, con lo que se evidenció la eficiencia del prototipo.

Tabla 6-3: Promedio de cobros realizados en un bus

	Número de Cobros
Promedio de 1-10 min	17
Promedio de 11-20 min	17
Promedio de 21-30 min	17
Promedio de cobros	17

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con las pruebas realizadas se calculó el tiempo en que se realiza el cobro de pasaje, relacionando los segundos que conforman un minuto y el promedio de cobros por minuto, de lo cual se obtuvo que el proceso de cobranza se realiza en 3,53 segundos, que es un tiempo de cobro aceptable para el prototipo.

3.3.2 Proceso de Recarga

En el proceso de recarga se consideró la visualización de la información en la que se despliega los valores de la recarga cuando el saldo es insuficiente para el pago del pasaje. La interfaz de la recarga se observa en la figura 4-3.



Figura 4-3: Interfaz de Recarga del prototipo

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Para determinar el tiempo en éste proceso, se realizaron treinta recargas, con la finalidad de obtener el promedio. Los datos que se obtuvieron se muestran en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Recargas realizadas con el prototipo

Número de Recarga	Tiempo (s)	Número de Recarga	Tiempo (s)	Número de Recarga	Tiempo (s)
1	0,98	11	0,94	21	1,00
2	0,95	12	0,98	22	0,94
3	0,96	13	1,00	23	1,00
4	0,94	14	0,99	24	0,98
5	0,98	15	0,97	25	0,94
6	1,00	16	1,00	26	0,98
7	0,99	17	0,94	27	1,00
8	0,97	18	1,00	28	0,99
9	1,00	19	0,98	29	0,94
10	1,00	20	1,00	30	0,98

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los datos obtenidos en la tabla 8-3, se determinó que el tiempo promedio en que se realiza una recarga no superaba un segundo.

Tabla 8-3: Promedio de recargas realizados en un bus

	Tiempo de recarga (s)
Promedio de 1-10 min	0,98
Promedio de 11-20 min	0,98
Promedio de 21-30 min	0,98
Promedio de realización de recarga	0,98

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

3.4 Visualización en la página Web del cobro diario

Se realiza el inicio de sesión con la cuenta de usuario que se creó, para acceder a la información correspondiente a los cobros generados en el día. Los campos a llenar para iniciar la sesión se observan en la figura 5-3.

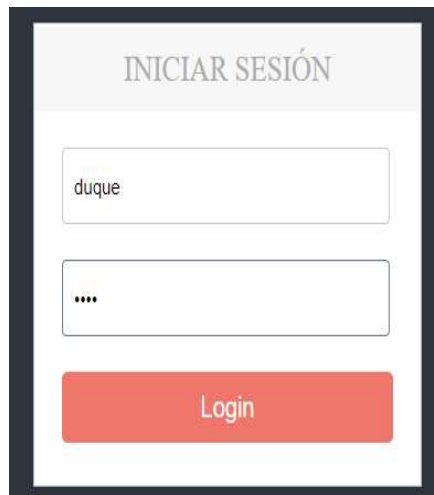


Figura 5-3: Inicio de sesión en la página web

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Una vez iniciada la sesión, se despliega la interfaz con el cuadro de registro de los cobros, detallando la hora y la fecha. En la figura 6-3 se observa la tabla de los cobros generados en un día de trabajo.



Figura 6-3: Interfaz de ganancias generadas

Fuente: Mantilla Ana, 2018

3.5 Análisis de aceptación y beneficios del prototipo

El diseño del prototipo está orientado a mejorar la calidad de servicio del cobro de pasajes para los usuarios y el beneficio para los dueños de buses, choferes y cobradores. Se estructuraron cuatro encuestas para determinar los beneficios y nivel de aceptación del prototipo.

Dos encuestas iniciales del sistema manual de cobranza y dos encuestas finales con el diseño del prototipo para: usuarios del servicio de transporte público urbano, choferes (propietarios) y cobradores que brindan el servicio, para analizar la aceptación o rechazo del prototipo.

Para definir el número de encuestas, se utilizó la ecuación 2-3.

Ecuación 2-3: Cálculo de la muestra

$$n = \frac{z * p * q * N}{(N - 1) * e^2 + z^2 * p * q}$$

Donde:

z: es el nivel de confianza

p: es la probabilidad de que ocurra algo

q: es la probabilidad de que no ocurra

N: es la población que se estudia para obtener la muestra

e: es el margen de error del muestreo

La población de muestra para la realización de la encuesta es de 450 que es el promedio de pasajeros que utilizan el servicio de transporte urbano en un día.

$$n = \frac{(1.96) * (0.5) * (0.5) * (450)}{(449) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{432.18}{2.0829}$$

$$n = 207.4496 \cong 207$$

Del cálculo realizado para la muestra se determinó que el número de encuestados es de 207.

Para el muestreo enfocado a los choferes y cobradores, se tomó como referencia el número de unidades que se encuentran registrados en el centro de matriculación vehicular, siendo de 76 unidades. Aplicando la ecuación 2-3 se determinó que la muestra es de 64.

$$n = \frac{(1.96) * (0.5) * (0.5) * (76)}{(75) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{72.9904}{1.1479}$$

$$n = 63.5860 \cong 64$$

3.5.1 Encuestas Iniciales

Determinadas las muestras para las encuestas, se estructuraron las encuestas enfocadas a obtener respuestas sobre el servicio actual.

3.5.1.1 Encuesta orientada a los usuarios de transporte público

Se formularon 8 preguntas que ayudaron a conocer la opinión de las personas en relación al cobro actual en el servicio de transporte público y el posible cobro electrónico. La estructura de la encuesta se encuentra en el anexo E.

Se analizaron los tipos de usuarios que utilizan el servicio de transporte público urbano, con lo que se obtuvo los datos que se muestran en la tabla 9-3.

Tabla 9-3: Tipos de usuario encuestados

Tipo de usuario	Rango de Edad	Número de personas	Porcentaje %
Estudiantes y Niños/Adolescentes	11 a 17	54	25,71
Tercera Edad	más de 65	41	19,52
Discapacidad	20 a 65	37	17,62
Estándar	18 a 64	78	37,14

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Se determinó que el tipo de usuario que utiliza más el transporte público urbano fue el usuario estándar con un 37,14%, mientras que las personas con discapacidad fueron los que menos ocupaban el servicio de transporte, lo que representaba un 17.62%. Para una mejor observación del contraste de resultados se realizó el gráfico 2-3.

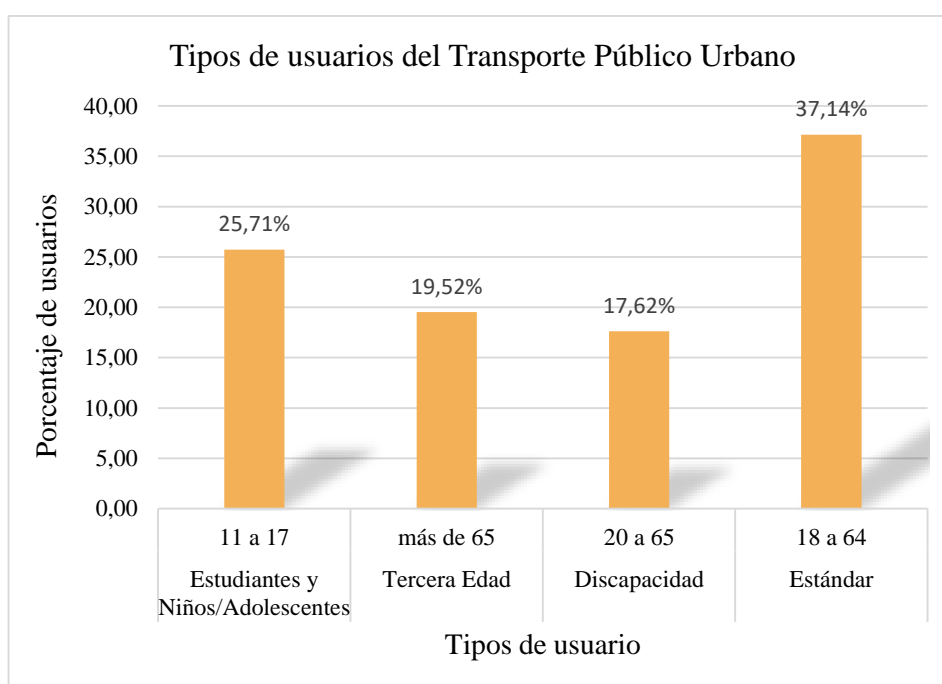


Gráfico 2-3: Tipos de usuarios en el transporte público urbano

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Una vez determinada la cantidad de usuarios de acuerdo al tipo, se procedió a analizar las preguntas de la encuesta, las mismas que se detallan a continuación:

Tabla 10-3: Análisis de la pregunta 1- encuesta 1

Pregunta 1		
Frecuencia de uso del servicio de transporte	Número de respuestas	Porcentaje %
De 1 a 2 veces al día	113	53,81
De 3 a 4 veces al día	74	35,24
De 5 a 6 veces al día	20	9,52
más de 6	3	1,43

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 53,81% de las personas utilizan el servicio de transporte público urbano de 1 a 2 veces al día, mientras que únicamente el 1,43% de las personas utilizaban el servicio de transporte más de 6 veces al día. En el gráfico 3-3 se observa mejor el contraste de resultados.

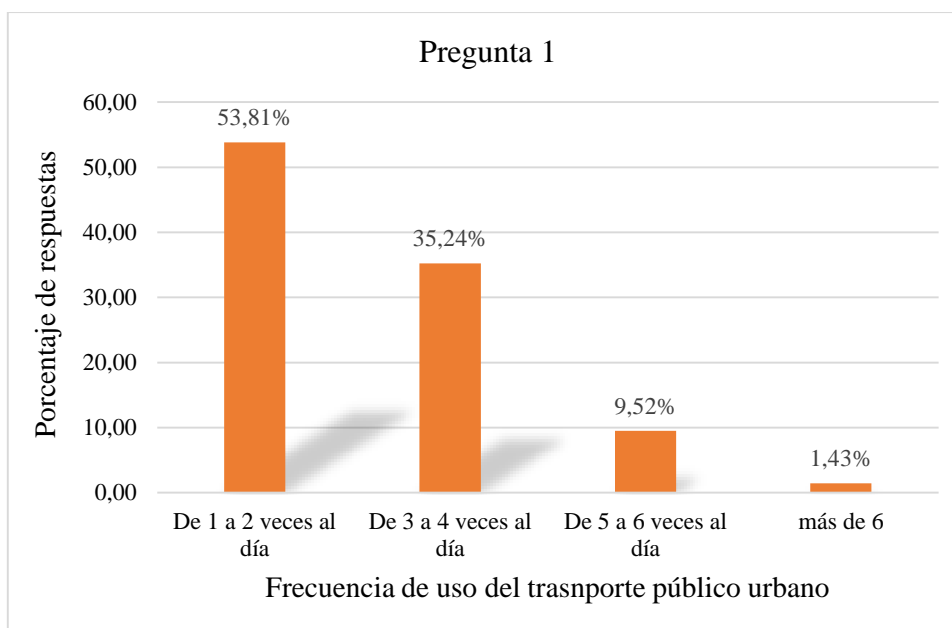


Gráfico 3-3: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 11-3: Análisis de la pregunta 2 - encuesta 1

Pregunta 2		
Implementación del cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	132	62,86
No	78	37,14

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 62,86% de las personas aceptan un sistema de cobro electrónico, mientras que un 37,14% no lo acepta. En el gráfico 4-3 se observa los porcentajes mencionados.

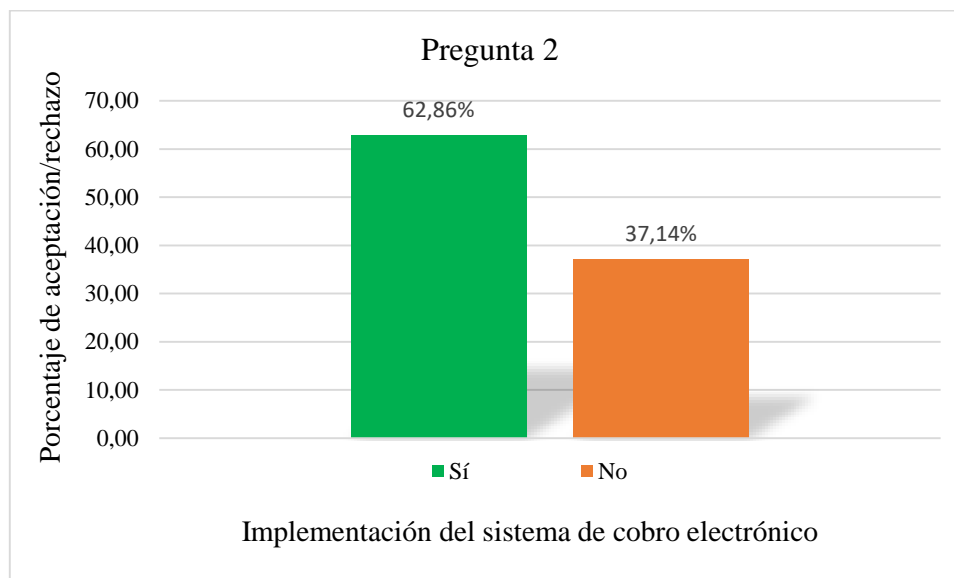


Gráfico 4-3: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 12-3.

Tabla 12-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 2

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Más ágil el proceso	76	57,58
Fácil el pago de pasaje	25	18,94
Más seguridad	15	11,36
Es eficiente	16	12,12

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 57,58% de los que aceptaron la implementación del cobro electrónico argumentaron la agilidad en el proceso, mientras que el 11,36% argumentó que el cobro sería más seguro. En el gráfico 5-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

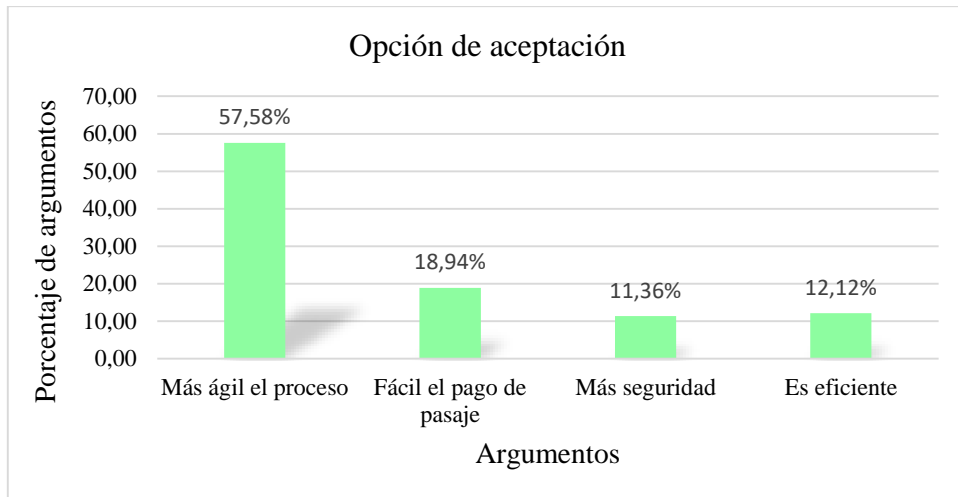


Gráfico 5-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 13-3 se registraron los argumentos de no aceptación del cobro electrónico.

Tabla 13-3: Argumentos de rechazo - pregunta 2

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Desconocimiento de la tecnología	33	42,31
Costumbre de pagar con dinero en efectivo	45	57,69

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 57,69% de los que rechazaron la implementación del cobro electrónico argumentaron la costumbre de pagar con dinero en efectivo, mientras que el 42,31% argumentó el desconocimiento de la tecnología. En el gráfico 6-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

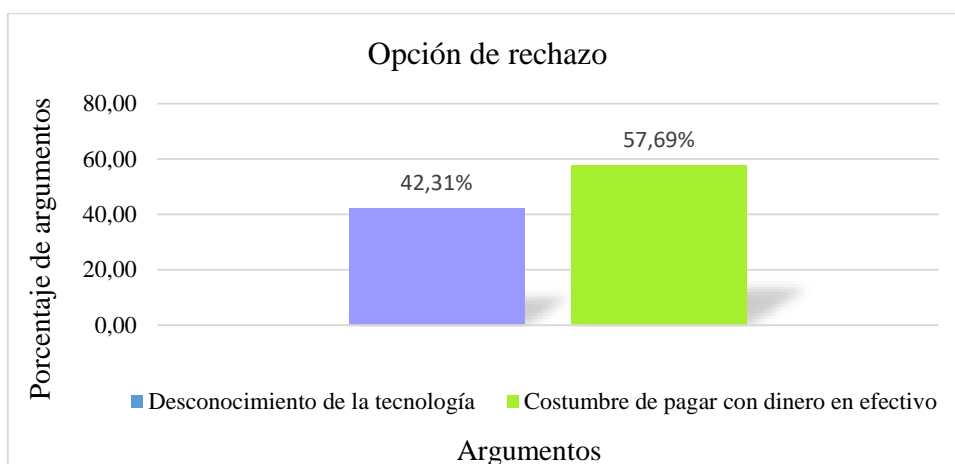


Gráfico 6-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 14-3: Análisis de la pregunta 3 - encuesta 1

Pregunta 3		
Lentitud de proceso de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	188	89,52
No	22	10,48

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 89,52% de las personas se inclinaban a decir que el proceso de cobro en los buses es lento, mientras que un 10,48% se oponía a ello. En el gráfico 7-3 se observa los porcentajes mencionados.

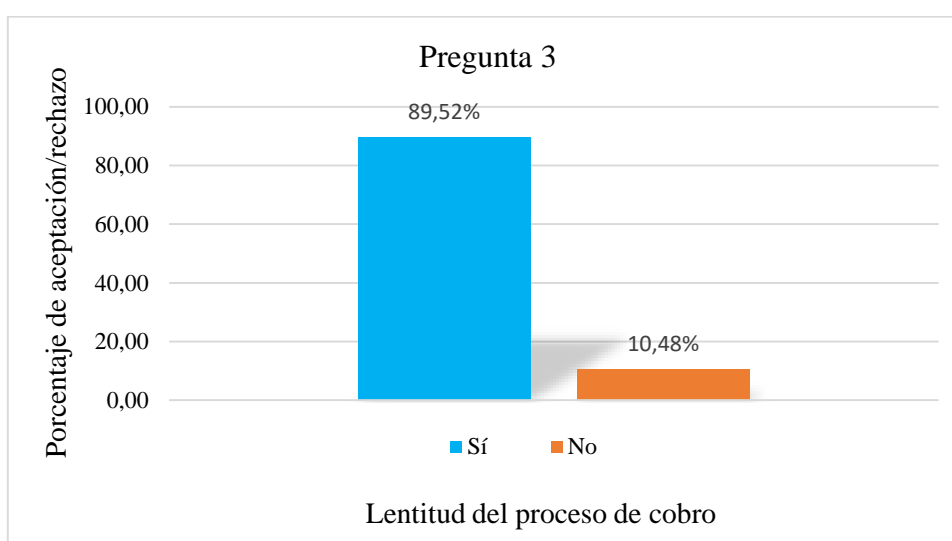


Gráfico 7-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 15-3.

Tabla 15-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 3

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Lentitud del cobrador	85	45,21
Demora en entrega del cambio	103	54,79

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 54,79% de los que aceptaron la lentitud en el cobro de pasajes en buses argumentaron la demora en la entrega del cambio, mientras que el 45,21% argumentó que se debía a la lentitud del cobrador. En el gráfico 8-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

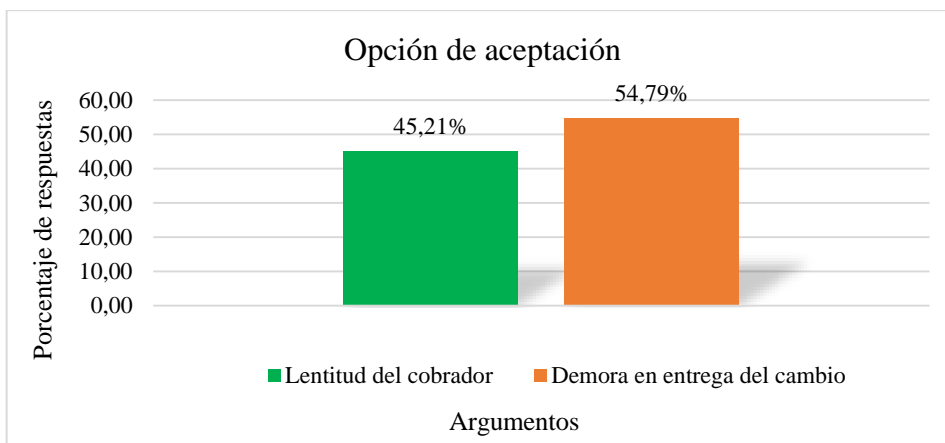


Gráfico 8-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 16-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 16-3: Argumentos de rechazo - pregunta 3

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
El cobrador tiene listo el cambio	17	77,27
Depende de la hora del día en que se tome el bus	5	22,73

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 77,27% de los que rechazaron la lentitud en el proceso de cobro en los buses argumentaron que el cobrador tenía listo el cambio, mientras que el 22,73% argumentó que dependía de la hora del día en que se tomara el bus. En el gráfico 9-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

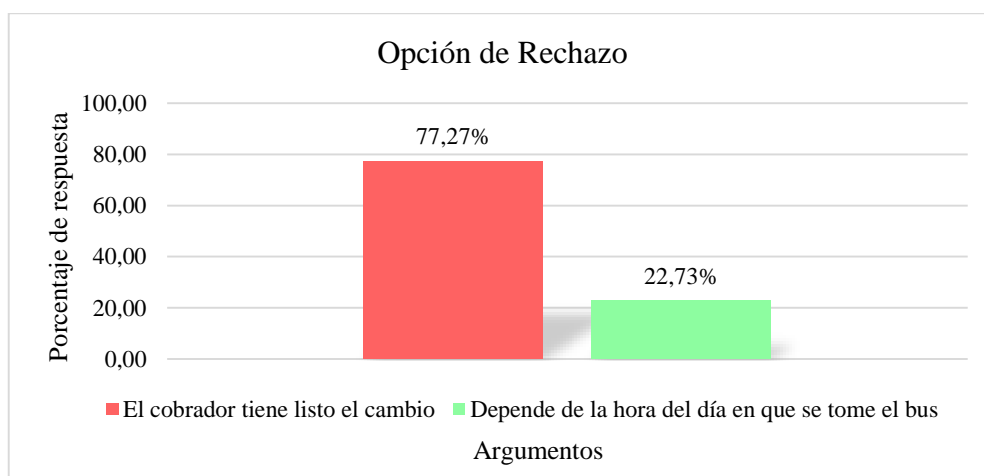


Gráfico 9-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 17-3: Análisis de la pregunta 4 - encuesta 1

Pregunta 4		
Agilizar tiempo de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	127	60,48
No	83	39,52

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 60,48% de las personas se inclinaban a decir que un sistema de cobro electrónico agilizaría el tiempo de cobro, mientras que un 39,52% se oponía a ello. En el gráfico 10-3 se observa los porcentajes mencionados.

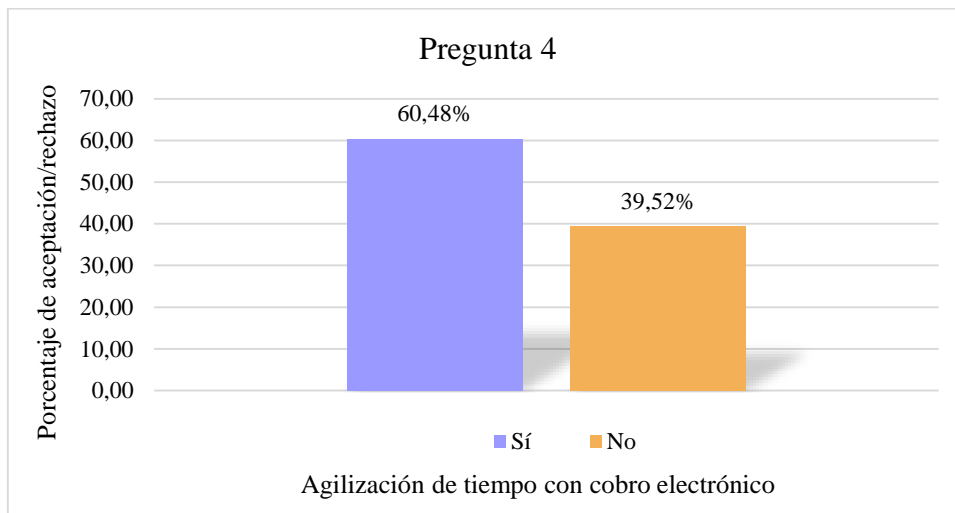


Gráfico 10-3: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 18-3.

Tabla 18-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 4

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Fácil	52	40,94
Práctico	45	35,43
Electrónico	12	9,45
Seguro	18	14,17

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 40,94% de los que aceptaron la agilidad en el cobro de pasajes en buses argumentaron la facilidad del proceso, mientras que el 9,45% argumentó que se debía al hecho de ser un dispositivo electrónico. En el gráfico 11-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

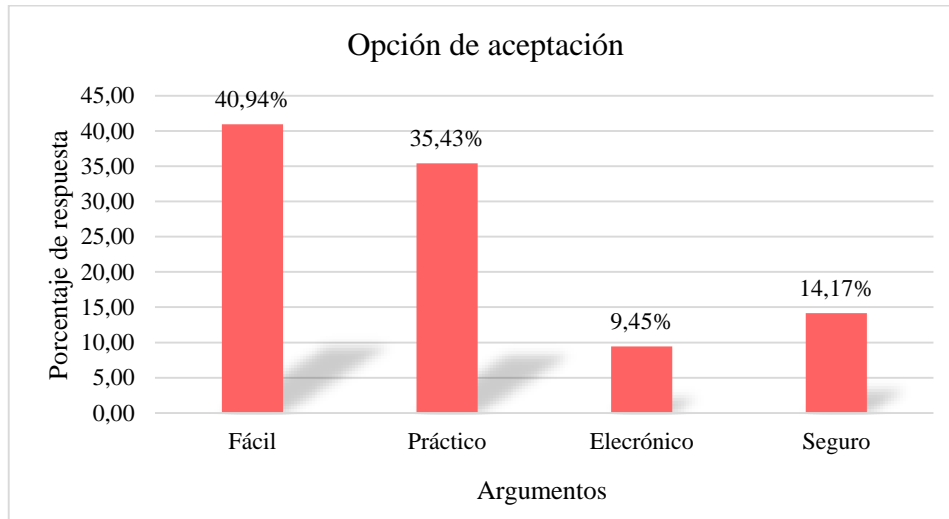


Gráfico 11-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 19-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 19-3: Argumentos de rechazo - pregunta 4

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
El cobrador tiene listo el cambio	24	28,92
No se sabe usar la tecnología	26	31,33
Difícil de manejar	33	39,76

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 39,76% de los que rechazaron la agilidad en el proceso de cobro en los buses argumentaron que era difícil de manejar, mientras que el 28,92% argumentó que el cobrador tenía listo el cambio. En el gráfico 12-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

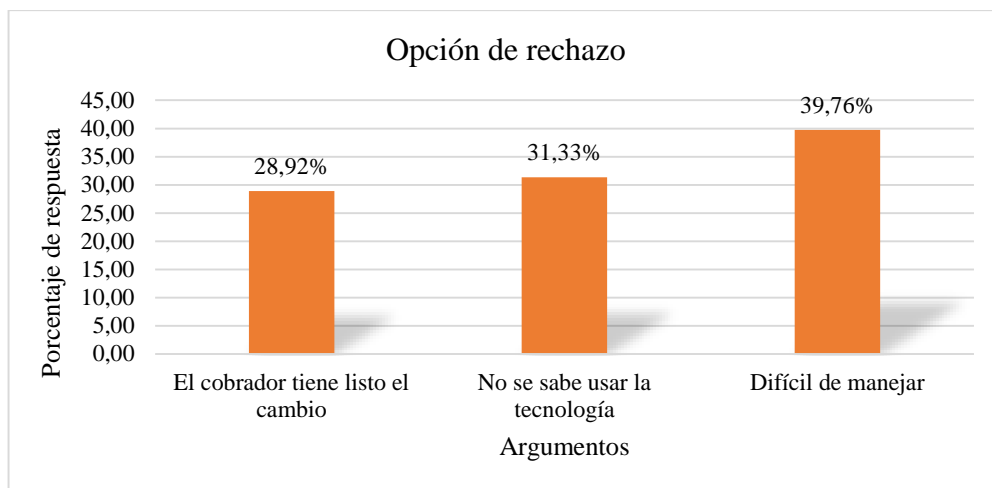


Gráfico 12-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 20-3: Análisis de la pregunta 5 - encuesta 1

Pregunta 5		
Tipo de Dispositivo	Número de respuestas	Porcentaje %
Tarjeta	130	61,90
Llavero	75	35,71
Pulsera	3	1,43
Otro	2	0,95

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 61,90% de las escogerían una tarjeta para el pago de pasaje, mientras que únicamente el 0,95% de las personas escogería otra opción. En el gráfico 13-3 se observa mejor el contraste de resultados.

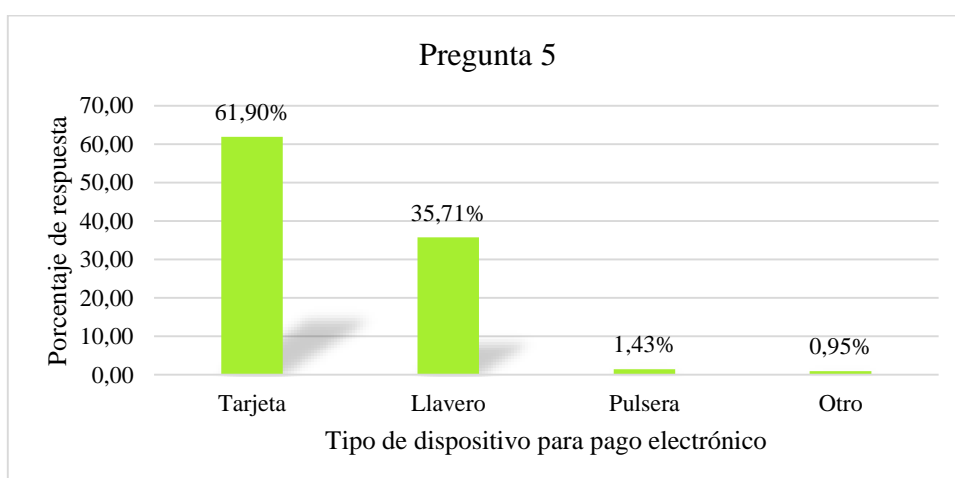


Gráfico 13-3: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 21-3: Análisis de la pregunta 6 - encuesta 1

Pregunta 6		
Seguridad del dispositivo de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	130	61,90
No	80	38,10

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 61,90% de las personas se inclinaban a decir que un dispositivo de cobro es más seguro que el efectivo, mientras que un 38,10% se oponía a ello. En el gráfico 14-3 se observa los porcentajes mencionados.

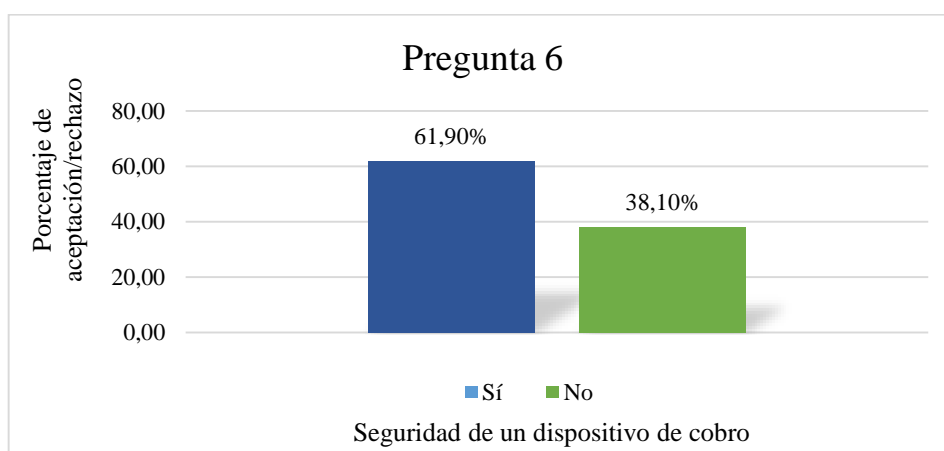


Gráfico 14-3: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 22-3.

Tabla 22-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 6

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Fácil	63	49,61
Práctico	33	25,98
Ágil	34	26,77

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 49,61% de los que aceptaron la seguridad del dispositivo argumentaron la facilidad de éste, mientras que el 25,98% argumentó que era práctico. En el gráfico 15-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

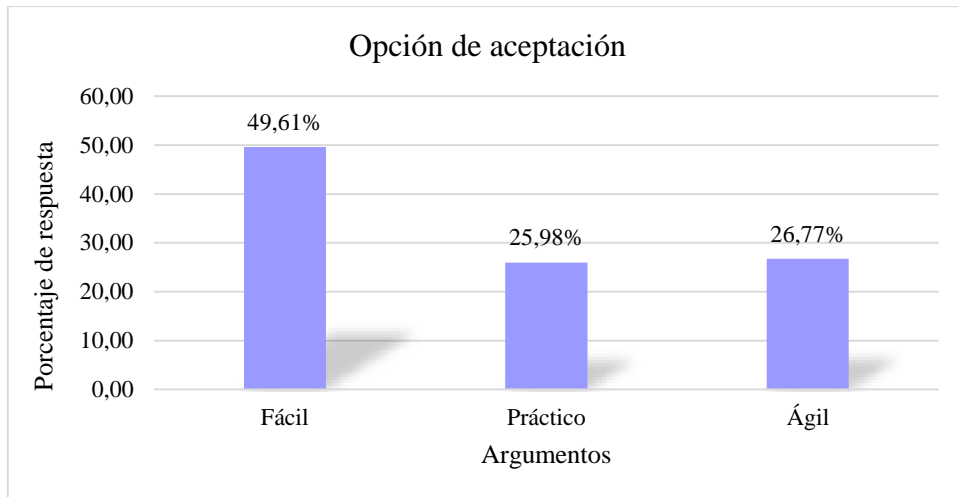


Gráfico 15-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 6

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 23-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 23-3: Argumentos de rechazo de la pregunta 6

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
No se sabe usar la tecnología	67	83,75
Es más confiable el efectivo	13	16,25

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Se evidenció que el 83,75% de los que rechazaron la seguridad del dispositivo de cobro argumentaron que no sabían utilizar la tecnología, mientras que el 16,25% argumentó que era más confiable el efectivo. En el gráfico 16-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

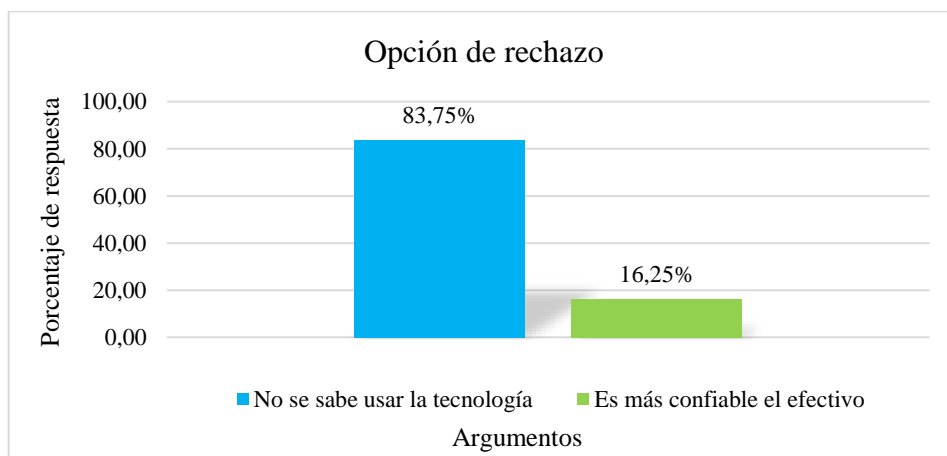


Gráfico 16-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 6

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los resultados obtenidos de la pregunta 7 se muestran en la tabla 24-3.

Tabla 24-3: Análisis de la pregunta 7 - encuesta 1

Pregunta 7		
Disposición de usar un dispositivo de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	132	62,86
No	78	37,14

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 62,86% de las personas se inclinaban a decir que estarían dispuestos a usar un dispositivo para el pago de pasaje, mientras que un 37,14% se oponía a ello. En el gráfico 17-3 se observa los porcentajes mencionados.

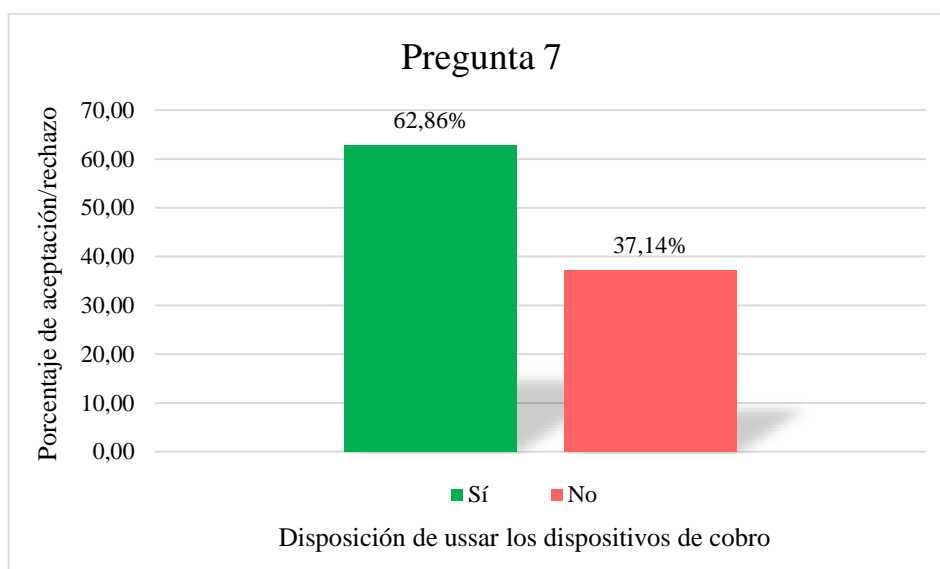


Gráfico 17-3: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 25-3.

Tabla 25-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 7

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Fácil	77	58,33
Práctico	28	21,21
Económico	27	20,45

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Se evidenció que el 58,33% de los que aceptaron tener la disposición de usar un dispositivo para el pago de pasaje argumentaron que era fácil, mientras que el 20,45% argumentó que era económico. En el gráfico 18-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

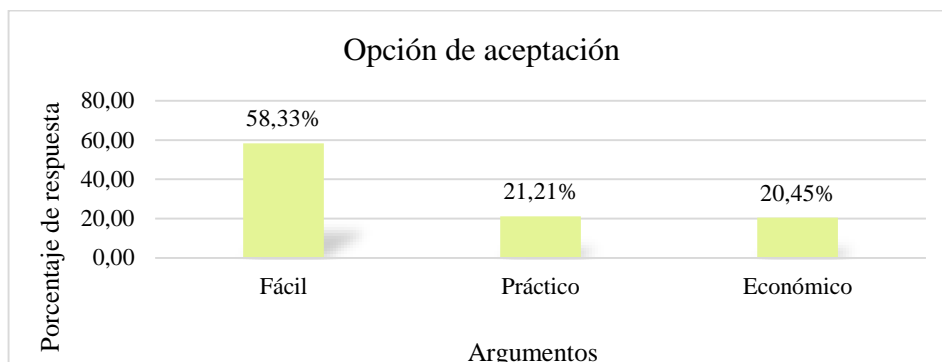


Gráfico 18-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 26-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 26-3: Argumentos de rechazo - pregunta 7

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
No se sabe usar la tecnología	54	69,23
No se usa en el país	24	30,77

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Se evidenció que el 69,23% de los que rechazaron tener la disposición de usar un dispositivo para pago de pasaje argumentaron que no sabían utilizar la tecnología, mientras que el 30,77% argumentó que no se usaba en el país. En el gráfico 19-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

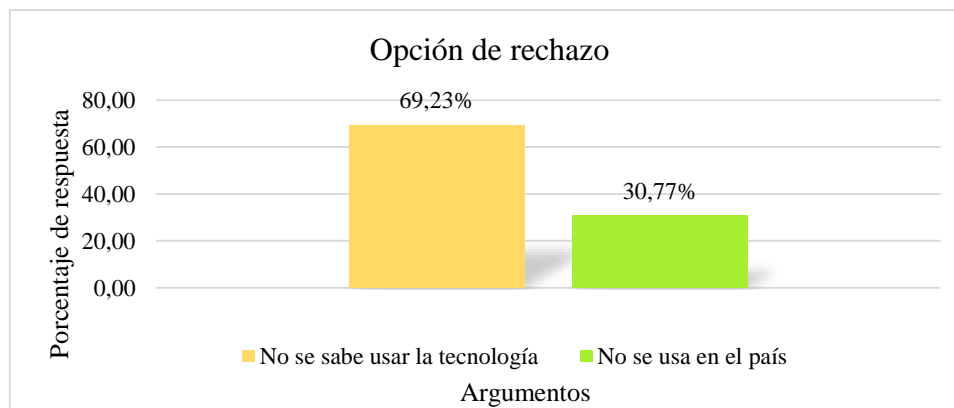


Gráfico 19-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 27-3: Análisis de la pregunta 8 - encuesta 1

Pregunta 8		
Recarga automática	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	186	88,57
No	24	11,43

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En vista de los resultados, se determinó que el 88,57% de las personas se inclinaban a decir que la recarga sería automática, mientras que un 11,43% se oponía a ello. En el gráfico 20-3 se observa los porcentajes mencionados.

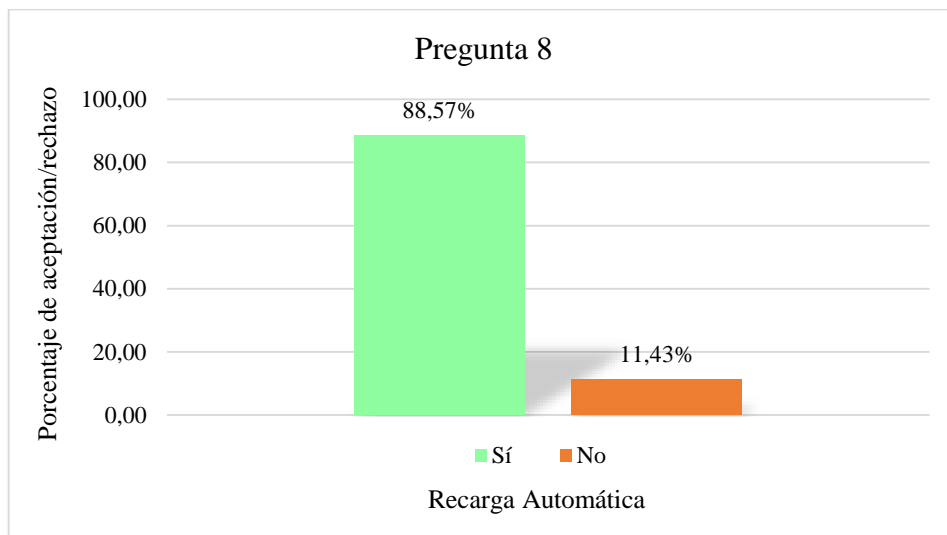


Gráfico 20-3: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 1

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 28-3.

Tabla 28-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 8

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Electrónico	32	17,20
Fácil	80	43,01
Ágil	74	39,78

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 43,01% de los que aceptaron que la recarga sería automática argumentaron que era así porque sería fácil, mientras que el 17,20% argumentó que era por ser electrónico el cobro. En el gráfico 21-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

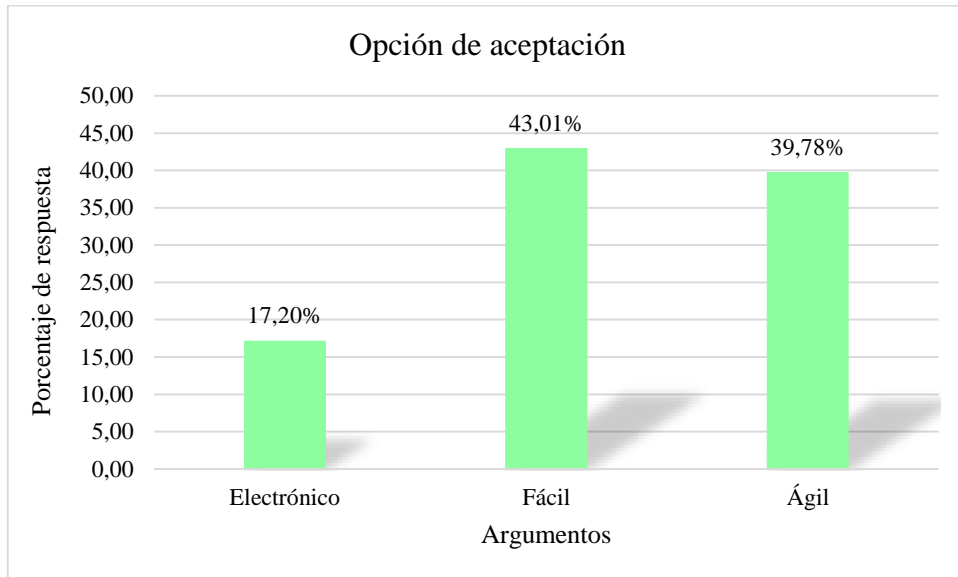


Gráfico 21-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 8

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 29-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 29-3: Argumentos de rechazo - pregunta 8

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
No conocer el funcionamiento	10	41,67
No se usa en el país	14	58,33

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 58,33% de los que rechazaron que la recarga sería automática argumentaron que no se usaba en el país, mientras que el 41,67% argumentó que no conocía el funcionamiento. En el gráfico 22-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

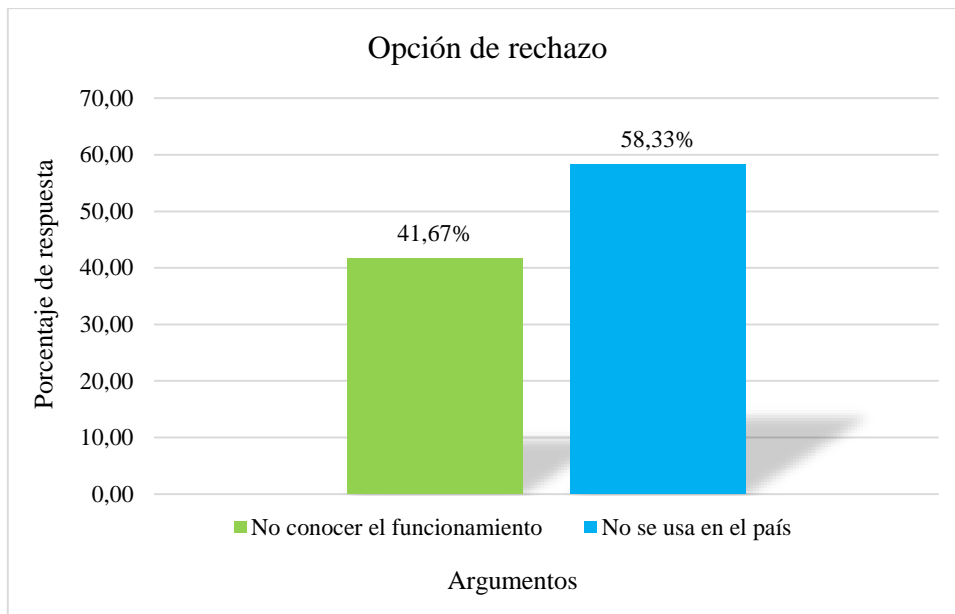


Gráfico 22-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 8

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

3.5.1.2 Encuesta orientada a los choferes y cobradores del transporte público urbano

Se formularon 8 preguntas que ayudaron a conocer la opinión de los que ofrecen el servicio de transporte urbano en relación a la posible implementación del cobro electrónico. Posteriormente se hicieron las encuestas y se analizaron las respuestas de cada interrogante. Para la encuesta 2 ver anexo F.

Los resultados obtenidos se describen a continuación:

Tabla 30-3: Análisis de la pregunta 1 - encuesta 2

Pregunta 1		
Calidad del servicio de transporte	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	4	6,25
Bueno	26	40,63
Regular	29	45,31
Malo	5	7,81

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 45,61% de las personas que ofrecen el servicio de transporte calificaban como regular el servicio, mientras que el 6,25% de las personas calificaron como muy bueno el servicio. En el gráfico 23-3 se observa mejor el contraste de resultados.

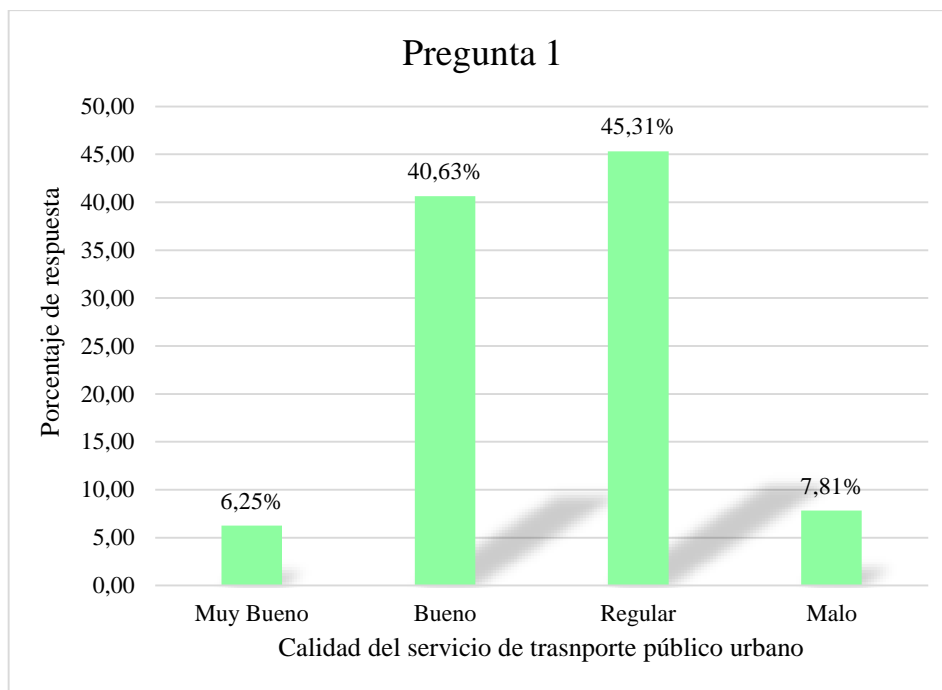


Gráfico 23-3: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 31-3: Análisis de la pregunta 2 - encuesta 2

Pregunta 2		
Motivos de discusión	Número de respuestas	Porcentaje %
No querer pagar la tarifa correspondiente	18	28,13
Rehúso a pagar el pasaje	4	6,25
No querer pagar el pasaje de un niño	12	18,75
Inconvenientes al momento de entregar el cambio	8	12,50
Congestión de usuarios al momento de cobrar el pasaje	22	34,38

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 34,38% de las personas que ofrecen el servicio de transporte consideró que el mayor motivo de discusión era la congestión de pasajeros al momento del cobro, es decir, la subida al bus, mientras que el 6,25% de las personas consideró que era el rehúso a pagar el pasaje. En el gráfico 24-3 se observa mejor el contraste de resultados.

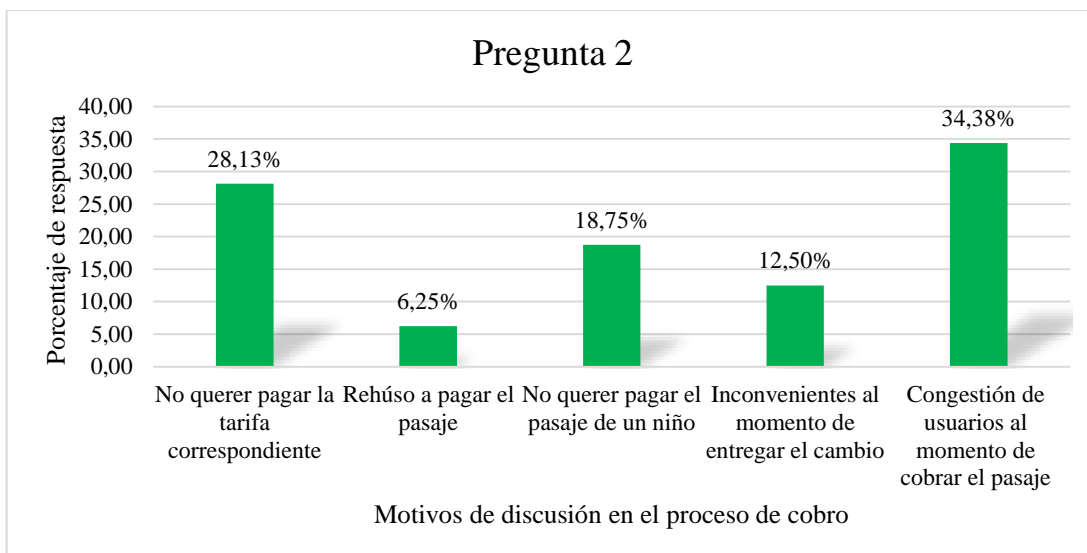


Gráfico 24-3: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 32-3: Análisis de la pregunta 3 - encuesta 2

Pregunta 3		
Congestionamiento en la subida del bus debido al cobro de pasaje	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	46	71,88
No	18	28,13

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 71,88% de las personas que ofrecen el servicio de transporte consideró que si existe congestionamiento debido al cobro de pasajes, mientras que el 28,13% de las personas consideró que no existía congestionamiento debido al cobro. En el gráfico 25-3 se observa mejor el contraste de resultados.

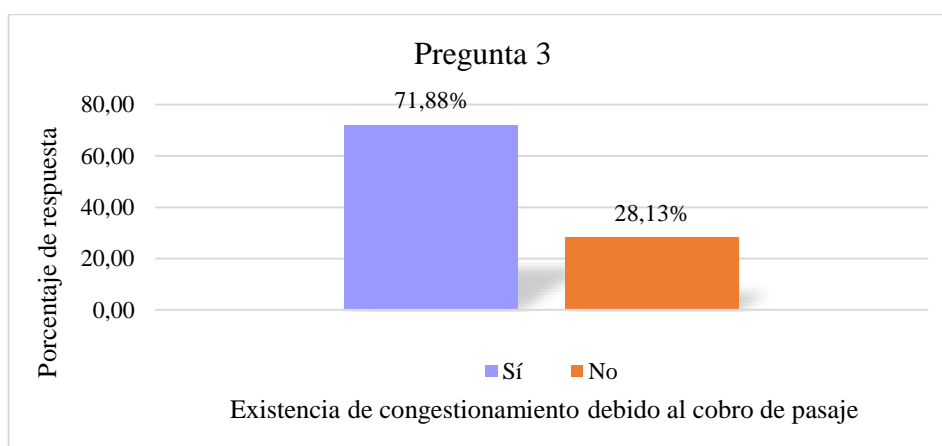


Gráfico 25-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 33-3.

Tabla 33-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 3

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Demora en entrega del cambio	15	32,61
Demora de los pasajeros en buscar el dinero para pagar	26	56,52
Falta de agilidad para cobrar de forma rápida	5	10,87

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 56,52% de los que aceptaron la existencia de congestionamiento argumentaron que el mayor motivo es la demora del pasajero en buscar el dinero para pagar, mientras que el 10,87% argumentó que era por la falta de agilidad para cobrar. En el gráfico 26-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

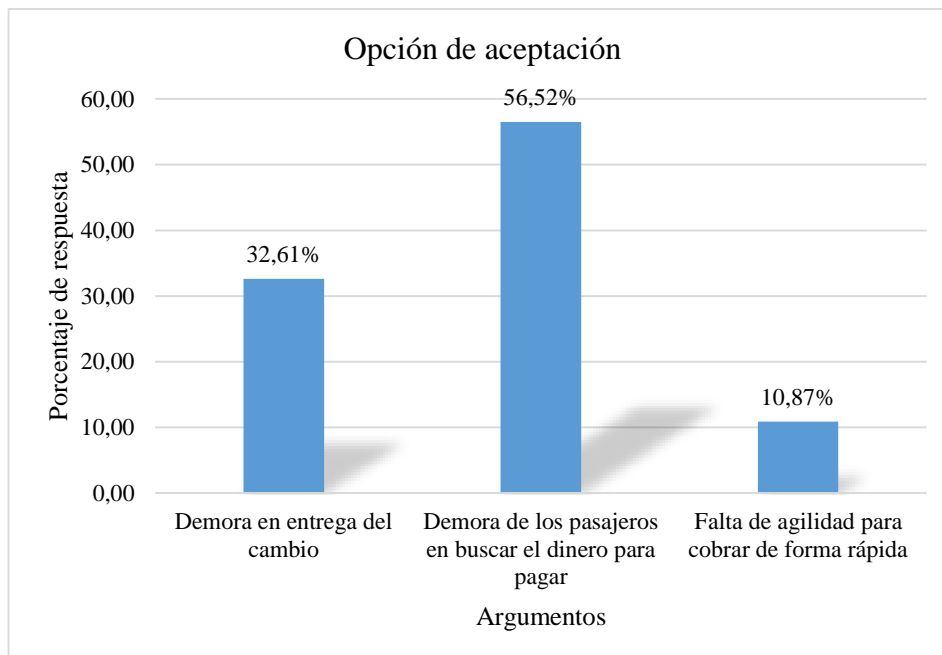


Gráfico 26-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 34-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 34-3: Argumentos de rechazo - pregunta 3

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
El cambio está listo	11	61,11
Agilidad para el cobro de pasaje	7	38,89

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 61,11% de los que rechazaron la existencia de congestionamiento argumentaron que el cambio estaba listo, mientras que el 38,89% argumentó que se tenía la agilidad para el cobro de pasaje. En el gráfico 27-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

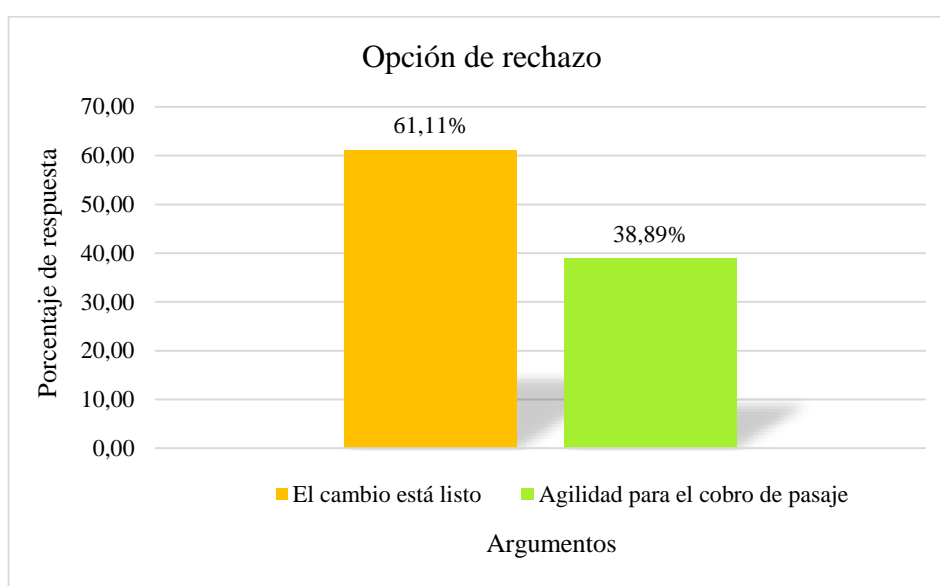


Gráfico 27-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 35-3: Análisis de la pregunta 4 - encuesta 2

Pregunta 4		
Factores de pérdida de dinero	Número de respuestas	Porcentaje %
Olvidar cobrar el valor del pasaje a un usuario	19	29,69
No verificar la cantidad de dinero en efectivo recibido	11	17,19
La cantidad de usuarios subiendo al autobús	26	40,63
Recibir monedas y billetes falsos	8	12,50

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 40,63% de las personas que ofrecen el servicio de transporte consideró que el mayor factor de pérdida de dinero es la cantidad de usuarios a la subida del bus, mientras que el 12,50% de las personas consideró que era recibir monedas y billetes falsos. En el gráfico 28-3 se observa mejor el contraste de resultados.

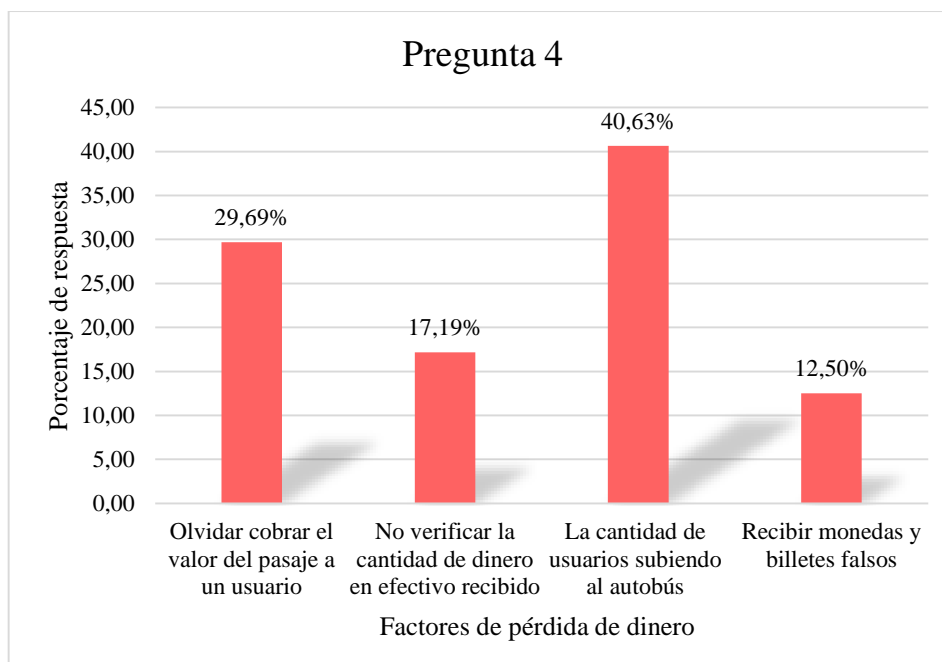


Gráfico 28-3: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 36-3: Análisis de la pregunta 5 - encuesta 2

Pregunta 5		
Disposición de implementar el cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	49	76,56
No	15	23,44

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 76,56% de las personas que ofrecen el servicio de transporte tendrían la disposición de implementar el sistema de cobro electrónico, mientras que el 23,44% de las personas se oponía. En el gráfico 29-3 se observa mejor el contraste de resultados.

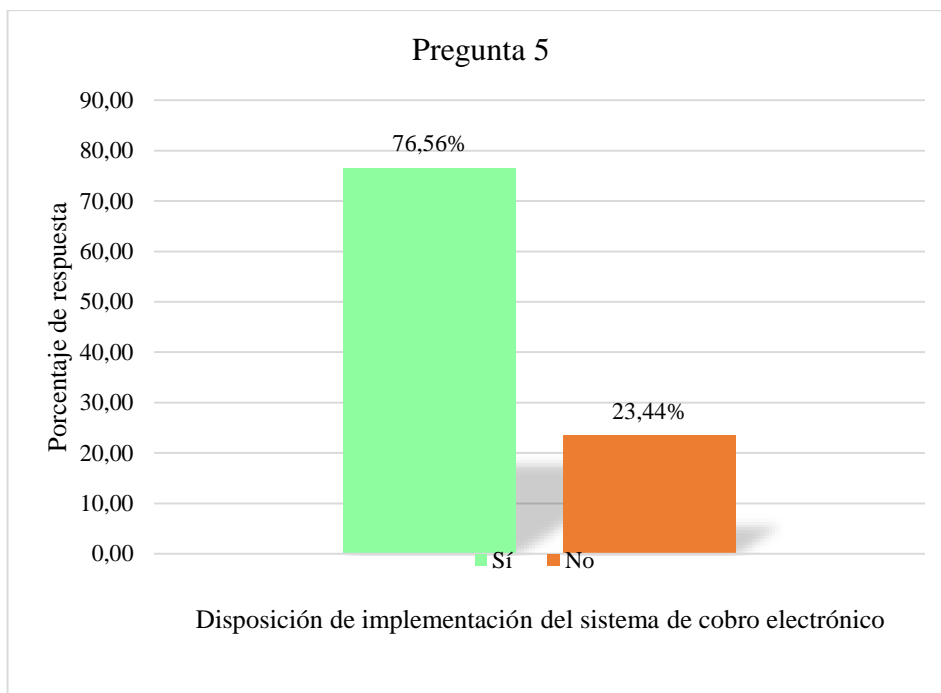


Gráfico 29-3: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 37-3.

Tabla 37-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 5

Sí		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Menos trabajo	14	28,57
Menos congestionamiento a la subida del bus	25	51,02
Más orden en el cobro de pasaje	10	20,41

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 51,02% de los que tenían la disposición de implementar el cobro electrónico lo harían para disminuir el congestionamiento a la subida del bus, mientras que el 20,41% argumentó que lo haría por el orden en el cobro del pasaje. En el gráfico 30-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

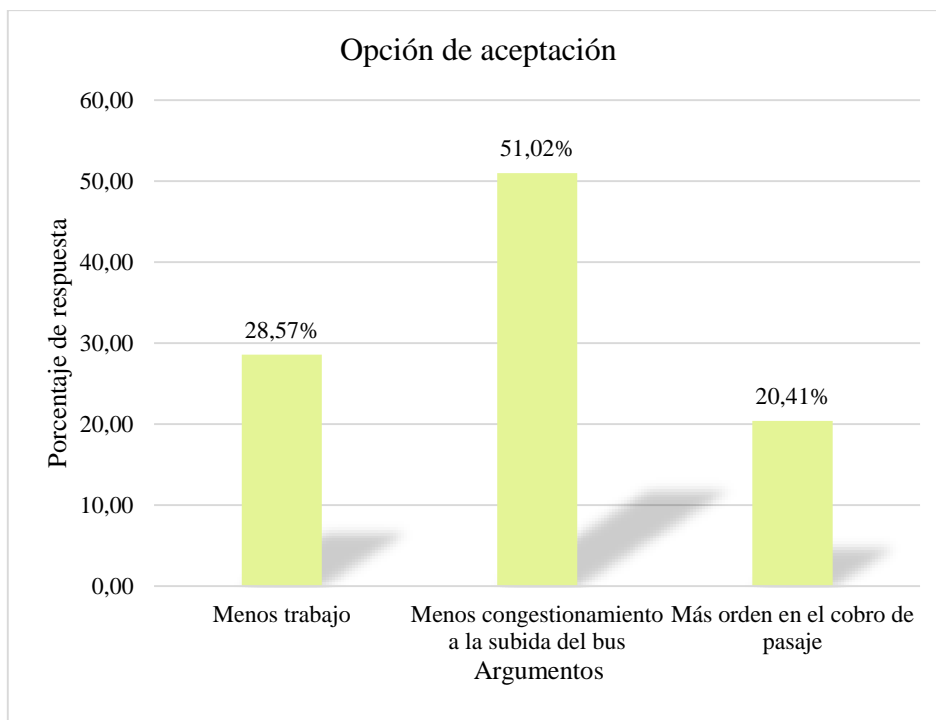


Gráfico 30-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 5

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 38-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 38-3: Argumentos de rechazo - pregunta 5

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Desconocimiento de la tecnología	9	60,00
Dificultad de uso	6	40,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 60,00% de los que no aceptarían el cobro electrónico lo rechazaron por desconocimiento de la tecnología, mientras que el 40,00% lo hicieron por la dificultad de uso. En el gráfico 31-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

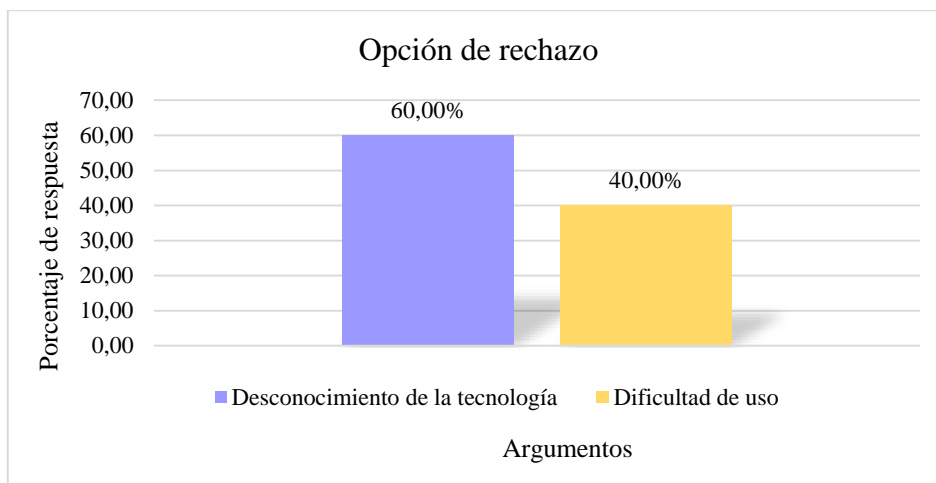


Gráfico 31-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 5

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 39-3: Análisis de la pregunta 6 - encuesta 2

Pregunta 6		
Recibir reporte de ganancias	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	37	57,81
No	27	42,19

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 57,81% de las personas que ofrecen el servicio consideraron que sería eficiente recibir un reporte ganancias, mientras que el 42,19% no creyó que sería eficiente. En el gráfico 32-3 se observa mejor el contraste de resultados.

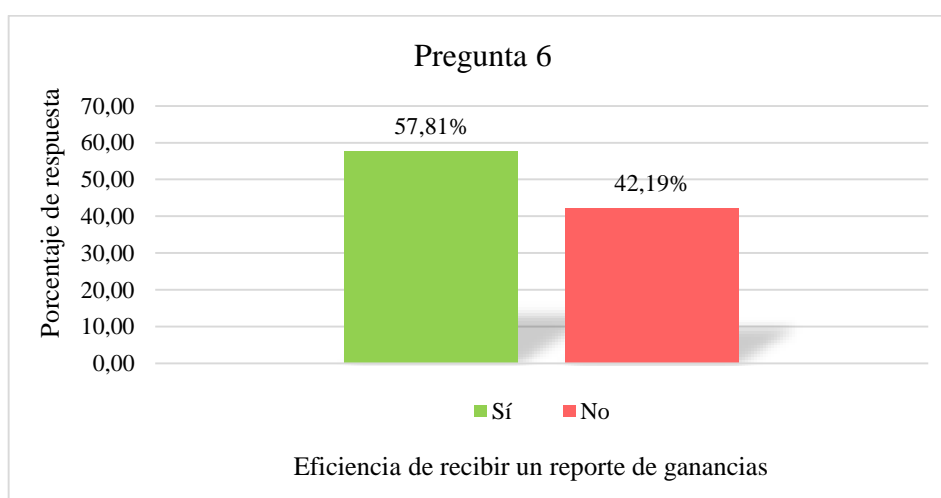


Gráfico 32-3: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 40-3.

Tabla 40-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 6

Sí		
Argumentos	Número de respuestas	Porcentaje %
Menos trabajo	21	56,76
Más organizado	16	43,24

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 56,76% de los que consideraban que recibir un reporte de ganancias era eficiente argumentaron que sería menos trabajo, mientras que el 43,24% argumentó que sería organizado. En el gráfico 33-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

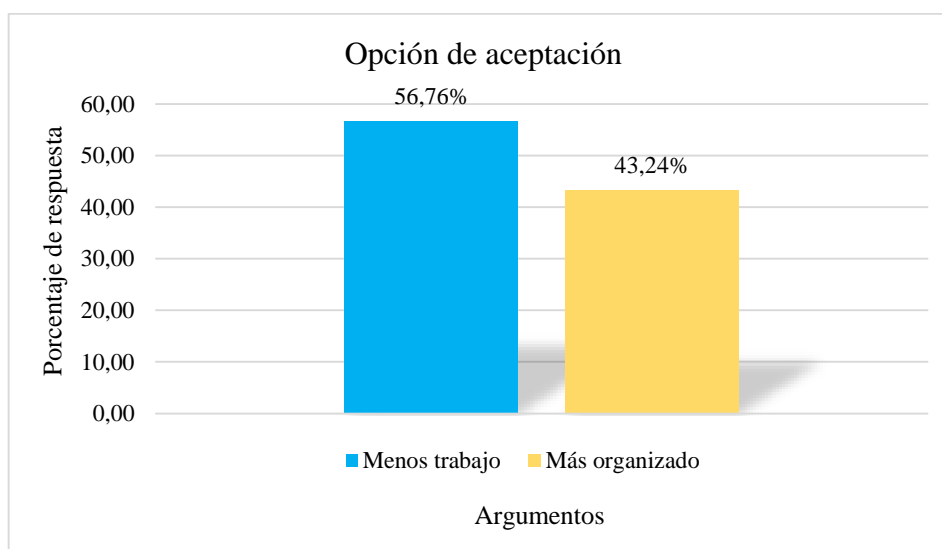


Gráfico 33-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 6

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 41-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 41-3: Argumentos de rechazo - pregunta 6

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
No saber usar internet	18	66,67
No saber interpretar las ganancias	9	33,33

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 66,67% de los que no creían en la eficiencia de un reporte de ganancias argumentaron no saber usar internet, mientras que el 33,33% lo hicieron porque no sabrían interpretar las ganancias. En el gráfico 34-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

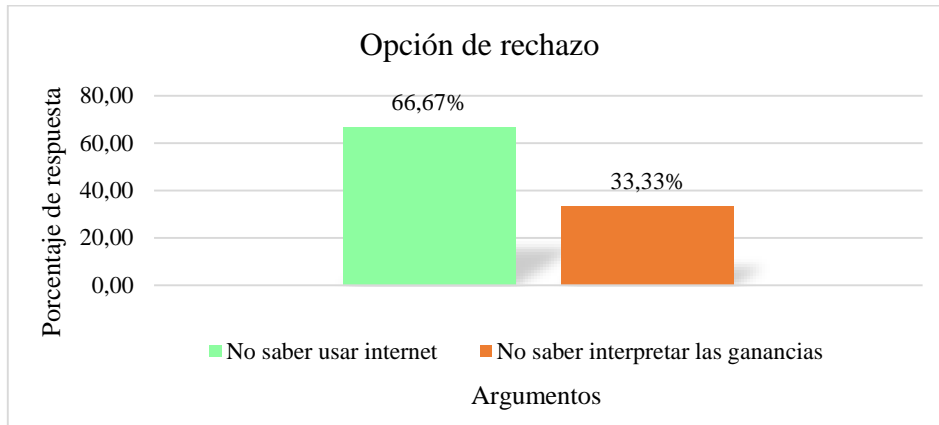


Gráfico 34-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 6

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 42-3: Análisis de la pregunta 7 - encuesta 2

Pregunta 7		
Eliminación de congestión y optimización de tiempo	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	49	76,56
No	15	23,44

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 76,56% de las personas que ofrecen el servicio consideraron que si se eliminaría el congestiónamiento y se optimizaría el tiempo, mientras que el 23,44% creyó que no lo haría. En el gráfico 35-3 se observa mejor el contraste de resultados.

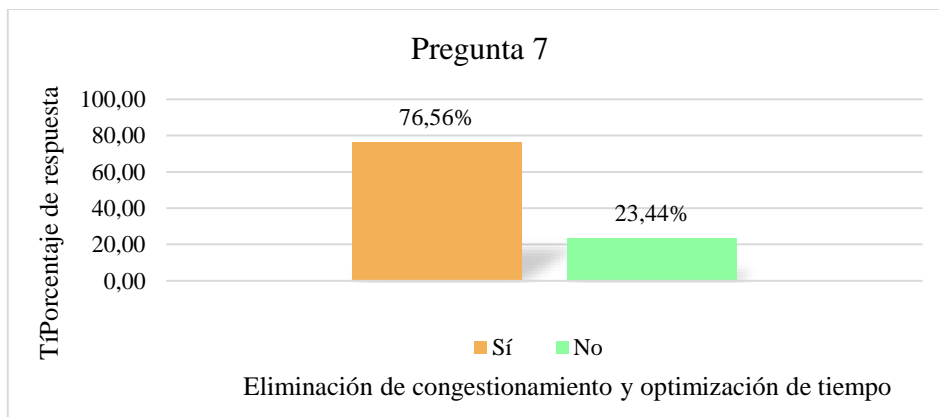


Gráfico 35-3: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 43-3.

Tabla 43-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 7

Sí		
Argumentos	Número de respuestas	Porcentaje %
Agilidad del proceso de cobro	15	30,61
No entregar cambio	24	48,98
No hay pérdida de dinero	10	20,41

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 48,98% de los que consideraban que se eliminaría el congestionamiento y optimizaría el tiempo evitaría entregar el cambio, mientras que el 20,41% argumentó que no habría pérdida de dinero. En el gráfico 36-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

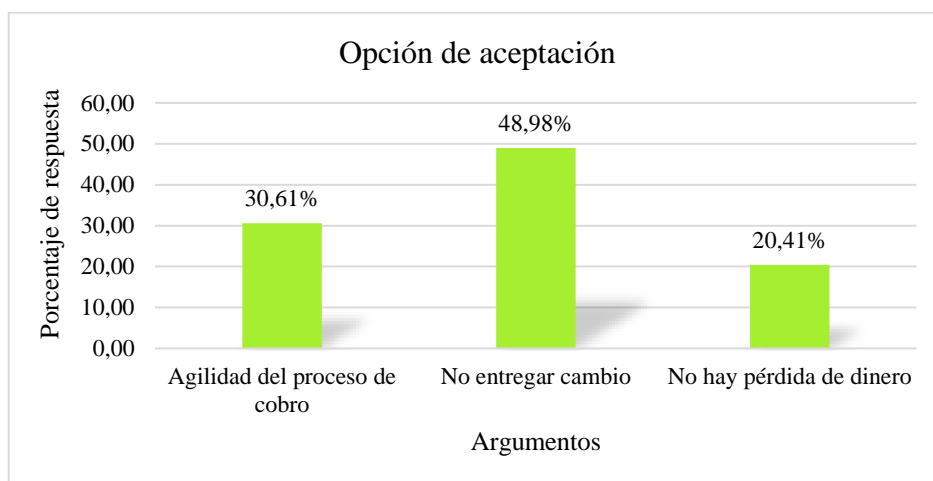


Gráfico 36-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 44-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 44-3: Argumentos de rechazo - pregunta 7

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje %
Depende del tiempo de cobro	9	60,00
Daños en la máquina	6	40,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 60,00% de los que no creían en la optimización de tiempo y descongestionamiento argumentaron que dependería del tiempo de cobro, mientras que el 40,00% argumentaron que podría haber daños en la máquina. En el gráfico 37-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

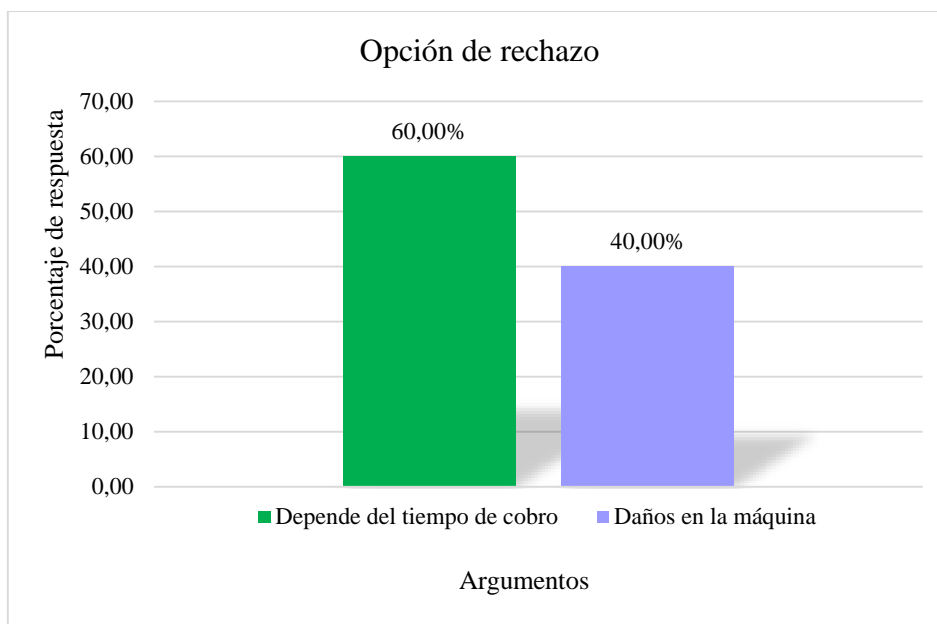


Gráfico 37-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 45-3: Análisis de la pregunta 8 - encuesta 2

Pregunta 8		
Manejo de efectivo en buses	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Seguro	8	12,50
Seguro	15	23,44
Inseguro	41	64,06

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 64,06% de las personas que ofrecen el servicio de transporte consideró que el manejo de efectivo era inseguro, mientras que el 12,50% consideró que era muy seguro. En el gráfico 38-3 se observa mejor el contraste de resultados.

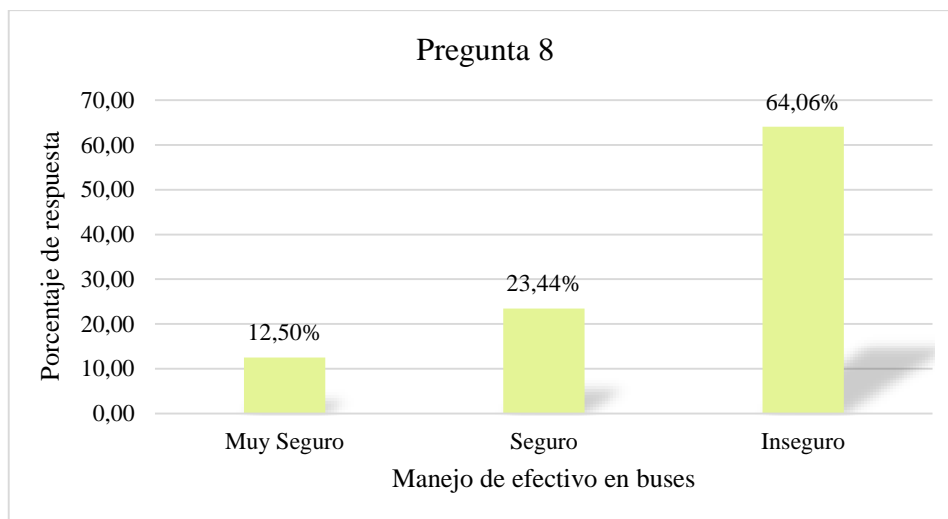


Gráfico 38-3: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 2

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

3.5.2 Encuestas Finales

Una vez realizadas las encuestas iniciales para los usuarios y para los que ofrecían el servicio de transporte público urbano, se realizaron las encuestas finales, en las cuales se evaluó el nivel de aceptación del prototipo por parte de los usuarios y choferes y/o cobradores.

3.5.2.1 Encuesta orientada a los usuarios de transporte público

Se formularon 8 preguntas que ayudarían a conocer el nivel de aceptación del prototipo en relación a los beneficios que obtuvieron los usuarios. Posteriormente se hicieron las encuestas y se analizaron las respuestas de cada interrogante. Para la encuesta 3 ver anexo G. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

Se analizaron los tipos de usuarios que utilizan el servicio de transporte público urbano, con lo que se obtuvieron los datos de la tabla 46-3.

Tabla 46-3: Tipos de usuario encuestados

Tipo de usuario	Rango de Edad	Número de personas	Porcentaje %
Estudiantes y Niños/Adolescentes	11 a 17	54	25,71
Tercera Edad	más de 65	41	19,52
Discapacidad	20 a 65	37	17,62
Estándar	18 a 64	78	37,14

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se determinó que el tipo de usuario que utiliza más el transporte público urbano fue el usuario estándar con un 37,14%, mientras que las personas con discapacidad fueron los que menos ocupaban el servicio de transporte, lo que representaba un 17.62%. Para una mejor observación del contraste de resultados se realizó el gráfico 39-3.

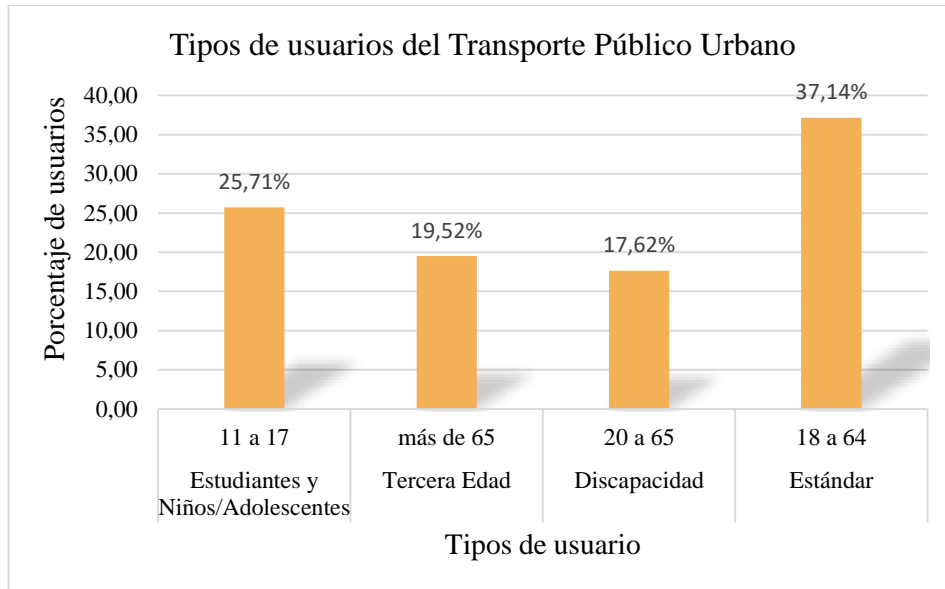


Gráfico 39-3: Tipos de usuarios en el transporte público urbano

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 47-3: Análisis de la pregunta 1 - encuesta 3

Pregunta 1		
Efectividad del sistema de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sistema de cobro manual	73	34,76
Sistema de cobro electrónico	137	65,24

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 65,24% de las personas escogieron que el sistema de cobro electrónico es más efectivo, mientras que el 34,76% de las personas escogieron el sistema de cobro manual. En el gráfico 40-3 se observa mejor el contraste de resultados.

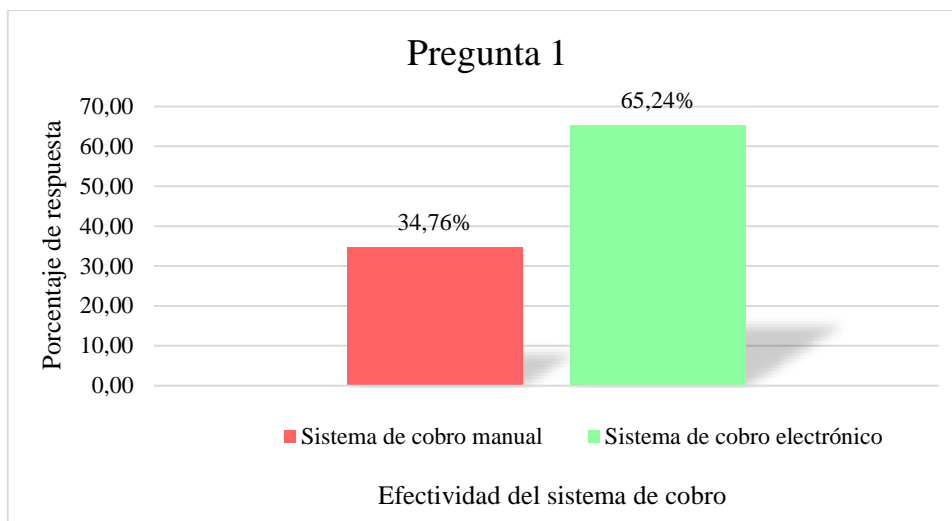


Gráfico 40-3: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 48-3: Análisis de la pregunta 2 - encuesta 3

Pregunta 2		
Calificación del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	98	46,67
Bueno	92	43,81
Regular	15	7,14
Malo	5	2,38

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 46,67% de las personas calificaron en mayoría el cobro electrónico como muy bueno, mientras que únicamente el 2,38% de las personas lo calificaron como malo. En el gráfico 41-3 se observa mejor el contraste de resultados.

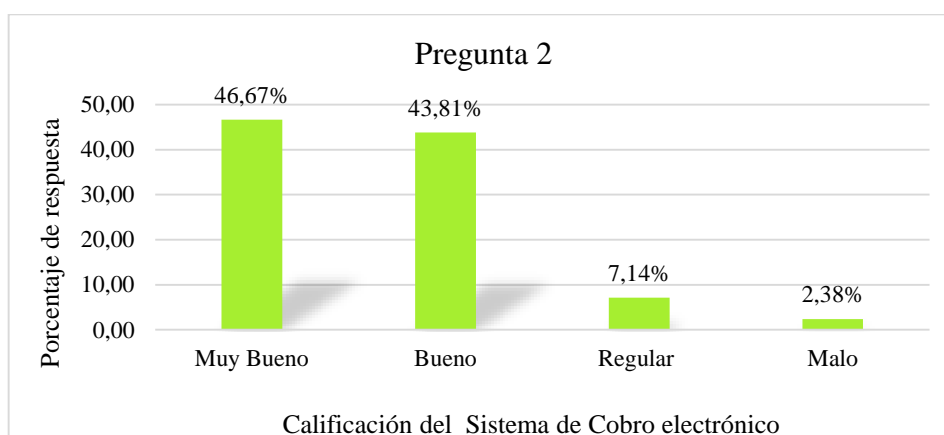


Gráfico 41-3: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 49-3: Análisis de la pregunta 3 - encuesta 3

Pregunta 3		
Beneficios del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje
Mayor rapidez en el pago de pasaje	136	64,76
Evitar congestión en la subida del autobús	111	52,86
Mejorar la calidad del servicio de transporte	95	45,24
Mayor orden en el cobro de pasajes	89	42,38

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 64,76% de las personas creyeron que el mayor beneficio es la rapidez en el pago del pasaje, mientras que únicamente el 42,38% de las personas consideraron en menor escala que un beneficio generado era el orden en el cobro de pasajes. En el gráfico 42-3 se observa mejor el contraste de resultados.

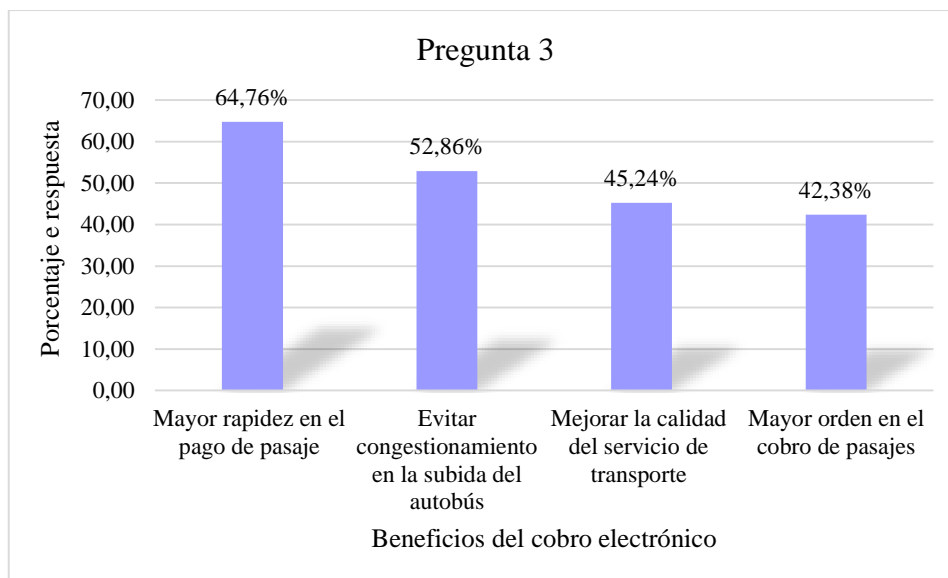


Gráfico 42-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 50-3: Análisis de la pregunta 4 - encuesta 3

Pregunta 4		
Manejo de las tarjetas y/o llaveros	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	103	49,05
Bueno	87	41,43
Regular	12	5,71
Malo	8	3,81

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 49,05% de las personas calificaron en mayoría que el manejo de las tarjetas y/o llaveros era muy bueno, mientras que únicamente el 3,81% de las personas lo calificaron como malo. En el gráfico 43-3 se observa mejor el contraste de resultados.

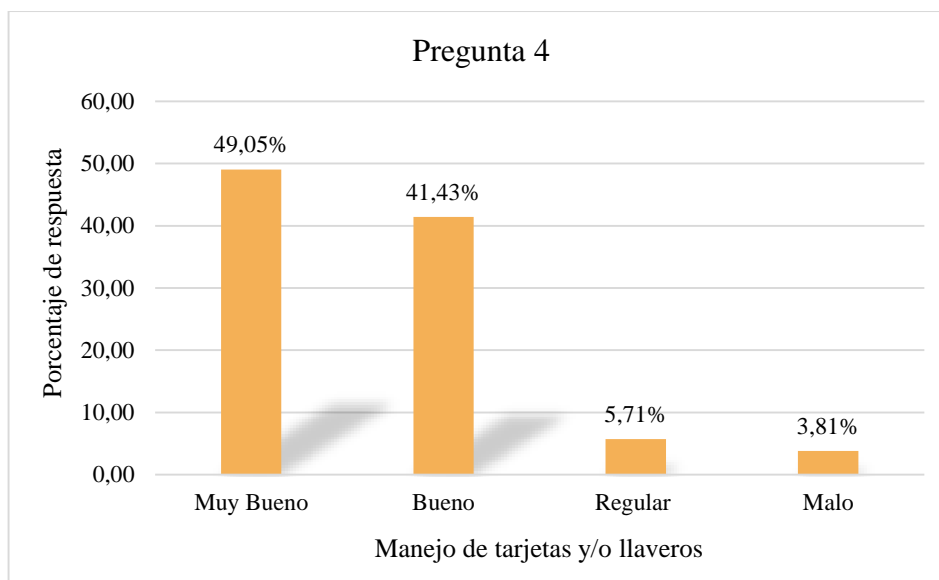


Gráfico 43-3: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

➤ En la pregunta 5, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 51-3.

Tabla 51-3: Análisis de la pregunta 5 - encuesta 3

Pregunta 5		
Confiabilidad del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy confiable	82	39,05
Confiable	76	36,19
Poco confiable	52	24,76

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 39,05% de las personas calificaron en mayoría la confiabilidad del cobro electrónico como muy confiable, mientras que el 24,76% de las personas lo calificaron como poco confiable. En el gráfico 44-3 se observa mejor el contraste de resultados.

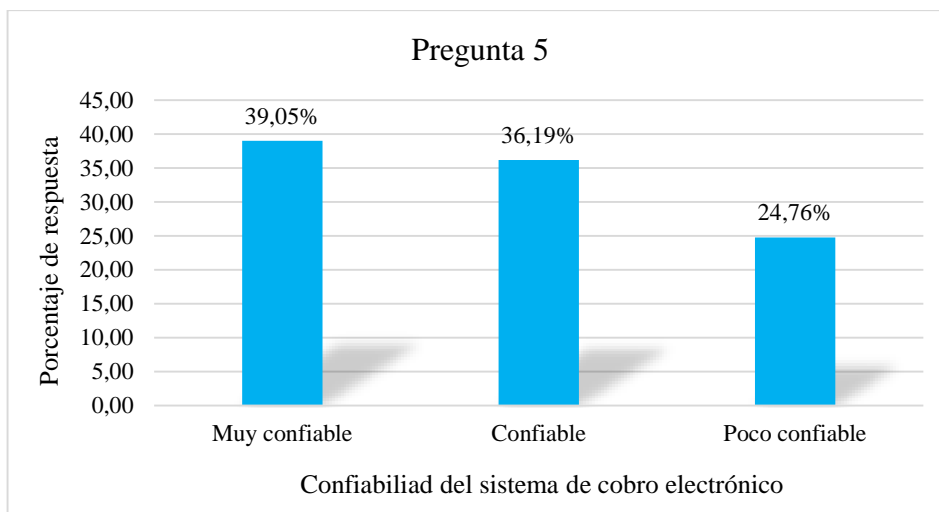


Gráfico 44-3: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 52-3: Análisis de la pregunta 6 - encuesta 3

Pregunta 6		
Utilidad de la visualización de información	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy útil	104	49,52
Útil	89	42,38
Inútil	17	8,10

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 49,52% de las personas calificaron en mayoría como muy útil la visualización de información en pantalla, mientras que el 8,10% de las personas lo calificaron como inútil. En el gráfico 45-3 se observa mejor el contraste de resultados.

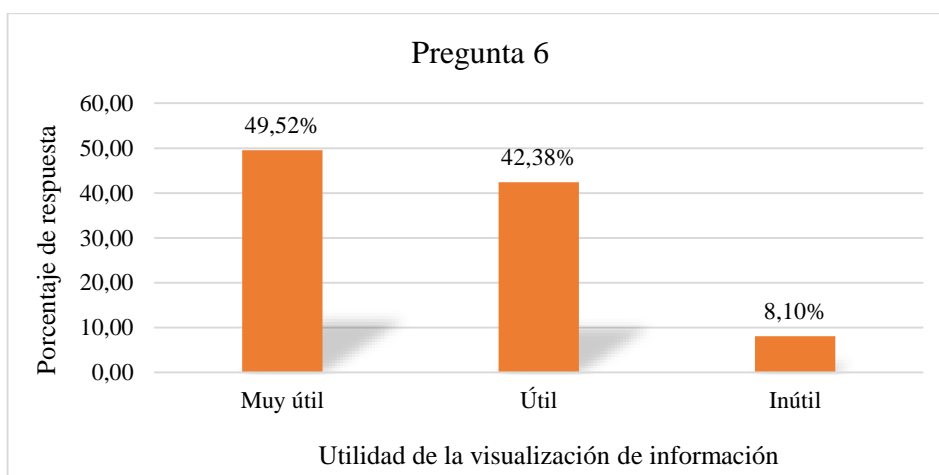


Gráfico 45-3: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018.

Tabla 53-3: Análisis de la pregunta 7 - encuesta 3

Pregunta 7		
Opción de recarga prepago	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	93	44,29
Bueno	90	42,86
Regular	18	8,57
Malo	9	4,29

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 44,29% de las personas calificaron en mayoría como muy buena la opción de recarga prepago, mientras que únicamente el 4,29% de las personas lo calificaron como malo. En el gráfico 46-3 se observa mejor el contraste de resultados.

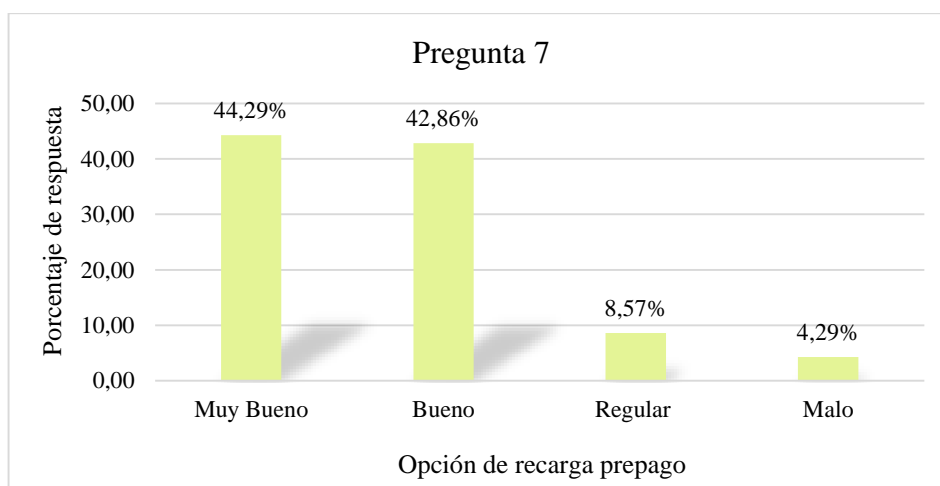


Gráfico 46-3: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 54-3: Análisis de la pregunta 8 - encuesta 3

Pregunta 8		
Manejo de la pantalla	Número de respuestas	Porcentaje %
Fácil	85	40,48
Intermedio	91	43,33
Difícil	34	16,19

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 43,33% de las personas consideraron el manejo de la pantalla como intermedio, mientras que el 16,19% de las personas lo calificaron como difícil. En el gráfico 47-3 se observa mejor el contraste de resultados.

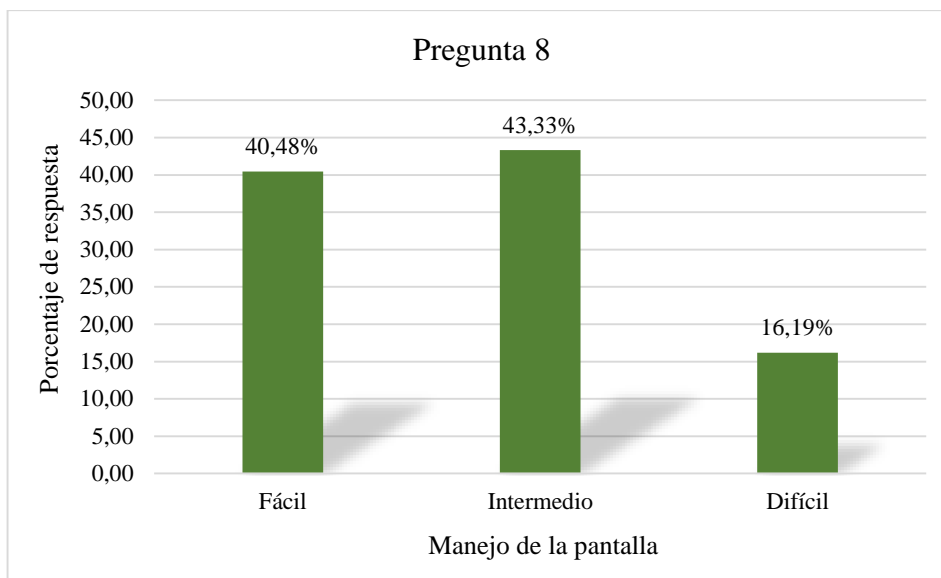


Gráfico 47-3: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 3

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

3.5.2.2 Encuesta orientada a los choferes y cobradores del transporte público urbano

Se formularon 10 preguntas que ayudarían a conocer la opinión de los que ofrecen el servicio de transporte público urbano en relación al prototipo de cobro electrónico. Posteriormente se hicieron las encuestas y se analizaron las respuestas de cada interrogante. La encuesta 4 se puede ver en el anexo H.

Los resultados obtenidos se describen a continuación:

Tabla 55-3: Análisis de la pregunta 1 - encuesta 4

Pregunta 1		
Efectividad del sistema de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Sistema de cobro manual	21	32,81
Sistema de cobro electrónico	43	67,19

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 67,19% de las personas consideraron que el sistema de cobro electrónico es más efectivo, mientras que el 32,81% de las personas consideraron que lo era el sistema de cobro manual. En el gráfico 48-3 se observa mejor el contraste de resultados.

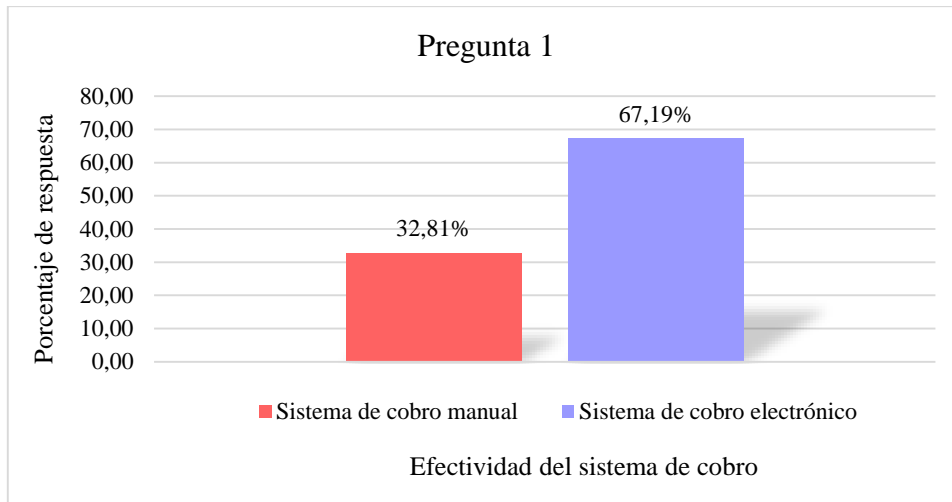


Gráfico 48-3: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 56-3: Análisis de la pregunta 2 - encuesta 4

Pregunta 2		
Calificación del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	30	46,88
Bueno	24	37,50
Regular	8	12,50
Malo	2	3,13

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 46,88% de las personas calificaron en mayoría como muy bueno el sistema de cobro electrónico, mientras que el 3,13% de las personas lo calificaron como malo. En el gráfico 49-3 se observa mejor el contraste de resultados.

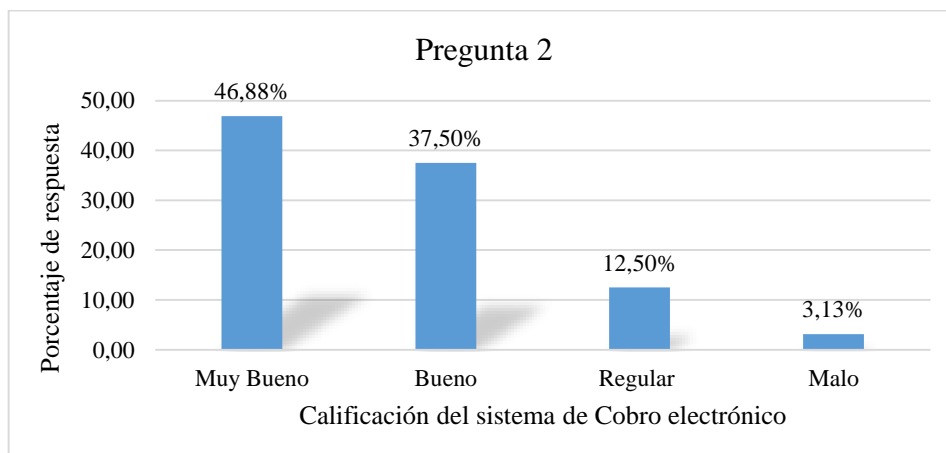


Gráfico 49-3: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 57-3: Análisis de la pregunta 3 - encuesta 4

Pregunta 3		
Beneficios del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Mayor rapidez en el cobro de pasaje	27	42,19
Evitar congestión a la subida del autobús	52	81,25
Evitar pérdidas de dinero	45	70,31
Disminuye la cantidad de trabajo	40	62,50

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 81,25% de las personas consideraron que el mejor beneficio que se generó fue evitar el congestionamiento a la subida del autobús, mientras que el 42,19% de las personas consideraron que era mayor rapidez en el cobro del pasaje. En el gráfico 50-3 se observa mejor el contraste de resultados.

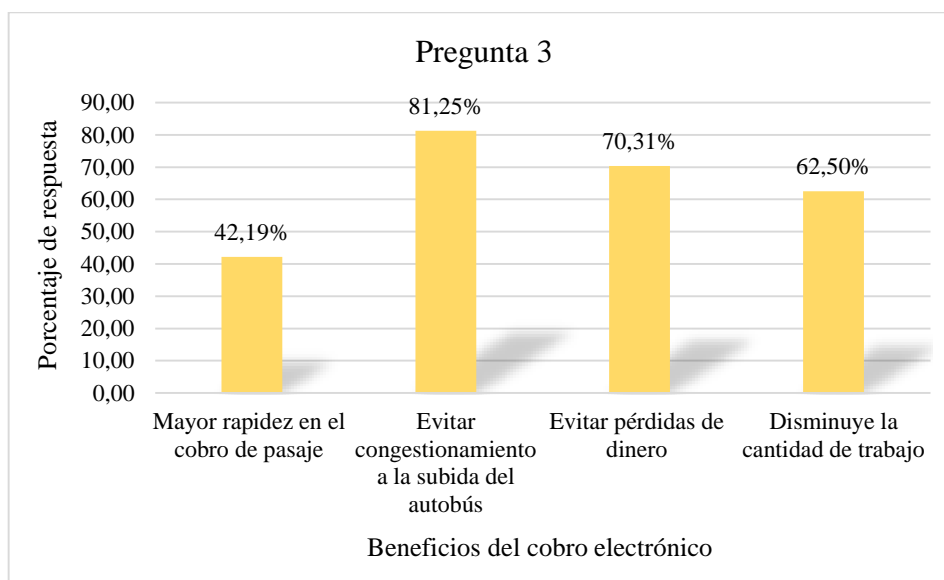


Gráfico 50-3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 58-3: Análisis de la pregunta 4 - encuesta 4

Pregunta 4		
Manejo de las tarjetas y/o llaveros	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	24	37,50
Bueno	29	45,31
Regular	8	12,50
Malo	3	4,69

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 45,31% de las personas consideraron que el manejo de las tarjetas y/o llaveros es bueno, mientras que el 4,69% de las personas consideraron que era malo. En el gráfico 51-3 se observa mejor el contraste de resultados.

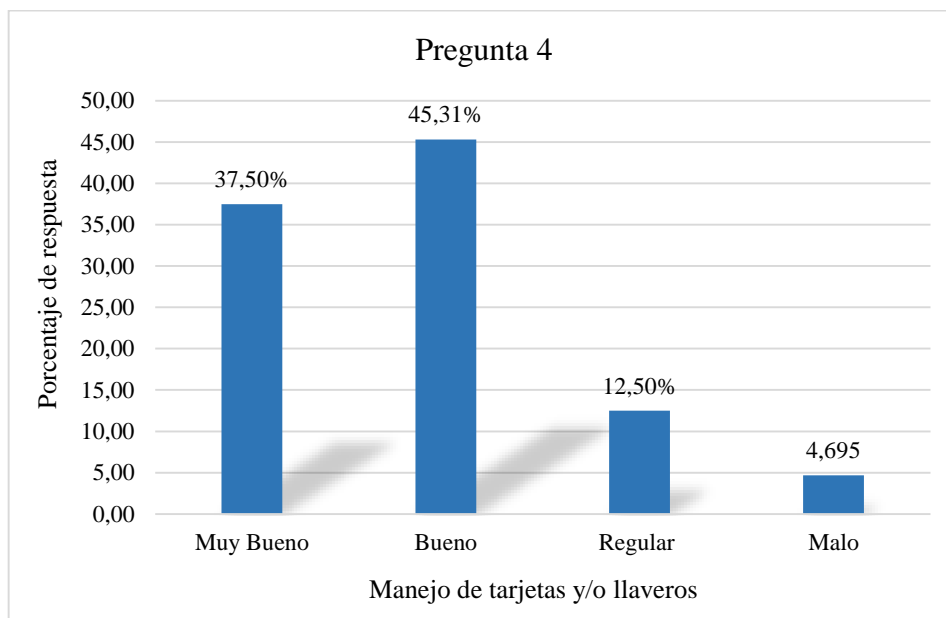


Gráfico 51-3: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 59-3: Análisis de la pregunta 5 - encuesta 4

Pregunta 5		
Confiabilidad del sistema de cobro electrónico	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy confiable	34	53,13
Confiable	25	39,06
Poco confiable	5	7,81

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 53,13% de las personas consideraron el sistema de cobro electrónico es muy confiable lo que representa a la mayoría, mientras que el 7,81% de las personas consideraron que era poco confiable. En el gráfico 52-3 se observa mejor el contraste de resultados.

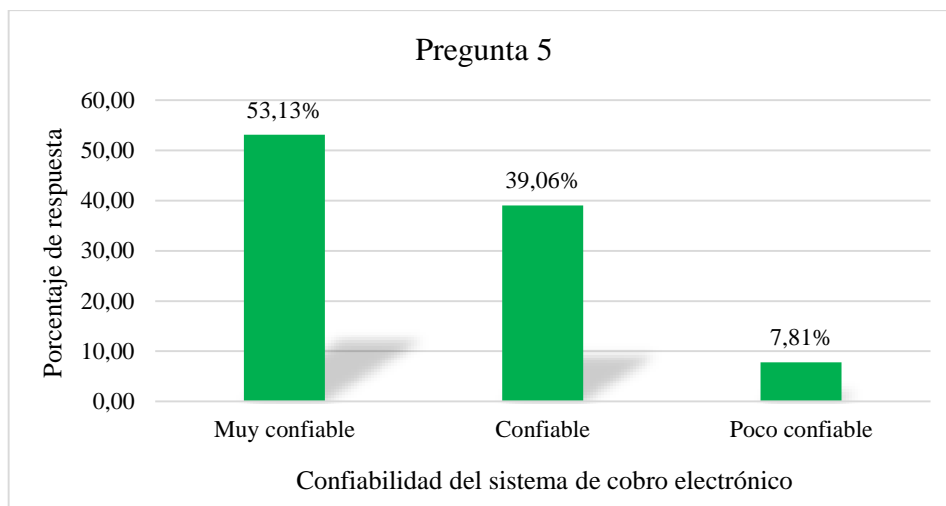


Gráfico 52-3: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 60-3: Análisis de la pregunta 6 - encuesta 4

Pregunta 6		
Utilidad del registro de cobro	Número de respuestas	Porcentaje %
Útil	45	70,31
No útil	19	29,69

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 70,31% de las personas consideraron útil el registro de cobro de pasajes, mientras que el 29,69% de las personas consideraron que no era útil. En el gráfico 53-3 se observa mejor el contraste de resultados.

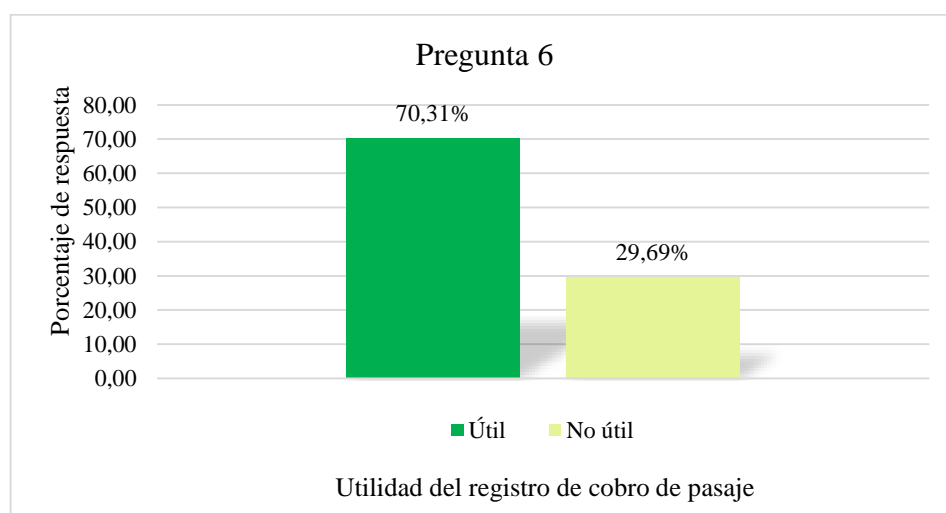


Gráfico 53-3: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 61-3: Análisis de la pregunta 7 - encuesta 4

Pregunta 7		
Control de las ganancias	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	49	76,56
No	15	23,44

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 76,56% de las personas que ofrecen el servicio consideraron que si ayudaba a controlar las ganancias del día, mientras que el 23,44% consideró que no. En el gráfico 54-3 se observa mejor el contraste de resultados.

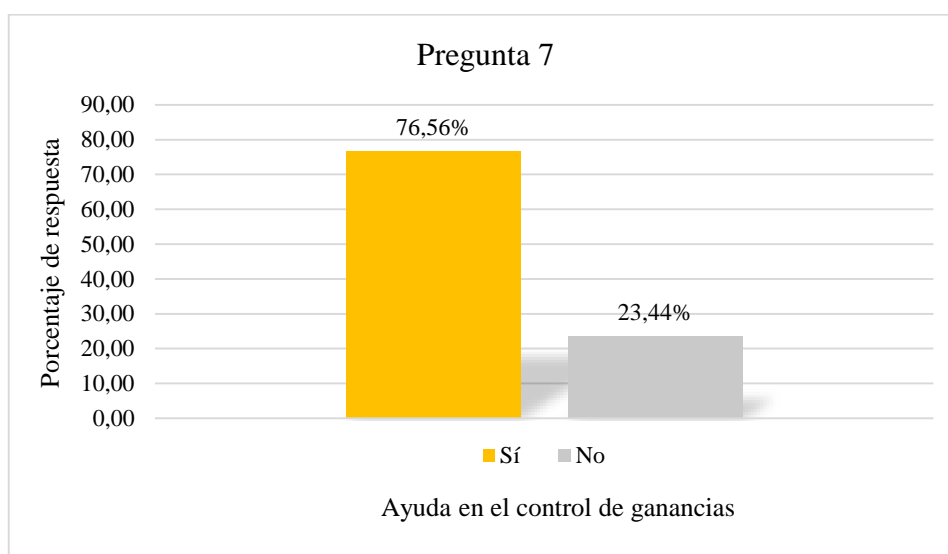


Gráfico 54-3: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de la aceptación del sistema electrónico se muestran en la tabla 62-3.

Tabla 62-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 7

Sí		
Argumentos	Número de respuestas	Porcentaje %
Evitar pérdidas	25	51,02
Controlar las ganancias sin terceros	24	48,98

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 51,02% de los que consideraban que llevar un registro de ganancias ayudaría al control de eso argumentó que era porque evitaría pérdidas, mientras que el 48,98% argumentó

que no necesitarían ayuda de terceros para controlar las ganancias. En el gráfico 55-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

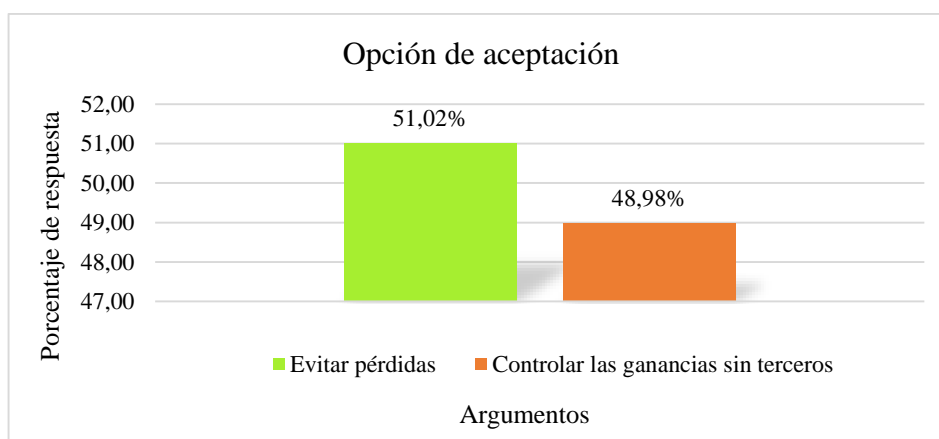


Gráfico 55-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 63-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 63-3: Argumentos de rechazo - pregunta 7

Argumentos	No	
	Respuestas	Porcentaje %
No saber usar el internet	15	100,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 100,00% estuvo de acuerdo en que no sabían utilizar el internet. En el gráfico 56-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

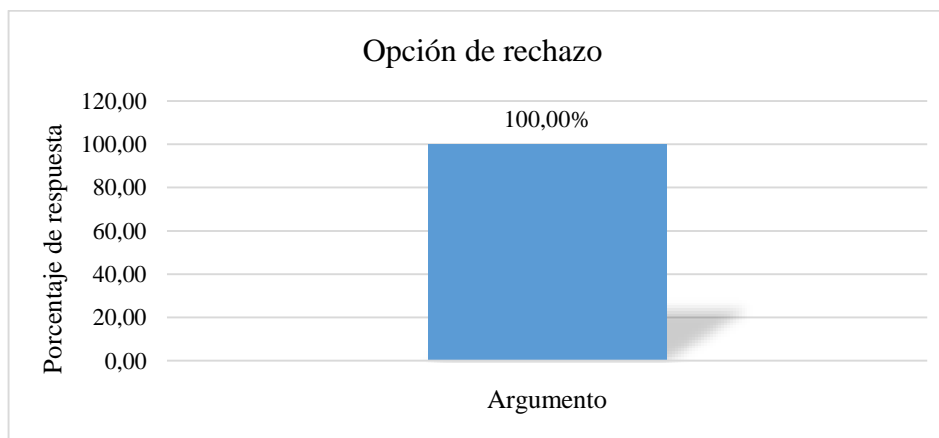


Gráfico 56-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 7

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 64-3: Análisis de la pregunta 8 - encuesta 4

Pregunta 8		
Calificación del registro de usuario	Número de respuestas	Porcentaje %
Muy Bueno	46	71,88
Bueno	13	20,31
Regular	5	7,81
Malo	0	0,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 71,88% de las personas consideraron muy bueno el registro de usuario para acceder a la información de ganancias, mientras que el 7,81% de las personas consideraron que era regular. En el gráfico 57-3 se observa mejor el contraste de resultados.

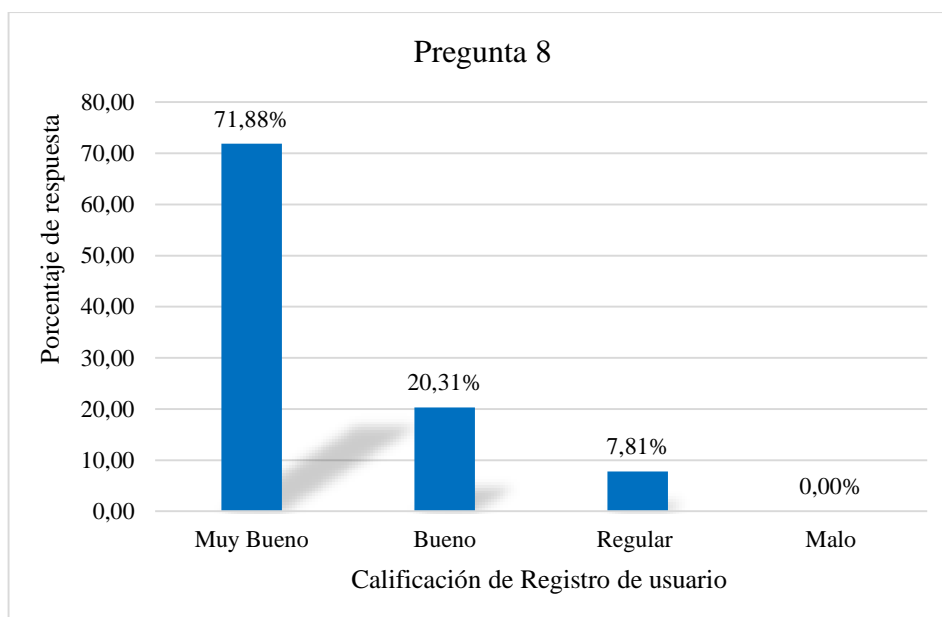


Gráfico 57-3: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 65-3: Análisis de la pregunta 9 - encuesta 4

Pregunta 9		
Manejo de la página web	Número de respuestas	Porcentaje %
Fácil	19	29,69
Intermedio	29	45,31
Difícil	16	25,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 45,31% de las personas consideraron intermedio el manejo de la página web, mientras que el 25,00% de las personas consideraron que era difícil. En el gráfico 57-3 se observa mejor el contraste de resultados.

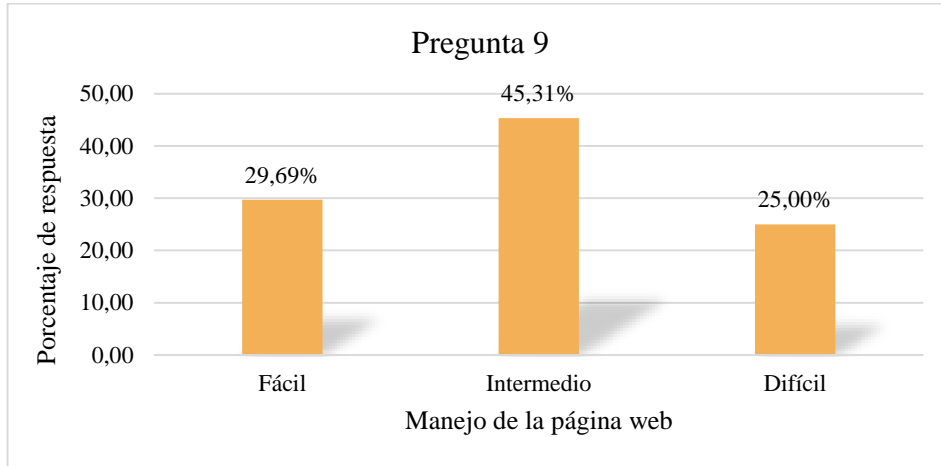


Gráfico 58-3: Resultados de la pregunta 9 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Tabla 66-3: Análisis de la pregunta 10 - encuesta 4

Pregunta 10		
Recomendación del prototipo	Número de respuestas	Porcentaje %
Sí	58	90,63
No	6	9,38

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Con los resultados obtenidos, se determinó que el 90,63% de las personas recomendarían el prototipo, mientras que el 9,38% consideró que no. En el gráfico 59-3 se observa mejor el contraste de resultados.

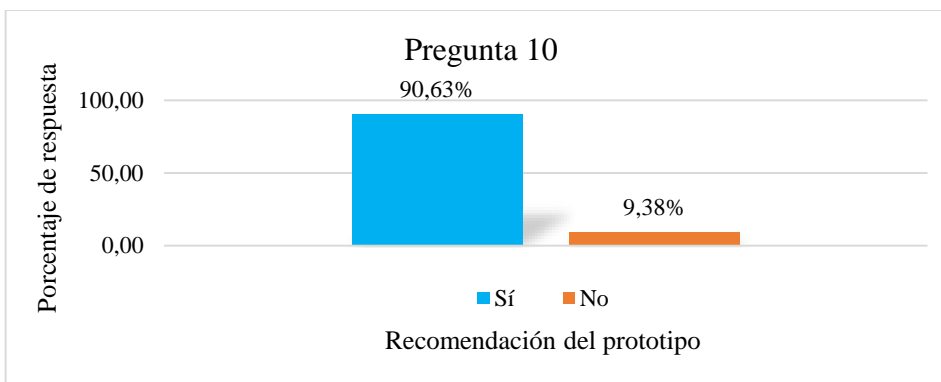


Gráfico 59-3: Resultados de la pregunta 10 de la encuesta 4

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Los argumentos de los porcentajes obtenidos se desglosaron para entender lo que componía cada respuesta de la pregunta. En la tabla 67-3 se registraron los argumentos de aceptación.

Tabla 67-3: Argumentos de la aceptación - pregunta 10

Sí		
Argumentos	Número de respuestas	Porcentaje %
Es útil para el cobro de pasaje	26	44,83
Es rápido y seguro	32	55,17

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 55,17% de los que consideraban recomendar el prototipo argumentaron que era por ser rápido y seguro, mientras que el 44,83% argumentó que era por ser útil para el cobro de pasaje. En el gráfico 60-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

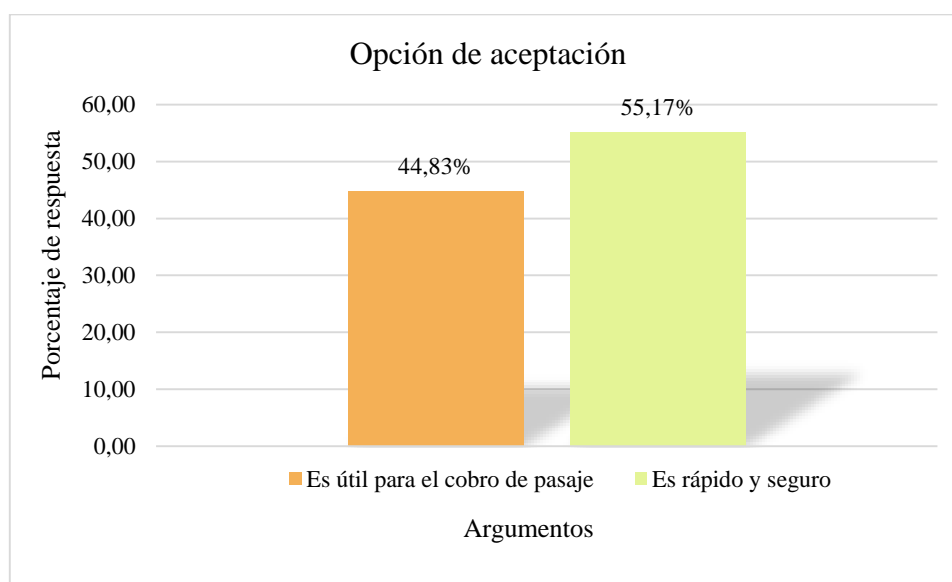


Gráfico 60-3: Porcentajes de los argumentos de aceptación de la pregunta 10

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 68-3 se registraron los argumentos de rechazo.

Tabla 68-3: Argumentos de rechazo - pregunta 10

No		
Argumentos	Respuestas	Porcentaje
No se usa en el país	2	33,33
Costumbre de cobrar de forma manual	4	66,67

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

Se evidenció que el 66,67% argumentó que no lo recomendaría por la costumbre de cobrar de forma manual, mientras que el 33,33% argumentó que era porque no se usaba en el país. En el gráfico 61-3 se muestran los porcentajes obtenidos.

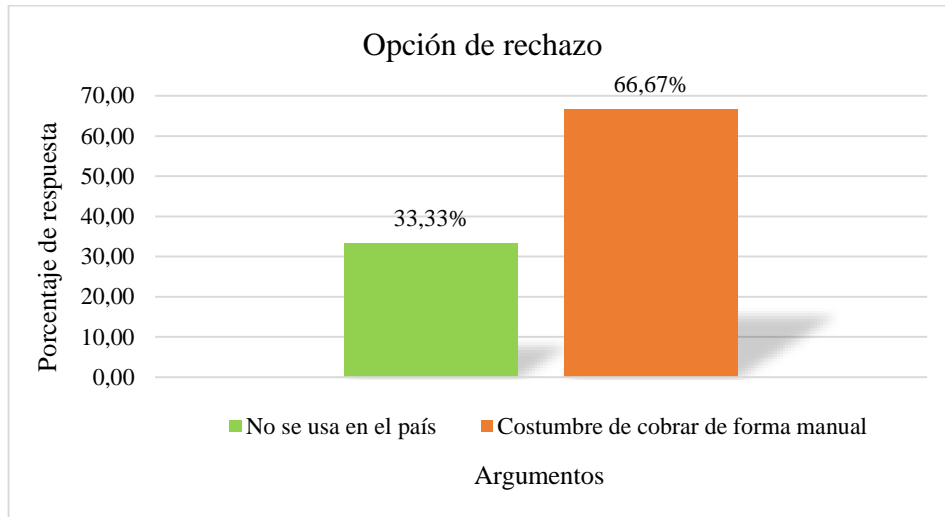


Gráfico 61-3: Porcentajes de los argumentos de rechazo de la pregunta 10

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

3.6 Resultados de los requerimientos del prototipo

Se analizaron los requerimientos que cumple el prototipo, con la finalidad de contrastar las ventajas que presentó en relación al cobro manual. Debido a que los requerimientos de cobranza establecidos por la LOTTTSV y el GAD sólo eran en relación a la tarifa estándar y diferencial, para lo cual se realizó el análisis con los requerimientos que se planteó para el prototipo.

Tabla 69-3: Cumplimiento de los requerimientos del prototipo

Requerimientos	Sistema de Cobro electrónico (Prototipo)
Facilidad de manejo del proceso	Cumple
Cobro de tarifa establecida	Cumple
Visualización de información de usuario	Cumple
Realización de recargas	Cumple
Registro de ganancias	Cumple
Equipo portable	Cumple

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

En la tabla 69-3 se observó que el prototipo cumple con todos los requerimientos propuestos, lo que determinó que el prototipo fue mejor que el sistema de cobro manual actual en los buses, ya que garantiza un proceso funcional sin importar factores externos.

3.7 Análisis y resultados del Consumo de corriente del prototipo

La fuente de alimentación se escogió en función de la corriente consumida por cada elemento que compone el prototipo de acuerdo a especificaciones técnicas, por lo que es necesario la verificación de consumo de corriente en el prototipo.

Tabla 70-3: Análisis de consumo de corriente del prototipo

Dispositivo Electrónico	Consumo de Corriente en modo Stand by (mA)	Consumo de corriente en modo On
PN532	80,00	145,00
NodeMCU	250,00	340,00
Pantalla Nextion	15,00	510,00
Total	345,00	995,00

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

En la tabla 70-3 se muestra que en modo Stand by el prototipo consume 345 mA, mientras que en modo On el consumo de corriente es de 995 mA, lo que fue apropiado para el prototipo.

3.8 Análisis económico del prototipo

El análisis económico del prototipo se hizo a partir de los dispositivos que se utilizaron para la implementación, así como de los conocimientos que se emplearon para el diseño. El costo total del prototipo se muestra en la tabla 71-3.

Tabla 71-3: Costo del prototipo

Cantidad	Material	Precio Unitario	Precio Total
1	NodeMCU V2	18,00	18,00
1	Pantala Nextion	130,00	130,00
1	Módulo NFC PN532	15,00	15,00
2	Tarjeta NFC	2,00	4,00
3	Llavero NFC	1,00	3,00
13	Cables	0,15	1,95
3	Diodo Led	0,20	0,60
1	Tarjeta SD de 8 GB	10,00	10,00
1	Batería Portátil de 5V	15,00	15,00
1	Carcasa de madera	15,00	15,00
1	Conocimientos	80,00	80,00
		TOTAL	297,55

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana. 2018

El costo total es de 297,55 dólares americanos, que es un valor aceptable para el prototipo implementado.

3.9 Análisis comparativo de costos entre dispositivos de cobro electrónico y el prototipo

Una vez realizado el análisis económico del prototipo, se procedió al análisis comparativo entre los costos de los dispositivos existentes en el mercado y el prototipo. Los costos se muestran en la tabla 72-3.

Tabla 72-3: Costo de dispositivos y prototipo

	Costo	Costo %
SITU	580	71,60
Movilízate	630	77,78
Citse	810	100,00
Prototipo	298	36,79

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

Fuente: Mantilla Ana, 2018

Con los costos se realizó un análisis porcentual para analizar el dispositivo de menor costo, con lo que se determinó que el prototipo implementado es el más económico, a pesar de que éste cuenta con una pantalla táctil y los demás dispositivos no lo tienen, evidenciando las ventajas que ofrece el prototipo. En el gráfico 62-3 se observa el análisis comparativo.

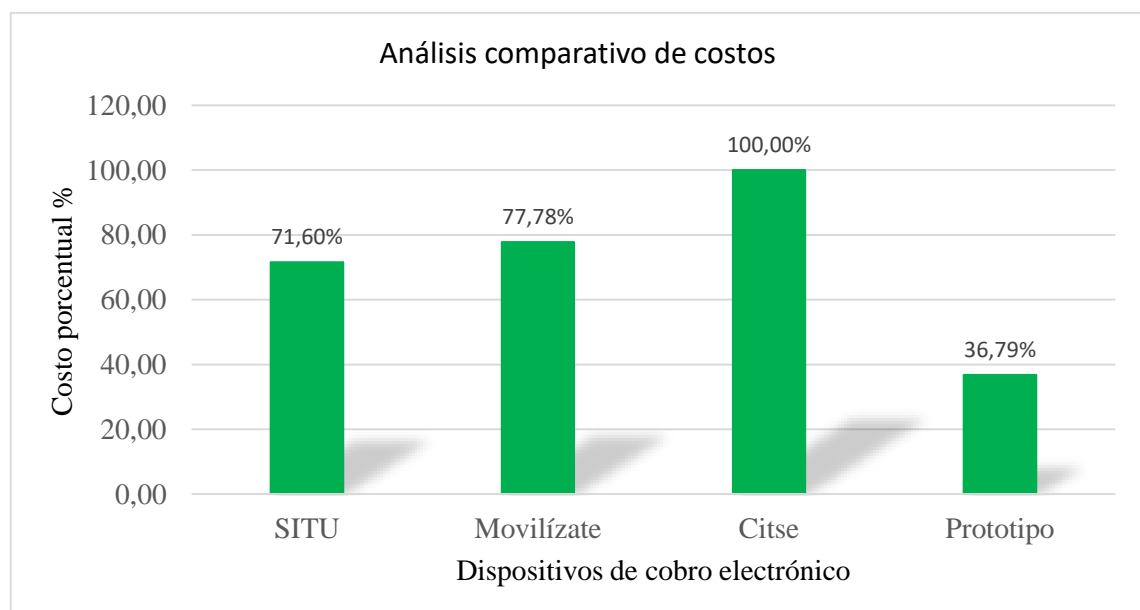


Gráfico 62-3: Análisis comparativo de costos

Realizado por: Mantilla Ana, 2018

CONCLUSIONES

- El sistema de cobro manual en los autobuses de transporte público urbano en cada ciudad se rige por las condiciones y normativas para el cobro tarifario del pasaje considerando la tarifa estándar definida por la ANT y el GAD de dicha ciudad, haciendo que las tarifas diferenciales sean aplicables y que los sistemas de cobro integrados sean óptimos en cualquier lugar.
- Las condiciones para el cobro tarifario de pasajes en los autobuses de transporte público urbano en el país carecen de agilidad y control de cumplimiento de las normativas del servicio, por lo que se diseñó e implementa un sistema de cobro electrónico ágil, preciso y eficiente para realizar el proceso de cobranza, brindando al usuario y al chofer y/o cobrador información de interés y un servicio de calidad.
- Se trabaja con tecnología NFC que es de corto alcance para la detección de tarjetas y/o llaveros que permitan el pago tarifario del pasaje, en conjunto con una pantalla HMI que brinda al usuario un interfaz amigable para visualizar información de interés para el usuario y de fácil manejo para la realización de recargas.
- La utilización de NodeMCU para el control de los procesos concernientes al cobro y recarga prepago de tarifas, permite dar un manejo útil de la información que se genera, siendo almacenada en las memorias de las tarjetas y/o llaveros los datos del cobro y recarga, mientras que los resultados del cobro son enviados mediante Wi-Fi a una página web.
- El manejo del software Nextion Editor permite crear una interfaz amigable, sobria y clara de lo que se quiere visualizar para el usuario, mientras que 000Webhost permite mostrar la página web creada de forma global para que el interesado pueda usar la información mostrada en ella.
- La implementación del prototipo beneficia tanto a usuarios como a choferes y/o cobradores en el cumplimiento de pago en las tarifas, control de ganancias de la unidad de transporte, seguridad de manejo de dinero electrónico para los usuarios y ahorro de tiempo siendo de 2.5 segundos el proceso de cobro y de 0,98 segundos la recarga.
- El análisis de nivel de aceptación y beneficios del prototipo permitió resaltar la agilidad, confiabilidad y seguridad que genera el prototipo durante el proceso de cobranza,

evidenciando la disminución en el congestionamiento causado por el proceso de cobro manual, ya que agilidad en un proceso es símbolo de ahorro de tiempo.

- El reporte de los cobros realizados por las unidades de transporte diariamente pueden ser visualizados mediante una página web para los propietarios de los buses, teniendo la opción de descargar el reporte en formato csv.

RECOMENDACIONES

- Se debe tomar en cuenta que la tarjeta debe permanecer cerca del lector durante 2,5 segundos para poder realizar correctamente el cobro del pasaje, mientras que para validar el valor de la recarga prepago seleccionada se debe acercar la tarjeta por el lector durante 0,98 segundos.
- Para la alimentación de los elementos que componen el circuito se debe utilizar un regulador de 5V para asegurar que el voltaje sea el adecuado y no correr riesgos de daño en los componentes.
- La manipulación de la estructura electrónica del prototipo debe ser realizada por un profesional del área o bajo la supervisión de un especialista, ya que puede sufrir daño alguno de los componentes.
- Para mejorar el rango de lectura entre el lector y las tarjetas y/o llaveros se recomienda utilizar un lector NFC de mayor rango de alcance o ajustar un lector RFID a las condiciones de NFC para su funcionalidad.
- Para la monitorización de los movimientos de las tarjetas y/o llaveros en las diferentes unidades de transporte, se recomienda desarrollar una red de sensores NFC que permita comparar en tiempo real el cobro diario en las diferentes unidades de transporte.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE TRÁNSITO. *Reglamento a ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial.* [online] 2012. P. 11–12. [Accessed 5 May 2018]. Available from: <http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>

BATRES, Javier. *Utilizando sensores NFC (Ejemplo Android).* [online] 2017. [Accessed 5 May 2018]. Available from: <https://medium.com/@fjbatresv/utilizando-sensores-nfc-ejemplo-android-3daf11310ea4>

CRUCEIRA, Roberto Carlos and GONZALEZ, María Elena. *Raspberry Pi: características y aplicaciones | ingeníerate!* [online] 2017. [Accessed 6 May 2018]. Available from: <https://ingenierate.com/2017/10/03/raspberry-pi-caracteristicas-aplicaciones/>

ECONOMIPEDIA. *Dinero electrónico.* [online] 2015. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <http://economipedia.com/definiciones/dinero-electronico-2.html>

EL COMERCIO. *Las cinco quejas al servicio de transporte | El Comercio.* [online] 2014. [Accessed 13 March 2018]. Available from: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-transporte-quejas-tarifa-pasajes.html>

EL COMERCIO. *En Santa Elena el pago de pasaje en buses será electrónico | El Comercio.* [online] 2014a. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <http://www.elcomercio.com/actualidad/santaelena-pago-pasaje-buses-tarjeta.html>

EL COMERCIO. *El transporte público en Quito tiene cuatro problemas | El Comercio.* [online] 2018. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <http://www.elcomercio.com/actualidad/transporte-quito-problemas-movilidad-pasajeros.html>

ELECHOUSE. *PN532 NFC RFID Module user guide.* [online] 2013. [Accessed 8 May 2018]. Available from: https://dangerousthings.com/wp-content/uploads/PN532_Manual_V3-1.pdf

ELTELEGRAMA. *El transporte (público) urbano no deja de ser un problema crónico.* [online] 2016. [Accessed 13 March 2018]. Available from:

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/editoriales/19/el-transporte-publico-urbano-no-deja-de-ser-un-problema-cronico>

ELTELÉGRAFO. *El transporte urbano aún no completa su modernización en el centro y sur del país.* [online] 2017. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/3/el-transporte-urbano-aun-no-completa-su-modernizacion-en-el-centro-y-sur-del-pais>

ELTELÉGRAFO. *Pasaje de bus se cancela con tarjeta electrónica en Cuenca.* [online] 2018. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/pasaje-bus-tarjeta-cuenca>

ESPRESSIF. *ESP8266EX Datasheet.* [online] 2018. [Accessed 6 May 2018]. Available from: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

FQ, Ingeniería Electrónica. *Frecuencias RFID, ¿Cuál es la más adecuada para mi proyecto? Parte 2 | FQ Ingeniería Electrónica.* [online] 2014. [Accessed 5 May 2018]. Available from: <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/frecuencias-rfid-icual-es-la-mas-adecuada-para-mi-proyector-parte-2-42>

FQ, Ingeniería Electrónica. *Fundamentos de la tecnología NFC.* [online] 2015a. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/fundamentos-de-la-tecnologia-nfc-45>

FQ, Ingeniería Electrónica. *Tecnología NFC, modalidades operativas y aspectos técnicos | FQ Ingeniería Electrónica.* [online] 2015b. [Accessed 6 May 2018]. Available from: <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/tecnologia-nfc-modalidades-operativas-y-aspectos-tecnicos-47>

GONZÁLEZ, Noelia. *Gestión de recursos y sistemas interconectados: Radiofrecuencia: terminales y tags.* [online] 2014. [Accessed 5 May 2018]. Available from: <http://recursosysistemasgrupotecne.blogspot.com/2014/11/radiofrecuencia-terminales-y-tags.html>

HELLERMANNTYTON. *Sistema RFID. Bidas RFID para trazabilidad de productos | HellermannTyton.* [online] 2018. [Accessed 5 May 2018]. Available from: <http://www.hellermannntyton.es/competencias/sistema-rfid-para-trazabilidad-de-productos>

ITEAD. *Nextion HMI Solution - ITEAD Wiki.* [online] 2017. [Accessed 9 May 2018]. Available from: https://www.itead.cc/wiki/Nextion_HMI_Solution

ITEAD. *NX8048T070 - ITEAD Wiki.* [online] 2017. [Accessed 9 May 2018]. Available from: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048T070>

KRADAC. *Kradac Cia. Ltda.* [online] 2018. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <http://www.kradac.com/buses.html>

MDIACONESCU. *JavaScript-Based IoT/WoT Development with the ESP8266 and the Raspberry Pi | web-engineering.info.* [online] 2016. [Accessed 9 May 2018]. Available from: <https://web-engineering.info/node/65>

MIKROELEKTRONIKA. *UART - comunicación en serie.* [online] 2016. [Accessed 7 May 2018]. Available from: <https://www.mikroe.com/blog/uart-serial-communication>

MORALES, Michel. *Protocolo I2C - Fundamentos de aprendizaje-Qué es I2C.* [online] 2017. [Accessed 7 May 2018]. Available from: <http://learn.teslabem.com/fundamentos-del-protocolo-i2c-aprende/2/>

MORALES, Michel. *Protocolo I2C - Fundamentos de aprendizaje-cómo funciona I2C.* [online] 2017. [Accessed 7 May 2018]. Available from: <http://learn.teslabem.com/fundamentos-del-protocolo-i2c-aprende/3/>

MYU. *XAMPP.* [online] 2012. [Accessed 8 May 2018]. Available from: <http://myu-charly.blogspot.com/>

NODEMAKERS. *PINOUT-NodeMCU_1.0-V2.* [online] 2016. [Accessed 6 May 2018]. Available from: https://i2.wp.com/www.esploradores.com/wp-content/uploads/2016/08/PINOUT-NodeMCU_1.0-V2-2.jpg

OCU. *Tecnología NFC: ¿para qué sirve?* [online] 2013. [Accessed 4 May 2018]. Available from: <https://www.ocu.org/tecnologia/telefono/noticias/tecnologia-nfc>

PLINTEC LTDA.. *Sistema RFID.* [online] 2014. [Accessed 6 May 2018]. Available from:

<http://plintec.blogspot.com/2014/07/conozca-mas-acerca-del-funcionamiento-y.html>

PUNTO FLOTANTE S.A.. *Tutorial-tarjetas-tags-ISO-14443A-RFID-13.56-MHz-MF522-RC522-MFRC522*. [online] [Accessed 6 May 2018]. Available from: <https://puntoflotante.net/TARJETAS-TAGS-RFID-ISO-14443A-MFRC522.htm>

REGUEIRA, Miguel. *Un dispositivo capaz de clonar tarjetas contactless, a la venta en la deep web*. [online] 2016. [Accessed 6 May 2018]. Available from: <https://www.elgrupoinformatico.com/dispositivo-capaz-clonar-tarjetas-contactless-venta-deep-web-t30122.html>

RODRIGO, Jaime. *ESP8266 y NodeMCU: la nueva generación de sistemas embebidos / Panama Hitek*. [online] 2016. [Accessed 6 May 2018]. Available from: <http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-nueva-generacion/>

SILVA, Carlos. *ZedBoard Zynq-7000 All programmable SoC - Xilinx: Practica # 18 protocolo de comunicación SPI en PS*. [online] 2014. [Accessed 7 May 2018]. Available from: <http://microcarsil.blogspot.com/2014/12/practica-18-protocolo-de-comunicacion.html>

ANEXOS

Anexo A: Código de lectura de bloques de memoria de una etiqueta NFC

```
#define SCK D8
#define MOSI D6
#define SS D5
#define MISO D7
PN532 nfc(SCK, MISO, MOSI, SS);
void setup(void) {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Hello!");
  nfc.begin();
  uint32_t versiondata = nfc.getFirmwareVersion();
  if (! versiondata) {
    Serial.print("Didn't find PN53x board");
    while (1); // halt
  }
  nfc.SAMConfig();
}
void loop(void) {
  uint32_t id;
  id = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);
  if (id != 0)
  {
    Serial.print("Read card #");
    Serial.println(id);
    Serial.println();
    uint8_t keys[] = {0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF};
    for(uint8_t blockn=0;blockn<64;blockn++) {
      if(nfc.authenticateBlock(1, id ,blockn,KEY_A,keys))
      {
        if(nfc.readMemoryBlock(1,blockn,block))
        {
          //if read operation is successful
          for(uint8_t i=0;i<16;i++)
```

```

    {
        Serial.print(block[i],HEX);
        if(block[i] <= 0xF) //Data arrangement / beautify
        {
            Serial.print(" ");
        }
        else
        {
            Serial.print(" ");
        }
    }
    Serial.print("| Block ");
    if(blockn <= 9) //Data arrangement / beautify
    {
        Serial.print(" ");
    }
    Serial.print(blockn,DEC);
    Serial.print(" | ");
    if(blockn == 0)
    {
        Serial.println("Manufacturer Block");
    }
    else
    {
        if(((blockn + 1) % 4) == 0)
        {
            Serial.println("Sector Trailer");
        }
        else
        {
            Serial.println("Data Block");
        }
    }
}
}
}
}
}

```



```
    delay(2000);  
}
```

Anexo B: Código de registro de información y saldo en la etiqueta NFC

```
byte texto1[] = "Theo Villagomez C.I 0606112050";  
byte textoTag1[sizeof(texto1)];  
boolean escrito1 = false;
```

```
byte texto2[] = "Andres Vera C.I 0804138360";  
byte textoTag2[sizeof(texto2)];  
boolean escrito2 = false;
```

```
byte texto3[] = "Rosario Cepeda C.I 1702493873";  
byte textoTag3[sizeof(texto3)];  
boolean escrito3 = false;
```

```
byte texto4[] = "Gianina Perlaza C.I 0802552349";  
byte textoTag4[sizeof(texto4)];  
boolean escrito4 = false;
```

```
byte texto5[] = "Daniel Carrera C.I 1803754900";  
byte textoTag5[sizeof(texto5)];  
boolean escrito5 = false;
```

```
byte texto6[] = "Miriam Avila C.I 1751931997";  
byte textoTag6[sizeof(texto6)];  
boolean escrito6 = false;
```

```
float saldo;  
float float_variable = 1.00;
```

```
#include <PN532.h>  
#define SCK D8  
#define MOSI D6  
#define SS D5  
#define MISO D7
```

```

#define Tag1    2253557691
#define Tag2    284819572
#define Tag3    2959327872
#define Tag4    1436892094
#define Tag5    3769276789
#define LED_ROJO  D4

PN532 nfc(SCK, MISO, MOSI, SS);
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  nfc.begin();

  pinMode( LED_ROJO , OUTPUT );
  nfc.SAMConfig();
}
void loop()
{
  uint32_t id = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);
  if( id > 0)
  {
    switch(id)
    {
      case Tag1 :
        if(( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys) )
        {
          if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x20, contador) )
          {
            // Cada 255 lecturas de la tarjeta se resetea el contador:
            if( contador[0] >= 50)
              contador[0] = 0;
            contador[0] += 1;

            Serial.print("Contador= "); Serial.println(contador[0]);
            nfc.writeMemoryBlock(1, 0x20, contador);
            Serial.println("Escritura realizada correctamente de TAG");
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array) )
{
    saldo=*(float*)&bytes_array;
    float float_variabl=saldo+float_variable;

    *((float *)bytes_array) = float_variabl;
    nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
    Serial.println(float_variabl);
}
if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x22, c) )
{
    c[0]=0;
    nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
}
if( ! nfc.readAllMemory(id , textoTag1 , sizeof(textoTag1)) )
Serial.println("Error de lectura");
else{
for( int i=0 ; i<sizeof(textoTag1) ; i++ )
    Serial.print( (char)textoTag1[i] );
    Serial.println("\n");}
}
delay(1000);
}
break;
case Tag2 :
    if(( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys) )
    {
        if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x20, contador) )
        {:
            if( contador[0] >= 50)
                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]);
                nfc.writeMemoryBlock(1, 0x20, contador);
                Serial.println("Escritura realizada correctamente de TAG");
    }
}

```

```

    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array) )
    {
        saldo=*(float*)&bytes_array;
        float float_variabl=saldo+float_variable;

        *((float *)bytes_array) = float_variabl;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
        Serial.println(float_variabl);
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x22, c) )
    {
        c[0]=0;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
    }
    if( ! nfc.readAllMemory(id , textoTag2 , sizeof(textoTag2)) )
    Serial.println("Error de lectura");
    else{
    for( int i=0 ; i<sizeof(textoTag2) ; i++ )
        Serial.print( (char)textoTag2[i] );
        Serial.println("\n");}
    }
    delay(1000);
}
break;

```

case Tag3 :

```

    if(( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys) )
    {
        if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x20, contador) )
        {
            // Cada 255 lecturas de la tarjeta se resetea el contador:
            if( contador[0] >= 50)
                contador[0] = 0;
                contador[0] += 1;
                Serial.print("Contador= "); Serial.println(contador[0]);
                nfc.writeMemoryBlock(1, 0x20, contador);
        }
    }

```

```

        Serial.println("Escritura realizada correctamente de TAG");
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array) )
    {
        saldo=*(float*)&bytes_array;
        float float_variabl=saldo+float_variable;

        *((float *)bytes_array) = float_variabl;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
        Serial.println(float_variabl);
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x22, c) )
    {
        c[0]=0;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
    }
    if( ! nfc.readAllMemory(id , textoTag3 , sizeof(textoTag3)) )
        Serial.println("Error de lectura");
    else{
        for( int i=0 ; i<sizeof(textoTag3) ; i++ )
            Serial.print( (char)textoTag3[i] );
            Serial.println("\n");}
    }
    delay(1000);}

break;
case Tag4 :
    if(( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys) )
    {
        if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x20, contador) )
        {
            // Cada 255 lecturas de la tarjeta se resetea el contador:
            if( contador[0] >= 50)
                contador[0] = 0;
                contador[0] += 1;
                Serial.print("Contador= "); Serial.println(contador[0]);
                nfc.writeMemoryBlock(1, 0x20, contador);
                Serial.println("Escritura realizada correctamente de TAG");
        }
    }
}

```

```

    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array) )
    {
        saldo=*(float*)&bytes_array;
        float float_variabl=saldo+float_variable;

        *((float *)bytes_array) = float_variabl;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
        Serial.println(float_variabl);
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x22, c) )
    {
        c[0]=0;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
    }
    if( ! nfc.readAllMemory(id , textoTag4 , sizeof(textoTag4)) )
    Serial.println("Error de lectura");
    else{
    for( int i=0 ; i<sizeof(textoTag4) ; i++ )
        Serial.print( (char)textoTag4[i] );

        Serial.println("\n");}
    }
    delay(1000);
}
break;
case Tag5 :
    if(( nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys) )
    {
        if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x20, contador) )
        {
            if( contador[0] >= 50)
                contador[0] = 0;

            // Se suma 1 al contador cada vez que se hace una lectura con la Shield:
            contador[0] += 1;

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

```

```

        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x20, contador);
        Serial.println("Escritura realizada correctamente de TAG");
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array) )
    {
        saldo=*(float*)&bytes_array;
        float float_variabl=saldo+float_variable;
        *((float *)bytes_array) = float_variabl;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
        Serial.println(float_variabl);
    }
    if( nfc.readMemoryBlock(1, 0x22, c) )
    {
        c[0]=0;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
    }
    if( ! nfc.readAllMemory(id , textoTag5 , sizeof(textoTag5)) )
    Serial.println("Error de lectura");
    else{
        for( int i=0 ; i<sizeof(textoTag5) ; i++ )
            Serial.print( (char)textoTag5[i] );

            Serial.println("\n");}
    }
    delay(1000);
}
break;

default : Serial.println("Desconocido"); delay(1000); break;
}
}
}

```

Anexo C: Código de cobro y recarga prepago

```

#include <ESP8266WiFi.h>
//const char* ssid = "ssid";

```

```
//const char* password = "password";
const char* ssid = "red";
const char* password = "password";
const char* host = "host";
//-----Agregación de librerías-----//
#include <NexNumber.h>
#include <NexPage.h>
#include <NexTouch.h>
#include <NexDualStateButton.h>
#include <NexObject.h>
#include <NexText.h>
#include <Nexion.h>
#include "Nexion.h"
double ganancia;
double n_cobro;
float pago_d=0.15;
float pago_e=0.30;
float saldo_d;
uint32_t Estado_dual1;
uint32_t Estado_dual2;
uint32_t Estado_dual3;
uint32_t Estado_dual4;
float recarga;
float saldo_cal;
byte c[1];
byte bytes_array[4];

//SoftwareSerial nextionSerial(10, 11); // RX, TX
#include <PN532.h>
#include <SPI.h>
#define SCK D8
#define MOSI D6
#define SS D5
#define MISO D7
//-----Definir códigos de TAG a registrar-----//
#define Tag1 2253557691
#define Tag2 284819572
```



```

#define Tag3    2959327872
#define Tag4    1436892094
#define Tag5    3769276789
#define Tag6    2253557691
//-----Definir LED de lectura de TAG-----//
#define LED_VERDE  D3
#define LED_ROJO  D4
#define LED_AMARILLO  D2
PN532 nfc(SCK, MISO, MOSI, SS);
NexDSButton ObjDualBoton = NexDSButton(0, 3, "ObjDualBoton");
NexText ObjTxtEstado = NexText(0, 1, "ObjTxtEstado");
NexText ObjTxtDatos = NexText(1, 2, "ObjTxtDatos");
NexText ObjNumSaldo = NexText(1,7,"ObjNumSaldo");
NexText ObjNumCobro = NexText(1,8,"ObjNumCobro");
NexText ObjTxtCliente = NexText(1, 6, "ObjTxtCliente");
NexDSButton ObjDualR1 = NexDSButton(2, 2, "ObjDualR1");
NexDSButton ObjDualR2 = NexDSButton(2, 3, "ObjDualR2");
NexDSButton ObjDualR3 = NexDSButton(2, 4, "ObjDualR3");
NexDSButton ObjDualR4 = NexDSButton(2, 5, "ObjDualR4");
NexText ObjTxtConfR = NexText(2, 6, "ObjTxtConfR");
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  WiFi.begin(ssid, password);
  nfc.begin();
  pinMode( LED_VERDE , OUTPUT );
  pinMode( LED_ROJO , OUTPUT );
  pinMode( LED_AMARILLO , OUTPUT );
  digitalWrite(LED_VERDE ,LOW);
  digitalWrite( LED_ROJO , LOW );
  digitalWrite( LED_AMARILLO , LOW );
  nfc.SAMConfig();
  //Inicio la comunicacion entre el Arduino y la Pantalla
  nexInit();
}
void loop()
{

```

```

byte contador[1];
uint32_t id = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);
uint8_t keys[] = {0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF};
if( id > 0)
{
switch(id)
{
ObjTxtEstado.setText("SI");
if((nfc.authenticateBlock(1, id ,0x20, KEY_A, keys))
{
if((nfc.readMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array))
{
saldo_cal = *(float*)&bytes_array;
if(saldo_cal >= 0.15)
{
digitalWrite( LED_VERDE,HIGH);
saldo_cal = (saldo_cal - pago_d);
delay(500);
digitalWrite( LED_VERDE,LOW);
WiFiClient client;
const int httpPort = 80;
if (!client.connect(host, httpPort)) {
return;
}
String url = "/cobro.php";
String key = "?Cobro=";
client.print(String("GET ") + url + key + pago_d + " HTTP/1.1\r\n" +
"Host: " + host + "\r\n" +
"Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
}
if (saldo_cal < 0.15)
{
Estado_dual1=0;
Estado_dual2=0;
Estado_dual3=0;
Estado_dual4=0;
ObjDualR1.getValue(&Estado_dual1);

```

```

ObjDualR2.getValue(&Estado_dual2);
ObjDualR3.getValue(&Estado_dual3);
ObjDualR4.getValue(&Estado_dual4);
digitalWrite( LED_ROJO,HIGH);
//Botones de Recarga
if( Estado_dual1 > 0 ) {

if ( c[0] == 1)
{
ObjTxtConfR.setText("LIMITE DE RECARGA EXCEDIDO");
}
else if ( c[0] == 0)
{
c[0]=1;
digitalWrite(LED_AMARILLO,HIGH);
saldo_cal = ((saldo_cal+0.60));
ObjTxtConfR.setText("RECARGA REALIZADA");
delay(500);
digitalWrite( LED_ROJO,LOW);
digitalWrite(LED_AMARILLO,LOW);
}
}
else if( Estado_dual2 > 0 ) {
if ( c[0] == 1)
{
ObjTxtConfR.setText("LIMITE DE RECARGA EXCEDIDO");
}
else if ( c[0] == 0)
{
c[0]=1;
digitalWrite(LED_AMARILLO,HIGH);
saldo_cal = ((saldo_cal+0.90));
ObjTxtConfR.setText("RECARGA REALIZADA");
delay(500);
digitalWrite( LED_ROJO,LOW);
digitalWrite(LED_AMARILLO,LOW);
}
}
}

```

```

    }
else if( Estado_dual3 > 0 ) {

if ( c[0] == 1)
{
    ObjTxtConfR.setText("LIMITE DE RECARGA EXCEDIDO");
}
else if ( c[0] == 0)
{
    c[0]=1;
    digitalWrite(LED_AMARILLO,HIGH);
    saldo_cal = ((saldo_cal+1.50));
    ObjTxtConfR.setText("RECARGA REALIZADA");
    delay(500);
    digitalWrite( LED_ROJO,LOW);
    digitalWrite(LED_AMARILLO,LOW);
}
}
else if( Estado_dual4 > 0 ) {
if ( c[0] == 1)
{
    ObjTxtConfR.setText("LIMITE DE RECARGA EXCEDIDO");

}
else if ( c[0] == 0)
{
    c[0]=1;
    digitalWrite(LED_AMARILLO,HIGH);
    saldo_cal = ((saldo_cal+2.10));
    ObjTxtConfR.setText("RECARGA REALIZADA");
    delay(500);
    digitalWrite( LED_ROJO,LOW);
    digitalWrite(LED_AMARILLO,LOW);
}
}
digitalWrite( LED_ROJO,LOW);
}

```

```

        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x22, c);
        String numTXT1= String(saldo_cal,2);
        char buf1[10] = {0};
        String numTXT2= String(pago_d,2);
        char buf2[10] = {0};
        ObjTxtDatos.setText("Theo Villagomez C.I 0606112050");
        ObjTxtCliente.setText("Niño");
        numTXT1.toCharArray(buf1,10);
        ObjNumSaldo.setText(buf1);
        numTXT2.toCharArray(buf2,10);
        ObjNumCobro.setText(buf2);
        *((float *)bytes_array) = saldo_cal;
        nfc.writeMemoryBlock(1, 0x21, bytes_array);
    }
}
break;
}
}
}

```

Anexo D: Código de diseño de la página web

Inicio de sesión

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
<title>LOGIN</title>
<link rel="stylesheet" href="img.css">
</head>
<body>
<h1 class="login-title"> INICIAR SESIÓN</h1>
<input type="text" class="login-input" name="usuario" value="" placeholder="usuario...."/>

```

```

<input type="password" class="login-input" name="contrasena" value=""
placeholder="contrasena..."/>
<input type="submit" value="Login" class="login-button">
</form>
</body>
</html>

```

Tabla de reporte de cobro e imágenes

```

<?php
session_start();
if (isset($_SESSION['u_usuario'])){
echo "<p id='salud'><a href='cerrar_session.php'>Cerrar Sesion</a></p>";
}
else {
header("Location: index.php");
}
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>GANACIA DE COBRO</title>
<link rel="stylesheet" href="tabla.css">
</head>
<body>
<div class="pa1"></div>
<div class="pa2"></div>
<center>
<h1>SISTEMA DE COBRO ELECTRONICO</h1>
<h2>GANACIA DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE</h2>
<table border="3">
<thead>
<tr>
<th colspan = "3">GANANCIA GENERAL</th>
</tr>
</thead>
<tbody>

```

```

<tr>
<td>ID</td>
<td>Cobro</td>
<td>Fecha</td>
</tr>
<?php
include("conexion.php");
$query="SELECT * FROM ganancia";
$resultado=$conexion->query($query);
while($row=$resultado->fetch_assoc()){
?>
<tr>
<td><?php echo $row['ID'];?></td>
<td><?php echo $row['Cobro'];?></td>
<td><?php echo $row['Fecha'];?></td>
</tr>
<?php
?>
</tbody>
</table>
</center>
</body>
</html>

```

Anexo E: Encuesta inicial enfocada al usuario

Encuesta para Trabajo de Titulación

Servicio de cobro en los autobuses de transporte público urbano (actual)

Objetivo: Evaluar los beneficios y nivel de aceptación del prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas en los autobuses de transporte público urbano.

Lea detenidamente las preguntas y conteste con la letra x, en la opción que seleccione.

Edad: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

Discapacidad: Sí _____ No _____

1. ¿Cuántas veces al día utiliza el servicio de transporte público urbano?

a) De 1 a 2 veces al día _____

b) De 3 a 4 veces al día _____

c) De 5 a 6 veces al día _____

d) más de 6 _____

2. ¿Considera ud que se debería implementar un sistema electrónico para el cobro de pasaje en el servicio urbano?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

3. ¿Cree ud que el proceso de cobro de pasajes en los autobuses de transporte público urbano es demorado?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

4. ¿Cree ud que un sistema de cobro electrónico agilizará el tiempo en el cobro de pasajes?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

5. ¿Cuál de los siguientes dispositivos cree ud que serviría para el pago de pasajes?

a) Tarjeta _____

b) Llavero _____

c) Pulsera _____

d) Otro _____

6. Considera ud que el manejo de cualquier dispositivo es más seguro que el manejo de dinero en efectivo?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

7. ¿Estaría dispuesta/o a utilizar tarjetas y/o llaveros para el pago de pasajes?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

8. ¿Cree ud que la recarga prepago en los autobuses de transporte público urbano para el pago de pasajes sea automática?

a) Sí _____

b) No _____

Por qué _____

Anexo F: Encuesta inicial enfocada a los choferes y cobradores

Encuesta para Trabajo de Titulación

Servicio de cobro en los autobuses de transporte público urbano (actual)

Objetivo: Evaluar los beneficios y nivel de aceptación del prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas en los autobuses de transporte público urbano.

Lea detenidamente las preguntas y conteste con la letra x, en la opción que seleccione.

1. ¿Cómo califica ud el servicio del cobro de pasajes en los buses de transporte público urbano?

- a) Muy Bueno _____
- b) Bueno _____
- c) Regular _____
- d) Malo _____

2. ¿Cuáles han sido los motivos de discusión con los pasajeros del autobús por cobro de pasaje?

- a) No querer pagar la tarifa correspondiente _____
- b) Rehúso a pagar el pasaje _____
- c) No querer pagar el pasaje de un niño _____
- d) Inconvenientes al momento de entregar el cambio _____
- e) Congestión de usuarios al momento de cobrar el pasaje _____

3. ¿Cree ud que existe congestión en la subida de pasajeros debido al cobro de pasajes?

- a) Sí _____
- b) No _____

Por qué _____

4. ¿Cuáles son los factores por los que se ha perdido dinero en el cobro de pasajes?

- a) Olvidar cobrar el valor del pasaje a un usuario _____
- b) No verificar la cantidad de dinero en efectivo recibido _____
- c) La cantidad de usuarios subiendo al autobús _____
- d) Recibir monedas y billetes falsos _____

5. ¿Estaría ud dispuesto a implementar un sistema de cobro electrónico en el autobús?

- a) Sí _____
- b) No _____

Por qué _____

6. ¿Cree ud que sería eficiente recibir un reporte de las ganancias mediante una página web en tiempo real?

- a) Sí _____
- b) No _____

Por qué _____

7. ¿Cree ud que el sistema de cobro electrónico eliminará el congestionamiento en la subida del autobús y optimizar tiempo?

- a) Sí _____
- b) No _____

Por qué _____

8. ¿Cómo califica el manejo de dinero en efectivo en los autobuses?

- a) Muy Seguro _____
- b) Seguro _____
- c) Inseguro _____

Anexo G: Encuesta final enfocada a los usuarios

Encuesta para Trabajo de Titulación

Servicio de cobro en los autobuses de transporte público urbano (actual)

Objetivo: Evaluar los beneficios y nivel de aceptación del prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas en los autobuses de transporte público urbano.

Lea detenidamente las preguntas y conteste con la letra x, en la opción que seleccione.

Edad: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

Discapacidad: Sí _____ No _____

1. ¿Qué método de cobro de pasajes es más efectivo para ud?

- a) Sistema de Cobro Manual _____
- b) Sistema de Cobro Electrónico _____

2. ¿Cómo califica ud el sistema de cobro electrónico?

- a) Muy Bueno _____
- b) Bueno _____
- c) Regular _____
- d) Malo _____

3. ¿Qué beneficios considera ud que generó el sistema de cobro electrónico? (puede elegir varias)

- a) Mayor rapidez en el pago de pasaje _____
- b) Evitar congestionamiento en la subida del autobús _____
- c) Mejorar la calidad del servicio de transporte _____
- d) Mayor orden en el cobro de pasajes _____

4. ¿Cómo califica el manejo de tarjetas y/o llaveros para el pago de pasajes en los autobuses de transporte público urbano?

- a) Muy Bueno _____
- b) Bueno _____
- c) Regular _____
- d) Malo _____

5. ¿Qué tan confiable cree ud que es el sistema de cobro electrónico?

- a) Muy confiable _____
- b) Confiable _____
- c) Poco Confiable _____

6. ¿Qué nivel de utilidad cree ud que tenga mostrar la información de saldo y cobro realizado?

- a) Muy útil _____
- b) Útil _____
- c) Inútil _____

7. ¿Cómo califica ud la opción para realizar recargas prepago?

- a) Muy Buena _____
- b) Buena _____
- c) Regular _____
- d) Mala _____

8. ¿Cómo considera ud que es el manejo de la pantalla para la realización de recargas?

- a) Fácil _____
- b) Intermedio _____
- c) Difícil _____

Anexo H: Encuesta final enfocada a los choferes y cobradores

Encuesta para Trabajo de Titulación

Servicio de cobro en los autobuses de transporte público urbano (actual)

Objetivo: Evaluar los beneficios y nivel de aceptación del prototipo de cobro y recarga prepago de tarifas en los autobuses de transporte público urbano.

Lea detenidamente las preguntas y conteste con la letra x, en la opción que seleccione.

1. ¿Qué método de cobro de pasajes es más efectivo para ud?

a) Sistema de Cobro Manual _____

b) Sistema de Cobro Electrónico _____

2. ¿Cómo califica ud el sistema de cobro electrónico?

a) Muy Bueno _____

b) Bueno _____

c) Regular _____

d) Malo _____

3. ¿Qué beneficios considera ud que genera el sistema de cobro electrónico? (puede elegir varios)

a) Mayor rapidez en el cobro de pasaje _____

b) Evitar congestión a la subida del autobús _____

c) Evitar pérdidas de dinero _____

d) Disminuye la cantidad de trabajo _____

4. ¿Cómo califica el manejo de tarjetas y/o llaveros para el cobro de pasajes en los autobuses de transporte público urbano?

a) Muy Bueno _____

b) Bueno _____

c) Regular _____

d) Malo _____

5. ¿Qué tan confiable cree ud que es el sistema de cobro electrónico?

a) Muy Confiable _____

b) Confiable _____

c) Poco Confiable _____

6. ¿Considera ud que el llevar un registro generado durante el día por el servicio es?

a) Util _____

b) No Útil _____

7. ¿Cree ud que el prototipo electrónico de cobro ayuda a contralar lo producido por el transporte en el día de trabajo?

a) Si _____

b) No _____

Por qué _____

8. ¿Cómo califica ud la opción de registro de usuarios para acceder a la información de ganancias generadas?

a) Muy Buena _____

b) Buena _____

c) Regular _____

d) Mala _____

9. ¿Cómo considera ud que es el manejo de la página web para la revisión de ganancias?

a) Fácil _____

b) Intermedio _____

c) Difícil _____

10. ¿Recomendaría ud el uso de este prototipo y manejo de la página web en las unidades de transporte urbano de servicio público?

a) Si _____

b) No _____

Por qué _____
