

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN.

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE
LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN
GPS Y GSM, BASADO EN HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE”

AUTOR: HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA

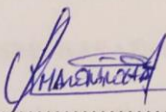
DIRECTOR: ING. OMAR RICARDO OÑA ROCHA

IBARRA – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Tesis **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GPS Y GSM, BASADO EN HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE.”** ha sido realizada en su totalidad por el señor: Henry David Guerra Mediavilla portador de la cédula de identidad número: 1002955910.



Ing. Omar Ricardo Oña Rocha

Director de la Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE

Yo, HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA, con cedula de identidad Nro. 100295591-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, articulo 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GPS Y GSM, BASADO EN HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes mencionada, aclarando que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA

Cédula: 100295591-0

Ibarra, a los 20 días del mes de diciembre de 2016



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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital institucional determina la necesidad de disponer los textos completos de forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente investigación:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100295591-0
APELLIDOS Y NOMBRES	HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA
DIRECCIÓN	José Manuel Jijón y Miguel Pinto – Otavalo
EMAIL	hdguerra@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO	(06) 2520-278
TELÉFONO MÓVIL	0939970740

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GPS Y GSM, BASADO EN HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE”
AUTOR	HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA
FECHA	25 DE JULIO DEL 2016
PROGRAMA	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN
DIRECTOR	OMAR RICARDO OÑA ROCHA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

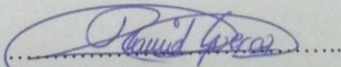
Yo, HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA, con cedula de identidad Nro. 100295591-0, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y el uso del archivo digital en la biblioteca de la universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 20 días del mes de diciembre de 2016

EL AUTOR:



Firma

Nombre: HENRY DAVID GUERRA MEDIAVILLA.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su infinito apoyo, por su cariño, comprensión y tolerancia, esto ha sido de vital importancia para culminar de manera exitosa una meta más en mi vida profesional.

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación está dedicado a mi familia, especialmente a mi madre quien ha sido un pilar fundamental brindándome su cariño y apoyo incondicional.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación consiste en el desarrollo de un prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, el sistema puede ser instalado en cualquier vehículo automotor, éste posee un número celular propio almacenado en una tarjeta SIM, , brinda la oportunidad al usuario propietario registrado previamente, contar con un sistema el cual permite conocer la localización GPS y además tener el control de varios de los recursos del vehículo, los cuales pueden ser controlados de manera local o remota.

La localización del vehículo se logra gracias al módulo receptor GPS, el cual permite al usuario mediante solicitud previa al prototipo en base a una aplicación Android, conocer la ubicación, altitud a nivel del mar y velocidad de viaje del vehículo, gracias a la recepción de un mensaje de texto enviado por parte del prototipo al solicitante con dicha información.

El control de encendido del vehículo está basado en la autenticación del usuario mediante la lectura de un llavero de identificación a través de un lector con tecnología NFC, además del envío de un mensaje de texto SMS de confirmación de dicha acción hacia el usuario.

Por otro lado, mediante una aplicación Android el usuario puede controlar los diferentes recursos del vehículo de manera remota mediante un Smartphone y un número celular registrado previamente al sistema; además el botón de pánico instalado estratégicamente, al ser presionado, realiza una llamada de emergencia a un número pre-configurado, permitiendo escuchar la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo.

Con la implementación de este sistema se intenta disminuir los secuestros exprés, brindando al usuario del vehículo un nivel de seguridad superior, además de poseer una fácil interfaz de instalación, por otro lado, ofrece una cobertura de servicio a nivel nacional dependiendo de la operadora de telefonía seleccionada, por último, el hardware y software es altamente escalable para futuros estudios o mejoras.

ABSTRACT

The following project degree consists of the development of a prototype tracking system and vehicle safety, the system can be installed in any vehicle, this has its own phone number stored in a SIM card, provides an opportunity to the owner previously registered have a system which allows to know the GPS location and also have control of the various resources of the vehicle, which can be controlled locally or remotely.

The location of the vehicle is achieved by the GPS receiver, which allows the user request to the prototype based on an Android application know the location, altitude at sea level and speed of the vehicle, through to the reception of a text message sent by the prototype to the applicant with this information.

The start control is based on user authentication through the reading of an identification keychain, throughout a technology reader with NFC (Near Field Communication), in addition by a confirmation SMS message of that action to the user.

On the other hand, through an Android application the user can control different vehicle resources remotely using a Smartphone and in addition a cell phone number previously registered to the system; also the panic button strategically installed, when the user pressed, it makes an emergency call to a pre-configured number, allowing listen to the conversation inside the vehicle.

With the implementation of this system attempts are made to reduce kidnappings, providing to the owner of the vehicle with a higher level of security, besides having an easy installation interface, on the other hand, it offers national service coverage depending on the telephonic source selected, finally, the hardware and software are highly scalable for future studies or improvements.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	I
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	III
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE TABLAS	XXII
CAPÍTULO I.....	1
1.1. TEMA	1
1.2. PROBLEMA.....	1
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4. ALCANCE.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN	7
CAPÍTULO II	10

2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL AUTOMÓVIL.....	10
2.1.1. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.....	10
2.1.1.1. Descripción general.....	10
2.1.1.2. Tipos de sistemas de localización vehicular.....	11
2.1.1.2.1. Localización mediante GPS.....	11
2.1.1.2.2. Localización mediante GPS-GSM/ GPRS.....	11
2.1.2. SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR.....	12
2.1.2.1. Elementos del sistema de seguridad vehicular.....	12
2.1.3. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR EN EL ECUADOR.....	13
2.1.3.1. Traigo GPS rastreo satelital.....	13
2.1.3.2. Manper GPS rastreo satelital.....	14
2.1.3.3. Tracklink control.....	15
2.2. TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO ELECTRÓNICO OPEN SOURCE.....	15
2.2.1. ARDUINO.....	15
2.2.1.1. Tipos de Arduino.....	16
2.2.1.1.1. Arduino UNO.....	17
2.2.1.1.2. Arduino Mega 2560.....	18
2.2.1.1.3. Arduino YUN.....	19
2.2.1.1.4. Arduino Leonardo.....	21
2.2.1.1.5. Arduino DUE.....	23

2.2.2.	RASPBERRY PI.....	24
2.2.2.1.	Características generales de la placa	24
2.2.2.2.	Aplicaciones	26
2.2.3.	BEAGLEBONE	27
2.3.	GLOBAL POSITION SYSTEM (GPS)	29
2.3.1.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS	29
2.3.2.	INTRODUCCIÓN A LOS RECEPTORES GPS	31
2.3.3.	FUENTES DE ERROR GPS	31
2.3.4.	TIPOS DE RECEPTORES GPS	32
2.4.	SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MOVILES (GSM).33	
2.4.1.	FRECUENCIAS USADAS POR GSM.....	33
2.4.2.	ARQUITECTURA DE LA RED GSM	34
2.4.2.1.	Tabla comparativa entre generaciones de telefonía móvil	35
2.4.3.	SMS.....	37
2.4.4.	TARJETA SIM	39
2.5.	NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC).....	39
2.5.1.	FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA NFC	40
2.5.1.1.	Fases de comunicación	41
2.5.1.2.	Modos de operación	42
2.5.1.3.	Modos de funcionamiento	44
2.5.2.	EL FORMATO NDEF.....	45

2.5.3.	TAGS DE IDENTIFICACIÓN MIFARE.....	46
2.5.3.1.	Tarjeta MIFARE S50 1KB.....	46
2.5.3.2.	Organización de la memoria ERPROM.....	48
2.5.4.	TABLA COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.....	49
2.6.	DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.....	50
2.6.1.	RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	50
2.6.2.	CONDENSADOR.....	51
2.6.3.	DIODO RECTIFICADOR.....	51
2.6.4.	DIODO LED.....	52
2.6.5.	RELÉ.....	52
2.6.6.	TRANSISTOR 2N3904.....	53
2.6.7.	REGULADOR DE VOLTAJE 7805.....	54
2.6.8.	REGULADOR DE VOLTAJE LM317T.....	55
2.6.9.	TRANSISTOR NPN TIP31C.....	55
CAPÍTULO III.....		57
3.	DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	57
3.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO.....	57
3.2.	DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES PROTOTIPO.....	58
3.3.	BLOQUE DEL SISTEMA DE CONTROL.....	60
3.3.1.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	64
3.4.	BLOQUE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.....	65

3.4.1.	DISEÑO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.....	69
3.4.1.1.	Circuito regulador de voltaje a 3,3V	70
3.4.1.1.1.	Diseño del circuito regulador de voltaje a 3,3V	70
3.4.1.2.	Circuito control de relé para seguros de puertas	76
3.4.1.2.1.	Diseño del circuito control de relé para seguros de puertas	76
3.4.1.3.	Circuito control de relé para la bomba de gasolina	81
3.4.1.3.1.	Diagrama de flujo de la función llave en contacto	82
3.4.1.3.2.	Diseño del circuito control de relé para la bomba de gasolina.....	83
3.4.1.4.	Control de contacto a 12V	85
3.4.1.5.	Botón de pánico	86
3.4.1.5.1.	Diagrama de flujo de la función pulsador pánico.....	86
3.4.1.6.	Buzzer.....	87
3.4.1.7.	Elaboración del diagrama eléctrico	88
3.4.1.8.	Elementos utilizados en la placa interfaz	89
3.4.1.9.	Circuito impreso de la placa Shield Interfaz	89
3.4.1.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.....	90
3.5.	BLOQUE DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.....	91
3.5.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN RECEPCIÓN SMS.....	93
3.5.1.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM	
	95	
3.6.	BLOQUE DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN	97
3.6.1.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN	99

3.7.	BLOQUE DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	101
3.7.1.	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	102
3.7.1.1.	Análisis de consumo de energía	102
3.7.1.1.1.	Consumo de energía de la placa Arduino Mega 2560.....	102
3.7.1.1.2.	Consumo de energía de la placa Shield Interfaz	103
3.7.1.1.3.	Consumo de energía total del prototipo.....	104
3.7.1.1.4.	Consumo de energía total del prototipo en modo stand by	104
3.7.1.2.	Módulo regulador de voltaje LM2596s	105
3.7.1.3.	Análisis del diagrama eléctrico de aplicación del módulo LM2596	106
3.7.2.	BACKUP DE ALIMENTACIÓN.....	108
3.7.2.1.	Batería LiPo.....	109
3.7.2.2.	Tiempo de duración de la batería de backup	111
3.8.	DIAGRAMA GENERAL DEL PROTOTIPO	114
3.9.	APLICACIÓN ANDROID	116
3.9.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN ANDROID	116
3.9.2.	DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR 2 BETA.....	117
3.9.3.	FASE DE DISEÑADOR DE PANTALLAS	120
3.9.3.1.	Pantalla de login	121
3.9.3.2.	Pantalla de acciones.....	125
3.9.3.3.	Pantalla de configuración	129
3.9.4.	FASE DE EDITOR DE BLOQUES	133

3.9.4.1.	Programación pantalla de login	134
3.9.4.2.	Programación pantalla de acciones	136
3.9.4.3.	Programación pantalla de configuración	138
3.10.	IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	141
3.10.1.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	141
3.10.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.....	147
3.10.2.1.	Pruebas de funcionamiento de cada una de las acciones del sistema en base a la aplicación Android.....	148
3.10.2.1.1.	Autorizar encendido	148
3.10.2.1.2.	Apagar vehículo.....	149
3.10.2.1.3.	Bloquear vehículo.....	150
3.10.2.1.4.	Desbloquear vehículo	151
3.10.2.1.5.	Ubicación GPS	152
3.10.2.1.6.	Devolver llamada.....	154
3.10.2.1.7.	Estado del vehículo.....	156
3.10.2.1.8.	Abrir puertas	158
3.10.2.1.9.	Cerrar puertas	158
3.10.2.2.	Prueba de funcionamiento del sistema de encendido del vehículo	159
3.10.2.3.	Prueba de funcionamiento del botón de pánico.....	160
CAPÍTULO IV.....		162
4.	ANÁLISIS ECONÓMICO	162
4.1.	PRESUPUESTO DEL HARDWARE UTILIZADO.....	162

4.2.	PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO	163
4.3.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	164
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
	BIBLIOGRAFÍA.....	170
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	173
	ANEXO 01.....	176
	ANEXO 02.....	178
	ANEXO 03.....	180
	ANEXO 04.....	185
	ANEXO 05.....	190
	ANEXO 06.....	192
	ANEXO 07.....	194
	ANEXO 08.....	208
	ANEXO 09.....	217

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ALARMA MARCA NEMESIS	12
FIGURA 2. ARDUINO UNO.....	17
FIGURA 3. ARDUINO MEGA 2560.....	18
FIGURA 4. ARDUINO YUN.....	19
FIGURA 5. DIAGRAMA DE BLOQUES ARUINO YUN.....	20
FIGURA 6. ARDUINO LEONARNO.....	22
FIGURA 7. ARDUINO DUE	23
FIGURA 8. RASPBERRY PI MODEL B.	25
FIGURA 9. BEAGLEBONE.	28
FIGURA 10. ESQUEMA GENERAL DE LA CONSTITUCIÓN DEL GPS.	30
FIGURA 11. ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DE RED GSM.....	34
FIGURA 12. CENTRO DE SERVICIO SMS.	38
FIGURA 13. SERVICIOS BÁSICOS SM MT Y SM MO.....	38
FIGURA 14. TARIETA SIM CLARO.	39
FIGURA 15. EJEMPLO MODO LECTOR/GRABADOR NFC.....	43
FIGURA 16. EJEMPLO MODO PEER TO PEER NFC.....	43
FIGURA 17. EJEMPLO MODO EMULACIÓN DE TARJETA INTELIGENTE NFC.	44
FIGURA 18. MODO DE FUNCIONAMIENTO PASIVO EN NFC.....	44
FIGURA 19. MODO DE FUNCIONAMIENTO ACTIVO EN NFC.	45
FIGURA 20. FORMATO DEL MENSAJE NDEF.....	45
FIGURA 21. ESTRUCTURA DE MEMORIA DE LA TARJETA MIFARE S50 1KB.....	47
FIGURA 22. EJEMPLO DE TAG MIFARE 1K TIPO TARJETA.	47
FIGURA 23. ORGANIZACIÓN DE MEMORIA MIFARE.	48
FIGURA 24. SÍMBOLOS DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	50
FIGURA 25. TABLA DE CÓDIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS.	50
FIGURA 26. SÍMBOLO DEL CONDENSADOR FIJO Y ELECTROLÍTICO RESPECTIVAMENTE.	51
FIGURA 27. PARTES DE UN DIODO RECTIFICADOR.....	52
FIGURA 28. SÍMBOLO DEL DIODO LED.	52
FIGURA 29. SÍMBOLO DEL RELÉ NORMALMENTE CERRADO.	53
FIGURA 30. PARTES DE UN TRANSISTOR BJT 2N3904.....	54
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL REGULADOR DE VOLTAJE LM7805.....	54
FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL CIRCUITO INTEGRADO LM317T.....	55

FIGURA 33. PARTES DE UN TRANSISTOR NPN TIP31C.....	56
FIGURA 34. DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR.	58
FIGURA 35. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE CONTROL.	60
FIGURA 36. ARDUINO MEGA 2560.	61
FIGURA 37. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	65
FIGURA 38. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.	66
FIGURA 39. MÓDULO NFC/RFID ELECHOUSE PN532.....	67
FIGURA 40. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO NFC PN532 A LA PLACA ARDUINO MEGA 2560.....	69
FIGURA 41. EJEMPLO DE ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PLACAS SHIELD.	70
FIGURA 42. DIAGRAMA DE APLICACIÓN TÍPICA DEL CIRCUITO INTEGRADO LM317T.....	71
FIGURA 43. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE A 3,3V.....	75
FIGURA 44. CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ PARA SEGUROS DE LAS PUERTAS DEL VEHÍCULO.	76
FIGURA 45. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ DE PUERTAS AL MÓDULO DE BLOQUEO CENTRAL DEL VEHÍCULO.....	81
FIGURA 46. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN LLAVE EN CONTACTO.	82
FIGURA 47. CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ UTILIZANDO UN TRANSISTOR NPN TIP31C.....	83
FIGURA 48. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO CONTROL DE RELÉ A LA BOMBA DE GASOLINA.....	84
FIGURA 49. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO DEL VEHÍCULO HACIA LA PLACA SHIELD INTERFAZ.	85
FIGURA 50. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN PULSADOR PÁNICO.	86
FIGURA 51. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.....	88
FIGURA 52. DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.	90
FIGURA 53. ESQUEMA DE ELEMENTOS DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.....	90
FIGURA 54. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.	91
FIGURA 55. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.	92
FIGURA 56. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN RECEPCIÓN SMS.....	93
FIGURA 57. MÓDULO GPRS/GSM SHIELD v2 SIM900.	94
FIGURA 58. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN GSM AL ARDUINO MEGA 2560.	96
FIGURA 59. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.....	96
FIGURA 60. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.	97
FIGURA 61. MÓDULO GPS NEO-6M.....	98
FIGURA 62. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO GPS NEO-6M AL ARDUINO MEGA 2560.	100
FIGURA 63. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.....	100
FIGURA 64. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	101
FIGURA 65. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE APLICACIÓN DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.....	106

FIGURA 66. MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596s.	107
FIGURA 67. BATERÍA LIPO 7,4V.....	111
FIGURA 68. DIAGRAMA ELÉCTRICO GENERAL DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR.....	115
FIGURA 69. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN ANDROID.....	117
FIGURA 70. INGRESO A CUENTA GMAIL.	118
FIGURA 71. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN A CUENTA DE GOOGLE.....	118
FIGURA 72. CREACIÓN DE NUEVO PROYECTO NEOTRACK.	119
FIGURA 73. SECTOR DISEÑADOR APP INVENTOR 2 BETA.....	119
FIGURA 74. PANTALLAS DE LA APLICACIÓN ANDROID.....	120
FIGURA 75. PANTALLA DE LOGIN Y SUS COMPONENTES.	121
FIGURA 76. INSERCIÓN DE FIGURAS EN LA SCREEN1.	122
FIGURA 77. INSERCIÓN BOTÓN LOGIN EN LA SCREEN1.	122
FIGURA 78. INSERCIÓN DEL BOTÓN SALIR EN LA SCREEN1.	123
FIGURA 79. INSERCIÓN DEL CAMPO DE CONTRASEÑA EN LA SCREE1.....	123
FIGURA 80. INSERCIÓN DE ETIQUETAS EN LA SCREEN1.....	124
FIGURA 81. INSERCIÓN DE LAYOUT PARA DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES EN LA SCREEN1.	125
FIGURA 82. PANTALLA DE ACCIONES Y LOS RESPECTIVOS COMPONENTES.....	125
FIGURA 83. INSERCIÓN DE IMAGEN DE PORTADA DE LA SCREEN2.	126
FIGURA 84. INSERCIÓN DE ETIQUETAS EN LA SCREEN2.....	126
FIGURA 85. INSERCIÓN DEL BOTÓN CONFIRMAR ACCIÓN EN LA SCREEN2.	127
FIGURA 86. INSERCIÓN DE CASILLAS DE VERIFICACIÓN EN LA SCREEN2.....	128
FIGURA 87. INSERCIÓN DE COMPONENTE ENVIAR TEXTO EN LA SCREEN2.	128
FIGURA 88. PANTALLA DE CONFIGURACIÓN Y SUS COMPONENTES.	129
FIGURA 89. INSERCIÓN DE IMAGEN DE PORTADA DE LA SCREEN3.	130
FIGURA 90. INSERCIÓN DE BOTÓN DE GUARDAR CONTRASEÑA.	131
FIGURA 91. INSERCIÓN DE BOTÓN DE CAMPOS DE CONTRASEÑA.	131
FIGURA 92. INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN MIT AI2 COMPANION.....	132
FIGURA 93. PROCESO DE CONEXIÓN ENTRE MIT AI2 COMPANION Y APP INVENTOR.	133
FIGURA 94. INGRESO A LA HERRAMIENTA DISEÑADOR.....	133
FIGURA 95. SECTOR BLOQUES APP INVENTOR 2 BETA.	134
FIGURA 96. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN1.INITIALIZE.	135
FIGURA 97. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN LOGIN.	135
FIGURA 98. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN1.	136
FIGURA 99. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN SALIR DE LA SCREEN1.	136

FIGURA 100. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN2.INITIALIZE.	137
FIGURA 101. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN CONFIRMAR ACCIÓN.	137
FIGURA 102. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN CONFIGURACIÓN.....	138
FIGURA 103. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN2.	138
FIGURA 104. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN SALIR DE LA SCREEN2.....	138
FIGURA 105. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN3.INITIALIZE.	139
FIGURA 106. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN GUARDAR CONTRASEÑA.	140
FIGURA 107. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN3.	140
FIGURA 108. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN VOLVER DE LA SCREEN3.....	140
FIGURA 109. APLICACIÓN ANDROID NEOTRACK.	141
FIGURA 110. RENAULT SANDERO 2012.	142
FIGURA 111. TOMA DE ALIMENTACIÓN PRINCIPAL DEL PROTOTIPO.	142
FIGURA 112. MICRÓFONO INSTALADO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.	143
FIGURA 113. LECTOR NFC INSTALADO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.....	143
FIGURA 114. INSTALACIÓN DEL BOTÓN DE PÁNICO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.	144
FIGURA 115. INSTALACIÓN DEL CABLE USB EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.	145
FIGURA 116. CAJA METÁLICA DEL PROTOTIPO.	145
FIGURA 117. PARTE INTERNA DE COMPONENTES DEL PROTOTIPO.	146
FIGURA 118. CONEXIÓN DE LAS SEÑALES DE BLOQUEO CENTRAL.	146
FIGURA 119. CONEXIÓN DE LAS SEÑALES DE LA BOMBA DE GASOLINA Y CONTACTO DEL VEHÍCULO.....	147
FIGURA 120. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN AUTORIZAR ENCENDIDO.	149
FIGURA 121. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN APAGAR VEHÍCULO.	150
FIGURA 122. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN BLOQUEAR VEHÍCULO.	151
FIGURA 123. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN DESBLOQUEAR VEHÍCULO.	152
FIGURA 124. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN UBICACIÓN GPS.	153
FIGURA 125. INFORMACIÓN GPS ENVIADA AL USUARIO POR PARTE DEL SISTEMA DEL VEHÍCULO.....	153
FIGURA 126. VISUALIZACIÓN GPS MEDIANTE UN NAVEGADOR WEB Y APLICACIÓN OSMAND+ RESPECTIVAMENTE.	154
FIGURA 127. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN DEVOLVER LLAMADA.....	155
FIGURA 128. EJEMPLO DE LLAMADA ENTRANTE DESDE EL SISTEMA DEL VEHÍCULO HACIA EL USUARIO.	156
FIGURA 129. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN ESTADO DEL VEHÍCULO.	157
FIGURA 130. INFORMACIÓN DE ESTADO DEL VEHÍCULO ENVIADA AL USUARIO POR PARTE DEL SISTEMA DEL VEHÍCULO.....	157
FIGURA 131. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN ABRIR PUERTAS.	158
FIGURA 132. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN CERRAR PUERTAS.....	159
FIGURA 133. LLAVERO Y TARJETA DE IDENTIFICACIÓN MIFARE.....	160

FIGURA 134. ANÁLISIS DEL TIR Y VAN DEL PROTOTIPO 164

FIGURA 135. ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROTOTIPO..... 165

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARDUINO UNO.	17
TABLA 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARDUINO MEGA 2560.	18
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DEL MICROCONTROLADOR ARV DEL ARDUINO YUN.	21
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DEL MICROPROCESADOR LINUX DEL ARDUINO YUN.	21
TABLA 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ARDUINO LEONARDO.	22
TABLA 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ARDUINO DUE.	23
TABLA 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS DIFERENTES PLACAS RASPBERRY PI.	25
TABLA 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLACA BEAGLEBONE.	28
TABLA 9. BANDAS DE FRECUENCIAS USADAS POR GSM.	33
TABLA 10. TABLA DE GENERACIONES DE TELEFONÍA MÓVIL.	36
TABLA 11. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TAGS NFC.	41
TABLA 12. COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS NFC, BLUETOOTH 4.0 Y RFID.	49
TABLA 13. TABLA COMPARATIVA DE LAS PLACAS DE DESARROLLO ELECTRÓNICO ARDUINO.	63
TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO MEGA 2560.	64
TABLA 15. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO PN532.	67
TABLA 16. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO PN532.	68
TABLA 17. EMISIÓN DE DIFERENTES TONOS MEDIANTE EL BUZZER.	87
TABLA 18. ELEMENTOS USADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.	89
TABLA 19. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE COMUNICACIONES GSM/GPRS SIM900.	94
TABLA 20. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO GPRS/GSM SHIELD V2 SIM900.	95
TABLA 21. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO RECEPTOR GPS NEO-6M.	99
TABLA 22. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO NEO-6M.	99
TABLA 23. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.	108
TABLA 24. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.	108
TABLA 25. COMPARATIVA DE BATERÍAS RECARGABLES.	110
TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA LIPO.	111
TABLA 27. PRESUPUESTO DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO.	162
TABLA 28. PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO EN EL PROTOTIPO.	163
TABLA 29. COSTO TOTAL DEL PROYECTO.	164

CAPÍTULO I

1.1. TEMA

Diseño e implementación de un prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular con comunicación GPS y GSM, basado en hardware y software libre.

1.2. PROBLEMA

Con el pasar del tiempo, la seguridad vehicular se ha tornado un punto cada vez más importante a tomar en cuenta por los propietarios de los vehículos, ya que en el país la delincuencia resulta cada vez más evidente por todos y se ha convertido en un grave problema a solucionar, volviéndose hoy en día obsoletos los sistemas de alarma comunes y viéndose necesario implementar nuevos sistemas de última tecnología, que permitan aumentar la seguridad en los vehículos y además tener un control de varios parámetros del mismo.

Actualmente el servicio de localización y seguridad vehicular es adquirido únicamente por personas que cuentan con una buena capacidad adquisitiva, es por esta razón, que los propietarios de los vehículos prefieren optar por sistemas económicos de alarma común; los cuales proporcionan un mínimo grado de seguridad y además no ofrecen un control del vehículo, lo cual no es suficiente para un país con un alto grado de delincuencia y robo de vehículos.

Por otra parte, el estudio de los sistemas de localización y seguridad vehicular con tecnología GSM en base a mensajes de texto (SMS) es relativamente nuevo en Ecuador. Actualmente, en el país no existe un sistema basado en hardware y software libre con estas características y que, además, brinde la posibilidad de soportar aplicaciones móviles con internet de última

generación en base a la amplia y actualizada base de datos de mapas en formato vector para el Ecuador.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular con comunicación GPS y GSM basado en hardware y software libre, que permita reducir los secuestros exprés y mejorar la protección en vehículos automotrices.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los sistemas de seguridad vehicular que ofrece el mercado ecuatoriano y de esta manera establecer criterios de mejora al sistema a desarrollar, esto permitirá ver los beneficios que ofrece este diseño respecto a otros similares.
- Comparar técnicamente las diferentes tecnologías open-source para desarrollo electrónico Raspberry Pi, BeagleBone y Arduino, permitiendo con esto elegir la mejor plataforma acorde a los requerimientos del proyecto.
- Estudiar las tecnologías GPS (Global Positioning System, GPS), GSM (Global System for Mobile Communications) y NFC (Near field communication) con su respectivo hardware utilizado para el desarrollo del proyecto.
- Diseñar el circuito electrónico de localización y seguridad vehicular, a través de la placa de desarrollo open-source y lenguaje de programación con software libre que permitirá al usuario tener un sistema con tecnología de punta.

- Realizar las respectivas pruebas del sistema electrónico en conjunto con la aplicación Android que garanticen el correcto funcionamiento.
- Elaborar manuales de usuario y de instalador que permita el uso e instalación correctos del sistema.

1.4. ALCANCE

Para el desarrollo de este proyecto se optará por realizar el diseño e implementación de un prototipo de un sistema de localización y seguridad vehicular, mediante un circuito electrónico open-source y la combinación de las tecnologías GPS, GSM y NFC que permitirán obtener un sistema de localización y seguridad vehicular económico, eficiente y con tecnología de punta, además de un sistema de autorización de encendido del vehículo, usando llaveros o tarjetas de identificación entregadas al dueño del vehículo basadas en la tecnología NFC que deberá ser leída a través de un lector que será instalado en el interior del vehículo para su posterior autorización de encendido, añadiendo también un botón de pánico para que al momento de ser presionado el sistema del vehículo realice una llamada a un número de emergencia elegido por el usuario previamente configurado y que permita escuchar la conversación que ocurre en el interior del vehículo mediante un micrófono instalado estratégicamente, todo esto operable adicionalmente también a través de una aplicación Android.

En el desarrollo se analizará primeramente los diferentes sistemas de localización y seguridad vehicular que se ofrece en el mercado Ecuatoriano, características, modos de operación del sistema, procedimiento de funcionamiento, y de esta manera permitir mediante este análisis establecer varios criterios de mejora respecto al prototipo que va a ser desarrollado

y que va a ser instalado en un vehículo automotriz, esto servirá para ver cuáles son los beneficios que ofrece este diseño a comparación con otros de similares características.

Se realizará una comparativa técnica de las plataformas de desarrollo electrónico open-source existentes en el mercado Raspberry Pi, BeagleBone y Arduino, permitiendo así determinar la mejor en función a su costo y a su funcionalidad respecto a los requerimientos del diseño; además se estudiará las diferentes tecnologías que se usarán en el desarrollo de este proyecto como son Global System for Mobile Communications (GSM), la cual servirá para la comunicación entre el sistema del vehículo y el usuario con su aplicación Android vía operadora de telefonía; también se estudiará la tecnología Global Positioning System (GPS), que servirá para conocer la ubicación del vehículo mediante coordenadas de latitud y longitud; y por último la tecnología Near field communication (NFC) que permitirá la autorización de encendido del vehículo; todas estas tecnologías servirán de base teórica para el desarrollo de este proyecto en conjunto con su hardware respectivo.

En la siguiente etapa se procederá al diseño del sistema de localización en el que se implementará a bordo un módulo GPS en conjunto con su hardware y software complementario, que permitirá conocer la ubicación del vehículo en el territorio Ecuatoriano por medio de una previa petición a través de una solicitud vía mensaje de texto SMS mediante una aplicación Android con la operadora de telefonía hacia el módulo instalado en el vehículo, el cuál responderá de igual manera vía SMS hacia el solicitante que es previamente registrado al sistema del vehículo, enviando un link con información que puede ser abierto en un smartphone de manera on-line vía Internet mediante un navegador Web o de manera off-line a través de una aplicación de mapas gratuita como OpenStreetMap, mostrando además datos adicionales como la altitud a nivel del mar y la velocidad de viaje del vehículo.

De igual manera se procederá a realizar el diseño del sistema de control de encendido del vehículo, usando tecnología NFC la cual ofrece mayores garantías de seguridad como son el

de proporcionar la comunicación a campo cercano permitiendo con esto que el usuario debe estar en el interior del vehículo para autorizar el encendido, así como también el de incomunicar el módulo NFC con el sistema del vehículo si este entra en estado de bloqueo mediante la aplicación Android, no permitiendo la lectura del llavero o tarjeta de identificación impidiendo por completo el encendido del vehículo; por otro lado el módulo instalado en el interior del vehículo permitirá que solo el dueño o usuario autorizado cuenten con su llavero o tarjeta de identificación personal, los cuales para la acción de encendido deberán ser leídos por el módulo lector NFC instalado en el interior del vehículo, y en conjunto con la acción de contacto con las llaves de encendido, autorizar el encendido del vehículo si la lectura es correcta y autorizada, añadiendo a esto también el envío de una alerta vía SMS al usuario registrado al sistema informando de la acción de encendido, permitiendo así tener un sistema con garantías de mayor seguridad para el usuario.

Por otro lado, se diseñará una aplicación Android que será instalada y funcionará únicamente en el smartphone de las personas registradas al sistema del vehículo mediante su número de celular, quienes serán los que tendrán el control total de los diferentes recursos en forma remota. Una de las opciones es la de tener la posibilidad de autorizar el encendido del vehículo en caso de que se haya extraviado u olvidado el llavero o tarjeta de identificación personal NFC; así como también el de poder apagar el vehículo si en alguna situación fuese necesario; otra función importante que el usuario puede controlar es la de abrir o cerrar los seguros de las puertas a través del módulo de bloqueo central del vehículo que será instalado en su interior. Un servicio más es que el usuario pueda enviar una solicitud de llamada haciendo que el sistema del vehículo devuelva una llamada de emergencia de tal manera que pueda ser contestada, permitiendo a este escuchar la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo, además con la posibilidad de grabar la conversación a través del mismo smartphone. Por otro lado, se tendrá la función de bloquear el vehículo, apagándolo y bajando los seguros

de las puertas, desactivando también las funciones tanto del botón de pánico como de las lecturas que realiza el módulo NFC, imposibilitando el encendido del vehículo. La utilidad que se integra también es la de desbloquear el vehículo regresándolo al estado de funcionamiento normal sin restricción alguna para el usuario. Por último, la opción de conocer el estado del vehículo a través de una petición previa al sistema mediante sensores instalados en el interior del mismo. Por otro lado, para el ingreso a la aplicación Android existirá una previa configuración y petición de ingreso con una clave de seguridad configurable por el usuario previniendo la manipulación de funciones por personas no autorizadas; todas las funciones de la aplicación se restringen en base al área de cobertura de la operadora de telefonía y a smartphones con sistema operativo Android 4.0 Ice Cream Sandwich o superiores.

Se instalará un botón de pánico en un lugar estratégico donde solamente el usuario sepa su ubicación, este servirá para que el sistema del vehículo realice una llamada de emergencia a un número de teléfono previamente configurado al presionar el botón por dos segundos, permitiendo al usuario con el número registrado como de emergencia contestar y escuchar la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo por medio de un micrófono instalado internamente, siendo de gran ayuda y permitiendo ser una evidencia, con la posibilidad de que el usuario pueda grabar la conversación a través de su smartphone al contestar la llamada o si no fuese posible contestar también será grabada a través del buzón de voz de la operadora de telefonía, esto servirá en caso de que ocurriese alguna situación de emergencia no prevista.

Se realizará las respectivas pruebas de los sistemas para comprobar su correcto funcionamiento, para el sistema de localización se comprobará que dé respuesta dentro del territorio Ecuatoriano a la solicitud por parte del solicitante registrado al sistema mediante la aplicación Android y la operadora de telefonía; para el sistema de encendido se verificará que solamente permita el encendido del vehículo luego de haber autorizado al usuario mediante el llavero o tarjeta de identificación NFC a través del lector instalado en el interior del vehículo,

enviando también una alerta SMS al smartphone del usuario registrado al sistema para informar de la acción de encendido; además de la aplicación Android se constatará que al momento de hacer una solicitud de acción por medio del smartphone registrado al sistema este efectúe de manera correcta las diferentes funciones que ofrece la aplicación; y por último el botón de pánico que al momento de ser presionado por dos segundos realice una llamada al número de teléfono de emergencia previamente configurado.

La comunicación que se realizará entre el sistema del vehículo y el usuario para el envío y respuesta de acciones se lo realizará únicamente desde el o los smartphones registrados al sistema del vehículo mediante el número de teléfono, el cual será verificado cada vez que se haga una petición de acción, así como también el área de cobertura de comunicación dependerá de la operadora de telefonía móvil.

Una vez terminado el diseño del circuito electrónico y la aplicación Android se procederá a elaborar manuales de usuario y de instalación, en el cual constarán los distintos diagramas, tanto de bloques y eléctricos, así como también una guía con pasos a seguir para su correcto uso y administración, permitiendo una operación y administración eficiente del sistema.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Es pertinente destacar la gran importancia de estos sistemas en aspectos de seguridad vehicular, si se toma en cuenta el último estudio de opinión realizado por la empresa CEDATOS en 2011, en donde se manifiesta un incremento de la delincuencia en el Ecuador e indica que el 65% de la población ha sido víctima o tiene un familiar que ha sido víctima de un hecho delictivo (CEDATOS, 2011); de esta manera se evidencia la gran cantidad de robos y secuestros exprés relacionados con vehículos. Si en alguna situación inesperada se presentara un percance y se deseara conocer la ubicación exacta del vehículo o tener un control del encendido o de los seguros de las puertas del mismo, el sistema de seguridad vehicular debería

permitir conocer y controlar varios parámetros del vehículo remotamente, para ello se podría utilizar tecnologías como GPS, GSM y NFC, para así obtener un sistema de localización y de seguridad vehicular altamente tecnológico y con el beneficio de ser económico respecto a otros sistemas similares.

Además, el desarrollo de este proyecto permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera universitaria, permitiendo ponerlos en práctica de manera correcta al desarrollar todos los sistemas que están involucrados en el prototipo, para así obtener un correcto funcionamiento del mismo.

Por otro lado el presente proyecto pretende ser una contribución en temas de seguridad vehicular hacia la sociedad y permitir a través de la realización de un circuito electrónico que será instalado en el interior del vehículo, minimizar el robo de vehículos y secuestros exprés que se puedan presentar, quitándole la posibilidad a los delincuentes de cometer dichos crímenes y el beneficio que de este pudieran obtener; sabiendo también que existen delincuentes que se dedican específicamente al robo de vehículos o secuestros exprés, permitiendo con esto que los usuarios que opten por instalar este sistema se sientan seguros de dejar su vehículo en cualquier lugar sin preocupación alguna.

Desde otro punto de vista, la estandarización de los sistema de localización y de seguridad en los vehículos en el país no se da aún, por lo que es conveniente y necesario realizar una investigación relacionada a la aplicación de la tecnología de posicionamiento global GPS y la tecnología GSM basado en mensajes cortos de texto SMS enfocada a la localización y seguridad vehicular; además respetando el Decreto Ejecutivo 1014 expedido por la Presidencia de la Republica el cuál promueve el uso de software libre en el Ecuador, se plantea que mediante el desarrollo de este proyecto se obtendrá un sistema de localización y seguridad vehicular económico, eficiente y con tecnología de punta; a comparación de sistemas similares

que rondan los \$800, este sistema tendrá la capacidad de realizar todas las funciones propuestas de manera oportuna y sin fallas utilizando módulos con tecnologías como GSM, GPS y NFC las cuales son las que están en auge hoy en día, permitiendo brindar seguridad vehicular y además tener un control de varios parámetros del mismo.

La selección de una plataforma electrónica open-source como base para el desarrollo del proyecto se fomenta en que tanto su hardware (circuito electrónico) como su software son de código abierto, esto conlleva que para la elaboración de este proyecto no se tendrá que adquirir ningún tipo de licencia, con lo cual se obtiene una optimización de recursos económicos, además de brindarnos muchas ventajas como es el de ser de fácil accesibilidad en el mercado, con un coste relativamente bajo a comparación de otras tecnologías, y el de poseer un software de programación multi-plataforma; con lo que facilitará futuras ampliaciones garantizando así escalabilidad en el tiempo, además posibilitando a los desarrolladores la elaboración de módulos y otros dispositivos electrónicos que pueden ser añadidos al proyecto.

Además al ser un proyecto de emprendimiento propio, este será desarrollado en base a la necesidad de tener un sistema que permita afrontar los problemas que aquejan a todos los Ecuatorianos en materia de seguridad vehicular, siendo así beneficiarios directos todos aquellos que deseen optar por este sistema, como también los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas al promover la innovación tecnológica y el desarrollo científico permitiendo que la Universidad Técnica del Norte sea un ente de innovación tecnológico en el país.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL AUTOMÓVIL

Según (Bedoya & Salazar, 2013), en el mercado existen un sinnúmero de sistemas de seguridad para los automóviles como alarmas con sonido, dispositivos antirrobo, mecanismos inmovilizadores con corte de combustible, alarmas corta corriente, sistemas de posicionamiento global, entre otros. Lo importante a la hora de decidir por uno u otro sistema de seguridad vehicular, es estar bien informado acerca de las opciones que el sistema ofrece, ya sea que se decida por uno en específico, o pueda alternar entre dos o más dispositivos.

Los sistemas de seguridad vehicular que cuentan con sistema de rastreo y comunicación bidireccional entre el usuario y el vehículo son los que actualmente están en auge ya que ofrecen características superiores a los sistemas tradicionales, como el de permitir controlar varios parámetros y también el de brindar un servicio adicional de localización, brindándole así comodidad y tranquilidad al usuario en donde exista cobertura de telefonía celular.

2.1.1. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN

Es un sistema creado para tener la capacidad de ofrecer servicios de monitoreo ya sea a personas o vehículos, siempre y cuando tengan incorporado un GPS a bordo y con conexión a una red de telefonía o de transferencia de datos (internet), por medio de un enlace inalámbrico para poder enviar y recibir información desde y hacia un servidor de datos. (Oña & Viteri, 2013)

2.1.1.1. Descripción general

Un sistema de localización tiene por finalidad localizar en segundos, vehículos en emergencia. Una vez recibido el evento desde un móvil, por medio de dispositivos automáticos, a través del titular o persona autorizada, los operadores de la base de monitoreo, en pocos

segundos podrán observar mediante mapas digitales, la posición geográfica, sentido de circulación y velocidad de desplazamiento del vehículo. Una vez localizado, se actuará en consecuencia, de acuerdo a lo solicitado por el usuario, pudiendo cortar combustible, cerrar puertas, activar sirenas habladas y dar aviso a la empresa de seguridad física asociada al cliente o bien a la Policía más cercana. (Dominguez, 2016).

2.1.1.2. Tipos de sistemas de localización vehicular

Según (Oña & Viteri, 2013), existen dos tipos de sistemas de monitoreo o localización vehicular, los cuales se describen a continuación:

2.1.1.2.1. Localización mediante GPS

El vehículo que se desea localizar, deberá contar con un receptor GPS incorporado, el modem inalámbrico será el encargado de transmitir la información de la ubicación del vehículo a un servidor cada cierto tiempo, donde será almacenada la información y posteriormente darle tratamiento según sea requerido por el administrador.

2.1.1.2.2. Localización mediante GPS-GSM/ GPRS

El sistema está conformado por un módulo de micro-control GPS-GSM/GPRS que es instalado de forma estratégica en el vehículo para no poder ser encontrado con facilidad, este módulo es a su vez la fusión de dos tecnologías que están en auge, una unidad de localización que hace uso de la red de satélites GPS y el dispositivo GSM/GPRS que permite enviar y recibir datos a través de la red de telefonía celular; el módulo se encarga de recibir y decodificar las señales provenientes de la constelación de Satélites GPS, proporcionando así datos GPS de posicionamiento, para posteriormente mediante el mismo módulo enviarlos a un Módulo Servidor de Monitoreo mediante la tecnología GSM o GPRS según sea necesario a través de la red de telefonía celular, donde será almacenada en una base de datos.

sobre algunos dispositivos instalados dentro del vehículo como pueden ser los seguros eléctricos de las puertas, sirenas, inmovilizadores, etc.

- **Pulsadores:** Su principal función es la de detectar si una puerta, capó o baúl se encuentran abiertos o cerrados, para ello, envían al cerebro del sistema el estado en que se encuentra cada uno de ellos, produciendo un sonido a través de la sirena, si la alarma se encuentra activada. La activación del sensor de las puertas puede generar un estado alto o bajo a la entrada del cerebro del sistema, dependiendo de la marca de la alarma.
- **Sensor de Impacto** Es un sensor instalado dentro del vehículo y su función es detectar las vibraciones que pudieran producirse en el vehículo producto de un movimiento o golpe del vehículo.
- **Control Remoto:** Es un dispositivo inalámbrico que funciona mediante radio frecuencia cuya función es la de armado o desarmado de la alarma del vehículo, también permite la apertura de los seguros de las puertas del vehículo.
- **Sirena:** La función de este dispositivo es la de notificar mediante un sonido, el disparo de la alarma del vehículo.
 - **Cables Conectores:** La función de los cables conectores es la de interconectar todos los dispositivos que están involucrados en la alarma vehicular, son generalmente de material de cobre.

2.1.3. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR EN EL ECUADOR

2.1.3.1. Traigo GPS rastreo satelital

TRAIGO GPS RASTREO SATELITAL es una empresa ecuatoriana que ofrece servicios de geolocalización tanto de vehículos como de personas. Ofrece el control de flotas y rastreo

satelital de vehículos. Permitiendo revisar y gestionar el estado de sus vehículos, en cualquier momento y lugar con acceso a Internet o a telefonía celular. (TraigoGPS, 2016)

Ofrece servicios de monitoreo y control del vehículo, así como el servicio de apertura de puertas mediante un software online o un teléfono celular, inmovilización del vehículo si fuese necesario, un sistema de alarmas que pueden ser recibidas por email o teléfono celular en caso de existir exceso de velocidad, botón SOS, geocercas, etc. Permite visualizar un historial de posiciones del vehículo mediante un mapa, también da la oportunidad de definir zonas de circulación alertando si el vehículo abandona esa zona de recorrido, y por último la oportunidad de instalar un micrófono oculto permitiendo escuchar lo que sucede en el interior del vehículo.

2.1.3.2. Manper GPS rastreo satelital

MANPER GPS RASTREO SATELITAL es una empresa ecuatoriana dedicada a brindar servicios de localización automática de vehículos, dando además, control, seguridad y logística satelital para el manejo efectivo de flotas de automóviles, camiones, camionetas, etc. (ManperGPS, 2016)

Entre sus servicios ofrecidos destacan: localización vehicular (permitiendo saber la posición exacta del vehículo), paralización del vehículo (apagándolo en caso de robo), botón de pánico (permitiendo el contacto con el propietario del vehículo o personas autorizadas en caso de ser presionado), control de geocercas y control de rutas, apertura de seguros de las puertas en caso de que las llaves hayan sido olvidadas en el interior del vehículo, alertas al celular de cualquier evento que exista en el vehículo, reporte de recorridos vía web, aviso de desconexión de batería y bloqueo preventivo del motor del vehículo para evitar el uso de personas no autorizadas.

2.1.3.3. Tracklink control

TRACKLINK CONTROL es una empresa dedicada a la comercialización de sistemas de audio, video y alarmas para vehículos. Enfocados en la venta de sistemas de monitoreo, control y recuperación vehicular. (TracklinkEcuador, 2016)

Los servicios que la empresa ofrece son: Localización del vehículo en tiempo real, apertura de los seguros de las puertas enviando un SMS con usuario y contraseña, bloqueo preventivo del vehículo (en este caso nadie podrá encender el vehículo ni siquiera con la llave), ofrece alertas a través de mensaje de texto o correo electrónico en caso de existir un exceso de velocidad, encendido o parada prolongada, uso fuera de horario o cercas virtuales, por último un reporte del recorrido del vehículo a través de la página web mediante usuario y contraseña.

2.2. TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO ELECTRÓNICO OPEN SOURCE

En este apartado se procede a realizar una descripción de las diferentes tecnologías de desarrollo electrónico que pueden ser utilizadas en el proyecto, en donde se hace una mención especial a la tecnología Arduino.

2.2.1. ARDUINO

Según lo señalado por (Arduino, 2016) en su sitio oficial, Arduino es una plataforma de creación de prototipos de código abierto que se basa en hardware y software de fácil uso, utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en Wiring), y el software de Arduino (IDE), basadas en Processing. Arduino nace en el Instituto de Diseño de Interacción Ivrea como una herramienta fácil para estudiantes con o sin experiencia en electrónica y programación que deseen desarrollar prototipos de manera rápida. La gama completa de placas Arduino fueron desarrolladas con código abierto, permitiendo de esta manera a los usuarios crear independientemente y finalmente adaptarlos a sus propias necesidades. El software también es

de código abierto, y crece exponencialmente gracias a las contribuciones de otros usuarios a nivel mundial.

(Arduino, 2016) señala que, la plataforma Arduino permite al usuario simplificar el trabajo con microcontroladores, dado que la placa ya cuenta con todo lo necesario para trabajar de manera directa sin necesidad de usar elementos adicionales, entre las ventajas que ofrece Arduino podemos nombrar las más importantes:

- **Barato:** Las placas Arduino tienen un coste mucho menor a otras plataformas similares basadas en microcontroladores, inclusive la versión más barata puede ser ensamblada a mano debido a que su hardware es de código abierto.
- **Multiplataforma:** El software de Arduino (IDE) es multiplataforma y puede ser ejecutado en Windows, MAC o Linux, en comparación a otras plataformas que están limitadas solamente a Windows.
- **Software de código abierto y extensible:** En su sitio web el Software Arduino se publica para su descarga en formato de código abierto, además el lenguaje es ampliable mediante bibliotecas de C ++, por otro lado, es posible agregar directamente código AVR-C directamente si fuese necesario.
- **El código abierto y hardware ampliable:** Los planes de las placas Arduino son publicadas de acuerdo a una licencia de Creative Commons, por lo cual, quien desee puede hacer uso de los mismos y poder desarrollar su propia versión del módulo, ampliándolo si fuese ese el caso o mejorarlo en lo posible.

2.2.1.1. Tipos de Arduino

Se han desarrollado varios modelos de placas Arduino, entre las principales se puede mencionar: Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino YUN, Arduino Leonardo y Arduino DUE, como se describen a continuación.

2.2.1.1.1. *Arduino UNO*

El Arduino UNO, como se puede observar en la Figura 2, es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de AC a DC o una batería para empezar. (Arduino, 2016)



FIGURA 2. ARDUINO UNO.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO UNO*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDUNO#](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno#).

En la Tabla 1 se muestra las principales características que tiene la placa de desarrollo electrónico Arduino UNO.

TABLA 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARDUINO UNO.

Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje de Operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Pines Digitales E/S	14 (de los cuales 6 proveen salidas PWM)
Pines PWM Digitales E/S	6
Pines Analógicos de entrada	6
Corriente DC por pin E/S	20 mA
Corriente DC para pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328P), de estos 0.5KB usados por el bootloader

SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Reloj	16 MHz
Largo	68.6 mm
Ancho	53.4 mm

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO UNO*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDUNO#](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno#).

2.2.1.1.2. *Arduino Mega 2560*

El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de estos 15 pueden ser usados como salidas PWM), 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, 16 entradas analógicas, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. La placa Arduino Mega 2560 es compatible con la mayoría de los shield diseñados para el Arduino UNO y los antiguos Arduinos Duemilanove o Diecimila. (Arduino, 2016). En la Figura 3 se muestra un ejemplo de la Placa Arduino Mega 2560.



FIGURA 3. ARDUINO MEGA 2560.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO MEGA*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDMEGA2560](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560).

La Tabla 2 presenta las especificaciones técnicas que ofrece la placa Arduino Mega 2560.

TABLA 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ARDUINO MEGA 2560.

Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de Operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Pines Digitales E/S	54 (de los cuales 15 proveen salidas PWM)

Pines Analógicos de entrada	16
Corriente DC por pin E/S	20 mA
Corriente DC para pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB, de estos 8 KB usados por el bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Reloj	16 MHz
Largo	101.52 mm
Ancho	53.3 mm

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO MEGA*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDMEGA2560](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560).

2.2.1.1.3. *Arduino YUN*

De acuerdo al sitio oficial de Arduino (Arduino, 2016), Arduino Yun es una placa de desarrollo electrónico basado en el microcontrolador ATmega32u4 y el Chip Atheros AR9331. El procesador Atheros tiene compatibilidad con una distribución Linux basada en OpenWrt llamado OpenWrt-Yun. La placa en su interior tiene incorporado puertos Ethernet y soporte para WiFi, un puerto USB-A, una ranura para tarjeta micro-SD, 20 entradas digitales / pines de salida (en donde 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión micro USB, una cabecera ICSP y 3 botones de reinicio.



FIGURA 4. ARDUINO YUN.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO YUN*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDYUN](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun).

La placa Arduino Yun se muestra en la Figura 4, se diferencia de las demás placas Arduino ya que permite la comunicación con la distribución Linux que tiene implementada de manera nativa, esta brinda las características de tener un ordenador potente en red y con la facilidad de trabajar con Arduino. El Arduino Yun es similar al Arduino Leonardo en que para la comunicación USB se ha hecho uso del microcontrolador ATmega32u4, eliminando de esta manera el uso de un procesador secundario.

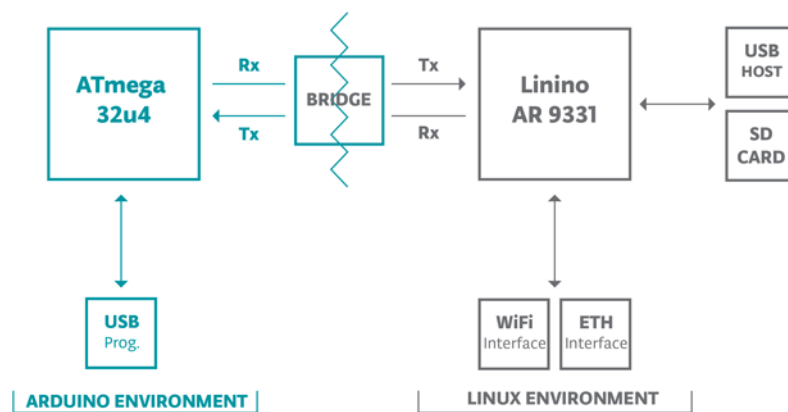


FIGURA 5. DIAGRAMA DE BLOQUES ARDUINO YUN.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO YUN*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDYUN](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun).

La Figura 5 muestra el diagrama de bloques que conforma la estructura del Arduino Yun, en donde se observa que existe una biblioteca puente (BRIDGE), la cual facilita la comunicación entre los procesadores ATmega32u4 y AR9331; dando la posibilidad de ejecución de Shell scripts a los códigos sketches Arduino, comunicarse con las interfaces de red, y recibir información desde el procesador AR9331. El host USB, interfaces de red y la tarjeta SD no están conectados a la 32U4, pero el AR9331, y la biblioteca Bridge también permiten que el Arduino haga una interfaz con dichos periféricos.

Dado que la placa Arduino Yun posee dos procesadores, se presenta las características de cada uno de ellos en tablas separadas. En la Tabla 3 se detalla las características más importantes del microcontrolador AVR del Arduino Yun, mientras que en la Tabla 4 se describe las características principales del microprocesador Linux Atheros AR9331.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DEL MICROCONTROLADOR ARV DEL ARDUINO YUN.

Microcontrolador	ATmega32U4
Voltaje de Operación	5V
Pines Digitales E/S	20
Canales PWM	7
Pines Analógicos de entrada	12
Corriente DC por pin E/S	40 mA
Corriente DC para pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (de los cuales 4 KB son usados por el bootloader)
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
Reloj	16 MHz

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO YUN*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDYUN](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun).

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DEL MICROPROCESADOR LINUX DEL ARDUINO YUN.

Procesador	Atheros AR9331
Arquitectura	MIPS @400MHz
Voltaje de Operación	3.3V
Ethernet	IEEE 802.3 10/100Mbit/s
WiFi	IEEE 802.11b/g/n
USB Tipo-A	2.0 Host
Lector de memoria	Micro-SD
RAM	64 MB DDR2
Memoria Flash	16 MB
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
Reloj	16 MHz

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO YUN*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDYUN](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun).

2.2.1.1.4. *Arduino Leonardo*

El modelo Arduino Leonardo mostrado en la Figura 6, es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega32u4. Cuenta con 20 pines digitales de entrada / salida (de los cuales

7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 entradas como analógicos), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. (Arduino, 2016)

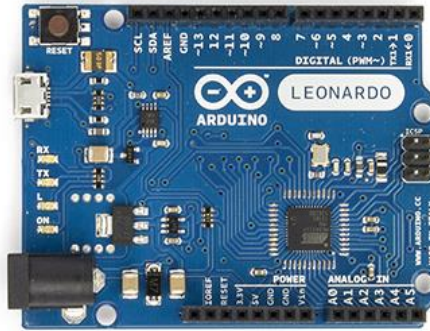


FIGURA 6. ARDUINO LEONARNO.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO LEONARDO*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDLEONARDO](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo).

En la Tabla 5 se presenta las especificaciones técnicas de la placa Arduino Leonardo.

TABLA 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ARDUINO LEONARDO.

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de Operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Pines Digitales E/S	20
Canales PWM	7
Canales de entrada analógicos	12
Corriente DC por pin E/S	40 mA
Corriente DC para pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega32u4), de estos 4 KB usados por el bootloader
SRAM	2.5 KB (ATmega32u4)
EEPROM	1 KB (ATmega32u4)
Reloj	16 MHz
Largo	68.6 mm
Ancho	53.3 mm
Peso	20g

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO LEONARDO*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDLEONARDO](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo).

2.2.1.1.5. *Arduino DUE*

De acuerdo sitio oficial de Arduino (Arduino, 2016), la placa Arduino DUE, la cual se puede observar en la Figura 7, es una placa electrónica basada en la CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3. Es la primera placa Arduino basada en un microcontrolador núcleo ARM de 32 bits. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 12 se pueden utilizar como salidas PWM), 12 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un reloj de 84 MHz, una conexión capaz USB OTG, 2 DAC (digital a analógico), 2 TWI, un conector de alimentación, una cabecera de SPI, un encabezado JTAG, un botón de reinicio y un botón de borrado. El Arduino DUE es compatible con todos los Shield de Arduino que funcionan a 3,3 V y cumplan con el estándar pinout 1.0 de Arduino.

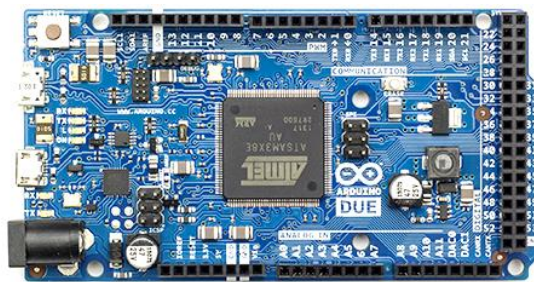


FIGURA 7. ARDUINO DUE.

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO DUE*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDUE](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDUE).

La Tabla 6 indica las especificaciones técnicas de la placa de desarrollo electrónico Arduino DUE, la cual se muestra a continuación:

TABLA 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ARDUINO DUE.

Microcontrolador	AT91SAM3X8E
Voltaje de Operación	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Pines Digitales E/S	54 (de los cuales 12 proveen salidas PWM)
Pines Analógicos de entrada	12
Pines Analógicos de salida	2 (DAC)
Corriente DC Total en todas las líneas E/S	130 mA
Corriente DC para pin 3.3V y 5V	800 mA
Memoria Flash	512 KB
SRAM	96 KB (dos bancos: 64KB y 32KB)

Reloj	84 MHz
Largo	101.52 mm
Ancho	53.3 mm

FUENTE: ARDUINO (2016). *ARDUINO DUE*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/ARDUINOBOARDUE](https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDUE).

2.2.2. RASPBERRY PI

De acuerdo al sitio web oficial (RASPBERRY PI, 2016), esta microcomputadora se describe como un sistema de bajo costo, con una tarjeta cuya implementación permite conectarse a un monitor de computadora o a una televisión, además permite usar un teclado y un mouse estándar. Es un dispositivo pequeño que permite a las personas de cualquier edad explorar la computación, para aprender a programar en lenguajes como Python, C y Java. Es capaz de hacer todo lo que se espera de una computadora, desde navegar por Internet hasta reproducir vídeo de alta definición. Una ventaja que tiene radica en que la distribución de software es de código abierto, con un sistema operativo basado en Linux. Raspberry PI es perfecta para la configuración de servidores, lo que significa que puede utilizarse para aplicaciones locales en donde involucre este tipo de equipo, por ejemplo, una Raspberry Pi funcionando como servidor de base de datos en una pequeña empresa.

2.2.2.1. Características generales de la placa

La placa Raspberry Pi 2 modelo B se muestra en la Figura 8, ésta posee unas dimensiones de 8.5 cm por 5.3 cm, además tiene integrado un chip Broadcom BCM2836, el cual contiene un procesador ARM11 permitiendo variar la frecuencia de funcionamiento y con la posibilidad de subirla hasta 1GHz (haciendo overclocking), además tiene un procesador gráfico VideoCore IV, contando además con 1GB de memoria RAM. La placa cuenta con una salida de vídeo y audio a través de un conector HDMI. En cuanto a vídeo se refiere, también cuenta con una salida de vídeo compuesto y una salida de audio a través de un minijack. Además, posee una conexión Ethernet 10/100Mbps y gracias a los cuatro puertos USB incluidos se podrá conectar un adaptador WIFI si fuese necesario. En la parte inferior, la placa Raspberry Pi cuenta con un

lector de tarjetas SD, lo cual abarata enormemente su precio y da la posibilidad de instalar un sistema operativo en una tarjeta de memoria de 4 GB o más (clase 4 o clase 10). (Raspberrysshop, 2016)

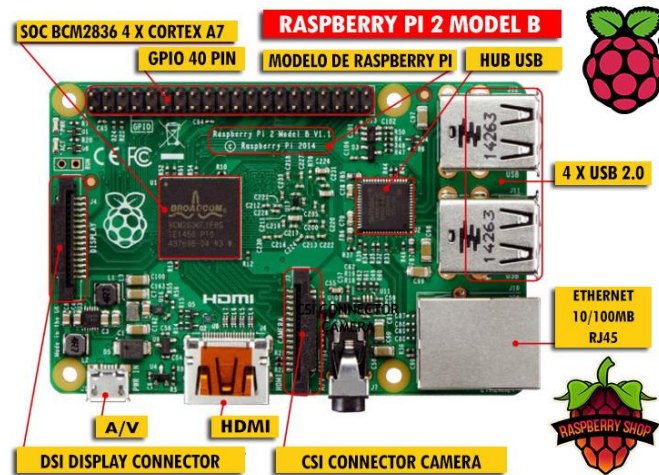


FIGURA 8. RASPBERRY PI MODEL B.

FUENTE: RASPBERRY PI EN ESPAÑOL (2016). *RASPBERRY Pi*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.RASPBERRYSHOP.ES](http://www.raspberrysshop.es)

En la Tabla 7, se muestra los diferentes modelos de placas Raspberri Pi con sus principales características de cada una de ella.

TABLA 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS DIFERENTES PLACAS RASPBERRY PI.

	RPI Model A	RPI Model A+	RPI Model B	RPI Model B+	RPI 2 Model B
SoC	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836
Cpu	Arm11 armv6 700 Mhz	Arm11 armv6 700 Mhz	Arm11 armv6 700 Mhz	Arm11 armv6 700 Mhz	Arm11 armv7 arm Cortex-a7 4 núcleos 900 mhz.
Gpu	Broadcom videocore iv 250 mhz. Opengl es 2.0	Broadcom videocore iv 250 mhz. Opengl es 2.0	Broadcom videocore iv 250 mhz. Opengl es 2.0	Broadcom videocore iv 250 mhz. Opengl es 2.0	Broadcom videocore iv 250 mhz. Opengl es 2.0
Memoria	256 MB	256 MB	512 MB	512 MB	1 GB
RAM	LPDDR	LPDDR	LPDDR	LPDDR	LPDDR2

	SDRAM 400 MHZ.	SDRAM 400 MHZ.	SDRAM 400 MHZ.	SDRAM 400 MHZ.	SDRAM 450 MHZ.
Puertos	1	1	2	4	4
USB					
Gpio	26 pines	40 pines	26 pines	40 pines	40 pines
Vídeo	HDMI 1.4 1920X1200	HDMI 1.4 1920X1200	HDMI 1.4 1920X1200	HDMI 1.4 1920X1200	HDMI 1.4 1920X1200
Almacena miento	SD Card	Micro SD	SD Card	Micro SD	Micro SD
Ethernet	No	No	Si	Si	Si
10/100MBPS					
Tamaño	85,60X56, 5 MM	65X56,5 MM.	85,60X56, 5 MM	85,60X56, 5 MM	85,60X56, 5 MM
Peso en g.	45	23	45	45	45
Precio	29,95\$	29,95\$	34,95\$	34,95\$	39,95\$

FUENTE: RASPBERRY PI EN ESPAÑOL (2016). *HARDWARE RASPBERRY PI*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.RASPBERRYSHOP.ES/HARDWARE-RASPBERRY-PI.PHP](http://www.raspberrystore.com/Products/Accessories/Software/OS-Images/OS-Images.aspx)

2.2.2.2. Aplicaciones

Según (Núñez, 2014), las aplicaciones que se le pueden dar a la placa son casi ilimitadas, solamente dependen del alcance del proyecto. Obviamente tomando en cuenta las limitaciones que tiene la placa, es posible usarla en diversas aplicaciones como las que se describen a continuación:

- **Educación:** La aplicación principal según los desarrolladores de la placa se da en el campo de la educación y el desarrollo tecnológico, permitiendo a estudiantes de escuelas o colegios tener estos dispositivos como una herramienta computacional y que a su vez se interesen en el campo de la computación.
- **Matemáticas e Ingeniería:** Se la puede usar como herramienta para cálculos y operaciones matemáticas gracias al software pre instalado en el sistema operativo nativo de la placa, adicionalmente se puede utilizar la paquetería Mathematica para realizar cálculos y visualizar gráficas.

- **Seguridad informática:** Gracias a que el sistema operativo se basa en Linux se pueden adicionar al paquete original de software herramientas de monitoreo y seguridad en la red.
- **Servidor:** Puede funcionar como un servidor, puede ser web, de base de datos, DNS o cualquier otro, solamente se debe instalar los paquetes necesarios y dar de alta los servicios adecuados para que esta realice las funciones precisas.

2.2.3. BEAGLEBONE

En la Figura 9, se muestra la placa electrónica Beaglebone construida por el fabricante Texas Instruments, la cual tiene la funcionalidad de un ordenador. Posee un sistema operativo Linux embebido, aunque también puede funcionar con Android como sistema operativo. Posee un procesador ARM Cortex-A8, con una completa funcionalidad de puertas de entradas/salidas completamente configurables y de aplicación general o particular a cada una de sus “capas” de expansión diseñadas para ella. El procesador ARM Cortex™-M3 es un procesador de 32 bits desarrollado específicamente para permitir a los desarrolladores construir plataformas de bajo costo y alto rendimiento para una amplia gama de dispositivos, incluyendo microcontroladores, sistemas de carrocería de automóviles, sistemas de control industrial, redes inalámbricas y sensores, entre otras. El procesador ofrece un excelente rendimiento computacional y la respuesta del sistema es excepcional a las necesidades, mientras que satisfacen las restricciones de potencia. El procesador es altamente configurable y permite una amplia gama de implementaciones. (Acosta J. , 2013)

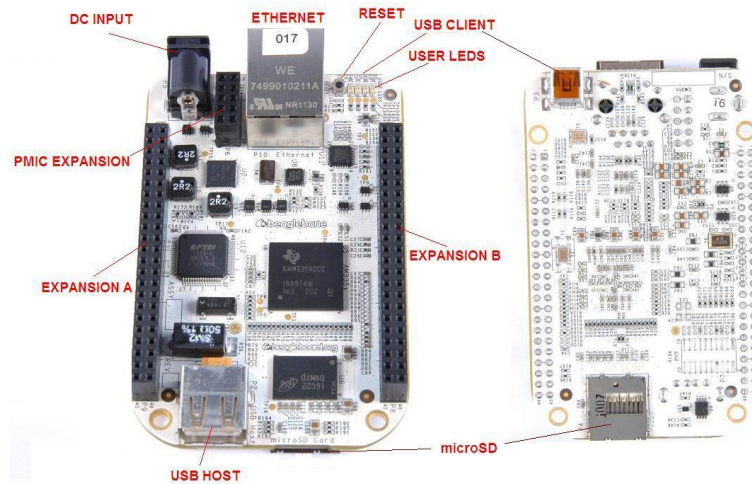


FIGURA 9. BEAGLEBONE.

FUENTE: BEAGLEBOARD (2016). *BEAGLEBONE*. RECUPERADO DE:
[HTTPS://BEAGLEBOARD.ORG/STATIC/BONESCRIPT/BONE101/#\(4\)](https://beagleboard.org/static/bonescript/bone101/#(4))

A continuación, en la Tabla 8 se describe las características generales de la placa de desarrollo electrónico open-source Beaglebone.

TABLA 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLACA BEAGLEBONE.

Microcontrolador	ARM Cortex-A8
Tamaño	3.4" x 2.1"
Reloj	700Mhz
RAM	256MB DDR2 RAM
Memoria Flash	4GB (Micro SD)
Voltaje de entrada	5V
Voltaje mínimo	170mA
Entradas GPIO	66
Entradas analógicas	7 de 12 bits
PWM	8
TWI/I2C	2
SPI	1
UART	5
IDE	Phyton, Scratch, Squeak, Cloud9/Linux
Ethernet	10/100 Mbps
USB Master	1 – USB 2.0
Salida de Audio	Analógica
Precio	\$56

FUENTE: BEAGLEBOARD (2016). *BEAGLEBONE*. RECUPERADO DE: [HTTP://BEAGLEBOARD.ORG/BONE-ORIGINAL](http://beagleboard.org/bone-original)

2.3. GLOBAL POSITION SYSTEM (GPS)

La investigación realizada por (Instituto de Automática Industrial, 2016) manifiesta que, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, el cual fue diseñado para fines estrictamente militares en su momento por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para facilitar datos importantes y precios de posición, velocidad y tiempo; se encuentra operativo desde el año 1995, utiliza de manera simultánea una red de ordenadores y además una constelación de 24 satélites operativos para determinar en base a triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

En ámbitos civiles y citando razones de seguridad solo es posible el uso de un pequeño subconjunto de señales GPS. A pesar de esto, la comunidad civil ha encontrado otras opciones para mediante esto, poder determinar con una excelente precisión en lo que a la localización se refiere, esto mediante las denominadas técnicas diferenciales. Gracias a esto las aplicaciones civiles experimentan un positivo crecimiento y se evidencia que en la actualidad cada vez existen más fabricantes de receptores GPS. (Instituto de Automática Industrial, 2016, pág. 2)

2.3.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS

El sistema GPS funciona a través de una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) que se encuentran en órbita sobre el planeta tierra, a una distancia de 20200 km, con trayectorias sincronizadas que permitan cubrir toda la superficie terrestre. Cuando el usuario desea determinar una posición, el receptor es el encargado de determinar de manera automática un mínimo de tres satélites de la red como se muestra en la Figura 10; de ellos recoge las señales e indica la posición y el reloj de cada uno de ellos. Basándose en las señales recibidas, el receptor hace la sincronización del reloj del GPS calculando así el retraso de las señales y permitiendo determinar la distancia del satélite, en base a la triangulación de satélites se puede determinar la posición en que se encuentra un objeto. En el caso de GPS, la técnica de triangulación está basada en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto en que

se está haciendo la medición, ya conocidas estas distancias es fácil determinar la posición relativa respecto a los satélites que intervinieron para la medición. Ya conociendo las coordenadas de cada uno de ellos, gracias a las señales que ellos emiten, se consigue determinar las coordenadas reales del punto de medición. (Cerde & Pazmiño, 2011, pág. 7)

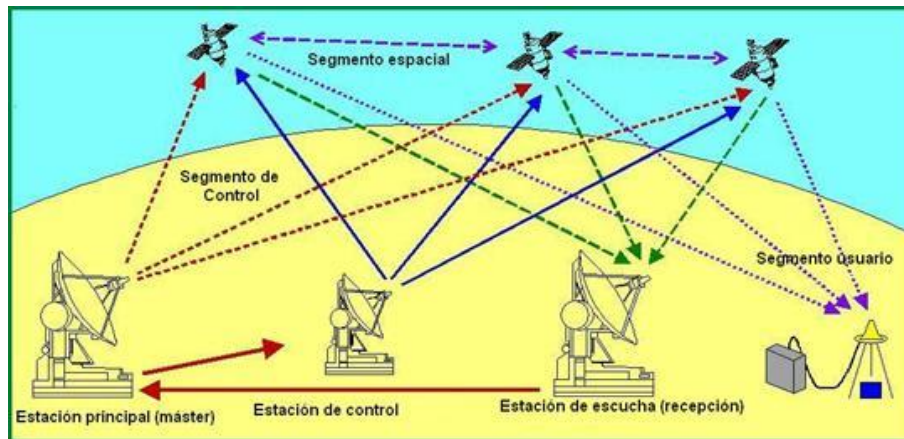


FIGURA 10. ESQUEMA GENERAL DE LA CONSTITUCIÓN DEL GPS.

FUENTE: MONOGRAFÍAS (2016). *CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA GPS*. RECUPERADO DE: [HTTPS://GOO.GL/QTUORJ](https://goo.gl/QTUORJ).

Por otro lado, se encuentra el denominado segmento de control, esto es, una estación maestra situada en Colorado Springs (EE. UU) enlazada con una serie de estaciones monitoreadas, cada una de las cuales sigue a los satélites que se encuentran a su vista, transmitiendo la información entre estos satélites y la estación maestra. El propósito de este intercambio de información no es otro que el de permitir al satélite transmitir una señal que es cuidadosamente cronometrada.

Finalmente se encuentra el segmento de usuarios, donde un observador mediante un receptor GPS puede determinar su posición y tiempo resolviendo un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas; observando las señales de cuatro satélites. La transmisión de la información se realiza mediante la técnica de Spread Spectrum, todos los satélites transmiten en la misma frecuencia, pero cada uno utiliza un código particular que lo identifica. Un receptor extrae la señal de uno en particular. De esta manera, la posición se determina en base a la medición de las distancias desde el observador a los satélites, considerando el tiempo de propagación de la señal. (Cerde & Pazmiño, 2011, pág. 8)

2.3.2. INTRODUCCIÓN A LOS RECEPTORES GPS

El receptor GPS es un sistema microprocesado, el cual consta de una etapa que procesa y extrae las señales de los satélites, y una etapa procesadora de alto desempeño. Cada canal permite extraer la señal de un satélite, y mediante el procesamiento adecuado se puede utilizar la información que este provee en la resolución del sistema de ecuaciones, el cual está basado en cálculos de distancias y tiempos de propagación es un sistema no lineal, por lo que la resolución es en realidad una aproximación. (Cerde & Pazmiño, 2011, pág. 8)

Explicado de otra manera, cuando se ejecuta una solicitud al receptor GPS para conocer la ubicación, se ejecuta una comparación entre la hora de envío y de recepción de la solicitud, permitiendo determinar gracias a la diferencia de tiempo de los dos mensajes que tan lejos se encuentra el satélite, añadiendo además las mediciones que se ejecutan a otros satélites, de tal manera que su posición queda triangulada. Por otro lado, si el GPS se conserva actualizado de una manera periódica, este nos permitirá conocer datos importantes como son la velocidad de viaje y la dirección de navegación.

2.3.3. FUENTES DE ERROR GPS

El (Instituto de Automática Industrial, 2016, pág. 4) da a conocer las principales fuentes de error que actualmente afectan significativamente a las medidas que se realizan con el GPS, las cuales se describen a continuación:

- **Perturbación ionosférica:** La ionósfera es la parte de la atmósfera terrestre permanentemente debido a la fotoionización que provoca la radiación solar, lo cual repercute en modificar la velocidad de las señales de radio que viajan por este medio.
- **Fenómenos meteorológicos:** La tropósfera, que es en ella en donde se desarrollan todos los procesos meteorológicos y climáticos, la velocidad de las señales electromagnéticas disminuyen debido al vapor de agua que en este medio se genera, los

errores que se generan son casi similares a los que se produce en la ionosfera, pero con la diferencia que las correcciones de estos errores son imposibles.

- **Imprecisión en los relojes:** En el interior de cada satélite hay instalados relojes atómicos, los cuales a pesar de su minucioso control y ajuste presentan pequeñas desviaciones, lo que ocurre de igual manera en los relojes de los receptores.
- **Interferencias eléctricas imprevistas:** Las interferencias eléctricas ocasionadas de manera imprevista pueden causar un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Si el error que este ocasiona es grande, entonces será fácil detectarlo, pero si la desviación es pequeña entonces se volverá difícil detectarlo, ya que pueden causar errores de hasta un metro.
- **Error multisenda:** Al momento de un satélite transmitir una señal hacia la Tierra, dicha señal puede sufrir una reflexión antes de llegar al receptor, para esto los receptores modernos hacen uso de técnicas avanzadas de procesamiento de señal y antenas con un diseño especial que permitan minimizar al máximo este error.
- **Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A":** Este tipo crea la mayor fuente de error y es incrustada de manera deliberada por el estamento militar.
- **Topología receptor-satélites:** Se debe considerar para el cálculo de distancias la geometría receptor-satélite visibles, esto debido a que una determinada configuración espacial puede dar como resultado un aumento o disminución de la precisión de las medidas, para esto los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia.

2.3.4. TIPOS DE RECEPTORES GPS

Los tipos de receptores GPS disponible son dos: Los secuenciales y los multicanal (o continuos). Los secuenciales son aquellos que se forman de un único canal, los cuales se identifican como más lentos y no dan tanta precisión como los multicanales, los cuales están

conformados de un mínimo de 4 canales. En la actualidad los GPS que se encuentran comercializándose son los multicanales, debido a que cuenta con mejores características. (Cerde & Pazmiño, 2011, pág. 8)

2.4. SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MOVILES (GSM)

Se define la Red del Sistema Global de Telefonía GSM como aquel servicio portador constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. (Rodríguez, 2006, pág. 20)

El Sistema Global para Comunicaciones Móviles, originalmente desarrollado como estándar europeo para la telefonía móvil digital, se ha convertido en el sistema móvil de uso más difundido en el mundo. Opera en las frecuencias de 900 y 1800 MHz en Europa, Asia y Australia y en la frecuencia de 1900 MHz en Norteamérica y Latinoamérica. (Rodríguez, 2006, pág. 21)

2.4.1. FRECUENCIAS USADAS POR GSM

Se ha implementado diferentes bandas de frecuencia para el interfaz de radio GSM, como se describe en la Tabla 9.

TABLA 9. BANDAS DE FRECUENCIAS USADAS POR GSM.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en USA, Sudamérica y Asia
GSM 900	P-GSM 900	1 - 124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	Banda con que nació GSM en Europa

	E-GSM 900	975 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0- 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario
GSM 1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM 1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con 1800

FUENTE: (CERDA & PAZMIÑO, 2011, PÁG. 10).

2.4.2. ARQUITECTURA DE LA RED GSM

A continuación se hace una descripción de manera resumida de la arquitectura de red GSM, esta red en sí es más compleja y dispone de más elementos que los mostrados en la Figura 11.

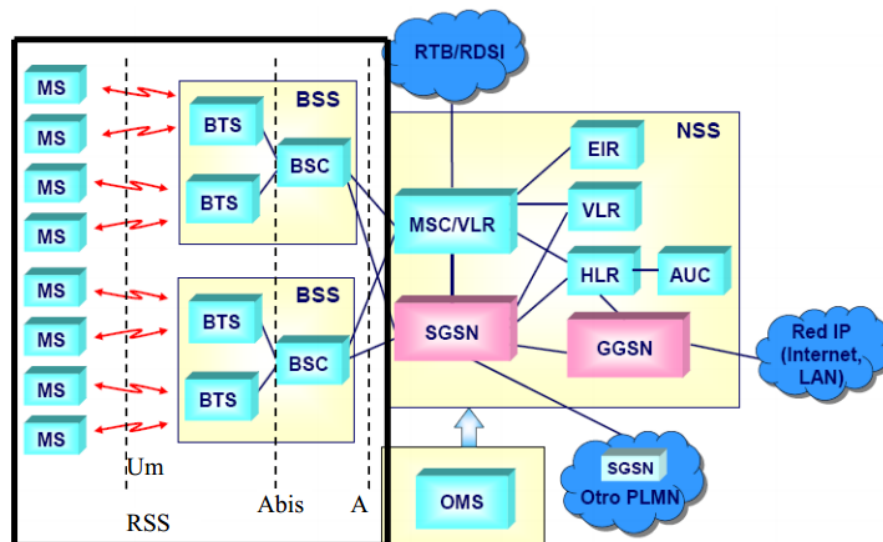


FIGURA 11. ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DE RED GSM.

FUENTE: (VELASCO, 2005, PÁG. 71).

La Arquitectura GSM, de acuerdo a lo señalado por (Velasco, 2005), está compuesta por los siguientes bloques principales:

- **Subsistema Radio (RSS, Radio SubSystem):** Es el encargado de cubrir la comunicación que ocurre entre las estaciones móviles (MS) y las estaciones base (BTS). El interfaz radio entre ellas se denomina Um.
- **Subsistema de estaciones base (BSS):** Este se encuentra contenido dentro de la parte Radio, y está formado por los elementos que se muestran a continuación:

- **BTS** (Base Transceiver Station): emisor, receptor y antena. Este se encarga de procesar los canales radio (Interfaz Um).
- **BSC** (Base Station Controller): Handover, control de las BTS, mapeo de canales radio sobre los canales terrestres. Por un lado, se comunica con las BTS a través de un interfaz con canales de 16kbps (Abis) y por otro lado se comunica con los MSC a través del interfaz A, con canales de 64kbps.

Este subsistema hace de interfaz entre la parte radio y la parte de red.

- **Subsistema de red y conmutación** (NSS, Network and Switching Subsystem): Este subsistema se encarga de la conmutación, gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y control del sistema. Esta es la parte más compleja, sus principales elementos son los siguientes:
 - **MSC** (Mobile Services Switching Center): Centro de conmutación entre otras muchas funciones.
 - **GMSC** (Gateway Mobile Services Switching Center): Conexión con otras redes.
 - **Bases de datos:**
 - HLR (Home Location Register).
 - VLR (Visitor Location Register).
 - EIR (Equipment Identity Register).

2.4.2.1. Tabla comparativa entre generaciones de telefonía móvil

El estándar de telefonía móvil GSM ofrece varias ventajas como tener un amplio rango de cobertura a comparación de los demás estándares existentes, dado que cualquier teléfono celular lo puede adoptar, además que es la más usada a nivel mundial; por otro lado, el costo de los servicios GSM a comparación de las demás generaciones son relativamente más económicas, razón principal para optar por dicho estándar; además al conocer que el prototipo

se basa en mensajes de texto SMS, y sabiendo que cada SMS se encuentra conformado con una totalidad de 160 caracteres, cada carácter pesa 7 bits de información, lo que finalmente da 1120 bits, dado este cálculo y basándose en la Tabla 10 en donde se puede observar la velocidad que ofrece GSM es de 9,6 kbps, por último también presta servicios de voz que son esenciales para el correcto funcionamiento del prototipo, por lo tanto, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, el servicio GSM cumple con las características suficientes para ser usado en el desarrollo del presente proyecto.

La Tabla 10 permite observar una comparativa de las diferentes generaciones que son usadas para las comunicaciones móviles, describiendo además las principales características que tiene cada una de ellas.

TABLA 10. TABLA DE GENERACIONES DE TELEFONÍA MÓVIL

Primera Generación	1G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Empleaban tecnología analógica y orientados hacia la telefonía. ➤ Diversidad de los sistemas adoptados en los distintos países. ➤ Impedía el uso del servicio con el mismo terminal al trasladarse de un país a otro. ➤ Sistema NMT, el TACS y TMA- 900 (Telefonía Móvil Automática 900 Mhz).
Segunda Generación	2G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Redes Digitales, de mayor éxito. ➤ GSM (Global System for Mobile Communications) fue inicialmente desplegado en la banda de 900 MHz. ➤ Tasa de bits = 9,6kbps ➤ En la actualidad se emplea en prácticamente todo el mundo. ➤ Sistemas TDMA IS-136 y CDMA IS-95, utilizados en América y Asia.
Segunda Generación y media	2.5G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incrementan los regímenes binarios disponibles en los sistemas 2G. ➤ Tecnologías: <ul style="list-style-type: none"> - GPRS (General Packet Radio Service), tasa de bits 53,6kbps. - EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), tasa de bits 256kbps.
Tercera Generación	3G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilización de una misma banda de frecuencias en todo el mundo.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incremento de la eficiencia espectral en la interfaz radio. ➤ Uso de un pequeño terminal de bolsillo con itinerancia (roaming) mundial. ➤ Soporte de servicios simétricos y asimétricos. ➤ Tecnologías: <ul style="list-style-type: none"> - UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) a 384kbps. - HSPA (High Speed Packet Access), a 7,2Mbps. - HSPA+(HSPA Evolucionado), a 42Mbps.
Cuarta Generación	4G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Velocidad superior a las de 301 Mbit/s con un radio de 8 MHz. ➤ Técnicas MIMO y OFDM. ➤ Perfecciona el acceso radio usando SDR (Software Defined Radios). ➤ Se espera alcanzar a la red completa IP. ➤ Tasas de bits = 300Mbps. ➤ Ancho de banda = 20 MHz en ambas direcciones.

FUENTE: (ACOSTA J. , 2015, PÁG. 15)

2.4.3. SMS

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC). El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME), tal como se muestra en la Figura 12. La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio, un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones. (Bedoya & Salazar, 2013, pág. 55)

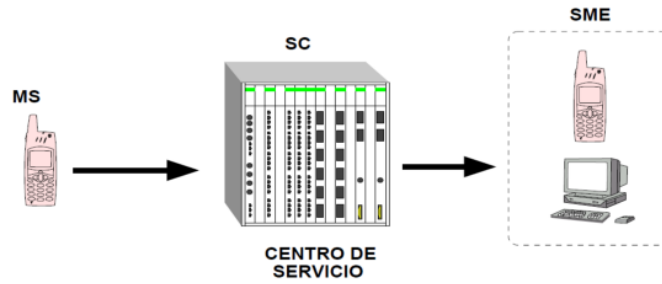


FIGURA 12. CENTRO DE SERVICIO SMS.
FUENTE: (BEDOYA & SALAZAR, 2013, PÁG. 56)

El servicio SMS se divide en dos servicios Básicos:

1. SM MT (Short Message Mobile Terminated Point-to-Point): Servicio de entrega de un mensaje desde el SC hasta una MS, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.
2. SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-Point): Servicio de envío de un mensaje desde una MS hasta un SC, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.

El intercambio de mensajes que llevan a cabo los servicios básicos SM MT y SM MO se muestra en la Figura 13.

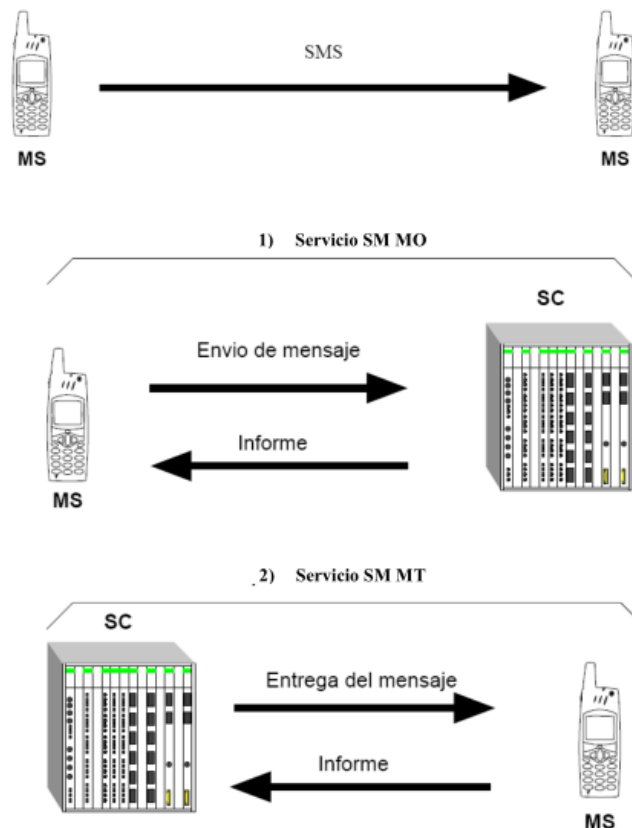


FIGURA 13. SERVICIOS BÁSICOS SM MT Y SM MO.
FUENTE: (BEDOYA & SALAZAR, 2013, PÁG. 57)

2.4.4. TARJETA SIM

La red GSM posee una característica importante la cual es la del módulo de identidad del suscriptor, llamada también tarjeta SIM. Esta tarjeta es desmontable, contiene información de suscripción de usuario como es el directorio telefónico y los parámetros de red, permitiendo de esta manera al usuario mantener la información en caso de cambiar de teléfono celular. (Cerde & Pazmiño, 2011, pág. 20). Un ejemplo de tarjeta SIM se presenta en la Figura 14.



FIGURA 14. TARJETA SIM CLARO.

FUENTE: CLARO VENEZUELA (2016). *RECURSOS CONTENIDOS*. RECUPERADO DE: [HTTP://GOO.GL/GUuABP](http://goo.gl/GUuABP).

Por otra parte, el usuario tiene la posibilidad de cambiar de operadora de telefonía celular manteniendo el mismo equipo, simplemente cambiando la tarjeta SIM. Algunas operadoras de telefonía móvil celular añaden un candado para que cada teléfono únicamente funcione en dicha operadora, esta práctica es llamada bloqueo de SIM.

2.5. NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC)

La tecnología inalámbrica NFC (Por sus siglas en inglés Near Field Communication), da sus inicios como una evolución en la convergencia de aplicaciones dentro del teléfono móvil, al brindar los servicios de las tarjetas inteligentes y las bondades de las tecnologías inalámbricas de corto alcance. La tecnología NFC ofrece compatibilidad con las demás tecnologías inalámbricas ya existentes como Bluetooth y RFID, con lo que su uso vuelve a esta tecnología aún más interesante. La posibilidad de dotar nuevos servicios, el amplio rango de aplicaciones, la velocidad, seguridad, confidencialidad y la robustez son las características más sobresalientes de la tecnología NFC a comparación del resto de propuestas inalámbricas. El amplio uso del smartphone unido a las bondades de esta tecnología, permite ver un gran futuro

para NFC que de manera no muy lejana estará disponible para diversas aplicaciones como controles de asistencia, pagos electrónicos, identificación para acceso a lugares públicos y privados, etc. (Arriagada, 2014, pág. 7)

2.5.1. FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA NFC

NFC es un sistema de transmisión de datos similar al bluetooth y que utiliza los principios de la tecnología RFID (Radio Frequency IDentification). Sin embargo, brinda mejores prestaciones que RFID, ya que aprovecha la tecnología celular con su amplio uso y sus altas capacidades de cómputo. Se trata de un estándar ISO, ECMA y ETSI que opera en la banda de frecuencia AF (13,56 MHz) y por tal razón tiene un rango de cobertura pequeño (<10 cm). Actualmente ofrece velocidades de transmisión de datos de 106 kbps, 212 kbps y 424 kbps, no está pensado para transmitir grandes volúmenes de datos, sino más bien para intercambiar información de forma rápida, eficiente y segura. Al igual que la tecnología RFID, el protocolo NFC cubre los modos de operación activo y pasivo. (Arriagada, 2014, pág. 8).

Existen cuatro tipos diferentes de etiquetas que todo dispositivo NFC debe soportar, (Alberca, 2013, pág. 28) refiere a estas etiquetas como:

- **Tipo 1:** Basadas en ISO14443A, tienen una capacidad de memoria de 96 bytes ampliables hasta 2 Kbytes, velocidad de transmisión de 106 kbps; su costo es bajo.
- **Tipo 2:** Basadas en ISO14443A (MIFARE Ultralight), memoria de 48 bytes ampliables hasta 2 Kbytes, velocidad de transmisión de 106 kbps, su costo es bajo.
- **Tipo 3:** Basadas en FeliCa (Derivadas de ISO18092), memoria de hasta 2 kbytes y velocidades de 212 kbps; su costo es mayor, útiles para aplicaciones complejas.
- **Tipo 4:** Basadas en ISO 14443 A/B, poseen capacidades de memoria de hasta 32 Kbytes y velocidades comprendidas entre 106 kbps y 424 kbps.

La Tabla 11 resumen éstas etiquetas, las cuales varían en función de la memoria, su tasa de transmisión de datos y los modos de interacción.

TABLA 11. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TAGS NFC.

Tipo	Estándar	Modos	Memoria	Velocidad
Tipo 1	ISO14443 Tipo	Solo Lectura	96 bytes	106 kbps
	A	Lectura/Escritura	Ampliable a 2 Kbytes	
Tipo 2	ISO14443 Tipo	Solo Lectura	48 bytes	106 kbps
	A	Lectura/Escritura	Ampliable a 2 Kbytes	
Tipo 3	Sony FeliCa	Solo Lectura	2 Kbytes	212 kbps
Tipo 4	ISO14443 Tipo	Solo Lectura	32 Kbytes	106 kbps
	A y B	Lectura/Escritura		424 kbps

FUENTE: (ALBERCA, 2013, PÁG28).

Por otro lado, (Arriagada, 2014, pág. 10) indica que los dispositivos que cuenten con la tecnología NFC permiten la comunicación con cualquier tarjeta inteligente y lector existentes dentro del estándar ISO/IEC 14443, también es posible comunicarse con otros dispositivos NFC. Dependiendo de la función que realice, el dispositivo NFC toma una de las siguientes funciones:

- **Iniciador (initiator):** Como su nombre lo indica es quien inicia y controla el intercambio de información.
- **Objetivo (target):** Es el dispositivo que responde a los requerimientos del iniciador. Cualquier dispositivo electrónico con NFC (excepto una etiqueta NFC) puede operar de las dos formas: como Iniciador o como Objetivo.

2.5.1.1. Fases de comunicación

(Arriagada, 2014, pág. 11) señala: “Las fases de comunicación de la tecnología NFC son cinco, las cuales son de vital importancia debido a que cada una de ellas tiene una función específica y siempre están presentes en el establecimiento de la comunicación”, las cuales se presentan a continuación:

- **Descubrimiento:** Esta fase permite la inicialización de los dispositivos, rastreándose el uno al otro para su posterior reconocimiento.
- **Autenticación:** En esta parte los dispositivos verifican si el otro dispositivo está autorizado o si deben establecer algún tipo de cifrado para la comunicación.
- **Negociación:** En la fase de negociación, los dispositivos definen parámetros como la velocidad de transmisión, la identificación del dispositivo, el tipo de aplicación, tamaño, y si es el caso también definen la acción a ser solicitada.
- **Transferencia:** Una vez negociados los parámetros para la comunicación, se puede decir que ya está realizada exitosamente la comunicación y ya se puede realizar el intercambio de datos.
- **Confirmación:** El dispositivo receptor confirma el establecimiento de la comunicación y la transferencia de datos.

2.5.1.2. Modos de operación

Los dispositivos NFC son dispositivos únicos, en el sentido de que pueden funcionar en tres configuraciones distintas (Arriagada, 2014, pág. 11):

- **Modo lector/grabador:** Teniendo la capacidad de leer y escribir etiquetas, en esta configuración el dispositivo NFC es capaz de leer los cuatro tipos de etiquetas. Así mismo, el nivel de acceso físico RF es compatible con el estándar ISO-14443 y FeliCa. En esta configuración, cuando el usuario toca con su dispositivo con tecnología NFC una etiqueta, se transfiere una pequeña cantidad de información al dispositivo NFC. Esta información puede ser un texto en claro, una dirección de una página web o un número de teléfono. La Figura 15 permite evidenciar con un ejemplo el modo lector/grabador.



FIGURA 15. EJEMPLO MODO LECTOR/GRABADOR NFC.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- **Modo “Peer to Peer”**: Usada para el intercambio de datos o establecimiento de las comunicaciones entre dispositivos NFC. Cuando la cantidad de datos intercambiada no supera los pocos kilobytes, se usa el mismo protocolo NFC. Para la transmisión de mayores cantidades de datos, NFC se usa para establecer los parámetros de una conexión inalámbrica más avanzada como pueden ser Bluetooth o Wi-Fi. La Figura 16 permite observar un ejemplo del modo peer to peer.



FIGURA 16. EJEMPLO MODO PEER TO PEER NFC.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- **Modo emulación de tarjeta inteligente**: En este modo el dispositivo NFC se comporta como una etiqueta NFC o una tarjeta inteligente, apareciendo ante un lector externo como si se tratase de una tarjeta sin contactos, como se puede visualizar en la Figura 17. En esta configuración es posible utilizar las características de seguridad avanzada del elemento seguro incorporado como medio de pago y para el almacenamiento y gestión de todo tipo de entradas y recibos. Un teléfono móvil con capacidad NFC es mucho más barato y fácil de usar y pueden ser usados en esta configuración.



FIGURA 17. EJEMPLO MODO EMULACIÓN DE TARJETA INTELIGENTE NFC.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

2.5.1.3. Modos de funcionamiento

Según (Arriagada, 2014), un dispositivo NFC con suministro interno de energía es denominado activo y el que carece de éste, es considerado pasivo. La habilidad de funcionar en los dos modos hace que los dispositivos NFC sean únicos dentro de otras tecnologías de comunicación sin contacto. Esto posibilita a los dispositivos a actuar como tarjetas sin contacto o como lectores. El funcionamiento de los dos modos se describe a continuación:

- **Pasivo:** Solo un dispositivo genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha de la modulación de la carga para poder transferir los datos. El iniciador de la comunicación es el encargado de generar el campo electromagnético, como se observa en la Figura 18.

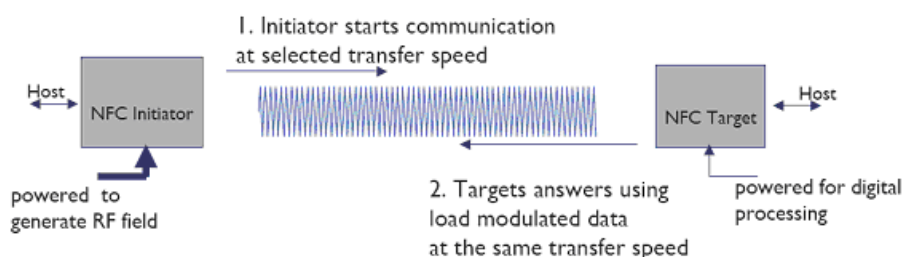


FIGURA 18. MODO DE FUNCIONAMIENTO PASIVO EN NFC.

FUENTE: (ARRIAGADA, 2014, PÁG. 15).

- **Activo:** Como se puede verificar en la Figura 19, ambos dispositivos generan su propio campo electromagnético, que utilizarán para transmitir sus datos. Ambos dispositivos necesitan energía para funcionar.

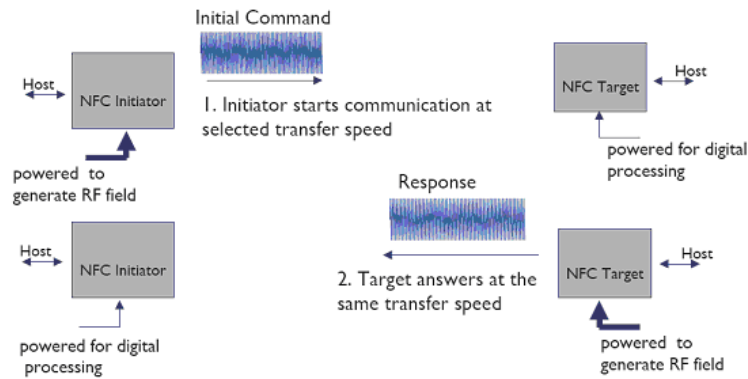


FIGURA 19. MODO DE FUNCIONAMIENTO ACTIVO EN NFC.

FUENTE: (ARRIAGADA, 2014, PÁG. 15).

2.5.2. EL FORMATO NDEF

El formato NDEF, es un formato común registrado por el NFC Forum para poder compartir datos entre los dispositivos NFC y/o entre los dispositivos NFC y las etiquetas. Por lo tanto, las etiquetas que son leídas y/o escritas utilizando este formato, se les conoce como etiquetas NDEF o NFC. NDEF propone una forma de organizar el contenido almacenado en bytes en la etiqueta o que viaja de un dispositivo a otro. Se caracteriza por poseer una cabecera de datos, denominada cabecera NDEF a partir de la cual se encuentran los bloques de información, como se puede verificar en la Figura 20. (Broseta, 2012, pág. 30)

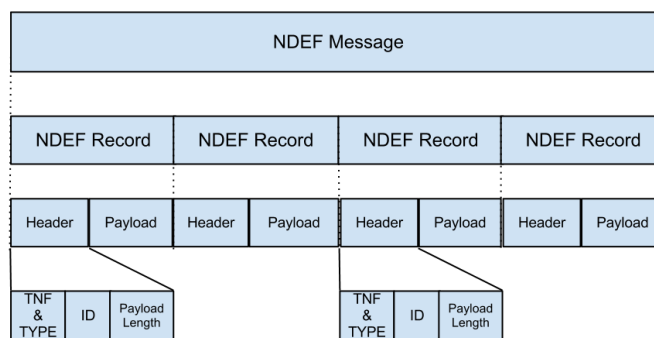


FIGURA 20. FORMATO DEL MENSAJE NDEF.

FUENTE: BADRINATH KULKARNI (2012). *NFC DATA EXCHANGE FORMAT*. RECUPERADO DE: [HTTP://IBADRINATH.BLOGSPOT.COM/2012/07/NFC-DATA-EXCHANGE-FORMAT-NDEF.HTML](http://IBADRINATH.BLOGSPOT.COM/2012/07/NFC-DATA-EXCHANGE-FORMAT-NDEF.HTML)

Todos los bloques de información son accesibles, esto se debe a que existe una clave por defecto (en hexadecimal: FF FF FF FF FF FF) empleada para el acceso a cada uno de ellos, esto supone una desventaja dado que los datos que anteriormente fueron escritos en un tag por un dispositivo NFC y que se encuentran almacenados en estos bloques puedan ser modificados

o borrados por cualquier dispositivo. Para resolver este problema se hace uso de las ventajas que ofrece los formatos NDEF y MIFARE, en el que se pone de manifiesto el uso de claves de acceso para cada bloque de información. NDEF tiene soportado por todos los dispositivos NFC y constituye un estándar para el intercambio y almacenamiento de información.

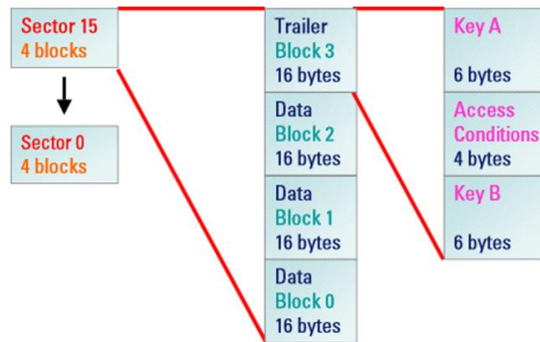
2.5.3. TAGS DE IDENTIFICACIÓN MIFARE

La tecnología MIFARE es un estándar tecnológico (ISO 14443A y 14443B), para las comunicaciones contactless (“de no contacto”), a una frecuencia de 13.56Mhz fabricada por Philips Electronics. Las tarjetas MIFARE y los lectores/escritores de tarjetas MIFARE inicialmente se desarrollaron para realizar transacciones de pago en sistemas de transporte público. Debido a su corto alcance esta tecnología resultaba apropiada para dicha aplicación.

Un típico enlace de un lector de etiquetas MIFARE sin contacto, para la función de lectura/escritura es de 2 a 10cm de distancia. Existiendo etiquetas MIFARE con capacidades de 1KB de memoria EEPROM, siendo la máxima de 4KB.

2.5.3.1. Tarjeta MIFARE S50 1KB

La memoria de la etiqueta Mifare S50 1 KB está organizado en sectores compuestos por 4 bloques cada uno, como se visualiza en la Figura 21. En cada sector, los datos se almacenan en los 3 primeros bloques, pero el último bloque se conoce como el sector trailer que tiene dos claves de autenticación (clave A y B) y un conjunto de bits de acceso. Estos bits de acceso definen los permisos para lectura / escritura para los tres primeros bloques en el sector, así como el propio sector trailer. En otras palabras, los bits de acceso se pueden utilizar para protegerse a sí mismos, permitiendo que los datos, las llaves, y los bits de acceso queden bloqueados e inalterables.



$$16 \text{ sectors} * 4 \text{ blocks} * 16 \text{ bytes} * 8 \text{ bits} = 8 \text{ Kbits}$$

FIGURA 21. ESTRUCTURA DE MEMORIA DE LA TARJETA MIFARE S50 1KB.

FUENTE: GEEKYTHEORY (2016). *NFC + ARDUINO – PARTE 2*. RECUPERADO DE: [HTTPS://GEEKYTHEORY.COM/NFC-ARDUINO-PARTE-2](https://GEEKYTHEORY.COM/NFC-ARDUINO-PARTE-2)

Se pueden encontrar tags MIFARE de 1KB o 4KB de memoria EEPROM como el mostrado en la Figura 22, estos tags vienen en presentaciones en forma de llaveros o tarjetas. El tag básicamente se compone de dos componentes electrónicos, uno es el microcontrolador y otro la antena para la transmisión/recepción de información, trabajando a una frecuencia de 13.56Mhz. En el microcontrolador es en donde se almacena toda la información de la tarjeta, ya que contiene una memoria tipo EEPROM de lectura/escritura. Todos los tags tienen un número de serie, conocido como NUID (Non Unique Identification Number) de 4 bytes que es pregrabado de fábrica, otros tags de fabricación más reciente cuentan con un número de serie de 7 bytes, llamado UID (Unique Identification Number).

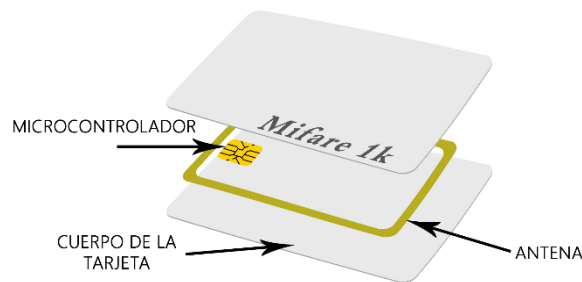


FIGURA 22. EJEMPLO DE TAG MIFARE 1K TIPO TARJETA.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

2.5.3.2. Organización de la memoria ERPROM

La memoria EEPROM de la tarjeta MIFARE de 1 KB está organizada en 16 sectores de 4 bloques cada uno, teniendo un total de 64 bloques. En donde cada bloque se constituye por 16 bytes. La Figura 23 resume la organización de la memoria como se puede ver a continuación:

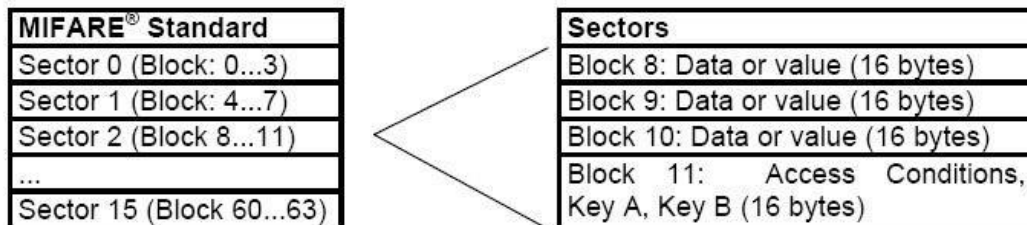


FIGURA 23. ORGANIZACIÓN DE MEMORIA MIFARE.

FUENTE: GORFERAY (2012). *MIFARE 1K CARD*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.GORFERAY.COM](http://www.gorferay.com)

- En el sector 0, bloque 0, los primeros 4 bytes almacenan el número de serie del tag (NUID) y los datos del fabricante. Este bloque está protegido y solamente puede leerse.
- El cuarto bloque se conoce como “Sector Trailer” y tiene como función la configuración de permisos y códigos de acceso para la lectura/escritura de los datos de ese sector. En este bloque se incluye el almacenamiento de 2 códigos de seguridad llamados Key A y Key B, así como de 4 bytes (Access bits) para la configuración del manejo que se dará a los datos contenidos en dicho sector. La clave Key A puede escribirse, pero no leerse.

En este proyecto se hará uso del Key A dado que este permite la escritura, pero no la lectura, brindando de esta manera seguridad al sistema, puesto que para una lectura deberán coincidir las claves entre el lector y la tarjeta de identificación, también en el caso de que alguien quiera clonar alguna tarjeta, este método no permitirá que esto ocurra, ayudando así a proteger la información almacenada en todo el sector de información que se vaya a hacer uso dentro de cada tarjeta MIFARE.

2.5.4. TABLA COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

La Tabla 12 permite ver las diferencias que existen entre la tecnología NFC, Bluetooth 4.0 y RFID; en donde es posible observar las ventajas que la tecnología NFC ofrece a comparación de sus competidores.

La tecnología NFC ofrece un nivel superior de seguridad, dado que es una tecnología de campo cercano y es necesario que la persona se encuentre a corta distancia para poder realizar cualquier acción, trabaja con dos modos de funcionamiento para los tags activo y pasivo, brinda además un reducido consumo de corriente, funciona en la frecuencia de 13.56Mhz, siendo esta una banda para uso no comercial y sin licencia, brindando por último un ancho de banda suficiente para los diferentes procesos de lectura/escritura que el prototipo necesita.

TABLA 12. COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS NFC, BLUETOOTH 4.0 Y RFID.

	NFC	Bluetooth 4.0	RFID
Seguridad	Alta	Buena	Media
Organismo de normalización	ISO/IEC	Bluetooth SIG	ISO/EPC
Distancia	~ 10cm	~ 50m	~ 3m
Modos	Activo / Pasivo	Activo	Activo / Pasivo
Consumo	< 15mA	< 15mA	< 30mA
Ancho de banda	424 kbps	~ 200 kbps	Varios kbps
Frecuencia	13.56 Mhz	2.4 – 2.5 Ghz	(LF 9-125 Khz) (HF 13.56 Mhz) (UHF 860-960 Mhz) (Microondas > 3 GHz)
Conexión	Punto a punto	Red de área personal	Punto a punto
Tiempo de preparación	< 0.1seg	< 3ms	< 0.1seg

FUENTE: DOCPLAYER (2013). *DELITOS RELATIVOS A LAS TARJETAS DE CRÉDITO, ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DE PAGO.*

RECUPERADO DE: [HTTP://DOCPLAYER.ES/5582421-UNIVERSIDAD-DE-GUAYAQUIL.HTML](http://docplayer.es/5582421-UNIVERSIDAD-DE-GUAYAQUIL.HTML)

2.6. DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

2.6.1. RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia eléctrica es la mayor o menor oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. Es decir, la dificultad que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica. La unidad que se utiliza para medir la resistencia eléctrica es el ohmio y se representa por la letra griega omega (Ω). La Figura 24 indica la simbología que se usa para la resistencia eléctrica.

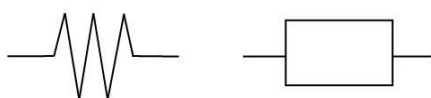


FIGURA 24. SÍMBOLOS DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.

FUENTE: MAILXMAIL (2012). *RESISTENCIAS*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.MAILXMAIL.COM/CURSO-ELECTRICIDAD-PC/RESISTENCIAS](http://www.mailxmail.com/curso-electricidad-pc/resistencias)

El valor de una resistencia se determina en base a una tabla de código de colores, en donde la primera y segunda banda de color representa las dos primeras cifras, siendo la tercera la banda multiplicadora, por último, la cuarta banda representa la tolerancia, la cual indica el porcentaje de error que puede presentar el valor de resistencia. En la Figura 25, se presenta la tabla de código de colores utilizado para obtener el valor de una resistencia:

Color de la banda	Valor de la cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Negro	0	1		
Marrón	1	10	1%	100ppm/°C
Rojo	2	100	2%	50ppm/°C
Naranja	3	1 000		15ppm/°C
Amarillo	4	10 000		25ppm/°C
Verde	5	100 000	0,5%	
Azul	6	1 000 000	0,25%	10ppm/°C
Violeta	7	10 000 000	0,1%	5ppm/°C
Gris	8	100 000 000		
Blanco	9	1 000 000 000		1ppm/°C
Dorado		0.1	5%	
Plateado		0.01	10%	
Ninguno			20%	

FIGURA 25. TABLA DE CÓDIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS.

FUENTE: INTEF (2016). *CÓDIGO DE COLORES*. RECUPERADO DE: [HTTP://RECURSOSTIC.EDUCACION.ES/SECUNDARIA/EDAD/4ESOTECNOLOGIA/QUINCENA4/PAGINAS/CODIGO_COLOR.HTM](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena4/paginas/codigo_color.htm)

2.6.2. CONDENSADOR

Básicamente, un condensador, está formado por dos placas metálicas (conductoras de la electricidad), enfrentadas y separadas entre sí por una mínima distancia, y un dieléctrico, que se define como el material no conductor de la electricidad (aire, mica, papel, aceite, cerámica, etc.), que se encuentra entre dichas placas.

Son usados en circuitos eléctricos con relativa alta corriente y baja frecuencia. Este es especialmente el caso en los filtros de alimentadores de corriente, donde se usan para almacenar la carga, y moderar la tensión eléctrica de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificadas. También son muy usados en los circuitos que deben conducir corriente continua pero no corriente alterna. Los condensadores electrolíticos pueden tener mucha capacitancia, permitiendo la construcción de filtros de muy baja frecuencia. La Figura 26 muestra la simbología usada para los condensadores electrolíticos.



FIGURA 26. SÍMBOLO DEL CONDENSADOR FIJO Y ELECTROLÍTICO RESPECTIVAMENTE.
FUENTE: INTEF (2016). *ELECTRÓNICA ANALÓGICA*. RECUPERADO DE: [HTTPS://GOO.GL/WLVNTZ](https://goo.gl/WLVNTZ)

La magnitud del valor de capacidad de un condensador es directamente proporcional al área de sus placas e inversamente proporcional a la distancia que las separa. Es decir, cuanto mayor sea el área de las placas, mayor será el valor de capacidad, expresado en micro faradios (μF), y cuanto mayor sea la distancia entre las placas, mayor será la aislación o tensión de trabajo del condensador, expresadas en unidades de Voltios (V), aunque el valor de capacidad disminuye proporcionalmente cuanto más las placas se separan.

2.6.3. DIODO RECTIFICADOR

Los diodos de la serie 1N400x son diodos rectificadores de propósito general de silicón, soporta hasta 1A (Ver ANEXO 02.) de intensidad con polarización directa, esto es, 1A es el nivel de corriente con polarización directa para el cual el diodo se quema debido a una

disipación excesiva de potencia. Se utiliza principalmente para convertir la corriente alterna en directa, su encapsulado es de tipo DO-41. La Figura 27 muestra la simbología usada para los diodos rectificadores.

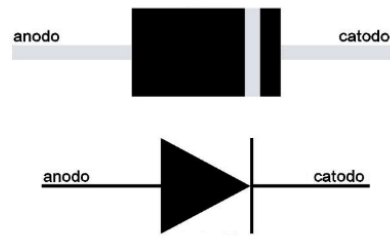


FIGURA 27. PARTES DE UN DIODO RECTIFICADOR.

FUENTE: PANAMA HITEK (2016). *CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRÓNICA: EL DIODO*. RECUPERADO DE: [HTTP://PANAMAHITEK.COM/CONCEPTOS-BASICOS-DE-ELECTRONICA-EL-DIODO/](http://panamahitek.com/conceptos-basicos-de-electronica-el-diodo/)

2.6.4. DIODO LED

El diodo led es un dispositivo electrónico, cuya principal función es convertir la energía eléctrica suministrada a éste, en una fuente luminosa al momento de ser polarizado directamente. El voltaje de operación es normalmente de 2V, este voltaje varía dependiendo del material de fabricación y del color de luz a emitir, por otro lado, la corriente de consumo es de alrededor de 15mA y de igual manera este valor también depende del color. La Figura 28 muestra el símbolo usado para los diodos led.

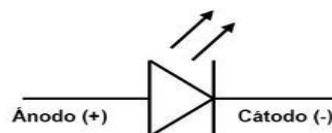


FIGURA 28. SÍMBOLO DEL DIODO LED.

FUENTE: ELT (2016). *ILUMINACIÓN LED*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.ELT-BLOG.COM/ILUMINACION-LED-LO-QUE-NECESITAS-SABER/](http://www.elt-blog.com/iluminacion-led-lo-que-necesitas-saber/)

Presentan muchas ventajas en relación de otro tipo de fuentes luminosas, como su bajo consumo de energía, su larga vida útil y su mantenimiento casi nulo. Los usos más comunes son los circuitos de señalización, semáforos, indicadores de estado, bombillas, entre otras.

2.6.5. RELÉ

El relé o relevador es un dispositivo electromagnético, que tiene la función de actuar como un interruptor abriendo y cerrando uno o varios contactos, por medio de una bobina y un

electroimán, activado por una pequeña corriente de entrada, permitiendo así controlar grandes consumos de corriente a la salida.

Internamente el relé tiene una bobina de muy bajo consumo, que cuando atraviesa una corriente eléctrica, el electroimán hace girar la armadura verticalmente, cerrando así de esta manera los contactos, dependiendo si es del tipo Normalmente cerrado (N.C), o Normalmente abierto (N.A). Estos contactos se los puede considerar como el interruptor, que es aquel que permite que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito. La Figura 29 muestra la simbología usada para el relé.

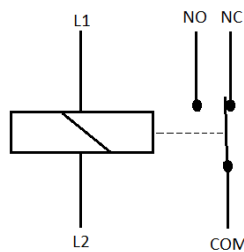


FIGURA 29. SÍMBOLO DEL RELÉ NORMALMENTE CERRADO.

FUENTE: ARRIZEN (2013). *EL RELÉ ELECTROMECAÁNICO*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.ELT-BLOG.COM/ILUMINACION-LED-LO-QUE-NECESITAS-SABER/](http://www.elt-blog.com/iluminacion-led-lo-que-necesitas-saber/)

2.6.6. TRANSISTOR 2N3904

El transistor NPN 2N3904 es un transistor bipolar negativo-positivo–negativo (NPN) de mediana potencia, destinado para propósito general en amplificación y conmutación, construido con semiconductor silicio, (Ver ANEXO 06.). Puede amplificar pequeñas corrientes a tensiones pequeñas o medias y trabajar a frecuencias medianamente altas. Este transistor tiene tres terminales llamados emisor, base y colector.

El emisor y el colector son las terminales principales de este transistor. Dependiendo de la configuración del circuito, la masa o el equivalente de masa puede conectarse ya sea al emisor o al colector. El símbolo se presenta en la Figura 30.

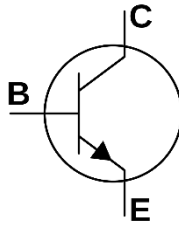


FIGURA 30. PARTES DE UN TRANSISTOR BJT 2N3904.
FUENTE: WIKIPEDIA (2016). *TRANSISTOR DE UNIÓN BIPOLAR*. RECUPERADO DE:
[HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/TRANSISTOR_DE_UNI%C3%B3n_BIPOLAR](https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_de_uni%C3%B3n_bipolar)

2.6.7. REGULADOR DE VOLTAJE 7805

El regulador de voltaje 7805 es un dispositivo electrónico que brinda la propiedad de regular el voltaje positivo a 5V fijo y con una corriente de carga máxima de 1A, la tensión de alimentación de entrada debe superar un poco más de 2V a la tensión de salida y ser menor a 35V (Ver ANEXO 05.). El dispositivo posee como protección un limitador de corriente por cortocircuito, y además, otro limitador por temperatura que puede reducir el nivel de corriente.

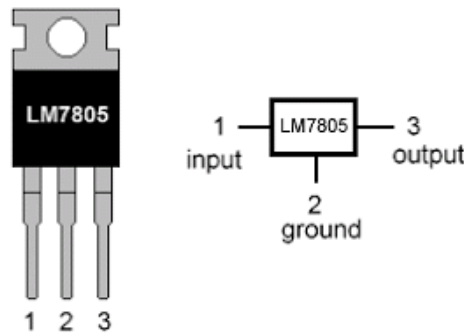


FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL REGULADOR DE VOLTAJE LM7805.
FUENTE: ETOOLS (2016). *CÓMO FUNCIONA EL REGULADOR DE VOLTAJE 7805*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.ELECTRONTOLS.COM/HOME/WP/2016/03/09/REGULADOR-DE-VOLTAJE-7805/](http://www.electrontools.com/home/wp/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/)

La serie de reguladores de tensión positiva 78xx se complementa con la 79xx, que entrega tensiones negativas, en sistemas donde se necesiten tanto tensiones positivas como negativas, ya que la serie 78xx no puede ser usada para regular tensiones negativas.

El ejemplar más conocido de esta serie de reguladores es el 7805 mostrado en la Figura 31, que provee 5V, lo que lo hace sumamente útil para alimentar dispositivos TTL.

2.6.8. REGULADOR DE VOLTAJE LM317T

El circuito integrado LM317t está diseñado para ser utilizado como regulador de voltaje ajustable en valores positivos, puede soportar cargas de hasta 1,5A con una tensión de salida ajustable variable de entre 1,2V a 37V (Ver ANEXO 04.), el voltaje de salida nominal se lo realiza a través de un divisor resistivo. Sus patillas son tres: Ajuste (ADJ), voltaje de entrada (Vin) y voltaje de salida (Vout), como se puede ver en la Figura 32:

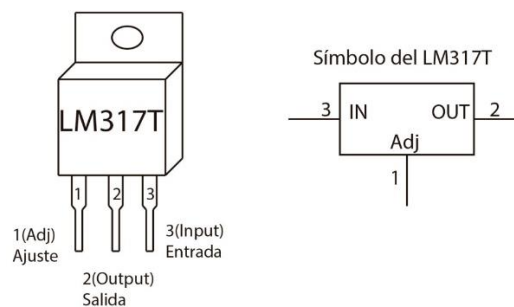


FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL CIRCUITO INTEGRADO LM317T.

FUENTE: MERLBERNI (2016). *TUTORIALES DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA*. RECUPERADO DE: [HTTPS://GOO.GL/OZUTY0](https://goo.gl/OZUTY0)

El circuito integrado ofrece una protección por limitación de corriente y exceso de temperatura, siendo funcional la protección por sobrecarga. Para el diseño básico de regulación de voltaje se requiere dos resistencias para lograr conseguir el valor voltaje de salida deseado.

2.6.9. TRANSISTOR NPN TIP31C

El TIP31C, es un transistor NPN de mediana potencia, ofreciendo una corriente máxima de colector (I_c) de 3A (Ver ANEXO 01.), con una disipación de potencia máxima de 40W, permitiendo trabajar en un gran rango de temperaturas que oscila de entre -65 a 150 °C, elaborado en un empaquetado plástico del tipo TO-220, ofrece un excelente rendimiento a altas velocidad de conmutación, usado en múltiples aplicaciones de las cuales destacan aplicaciones de conmutación industrial y lineal, dispositivos de audio, entre otros. La Figura 33 permite visualizar la forma física del transistor TIP31C, en conjunto con la simbología empleada.

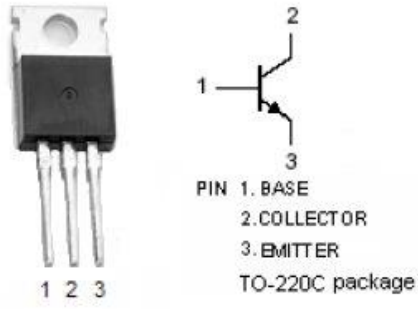


FIGURA 33. PARTES DE UN TRANSISTOR NPN TIP31C.

FUENTE: HOBBYTRONICS (2016). *TIP31C HIGH POWER NPN TRANSISTORS*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.HOBBYTRONICS.CO.UK/TIP31C](http://www.hobbytronics.co.uk/tip31c)

CAPÍTULO III

3. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

El prototipo se encuentra enfocado a erradicar la gran cantidad de robo de vehículos y pérdida de vidas causadas por los secuestros exprés, ayudando a informar al usuario del vehículo de alguna situación inesperada en donde se requiera la atención oportuna, mediante alertas y llamadas telefónicas a un número de emergencia; por otro lado, incorpora un sistema de control de encendido que evitará que el delincuente robe el vehículo, bloqueando las funciones de arranque del motor; por último, posee un moderno sistema de localización vehicular que ayudará a informar la ubicación exacta del vehículo dentro del territorio ecuatoriano.

En este capítulo se describirá el proceso de selección de los elementos electrónicos utilizados para el diseño de la parte electrónica del prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, mostrando además de una manera detallada, el diseño de todos los bloques que están involucrados en el proyecto; también se considera el diseño de una aplicación Android, la cual permitirá tener el control de los diferentes recursos del sistema de manera remota, para finalmente presentar la implementación y las diferentes pruebas de funcionamiento, garantizando de esta manera una correcta operatividad del sistema.

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

El presente prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular permite conocer la ubicación del vehículo, mediante una petición realizada por el usuario registrado en el sistema, indicando a través de un mensaje de texto SMS la altitud a nivel del mar, la velocidad de viaje y la posición del vehículo; ésta última pudiendo ser visualizada en un mapa a través de un

navegador web o mediante una aplicación offline de mapas (OsmAnd+); contando además con un botón de pánico el cual permite realizar una llamada de emergencia a un número previamente configurado y escuchar la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo,. Por otra parte, gracias al lector con tecnología NFC, el sistema permite autorizar el encendido del vehículo sólo al usuario que cuente con la tarjeta o llavero de identificación MIFARE, evitando de esta manera el uso no autorizado del vehículo.

Además, con la aplicación Android que únicamente funcionará en él o los números celulares registrados en el sistema, el usuario tendrá las funciones de control total de los diferentes recursos de manera remota, en donde exista cobertura de telefonía celular de acuerdo a la operadora previamente seleccionada.

3.2. DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES PROTOTIPO

En la Figura 34, se muestra un diagrama de bloques general del funcionamiento del prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular.

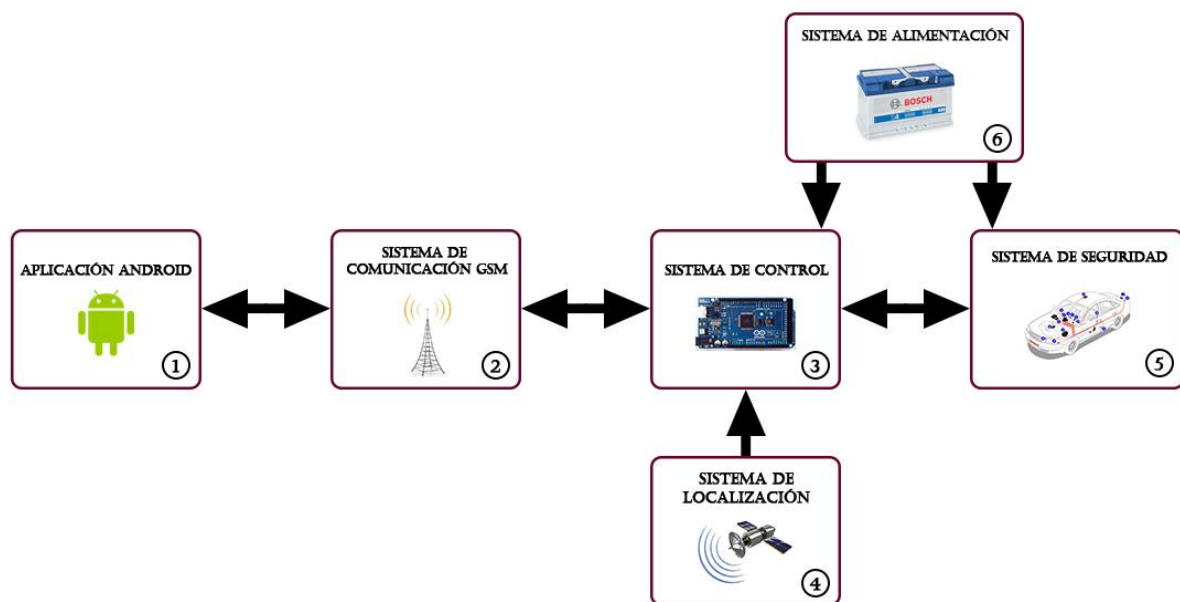


FIGURA 34. DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Cada elemento mostrado en la Figura 34, indica una parte del proyecto, el cual se distribuye en bloques representando cada uno de estos una función específica en el prototipo a desarrollar, como se muestra a continuación:

1. La Aplicación Android que va a ser instalada en el Smartphone del usuario registrado en el sistema, mediante la cual se podrá controlar los diferentes recursos del sistema de forma remota.
2. El Sistema de Comunicación GSM es el encargado de transportar las solicitudes y respuestas que serán enviadas y recibidas por parte del usuario mediante la aplicación Android hacia el Sistema de Control que será instalado en el interior del vehículo.
3. El Sistema de Control es el encargado de procesar todas las solicitudes y respuestas por parte del usuario del sistema a través de la aplicación Android mediante el Sistema de Comunicación GSM, se encarga además de procesar las señales provenientes del Sistema GPS, por último, controla las acciones que desarrollará el Sistema de Seguridad.
4. El Sistema de Localización es el encargado de recibir las señales provenientes de los satélites y trasladarlas al Sistema de Control, para luego ser procesadas dentro del mismo y posteriormente ser enviadas al usuario del sistema cuando este lo requiera.
5. El Sistema de Seguridad es el que permite ejecutar las diferentes acciones hacia el vehículo que son enviadas por parte del Sistema de Control, las cuales son, la autorización de encendido del vehículo a través de la tecnología NFC y el sensado del botón de pánico que será presionado en alguna situación de emergencia.
6. El Sistema de Alimentación permite suministrar el voltaje y corriente necesarios para que el prototipo entre en funcionamiento normal; además, en el caso de que la batería principal del vehículo fuese retirada, el sistema cuenta con una etapa de alimentación de respaldo.

3.3. BLOQUE DEL SISTEMA DE CONTROL

El Sistema de Control es el encargado de gobernar todo el prototipo, enviando las órdenes que tiene que realizar cada uno de los bloques, además en éste se encuentran interconectados todos los módulos usados para el desarrollo del proyecto, tanto para controlar el encendido del vehículo, localización GPS, como para enviar / recibir solicitudes y respuestas; en resumen, el bloque del Sistema de Control toma las decisiones que serán ejecutadas por los demás bloques.

En la Figura 35, se muestra el diagrama de bloques del Sistema de Control propuesto, en donde se observa que se conforma principalmente por la placa Arduino Mega 2560, además a este sistema se encuentran interconectados todos los demás sistemas que posteriormente se irán diseñando.



FIGURA 35. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE CONTROL.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Existe una gran variedad de placas de desarrollo electrónico Arduino de dónde se puede escoger, lo importante para realizar la elección de una placa u otra es comparar las características que tiene cada una y sobre todo elegirla con el criterio de una correcta adaptación de esta a todos los requerimientos que el proyecto requiera. En la Tabla 13 se presenta una comparación entre diferentes modelos de placas Arduino.



FIGURA 36. ARDUINO MEGA 2560.

FUENTE: SEEDSTUDIO (2016). *ARDUINO MEGA2560 REV3*. RECUPERADO DE:
[HTTPS://WWW.SEEEDSTUDIO.COM/ARDUINO-MEGA2560-REV3-P-695.HTML](https://www.seeedstudio.com/Arduino-MEGA2560-Rev3-p-695.html)

Las ventajas que posee la placa Arduino Mega 2560 (ver Figura 36) para el desarrollo del prototipo propuesto respecto a otras placas similares, son numerosas, de las cuales se destacan:

- Dispone de cuatro puertos UART que sirven como protocolo de comunicación de los módulos GPS y GSM.
- Dispone además de 54 E/S digitales, las cuales permiten conectar los diferentes dispositivos que se utilizarán en el prototipo propuesto, como son: el botón de pánico, salidas de conexión de relés para la bomba de gasolina, seguros eléctricos, entre otros; brindando así escalabilidad al poder conectar más dispositivos si fuese necesario sin problema alguno.
- Posee comunicación SPI, la cual admite la conexión del módulo NFC que es el que permite leer las tarjetas o llaveros de identificación con tecnología Mifare para autorizar el encendido del vehículo.
- La placa Arduino Due tiene similares características al Arduino Mega 2560 como la velocidad de reloj y la corriente por pin que esta entrega, pero no es conveniente usar esta placa, debido a que no posee memoria EEPROM, la cual es imprescindible en el desarrollo de este proyecto, dado que en esta memoria se guardarán datos importantes del estado del vehículo.

- Una razón más para elegir esta placa es la disponibilidad en el mercado ecuatoriano y además su precio es inferior a las demás placas estudiadas en el CAPÍTULO II.

Por todas las razones analizadas anteriormente, es por lo tanto conveniente usar la placa Arduino Mega 2560 para el desarrollo del prototipo propuesto.

TABLA 13. TABLA COMPARATIVA DE LAS PLACAS DE DESARROLLO ELECTRÓNICO ARDUINO.

Característica	Arduino Uno	Arduino Mega 2560	Arduino Yun	Arduino Leonardo	Arduino Due
Microcontrolador	ATmega328P	ATmega2560	ATmega32U4	ATmega32u4	AT91SAM3X8E
Voltaje de operación	5V	5V	5V	5V	3.3V
Pines E/S	14	54	20	20	54
Pines PWM	6	15	7	7	12
Pines analógicos	6	16	12	12	12
UART	1	4	1	1	4
Memoria flash	32 KB, 0.5 KB (bootloader)	256 KB, 8 KB (bootloader)	32 KB, 4 KB (bootloader)	32 KB, 4 KB (bootloader)	512 KB
Corriente DC por pin E/S	20mA	20mA	40mA	40mA	130mA (Total)
Corriente DC pin 3.3V	50mA	50mA	50mA	50mA	800mA
EEPROM	1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	NO
SRAM	2 KB	8 KB	2.5 KB	2.5 KB	96 KB (dos bancos: 64KB y 32KB)
Reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz
Precio	\$15	\$25	\$90	\$17	\$65

FUENTE: ARDUINO (2016). *COMPARE BOARD SPECS*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/PRODUCTS.COMPARE](https://www.arduino.cc/en/Products/Compare).

Por otra parte, la distribución de pines que ofrece la placa Arduino Mega 2560 permite la adaptación correcta de cada uno de los elementos que forman parte del prototipo, la Tabla 14 indica dicha distribución.

TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO MEGA 2560.

Pines	Conexión
D2	Botón de Pánico
D3	Contacto del vehículo
D4	Relé Corta Gasolina
D5	Relé Abrir Puertas
D6	Relé Cerrar Puertas
D9	Encendido por software Módulo GSM
D10	Buzzer
D16	Pin Transmisión Módulo GSM
D17	Pin Recepción Módulo GSM
D18	Pin Transmisión Módulo GPS
D19	Pin Recepción Módulo GPS
D50	Pin MISO Módulo NFC
D51	Pin MOSI Módulo NFC
D52	Pin SCK Módulo NFC
D53	Pin SS Módulo NFC

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.3.1. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL

El Sistema de Control se conforma por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560, la cual brinda los pines de comunicación y protocolos de comunicación adecuados para el desarrollo del prototipo, en la Figura 37 se muestra el diagrama electrónico que conforma el Sistema de Control.

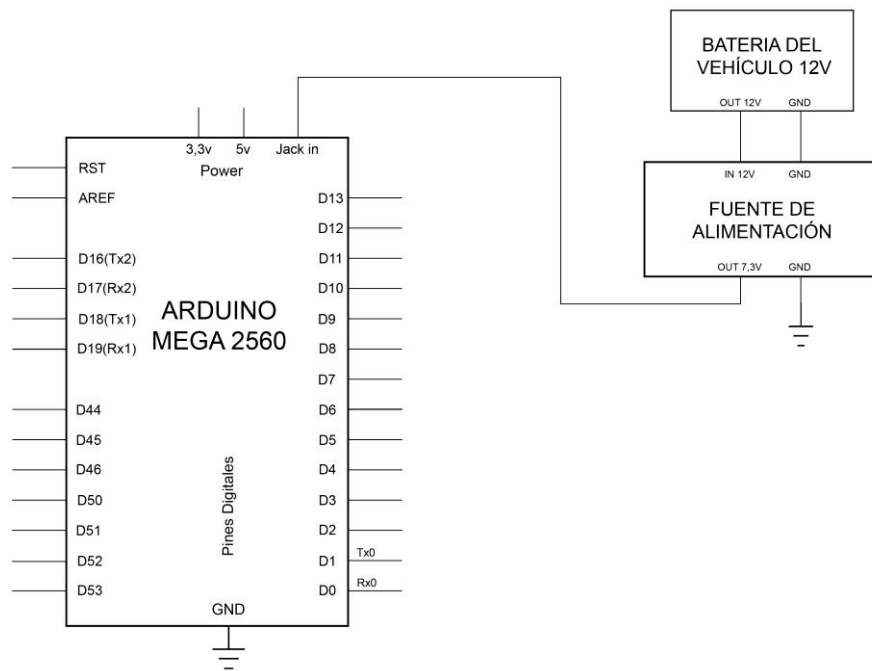


FIGURA 37. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

El Sistema de Control es el cerebro del prototipo y aquel que controla las acciones que van a tomar los módulos que están interconectados a él; mediante las decisiones que se tome, dependiendo el caso, estos módulos son el GSM, GPS, NFC, y la placa Shield Interfaz.

3.4. BLOQUE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

El Sistema de Seguridad tiene como objetivo el cumplimiento de las acciones que en el Sistema de Control se determinan, dichas acciones son las siguientes:

- Realizar las lecturas mediante el módulo lector NFC de las tarjetas o llaveros de identificación MIFARE; entregadas al usuario del vehículo.
- Sensar constantemente el botón de pánico; éste será accionado por el usuario del vehículo cuando exista una situación de emergencia.
- Ejecutar acciones de bloqueo o desbloqueo de la bomba de gasolina; para autorizar o no el encendido del vehículo.
- Activar o desactivar los seguros eléctricos de las puertas.
- Emitir en base al buzzer, los sonidos informativos del estado del vehículo.

- Realizar el control del sistema de contacto del vehículo, para posteriormente poder ser controlado por el Sistema de Control del prototipo.

En la Figura 38 se muestra el diagrama de bloques del Sistema de Seguridad, en donde se evidencia que existen varias etapas, las cuales posteriormente se procederán a diseñar; cada etapa cumple una función específica para el correcto funcionamiento del prototipo.

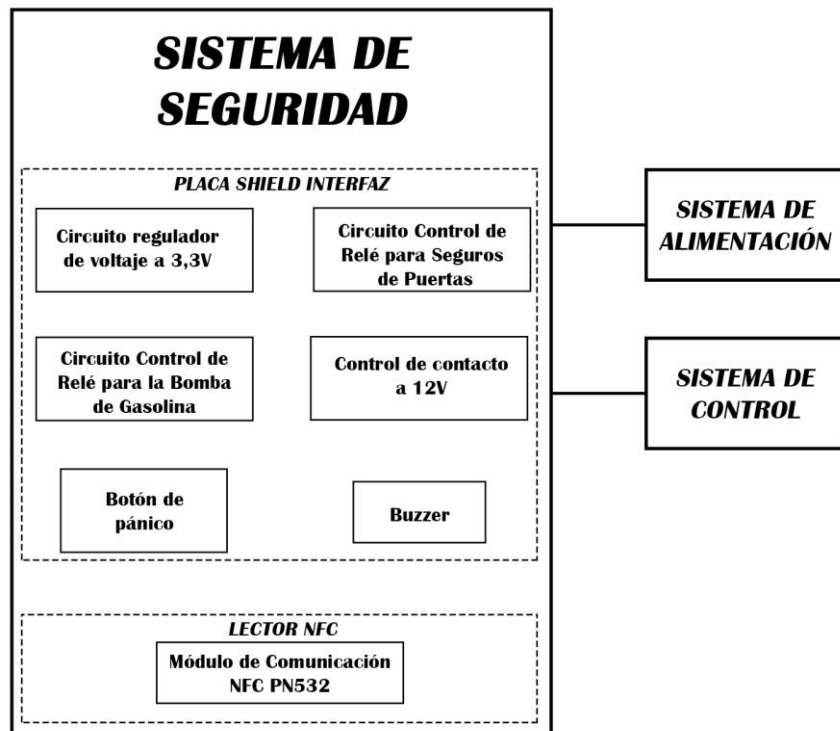


FIGURA 38. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Cabe recalcar además que a este Sistema de Seguridad se conectan de manera directa el Sistema de Alimentación y el Sistema de Control conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

El módulo NFC es el que se encarga de la lectura de las tarjetas o llaveros de identificación tipo MIFARE entregadas al usuario, para posteriormente autorizar o no el encendido del vehículo. Para este proyecto, teniendo como referencia la Tabla 12, se elige el módulo de lectura/escritura NFC PN532 debido a que es un módulo pequeño, de fácil integración a cualquier tipo de proyecto electrónico dado a sus características de funcionamiento, además

cuenta con una tecnología que ofrece un nivel de seguridad superior toda vez que su comunicación se realiza a campo cercano, permitiendo además realizar lecturas y escrituras de llaveros o tarjetas con tecnología MIFARE; que en este proyecto, dicha función es primordial, admitiendo la facultad de leer y encriptar las tarjetas con una clave de seguridad, brindando de esta manera al usuario final un sistema mucho más seguro. La Figura 39 permite observar de manera gráfica el módulo NFC PN532.

La conexión y configuración del módulo son fáciles, posee varios modos de comunicación como son: UART, I2C y SPI; dando así flexibilidad al momento de su configuración. Su tamaño reducido, en donde incluye además una antena que soporta una distancia de comunicación de alrededor de 5 a 7cm, lo vuelven la opción más viable al momento de elegir un módulo de comunicación NFC.

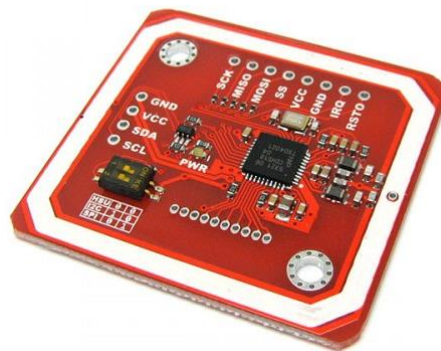


FIGURA 39. MÓDULO NFC/RFID ELECHOUSE PN532.

FUENTE: ELECHOUSE (2016). *PN532 NFC RFID MODULE KITS*. RECUPERADO DE: [HTTPS://GOO.GL/WSNk6K](https://goo.gl/WSNk6K)

Las características principales del módulo NFC PN532 se muestran en la Tabla 15:

TABLA 15. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO PN532.

Características	Descripción
Comunicación	I2C, SPI y HSU (High Speed UART)
Voltaje de alimentación	3,3v – SPI
	5V – I2C y UART
Modos RFID	Lectura/escritura
	Mifare 1k, 4k, Ultralight, y tarjetas DesFire

Antena	PCB incorporada, 5-7cm de distancia de comunicación
Consumo de corriente	Standby: 100mA Lectura/Escritura: 120mA
Soporte teléfonos	NFC Android
Tamaño	43mm*41mm*4mm

FUENTE: ELECHOUSE (2013). *PN532 NFC RFID MODULE USER GUIDE*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.ELECHOUSE.COM/ELECHOUSE/IMAGES/PRODUCT/PN532_MODULE_V3/PN532_%20MANUAL_V3.PDF](http://www.elechouse.com/elechouse/images/product/PN532_MODULE_V3/PN532_%20MANUAL_V3.PDF)

Para el presente proyecto se hace uso de la comunicación SPI; la cual conforma los pines MOSI, MISO, SCK, SS. En la Tabla 16 se muestran los pines usados para la conexión del módulo de comunicación PN532, así como la descripción de cada uno de ellos, y en la Figura 54 se evidencia el diagrama de conexión del módulo.

TABLA 16. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO PN532.

Pines	Conexión	Descripción
VCC	Salida 3,3V de la Placa Shield Interfaz	Alimentación del módulo 3.3V – SPI
GND	Masa de la Placa Shield Interfaz	Tierra del módulo
SS	Pin 53 Arduino Mega	Slave Select
MOSI	Pin 51 Arduino Mega	Master Output Slave Input
MISO	Pin 50 Arduino Mega	Master Input Slave Output
SCK	Pin 52 Arduino Mega	Clock

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

En la Figura 40 se muestra el esquema de conexión del módulo NFC PN532 hacia el Sistema de Control conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560. El siguiente esquema da fe a la información mostrada en la Tabla 16, la cual muestra la distribución de pines del módulo en conjunto con la conexión de pines y la descripción de cada uno de ellos.

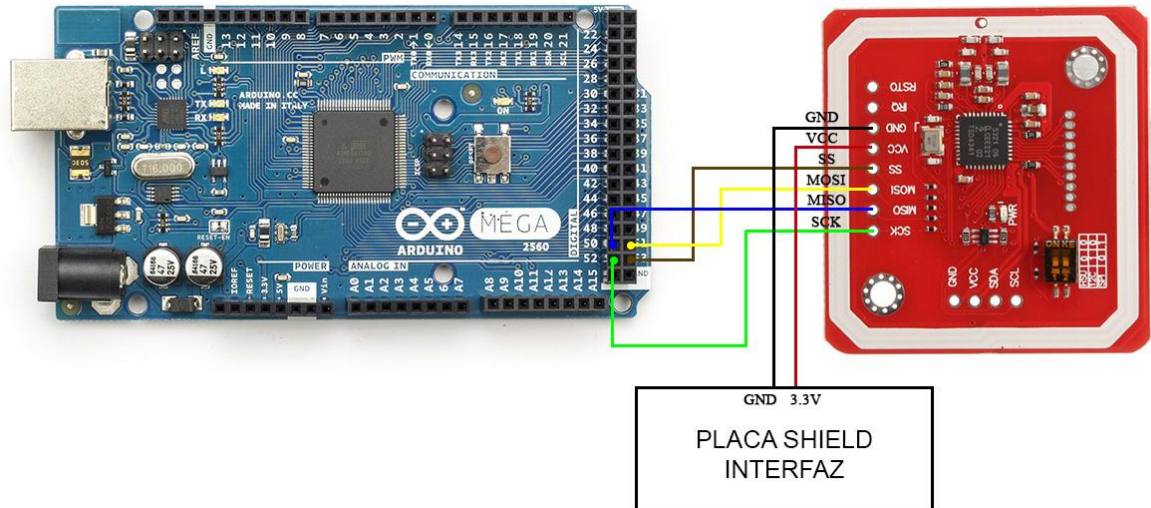


FIGURA 40. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO NFC PN532 A LA PLACA ARDUINO MEGA 2560.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1. DISEÑO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ

El diseño de la placa Shield Interfaz es una de las etapas más importantes en el desarrollo de este proyecto, debido a que ésta es la encargada de permitir la comunicación y alimentación de los diferentes módulos que están involucrados en el proyecto; que en este caso son: el botón de pánico, bomba de gasolina, módulo de bloqueo central de puertas del vehículo, señal de contacto del vehículo, buzzer, y la alimentación del módulo NFC.

Al ser ésta una placa Shield, lo quiere decir que va a ir empotrada una encima de otra, en este caso la Shield GSM SIM900 irá empotrada en la Arduino Mega 2560 como se muestra en la Figura 41, permitiendo de esta manera ahorrar espacio y unificar la mayoría de los módulos en una sola infraestructura.

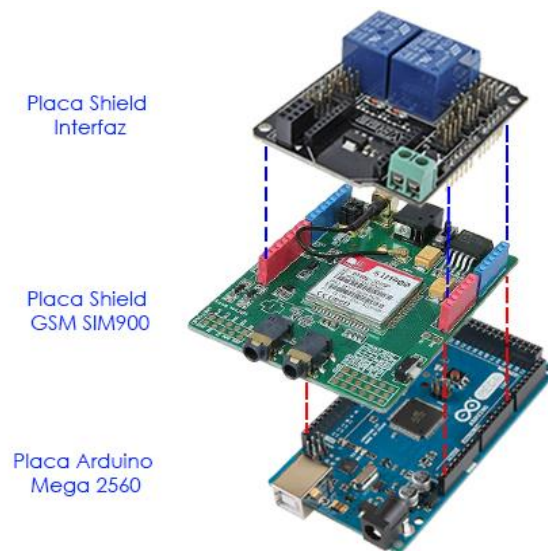


FIGURA 41. EJEMPLO DE ESQUEMA DE CONEXIÓN DE PLACAS SHIELD.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La placa Shield está conformada por varias etapas, las cuales se describen a continuación:

- Circuito regulador de voltaje a 3,3V
- Circuito Control de Relé para Seguros de Puertas
- Circuito Control de Relé para la Bomba de Gasolina
- Control de contacto a 12V
- Botón de pánico
- Buzzer

3.4.1.1. Circuito regulador de voltaje a 3,3V

El circuito regulador de voltaje a 3,3V permite suministrar el voltaje y corriente necesarios a los módulos NFC y GPS para su correcto funcionamiento, por lo cual el diseño se vuelve primordial dado que la corriente que proporciona la placa Arduino Mega 2560 en su pin de salida a 3,3V es de solamente de 50mA como se puede observar en la Tabla 2.

3.4.1.1.1. Diseño del circuito regulador de voltaje a 3,3V

Para el diseño del circuito regulador de voltaje se hace uso del circuito integrado LM317t, el cual provee voltajes de salida de entre 1,2 y 37V, además permite soportar una corriente de

carga máxima de 1.5A, evidenciando esto, hace un elemento ideal para el diseño del circuito regulador de voltaje.

La Figura 42 muestra el diagrama de aplicación típica de circuito regulador de voltaje, el cual se hará uso en este proyecto como se describe a continuación:

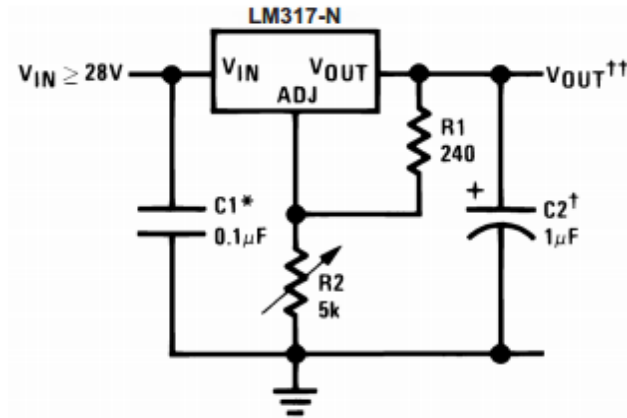


FIGURA 42. DIAGRAMA DE APLICACIÓN TÍPICA DEL CIRCUITO INTEGRADO LM317T.
 FUENTE: TEXAS INSTRUMENTS (2015). DATASHEET LM117, LM317-N. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.TI.COM/LIT/DS/SYMLINK/LM117.PDF](http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm117.pdf)

Para el cálculo de las resistencias que se usarán para un valor de voltaje de salida específico, se considera un valor de voltaje de entrada entre 1,2V y 1,25V mayor que el voltaje de salida. Esto es debido a que el voltaje de entrada se compara internamente con un voltaje de referencia (V_{ref}) que siempre tiene el valor de 1,25V. El voltaje de referencia siempre existe en los extremos de la resistencia R1, esta resistencia junto a la resistencia R2 determinan la corriente que va a pasar por el terminal ADJ, que es el terminal de ajuste de voltaje del circuito integrado.

El valor del voltaje de salida está determinado por la Ecuación (1), (Ver ANEXO 04.):

$$V_{out} = V_{ref} \left[1 + \left(\frac{R2}{R1} \right) \right] + (i_{ADJ})(R2) \quad (1)$$

Luego considerando que i_{ADJ} toma siempre un valor muy bajo (100μA máximo) se tiene:

$$V_{out} = V_{ref} \left[1 + \left(\frac{R2}{R1} \right) \right]$$

Despejando la variable R2, la cual es la que se desea encontrar, se obtiene la Ecuación 2:

$$R2 = \left(\frac{R1}{V_{ref}} \right) (V_{out} - V_{ref}) \quad (2)$$

Para el diseño del circuito se toma como referencia que R1 va a tener el valor de 220 ohmios, debido a que este valor de resistencia es un valor que se puede encontrar con facilidad en cualquier tienda electrónica y es un valor aproximado al que propone el fabricante en su diagrama de diseño como se evidencia en la Figura 42.

De esta manera se procede a encontrar el valor que deberá tener R2, haciendo uso de la Ecuación (2), en donde los valores de $R1 = 220\Omega$ y $V_{out} = 3,3V$, reemplazando términos queda:

$$R2 = \left(\frac{R1}{1,25}\right)(V_{out} - 1,25)$$

$$R2 = \left(\frac{220}{1,25}\right)(3,3V - 1,25)$$

$$R2 = 360,8\Omega \approx 390\Omega$$

Finalmente, el valor de R2 es de 360,8 ohmios, para fines de diseño se usará dicho valor, pero para fines prácticos se usará el valor de resistencia de 390 ohmios, debido a que ese valor es el que se encuentra comercialmente.

Ahora, el cálculo de potencias permite la elección correcta de las resistencias en cuanto a potencia disipada, ya que, si no es así, la resistencia podría dañarse por una disipación excesiva de calor debido a la corriente que por ésta atraviesa; a continuación se realizará el cálculo de potencias para R1 y R2 usando la Ecuación (3) y (4) respectivamente.

Para R1, se tiene:

$$P(R1) = \frac{(V_{R1})^2}{R1} \quad (3)$$

$$P(R1) = \frac{1,25^2}{220}$$

$$P(R1) = 7mW$$

El voltaje que atraviesa la resistencia es $V_{ref} = V_{R1} = 1,25V$, y el valor de la resistencia es $R1 = 220\Omega$, después de hacer el cálculo respectivo se obtiene una potencia disipada en la resistencia $P(R1) = 7mW$; entonces se puede usar sin problemas una resistencia con una potencia de $1/4W$.

Para $R2$, se tiene:

$$P(R2) = \frac{(V_{R2})^2}{R2} \quad (4)$$

$$P(R2) = \frac{(3,3 - 1,25)^2}{360}$$

$$P(R2) = 11,67mW$$

De manera similar, el voltaje que atraviesa la resistencia en este caso es $V_{out} - V_{ref} = 3,3 - 1,25 = 2,05V$, y el valor de la resistencia es $R2 = 360\Omega$, después de hacer el cálculo respectivo se obtiene una potencia disipada en la resistencia $P(R2) = 11,67mW$; entonces se puede usar sin problemas una resistencia con una potencia de $1/4W$.

Por otro lado, el circuito de regulación de voltaje conformado por el circuito LM317t y sus elementos complementarios, tanto resistencia como condensadores, tendrán la función de alimentar con $3,3V$ tanto al módulo GPS, así como también al módulo NFC de una manera continua y estable.

De esta manera se verifica que el circuito integrado LM317t puede soportar cargas totales de hasta $1,5A$, y que el consumo máximo de corriente para el módulo GPS es de $45mA$ (ver Tabla 21), y además; para el módulo NFC, el consumo máximo de corriente será de $120mA$ (ver Tabla 15). Por lo tanto, el diseño de éste circuito de alimentación se adapta de manera correcta a los requisitos del proyecto, ofreciendo escalabilidad ya que permite conectar más módulos que funcionen para este valor de voltaje específico y no sobrepasen la corriente soportada por el circuito integrado regulador de voltaje.

Adicionalmente se calcula el coeficiente térmico θ del circuito regulador de voltaje LM317t, para verificar si es necesario o no adicionar un disipador de calor; para lo cual se parte de la ecuación que permite calcular el aumento de temperatura máximo permisible (Ver ANEXO 04.). En donde $T_{J(MAX)} = 125^{\circ}\text{C}$ y $T_{A(MAX)} = 25^{\circ}\text{C}$, luego reemplazando los datos en la Ecuación (5) se tiene:

$$T_{Rmax} = T_{J(MAX)} - T_{A(MAX)} \quad (5)$$

$$T_{Rmax} = 125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Rmax} = 100^{\circ}\text{C}$$

Considerando la Ecuación (5), ahora la potencia disipada se expresa en la Ecuación (6):

$$PD \text{ (Watts)} = (Vin - Vout) * IL \quad (6)$$

En dónde $Vin = 7,3V$, $Vout = 3,3V$, e IL es la suma de las cargas que al circuito regulador de voltaje se conectan; ahora reemplazando valores en la Ecuación (6) se obtiene:

$$PD \text{ (Watts)} = (7,3V - 3,3V) * (45mA + 120mA)$$

$$PD \text{ (Watts)} = 660mW$$

Con los valores de T_{Rmax} y PD calculados anteriormente, se obtiene el coeficiente térmico θ_{JA} , el cual representa el valor máximo permisible para la unión a la resistencia térmica ambiente mediante la Ecuación (7), así:

$$\theta_{JA} = \frac{T_{Rmax} (^{\circ}\text{C})}{PD \text{ (Watts)}} \quad (7)$$

$$\theta_{JA} = \frac{100^{\circ}\text{C}}{0,66W}$$

$$\theta_{JA} = 151,51^{\circ}\text{C}/W$$

Cabe señalar que si la resistencia térmica máxima permitida calculada θ_{JA} , es más alta que el valor presentado en el datasheet del fabricante, entonces no se necesita un disipador de calor; por el contrario, si la resistencia térmica máxima calculada es inferior a la capacidad real del dispositivo, es necesario reducir la disipación de potencia PD , ya sea añadiendo un disipador de calor o alguna combinación de estos.

Para el presente proyecto, el valor calculado es $\theta_{JA} = 151,51 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$, y el valor de referencia del datasheet es $\theta_{JA} = 23,3 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$, por lo tanto el valor calculado es mucho mayor al que presenta el fabricante, se puede concluir entonces, que no es necesario incluir un disipador de calor.

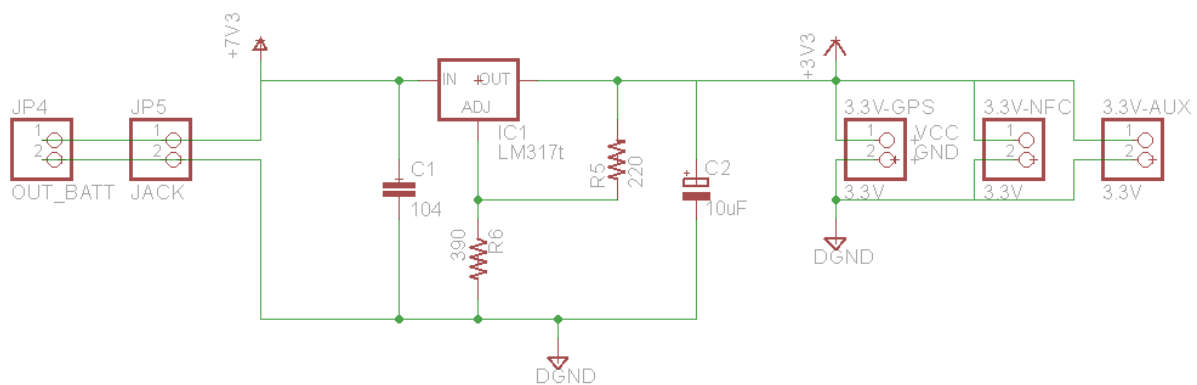


FIGURA 43. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE A 3,3V.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Por último, la Figura 43 muestra el diagrama eléctrico del circuito regulador de voltaje diseñado a 3,3V, en donde se puede observar que tiene como entrada un voltaje de 7,3V el cual proviene del módulo regulador de voltaje LM2596s y obteniendo finalmente tres salidas, una para la conexión del módulo GPS, otra para el módulo NFC y finalmente una salida auxiliar.

3.4.1.2. Circuito control de relé para seguros de puertas

Para el diseño del circuito control de relé que servirá para abrir o cerrar los seguros de las puertas del vehículo, se hace uso de dos circuitos similares de control de relé, uno servirá específicamente para subir los seguros de las puertas y otro para bajar.

3.4.1.2.1. Diseño del circuito control de relé para seguros de puertas

Para el diseño del circuito control de relé para seguros de puertas se utiliza el transistor 2N3904, su uso se debe a que éste tiene como característica principal la amplificación de corriente y conmutación, por lo que; el transistor se vuelve un dispositivo ideal para diseñar el circuito control de relé, además que actúa como un switch electrónico, permitiendo la correcta activación o desactivación del relé sea cual sea el caso.

Por otro lado, la corriente máxima de salida de un pin digital de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560 es de 20mA (ver Tabla 2), y; si se llegara a conectar el relé de manera directa, su activación podría dañar la placa electrónica.

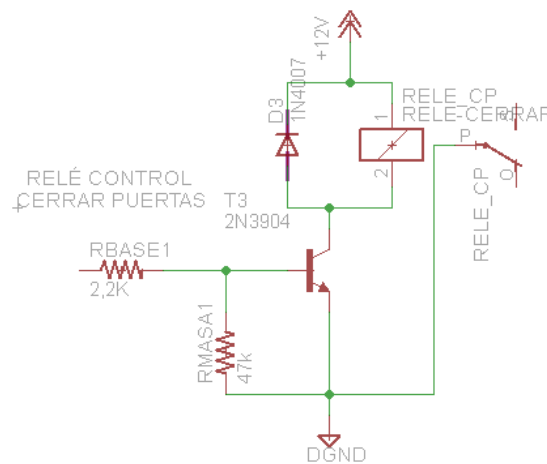


FIGURA 44. CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ PARA SEGUROS DE LAS PUERTAS DEL VEHÍCULO.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

En este sentido, el uso de un transistor NPN es la manera más sencilla para activar un relé con un circuito electrónico de control. El transistor, conectado de la forma como se muestra en la Figura 44, cierra el circuito poniendo a masa el terminal de la bobina del relé, mientras que el otro terminal se encuentra conectado al terminal positivo. Esta forma de conexión del

transistor permite tener voltajes de trabajo diferentes tanto para la parte de control (entrada de señal de control), como para la parte de tensión de alimentación del relé.

Para controlar el funcionamiento de un relé, se debe tener en cuenta que el voltaje de la Base del transistor debe superar los 0,6V para que éste entre en estado de saturación, actuando de esta manera como un switch electrónico; dejando circular la corriente entre Base y masa, llevando así al transistor al estado de conducción entre Colector y Emisor, cerrando el circuito de la bobina del relé y por lo tanto activándolo.

Los diodos rectificadores 1N4007 cumplen la función de absorber los picos de tensión de polaridad opuesta, dicho fenómeno ocurre cuando a través del transistor se desactiva el relé, lo cual interrumpe la corriente que pasa por la bobina y hace que el campo magnético presente en ella, induzca en la misma bobina; provocando que por un breve momento exista una tensión muy elevada de polaridad opuesta en los terminales, pudiendo de esta manera, llegar a dañar el transistor de control de relé. Para evitar este problema se hace uso de los diodos rectificadores, para el presente diseño se usa específicamente el diodo rectificador 1N4007, debido a que este ofrece un voltaje pico inverso de 700V, asegurando así un correcto funcionamiento del circuito.

Por otro lado, se debe calcular la resistencia de base del transistor, para este proceso se parte de la siguiente premisa:

$$V_{cc} = V_{be} + I_b * R$$

Luego, despejando términos; se obtiene la Ecuación (8) para calcular la resistencia de base:

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b} \quad (8)$$

Tomando en cuenta que la corriente de colector viene expresada por:

$$I_c = \beta * I$$

A continuación, despejando la corriente de base y considerando que β es igual a la ganancia del transistor H_{fe} , se obtiene:

$$I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

Por lo que, reemplazando I_b en la Ecuación (8), se tiene finalmente la expresión para calcular la resistencia de base:

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b}$$

$$R_b = \frac{(V_{cc} - V_{be}) * H_{fe}}{I_c} \quad (9)$$

Donde:

- **R_b** : Resistencia de base
- **V_{cc}** : Voltaje de control (5V de la salida del pin Arduino)
- **V_{be}** : Voltaje entre base-emisor (0,7v)
- **H_{fe}** : Ganancia en continua del transistor
- **I_c** : Corriente de colector, que es igual a la corriente del relé

Considerando el valor más bajo de ganancia de corriente continua del transistor 2N3904, el mismo que tiene un valor de 30 (Ver ANEXO 06.), así como un valor de consumo de corriente del relé de 70mA (para relés pequeños varían entre 50mA y 70mA, valores medidos de manera práctica), se asegura el correcto funcionamiento del circuito para cualquier tipo de relé de este tipo.

Por lo que, reemplazando valores en la Ecuación (9) sabiendo que el voltaje de control $V_{cc} = 5V$, voltaje base-emisor $V_{be} = 0,7V$, la ganancia del transistor $H_{fe} = 30$, y la corriente de colector $I_c = 70mA$, se obtiene una resistencia de base de:

$$R_b = \frac{(5V - 0,7) * 30}{70mA}$$

$$R_b = 1842 \Omega \approx 2,2k\Omega$$

El valor de 1842Ω , es un valor teórico considerado para fines de diseño, por lo que se toma el valor comercial más próximo, en este caso es de $2.2k\Omega$.

Para el cálculo de la potencia que atraviesa por la resistencia, se procede primero a calcular la corriente que atraviesa por la misma, así:

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Despejando I_b , queda la ecuación de la corriente de base.

$$I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

En donde β es la ganancia del transistor, representado por Hfe , entonces reemplazando este valor, queda la ecuación de la corriente de base de la siguiente forma:

$$I_b = \frac{I_c}{Hfe} \quad (10)$$

La corriente de base I_b descrita en la Ecuación (10), se obtiene de dividir la corriente de colector (que ahora es la corriente de la carga) cuyo valor es de $70mA$, para la ganancia del transistor (con un valor de 30), por lo que I_b es igual a $2,333mA$.

El voltaje de la resistencia de base, se obtiene mediante la siguiente Ecuación (11):

$$V_{Rb} = V_{cc} - V_{be} \quad (11)$$

Donde se tiene que el voltaje de control $V_{cc} = 5V$ y el voltaje entre base y emisor $V_{be} = 0,7V$, reemplazando los datos en la Ecuación (11), finalmente se tiene:

$$V_{Rb} = 5V - 0,7V$$

$$V_{Rb} = 4,3V$$

Una vez obtenido estos dos datos (V_{Rb} y I_b), se calcula la potencia de la resistencia de base, haciendo uso de la ley de ohm, expresada en la Ecuación (12):

$$P(Rb) = V_{Rb} * I_b \quad (12)$$

$$P(Rb) = 4,3V * 2,333mA$$

$$P(Rb) = 10,03mW$$

Después de haber realizado los cálculos respectivos y por razones comerciales, se debe usar una resistencia de base de $2,2K\Omega$ con una potencia de $1/4W$.

Adicionalmente, se debe incluir por razones de seguridad una resistencia de masa, ésta sirve para evitar que el transistor pueda activar en modo errático el relé, si la entrada de control se encuentra en un estado indefinido. Con una resistencia de masa se garantiza que la base del transistor se encuentre siempre con un nivel de tensión bien definido. El valor de la resistencia no es crítico, pero conviene que sea bastante grande para no alterar el cálculo de la resistencia de base. Por ejemplo, se puede usar valores de $47K\Omega$ o $100K\Omega$.

La potencia de la resistencia de masa se calcula primeramente verificando el voltaje que atraviesa por este, el cual es igual al voltaje base – emisor $V_{be} = 0,7V$.

Con un valor de resistencia de $47k\Omega$ y haciendo uso de la Ecuación (13), se puede encontrar la potencia:

$$\begin{aligned} P(masa) &= \frac{V_{be}}{R_{masa}} && (13) \\ P(masa) &= \frac{0,7V}{47K\Omega} \\ P(masa) &= 14,893\mu A \end{aligned}$$

Dado este cálculo se puede concluir que la resistencia de masa tendrá un valor de $47k\Omega$ con una potencia de $1/4W$ para garantizar el correcto funcionamiento.

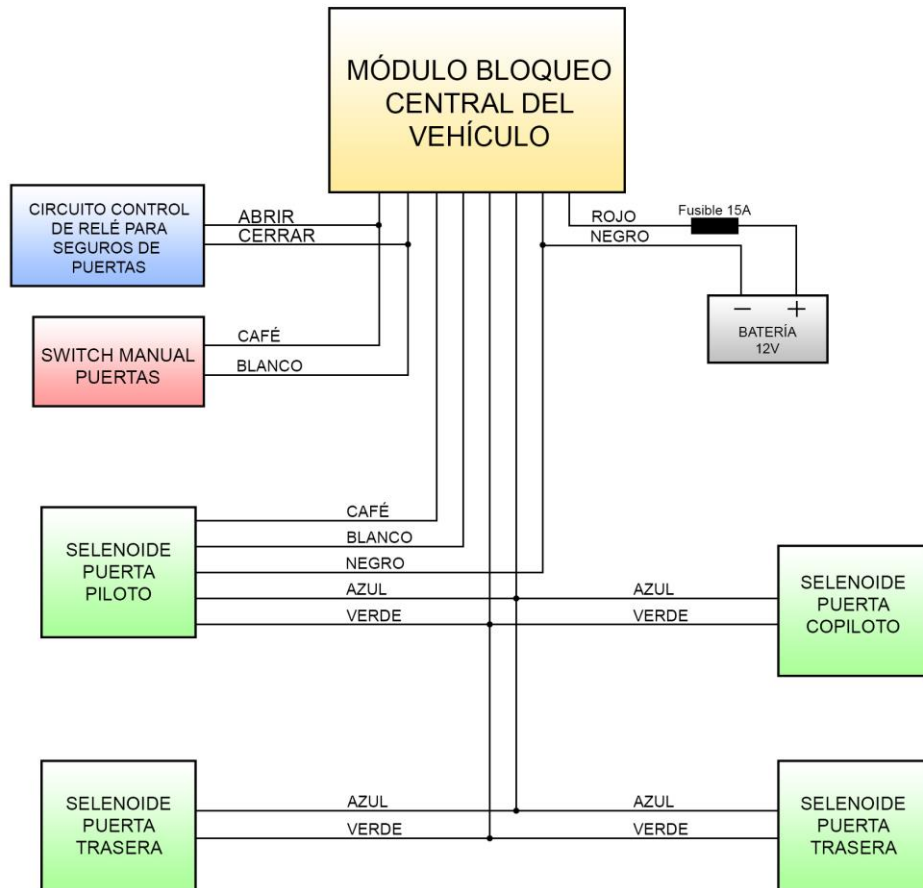


FIGURA 45. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ DE PUERTAS AL MÓDULO DE BLOQUEO CENTRAL DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

En la Figura 45, se muestra el esquema propuesto para la conexión de los dos circuitos de control de relé hacia el módulo de bloqueo central de puertas del vehículo, teniendo en cuenta que este es un sistema pre instalado en la mayoría de los vehículos, entonces; el modo de conexión se lo realiza en paralelo para cada una de las señales de control provenientes de la placa Shield interfaz; una señal que se refiere a la acción de abrir puertas y la otra a la acción de cerrar puertas.

3.4.1.3. Circuito control de relé para la bomba de gasolina

En este apartado se procede a realizar el diseño del circuito control de relé, el cual permite controlar la activación o desactivación de la bomba de gasolina, para esto se hace uso del transistor TIP31C como elemento principal, el procedimiento de diseño es similar al expuesto

en la Figura 44, pero con la diferencia que el circuito control de relé para la bomba de gasolina permite el control de relés más grandes, como es en el caso de los automotrices, los cuales necesitan una mayor corriente para su activación.

3.4.1.3.1. Diagrama de flujo de la función llave en contacto

La Figura 46 muestra el diagrama de flujo correspondiente a la función llave en contacto, la cual permite autorizar el encendido del vehículo si se encuentra en estado de contacto, además si la lectura de la tarjeta o llavero MIFARE mediante el lector NFC son correctos y por último si el vehículo no se encuentra en estado de bloqueo.

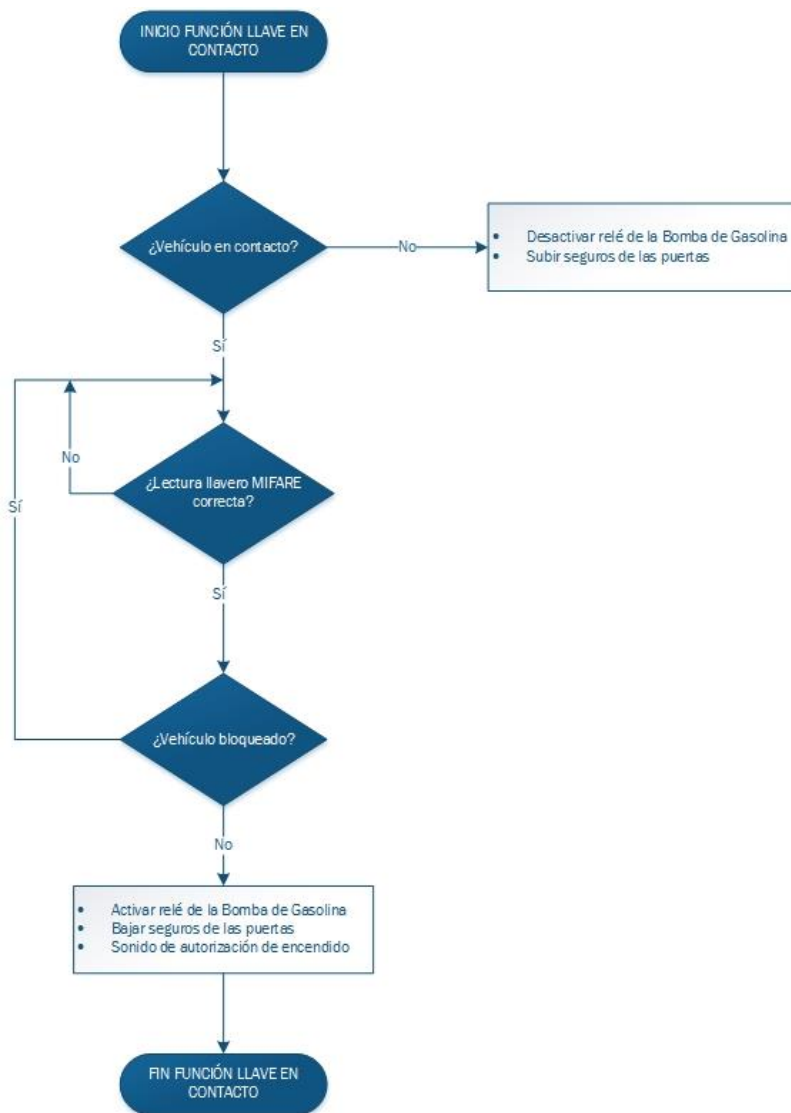


FIGURA 46. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN LLAVE EN CONTACTO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1.3.2. Diseño del circuito control de relé para la bomba de gasolina

En la Figura 47 se muestra el diagrama del circuito control de relé para la bomba de gasolina propuesto.

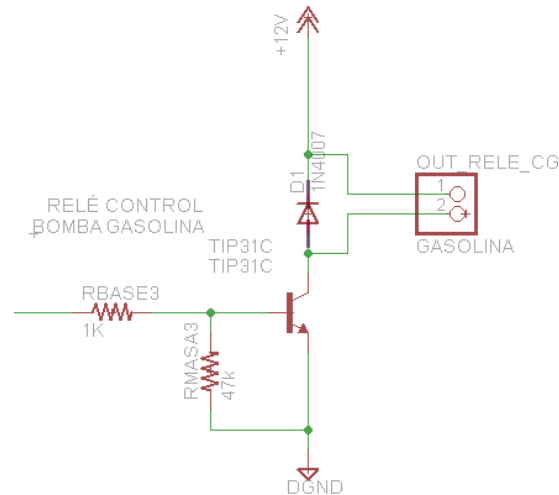


FIGURA 47. CIRCUITO DE CONTROL DE RELÉ UTILIZANDO UN TRANSISTOR NPN TIP31C.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

El cálculo de la resistencia de base del circuito control de relé para la bomba de gasolina se realiza de manera similar al procedimiento empleado en el apartado 3.4.1.2.1, en base a la Ecuación (9). De esta manera, ahora la corriente de colector o lo que es lo mismo la corriente que consume el relé para su activación, que en este caso es de $135mA$ (Valor medido de manera práctica), adicionalmente se tiene como dato que la ganancia mínima del transistor TIP31C es $Hfe = 25$, (Ver ANEXO 01.), el voltaje de control es $V_{cc} = 5V$ (el cual proviene de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560), y por último el voltaje entre base-emisor $V_{be} = 0,7V$, luego reemplazando estos datos en la Ecuación (9), finalmente se obtiene:

$$R_b = \frac{(5V - 0,7) * 25}{135mA}$$

$$R_b = 769,29\Omega \approx 1k\Omega$$

El voltaje de la resistencia de base se calcula con la Ecuación (11), y reemplazando los datos se tiene:

$$V_{R_b} = 5V - 0,7V$$

$$V_{Rb} = 4,3V$$

Una vez con estos dos datos, se calcula la potencia, haciendo uso de la ley de ohm con la Ecuación (14):

$$P(Rb) = \frac{V_{Rb}^2}{Rb} \quad (14)$$

$$P(Rb) = \frac{4,3V^2}{769,29\Omega}$$

$$P(Rb) = 24mW$$

Después de realizar los cálculos respectivos y por razones comerciales, se determina utilizar una resistencia de base de $1K\Omega$ con una potencia de $1/4W$.

Para obtener el valor de la resistencia de masa se calcula de manera similar al procedimiento anterior, por lo que la resistencia de masa tendrá un valor de $47k\Omega$ con una potencia de $1/4W$, con esto se garantiza un correcto funcionamiento del circuito.

Como entrada se tiene la señal de control, la cual proviene de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560 y como salida se tiene un slot que permite la conexión del relé automotriz, este tiene la función de activar o desactivar la alimentación que hace funcionar la bomba de gasolina para autorizar o no el encendido del vehículo.

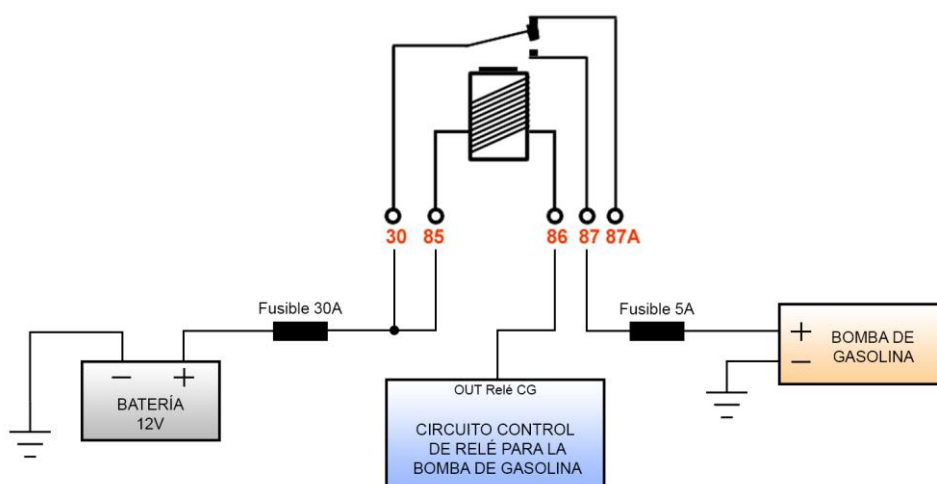


FIGURA 48. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO CONTROL DE RELÉ A LA BOMBA DE GASOLINA.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

En la Figura 48 se muestra el esquema utilizado para la conexión del relé automotriz a la bomba de gasolina, en donde se puede observar que existe una sola salida del circuito control de relé para la bomba de gasolina, siendo conectada al pin 86 del relé y tomando para el pin 85 un voltaje directo de 12V proveniente de la batería principal del vehículo; por otro lado se tiene como salida el pin 87 que es conectado a la alimentación de la bomba de gasolina, previamente conectado a un fusible de 5A para la protección de la misma.

3.4.1.4. Control de contacto a 12V

La etapa de Control de Contacto a 12V es la que se encarga de hacer uso del voltaje proporcionado por el sistema de encendido del vehículo, formado principalmente por el circuito de la llave de contacto, el cual permite el paso o no del voltaje para alimentar al motor de arranque. Dado esto, se hace uso de ese voltaje trasladándolo directamente a la placa Shield Interfaz, para luego ser regulado a un voltaje de 5V y poder ser usado por el Sistema de Control.

El diseño del circuito control de contacto formado principalmente por el regulador de voltaje LM7805 se lo puede observar en Figura 51.

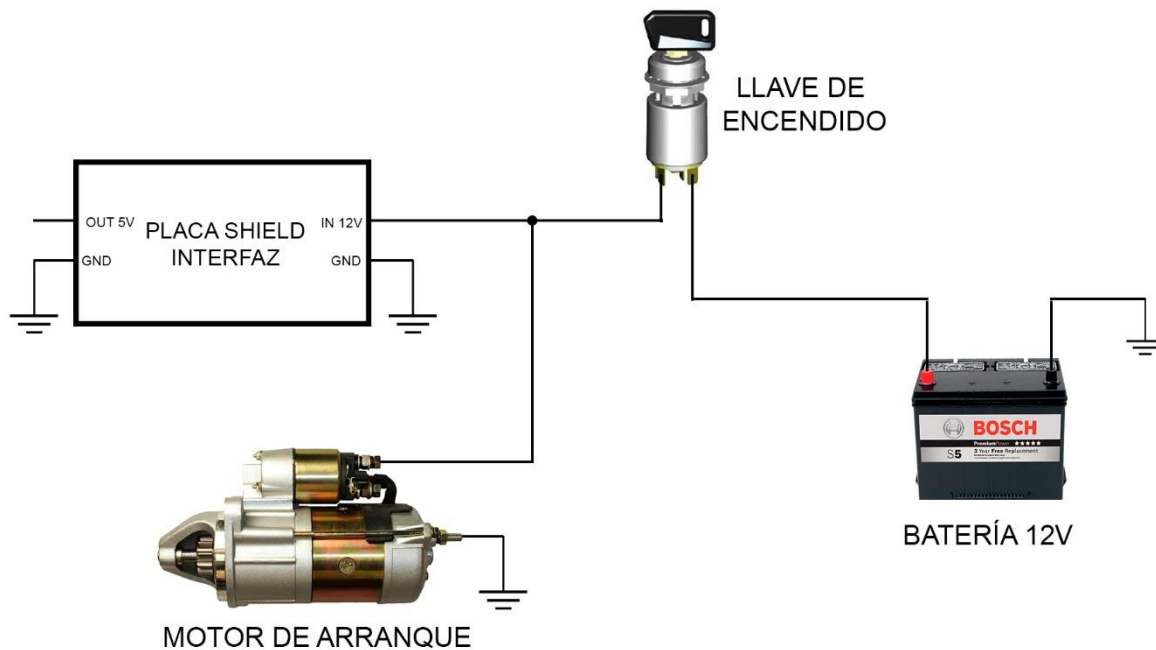


FIGURA 49. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO DEL VEHÍCULO HACIA LA PLACA SHIELD INTERFAZ.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 49 permite observar el esquema de conexión de la salida de voltaje proporcionado por el circuito de la llave de contacto hacia la placa Shield Interfaz, en donde se puede observar que se hace una conexión en paralelo desde el cable que alimenta al motor de arranque del vehículo proveniente del circuito de la llave de encendido, para luego ser llevada al pin de contacto de la placa Shield Interfaz para su posterior regulación de voltaje a 5V.

3.4.1.5. Botón de pánico

El botón de pánico es un elemento fundamental en el diseño del prototipo, dado que este se usa para situaciones de emergencia en el caso que el tripulante del vehículo lo requiera.

3.4.1.5.1. Diagrama de flujo de la función pulsador pánico

La Figura 50 permite observar el diagrama de flujo correspondiente a la función pulsador pánico, esta permite primeramente enviar un SMS de alerta en conjunto con una llamada a un número de emergencia previamente configurado, siempre y cuando el botón de pánico haya sido presionado por dos segundos.



FIGURA 50. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN PULSADOR PÁNICO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

El botón se encontrará instalado en el interior del vehículo de manera oculta, de esta forma solamente el usuario autorizado a usar el vehículo sabrá su ubicación, para con esto evitar posibles activaciones de manera errónea por parte de cualquier otro tripulante; por otro lado, el número configurado como de emergencia es elegido por parte del usuario y programado por el desarrollador del prototipo.

En la Figura 54 se puede observar el diagrama de conexión del botón de pánico, cabe recalcar que este forma parte de la placa Shield Interfaz, debido a que este interactúa directamente con el usuario.

3.4.1.6. Buzzer

El buzzer o zumbador en si es un transductor electro acústico que produce un zumbido o sonido continuo o intermitente según sea necesario, para el prototipo es un dispositivo importante, dado que este ayuda al usuario a informar mediante la emisión de sonidos el estado de varios parámetros del vehículo, el diagrama de conexión del buzzer se puede observar en la Figura 54, además la Tabla 17 permite observar los diferentes sonidos que produce el buzzer con su respectiva descripción.

TABLA 17. EMISIÓN DE DIFERENTES TONOS MEDIANTE EL BUZZER.

N° pitidos	Duración total	Descripción
2	400ms	Alimentación correcta del prototipo
2	1100ms	Correcta inicialización de todos los módulos
3	300ms	Recepción correcta de los primeros datos GPS
3	600ms	- Autorización de encendido y desbloqueo del vehículo, mediante aplicación Android - Lectura correcta de tarjeta o llavero de identificación

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1.7. Elaboración del diagrama eléctrico

Para el diseño del diagrama eléctrico se hizo uso del software Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) en la versión 7.2, debido a que es un software potente que permite tanto a estudiantes como profesionales diseñar circuitos impresos en conjunto con el diagrama eléctrico. La Figura 51 muestra el diagrama eléctrico de la placa Shield Interfaz.

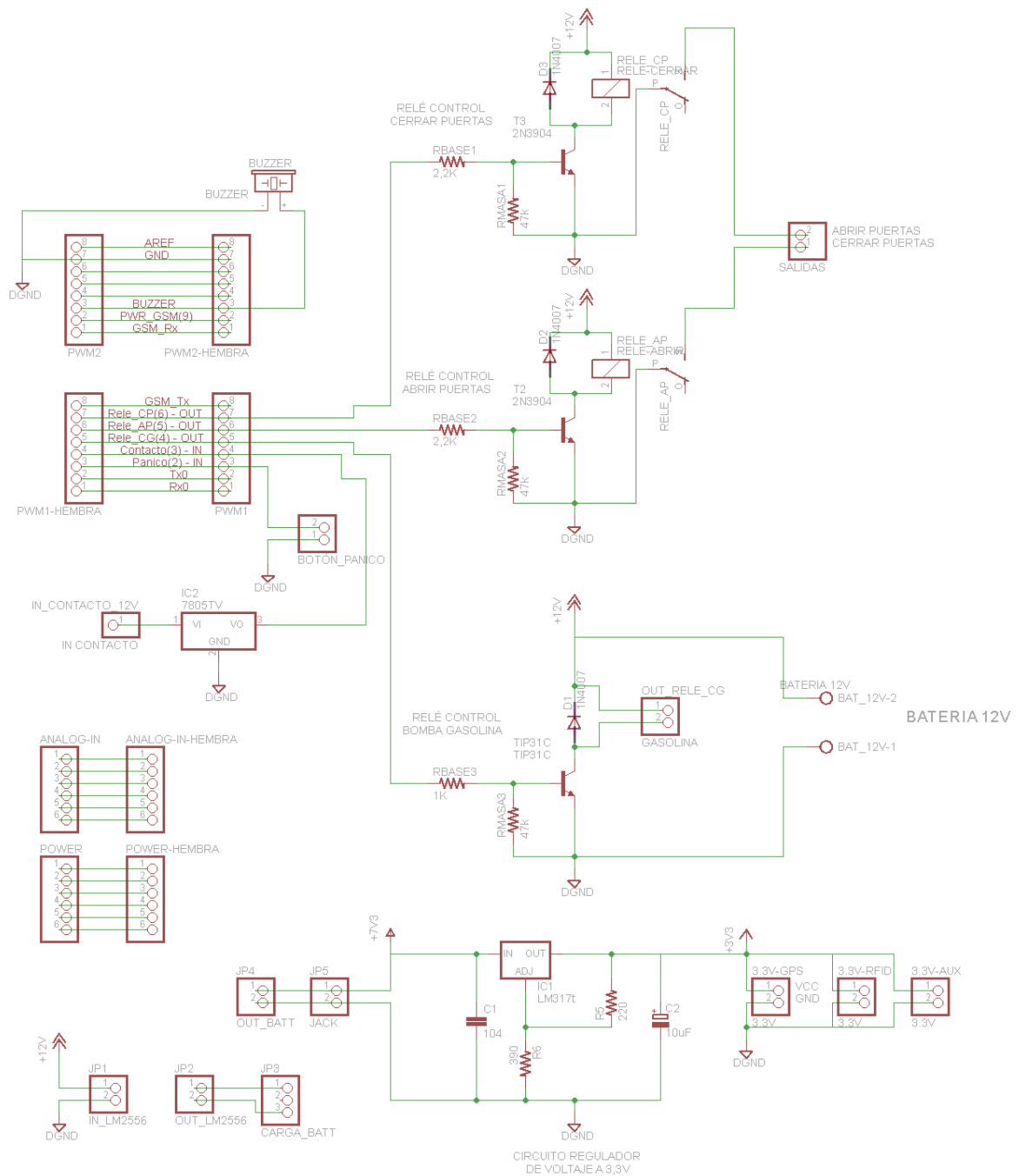


FIGURA 51. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1.8. Elementos utilizados en la placa interfaz

Para la elaboración de la placa Shield interfaz se utilizaron los diferentes elementos que se presentan en la Tabla 18:

TABLA 18. ELEMENTOS USADOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.

Cantidad	Componente	Características
2	Transistor NPN	2N3904
3	Diodos rectificadores	1N4007
1	Condensador electrolítico	10uF – 16V
1	Condensador cerámico	0,1uF
2	Relés	12V
1	Regulador de voltaje	LM317t
1	Transistor de potencia	TIP31C
1	Regulador de voltaje	LM7805
1	Resistencias	1K Ω - 1/4W
3	Resistencias	47K Ω - 1/4W
2	Resistencias	2.2 K Ω - 1/4W
1	Resistencias	220 Ω - 1/4W
1	Resistencias	390 Ω - 1/4W
1	Buzzer	5V
2	Juegos de espadines	Macho
2	Juegos de espadines	Hembra
1	Bornera	2 pines

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1.9. Circuito impreso de la placa Shield Interfaz

Después de haber diseñado el diagrama eléctrico y de haber descrito los diferentes circuitos que este conforma, se procede a continuación a elaborar el circuito impreso que, a través de la interconexión de elementos por medio de pistas dibujadas de manera manual mediante el software Eagle, se obtiene al final el diseño que servirá para posteriormente usarlo en la elaboración de la baquelita. La Figura 52 muestra el circuito impreso final con pistas ruteadas:

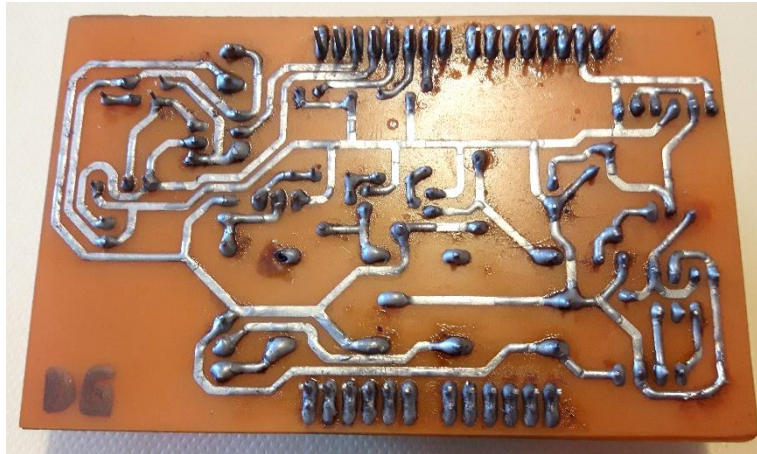


FIGURA 52. DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

En la Figura 53 se muestra la disposición de elementos en la baquelita, permitiendo de esta manera soldar los elementos de manera correcta.

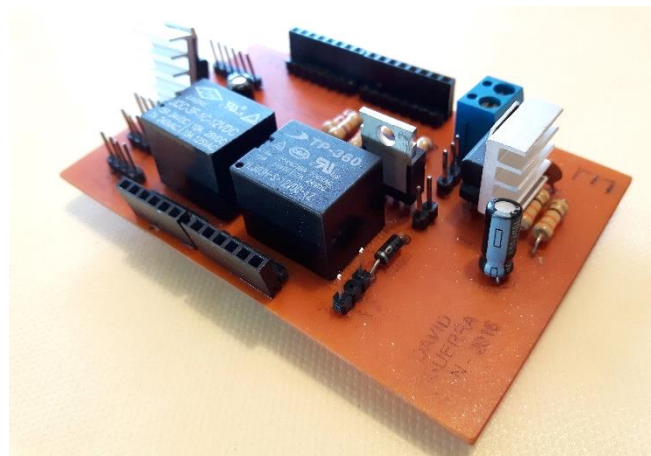


FIGURA 53. ESQUEMA DE ELEMENTOS DE LA PLACA SHIELD INTERFAZ.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.4.1. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

El Sistema de Seguridad está conformado por dos sistemas, cada uno de los cuales cumple una función específica, en donde el Sistema de Control es el que se encarga de enviar las acciones para que el Sistema de Seguridad las ejecute, la Figura 54 permite observar el diagrama electrónico del Sistema de Seguridad.

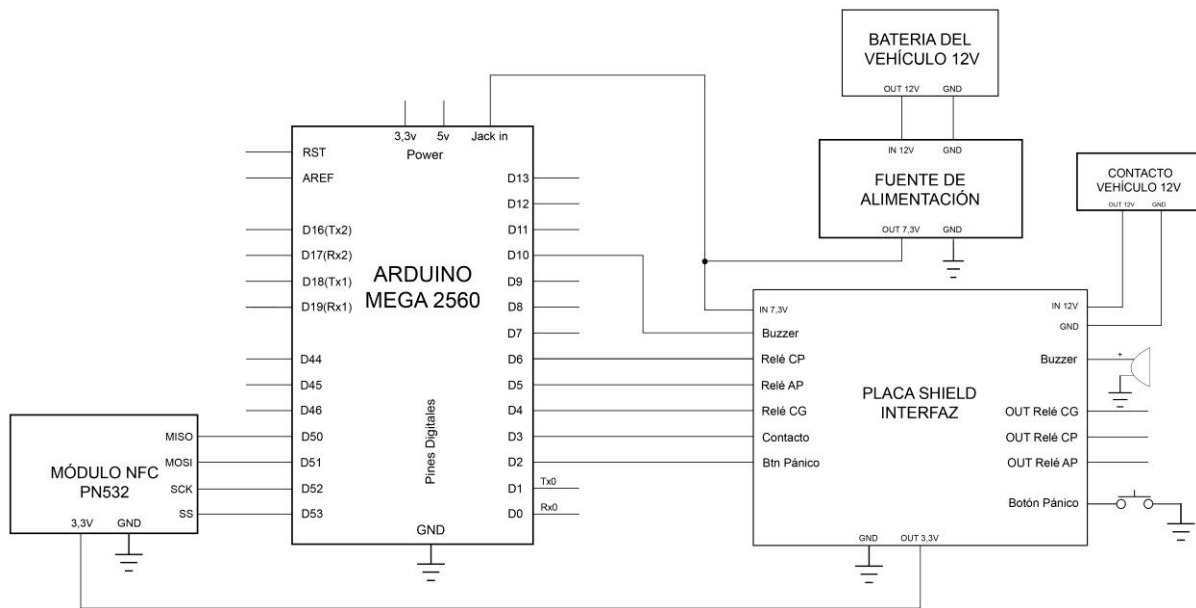


FIGURA 54. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

El Sistema de Seguridad es una de las etapas más importantes para el desarrollo del proyecto, dado que en este se interconectan la mayoría de dispositivos que conforman la totalidad del prototipo, este cumple funciones importantes que permiten la interacción entre los dispositivos propios del vehículo, los cuales son, el módulo de bloqueo central de puertas, así como también la bomba de gasolina; por otro lado permite regular y suministrar del voltaje y corriente necesarios a los módulos NFC y GPS, también realiza la regulación de voltaje del control de contacto del vehículo que es de 12V a 5V para poder ser controlado por la placa Arduino Mega 2560, también aquí se conecta el botón de pánico que sirve para situaciones de emergencia por parte del usuario, y por último permite hacer la conexión del buzzer, el cual permite emitir sonidos informando el estado del vehículo.

3.5. BLOQUE DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM

El Sistema de Comunicación GSM para el prototipo tiene como objetivo transportar las solicitudes y respuestas que se generan tanto por parte del usuario mediante la aplicación Android instalada en el teléfono celular, así como también por el Sistema de Control que está formado fundamentalmente por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

El Sistema de Comunicación GSM está diseñado para reconocer al o los usuarios registrados previamente en base al número celular, esto quiere decir que, si la aplicación Android fuese instalada en otro Smartphone que no estuviese registrado en el sistema del vehículo, tratando este de hacer un uso indebido de las funciones que el prototipo ofrece, entonces las solicitudes enviadas por parte del infiltrado, serían rechazadas automáticamente.

El Sistema de Comunicación GSM está conformado por el Módulo de Comunicación GSM Shield SIM900, el cual posee un número de telefonía móvil propio, debido a que el módulo en su interior tiene la posibilidad de insertar una tarjeta SIM.

En la Figura 55 se observa el diagrama de bloques del Sistema de Comunicación GSM, en donde se evidencia que existe la etapa del Módulo GSM Shield SIM900 que posteriormente se realizará la explicación correspondiente.



FIGURA 55. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Es necesario mencionar que este bloque se encuentra directamente conectado al Sistema de Alimentación y al Sistema de Control conformado principalmente por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

3.5.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN RECEPCIÓN SMS

La Figura 56 permite observar el diagrama de flujo correspondiente a la función de recepción de mensajes SMS, estos mensajes permiten realizar las diferentes acciones correspondientes a cada uno de los mensajes que son receptados por el prototipo.

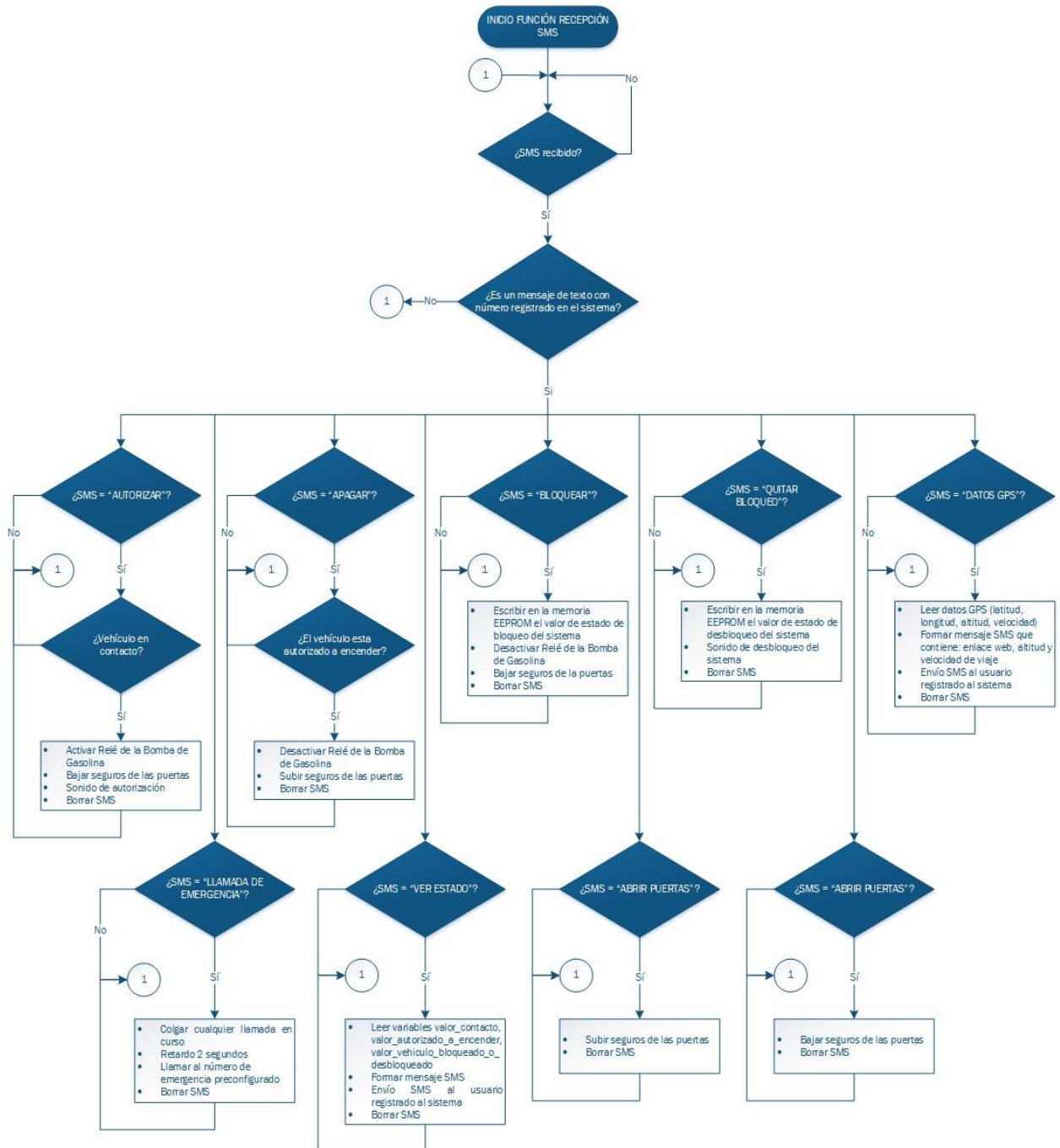


FIGURA 56. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FUNCIÓN RECEPCIÓN SMS.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Dada las condiciones detalladas anteriormente y haciendo énfasis a la Tabla 10, se ha elegido el Módulo de Comunicación GSM Shield SIM900, debido a que los servicios GSM que ofrece son más económicos a comparación de los demás estándares, además se lo puede encontrar en el mercado local sin dificultad alguna, también porque posee total compatibilidad con la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560, evidenciando que los pines de conexión se adaptan de manera fácil al diseño del prototipo, contando además con una fácil configuración ya que se lo realiza a través de comandos AT o mediante librerías diseñadas específicamente para este módulo.



FIGURA 57. MÓDULO GPRS/GSM SHIELD v2 SIM900.

FUENTE: GEEETECH (2015). *GPRS SHIELD V2.0*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.GEEETECH.COM/WIKI/INDEX.PHP/GPRS_SHIELD_V2.0](http://www.geeetech.com/wiki/index.php/GPRS_Shield_V2.0)

El bajo de consumo energético, tamaño reducido, soporte cuatribanda y el Jack 2 en 1 de auriculares lo hacen la mejor elección como módulo de comunicación GSM para usarlo en el prototipo a desarrollar, la Figura 57 muestra de manera gráfica el módulo de comunicación GSM Shield SIM900.

En la Tabla 19 se muestran las principales características del Módulo de Comunicación GSM Shield SIM900 con su respectiva descripción:

TABLA 19. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE COMUNICACIONES GSM/GPRS SIM900.

Características	Descripción
Bandas de operación	850/900/1800/1900MHz
Voltaje de alimentación	5V
Consumo de energía	Modo Sleep: 1,5mA Continuo: 500mA

	Máximo: 2A
Antena	Externa tipo PCB
Potencia de transito	30dBm (1W)
Protocolos soportados	TCP/UDP
Comunicación serial	Variable, por defecto 9600 baudios
Set de comandos	Control total con comandos AT
Auriculares/micrófono	Jack 3.5mm 2 en 1
SIM	Bandeja externa

FUENTE: GEEETECH (2015). *GPRS SHIELD V2.0*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.GEEETECH.COM/WIKI/INDEX.PHP/GPRS_SHIELD_V2.0](http://www.geeetech.com/wiki/index.php/GPRS_Shield_V2.0)

3.5.1. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM

La conexión del módulo se lo realiza mediante la comunicación serial UART, a través de los pines de transmisión y recepción, en la Tabla 20 se muestra la distribución de pines usados para la conexión del módulo de comunicación GSM, así como la descripción de cada uno de ellos:

TABLA 20. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO GPRS/GSM SHIELD v2 SIM900.

Pines	Conexión	Descripción
D7	Pin 19 de la placa Arduino Mega 2560 (Rx1)	Pin de recepción de la comunicación por software serial del módulo
D8	Pin 18 de la placa Arduino Mega 2560 (Tx1)	Pin de transmisión de la comunicación por software serial del módulo
VCC	Salida 5V de la Placa Arduino Mega 2560	Alimentación del módulo a 5V a través del propio Arduino
GND	Masa de la Placa Arduino Mega 2560	Tierra del módulo a través del propio Arduino

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Los pines de conexión usados en la placa Arduino Mega 2560 no coinciden exactamente con el Módulo de Comunicación GSM Shield SIM900 al montarlo de manera vertical uno

sobre otro, por lo cual es necesario hacer un puente de conexión, los pines usados son 18 para transmisión y 19 para recepción en la placa Arduino, y los pines 7 para recepción y 8 para transmisión en el módulo GSM.

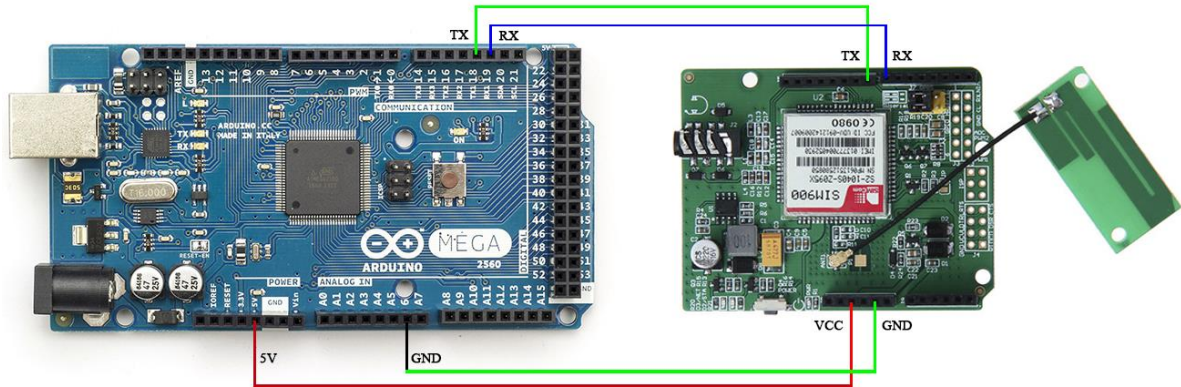


FIGURA 58. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN GSM AL ARDUINO MEGA 2560.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 58, muestra el esquema de conexión usado en la conexión física del Sistema de Comunicación GSM y el Sistema de Control conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

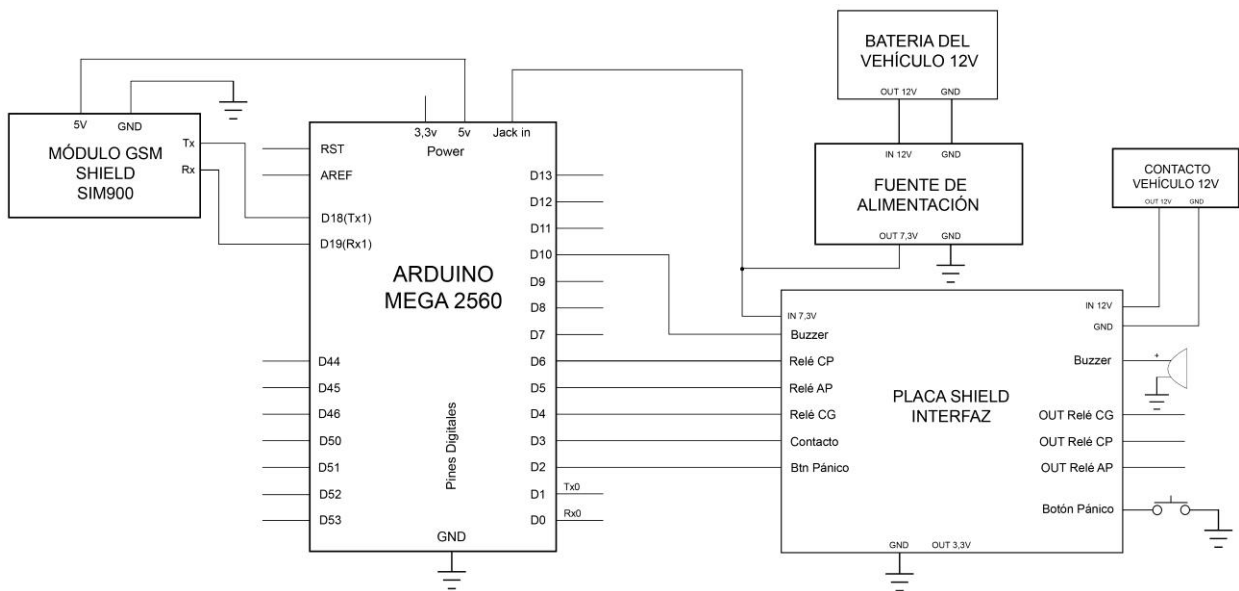


FIGURA 59. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 59 muestra el diagrama electrónico de interconexión del módulo GSM hacia la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560, entonces el Sistema de comunicación

GSM permite realizar el transporte de las solicitudes por parte del usuario y ser receptadas por parte del módulo GSM, o si fuese el caso de manera viceversa, hacer el envío por parte del módulo GSM y receptorlas por parte del usuario, sea cual sea el caso.

3.6. BLOQUE DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN

El Sistema de Localización es el encargado de recibir las señales enviadas por los satélites GPS en órbita, este bloque recibe dicha información de manera periódica de tal manera que esté siempre disponible para cuando sea necesario conocer la ubicación del vehículo, dicha información recibida es enviada al Sistema de Control el cuál la procesa y la convierte en un formato predefinido, para de esta manera poder ser enviada al usuario cuando este lo solicite, la solicitud de localización por parte del usuario se lo realiza a través de la aplicación Android instalada en el Smartphone del usuario registrado al sistema, una vez realizada la solicitud, el Sistema de Control mediante el Sistema de Comunicación GSM enviará la respuesta al usuario en formato SMS, mostrando un link con la ubicación GPS, mostrando además la velocidad de viaje y altura a nivel del mar del vehículo. La Figura 60 permite observar el diagrama de bloques del Sistema de Localización, en donde se evidencia que existe la etapa del Módulo Receptor GPS NEO-6M, este módulo posteriormente se explicará como en el caso de los sistemas anteriores.

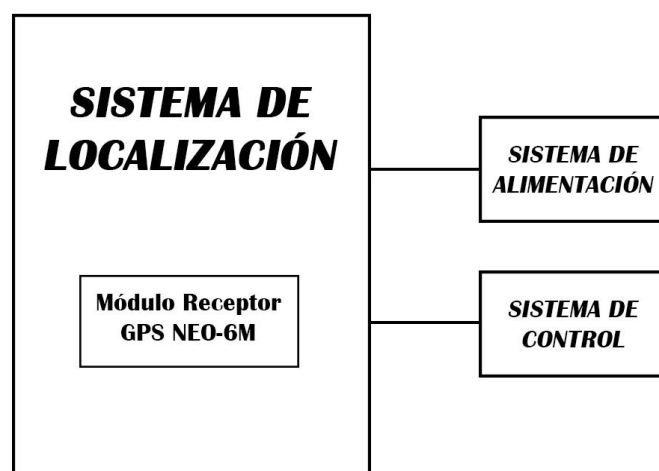


FIGURA 60. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Es meritorio decir que este bloque se encuentra directamente conectado al Sistema de Alimentación y al Sistema de Control conformado principalmente por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560, como en el caso del Sistema de Comunicación GSM.

Para el desarrollo del presente proyecto se hizo uso del módulo GPS NEO-6M, se eligió especialmente este módulo GPS debido a la disponibilidad en el mercado ecuatoriano, en donde es de fácil adquisición y su costo moderadamente bajo, además el módulo NEO-6M proporciona un alto rendimiento gracias a su alta sensibilidad y temperatura de operación, permite obtener datos de altitud, longitud, velocidad, altitud, entre otros, datos imprescindibles para el desarrollo del proyecto, por otro lado, ha sido diseñado para trabajar con un bajo consumo energético, además de ser de tamaño pequeño como permite observar la Figura 61, lo que lo vuelve apto para ser adaptado a este prototipo.

El módulo se adapta perfectamente al hardware del prototipo, debido a la comunicación serial UART que este proporciona, además el voltaje de alimentación que este necesita para su funcionamiento es flexible y varía de entre 3,3V a 6V (VER Tabla 21).



FIGURA 61. MÓDULO GPS NEO-6M.

FUENTE: MAKE NATION (2014). *UBLOX NEO-6M GPS MODULE AND 25MM ANTENNA*. RECUPERADO DE: [HTTPS://WWW.MAKENATION.CO.UK/SHOP/UBLOX-NEO-6M-GPS-MODULE-AND-25MM-ANTENNA/](https://www.makenation.co.uk/shop/ublox-neo-6m-gps-module-and-25mm-antenna/)

Las características principales del Módulo de Localización GPS NEO-6M se muestran en la Tabla 21 a continuación:

TABLA 21. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO RECEPTOR GPS NEO-6M.

Características	Descripción
Comunicación	Serial (UART)
Voltaje de alimentación	3,3 – 6V
Consumo de energía	Rastreo: 30mA Adquisición: 45mA
Antena	Cerámica activa incluida
Indicador de estado	LED
Tamaño	22x22mm (antena) 23x30mm (módulo)
Frecuencia de actualización de datos	1Hz
Límites de operación	Altitud (18000m) Velocidad (515 m/s)
Sensibilidad	Captura (-148dBm) Rastreo (-161dBm)
Frecuencia de recepción	L1 (1575,42 Mhz)
Temperatura de operación	-40 °C a 85 °C

FUENTE: ADDICORE (2016). *NEO-6M GPS MODULE WITH EEPROM*. RECUPERADO DE:
[HTTP://WWW.ADDICORE.COM/NEO-6M-GPS-P/231.HTM](http://www.addicore.com/NEO-6M-GPS-P/231.htm)

3.6.1. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN

La conexión del Módulo de Localización GPS NEO-6M se lo realizó mediante la comunicación serial UART con los pines de transmisión y recepción, la Tabla 22 ilustra la distribución de pines para la interconexión respectiva con el Sistema de Control que está conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

TABLA 22. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO NEO-6M.

Pines	Conexión	Descripción
VCC	Salida 3,3V de la Placa Shield Interfaz	Alimentación del módulo
GND	Masa de la Placa Shield Interfaz	Tierra del módulo
RX	Pin 16 Arduino Mega	Recepción de datos
TX	Pin 17 Arduino Mega	Transmisión de datos

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Los pines usados en la placa Arduino Mega 2560 son, el pin 16 para la recepción de información y el pin 17 para la transmisión de los datos correspondientes del módulo GPS NEO-6M.

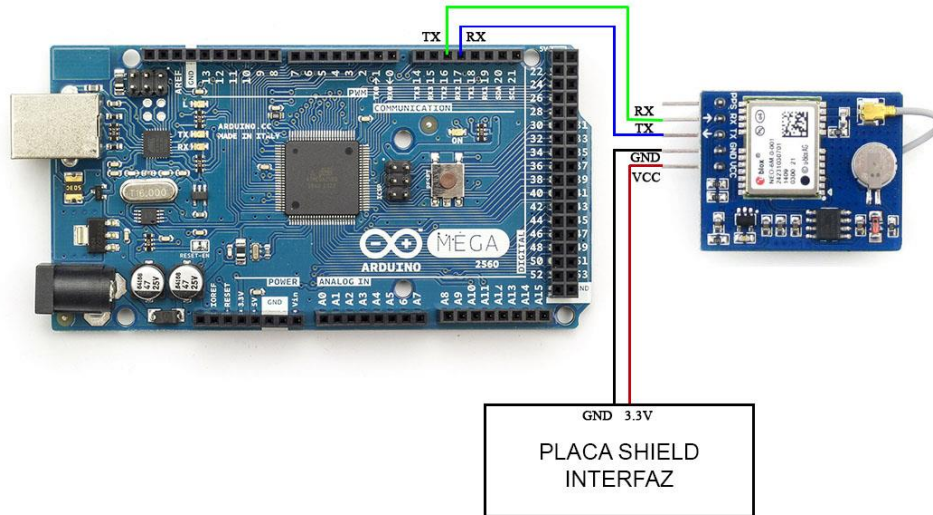


FIGURA 62. ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO GPS NEO-6M AL ARDUINO MEGA 2560.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 62, muestra el esquema de conexión usado en la conexión física del Sistema de Localización GPS y el Sistema de Control conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560.

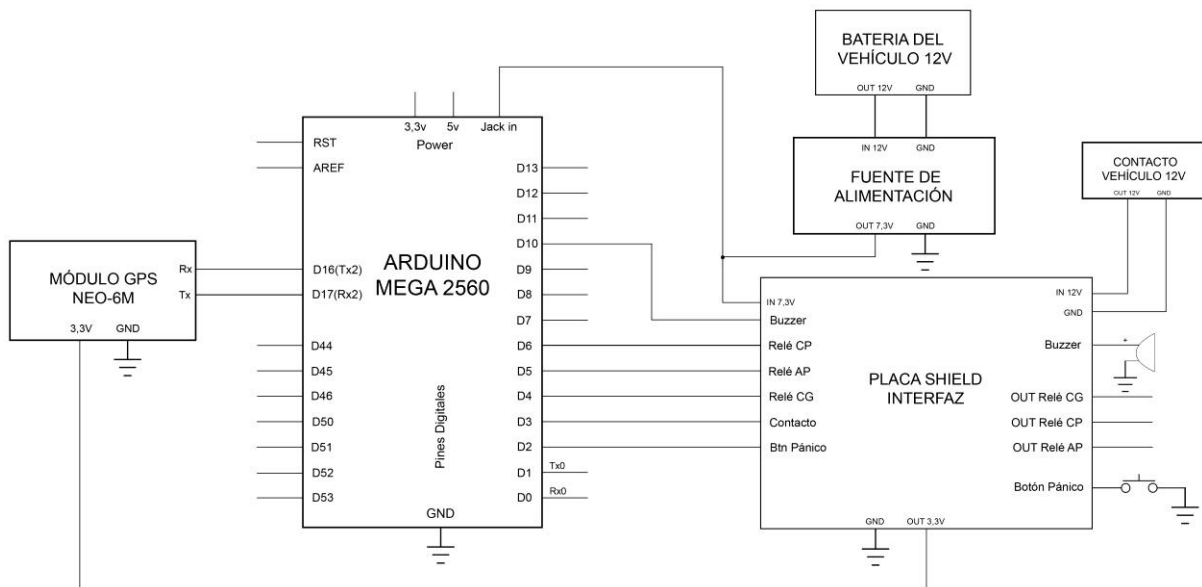


FIGURA 63. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

El Sistema de Localización se conforma por el módulo de localización GPS NEO-6M, el cual permite obtener de manera rápida y fácil las coordenadas GPS, además datos adicionales como velocidad de viaje y altura a nivel del mar, la Figura 63 muestra el diagrama electrónico que conforma el Sistema de Localización.

3.7. BLOQUE DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El Sistema de Alimentación es el encargado de suministrar el voltaje necesario a cada uno de los dispositivos y módulos que conforman la totalidad del prototipo, se encuentra distribuido en varias etapas, las cuales cumplen una funcionalidad específica. Una característica especial es aquella que permite al prototipo continuar el funcionamiento normal para la función de GPS y el servicio de llamadas en un tiempo determinado por la capacidad de la batería de backup, en el caso de que la batería del vehículo fuese desconectada.

El Sistema de Alimentación se conforma por dos etapas, la Figura 64 permite observar el diagrama del sistema de alimentación con cada uno de los bloques que lo conforman.

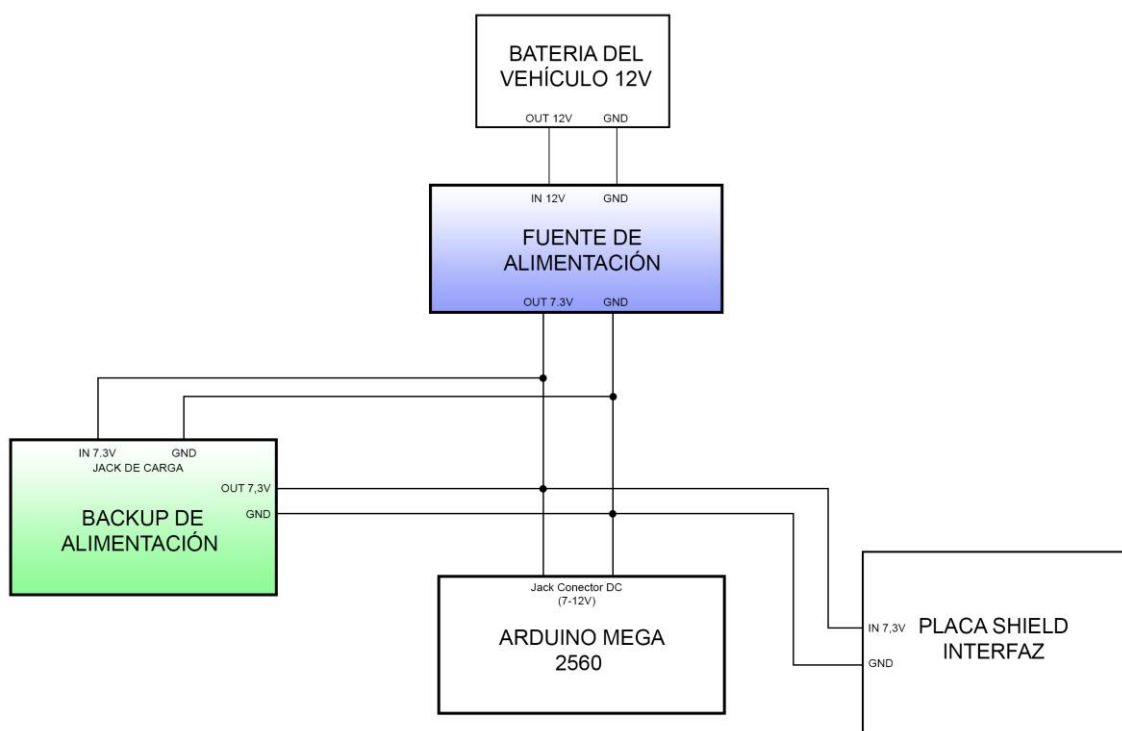


FIGURA 64. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Existen dos etapas que conforman la totalidad del sistema de alimentación, como se describe a continuación:

- La fuente de alimentación principal a 7,3V, el cual está formado por el módulo regulador de voltaje LM2596s, este alimenta al Sistema de Control a través del Jack conector para luego ser regulado a 5V de manera interna por la placa Arduino Mega 2560; además alimenta a la placa Shield Interfaz para realizar la regulación a 3,3V y posterior suministro de voltaje a los módulos GPS y NFC, y por último alimenta a la batería de backup para su constante carga.
- El backup de alimentación conformado por una batería de litio a 7,4V que está conectada directamente al Sistema de Control y a la placa Shield Interfaz.

3.7.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación es una etapa muy importante, debido a que esta recibe el voltaje que proporciona la batería del vehículo que es de 12V, donde luego lo reduce y regula al voltaje necesario para el funcionamiento del prototipo.

3.7.1.1. Análisis de consumo de energía

En este apartado se realiza un análisis de consumo de energía de los diferentes dispositivos que conforman la totalidad del prototipo. Por una parte, se analizará el caso extremo, en el cual todos los dispositivos estén en pleno funcionamiento; por otro lado, el caso cuando la batería principal del vehículo es desconectada, entonces solamente quedarían en funcionamiento los dispositivos que trabajen a voltajes de 3,3V y 5V, alimentados por el backup de alimentación.

3.7.1.1.1. Consumo de energía de la placa Arduino Mega 2560

Las especificaciones técnicas de la placa Arduino Mega 2560 mostradas en la Tabla 2 indican que cada pin de entrada/salida puede suministrar una corriente máxima de 20mA.

Entonces para el caso en que la batería principal del vehículo de 12V se encuentra conectada, el análisis es el siguiente:

- Para la comunicación de los módulos GSM, GPS y NFC es necesario ocho pines como se puede ver en la Figura 68, en donde la suma de corrientes daría como resultado 160mA en total; por otro lado la comunicación de la placa Shield Interfaz necesita seis pines de comunicación, dando como resultado una suma de corrientes de 120mA; por último la alimentación del módulo GSM es en base a la placa Arduino, entonces a esto se le suma 500mA (Tabla 19), para finalmente dar como resultado un valor de 780mA en el caso de que todos los dispositivos se encontraran el pleno funcionamiento.

Ahora, para el caso de que la batería principal del vehículo fuese desconectada, el consumo de energía se reduce como se describe a continuación:

- La comunicación de los módulos GSM, GPS y NFC siguen de igual manera, pero los pines que se conectan a la placa Shield Interfaz no entrarían en funcionamiento, para con esto finalmente tener un consumo de corriente de 660mA.

3.7.1.1.2. Consumo de energía de la placa Shield Interfaz

La placa Shield Interfaz tiene conectado varios dispositivos, algunos de los cuales se relacionan directamente con los circuitos de control del vehículo, entonces es necesario analizar los dos casos de funcionamiento.

Para el caso en que la batería principal del vehículo se encuentra conectada, el análisis es el siguiente:

- Para el accionamiento de los relés tanto para abrir o cerrar puertas, el consumo de energía es de 70mA para cada uno, dando una suma de 140mA; por otro lado, el relé automotriz que sirve para el accionamiento de la bomba de gasolina tiene un consumo de energía de 135mA; por último, el módulo GPS y NFC para su alimentación consumen una energía de 45mA y 120mA respectivamente, sumando

estos dos 165mA. Dando finalmente una suma de consumo de corriente para la placa Shield Interfaz de 440mA.

Ahora, para el caso de que la batería principal del vehículo fuese desconectada, el consumo de energía es el que se describe a continuación:

- Los relés tanto para abrir y cerrar puertas, así como también para el accionamiento de la bomba de gasolina quedan inactivos, dado que estos funcionan a un voltaje de 12V, solamente quedan en funcionamiento la alimentación para los módulos GPS y NFC, dando finalmente una suma de consumo de corriente para la placa Shield Interfaz de 165mA.

3.7.1.1.3. Consumo de energía total del prototipo

Para el caso en que la batería principal del vehículo se encuentra colocada, se tiene el siguiente consumo:

Consumo energía total(bat_12v) = Arduino Mega 2560 + Placa Shiel Interfaz

$$\mathbf{Consumo\ energía\ total(bat_{12v}) = 780mA + 440mA}$$

$$\mathbf{Consumo\ energía\ total(bat_{12v}) = 1,220A}$$

Po otro lado, en el caso de que la batería principal del vehículo fuese desconectada y entrase en funcionamiento el backup de alimentación se tiene:

Consumo energía total(bat_lipo) = Arduino Mega 2560 + Placa Shiel Interfaz

$$\mathbf{Consumo\ energía\ total(bat_{lipo}) = 660mA + 165mA}$$

$$\mathbf{Consumo\ energía\ total(bat_{lipo}) = 825mA}$$

3.7.1.1.4. Consumo de energía total del prototipo en modo stand by

El consumo de energía total del prototipo en modo stand by, esto quiere decir, en el caso de que el prototipo se encuentre en espera de alguna acción por parte del usuario se describe a continuación:

- La alimentación de los módulos GSM, GPS y NFC presentan un consumo de energía de 1,5mA, 45mA y 100mA respectivamente en modo espera, dando un consumo de energía total de 146,5mA.
- En placa Arduino Mega 2560 se encuentran de manera constante funcionales los pines de comunicación del módulo GPS ya que este envía de manera periódica datos a la placa, entonces el consumo de energía sería de 40mA, dado que cada pin consume 20mA.

$$\text{Consumo energía total stand by} = 146,5mA + 40mA$$

$$\text{Consumo energía total stand by} = 186,5mA$$

3.7.1.2. Módulo regulador de voltaje LM2596s

El módulo está encargado de suministrar el voltaje y corriente necesarios para hacer funcionar la mayoría de dispositivos que intervienen en el prototipo como se puede observar en la Figura 68, por lo tanto, se hace imprescindible que el módulo suministre la corriente necesaria para el conjunto de dispositivos que conforman la totalidad del prototipo, evitando de esta manera que se produzca un sobrecalentamiento y con esto cualquier posible daño.

El voltaje de salida del módulo es 7,3V, este alimenta al Sistema de Control conformado por la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560, para luego ser regulado internamente a un voltaje de 5V, alimenta además a la placa Shield Interfaz en donde se realizará la regulación de voltaje a 3,3V para la hacer funcionar los módulos GPS y NFC, por ultimo permite la alimentación para la constante carga de la batería de backup.

Sabiendo que este módulo puede proporcionar voltajes de entre 1,2 a 37V, este se vuelve ideal para usarlo dado que puede proporcionar el voltaje necesario y viendo además la necesidad de consumo de corriente de los dispositivos que intervienen en el prototipo, este puede ser usado sin problemas, dado que el módulo es capaz de soportar cargas de hasta 3,0A,

evidenciado todo lo anteriormente expuesto este módulo se vuelve la mejor opción en prestaciones.

3.7.1.3. Análisis del diagrama eléctrico de aplicación del módulo LM2596

La Figura 65 permite observar el diagrama de aplicación tipo buck (o reductor) que usa el módulo regulador de voltaje LM2596s, el principio de funcionamiento consiste en obtener a la salida un voltaje continuo menor que la entrada, usa elementos de conmutación e inductores que permiten ofrecer una elevada eficiencia a comparación de los reguladores lineales.

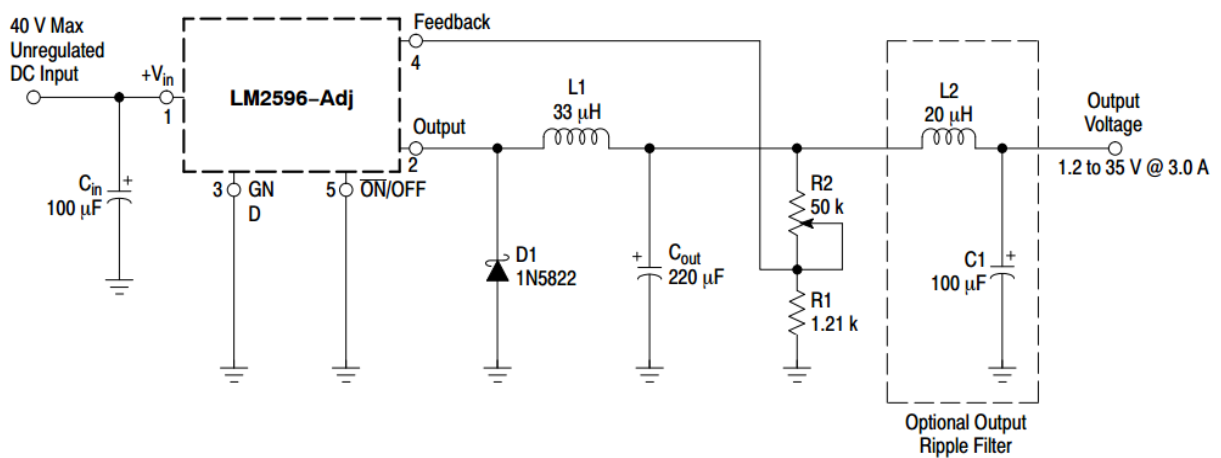


FIGURA 65. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE APLICACIÓN DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.

FUENTE: ON SEMICONDUCTOR (2015). DATASHEET LM2596. RECUPERADO DE:

[HTTP://WWW.ONSEMI.COM/PUB_LINK/COLLATERAL/LM2596-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/collateral/LM2596-D.PDF)

Se tiene como entrada el pin 1 ($+V_{in}$), que puede tomar un valor máximo de voltaje de 40V y adicional se agrega un condensador electrolítico de $100\mu F$ usado para minimizar los transitorios de voltaje y generar un funcionamiento estable del regulador, los pines 3 (GND) y 5 (ON/OFF) se conectan directamente a tierra para la configuración de regulador con voltaje variable, el pin 4 ($Feedback$), tiene la función de regular el voltaje que tendrá a la salida el módulo, para lo cual se hace uso de dos resistencias, siendo $R1$ una resistencia fija con valor de $1,21k\Omega$ y $R2$ una resistencia variable con valor de $50k\Omega$, por último, el pin 2 ($Output$) proporciona el voltaje de salida del módulo, al cual se le añade varios elementos, uno de ellos es un condensador electrolítico C_{out} con un valor de $220\mu F$, usado para filtrar la salida de

voltaje y proporcionar estabilidad al bucle de salida del regulador, otro elemento es el diodo *D1* que de preferencia debe ser Schottky, dado que este proporciona el mejor rendimiento en velocidad de conmutación, el diodo es usado cuando la alimentación al módulo es apagada, entonces se requiere un camino de retorno de la corriente que la bobina genera, además es usado para evitar posibles daños por sobrecarga o cortocircuito, por tal razón el fabricante recomienda que la intensidad nominal del diodo debe ser 1,3 veces mayor que la corriente máxima de carga, por último, por último, la bobina es la que permite almacenar la suficiente energía y después, a otro tiempo se cambie la polaridad o la disposición de dicho elemento para descargar esa misma energía acumulada en la salida, esto se hace de forma continua y periódica, por tal razón que son llamados circuitos de conmutación.

Como se evidencia en el diagrama de la Figura 65, para el diseño del módulo se hace uso de componentes electrónicos básicos, de los cuales la mayoría son posibles encontrar en el mercado de forma individual, pero existen otros elementos que no son fáciles de encontrar, dado esto y también debido al precio de construcción comparado con el precio de venta comercial del módulo que no supera los \$5 americanos es demasiado relevante, entonces se prefiere usar un módulo pre ensamblado. Además, su reducido tamaño de aproximadamente 4,5cm de largo y 2cm de ancho hacen que este módulo se adapte a cualquier diseño electrónico, el módulo se puede observar en la Figura 66.



FIGURA 66. MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.

FUENTE: ELECTRONILAB (2016). *MÓDULO LM2596 CONVERTIDOR DE VOLTAJE DC-DC BUCK 1.25V-35V*. RECUPERADO DE: [HTTP://ELECTRONILAB.CO/TIENDA/MODULO-LM2596-CONVERTIDOR-DE-VOLTAJE-DC-DC-BUCK-1-25V-35V/](http://ELECTRONILAB.CO/TIENDA/MODULO-LM2596-CONVERTIDOR-DE-VOLTAJE-DC-DC-BUCK-1-25V-35V/)

La distribución de pines del módulo regulador de voltaje LM2596s se muestran a continuación en la Tabla 23:

TABLA 23. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.

Pines	Descripción
IN +	Entrada voltaje 12V DC (batería del vehículo)
IN -	Entrada masa del vehículo
OUT +	Salida de voltaje DC regulado
OUT -	Tierra del módulo

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Las principales características del módulo regulador de voltaje LM2596s se muestran a continuación en la Tabla 24:

TABLA 24. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO REGULADOR DE VOLTAJE LM2596S.

Características	Descripción
Rango de voltajes de salida	1,2V a 37V
Voltaje máximo de entrada	40V
Carga de corriente de salida	3.0A
Voltaje de entrada	Hasta 40V
Consumo de corriente en stand-by	Típicamente 80µA
Tipos de empaquetados	TO-220, TO-223
Protecciones	Límite de corriente y apagado térmico
Tamaño	45 (Largo) x 20 (Ancho) x 14 (Alto) mm
Precio	\$5

FUENTE: TEXAS INSTRUMENTS (2016). *DATASHEET LM2596 SIMPLE SWITCHER*. RECUPERADO DE: [HTTP://WWW.TI.COM/LIT/DS/SYMLINK/LM2596.PDF](http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2596.pdf)

3.7.2. BACKUP DE ALIMENTACIÓN

La etapa de backup de alimentación es la encargada de proporcionar el voltaje necesario a los dispositivos y módulos que conforman el prototipo, y que funcionan a un voltaje de 5V y 3,3V, no siendo útil para los componentes que funcionan a un voltaje de 12V como son los relés para abrir o cerrar las puertas y el relé para la bomba de gasolina. En la Figura 64 se puede

observar el diagrama de conexión del sistema de backup a la placa Arduino Mega 2560 y a la placa Shield Interfaz.

La batería tiene la capacidad de entrar en funcionamiento en el caso de que la batería principal del vehículo haya sido desconectada, suministrando el voltaje necesario, previniendo de esta manera que el sistema detenga su funcionamiento normal en las funciones GPS y el servicio de llamadas telefónicas, obteniendo así un sistema de backup eficiente.

3.7.2.1. Batería LiPo

Para la correcta elección de las características de la batería que se va a utilizar como etapa de backup se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- **Voltaje de la batería:** El voltaje que va a tener la batería es de 7,4V, valor determinado por el voltaje de entrada correspondiente al Jack de alimentación de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560 el cual es de entre 7 a 12V (Ver Tabla 2), todo esto dado que esta placa conforma el Sistema de Control y además alimenta al módulo GSM de manera directa; por otro lado la batería suministra también el voltaje necesario a la placa Shield Interfaz, concretamente al circuito regulador de voltaje a 3,3V, el cual suministra la alimentación al módulo GPS y NFC, esto se puede evidenciar en la Figura 51.
- **Capacidad de la batería:** La capacidad de la batería es determinada después de haber realizado el previo análisis de consumo de corriente de los diferentes dispositivos que serán alimentados a la etapa de backup. Para el presente proyecto se hizo la elección de una batería con una capacidad de 2000mAh, todo esto dado que ese valor cumple los requerimientos de consumo de corriente analizado previamente y además cuenta con un margen considerable de seguridad ante posibles sobrecargas.

La Tabla 25 permite observar una comparativa entre los diferentes tipos de baterías recargables en conjunto con las características que presentan cada una de ellas.

TABLA 25. COMPARATIVA DE BATERÍAS RECARGABLES.

Tipo	Níquel-Cadmio (Ni-Cd)	Ion de litio(Li- ion)	Polímero de litio (LiPo)
Voltaje por célula	1,2V	3,7V	3,7V
Amperaje Hora	0,5 – 1A	Varios tipos	Varios tipos
Memoria	Muy alto	Inexistente	Inexistente
Sobrecarga	Soportado	Soportado	Soportado
Número de recargas (aprox.)	500	4000	5000
Tiempo de descarga (mes)	30%	6%	6%
Tiempo de carga	10 – 14h	2 – 4h	1 – 1,5h

FUENTE: (CARTAGENA, 2016, PÁG. 83).

Para la etapa de backup del prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular teniendo como referencia la Tabla 25, se hizo uso de una batería recargable de polímero de litio (LiPo), dado que esta presenta algunas ventajas respecto a los demás tipos, las cuales se enuncian a continuación:

- Son ligeras y se pueden hacer de casi cualquier forma y tamaño, esto las vuelve ideales para proyectos electrónicos en donde se requiera baterías de tamaño pequeño.
- Tienen gran capacidad lo que significa que tienen un montón de energía en un tamaño reducido, característica ideal para proyectos electrónicos medianamente grandes.
- Tiene una tasa de descarga alta para alimentar los sistemas eléctricos más exigentes.
- Permiten una carga más rápida respecto a los otros tipos de baterías recargables.
- Ofrecen un elevado número de recargas de la batería.



FIGURA 67. BATERÍA LIPO 7,4V.

FUENTE: LELONG (2016). RC PART 7.4V 2000MAH 25C LIPO BATTERY. RECUPERADO DE: [HTTPS://GOO.GL/0Go3CR](https://goo.gl/0Go3CR)

La batería de backup utilizada para el presente proyecto se muestra en la Figura 67, además en la Tabla 26 se puede observar las características de la misma presentadas por el fabricante.

TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA LIPO.

Descripción	Valor
Voltaje	7,4V
Capacidad de la batería	2000mAh
Velocidad de descarga	25C

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Por otro lado, el esquema usado en la conexión física de la batería LiPo como sistema de backup de alimentación se puede observar de manera detallada en la Figura 64.

3.7.2.2. Tiempo de duración de la batería de backup

El fabricante provee datos indispensables acerca de la batería de backup, los cuales son de utilidad para proceder a calcular el tiempo de duración que esta tendrá.

Existe una ecuación general que permite el cálculo del tiempo de duración de la batería, la cual se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo duración}(min) = \frac{\text{Capacidad de la batería}(Amp * min)}{\text{Velocidad de descarga}(Amp)} \quad (15)$$

La capacidad de la batería indica cuanta energía puede almacenar la batería y la unidad de medida es (mAh). Esta es una manera de indicar la cantidad de carga medida en miliamperios

que se pueden poner en la batería durante 1 hora para que la batería se descargue completamente. Ahora con los datos presentados por el fabricante mostrados en la Tabla 26, se sabe que la capacidad de la batería usada para el presente proyecto tiene un valor de 2000mAh, entonces esta dicha capacidad debe ser convertida a Amperios por minuto, ya que la Ecuación (15) se basa a esa unidad de medida. Entonces se tiene:

$$\mathbf{Capacidad\ de\ la\ batería = 2A * 60min}$$

$$\mathbf{Capacidad\ de\ la\ batería = 120 (Amp * min)}$$

Por otra parte, la velocidad de descarga de la batería en unidades de amperios viene dado por la Ecuación (16) mostrada a continuación:

$$\mathbf{Velocidad\ de\ descarga (A) = Velocidad\ de\ descarga * Capacidad (A) \quad (16)}$$

Ahora reemplazando los datos mostrados en la Tabla 26 en la Ecuación (16), se obtiene finalmente:

$$\mathbf{Velocidad\ de\ descarga (A) = 25 * 2A}$$

$$\mathbf{Velocidad\ de\ descarga (A) = 50A}$$

Luego el tiempo que va a durar la batería suministrando la corriente de consumo máxima se obtiene reemplazando los datos calculados anteriormente en la Ecuación (15):

$$\mathbf{Tiempo\ duración(min) = \frac{120 (Amp * min)}{50 (Amp)}}$$

$$\mathbf{Tiempo\ duración(min) = 2,4 min}$$

Como resultado se obtiene un valor de 2,4 minutos de funcionamiento de forma continua suministrando la corriente de consumo máxima, pero está claro que es una corriente máxima teórica que la batería es capaz de suministrar; por otro lado está la corriente real que la batería va a suministrar en cada momento y va a ser la que el circuito solicite en cada acción que se realice, todo esto con el concepto de que el consumo no es constante todo el tiempo y que además sería completamente inviable que la batería entregara de forma continua su corriente máxima en todo momento.

Como conclusión al valor obtenido se puede decir que el tiempo calculado es mucho menor a lo que realmente suele durar, dado que el resultado no toma en cuenta varios factores como pérdida de potencia eléctrica debido a diferentes elementos del sistema y que además la batería no debe descargarse completamente por razones de seguridad; entonces para realizar una correcta elección de la batería de backup se debe tomar en cuenta la carga total que se va a conectar a esta y con esto conocer que corriente va a necesitar la batería durante su normal funcionamiento, entonces el consumo máximo de la carga tiene que ser menor a la corriente máxima continua que la batería es capaz de suministrar, respetando además un cierto margen de seguridad.

Por último, después de haber realizado el análisis de consumo de energía de los dispositivos que serán conectados al sistema backup en el caso de que la batería principal del vehículo fuese desconectada, se puede el valor aproximado de consumo de energía total del prototipo, el cual es de 825mA (3.7.1.1.3), en el caso de pleno funcionamiento normal; por otro lado, en modo stand by, el cual quiere decir que el sistema está en espera de alguna acción por parte del usuario, el consumo de energía reduce considerablemente a un valor de 186,5mA (3.7.1.1.4); dados estos valores y conociendo la capacidad de la batería de backup la cual es de 2000mAh (Tabla 26). Se puede obtener un tiempo de duración de la batería para el modo de funcionamiento normal de 2,42 horas aproximadamente, como se indica a continuación:

$$\mathbf{T_{iempo\ duraci3n(normal)} = \frac{2000mAh}{825mA}}$$

$$\mathbf{T_{iempo\ duraci3n(normal)} = 2,42\ horas}$$

Por último, para el modo de stand by, el tiempo de duración de la batería es de alrededor de 10,72 horas, como se describe a continuación:

$$\mathbf{T_{iempo\ duraci3n(stand\ by)} = \frac{2000mAh}{186,5mA}}$$

$$\mathbf{T_{iempo\ duraci3n(stand\ by)} = 10,72\ horas}$$

3.8. DIAGRAMA GENERAL DEL PROTOTIPO

Después de haber realizado el diseño de cada una de las etapas que conforman el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, se procede a presentar el diagrama eléctrico total mostrado en la Figura 68, en donde se encuentra detallada cada los dispositivos usados y la interconexión de los mismos; por otro lado, cabe recalcar que los números en color azul encerrados en un cuadrado representan los pines de conexión presentados en el diagrama de cableado presentado en el manual de instalador mostrado en el ANEXO 09.

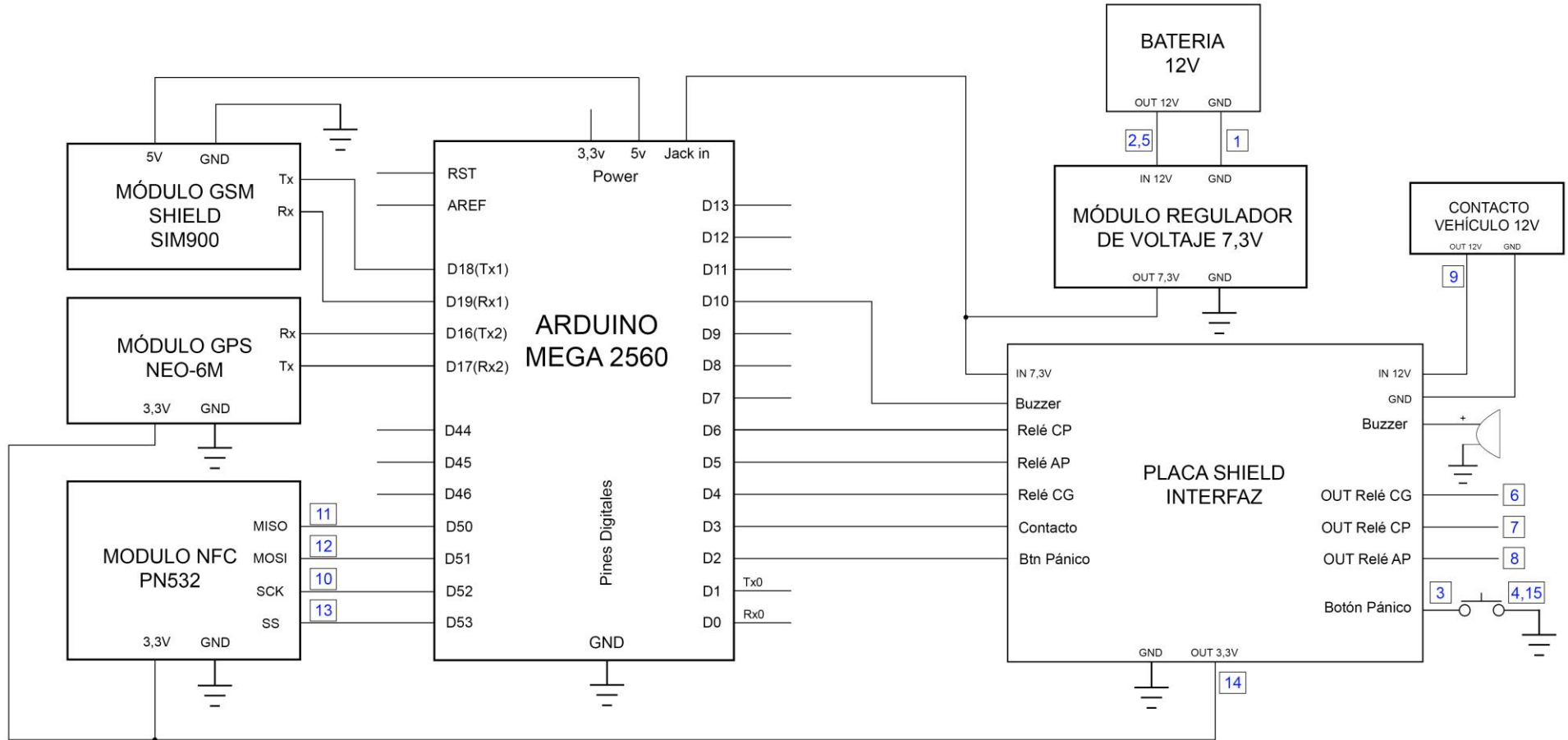


FIGURA 68. DIAGRAMA ELÉCTRICO GENERAL DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.9. APLICACIÓN ANDROID

El desarrollo de la aplicación Android permite al usuario registrado al sistema con el número celular, luego de instalar la aplicación en el Smartphone, tener la oportunidad de poseer el control de los diferentes recursos que el prototipo ofrece, la comunicación que ocurre entre el usuario con la aplicación, y el prototipo instalado dentro del vehículo se da mediante la tecnología GSM.

Para realizar el diseño de la aplicación se hizo uso del entorno de desarrollo para aplicaciones Android, el cual tiene como nombre App Inventor 2 Beta, para el uso de la herramienta es estrictamente necesario crear una cuenta en Google y así poder hacer uso de los beneficios que la plataforma de desarrollo de aplicaciones Android ofrece.

3.9.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN ANDROID

La Figura 69 permite observar el diagrama de flujo usado para el diseño de la aplicación Android, este diagrama permite evidenciar la secuencia lógica que servirá para la posterior programación de la misma.

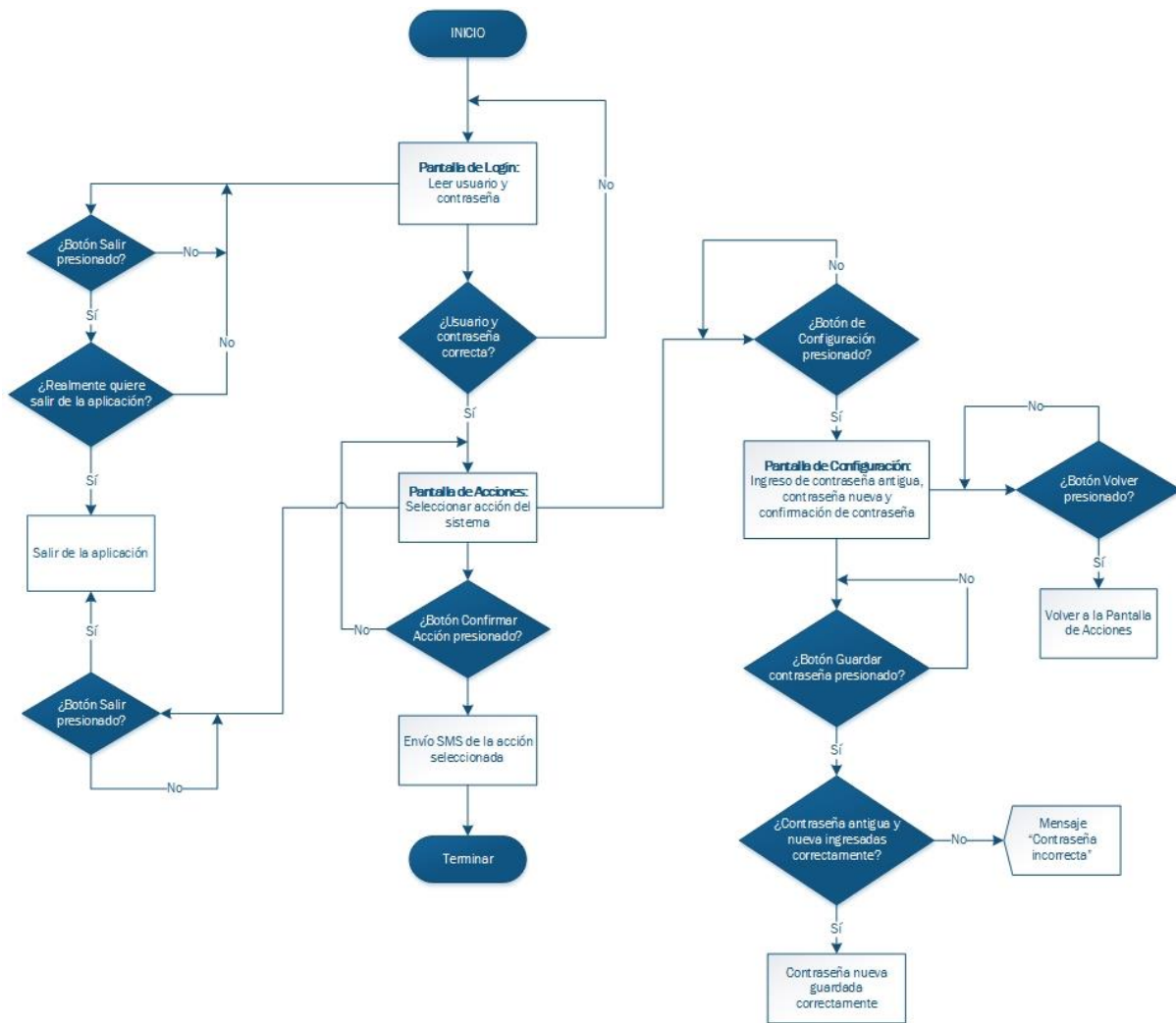


FIGURA 69. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN ANDROID.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.9.2. DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR 2 BETA

Lo primero antes de empezar el desarrollo de la aplicación es ingresar al sitio oficial de App Inventor (<http://ai2.appinventor.mit.edu/>) e ingresar con la cuenta de Google como se puede observar en la Figura 70.

Una cuenta. Todo Google.

Inicia sesión con tu cuenta de Google



FIGURA 70. INGRESO A CUENTA GMAIL.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/](http://ai2.appinventor.mit.edu/)

Después de ingresar con la cuenta de Gmail que en este caso es `hdgmutn@gmail.com`, App Inventor 2 Beta solicita la autorización para acceder a la cuenta de Google, en donde solo será compartida la dirección de correo electrónico mas no contraseña ni datos personales como se observa en la Figura 71.

Google cuentas

La aplicación MIT AppInventor Versión 2 solicita autorización para acceder a su cuenta de Google.

Seleccione la cuenta que desea utilizar.

● `hdgmutn@gmail.com`

Google no está afiliado al contenido de **MIT AppInventor Versión 2** ni a sus propietarios. Si accedes a tu cuenta, Google compartirá tu dirección de correo electrónico con **MIT AppInventor Versión 2**, pero no compartirá ni la contraseña ni los datos personales.

Permitir

No, gracias.

[Accede a otra cuenta](#)

Recordar esta aprobación durante los próximos 30 días

©2015 Google - [Página principal](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Política de privacidad](#) - [Ayuda](#)

FIGURA 71. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN A CUENTA DE GOOGLE.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/](http://ai2.appinventor.mit.edu/)

Luego de autoriza el acceso a los servicios de Google, aceptando los términos del servicio se procedió a crear un nuevo proyecto con el nombre de NeoTrack, la Figura 72 permite evidenciar este proceso.

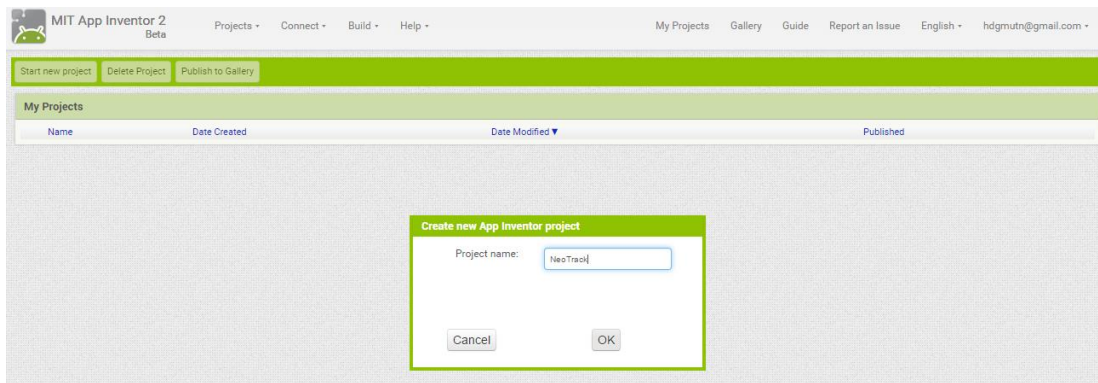


FIGURA 72. CREACIÓN DE NUEVO PROYECTO NEOTRACK.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

El entorno de desarrollo que ofrece App Inventor está distribuido en tres sectores:

- Gestor de Proyectos
- Diseñador
- Editor de bloques

Al momento de crear un nuevo proyecto, la plataforma re direcciona al usuario al sector de Diseñador, en la Figura 73 se puede observar las partes que la conforman:

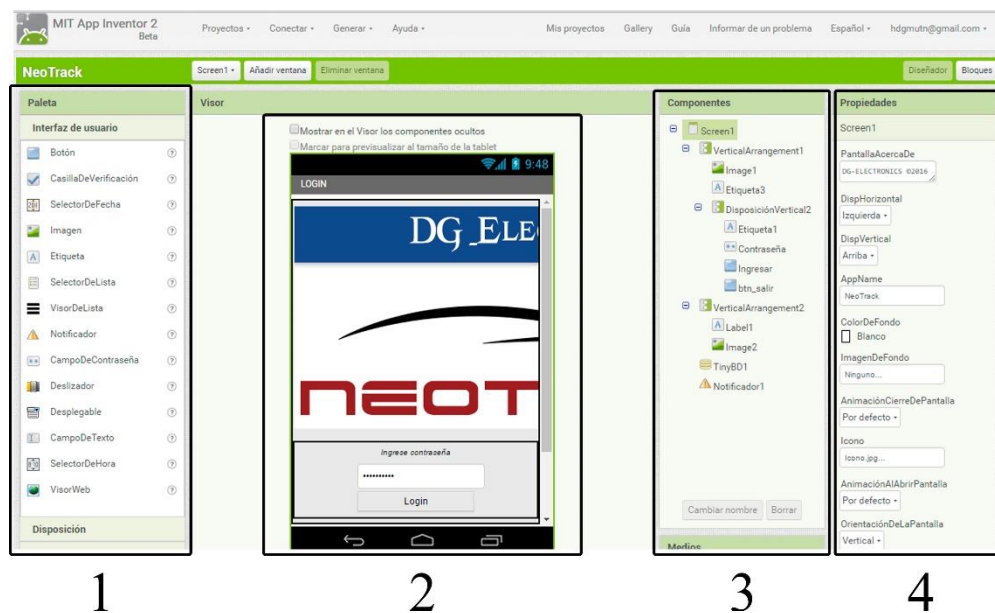


FIGURA 73. SECTOR DISEÑADOR APP INVENTOR 2 BETA.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

1. La paleta es el lugar en donde se puede seleccionar los diferentes elementos que será agregados a la aplicación.
2. El visor que ayuda al diseñador a distribuir los elementos dentro de la pantalla, permitiendo establecer el aspecto estético de la aplicación.
3. La lista de los componentes es aquella que permite seleccionar los diferentes elementos que se han agregado anteriormente de la paleta.
4. El panel de propiedades, es en donde se pueden cambiar las propiedades de los elementos seleccionándolos de la lista de componentes.

3.9.3. FASE DE DISEÑADOR DE PANTALLAS

La aplicación se encuentra distribuida en tres pantallas, cada una de las cuales cumple una función específica dentro de la aplicación, la Figura 74 permite comprender de una mejor manera lo anteriormente expuesto.



FIGURA 74. PANTALLAS DE LA APLICACIÓN ANDROID.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- La Pantalla de Login permite al usuario loguearse con una contraseña de seguridad para poder ingresar a la aplicación.

- La Pantalla de Acciones es donde el usuario interactúa con las funciones que ofrece el prototipo.
- La Pantalla de Configuración permite cambiar la clave de seguridad que viene por defecto a una que el usuario desee.

A continuación, se procederá a describir el proceso de diseño de cada una de las pantallas con su correspondiente programación en bloques.

3.9.3.1. Pantalla de login

Después de crear el proyecto se procede a seleccionar los elementos de la paleta de componentes y situarlos en el visor para distribuirlos gráficamente de manera ordenada y estética. En la Figura 75 se puede observar la lista de componentes usados en la Pantalla de Login.

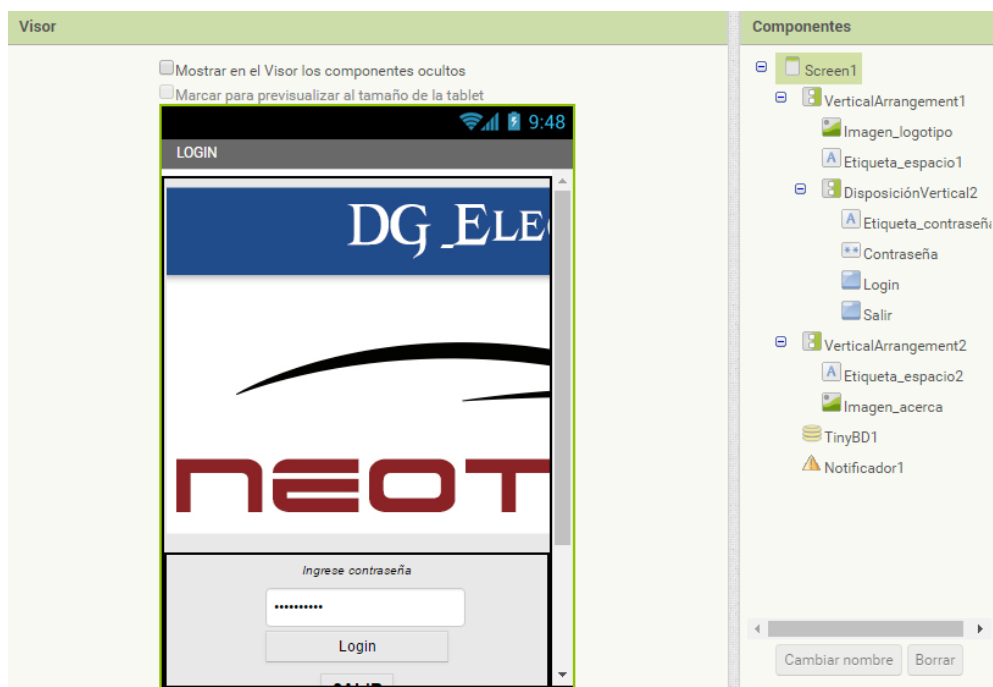


FIGURA 75. PANTALLA DE LOGIN Y SUS COMPONENTES.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

A continuación, se detallan los pasos seguidos para la creación de la Pantalla de Login:

- Como primer paso se insertó una imagen llamada *Imagen_logotipo*, la cual permitirá subir al servidor de App Inventor una imagen que en este caso será el logotipo usado para el prototipo, otra imagen llamada *Imagen_acerca*, es la que da información del desarrollador, como se observa en la Figura 76.

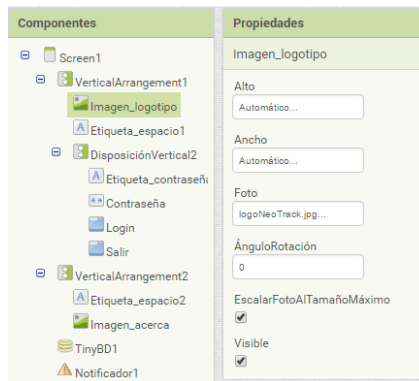


FIGURA 76. INSERCIÓN DE FIGURAS EN LA SCREEN1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Luego en la Figura 77 se evidencia que se procedió a insertar un botón llamado *Login*, el cual al hacer click permite loguearse al usuario con su clave de seguridad respectiva.

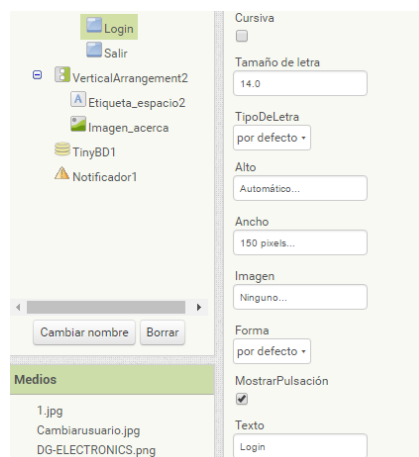


FIGURA 77. INSERCIÓN BOTÓN LOGIN EN LA SCREEN1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- El siguiente botón que se insertó es el botón llamado *Salir*, este sirve para que el usuario pueda salir de la aplicación directamente, el proceso de inserción se evidencia en la Figura 78.

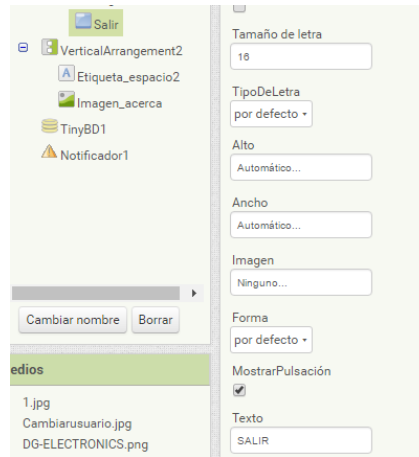


FIGURA 78. INSERCIÓN DEL BOTÓN SALIR EN LA SCREEN1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- La Figura 79 permite observar que se insertó luego el campo de contraseña que tiene de nombre *Contraseña*, este permite al usuario ingresar mediante teclado la clave de seguridad, la cuál será proporcionada por el desarrollador que inicialmente tendrá una clave por defecto, que posteriormente puede ser cambiada.

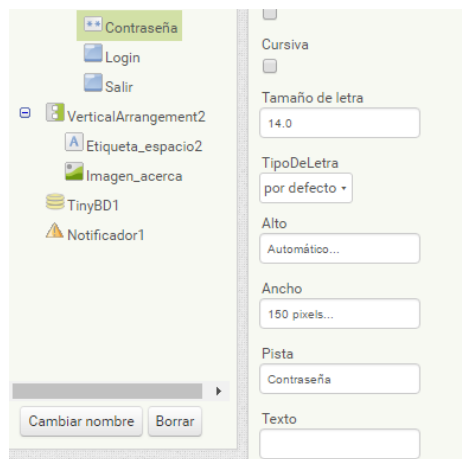


FIGURA 79. INSERCIÓN DEL CAMPO DE CONTRASEÑA EN LA SCREE1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Las diferentes etiquetas que se han insertado son las que permiten dar información al usuario y que también sirven como espacios en blanco entre componentes. La Figura 80 permite observar la *Etiqueta_contraseña* en conjunto con sus propiedades.

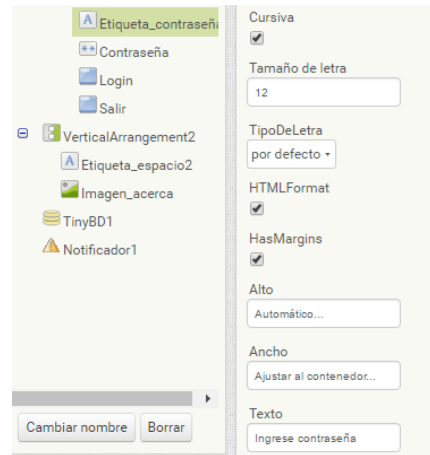


FIGURA 80. INSERCIÓN DE ETIQUETAS EN LA SCREEN1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952)

- La base de datos *TinyDB1* se agrega también a la lista de componentes, aunque no es posible visualizarla en pantalla, esta permite guardar datos dentro de la aplicación, para este caso servirá para almacenar la clave de seguridad para el proceso de autenticación de la Pantalla de Login.
- El componente *Notificador1* permite mostrar cuadros con alertas, mensajes y alertas temporales en pantalla, se usará para mostrar al usuario un cuadro de dialogo permitiendo elegir si desea salir realmente de la aplicación o no.
- Después de colocar todos los componentes necesarios en el *Visor*, se procede a colocar cada uno de ellos de manera ordenada; una herramienta indispensable para esto es el uso de *Layout* la cual se visualiza en la Figura 81, los cuales permiten ordenar elementos de manera vertical, horizontal o tipo tabla, de esta manera los elementos pueden ser colocados de diferentes formas y obtener finalmente un diseño ordenado y estéticamente correcto.

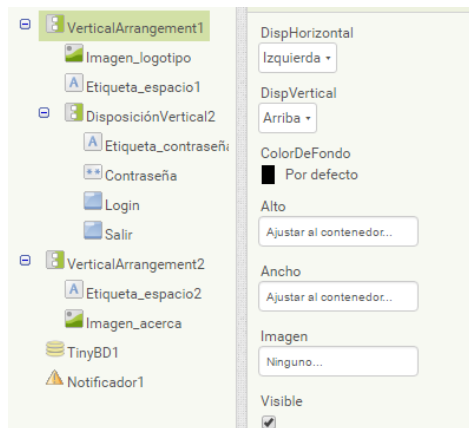


FIGURA 81. INSERCIÓN DE LAYOUT PARA DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES EN LA SCREEN1.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

3.9.3.2. Pantalla de acciones

La Pantalla de Acciones permite al usuario hacer uso de las funciones que ofrece el prototipo mediante el envío de SMS mediante la aplicación, las diferentes acciones son elegidas de la lista que se muestra en pantalla, cabe recalcar que solamente se puede elegir y confirmar una acción a la vez, la Figura 82 ilustra la lista de componentes usados para la creación de la pantalla de acciones.



FIGURA 82. PANTALLA DE ACCIONES Y LOS RESPECTIVOS COMPONENTES.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

A continuación, se detallan los pasos seguidos para la creación de la Pantalla de Acciones:

- Como primer paso se insertó una imagen llamada *Imagen_portada*, la cual representa una imagen de portada, otra imagen llamada *Imagen_acerca*, es la que da información del desarrollador, las imágenes se suben al servidor de App Inventor en las opciones de cada imagen y subir al servidor, como se visualiza en la Figura 83.

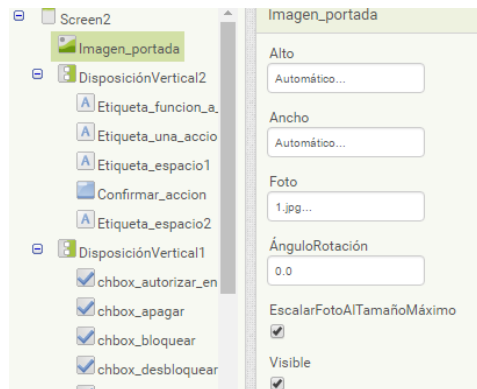


FIGURA 83. INSERCIÓN DE IMAGEN DE PORTADA DE LA SCREEN2.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Luego se integró a la aplicación las diferentes etiquetas que son usadas para mostrar información de forma estática al usuario y también que se utilizó como espacios en blanco para la separación de elementos, la Figura 84 muestra un ejemplo de inserción de etiquetas.

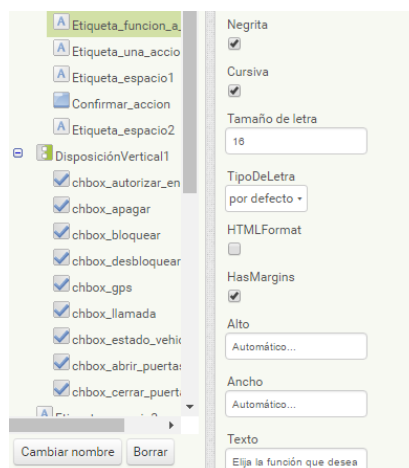


FIGURA 84. INSERCIÓN DE ETIQUETAS EN LA SCREEN2.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Luego en la Figura 85 se observa cómo se insertó un botón llamado *Confirmar_accion*, el cual sirve para que después que el usuario haya elegido la acción correspondiente, la aplicación en conjunto con la red de telefonía, envíe un SMS al sistema del vehículo informando de la acción y realizando de esta manera las acciones pertinentes dentro del mismo; otro botón insertado también es el llamado *Configuración*, el cual permite ingresar a la Pantalla de Configuración y poder hacer un cambio de contraseña; el último botón que se insertó fue el de *Salir*, este permite salir de la aplicación de manera directa.

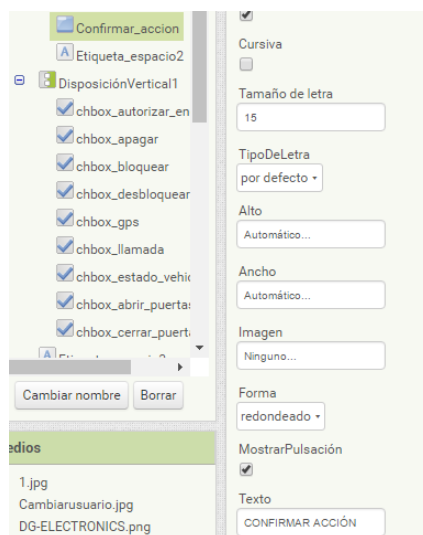


FIGURA 85. INSERCIÓN DEL BOTÓN CONFIRMAR ACCIÓN EN LA SCREEN2.
FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Seguido a esto se procedió a insertar las diferentes casillas de verificación, las cuales sirven para que el usuario pueda elegir alguna de las opciones, todas las casillas de verificación tienen las mismas propiedades, salvo que cada una posee un nombre diferente, en la Figura 86 se observa las distintas casillas de verificación que fueron usadas en la aplicación.

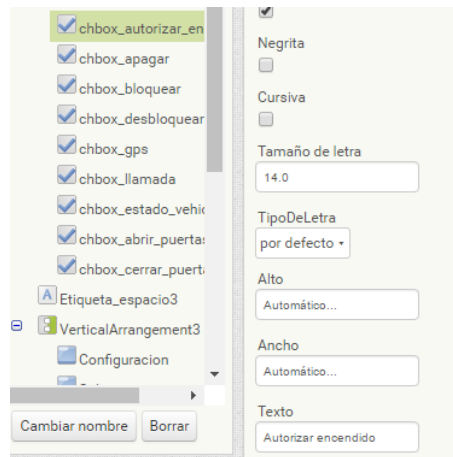


FIGURA 86. INSERCIÓN DE CASILLAS DE VERIFICACIÓN EN LA SCREEN2.
FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Algo importante es la inserción de los componentes Enviar Texto, estos en la aplicación sirven para enviar los diferentes mensajes de texto correspondientes a cada una de las acciones que se pueden ejecutar en el prototipo, en la Figura 87 se muestran la lista cada una de las acciones, cabe recalcar que es necesario ingresar en la paleta de propiedades el mensaje a enviar y el número de teléfono correspondiente al del sistema del vehículo.

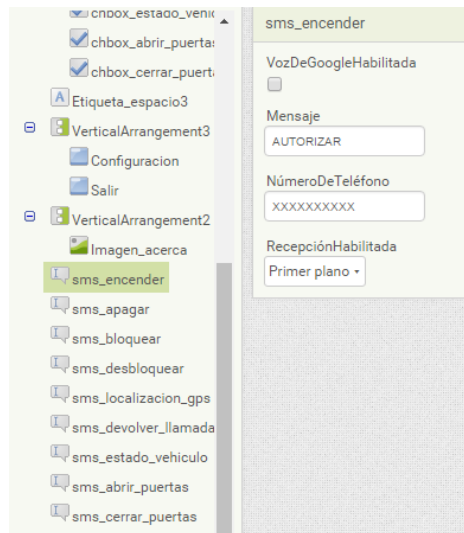


FIGURA 87. INSERCIÓN DE COMPONENTE ENVIAR TEXTO EN LA SCREEN2.
FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Por último, de igual manera como en la Pantalla de Login se insertó el componente *Notificador1*, el cual permite mostrar alertas en pantalla, que para este caso serán cuando se haya elegido y confirmado alguna de las acciones, o cuando se haya elegido más de una acción, informando al usuario lo que está ocurriendo dentro de la aplicación.
- De similar manera como en la Pantalla de Login, en este caso también, para colocar de manera ordenada los diferentes componentes dentro de la pantalla se hizo uso de *Layout* para ordenarlos de manera vertical.

3.9.3.3. Pantalla de configuración

La Pantalla de Configuración permite al usuario realizar un cambio de contraseña, la cual es usada para ingresar a la aplicación a través de la Pantalla de Login, para lo cual es necesario ingresar como datos la contraseña anterior, que inicialmente el administrador proporcionó al usuario una por defecto, otro dato a ingresar es la nueva contraseña que necesita ser validada ingresándola dos veces de manera correcta como se observa en la Figura 88.



FIGURA 88. PANTALLA DE CONFIGURACIÓN Y SUS COMPONENTES.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://A12.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://A12.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952)

A continuación, se detallan los pasos seguidos para la creación de la Pantalla de Configuración:

- Primeramente como se observa en la Figura 89, se insertó una imagen llamada *Imagen_portada* la cual sirve como portada de la pantalla, esta debe ser subida al servidor, otra imagen llamada *Imagen_acerca* sirve para brindar al usuario información del desarrollador, esta imagen no será necesario subirla nuevamente sino solamente hacer uso, debido a que anteriormente ya se subió al servidor de App Inventor.

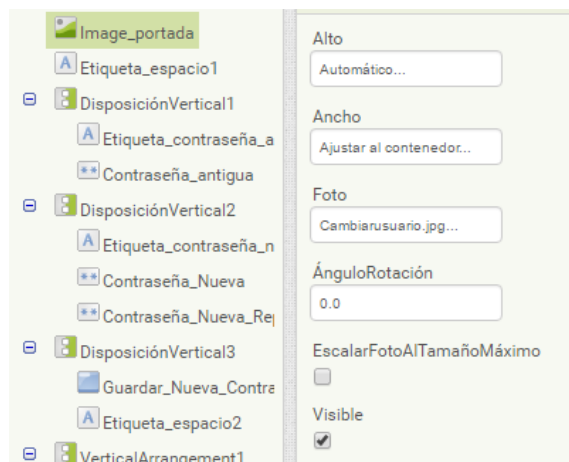


FIGURA 89. INSERCIÓN DE IMAGEN DE PORTADA DE LA SCREEN3.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- En la Figura 90 se visualiza como se procedió a colocar cada uno de los botones, el primero es el botón *Guardar_contraseña*, este permite almacenar en la base de datos la nueva contraseña, reemplazando la anterior siempre y cuando cada uno de los campos estén correctamente validados; el otro botón es *Volver*, este sirve si en algún caso el usuario ya no deseara cambiar de contraseña o hubiese ingresado a la Pantalla de Configuración de manera accidental, esta opción es ideal para regresar a la Pantalla de Acciones.

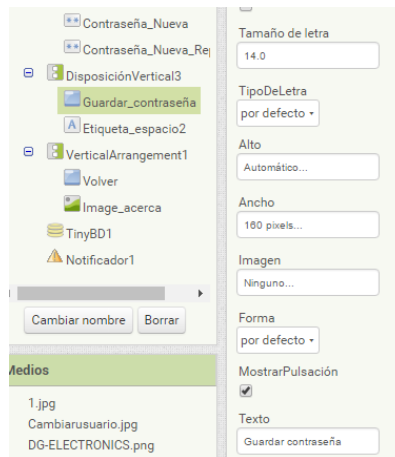


FIGURA 90. INSERCIÓN DE BOTÓN DE GUARDAR CONTRASEÑA.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- A paso siguiente como se ve en la Figura 91, se insertó los diferentes campos de contraseña los cuales son *Contraseña_antigua*, *Contraseña_nueva* y *Contraseña_nueva_repetir*, estos son colocados para ingresar mediante teclado tanto la contraseña antigua como la nueva contraseña que va a ser almacenada en la base de datos, reemplazando a la anterior.

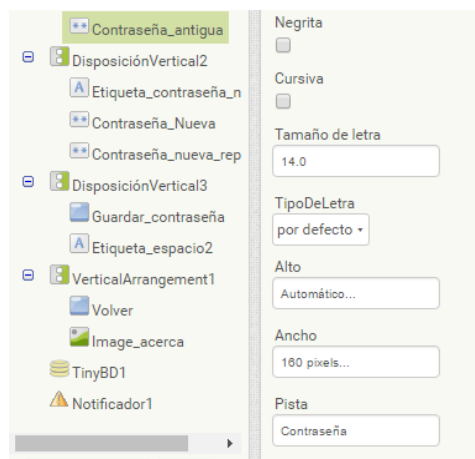


FIGURA 91. INSERCIÓN DE BOTÓN DE CAMPOS DE CONTRASEÑA.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Luego, las diferentes etiquetas insertadas como en las pantallas anteriores, sirven para mostrar información de forma estática al usuario.

- La base de datos llamada *TinyDB1* agregada de igual manera y no visible en pantalla es la que permite almacenar la contraseña.
- El componente *Notificador1* permite mostrar en pantalla alertas informando si algunas de las contraseñas fueron ingresadas de manera incorrecta, o si todo fue validado de manera correcta al final mostrar un mensaje en pantalla, confirmando lo ocurrido.

Después de haber realizado el diseño de todas las pantallas de manera gráfica, se procedió a realizar la emulación de la aplicación para comprobar su correcto funcionamiento previo a la programación, para esto existen varias alternativas, pero la que aconseja App Inventor es la emulación de la aplicación mediante MIT AI2 COMPANION que es una aplicación que puede ser descargada de manera gratuita de la tienda Google Play de Android, como se puede ver en la Figura 92, se procedió a instalarla y a abrirla en el Smartphone.

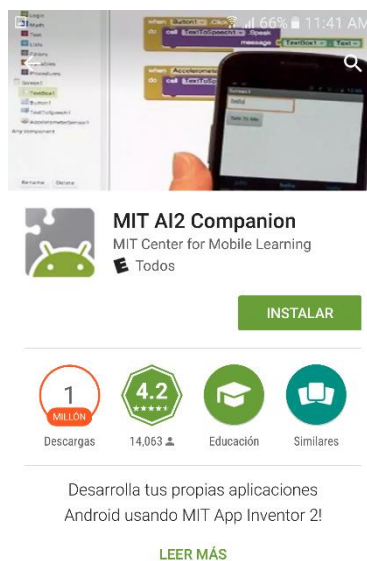


FIGURA 92. INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN MIT AI2 COMPANION.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Luego en el navegador con App Inventor procedemos a ir a la pestaña Conectar y luego elegimos AI Companion, acto seguido procedemos a escanear el código QR con la aplicación Android previamente descargada e instalada para poder realizar la conexión entre el

Smartphone y el navegador web con App Inventor, se puede observar lo anterior expuesto en la Figura 93.



FIGURA 93. PROCESO DE CONEXIÓN ENTRE MIT AI2 COMPANION Y APP INVENTOR.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.9.4. FASE DE EDITOR DE BLOQUES

Después de haber diseñado la parte gráfica de cada una de las pantallas que están involucradas en la aplicación, paso siguiente es la programación de cada una de ellas, para esto App Inventor basa su programación en bloques, en la Figura 94 se puede observar la manera de ingresar a la herramienta de programación que se basa en bloques.



FIGURA 94. INGRESO A LA HERRAMIENTA DISEÑADOR.
FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

El diseño se lo realiza en el sector de Bloques, en la Figura 95 se puede observar las partes que lo conforman.

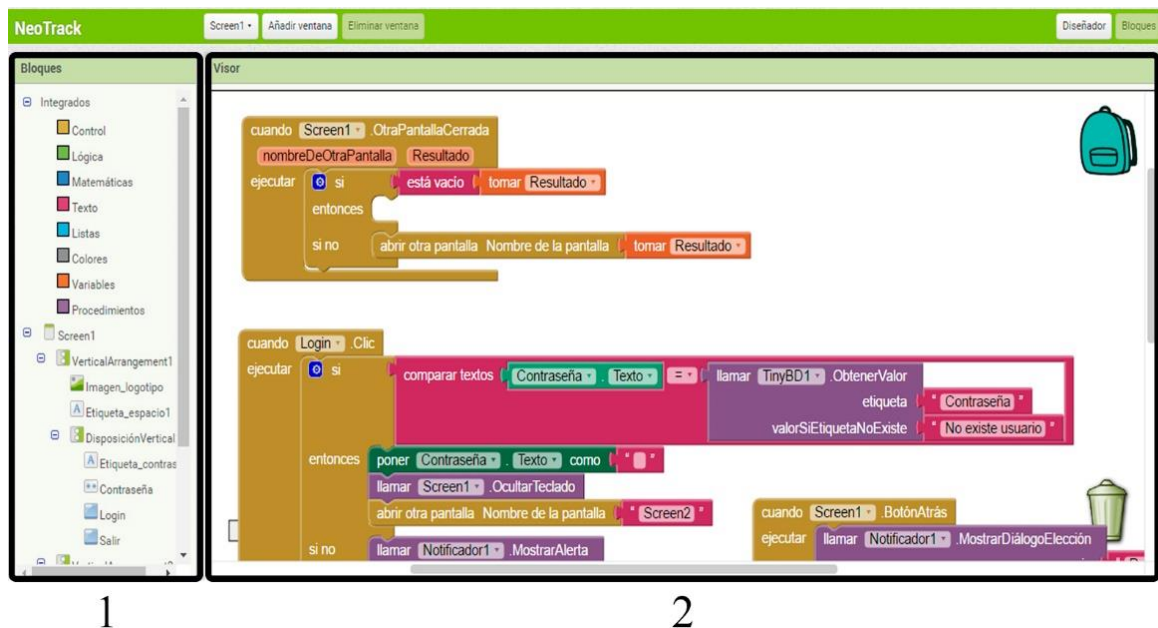


FIGURA 95. SECTOR BLOQUES APP INVENTOR 2 BETA.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

1. La paleta de bloques es aquella que permite al usuario seleccionar los diferentes bloques que será utilizados para la programación de cada elemento, insertado anteriormente en la fase de diseño de pantallas.
2. El visor es el lugar en donde el programador puede manipular y mover cada uno de los bloques, acomodándolos y ordenados de tal manera que cumpla la función que se le quiera dar a cada elemento.

3.9.4.1. Programación pantalla de login

La programación en App Inventor se basa en bloques como se indicó anteriormente, entonces ahora se procede a hacer una descripción de los bloques de programación utilizados para cada caso como se puede ver a continuación:

- Primeramente como se evidencia en la Figura 96, se realizó la programación de inicialización del Screen1 correspondiente a la Pantalla de Login, entonces cuando la pantalla es inicializada primero se oculta el teclado en pantalla, paso seguido se procede a hacer una lectura de la base de datos *TinyBD1* verificando que se encuentra

vacío el *tag Contraseña*, si es correcto entonces se almacena una clave por defecto que servirá si en alguna ocasión se decidiera reinstalar la aplicación o se instalara en un Smartphone diferente pero conservando el mismo número celular el cuál es registrado al sistema del prototipo.

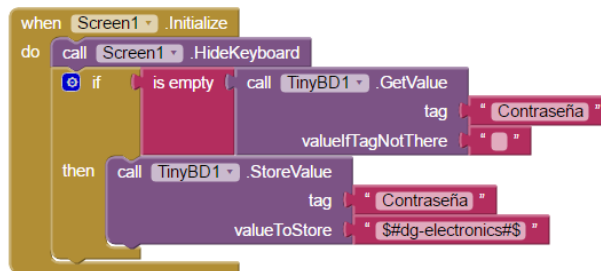


FIGURA 96. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN1.INITIALIZE.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Luego se procedió a programar el botón *Login* como se observa en la Figura 97, que al momento de hacer click el programa compara tanto la contraseña que se ingresó en el campo *Contraseña* y lo que se encuentra almacenado en la base de datos, exactamente en el *tag Contraseña*, si la comparación de contraseñas es correcta, entonces, primero se limpia el campo de texto, luego se oculta el teclado en pantalla y finalmente se abre el Screen2 que corresponde a la Pantalla de Acciones, por otro lado si fuese incorrecta la comparación entonces se mostraría en pantalla una alerta con el mensaje *Contraseña incorrecta*.

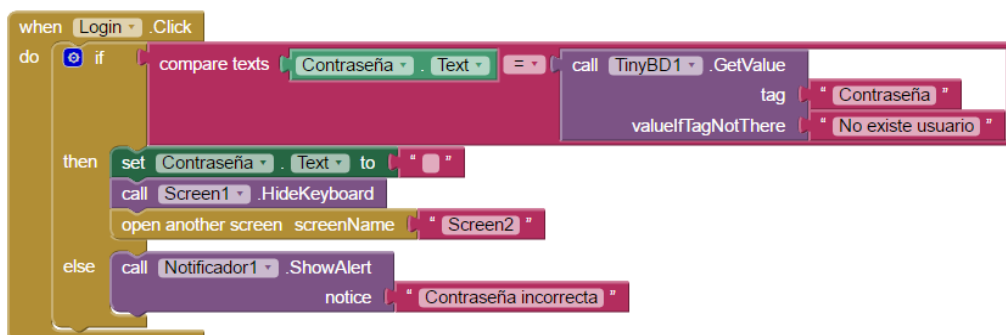


FIGURA 97. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN LOGIN.

FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE: [HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_ES#4898379748605952)

- Un paso importante también es el de la programación del botón físico atrás, entonces como se observa en la Figura 98, al momento de presionar el botón atrás se hace un llamado al *Notificador1*, el cual permite mostrar en pantalla un diálogo con dos opciones seleccionables por el usuario unido a un mensaje en forma de pregunta, entonces si el usuario elije la opción *Salir*, la aplicación sale directamente, pero si se elige *Cancelar*, entonces se regresa al Screen1 que corresponde a la Pantalla de Login.

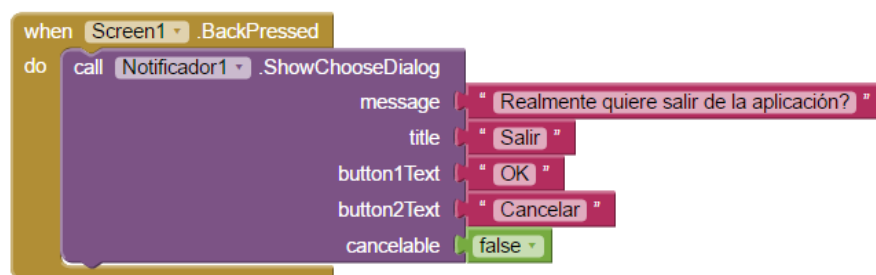


FIGURA 98. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN1.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- El último paso en la programación de la Pantalla de Login es la del botón Salir, que al momento de presionarlo saldrá de la aplicación de manera directa, este proceso se evidencia en la Figura 99.



FIGURA 99. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN SALIR DE LA SCREEN1.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

3.9.4.2. Programación pantalla de acciones

De igual manera como en la programación de la Pantalla de Login, en la Pantalla de Acciones también se procede a programar de manera ordenada eligiendo cada uno de los bloques correspondientes a cada acción que se desee que cumpla la aplicación, como se describe a continuación:

- Cuando se inicializa la Pantalla de Acciones la única acción que se realiza es la de ocultar el teclado, esto se hace debido a que anteriormente se ingresó una contraseña en pantalla con ayuda del teclado virtual, entonces es primordial realizar esta acción para que este no se muestre de nuevo en la Pantalla de Acciones, el proceso se visualiza en la Figura 100.

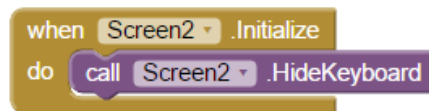


FIGURA 100. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN2.INITIALIZE.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Ahora como paso siguiente se procedió a programar el botón *Confirmar_accion* como se puede observar en la Figura 101, el cual al momento de hacer click hace una comparación entre todas las casillas de verificación correspondientes a cada una de las acciones que ofrece el prototipo, entonces al momento de elegir una acción en particular, la aplicación muestra una alerta en pantalla confirmando la acción seleccionada y a continuación envía un mensaje de texto de acuerdo al nombre de la acción y el número de teléfono del destinatario, como se puede ver en la Figura 87.

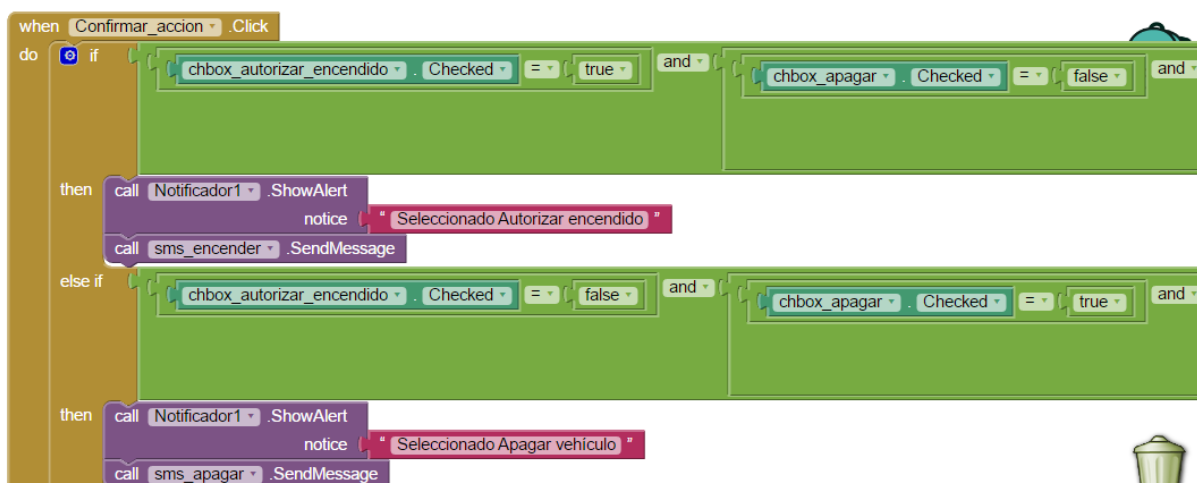


FIGURA 101. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN CONFIRMAR ACCIÓN.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). MIT APP INVENTOR 2 BETA. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- La Figura 102 permite observar la programación del botón *Configuración*, que al momento de que el usuario haga click, este será redirigido a la Screen3 correspondiente a la Pantalla de Configuración.

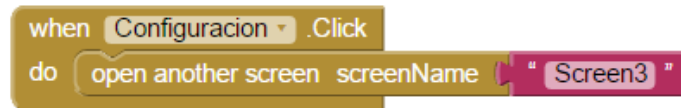


FIGURA 102. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN CONFIGURACIÓN.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- El botón físico de atrás también forma parte de la Pantalla de Acciones, en donde al momento de hacer click, la aplicación cerrará la pantalla actual y redirigirá automáticamente al usuario a la anterior, la cual corresponde a la Pantalla de Login, la programación del botón físico atrás se observa en la Figura 103.

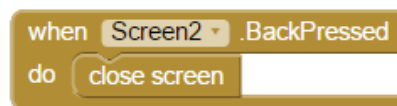


FIGURA 103. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN2.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Como en el caso de la Pantalla de Login, como se puede ver en la Figura 104, al momento de hacer click en el botón *Salir*, este hará que la aplicación salga de manera directa sin mostrar ningún cuadro de diálogo de confirmación.



FIGURA 104. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN SALIR DE LA SCREEN2.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

3.9.4.3. Programación pantalla de configuración

La Pantalla de Configuración hace uso de la misma base de datos *TinyBD1*, la cual permite almacenar datos correspondientes a las etiquetas que el programador le dé, a continuación, se muestra los pasos usados para la programación de esta pantalla:

- De similar manera como en las anteriores pantallas, al momento de iniciar la Screen3 que corresponde a la Pantalla de Configuración lo primero que se hace es ocultar en teclado virtual, este proceso de programación se evidencia en la Figura 105.

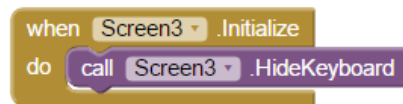


FIGURA 105. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL SCREEN3.INITIALIZE.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- La Figura 106 permite observar la programación de la parte más importante de esta pantalla, la cuál es el botón *Guardar_contraseña*, este permite reemplazar la contraseña antigua a una nueva ingresada por teclado por parte del usuario, entonces lo primero es comparar la contraseña almacenada en la base de datos con *tag Contraseña* y la ingresada en el campo de contraseña llamado *Contraseña_antigua*, además es necesario hacer una validación de la nueva contraseña, comparando la nueva contraseña en los dos campos de contraseña llamados *Contraseña_Nueva* y *Contraseña_nueva_repetir*, entonces si tanto la contraseña antigua como la nueva contraseña son validadas de manera correcta se procederá a almacenar la nueva contraseña en la base de datos con el *tag Contraseña*, cabe recalcar que la contraseña antigua será reemplazada con la nueva, mostrando finalmente una alerta en pantalla confirmando la acción, ocultado el teclado y redirigiendo al usuario a la Pantalla de Login; por otro lado, si la contraseña antigua fuese ingresada de manera errónea se mostrará una alerta en pantalla como *Contraseña antigua incorrecta*, o también si no fuese validada la nueva contraseña también se mostrará una alerta en pantalla indicando *Contraseñas desiguales*.

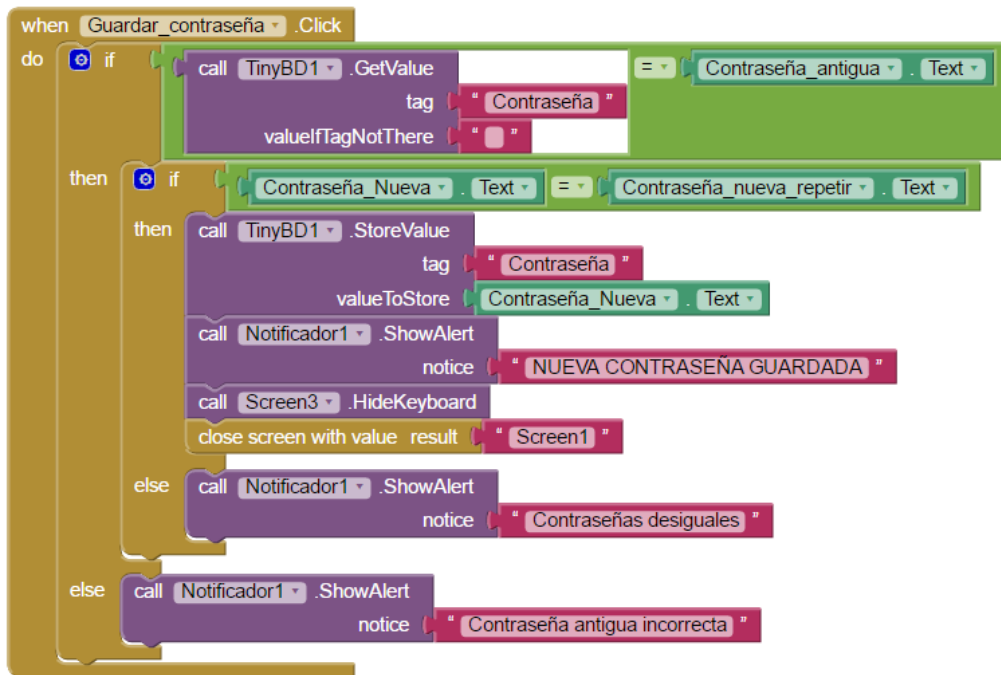


FIGURA 106. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN GUARDAR CONTRASEÑA.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Similar a la Screen2 y como se observa en la Figura 107, la programación del botón físico atrás de la Pantalla de Configuración cerrará la pantalla actual y redirigirá al usuario a la anterior, que en este caso es la Pantalla de Acciones.

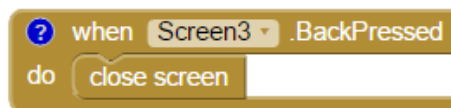


FIGURA 107. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN FÍSICO ATRÁS DE LA SCREEN3.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)

- Como último paso es la programación del botón *Volver*, que hará la misma función que el botón físico atrás, redirigiendo al usuario a la Pantalla de Acciones, el proceso de programación se observa en la Figura 108.

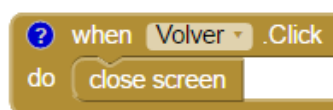


FIGURA 108. PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN VOLVER DE LA SCREEN3.
 FUENTE: MIT APP INVENTOR (2016). *MIT APP INVENTOR 2 BETA*. RECUPERADO DE:
[HTTP://AI2.APPINVENTOR.MIT.EDU/?LOCALE=ES_ES#4898379748605952](http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=es_es#4898379748605952)



FIGURA 110. RENAULT SANDERO 2012.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

A continuación, se describen los pasos usados para el proceso de implementación:

- Como primer paso se procedió a realizar el cableado de la alimentación principal del prototipo, esto se lo realizó haciendo una toma directa desde la batería del vehículo hacia el interior del vehículo, exactamente debajo del volante del conductor, retirando previamente el panel de protección, para esto se implementó un par de borneras para facilitar la unión de cables, la Figura 111 permite evidenciar el proceso de conexión realizado.



FIGURA 111. TOMA DE ALIMENTACIÓN PRINCIPAL DEL PROTOTIPO.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Luego se procedió a instalar cada uno de los dispositivos que irán en el interior del vehículo, los cuales serán conectados al prototipo, estos son, micrófono, lector NFC,

botón de pánico y el cable USB, este último servirá para tareas de servicio técnico. La Figura 112 permite observar la instalación del micrófono en el interior del vehículo, este fue colocado en la parte superior del lado del conductor.



FIGURA 112. MICRÓFONO INSTALADO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Después se procedió a instalar el lector NFC en un lugar que sea de fácil accesibilidad para el usuario, pero a la vez que se encuentre de manera oculta, la Figura 113 permite observar el lugar donde se colocó de manera oculta el lector NFC.



FIGURA 113. LECTOR NFC INSTALADO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Posteriormente se procedió a la instalación del botón de pánico, el cual fue colocado en un lugar oculto en donde solamente el usuario sepa la ubicación, esto se lo hace para evitar manipulaciones por personas no autorizadas, en este caso fue colocado debajo del volante del conductor, la Figura 114 permite observar el lugar donde se instaló el botón de pánico.



FIGURA 114. INSTALACIÓN DEL BOTÓN DE PÁNICO EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Por último, en la instalación de dispositivos que van a ir en el interior del vehículo, se procedió a instalar una extensión de cable USB que va desde la caja de fusibles del vehículo que se encuentra en la parte izquierda del volante del conductor cubierta por una tapa plástica de protección, hasta el puerto USB la placa Arduino Mega 2560; el mismo que tiene la utilidad de brindar servicio técnico al usuario en el caso de que exista alguna falla del sistema, también en el caso de que se requiera hacer algún tipo de actualización del IDE de Arduino, la Figura 115 permite observar el lugar de instalación de la extensión del cable USB.



FIGURA 115. INSTALACIÓN DEL CABLE USB EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- A paso seguido se procedió a instalar la caja metálica (Figura 116) que contiene el prototipo en un lugar de difícil acceso, asegurando de esta manera la no manipulación por parte de personas no autorizadas, esta caja consta internamente de todos los módulos y placas electrónicas necesarias para el funcionamiento del prototipo (Figura 117), además en el (ANEXO 09.), se puede observar el diagrama de conexión de manera detallada.



FIGURA 116. CAJA METÁLICA DEL PROTOTIPO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

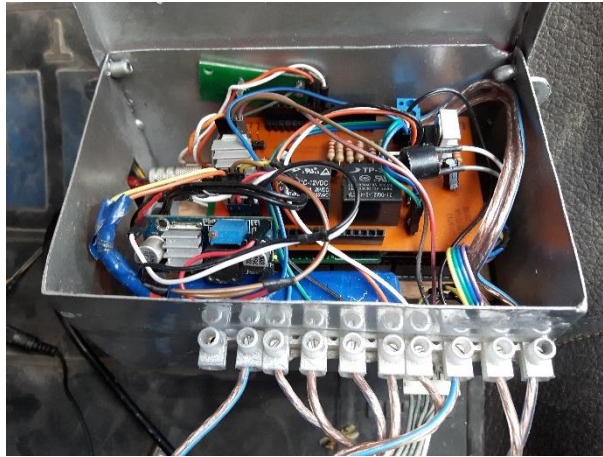


FIGURA 117. PARTE INTERNA DE COMPONENTES DEL PROTOTIPO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Luego se procedió a realizar la interconexión de los cables que transportan las diferentes señales de control del bloqueo central del vehículo, esto se lo realizó haciendo una unión en paralelo desde las salidas de abrir y cerrar puertas desde el prototipo hacia los cables correspondientes de subir y bajar del sistema de bloqueo central del vehículo, la correspondiente conexión se muestra en la Figura 118.

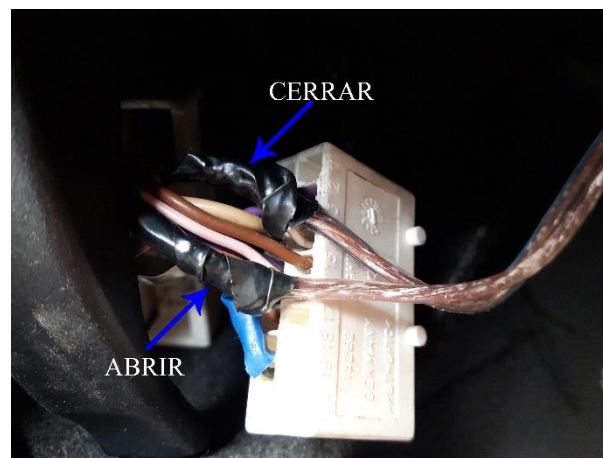


FIGURA 118. CONEXIÓN DE LAS SEÑALES DE BLOQUEO CENTRAL.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Después se realizó la interconexión de los diferentes cables que transportan las señales que controlan el funcionamiento de la bomba de gasolina, esta proviene de la caja del prototipo y va hacia el relé de la bomba de gasolina del vehículo concretamente al terminal blanco del relé, este se conforma además por un fusible de 5A utilizado para prevenir posibles daños por sobrecargas. Además, se realizó la

conexión del cable que transporta la señal de contacto proveniente de igual manera de la caja del prototipo y que fue conectado al terminal beige del relé, correspondiente a la señal de contacto principal del vehículo, el diagrama de conexión se puede observar en el (ANEXO 09.), además las conexiones físicas realizadas se puede observar en la Figura 119.

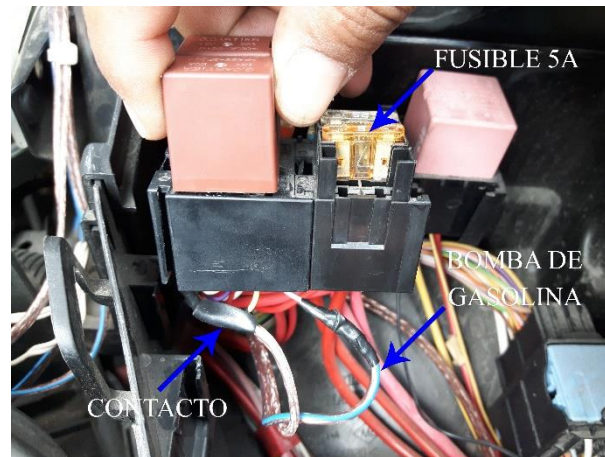


FIGURA 119. CONEXIÓN DE LAS SEÑALES DE LA BOMBA DE GASOLINA Y CONTACTO DEL VEHÍCULO.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Como último paso después de verificar que las todas las conexiones se hayan realizado de manera correcta haciendo referencia al diagrama de conexión mostrado en el (ANEXO 09.), se procedió a realizar la conexión de la alimentación principal del prototipo proveniente de la batería del vehículo, para luego realizar las diferentes pruebas de funcionamiento.

3.10.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

Con el objetivo de mostrar de una mejor manera los resultados obtenidos después del proceso de implementación del prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, se efectúan las diferentes pruebas de funcionamiento, las cuales permiten confirmar el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Para las diferentes pruebas de funcionamiento, cabe recalcar que la manera más práctica de observar el correcto funcionamiento es en base a un video, el cual se encuentra adjunto en el

documento, entonces en esta sección se procede a realizar las diferentes pruebas de funcionamiento de manera que sea lo más comprensible posible, en base a fotografías y la respectiva explicación de cada una, todo este proceso se lo realiza basado en cada una de las funciones que ofrece el prototipo.

A continuación, se detallan cada una de las pruebas de funcionamiento realizadas sobre el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular.

3.10.2.1. Pruebas de funcionamiento de cada una de las acciones del sistema en base a la aplicación Android

Para la realización de las siguientes pruebas se hace uso de la aplicación Android que lleva el nombre NeoTrack, la aplicación está basada en el envío y recepción de mensajes de texto SMS entre el prototipo instalado en el vehículo y el smartphone del usuario registrado al sistema.

3.10.2.1.1. Autorizar encendido

La siguiente acción puede ser usada en el caso de que se haya extraviado o no se tenga a la mano la tarjeta o llavero de identificación usado para la acción de autorización de encendido del vehículo.

Entonces para esto, se debe tener colocada la llaves de encendido y posicionarla en estado de contacto, acto seguido se procede a entrar a la aplicación mediante el proceso de Login con la contraseña de seguridad, y por último se procede a elegir la acción “Autorizar encendido” y luego realizar la confirmación de la misma, como se puede observar en la Figura 120.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS

FIGURA 120. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN AUTORIZAR ENCENDIDO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Teniendo como resultado que los seguros eléctricos de las puertas se bajen, además de emitir un doble pitido, indicando de esta manera que se ejecutó de manera correcta la acción, para posterior a esto poder encender el vehículo de manera normal con la llave de encendido.

3.10.2.1.2. Apagar vehículo

Esta acción puede ser usada en el caso que el usuario desee apagar el vehículo en el caso que esta se requiera.

Para esto el vehículo debe estar encendido, entonces luego de haber ingresado a la aplicación con la clave de seguridad correspondiente, se debe seleccionar la acción que lleva como nombre “Apagar vehículo” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 121.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS

FIGURA 121. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN APAGAR VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Teniendo finalmente como resultado que el motor del vehículo se apague y además los seguros eléctricos de las puertas se suban, indicando así que se realizó de manera correcta la acción.

3.10.2.1.3. Bloquear vehículo

La siguiente acción puede ser usada en el caso de que algún maleante haya sustraído la llave del vehículo en conjunto con la tarjeta o el llavero de identificación, entonces es necesario hacer un bloqueo de las funciones físicas del vehículo para impedir que pueda ser encendido a pesar de que el delincuente cuente con la llave de encendido y la tarjeta o el llavero de identificación; cabe recalcar que esta es una de las funciones más importantes del proyecto.

Para esto entonces, el vehículo debe encontrarse en estado de desbloqueo, pudiendo o no estar el vehículo encendido, entonces como en los casos anteriores se debe ingresar a la aplicación NeoTrack y seleccionar la acción correspondiente que lleva como nombre “Bloquear vehículo” realizando la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 122.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS

FIGURA 122. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN BLOQUEAR VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto el prototipo impide las lecturas de la tarjeta o el llavero de identificación, por otro lado, apaga el motor del vehículo si previamente ha sido encendido, bajando además los seguros eléctricos de las puertas, esta acción sigue en funcionamiento inclusive si la batería principal del vehículo fuese desconectada y conectada nuevamente.

3.10.2.1.4. Desbloquear vehículo

Esta acción puede ser usada en el caso que el usuario del vehículo decida volver el vehículo al estado normal de funcionamiento.

Para esto después de haber accedido a la aplicación con la contraseña respectiva, se debe seleccionar la acción correspondiente que lleva como nombre “Desbloquear vehículo” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 123.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS

FIGURA 123. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN DESBLOQUEAR VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esta acción se tiene un doble pitido indicando que el sistema ha sido desbloqueado correctamente por el usuario, esta acción desbloquea al vehículo para que vuelva al estado normal de funcionamiento y pueda ser encendido sin restricción alguna con la llave de encendido y la tarjeta o el llavero de identificación usadas para dicho proceso.

3.10.2.1.5. Ubicación GPS

Esta acción permite ubicar al vehículo en cualquier parte del territorio ecuatoriano en donde exista cobertura de telefonía celular.

Para esto después de haber ingresado a la aplicación con la clave de seguridad, se procede a realizar la selección de la acción que lleva como nombre "Ubicación GPS" y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 124.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS

FIGURA 124. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN UBICACIÓN GPS.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto el sistema del vehículo devolverá al usuario que haya realizado la acción, un SMS con la información similar a la mostrada en la Figura 125.

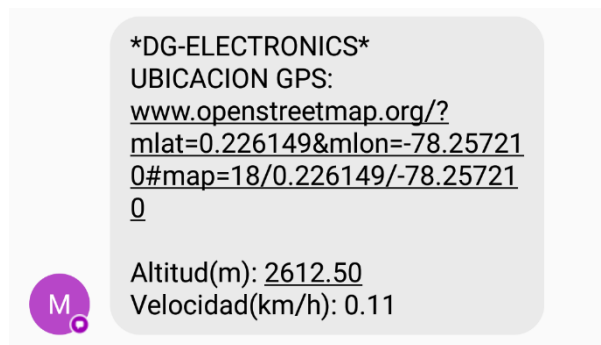


FIGURA 125. INFORMACIÓN GPS ENVIADA AL USUARIO POR PARTE DEL SISTEMA DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Enlace WEB de la ubicación GPS del vehículo que puede ser visualizada mediante un navegador WEB o a través de la aplicación gratuita de mapas “OsmAnd+” como se puede observar en la Figura 126, la aplicación gratuita de mapas puede ser descargada de la tienda Android Google Play.

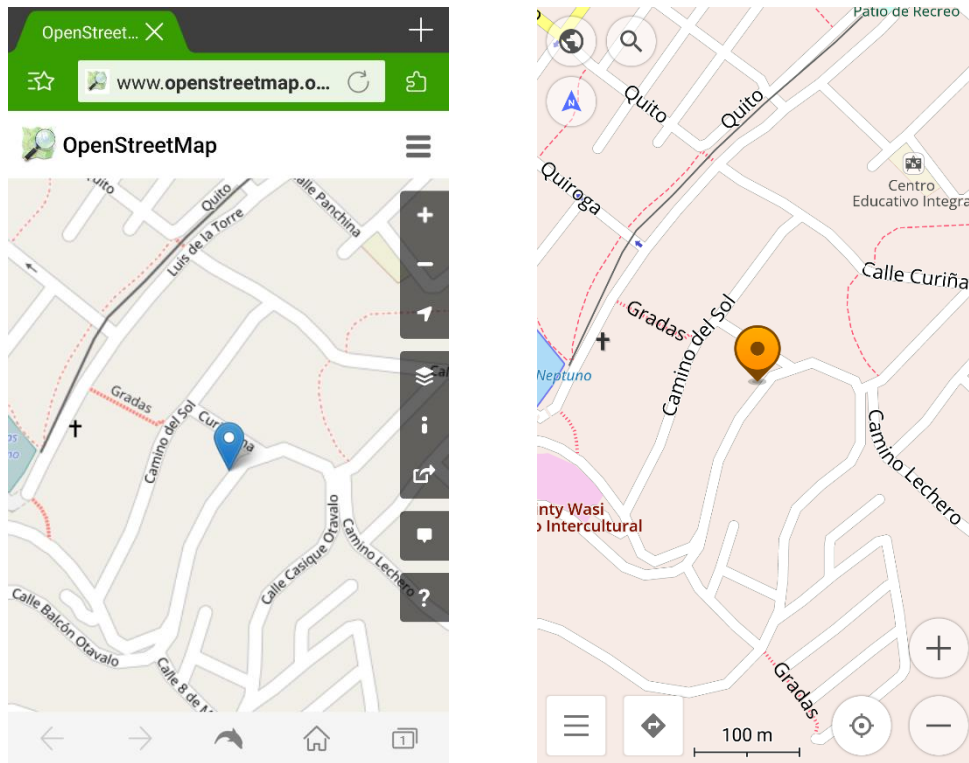


FIGURA 126. VISUALIZACIÓN GPS MEDIANTE UN NAVEGADOR WEB Y APLICACIÓN OSMAND+ RESPECTIVAMENTE.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

- Altitud a nivel del mar del vehículo en unidades de metros (m)
- Velocidad de viaje del vehículo en unidades de kilómetros por hora (km/h).

3.10.2.1.6. Devolver llamada

La siguiente acción es usada en el caso de que el usuario desee escuchar la conversación que se realiza en el interior del vehículo, sin que los pasajeros sepan de dicha actividad.

Entonces para esto después de haber ingresado a la aplicación y pasar de manera correcta el proceso de Login, se debe seleccionar la acción correspondiente que lleva como nombre “Devolver llamada” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 127.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS
- Devolver llamada

FIGURA 127. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN DEVOLVER LLAMADA.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto el sistema del vehículo devuelve una llamada al usuario que ha realizado dicha acción, la cual puede ser además grabada de manera automática con la aplicación gratuita llamada “Grabación de llamada - ACR”, esta puede ser descargada de la tienda Android Google Play.

La Figura 128 permite ilustrar de mejor manera la acción de devolución de llamada hacia el usuario del sistema.



FIGURA 128. EJEMPLO DE LLAMADA ENTRANTE DESDE EL SISTEMA DEL VEHÍCULO HACIA EL USUARIO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

3.10.2.1.7. Estado del vehículo

Esta acción tiene como objetivo permitir conocer varios parámetros que son sensados en el vehículo y visualizarlos en el smartphone del usuario que realizó la solicitud en formato de mensaje de texto SMS.

Para esto como siempre el usuario debe haber ingresado a la aplicación NeoTrack autenticándose con la clave de seguridad, luego de esto se debe seleccionar la acción que lleva como nombre “Estado del vehículo” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 129.

Elija la función que desea realizar

"Solo elija una acción a la vez"

CONFIRMAR ACCIÓN

- Autorizar encendido
- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS
- Devolver llamada
- Estado del vehículo

FIGURA 129. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN ESTADO DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto el sistema del vehículo devolverá al usuario que ha realizado la acción, un SMS con la información similar a la mostrada en la Figura 130.

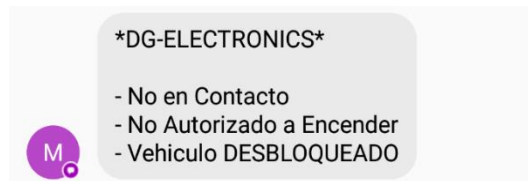


FIGURA 130. INFORMACIÓN DE ESTADO DEL VEHÍCULO ENVIADA AL USUARIO POR PARTE DEL SISTEMA DEL VEHÍCULO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Los datos recibidos en formato SMS contienen la siguiente información:

- No en contacto: Este punto indica si el vehículo se encuentra o no en estado de contacto con la llave de encendido.
- No autorizado a Encender: Indica si el vehículo se autorizó o no a encender con el llavero de identificación o mediante la aplicación Android con la acción correspondiente.
- Vehículo DESBLOQUEADO: Muestra si el vehículo se encuentra en estado de bloqueo o desbloqueo.

Cabe recalcar que la información mostrada en este ejemplo puede variar dependiendo del estado actual del vehículo en el momento en que se haya realizado la acción correspondiente.

3.10.2.1.8. Abrir puertas

La siguiente acción tiene como objetivo subir los seguros eléctricos de las puertas del vehículo, en el caso de que el usuario lo requiera remotamente.

Para esto luego de haber ingresado a la aplicación después del proceso de autenticación, se debe seleccionar la acción correspondiente que lleva como nombre “Abrir puertas” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 131.

- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS
- Devolver llamada
- Estado del vehículo
- Abrir puertas
- Cerrar puertas

FIGURA 131. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN ABRIR PUERTAS.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto los seguros eléctricos de las puertas se accionarán de manera automática, permitiendo al usuario tener la posibilidad de abrir las puertas manualmente sin la necesidad de usar la llave del vehículo para desbloquearlas.

3.10.2.1.9. Cerrar puertas

La siguiente acción tiene como objetivo bajar los seguros eléctricos de las puertas del vehículo, en el caso de que el usuario lo requiera de manera remota.

Para esto luego de haber ingresado a la aplicación después del proceso de autenticación, se debe seleccionar la acción correspondiente que lleva como nombre “Cerrar puertas” y realizar la confirmación de la misma, la selección y confirmación de la acción se puede observar en la Figura 132.

- Apagar vehículo
- Bloquear vehículo
- Desbloquear vehículo
- Ubicación GPS
- Devolver llamada
- Estado del vehículo
- Abrir puertas
- Cerrar puertas

FIGURA 132. ELECCIÓN DE LA ACCIÓN CERRAR PUERTAS.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Como resultado de esto los seguros eléctricos de las puertas se accionarán de manera automática, bloqueando las puertas y no dando la oportunidad de abrirlas manualmente, salvo el caso de que se tenga la llave del vehículo.

3.10.2.2. Prueba de funcionamiento del sistema de encendido del vehículo

La siguiente prueba de funcionamiento tiene como objetivo describir el proceso de encendido normal del vehículo en base a la llave de contacto del vehículo en conjunto con la tarjeta o llavero de identificación usados para dicho proceso.

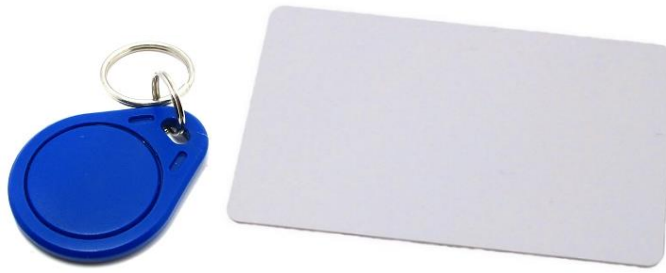


FIGURA 133. LLAVERO Y TARJETA DE IDENTIFICACIÓN MIFARE.
FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 133 permite observar la tarjeta o el llavero de identificación usados para el proceso de encendido del vehículo, dicho proceso se describe a continuación:

- Como primer paso se debe constatar que el vehículo se encuentre en estado de desbloqueo, esto se lo puede comprobar mediante la aplicación Android con la acción correspondiente de “Estado del vehículo”.
- Ahora se debe contar con la llave del vehículo y ubicarla en estado de contacto.
- Luego se debe realizar la lectura de la tarjeta o el llavero de identificación mediante el lector NFC ubicado de manera estratégica y oculta.
- Comprobar que se emite un doble pitido y que los seguros eléctricos de las puertas se bajan de manera correcta asegurando el vehículo.

Si se cumplieron de manera correcta los pasos anteriores, entonces se puede encender el vehículo de manera normal sin restricción alguna.

3.10.2.3. Prueba de funcionamiento del botón de pánico

La siguiente prueba de funcionamiento tiene como objetivo describir el proceso que ocurre al momento de presionar el botón de pánico por dos segundos en alguna situación de emergencia, como se describe a continuación:

- El prototipo recibe la orden de la situación de emergencia luego de haber presionado el botón de pánico por dos segundos.

- Se envía un SMS informando de la situación de emergencia al número de teléfono registrado previamente para dicha acción.
- Por último, realiza una llamada telefónica al mismo número, permitiendo escucharse la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo, si la llamada es contestada la conversación queda grabada de manera automática por medio de la aplicación previamente descargada la cual lleva el nombre “Grabación de llamada - ACR”; por otra parte, si no fuese contestada, la llamada en curso entra al buzón de voz en donde de igual manera la conversación queda grabada.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se procede a realizar el análisis económico de los materiales que fueron usados para el desarrollo del prototipo pasando tanto por los elementos electrónicos, así como también por el software utilizado, además esto permitirá determinar el costo beneficio que tiene el presente proyecto.

4.1. PRESUPUESTO DEL HARDWARE UTILIZADO

Para el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, la Tabla 27 permite observar los costos de los materiales que fueron utilizados para la realización del diseño.

TABLA 27. PRESUPUESTO DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO.

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Arduino Mega 2560	\$25	\$25
1	Módulo GPS NEO-6M	\$50	\$50
1	Módulo GSM/GPRS SIM900	\$46	\$46
1	Módulo NFC PN532	\$35	\$35
1	Módulo regulador LM2596s	\$5	\$5
2	Transistor NPN 2N3904	\$0,25	\$0,50
3	Diodos rectificadores 1N4007	\$0,10	\$0,30
1	Condensador electrolítico 10uF – 16V	\$0,15	\$0,15
1	Condensador cerámico 0,1uF	\$0,10	\$0,10
2	Relés 12V	\$1,50	\$3,00
1	Transistor regulador LM317t	\$1,50	\$1.50
1	Transistor de potencia TIP31C	\$1,50	\$1.50
1	Regulador de voltaje LM7805	\$1,50	\$1,50
1	Resistencias 1K Ω - 1/4W	\$0,07	\$0.07
3	Resistencias 47K Ω - 1/4W	\$0,07	\$0.21

2	Resistencias 2,2 K Ω - 1/4W	\$0,07	\$0.14
1	Resistencias 220 Ω - 1/4W	\$0,07	\$0.07
1	Resistencias 390 Ω - 1/4W	\$0,07	\$0.07
1	Pulsador	\$0,50	\$0.50
2	Juegos de espadines macho	\$1	\$2
2	Juegos de espadines hembra	\$1	\$2
1	Bornera de 2 pines	\$0,30	\$0.30
1	Impresión Plotter	\$2	\$2
1	Buzzer	\$1	\$1
1	Estaño (3m)	\$0,30	\$0.90
1	Cautín	\$3	\$3
1	Cloruro Férrico	\$1,50	\$1.50
1	Baquelita	\$2	\$2
1	Caja metálica	\$5	\$5
1	Cables, tornillos, extras	\$7	\$7
TOTAL			\$191

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

4.2. PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO

Dado que el proyecto es basado en el concepto open-source, entonces tanto el software de programación de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560 como la plataforma para el desarrollo de la aplicación Android son de libre uso, detallados en la Tabla 28.

TABLA 28. PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO EN EL PROTOTIPO.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Arduino IDE	\$0
1	App Inventor 2 Beta	\$0
1	MIT AI2 Companion	\$0
1	Eagle 7.2.0	\$0
TOTAL		\$0

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

4.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis del costo beneficio tiene como objetivo medir la rentabilidad de un proyecto, esto gracias a la comparación de los costos previstos con los beneficios que se espera en la realización del proyecto.

Se debe para esto enlistar todos los materiales utilizados para el diseño e implementación del prototipo (Tabla 29), tomando en cuenta que los costos deben ser medibles respecto a una unidad monetaria.

TABLA 29. COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costos del hardware utilizado	\$191
Costos del software utilizado	\$0
TOTAL COSTOS	\$191

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

La Figura 134 permite observar el análisis realizado del TIR y VAN, todo esto respecto a los gastos realizados para el desarrollo del prototipo, los cuales contienen los costos de los materiales utilizados para la parte física y también del software usado para la programación del mismo.

	Tasa de Crecimiento	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ENTRADAS DE EFECTIVO							
Total Ingresos Negocio			24.000,00	25.200,00	26.460,00	27.783,00	29.172,15
Otros Ingresos		-					
Total Entradas		-	24.000,00	25.200,00	26.460,00	27.783,00	29.172,15
SALIDAS DE EFECTIVO							
INVERSIÓN INICIAL		593,68					
Total Gastos Negocio			19.475,38	19.989,65	20.989,13	22.038,59	23.140,52
Total Salidas		593,68	19.475,38	19.989,65	20.989,13	22.038,59	23.140,52
Flujo Operacional		- 593,68	4.524,62	5.210,35	5.470,87	5.744,41	6.031,63
TIR		775,95%					
Tasa de Descuento		15,00%					
VAN		17.160,91					

BENEFICIO COSTO	=	$\frac{\sum \text{Ingresos Deflactados}}{\sum \text{Egresos Deflactados}}$	$\frac{132.615,15}{106.226,94}$	=	1,25	COSTO BENEFICIO
POR CADA DÓLAR INVERTIDO RECUPERA 1,25, ES DECIR GANA 0,25						

FIGURA 134. ANÁLISIS DEL TIR Y VAN DEL PROTOTIPO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Ya determinados los resultados del TIR y VAN mostrados en la Figura 134, se puede concluir que el proyecto de sistema de localización y seguridad vehicular resulta factible dado que:

- Se ha realizado una proyección del 5% de crecimiento anual, solamente para ajustar los ingresos y gastos a la inflación promedio de los últimos años.
- Se ha supuesto una tasa de descuento del 15%, debido a que se invertiría el dinero en el negocio. De la información obtenida de otros pequeños negocios, la tasa promedio mínima de rentabilidad esperada es 10%.
- Luego del análisis se verifica que es viable debido a los siguientes indicadores financieros (TIR=775,95%; VAN=US\$17.160,91), en los 5 años proyectados, evidenciando un escenario de rentabilidad del mismo.

AÑOS	FLUJOS NETOS.	FCA	CANTIDAD	RUCUPERAC.
1	4.524,62	3.934,45	3.934,45	3.934,45
2	5.210,35	3.939,77		
3	5.470,87	3.597,19		
4	5.744,41	3.284,39		
5	6.031,63	2.998,79		
	26.981,89	17.754,59	3.934,45	3.934,45

FIGURA 135. ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROTOTIPO.

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DEL PROYECTO.

También se puede concluir que además de resultar rentable en proyecto, la recuperación de la inversión se logrará en un año, todo esto dado los cálculos que se encuentran presentados en la Figura 135.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminado el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular con comunicación GPS y GSM, basado en hardware y software libre, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES

- El prototipo desarrollado permitirá al propietario de un vehículo tener un sistema inteligente dado que usa dispositivos con tecnología de punta que permite ofrecer servicios remotos, brindando además características avanzadas de seguridad ya que está basado en la tecnología NFC, ofreciendo encriptación de las tarjetas o llaveros de identificación para que no puedan ser clonadas, brindando así al usuario comodidad y tranquilidad.
- Se realizó el prototipo de sistema localización y seguridad vehicular tomando las mejores características de diseño de los sistemas de seguridad que ofrece el mercado ecuatoriano, todo esto después de haber elaborado un análisis previo como se estableció en el CAPÍTULO II, permitiendo de esta manera tener un prototipo con tecnología de punta.
- Se elaboró un análisis de las tecnologías open-source disponibles en el mercado ecuatoriano (Tabla 13), permitiendo en base a esto hacer la correcta elección de la placa de desarrollo electrónico Arduino Mega 2560 como se puede evidenciar en el apartado 3.3.
- Se realizó el estudio (CAPÍTULO II) de las tecnologías en comunicaciones GPS, GSM, NFC involucradas en el desarrollo del prototipo, para que gracias a esto se pueda desarrollar un sistema eficiente, cumpliendo con los protocolos de comunicación que usan los diferentes módulos electrónicos estudiados en el CAPÍTULO III.

- Se diseñó la placa Shield Interfaz, la cual es una tarjeta que permite obtener una comunicación más confiable entre el Sistema de Control y los diferentes sistemas que se controlan dentro del vehículo (Figura 41), generando de esta manera un ahorro de espacio considerable, volviendo a la circuitería mucho más compacta.
- La aplicación Android que lleva como nombre “NeoTrack”, se desarrolló en la plataforma “App Inventor”, la cual se basa en un entorno gráfico y la programación es basada en bloques como se observó en el apartado 3.9, facilitando así el diseño al programador de manera considerable, la aplicación cumple tanto con parámetros de seguridad al momento de ingresar a ella, contando con un sistema de autenticación, así como también dispone de todas las características que el prototipo ofrece, mostrándose en forma de lista, facilitando la operatividad al usuario del vehículo.
- El manual de usuario del sistema de localización y seguridad vehicular mostrado en el ANEXO 08., brinda al propietario del vehículo una facilidad de uso y comprensión de las características que este ofrece, generando así el uso correcto del prototipo; por otro lado se elaboró un manual de instalador mostrado en el ANEXO 09., permitiendo instalar el prototipo de manera efectiva y correcta gracias a que cuenta con diagramas eléctricos y de bloques de fácil comprensión, garantizando así un eficiente funcionamiento del mismo.
- En el diseño de las fuentes de alimentación es primordial el cálculo del coeficiente térmico θ_{JA} , para el prototipo se obtuvo un valor de $\theta_{JA} = 151,51 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$, entonces el fabricante indica que si el valor calculado es mayor al presentado en el datasheet, no es necesario el uso de un disipador de calor externo.
- El prototipo desarrollado ofrece una característica importante de seguridad vehicular, la cual es, si el usuario ha realizado un bloqueo del prototipo por alguna situación en base a la aplicación Android, el vehículo permanece en ese estado de manera

incondicional hasta que el usuario haga la acción de desbloqueo, así la batería del vehículo haya sido desconectada y conectada nuevamente.

RECOMENDACIONES

- El presente proyecto de prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular es un inicio para futuras mejoras del mismo, entonces la principal recomendación es continuar con la investigación, innovando con la posibilidad de mejorar las prestaciones de actualmente este ofrece, todo esto es posible gracias a que el proyecto desarrollado está basado en la plataforma open-source tanto en hardware como en software.
- Para futuros diseños en los cuales este prototipo sirva de base de ejecución, se recomienda migrar a la tecnología GPRS para poder hacer uso de un plan de datos y ejecutar todas las acciones que ofrece el prototipo en base a Internet, todo esto dado que la infraestructura se presta para realizar dicho proceso.
- La implementación del sistema dentro del vehículo debe ser en un lugar de difícil acceso para cualquier persona, para así evitar cualquier tipo de manipulación. Sin embargo, el botón de pánico debe estar en un lugar no visible pero que sea accesible para el usuario.
- Capacitar a los usuarios del sistema con el objetivo de que ellos conozcan cada una de las características que este ofrece, para que de esta manera puedan hacer uso correcto del prototipo.
- Al momento de realizar la implementación del prototipo, realizar las conexiones de manera correcta y ordenada, evitando además tener cables pelados ya que podrían llegar a provocar cortocircuitos.

- Seguir los pasos expuestos en el manual de instalador mostrado en el ANEXO 09., respetando los procedimientos expuestos, para obtener finalmente un correcto funcionamiento del prototipo y evitar daños por mala manipulación.
- Para las funciones de localización GPS y llamadas de emergencia, independientemente de la operadora de telefonía celular elegida, se recomienda verificar y mantener constantemente al prototipo con saldo y paquete de mensajes SMS, dado que estas dos características son indispensables para brindar un sistema de localización y seguridad vehicular óptimo para el usuario.
- Configurar un patrón o contraseña de bloqueo para el smartphone, ya que esto dará una mayor garantía de seguridad al sistema, previniendo de esta forma que cualquier persona intente manipular la aplicación Android y pueda llegar a hacer uso de las funciones que esta ofrece.
- Registrar un segundo número celular al sistema del vehículo en conjunto con la instalación de la aplicación Android, esto dado el caso en que el smartphone que lleva el número del usuario principal del vehículo se extravíe, entonces el nuevo usuario conservará las mismas prioridades que el usuario principal y podrá realizar de igual manera todas las acciones que ofrece el prototipo.
- Para el registro del número de emergencia que será configurado por parte del desarrollador, se recomienda que el smartphone asignado a este número sea uno que cuente con una línea siempre activa, todo esto dado que es de vital importancia dado que este grabará el audio de manera automática cuando se presente alguna situación de emergencia.
- Para el uso del sistema en zonas cálidas, se recomienda el uso de un ventilador a 12V interno, conectado al sistema de contacto del vehículo, dado que ahí es en donde el prototipo hace funcionar la mayoría de dispositivos y por ende genera más calor.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. (Octubre de 2013). Diseño e implementación de un algoritmo de estrategias colaborativas entre robots móviles provistos de sensores de olor inteligentes para localizar y posicionar fuentes de olores características. Madrid, España.
- Acosta, J. (Junio de 2015). Sistema de control y monitoreo vehicular utilizando tecnología rfid y envío de alertas mediante mensajes de texto. Ambato, Ecuador.
- Alberca, E. (Julio de 2013). Estudio de la tecnología inalámbrica NFC (Near Field Communication) y sus aplicaciones en el ámbito de las telecomunicaciones. Quito, Ecuador.
- Antonorsi, E. (Marzo de 2008). Desarrollo e implementación de señalización y conmutación para roaming internacional en gsm. Sartenejas.
- Arduino. (13 de Marzo de 2016). Obtenido de Arduino Due: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue>
- Arduino. (13 de Marzo de 2016). *Arduino Leonardo*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>
- Arduino. (13 de Marzo de 2016). *Arduino Mega 2560*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Arduino. (10 de Marzo de 2016). *Arduino Uno*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Arduino. (13 de Marzo de 2016). *Arduino Yun*. Recuperado el 13 de Marzo de 2016, de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun>
- Arduino. (13 de Marzo de 2016). *Introducción Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arriagada, C. (2014). Análisis de la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones. Valdivia, Chile.

- Bedoya, Y., & Salazar, C. (2013). Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS. Pereira, Colombia.
- Broseta, R. (Septiembre de 2012). Dispositivos móviles y NFC aplicado al canjeo de tickets: BeepVip. Valencia, España.
- Cartagena, E. (2016). Jugete electrónico didactico, como elemento de apoyo para la enseñanza de programación a niños y niñas de 4 a 7 años. Ibarra, Ecuador.
- CEDATOS. (Abril de 2011). Obtenido de http://www.cedatos.com.ec/detalles_noticia.php?Id=86
- Cerda, D., & Pazmiño, I. (2011). Diseño e implementación de un sistema con GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM. *Diseño e implementación de un sistema con GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM*. Latacunga, Ecuador.
- Dominguez, C. (2016). *Revista de negocios de seguridad (RNDS)*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, de http://www.rnds.com.ar/articulos/017/RNDS_124.pdf
- Instituto de Automática Industrial. (22 de Marzo de 2016). Obtenido de Centre for Automation and Robotics: www.car.upm-csic.es/gpa-energia/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf
- ManperGPS. (3 de Marzo de 2016). *Manper GPS*. Obtenido de <http://www.manpergps.com/quienes-somos>
- Mora, P. (Abril de 2012). Diseño y construcción de un sistema de seguridad vehicular basado en mensajería corta (SMS) y tonos DTMF a través de teléfonos celulares. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Núñez, J. (2014). Diseño e intergación de un sistema de adquisición de datos mediante el uso de Arduino y Raspberry-Pi. Mexico D.F, Mexico.
- Oña, D., & Viteri, H. (2013). Diseño, implementación de un sistema de monitoreo para el vehículo Mazda BT-50 de la escuela de conducción de la ESPE-L. Latacunga, Ecuador.

RASPBERRY PI FOUNDATION. (10 de Marzo de 2016). Obtenido de RASPBERRY PI FOUNDATION: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>

RASPBERRY PI, F. (10 de Marzo de 2016). *RASPBERRY PI FOUNDATION*. Obtenido de RASPBERRY PI FOUNDATION: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>

Raspberrystore. (14 de Marzo de 2016). Obtenido de Raspberri Pi en Español: <http://www.raspberrystore.es/hardware-raspberry-pi.php>

raspberrystore.es. (14 de Marzo de 2016). <http://www.raspberrystore.es/hardware-raspberry-pi.php>. Obtenido de <http://www.raspberrystore.es/hardware-raspberry-pi.php>: <http://www.raspberrystore.es/hardware-raspberry-pi.php>

REUK. (2016). *Reuk blog*. Obtenido de <http://www.reuk.co.uk/wordpress/electric-circuit/lm317t-heatsinking/>

Rodríguez, C. (2006). Diseño e implementación de un sistema de control de acceso domiciliaria vía SMS por celular. Sangloquí, Pichincha, Ecuador.

TracklinkEcuador. (3 de Marzo de 2016). *Tracklink Ecuador*. Obtenido de <http://www.tracklink.ec/tracklinkecuador/Historia.aspx>

TraigoGPS. (3 de Marzo de 2016). *TraigoGPS*. Obtenido de <http://traigogps.com/>

U-blox. (22 de Marzo de 2016). *NEO-6 series*. Obtenido de NEO-6 series: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_ProductSummary_\(GPS.G6-HW-09003\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_ProductSummary_(GPS.G6-HW-09003).pdf)

Velasco, N. (Noviembre de 2005). Sistema embebido para la conexión de un PLC Siemens S7-200 a la red GSM. Sevilla, España.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AVR: Familia de microcontroladores RISC del fabricante estadounidense Atmel

CA: Corriente Alterna

CC: Corriente Continua

CEDATOS: Centro de Estudios y Datos

CPU: Central Processing Unit

DAC: Digital to Analogue Converter

DNS: Domain Name System

EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

GND: Ground

GPIO: General Purpose Input/Output

GPRS: General Packet Radio Service

GPS: Global Positioning System

GPU: Graphics Processor Unit

GSM: Global System for Mobile communications

HDMI: High-Definition Multimedia Interface

HFE: Ganancia de Corriente

HSU: High Speed UART

I2C: Inter-Integrated Circuit

ICSP: In Circuit Serial Programming

IDE: Integrated Development Environment

ISO: International Organization for Standardization

JTAG: Joint Test Action Group

LED: Light Emitting Diode

MIFARE: tecnología de tarjetas inteligentes sin contacto

MISO: Master Input Slave Output

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MOSI: Master Output Slave Input

NDEF: NFC Data Exchange Format

NFC: Near field communication

OTG: On The Go

OVERCLOCKING: Aumentar la velocidad del reloj de componentes como el CPU y GPU

PCB: Printed Circuit Board

PWM: Pulse Width Modulation

RAM: Random Access Memory

RFID: Radio Frequency IDentification

SCK: Clock

SIM: subscriber identity module

SMS: Short Message Service

SOS: Petición de Auxilio o Socorro

SPI: Serial Peripheral Interface

SRAM: Static Random Access Memory

SS: Slave

TAG: Etiquetas inteligentes

TCP: Transmission Control Protocol

TIR: Tasa Interna de Retorno

TWI: Two Wire Interface

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter

UDP: User Datagram Protocol

UID: Unique Permanent Identification

USB: Universal Serial Bus

VAN: Valor Actual Neto

VCC: Voltaje en Corriente Continua

WIFI: Mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica

ANEXO 01.

DATASHEET DEL TRANSISTOR TIP31C

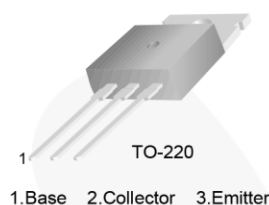


November 2014

TIP31A / TIP31C NPN Epitaxial Silicon Transistor

Features

- Medium Power Linear Switching Applications
- Complementary to TIP32 Series



Ordering Information

Part Number	Top Mark	Package	Packing Method
TIP31A	TIP31A	TO-220 3L (Single Gauge)	Bulk
TIP31C	TIP31C	TO-220 3L (Single Gauge)	Bulk
TIP31CTU	TIP31C	TO-220 3L (Single Gauge)	Rail

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	TIP31A	60	V
		TIP31C	100	
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	TIP31A	60	V
		TIP31C	100	
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V	
I_C	Collector Current (DC)	3	A	
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A	
I_B	Base Current	1	A	
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$	
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to 150	$^\circ\text{C}$	

Thermal Characteristics

Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
P_C	Collector Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	2	W
	Collector Dissipation ($T_C = 25^\circ\text{C}$)	40	

Electrical Characteristics

Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Max.	Unit
$V_{CEO(sus)}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ⁽¹⁾	TIP31A	$I_C = 30\text{ mA}, I_B = 0$	60	V
		TIP31C		100	
I_{CEO}	Collector Cut-Off Current	TIP31A	$V_{CE} = 30\text{ V}, I_B = 0$	0.3	mA
		TIP31C	$V_{CE} = 60\text{ V}, I_B = 0$	0.3	
I_{CES}	Collector Cut-Off Current	TIP31A	$V_{CE} = 60\text{ V}, V_{EB} = 0$	200	μA
		TIP31C	$V_{CE} = 100\text{ V}, V_{EB} = 0$	200	
I_{EBO}	Emitter Cut-Off Current	$V_{EB} = 5\text{ V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	DC Current Gain ⁽¹⁾		$V_{CE} = 4\text{ V}, I_C = 1\text{ A}$	25	
			$V_{CE} = 4\text{ V}, I_C = 3\text{ A}$	10	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage ⁽¹⁾	$I_C = 3\text{ A}, I_B = 375\text{ mA}$		1.2	V
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage ⁽¹⁾	$V_{CE} = 4\text{ V}, I_C = 3\text{ A}$		1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_C = 500\text{ mA}, f = 1\text{ MHz}$	3.0		MHz

Note:

1. Pulse test: $p_w \leq 300\ \mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.

ANEXO 02.

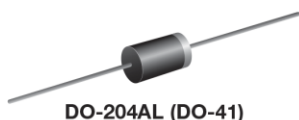
DATASHEET DEL DIODO RECTIFICADOR 1N4007



1N4001 thru 1N4007

Vishay General Semiconductor

General Purpose Plastic Rectifier



FEATURES

- Low forward voltage drop
- Low leakage current
- High forward surge capability
- Solder dip 275 °C max. 10 s, per JESD 22-B106
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS
COMPLIANT

TYPICAL APPLICATIONS

For use in general purpose rectification of power supplies, inverters, converters and freewheeling diodes application.

Note

- These devices are not AEC-Q101 qualified.

MECHANICAL DATA

Case: DO-204AL, molded epoxy body
Molding compound meets UL 94 V-0 flammability rating
Base P/N-E3 - RoHS compliant, commercial grade

Terminals: Matte tin plated leads, solderable per J-STD-002 and JESD 22-B102
E3 suffix meets JESD 201 class 1A whisker test

Polarity: Color band denotes cathode end

PRIMARY CHARACTERISTICS	
$I_{F(AV)}$	1.0 A
V_{RRM}	50 V to 1000 V
I_{FSM} (8.3 ms sine-wave)	30 A
I_{FSM} (square wave $t_p = 1$ ms)	45 A
V_F	1.1 V
I_R	5.0 μ A
T_J max.	150 °C

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25$ °C unless otherwise noted)									
PARAMETER	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at $T_A = 75$ °C	$I_{F(AV)}$	1.0							A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30							A
Non-repetitive peak forward surge current square waveform $T_A = 25$ °C (fig. 3)	$t_p = 1$ ms	45							A
	$t_p = 2$ ms	35							
	$t_p = 5$ ms	30							
Maximum full load reverse current, full cycle average 0.375" (9.5 mm) lead length $T_L = 75$ °C	$I_{R(AV)}$	30							μ A
Rating for fusing ($t < 8.3$ ms)	I^2t ⁽¹⁾	3.7							A ² s
Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{STG}	- 50 to + 150							°C

Note

⁽¹⁾ For device using on bridge rectifier application

1N4001 thru 1N4007

Vishay General Semiconductor



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)										
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT
Maximum instantaneous forward voltage	1.0 A	V _F				1.1				V
Maximum DC reverse current at rated DC blocking voltage	T _A = 25 °C	I _R				5.0				μA
	T _A = 125 °C					50				
Typical junction capacitance	4.0 V, 1 MHz	C _J				15				pF

THERMAL CHARACTERISTICS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)										
PARAMETER	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT	
Typical thermal resistance	R _{θJA} ⁽¹⁾				50				°C/W	
	R _{θJL} ⁽¹⁾				25					

Note

(1) Thermal resistance from junction to ambient at 0.375" (9.5 mm) lead length, PCB mounted

ORDERING INFORMATION (Example)				
PREFERRED P/N	UNIT WEIGHT (g)	PREFERRED PACKAGE CODE	BASE QUANTITY	DELIVERY MODE
1N4004-E3/54	0.33	54	5500	13" diameter paper tape and reel
1N4004-E3/73	0.33	73	3000	Ammo pack packaging

RATINGS AND CHARACTERISTICS CURVES

(T_A = 25 °C unless otherwise noted)

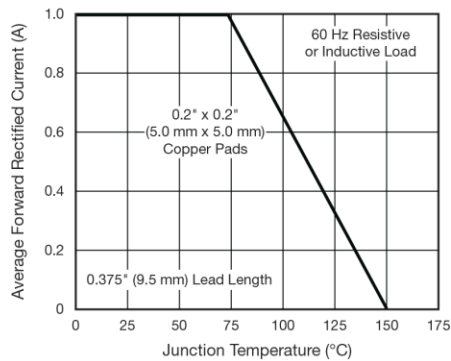


Fig. 1 - Forward Current Derating Curve

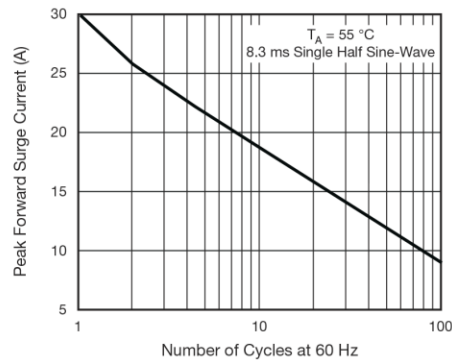


Fig. 2 - Maximum Non-repetitive Peak Forward Surge Current

ANEXO 03.

DATASHEET DEL CIRCUITO INTEGRADO LM2596



LM2596

www.ti.com

SNVS124C–NOVEMBER 1999–REVISED APRIL 2013

LM2596 SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150 kHz 3A Step-Down Voltage Regulator

Check for Samples: [LM2596](#)

FEATURES

- 3.3V, 5V, 12V, and Adjustable Output Versions
- Adjustable Version Output Voltage Range, 1.2V to 37V \pm 4% Max Over Line and Load Conditions
- Available in TO-220 and TO-263 Packages
- Ensured 3A Output Load Current
- Input Voltage Range Up to 40V
- Requires Only 4 External Components
- Excellent Line and Load Regulation Specifications
- 150 kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- TTL Shutdown Capability
- Low Power Standby Mode, I_Q Typically 80 μ A
- High Efficiency
- Uses Readily Available Standard Inductors
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection

APPLICATIONS

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulator
- On-Card Switching Regulators
- Positive to Negative Converter

DESCRIPTION

The LM2596 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation, and a fixed-frequency oscillator.

The LM2596 series operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-lead TO-220 package with several different lead bend options, and a 5-lead TO-263 surface mount package.

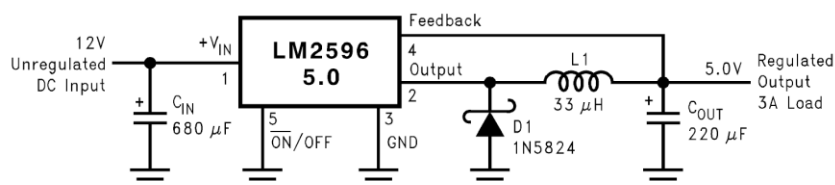
A standard series of inductors are available from several different manufacturers optimized for use with the LM2596 series. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a ensured \pm 4% tolerance on output voltage under specified input voltage and output load conditions, and \pm 15% on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring typically 80 μ A standby current. Self protection features include a two stage frequency reducing current limit for the output switch and an over temperature shutdown for complete protection under fault conditions. ⁽¹⁾

(1) \uparrow Patent Number 5,382,918.

Typical Application

(Fixed Output Voltage Versions)



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

SIMPLE SWITCHER is a registered trademark of Texas Instruments.
All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1999–2013, Texas Instruments Incorporated

Connection Diagrams

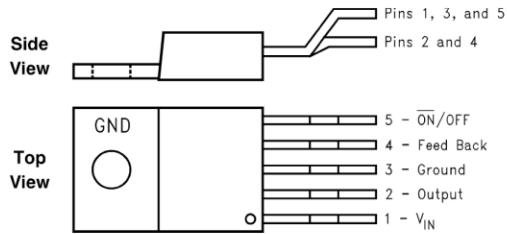


Figure 1. 5-Lead Bent and Staggered Leads, Through Hole TO-220 (T) Package See Package Number NDH0005D

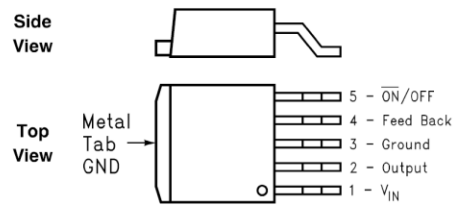


Figure 2. 5-Lead DDPAK/TO-263 (S) Package See Package Number KTT0005B



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

Absolute Maximum Ratings ⁽¹⁾⁽²⁾

Maximum Supply Voltage	45V
ON /OFF Pin Input Voltage	-0.3 ≤ V ≤ +25V
Feedback Pin Voltage	-0.3 ≤ V ≤ +25V
Output Voltage to Ground (Steady State)	-1V
Power Dissipation	Internally limited
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
ESD Susceptibility	
Human Body Model ⁽³⁾	2 kV
Lead Temperature	
DDPAK/TO-263 Package	
Vapor Phase (60 sec.)	+215°C
Infrared (10 sec.)	+245°C
TO-220 Package (Soldering, 10 sec.)	+260°C
Maximum Junction Temperature	+150°C

- (1) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not ensure specific performance limits. For ensured specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.
- (3) The human body model is a 100 pF capacitor discharged through a 1.5k resistor into each pin.

Operating Conditions

Temperature Range	-40°C ≤ T _J ≤ +125°C
Supply Voltage	4.5V to 40V

LM2596-3.3 Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-3.3		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ Test Circuit Figure 20					
V_{OUT}	Output Voltage	$4.75\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 40\text{V}$, $0.2\text{A} \leq I_{\text{LOAD}} \leq 3\text{A}$	3.3	3.168/ 3.135 3.432/ 3.465	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $I_{\text{LOAD}} = 3\text{A}$	73		%

- (1) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (2) All limits specified at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are ensured via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors, and voltage programming resistors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the [Figure 20](#) test circuit, system performance will be as shown in system parameters of Electrical Characteristics section.

LM2596-5.0 Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-5.0		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ Test Circuit Figure 20					
V_{OUT}	Output Voltage	$7\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 40\text{V}$, $0.2\text{A} \leq I_{\text{LOAD}} \leq 3\text{A}$	5.0	4.800/ 4.750 5.200/ 5.250	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $I_{\text{LOAD}} = 3\text{A}$	80		%

- (1) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (2) All limits specified at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are ensured via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors, and voltage programming resistors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the [Figure 20](#) test circuit, system performance will be as shown in system parameters of Electrical Characteristics section.

LM2596-12 Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-12		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ Test Circuit Figure 20					
V_{OUT}	Output Voltage	$15\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 40\text{V}$, $0.2\text{A} \leq I_{\text{LOAD}} \leq 3\text{A}$	12.0	11.52/ 11.40 12.48/ 12.60	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{\text{IN}} = 25\text{V}$, $I_{\text{LOAD}} = 3\text{A}$	90		%

- (1) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (2) All limits specified at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are ensured via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors, and voltage programming resistors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the [Figure 20](#) test circuit, system performance will be as shown in system parameters of Electrical Characteristics section.

LM2596-ADJ Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-ADJ		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ Test Circuit Figure 20					
V_{FB}	Feedback Voltage	$4.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$, $0.2\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$ V_{OUT} programmed for 3V. Circuit of Figure 20	1.230	1.193/ 1.180 1.267/ 1.280	V V(min) V(max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 3\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$	73		%

- (1) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (2) All limits specified at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are ensured via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors, and voltage programming resistors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in the [Figure 20](#) test circuit, system performance will be as shown in system parameters of Electrical Characteristics section.

All Output Voltage Versions Electrical Characteristics

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12\text{V}$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version and $V_{IN} = 24\text{V}$ for the 12V version. $I_{LOAD} = 500\text{mA}$

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-XX		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
DEVICE PARAMETERS					
I_b	Feedback Bias Current	Adjustable Version Only, $V_{FB} = 1.3\text{V}$	10	50/ 100	nA nA (max)
f_O	Oscillator Frequency	See ⁽³⁾	150	127/ 110 173/ 173	kHz kHz(min) kHz(max)
V_{SAT}	Saturation Voltage	$I_{OUT} = 3\text{A}$ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	1.16	1.4/ 1.5	V V(max)
DC	Max Duty Cycle (ON)	See ⁽⁵⁾	100		%
	Min Duty Cycle (OFF)	See ⁽⁶⁾	0		
I_{CL}	Current Limit	Peak Current ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	4.5	3.6/ 3.4 6.9/ 7.5	A A(min) A(max)
I_L	Output Leakage Current	Output = 0V ⁽⁴⁾ ⁽⁶⁾		50	μA (max)
		Output = -1V ⁽⁷⁾	2	30	mA(max)
I_Q	Quiescent Current	See ⁽⁶⁾	5	10	mA(max)

- (1) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (2) All limits specified at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are ensured via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (3) The switching frequency is reduced when the second stage current limit is activated.
- (4) No diode, inductor or capacitor connected to output pin.
- (5) Feedback pin removed from output and connected to 0V to force the output transistor switch ON.
- (6) Feedback pin removed from output and connected to 12V for the 3.3V, 5V, and the ADJ. version, and 15V for the 12V version, to force the output transistor switch OFF.
- (7) $V_{IN} = 40\text{V}$.

All Output Voltage Versions Electrical Characteristics (continued)

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over **full Operating Temperature Range**. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12\text{V}$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version and $V_{IN} = 24\text{V}$ for the 12V version. $I_{LOAD} = 500\text{ mA}$

Symbol	Parameter	Conditions	LM2596-XX		Units (Limits)
			Typ ⁽¹⁾	Limit ⁽²⁾	
I_{STBY}	Standby Quiescent Current	ON/OFF pin = 5V (OFF) ⁽⁷⁾	80	200/250	μA $\mu\text{A(max)}$
θ_{JC}	Thermal Resistance	TO-220 or TO-263 Package, Junction to Case	2		$^\circ\text{C/W}$
θ_{JA}		TO-220 Package, Junction to Ambient ⁽⁸⁾	50		$^\circ\text{C/W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient ⁽⁹⁾	50		$^\circ\text{C/W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient ⁽¹⁰⁾	30		$^\circ\text{C/W}$
θ_{JA}		TO-263 Package, Junction to Ambient ⁽¹¹⁾	20		$^\circ\text{C/W}$
ON/OFF CONTROL Test Circuit Figure 20					
V_{IH}	$\overline{\text{ON}}$ /OFF Pin Logic Input Threshold Voltage	Low (Regulator ON)	1.3	0.6	V V(max)
V_{IL}		High (Regulator OFF)		2.0	V(min)
I_H	$\overline{\text{ON}}$ /OFF Pin Input Current	$V_{LOGIC} = 2.5\text{V}$ (Regulator OFF)	5	15	μA $\mu\text{A(max)}$
I_L		$V_{LOGIC} = 0.5\text{V}$ (Regulator ON)	0.02	5	μA $\mu\text{A(max)}$

- (8) Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the TO-220 package mounted vertically, with the leads soldered to a printed circuit board with (1 oz.) copper area of approximately 1 in².
- (9) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single printed circuit board with 0.5 in² of (1 oz.) copper area.
- (10) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single sided printed circuit board with 2.5 in² of (1 oz.) copper area.
- (11) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a double sided printed circuit board with 3 in² of (1 oz.) copper area on the LM2596S side of the board, and approximately 16 in² of copper on the other side of the p-c board. See [Application Information](#) in this data sheet and the thermal model in Switchers Made Simple™ version 4.3 software.

ANEXO 04.

DATASHEET DEL REGULADOR DE VOLTAJE LM317



LM117, LM317-N

SNVS774P –MAY 2004–REVISED OCTOBER 2015

LM117, LM317-N Wide Temperature Three-Pin Adjustable Regulator

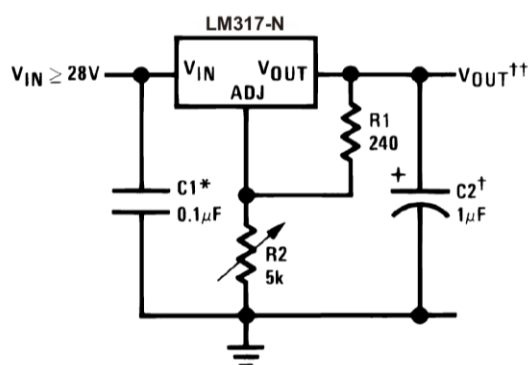
1 Features

- Typ. 0.1% Load Regulation
- Typ. 0.01%/V Line Regulation
- 1.5-A Output Current
- Adjustable Output Down to 1.25 V
- Current Limit Constant With Temperature
- 80-dB Ripple Rejection
- Short-Circuit Protected Output
- -55°C to 150°C Operating Temperature Range (LM117)

2 Applications

- Automotive LED Lighting
- Battery Chargers
- Post Regulation for Switching Supplies
- Constant Current Regulators
- Microprocessor Supplies

Typical Application



*Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.

†Optional—improves transient response

$$\ddagger V_{OUT} = 1.25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} (R_2)$$

3 Description

The LM117 and LM317-N series of adjustable 3-pin positive voltage regulators are capable of supplying in excess of 1.5 A over a 1.25-V to 37-V output range and a wide temperature range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators.

The LM117 and LM317-N offer full overload protection such as current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Typically, no capacitors are needed unless the device is situated more than 6 inches from the input filter capacitors, in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios that are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Because the regulator is *floating* and detects only the input-to-output differential voltage, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input-to-output differential is not exceeded. That is, avoid short-circuiting the output.

By connecting a fixed resistor between the adjustment pin and output, the LM117 and LM317-N can be also used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by clamping the adjustment terminal to ground, which programs the output to 1.25 V where most loads draw little current.

For applications requiring greater output current, see data sheets for LM150 series (3 A), [SNVS772](#), and LM138 series (5 A), [SNVS771](#). For the negative complement, see LM137 ([SNVS778](#)) series data sheet.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM117	TO-3 (2)	38.94 mm x 25.40 mm
	TO (3)	8.255 mm x 8.255 mm
LM317-N	TO-3 (2)	38.94 mm x 25.40 mm
	TO-220 (3)	14.986 mm x 10.16 mm
	TO-263 (3)	10.18 mm x 8.41 mm
	SOT-223 (4)	6.50 mm x 3.50 mm
	TO (3)	8.255 mm x 8.255 mm
	TO-252 (3)	6.58 mm x 6.10 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

7 Specifications

7.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾

	MIN	MAX	UNIT
Power dissipation	Internally Limited		
Input-output voltage differential	-0.3	40	V
Lead temperature	Metal package (soldering, 10 seconds)	300	°C
	Plastic package (soldering, 4 seconds)	260	°C
Storage temperature, T _{stg}	-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/Distributors for availability and specifications.

7.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT
V _(ESD) Electrostatic discharge	Human-body model (HBM) ⁽¹⁾	±3000 V

- (1) Manufacturing with less than 500-V HBM is possible with the necessary precautions. Pins listed as ±3000 V may actually have higher performance.

7.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT
Operating temperature (LM117)	-55	150	°C
Operating temperature (LM317-N)	0	125	°C

7.4 Thermal Information, LM117

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	LM117		UNIT
	NDS (TO-3)	NDT (TO)	
	2 PINS	3 PINS	
R _{θJA} Junction-to-ambient thermal resistance ⁽²⁾	39	186	°C/W
R _{θJC(top)} Junction-to-case (top) thermal resistance	2	21	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).
- (2) No heatsink.

7.5 Thermal Information, LM317-N

THERMAL METRIC ⁽¹⁾⁽²⁾	LM317-N					UNIT	
	KTT (TO-263)	NDE (TO-220)	DCY (SOT-223)	NDT (TO)	NDP (TO-252)		
	3 PINS	3 PINS	4 PINS	3 PINS	3 PINS		
R _{θJA}	Junction-to-ambient thermal resistance	41.0	23.3	59.6	186 ⁽³⁾	54	°C/W
R _{θJC(top)}	Junction-to-case (top) thermal resistance	43.6	16.2	39.3	21	51.3	°C/W
R _{θJB}	Junction-to-board thermal resistance	23.6	4.9	8.4	—	28.6	°C/W
Ψ _{JT}	Junction-to-top characterization parameter	10.4	2.7	1.8	—	3.9	°C/W
Ψ _{JB}	Junction-to-board characterization parameter	22.6	4.9	8.3	—	28.1	°C/W
R _{θJC(bot)}	Junction-to-case (bottom) thermal resistance	0.9	1.1	—	—	0.9	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).
- (2) When surface mount packages are used (SOT-223, TO-252), the junction to ambient thermal resistance can be reduced by increasing the PCB copper area that is thermally connected to the package. See [Heatsink Requirements](#) for heatsink techniques.
- (3) No heatsink

7.6 LM117 Electrical Characteristics

Some specifications apply over full Operating Temperature Range as noted. Unless otherwise specified, T_J = 25°C, V_{IN} = V_{OUT} = 5 V, and I_{OUT} = 10 mA.⁽¹⁾⁽²⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
Reference voltage	3 V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 40 V, 10 mA ≤ I _{OUT} ≤ I _{MAX} ⁽¹⁾ (over full operating temperature range)	1.2	1.25	1.3	V	
Line regulation	3 V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 40 V ⁽³⁾	T _J = 25°C		0.01	0.02	
		over full operating temperature range		0.02	0.05	
Load regulation	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ I _{MAX} ⁽¹⁾⁽³⁾	T _J = 25°C		0.1%	0.3%	
		over full operating temperature range		0.3%	1%	
Thermal regulation	20-ms pulse		0.03	0.07	%/W	
Adjustment pin current	over full operating temperature range		50	100	μA	
Adjustment pin current change	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ I _{MAX} ⁽¹⁾ 3 V ≤ (V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 40 V (over full operating temperature range)		0.2	5	μA	
Temperature stability	T _{MIN} ≤ T _J ≤ T _{MAX} (over full operating temperature range)		1%			
Minimum load current	(V _{IN} - V _{OUT}) = 40 V (over full operating temperature range)		3.5	5	mA	
Current limit	(V _{IN} - V _{OUT}) ≤ 15 V	TO-3 Package (over full operating temperature range)	1.5	2.2	3.4	A
		TO-39 Package (over full operating temperature range)	0.5	0.8	1.8	
	(V _{IN} - V _{OUT}) = 40 V	TO-3 package	0.3	0.4		A
		TO-39 package	0.15	0.2		
RMS output noise, % of V _{OUT}	10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz		0.003%			
Ripple rejection ratio	V _{OUT} = 10 V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 0 μF (over full operating temperature range)		65		dB	
	V _{OUT} = 10 V, f = 120 Hz, C _{ADJ} = 10 μF (over full operating temperature range)		66	80	dB	
Long-term stability	T _J = 125°C, 1000 hrs		0.3%	1%		

- (1) I_{MAX} = 1.5 A for the NDS (TO-3), NDE (TO-220), and KTT (TO-263) packages. I_{MAX} = 1.0 A for the DCY (SOT-223) package. I_{MAX} = 0.5 A for the NDT (TO) and NDP (TO-252) packages. Device power dissipation (P_D) is limited by ambient temperature (T_A), device maximum junction temperature (T_J), and package thermal resistance (θ_{JA}). The maximum allowable power dissipation at any temperature is: P_{D(MAX)} = ((T_{J(MAX)} - T_A) / θ_{JA}). All Min. and Max. limits are ensured to TI's Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Specifications and availability for military and space grades of LM117/883 can be found in the LM117QML data sheet ([SNVS356](#)). Specifications and availability for military and space grades of LM117 can be found in the LM117JAN data sheet ([SNVS365](#)).
- (3) Regulation is measured at a constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output voltage due to heating effects are covered under the specifications for thermal regulation.

7.7 LM317-N Electrical Characteristics⁽¹⁾

Some specifications apply over full Operating Temperature Range as noted. Unless otherwise specified, $T_J = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} - V_{OUT} = 5\text{ V}$, and $I_{OUT} = 10\text{ mA}$.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
Reference voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$		1.25		V	
	$3\text{ V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{ V}$, $10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}^{(1)}$ (over Full Operating Temperature Range)	1.2	1.25	1.3	V	
Line regulation	$3\text{ V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{ V}^{(2)}$		$T_J = 25^\circ\text{C}$	0.01	0.04	%V
			(over full operating temperature range)	0.02	0.07	
Load regulation	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}^{(1)(2)}$		$T_J = 25^\circ\text{C}$	0.1%	0.5%	
			(over full operating temperature range)	0.3%	1.5%	
Thermal regulation	20-ms pulse		0.04	0.07	%/W	
Adjustment pin current	(over full operating temperature range)		50	100	μA	
Adjustment pin current change	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}^{(1)}$ $3\text{ V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{ V}$		0.2	5	μA	
Temperature stability	$T_{MIN} \leq T_J \leq T_{MAX}$		1%			
Minimum load current	$(V_{IN} - V_{OUT}) = 40\text{ V}$		3.5	10	mA	
Current limit	$(V_{IN} - V_{OUT}) \leq 15\text{ V}$	TO-3, TO-263 Packages (over full operating temperature range)	1.5	2.2	3.4	A
		SOT-223, TO-220 Packages (over full operating temperature range)	1.5	2.2	3.4	
		TO, TO-252 Package (over full operating temperature range)	0.5	0.8	1.8	
	$(V_{IN} - V_{OUT}) = 40\text{ V}$	TO-3, TO-263 packages	0.15	0.4		A
		SOT-223, TO-220 packages	0.15	0.4		
		TO, TO-252 package	0.075	0.2		
RMS output noise, % of V_{OUT}	$10\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$		0.003%			
Ripple rejection ratio	$V_{OUT} = 10\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$, $C_{ADJ} = 0\text{ }\mu\text{F}$ (over full operating temperature range)		65		dB	
	$V_{OUT} = 10\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$, $C_{ADJ} = 10\text{ }\mu\text{F}$ (over full operating temperature range)	66	80		dB	
Long-term stability	$T_J = 125^\circ\text{C}$, 1000 hrs		0.3%	1%		

- (1) $I_{MAX} = 1.5\text{ A}$ for the NDS (TO-3), NDE (TO-220), and KTT (TO-263) packages. $I_{MAX} = 1.0\text{ A}$ for the DCY (SOT-223) package. $I_{MAX} = 0.5\text{ A}$ for the NDT (TO) and NDP (TO-252) packages. Device power dissipation (P_D) is limited by ambient temperature (T_A), device maximum junction temperature (T_J), and package thermal resistance (θ_{JA}). The maximum allowable power dissipation at any temperature is: $P_{D(MAX)} = ((T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA})$. All Min. and Max. limits are ensured to TI's Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Regulation is measured at a constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output voltage due to heating effects are covered under the specifications for thermal regulation.

9 Application and Implementation

NOTE

Information in the following applications sections is not part of the TI component specification, and TI does not warrant its accuracy or completeness. TI's customers are responsible for determining suitability of components for their purposes. Customers must validate and test their design implementation to confirm system functionality.

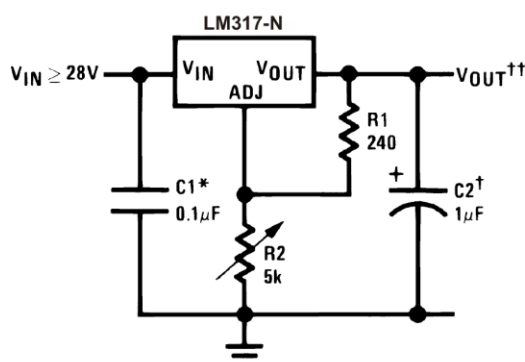
9.1 Application Information

The LM117 and LM317-N are versatile, high performance, linear regulators with high accuracy and a wide temperature range. An output capacitor can be added to further improve transient response, and the ADJ pin can be bypassed to achieve very high ripple-rejection ratios. Its functionality can be utilized in many different applications that require high performance regulation, such as battery chargers, constant current regulators, and microprocessor supplies.

9.2 Typical Applications

9.2.1 1.25-V to 25-V Adjustable Regulator

The LM117 can be used as a simple, low-dropout regulator to enable a variety of output voltages needed for demanding applications. By using an adjustable R2 resistor, a variety of output voltages can be made possible as shown in [Figure 18](#).



NOTE: Full output current not available at high input-output voltages

*Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.

†Optional—improves transient response. Output capacitors in the range of 1 μF to 1000 μF of aluminum or tantalum electrolytic are commonly used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$\dagger\dagger V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ}(R2)$$

Figure 18. 1.25-V to 25-V Adjustable Regulator

9.2.1.1 Design Requirements

The device component count is very minimal, employing two resistors as part of a voltage divider circuit and an output capacitor for load regulation. An input capacitor is needed if the device is more than 6 inches from filter capacitors. An optional bypass capacitor across R2 can also be used to improve PSRR.

9.2.1.2 Detailed Design Procedure

The output voltage is set based on the selection of the two resistors, R1 and R2, as shown in [Figure 18](#). For details on capacitor selection, refer to [External Capacitors](#).

ANEXO 05.

DATASHEET DEL REGULADOR DE VOLTAJE LM7805



www.fairchildsemi.com

KA78XX/KA78XXA

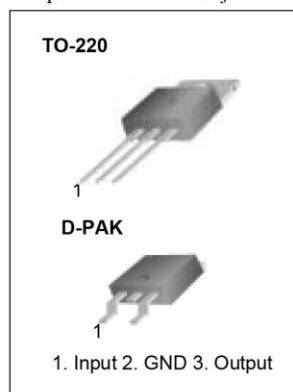
3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Features

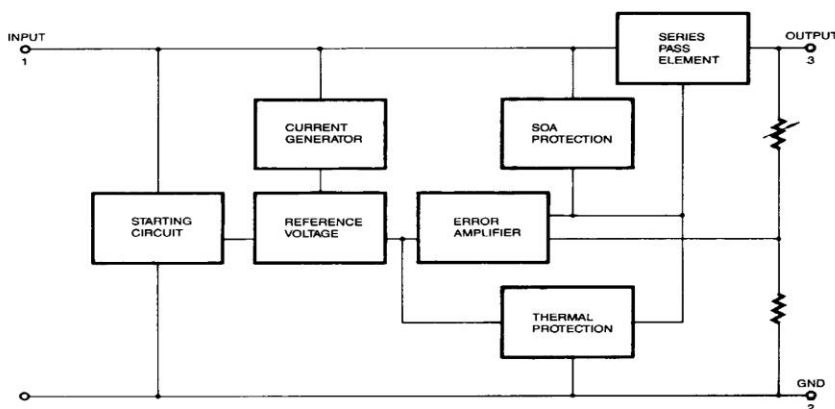
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



Internal Block Diagram



Rev. 1.0.0

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range (KA78XX/A/R)	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V / V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1KHz$	-	15	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

ANEXO 06.

DATASHEET DEL TRANSISTOR 2N3904



2N3904

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

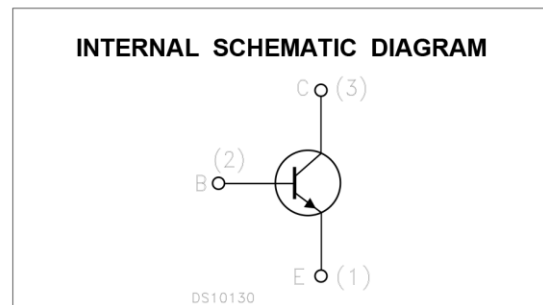
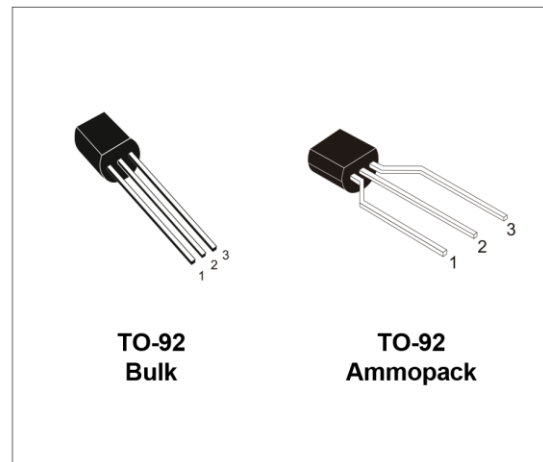
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammopack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

2N3904

THERMAL DATA

$R_{thj-amb}$ •	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	200	$^{\circ}C/W$
$R_{thj-case}$ •	Thermal Resistance Junction-Case	Max	83.3	$^{\circ}C/W$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -3 V$)	$V_{CE} = 30 V$			50	nA
I_{BEX}	Base Cut-off Current ($V_{BE} = -3 V$)	$V_{CE} = 30 V$			50	nA
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 1 mA$	40			V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10 \mu A$	60			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10 \mu A$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$ $I_C = 50 mA$ $I_B = 5 mA$			0.2 0.2	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$ $I_C = 50 mA$ $I_B = 5 mA$	0.65		0.85 0.95	V V
h_{FE}^*	DC Current Gain	$I_C = 0.1 mA$ $V_{CE} = 1 V$ $I_C = 1 mA$ $V_{CE} = 1 V$ $I_C = 10 mA$ $V_{CE} = 1 V$ $I_C = 50 mA$ $V_{CE} = 1 V$ $I_C = 100 mA$ $V_{CE} = 1 V$	60 80 100 60 30		300	
f_T	Transition Frequency	$I_C = 10 mA$ $V_{CE} = 20 V$ $f = 100 MHz$	250	270		MHz
C_{CBO}	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10 V$ $f = 1 MHz$		4		pF
C_{EBO}	Emitter-Base Capacitance	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5 V$ $f = 1 MHz$		18		pF
NF	Noise Figure	$V_{CE} = 5 V$ $I_C = 0.1 mA$ $f = 10 Hz$ to 15.7 KHz $R_G = 1 K\Omega$		5		dB
t_d t_r	Delay Time Rise Time	$I_C = 10 mA$ $I_B = 1 mA$ $V_{CC} = 30 V$			35 35	ns ns
t_s t_f	Storage Time Fall Time	$I_C = 10 mA$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1 mA$ $V_{CC} = 30 V$			200 50	ns ns

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle $\leq 2\%$

ANEXO 07.

CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

El código de programación desarrollado en el IDE Arduino usado para el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular se muestra a continuación:

```
////////////////////////////////// INICIO DEL PROGRAMA ////////////////////////////////////
//////////////////////////////////----- DEFINICION LIBRERIAS -----//////////////////////////////////

#include "SIM900.h"           //Libreria SIM900
#include <SoftwareSerial.h>   //Libreria Comunicacion Serial
#include "sms.h"             //Libreria SMS
SMSGSM sms;                 //Objeto SMS
#include "call.h"           //Libreria LLAMADAS
CallGSM call;              //Objeto CALL
#include <TinyGPS++.h>       //Libreria GPS
TinyGPSPlus gps;           //Objeto libreria gps
#include <EEPROM.h>         //Libreria EEPROM

char number[]="0939970740"; //Numero del usuario
char number_emergencia[]="0939672231"; //Numero de emergencia

//////////////////////////////////----- DEFINICION VARIABLES -----//////////////////////////////////

#define pulsador_panico      2 //Definicion pin 2 con nombre pulsador_panico
#define switch_en_contacto  3 //Definicion pin 3 con nombre switch_en_contacto
#define rele_corta_gasolina  4 //Definicion pin 4 con nombre rele_corta_corriente
#define rele_abrir_puertas   5 //Definicion pin 5 con nombre rele_abrir_puertas
#define rele_cerrar_puertas  6 //Definicion pin 6 con nombre rele_cerrar_puertas
const int buzzer =          45; //Definicion pin 45 con nombre buzzer

int valor_bloqueo_vehiculo_eeprom=1; //Valor EEPROM para bloqueo del sistema
int valor_desbloqueo_vehiculo_eeprom=2; //Valor EEPROM para desbloqueo del sistema
byte valor_lectura; //Almacena el valor de la lectura EEPROM

long ultimo_tiempo_rebote = 0; // la ultima vez que el pin de salida cambio
long delay_rebote = 50; //delay rebote
int estado_puerta = HIGH; // el estado actual del pin de salida
int estado_llavero; // la lectura actual del pin de entrada
int ultimo_estado_seguros = LOW; // lectura previa del pin de entrada

////////////////////////////////// OTRAS VARIABLES ////////////////////////////////////

int vehiculo_encendido=0; // Variable almacena si el vehiculo encendio (0-NO 1-SI)
int estado_switch_en_contacto=0; // Estado del switch de contacto
int contador_switch=0; // Contador del estado de switch de contacto
int contador_sonido_gps=0; // Contador Sonido GPS
int contador_bloqueo_puertas=0; // Contador del estado de bloqueo de puertas
int contador_sonido=0; // Contador del estado de sonido
```

```

int valor_boton_panico;           // Variable para lectura del estado del pin
int buzzerState = LOW;           // Se usará para establecer el estado del buzzer

////////////////////////////////// VARIABLES GPS ////////////////////////////////////

float flat, flon,faltitude,fspeed; //Almacena las lecturas de lat,lon,altitud,speed
String string_dg_electronics, string1, string2, string3, string4, string5, string6, string7, string8,
string9, string10, string11, string12, string13, string14, string15, stringfinal; //Strings usados para
armar el links de la ubicacion GPS
char char_sms_gps[158];           //ALMACENA el SMS a enviar

String string_dg_electronics_a, string2a,string5a, string6a, string7a, string8a, string9a, string10a,
stringfinal_estado_del_carro;     //Strings usados para armar el links de la ubicacion GPS

String valor_contacto;
String valor_authorized_a_ender;
String valor_vehiculo_bloqueado_o_desbloqueado;           //Almacena el string
final...antes de ser transformado a CHAR
String valor_vehiculo_supebloqueado_o_superdesbloqueado; //Almacena el string
final...antes de ser transformado a CHAR
char char_estado_del_vehiculo[158];           //Almacena el sms a enviar

boolean valid_location;           //Almacena la validez o no de location (lat,lon)
boolean valid_altitude;           //Almacena la validez o no de altitude
boolean valid_speed;              //Almacena la validez o no de speed

static char char_lat[11];          //Almacena el string de latitud
static char char_lon[12];          //Almacena el string de longitud
static char char_altitud[7];       //Almacena el string de altitud
static char char_speed[6];         //Almacena el string de velocidad

////////////////////////////////// NFC ////////////////////////////////////

#include <PN532.h>

#define MISO 50
#define MOSI 51
#define SCK 52
#define SS 53

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

uint32_t id;                       //variable donde almacena el ID original
uint32_t id2;                      //variable donde almacena el ID original

int usuario_correcto=0;             //1 usuario autorizado - 0 usuario no autorizado
int usuario_correcto_puertas=0;    //1 usuario autorizado puertas - 0 usuario no autorizado
////////////////////////////////// ENVIO SMS ////////////////////////////////////

char position;
char *ch1; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "AUTORIZAR ENCENDIDO"
char *ch2; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "DESAUTORIZAR ENCENDIDO"
char *ch3; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "BLOQUEAR VEHICULO"

```

```

char *ch4; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "DESBLOQUEAR VEHICULO"
char *ch5; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "DATOS GPS"
char *ch6; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "LLAMADA DE EMERGENCIA"
char *ch7; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "ESTADO DE PUERTAS"
char *ch8; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "ABRIR PUERTAS"
char *ch9; // ALMACENA EL SMS ENTRANTE "CERRAR PUERTAS"

int numdata;
boolean started=false;
char smsbuffer[160];
char n[20];

char sms_position;
char phone_number[20]; // array for the phone number string
char sms_text[100];
int i;

char sms_position_2;
char phone_number_2[20]; // array for the phone number string
char sms_text_2[100];

////////////////////////////////////----- INICIO SETUP -----////////////////////////////////////

void setup() {
  Serial.begin(115200); //Comunicacion Serial a 9600 baudios - (ARDUINO)
  Serial1.begin(115200); //Comunicacion Serial (1) a 9600 baudios - (SIM900)
  Serial2.begin(9600); //Comunicacion Serial (2) a 9600 baudios - (GPS)
  Serial.println("SISTEMA DE LOCALIZACION Y SEGURIDAD VEHICULAR"); //Mensaje
de bienvenida

  inicio_led_buzzer_rele(); //Inicializacion para los led, buzzer, rele
  sonido_inicio(); //Sonido de inicio del sistema
  iniciar_nfc(); //Funcion de inicio modulo RFID
  iniciar_gsm(); //Funcion de inicio modulo GSM

  valor_lectura = EEPROM.read(0); //Lee el estado de bloqueo

  if(valor_lectura==1) //valor_lectura=1(BLOQUEADO)-valor_lectura=2 (DESBLOQUEADO)
    reles_vehiculo_bloqueado(); //Acciones RELE de inicio del sistema
    sonido_sistema_ok(); //Funcion de sonido de inicio del sistema

}////////////////////////////////////----- FIN SETUP -----////////////////////////////////////

////////////////////////////////////FUNCIONES ARRANQUE////////////////////////////////////

void inicio_led_buzzer_rele(){
  pinMode(rele_abrir_puertas , OUTPUT); //Pin 5 - rele_abrir_puertas como salida
  pinMode(rele_cerrar_puertas , OUTPUT); //Pin 6 - rele_cerrar_puertas como salida
  pinMode(rele_corta_gasolina , OUTPUT); //Pin 4 - rele_corta_corriente como salida
  pinMode(buzzer, OUTPUT); //Pin 45 - buzzer como salida
  pinMode(switch_en_contacto, OUTPUT); //Pin 3 - switch_en_contacto como salida
  pinMode(pulsador_panico, INPUT_PULLUP); //Pin 2 - pulsador_panico como entrada
}

```

```

void rele_vehiculo_desbloqueado(){

    digitalWrite(rele_corta_gasolina, LOW);    //Iniciar apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
    subir_seguros();                          //Subir seguros de puertas

}

void rele_vehiculo_bloqueado(){

    digitalWrite(rele_corta_gasolina, LOW);    //Iniciar apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
    bajar_seguros();                          //Bajar seguros de puertas

}

void iniciar_nfc(){

    nfc.begin();                             //Inicializa el modulo NFC

    uint32_t versiondata = nfc.getFirmwareVersion(); //Obtiene la versión del modulo NFC
    if (! versiondata) {
        while (1); // halt
    }
    nfc.SAMConfig();                         // Configura el modulo para lectura de tarjetas RFID
    Serial.println("MODULO NFC LISTO \n"); //Mensaje de bienvenida
}

void encender_gms(){

    pinMode(9, OUTPUT);
    digitalWrite(9,LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite(9,HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(9,LOW);
    delay(3000);

}

void iniciar_gsm(){                          //Funcion iniciar modulo GSM
    encender_gms();                          //Llama a funcion iniciar modulo GSM

    if (gsm.begin(9600))                    //Inicia modulo GSM a 9600 baudios
    {
        delay(500);                          //retardo 500ms
        started=true;                        //Asignamos true si inicia correctamente el modulo
GSM
        gsm.SimpleWriteLn("AT+CMGD=1,4"); //Envia comando (BORRA TODOS LOS SMS)
    }
    else                                     //SI EL MODULO NO INICIA CORRECTAMENTE
    {
        Serial.println("\nEstado=PERDIDO"); //Imprimir en serial
    }
}

```

```

//FUNCION SONIDO ARRANQUE DEL SISTEMA//

void sonido_inicio(){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(buzzer, LOW);

}

void sonido_sistema_ok(){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzer, LOW);

}

void sonido_contacto(){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(150);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(150);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(150);
    digitalWrite(buzzer, LOW);

}

//FUNCION SONIDO USUARIO RFID AUTORIZADO//

void sonido_autorizado(){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(100);

}

//////////FIN FUNCIONES ARRANQUE//////////

```

```

////////////////////////////////////----- INICIO LOOP -----////////////////////////////////////

void loop() {

funcion_captura_datos_gps();      //FUNCION CAPTURA DE DATOS GPS
funcion_pulsador_panico();        // FUNCION BOTON DE PANICO
funcion_recepcion_sms();          // FUNCION que comprueba la recepcion de un nuevo SMS
funcion_switch_en_contacto();     // FUNCION LEER SWITCH CONTACTO
usuario_correcto_puertas=0;       //VARIABLE DE USUARIO CORRECTO = 0
subir_bajar_seguros_llavero();    //FUNCION SUBE Y BAJA LOS SEGUROS DE PUERTAS

}////////////////////////////////////----- FIN LOOP -----////////////////////////////////////

// FUNCION DATOS GPS //

void funcion_captura_datos_gps(){

// CAPTURA LATITUD, LONGITUD GPS //

valid_location =gps.location.isValid();      //True si la locacion es valida

if(valid_location==1){                      //Condicion de validez
    flat=gps.location.lat();                //Almacena en flat la lectura de la latitud GPS
    flon=gps.location.lng();                //Almacena en flon la lectura de la longitud GPS
}
else
    Serial.println("FALSE LAT, LON");        //Condicion de invalidez

// CAPTURA ALTITUD GPS //
valid_altitude =gps.altitude.isValid();     //True si la altitud es valida

if(valid_altitude==1)                      //Condicion de validez
    faltitude=gps.altitude.meters();       //Almacena en faltitude la lectura de la altitud GPS

else
    Serial.println("FALSE ALTITUDE");        //Condicion de invalidez

// CAPTURA VELOCIDAD GPS //

valid_speed=gps.speed.isValid();           //True si la altitud es valida

if(valid_speed==1)                          //Condicion de validez
    fspeed=gps.speed.kmph();                //Almacena en fspeed la lectura de la velocidad GPS

else
    Serial.println("FALSE SPEED");           //Condicion de invalidez

smartDelay(200);

if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
    Serial.println(F("No GPS data received: check wiring"));

if((valid_location==1)&&(valid_altitude==1)&&(valid_speed==1)){ //Condicion de validez

```

```

contador_sonido_gps++;
if(contador_sonido_gps==1){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(50);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(50);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(50);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(50);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(50);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(50);
}
}
}

/// FORMATO ENVIO SMS UBICACION GPS ///

void imprimir_datos_gps(){

string_dg_electronics= String("*DG-ELECTRONICS*");
string1 = String("UBICACION GPS:");
string2 = String ("\n");
string3 = String("www.openstreetmap.org/?mlat=");
string4 = String (flat,6);
string5 = String("&mlon=");
string6 = String (flon,6);
string7 = String ("#map=18/");
string8 = String ("/");
string9 = String ("\n");
string10 = String ("\n");
string11 = String ("Altitud(m): ");
string12 = String (faltitude,2);
string13 = String ("\n");
string14 = String ("Velocidad(km/h): ");
string15= String (fspeed,2);

stringfinal =
string_dg_electronics+string2+string1+string2+string3+string4+string5+string6+string7+string4+string8+string6+string9+string10+string11+string12+string13+string14+string15; //JUNTA todos los strings
stringfinal.toCharArray(char_sms_gps, 158); //Transforma a CHAR para poder enviar SMS
}

/// SMART DELAY ///

static void smartDelay(unsigned long ms)
{
    unsigned long start = millis();
    do

```

```

{
  while (Serial2.available())
    gps.encode(Serial2.read());
} while (millis() - start < ms);
}

// FUNCION BOTON DE PANICO //

void funcion_pulsador_panico(){
  valor_boton_panico = digitalRead(pulsador_panico); // lee el del (PIN 26)
  delay(10);

  if(valor_boton_panico == 0) // sistema anti-rebote para interrupciones
  {
    if (sms.SendSMS(number_emergencia, "Vehiculo en emergencia..")) //ENVIA SMS
      call.HangUp();
    delay(2000);
    if(call.CallStatus() != CALL_ACTIVE_VOICE){
      call.Call(number_emergencia);          //LLAMA a un numero de emergencia
    } //fin call.CallStatus

  } //fin val==1
  valor_boton_panico=1;

} //fin funcion

//FUNCION RECEPCION SMS CON NUMERO AUTORIZADO//

void funcion_recepcion_sms(){

if(started)
{
  sms_position=sms.IsSMSPresent(SMS_UNREAD);
  if (sms_position>0)
  {
    // read new SMS
    Serial.print("POSICION MENSAJE SMS:");
    Serial.println(sms_position,DEC);

if(GETSMS_AUTH_SMS == sms.GetAuthorizedSMS(sms_position, phone_number,
sms_text,100,6,8)){

    ch1 = strstr(sms_text, "AUTORIZAR");          // TEXTO SMS CORRECTO
    ch2 = strstr(sms_text, "APAGAR");            // TEXTO SMS CORRECTO
    ch3 = strstr(sms_text, "BLOQUEAR");          // TEXTO SMS CORRECTO
    ch4 = strstr(sms_text, "QUITAR BLOQUEO");     // TEXTO SMS CORRECTO
    ch5 = strstr(sms_text, "DATOS GPS");          // TEXTO SMS CORRECTO
    ch6 = strstr(sms_text, "LLAMADA DE EMERGENCIA");// TEXTO SMS CORRECTO
    ch7 = strstr(sms_text, "VER ESTADO");         // TEXTO SMS CORRECTO
    ch8 = strstr(sms_text, "ABRIR PUERTAS");     // TEXTO SMS CORRECTO
    ch9 = strstr(sms_text, "CERRAR PUERTAS");    // TEXTO SMS CORRECTO

```



```

////////////////// ACCION "AUTORIZAR ENCENDIDO" //////////////////
if (ch1 != NULL) {

    if(estado_switch_en_contacto==1){
        digitalWrite(rele_corta_gasolina, HIGH);        //Apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
        bajar_seguros();
        sonido_autorizado();
        vehiculo_encendido=1;
        contador_bloqueo_puertas=0;
        valor_autorizado_a_encender="Autorizado a Encender";
    }
    sms.DeleteSMS(sms_position);
} // fin ch1 != NULL

////////////////// ACCION "APAGAR VEHICULO" //////////////////

if (ch2 != NULL) {

    if(vehiculo_encendido==1){

        digitalWrite(rele_corta_gasolina, LOW);        //Apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
        subir_seguros();
        vehiculo_encendido=0;
        valor_autorizado_a_encender="No Autorizado a Encender";

    }
    sms.DeleteSMS(sms_position);

} // fin ch2 != NULL

////////////////// ACCION "BLOQUEAR VEHICULO" //////////////////

if (ch3 != NULL) {

    digitalWrite(rele_corta_gasolina, LOW);        //Apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
    bajar_seguros();
    contador_bloqueo_puertas=0;                    //Variable indica q las puertas estan cerradas
    valor_autorizado_a_encender="No Autorizado a Encender";
    sms.DeleteSMS(sms_position);

} // fin ch3 != NULL

////////////////// ACCION "DESBLOQUEAR VEHICULO" //////////////////

if (ch4 != NULL) {

EEPROM.write(0, valor_desbloqueo_vehiculo_eeprom); //Pone 2 en la direccion 0 de la EEPROM

contador_bloqueo_puertas=2;                    //Variable indica q las puertas estan abiertas
    sonido_autorizado();
    sms.DeleteSMS(sms_position);

} // fin ch4 != NULL

```

```

////////////////// ACCION "DATOS GPS" ////////////////////

if (ch5 != NULL) {

    imprimir_datos_gps();
    if(sms.SendSMS(number, char_sms_gps))           //Envia el SMS de la ubicacion GPS
    sms.DeleteSMS(sms_position);

        }// fin ch5 != NULL

    //////////////////// ACCION "LLAMADA DE EMERGENCIA" ////////////////////

if (ch6 != NULL) {

    funcion_sms_enviar_llamada_de_emergencia();
    sms.DeleteSMS(sms_position);
        }// fin ch6 != NULL

    //////////////////// ACCION "ESTADO DEL VEHICULO" ////////////////////

if (ch7 != NULL) {

    imprimir_estado_del_carro();                   //Funcion imprimir_estado_del_carro
    if (sms.SendSMS(number, char_estado_del_vehiculo)) //Envia el SMS del estado del carro
    sms.DeleteSMS(sms_position);

        }// fin ch7 != NULL

    //////////////////// ACCION "ABRIR PUERTAS" ////////////////////

if (ch8 != NULL) {

    subir_seguros();
    sms.DeleteSMS(sms_position);

        }// fin ch8 != NULL

    //////////////////// ACCION "CERRAR PUERTAS" ////////////////////

if (ch9 != NULL) {

    bajar_seguros();
    sms.DeleteSMS(sms_position);

        }// fin ch9 != NULL

    //////////////////// ACCION "SMS INCORRECTO" ////////////////////

    if ((ch1 == NULL)||(ch2 == NULL)||(ch3 == NULL)||(ch4 == NULL)||(ch5 == NULL)||(ch6 ==
NULL)||(ch7 == NULL)||(ch8 == NULL)||(ch9 == NULL)) {

        sms.DeleteSMS(sms_position);

        }// fin ch != NULL

```

```

    }//fin GETSMS_AUTH_SMS - USUARIO NORMAL
  }// fin sms_position>0
    delay(15);
  }// fin started
    //////////////////////////////////////
    ////////////////////////////////////// FIN USUARIO NORMAL //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////

} //FIN FUNCION RECEPCION SMS

/// FUNCION SWITCH EN CONTACTO ///

void funcion_switch_en_contacto(){

  estado_switch_en_contacto = digitalRead(switch_en_contacto);    //lee si la llave de encendido
esta en CONTACTO
  delay(15);                // delay(15ms)

  if(estado_switch_en_contacto==1){                                //Condición si esta en CONTACTO
    usuario_correcto=0;      //Resetea la variable usuario_correcto a 0
    funcion_autorizacion_nfc(); //Funcion que comprueba si existe un usuario autorizado
    valor_lectura = EEPROM.read(0); //LEE el estado de bloqueo o desbloqueo
    valor_contacto="En Contacto"; //Almacena en la variable string el valor "En Contacto"

    while((contador_switch==1)&&(usuario_correcto==1)&&(valor_lectura==2)){

      digitalWrite(rele_corta_gasolina, HIGH); // Activa rele de encendido
      bajar_seguros(); // Llama a la función bajar_seguros()
      sonido_contacto(); // SONIDO DE USUARIO AUTORIZADO
      contador_switch++; // CONTADOR para que solo se ejecute una vez toda esta ACCION
      contador_bloqueo_puertas=0; // Variable dice q vehiculo esta bloqueado
      vehiculo_encendido=1; // Variable que indica que el vehiculo se aurotizó a ENCENDER
      usuario_correcto=0; //Resetea la variable usuario_correcto a 0

      if (sms.SendSMS(number, "SU VEHICULO SE AUTORIZO A ENCENDER"))
      valor_autorizado_a_encender="Autorizado a Encender";

    }//fin while
    delay(10);
  } //FIN estado_switch_en_contacto==1

  ////////////////////////////////////// SI NO ESTA EN CONTACTO //////////////////////////////////////

  else{

    digitalWrite(rele_corta_gasolina, LOW); //Iniciar apagado rele_corta_rele_corta_gasolina
    vehiculo_encendido=0;
    contador_bloqueo_puertas++; // Contador
    contador_switch=1;
    valor_contacto="No en Contacto";
    valor_autorizado_a_encender="No Autorizado a Encender";

    /// PARA QUE SOLO UNA VEZ SUBA LOS SEGUROS DE LAS PUERTAS ///

```

```

valor_lectura = EEPROM.read(0); //LEE el estado de bloqueo o desbloqueo

if((contador_bloqueo_puertas==1)&&(valor_lectura==2)){

    subir_seguros(); // Llama a funcion subir seguros
} ///// FIN PARA QUE SOLO UNA VEZ SUBA LOS SEGUROS DE LAS PUERTAS ///
} //fin else NO ESTA EN CONTACTO
} //fin funcion_switch_en_contacto

//FUNCION USUARIOS RFID//

void funcion_autorizacion_nfc(){

// ***** INICIO ID TARJETA ***** //
id2 = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A); //Lee el ID del tag
delay(10);
if (id2 != 0) // Si se ha leído el ID
{
// ***** FIN ID TARJETA ***** //
// ***** INICIO AUTENTICACION TARJETA ***** //

uint8_t keys2[] = {0x60,0x96,0x96,0x61,0xB4,0x72}; // CLAVE MODIFICADA
if(nfc.authenticateBlock(1, id ,12,KEY_A,keys2)) //AUTENTICACION BLOQUE: 1
{
    usuario_correcto=1; //VARIABLE DE USUARIO CORRECTO = 1

} // fin nfc.authenticateBlock

else //SI EL USUARIO ES INCORRECTO
{
    usuario_correcto=0; //VARIABLE DE USUARIO CORRECTO = 0
}
delay(10);
} // fin id != 0

}

/// FUNCION SMS LLAMADA DE EMERGENCIA ///

void funcion_sms_enviar_llamada_de_emergencia(){
    call.HangUp();
    delay(2000);
    if(call.CallStatus() != CALL_ACTIVE_VOICE){
        call.Call(number);
    } //fin call.CallStatus

} //fin funcion

/// FUNCION FORMATO ENVIO SMS ESTADO DEL CARRO ///

void imprimir_estado_del_carro(){

// LEE VALOR DE BLOQUEO NORMAL //

```

```

valor_lectura = EEPROM.read(0);
if(valor_lectura==1){
  valor_vehiculo_bloqueado_o_desbloqueado="Vehiculo BLOQUEADO";
}

if(valor_lectura==2){
  valor_vehiculo_bloqueado_o_desbloqueado="Vehiculo DESBLOQUEADO";
}

string_dg_electronics_a= String("*DG-ELECTRONICS*");
string2a = String ('\n');
string5a = String("- ");
string6a = valor_contacto;
string7a = String("- ");
string8a = valor_authorized_a_encender;
string9a = String("- ");
string10a = valor_vehiculo_bloqueado_o_desbloqueado;

stringfinal_estado_del_carro
string_dg_electronics_a+string2a+string2a+string5a+string6a+string2a+string7a+string8a+string2a+s
tring9a+string10a+string2a; //JUNTA todos los strings
stringfinal_estado_del_carro.toCharArray(char_estado_del_vehiculo, 159);
//Transforma a CHAR para poder enviar SMS

}

/// FUNCION BAJAR SEGUROS DE PUERTAS ///

void bajar_seguros(){

  digitalWrite(rele_abrir_puertas, HIGH); //Iniciar encendido rele_abrir_puertas
  digitalWrite(rele_cerrar_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_abrir_puertas
  delay(250);
  digitalWrite(rele_abrir_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_abrir_puertas
  digitalWrite(rele_cerrar_puertas, HIGH); //Iniciar encendido rele_abrir_puertas
  delay(250);
  digitalWrite(rele_cerrar_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_cerrar_puertas

}

/// FUNCION SUBIR SEGUROS DE PUERTAS ///

void subir_seguros(){

  digitalWrite(rele_cerrar_puertas, HIGH); //Iniciar encendido rele_abrir_puertas
  digitalWrite(rele_abrir_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_abrir_puertas
  delay(250);
  digitalWrite(rele_cerrar_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_cerrar_puertas
  digitalWrite(rele_abrir_puertas, HIGH); //Iniciar encendido rele_abrir_puertas
  delay(250);
  digitalWrite(rele_abrir_puertas, LOW); //Iniciar apagado rele_abrir_puertas

}

/// FUNCION LLAVERO SUBIR - BAJAR SEGUROS DE PUERTAS ///

```

```

void subir_bajar_seguros_llavero(){

valor_lectura = EEPROM.read(0);

if(usuario_correcto_puertas!= ultimo_estado_seguros)

    if (usuario_correcto_puertas != estado_llavero) {
        estado_llavero = usuario_correcto_puertas;

        if (estado_llavero == HIGH) {
            estado_puerta = !estado_puerta;

            if ((estado_puerta == HIGH)&&(valor_lectura==2)) {

                subir_seguros();
                valor_lectura = EEPROM.read(0);
                delay(10);

            }

            if ((estado_puerta == LOW)&&(valor_lectura==2)) {

                bajar_seguros();
                valor_lectura = EEPROM.read(0);
                delay(10);
            }
        }

        ultimo_estado_seguros = usuario_correcto_puertas;

    }//FIN FUNCION

```

ANEXO 08.

MANUAL DE USUARIO PARA EL MANEJO CORRECTO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR

Introducción

El prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular es un sistema altamente tecnológico que permite al usuario tener el control de varias funciones del vehículo, además se integra una aplicación Android que será instalada en el Smartphone del usuario, esta permite el control total de todas las funciones que ofrece el sistema.

Para realizar las siguientes acciones, es necesario que el prototipo se haya instalado de manera correcta de acuerdo al diagrama de cableado mostrado en el ANEXO 09. y además haber comprobado que los detalles de arranque del sistema se hayan cumplido correctamente.

ACCIONES MANUALES DEL SISTEMA

a) AUTORIZAR A ENCENDER

Esta función permite al usuario autorizar el encendido del vehículo mediante la lectura del llavero de identificación por medio del lector NFC instalado en el interior del mismo, este llavero consta de un código único para cada vehículo, como se puede observar en la Figura A.

Para realizar esta acción el requisito necesario es que el vehículo se encuentre en estado de desbloqueo.



FIGURA A. LLAVE DE ENCENDIDO Y LLAVERO DE IDENTIFICACIÓN.

Pasos:

- Colocar la llave del vehículo en posición de contacto
- Realizar la lectura del llavero o tarjeta de identificación por el lector NFC
- Escuchar que se haya emitido un doble pitido

Si los pasos anteriores se cumplieron de manera correcta, el usuario podrá encender el vehículo de manera normal sin restricción alguna.

b) BOTÓN DE PÁNICO

Esta función permite que después de haber presionado el botón de pánico por dos segundos, el prototipo realice primeramente el envío de un mensaje de texto SMS informando de una situación de emergencia, para posterior a esto realizar una llamada telefónica al número previamente configurado, esto con el objetivo de grabar de manera automática la conversación que se desarrolla en el interior del vehículo.



FIGURA B. BOTÓN DE PÁNICO.

La Figura B permite ver de forma gráfica el botón de pánico que se encuentra instalado en el interior del vehículo, cabe mencionar que la posición del botón puede variar de ubicación entre vehículos.

USO DEL SMARTPHONE CON LA APLICACIÓN NEOTRACK

Para proceder a hacer uso de las acciones que ofrece la aplicación NeoTrack, la aplicación Android debe estar previamente instalada en el smartphone del usuario registrado al sistema, en conjunto con el chip que contiene el número telefónico.

Luego, se procede a ingresar a la aplicación haciendo click en el icono que lleva de nombre NeoTrack como se puede observar en la Figura C.

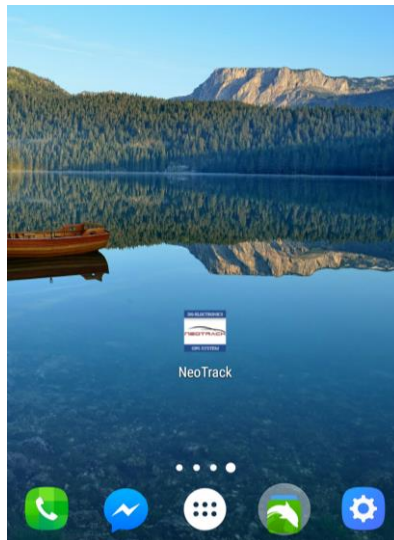


FIGURA C. APLICACIÓN NEOTRACK INSTALADA EN EL SMARTPHONE.

La Figura D permite visualizar la interfaz de inicio de la aplicación, en donde para ingresar se tendrá que teclear una contraseña por defecto, la cual es proporcionada por el desarrollador y que será diferente para cada usuario como medida de seguridad.



FIGURA D. INTERFAZ DE INGRESO A LA APLICACIÓN ANDROID.

En la Figura E se puede observar la interfaz de la Pantalla de Acciones de la aplicación NeoTrack, cabe recalcar que solo se puede elegir y confirmar una acción a la vez, presionando el botón “CONFIRMAR ACCIÓN”.

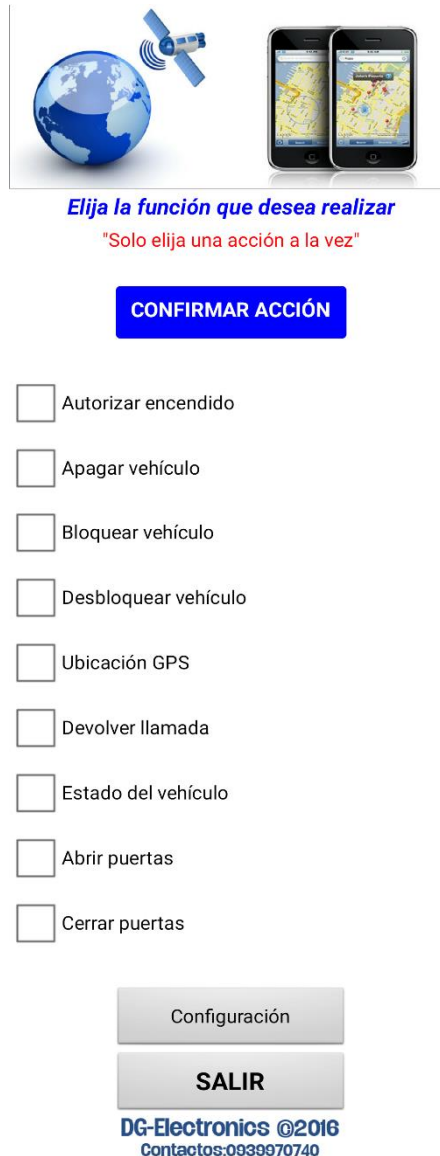


FIGURA E. INTERFAZ DE LA PANTALLA DE ACCIONES DE LA APLICACIÓN ANDROID.

Adicional a esto, la contraseña por defecto de manera opcional puede posteriormente ser cambiada a una que el usuario elija, esto se lo realiza después de haber ingresado a la aplicación, específicamente haciendo click en el botón “Configuración” para luego ingresar a la Pantalla de Configuración mostrada en la Figura F, en donde es necesario escribir mediante

teclado la contraseña antigua e ingresar dos veces la nueva contraseña, posterior a esto se debe hacer click en el botón “Guardar contraseña” para confirmar la acción.

CAMBIAR CONTRASEÑA

Contraseña antigua

Contraseña

Nueva contraseña

Escribir contraseña

Repetir contraseña

Guardar contraseña

Volver

DG-Electronics ©2016
Contactos:0939970740

FIGURA F. INTERFAZ DE LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN ANDROID.

Las diferentes acciones que ofrece el prototipo de sistema de localización y seguridad vehicular, en conjunto con la aplicación Android que lleva como nombre NeoTrack se detallan a continuación:

1. AUTORIZAR ENCENDIDO

Autoriza el encendido del vehículo, baja los seguros de las puertas y emite un sonido de confirmación, útil para autorizar el encendido de forma remota, en caso de que se haya extraviado u olvidado el llavero o tarjeta de identificación.

Pasos:

- Colocar la llave del vehículo en posición de contacto
- Seleccionar y confirmar la acción de “Autorizar encendido” dentro de la aplicación NeoTrack.

2. APAGAR VEHÍCULO

Apaga el motor del vehículo y sube los seguros de las puertas, útil para apagar el vehículo de forma remota, verificar primeramente que el vehículo se encuentre encendido.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Apagar vehículo” dentro de la aplicación NeoTrack.

3. BLOQUEAR VEHÍCULO

Bloquea el sistema para las funciones físicas del vehículo, como es el encendido del vehículo con la llave en conjunto con el llavero o tarjeta de identificación, además apaga el vehículo si anteriormente este se encontraba encendido, por ultimo baja los seguros eléctricos asegurando las puertas; esta acción después de ser ejecutada sigue en funcionamiento inclusive si la batería del vehículo fuese retirara y colocada de nuevo (reinicio del sistema).

El vehículo no puede ser autorizado a encender de “manera física”, hasta que el usuario envíe una solicitud de desbloqueo del sistema mediante la aplicación NeoTrack, útil en caso de que haya sido sustraída la llave de encendido en conjunto con el llavero de identificación, y alguna persona no autorizada desee encender el vehículo.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Bloquear vehículo” dentro de la aplicación NeoTrack.

4. DESBLOQUEAR VEHÍCULO

Desbloquea el sistema por completo para poder ser usado de nuevo con normalidad, cabe aclarar que el prototipo emitirá un doble pitido informando que la acción se realizó de manera correcta.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Desbloquear vehículo” dentro de la aplicación NeoTrack.

5. UBICACIÓN GPS

Permite conocer la ubicación, altitud a nivel del mar y velocidad de viaje del vehículo dentro del territorio ecuatoriano, mediante la recepción de un mensaje SMS al smartphone del usuario solicitante, enviado desde sistema del vehículo, mostrando la información que se puede observar en la Figura G.



FIGURA G. SMS DE UBICACIÓN GPS ENVIADO DESDE EL SISTEMA DEL VEHÍCULO.

La información que se muestra en el mensaje SMS recibido es la siguiente:

- Ubicación GPS: Un enlace web, este puede ser abierto mediante un navegador Web (necesita Internet), o mediante una aplicación gratuita de mapas (OsmAnd+), que puede ser instalada en el Smartphone del usuario (no necesita Internet).
- Altitud (m): Muestra la altitud del vehículo a nivel del mar.
- Velocidad (km/h): Muestra la velocidad de viaje del vehículo.

La Figura H muestra un ejemplo de visualización de la ubicación GPS, mediante un navegador Web y también a través de la aplicación de mapas OsmAnd+ respectivamente.

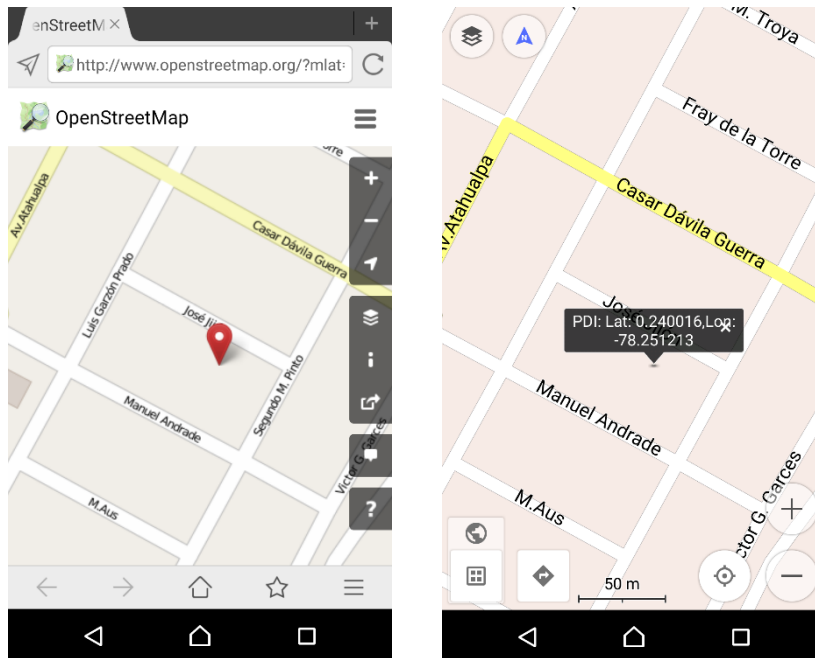


FIGURA H. EJEMPLO ENLACE WEB ABIERTO CON UN NAVEGADOR WEB (IZQUIERDA), O LA APLICACIÓN OSMAND+ (DERECHA).

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Ubicación GPS” dentro de la aplicación NeoTrack.

6. DEVOLVER LLAMADA

Permite que el sistema del vehículo devuelva una llamada telefónica al usuario solicitante sin que los pasajeros se den cuenta de que esto pasa, para de esta manera tener la posibilidad de escuchar y grabar de manera automática la conversación que se desarrolla en el interior, esta función es útil cuando se desee escuchar la conversación que ocurre en el interior del vehículo.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Devolver llamada” dentro de la aplicación NeoTrack.

7. ESTADO DEL VEHÍCULO

Permite conocer el estado de varios parámetros sensados en el vehículo, mediante la recepción de un mensaje SMS al smartphone del usuario solicitante, enviado desde sistema del vehículo, mostrando la información que se puede observar en la Figura I.

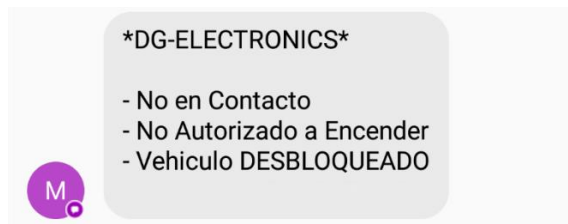


FIGURA I. SMS DE ESTADO DEL VEHÍCULO ENVIADO DESDE EL SISTEMA DEL VEHÍCULO.

- No en Contacto: Indica si la llave del vehículo se encuentra o no en estado de contacto.
- No Autorizado a Encender: Indica si el vehículo se ha autorizado o no a encender mediante el llavero o tarjeta de identificación.
- Vehículo DESBLOQUEADO: Indica si el vehículo se encuentra o no en estado de bloqueo.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Estado del vehículo” dentro de la aplicación NeoTrack.

8. ABRIR PUERTAS

Permite que el sistema abra los seguros eléctricos de las puertas, útil para abrir remotamente las puertas sin necesidad de la llave del vehículo.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Abrir puertas” dentro de la aplicación NeoTrack.

9. CERRAR PUERTAS

Permite que el sistema cierre los seguros eléctricos de las puertas, útil para cerrar remotamente las puertas sin necesidad de la llave del vehículo.

Pasos:

- Seleccionar y confirmar la acción de “Cerrar puertas” dentro de la aplicación NeoTrack.

ANEXO 09.

MANUAL DE INSTALADOR PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGURIDAD VEHICULAR

Requisitos del sistema

- Batería principal del vehículo de 12V
- Espacio físico de 20x20cm aproximadamente
- Módulo de bloqueo central de puertas preinstalado
- Smartphone con un chip instalado de cualquier operadora

DIAGRAMA DE CABLEADO

La mala operación de instalación como conexiones incorrectas pueden llegar a ocasionar daños irreparables, así como también una incorrecta operación del prototipo.

Antes de aplicar la energía al sistema, primero inspeccionar el cableado y asegurar que todas las conexiones se encuentren realizadas de manera correcta.

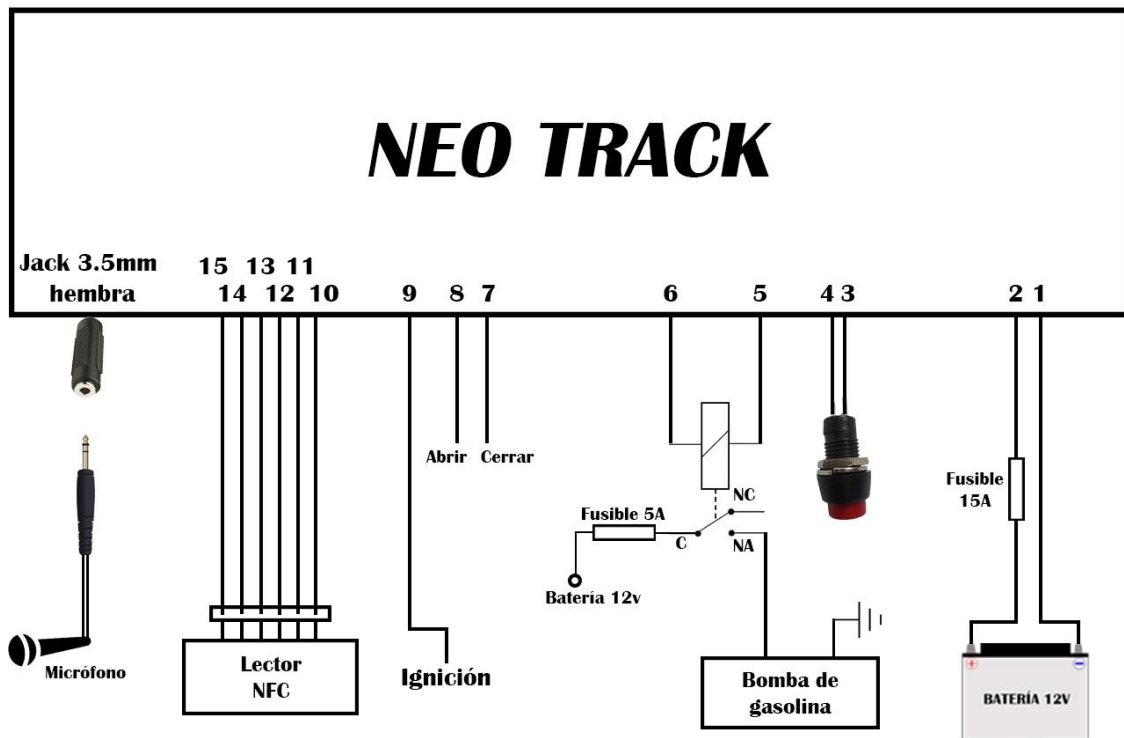


FIGURA A. DIAGRAMA DE CABLEADO.

La Figura A, permite visualizar el diagrama de cableado en donde se detalla de manera gráfica la instalación de cada uno de los componentes que conforman el sistema, a continuación, se detalla la instalación de cada uno de ellos:

- **Pin 1 y 2:** Entrada de alimentación principal de voltaje proveniente de la batería del vehículo, importante instalar un fusible de 15A para proteger al sistema.
- **Pines 3 y 4:** En estos pines se conectarán el botón de pánico, cabe recalcar que no tiene polaridad y además la posición final en donde será colocado el botón deberá ser elegida por parte del usuario del vehículo.
- **Pin 5 y 6:** En estos dos pines sin polaridad, se instalará un relé automotriz de 12V a 30/40A como se describe en el diagrama de cableado, adicionalmente se tendrá que agregar un fusible de 5A para proteger al sistema sobre posibles daños.
- **Pin 7 y 8:** Estos pines se conectarán de manera paralela al sistema de bloqueo central pre-instalado en el vehículo.
- **Pin 9:** Entrada de ignición proveniente del sistema de ignición del vehículo, tomado del circuito de encendido del vehículo que está conformado por la llave de encendido.
- **Pin 10,11,12, 13, 14, 15:** Aquí se instalará el lector NFC de manera estratégica, existe pines de comunicación preestablecidos que deben ser respetados como se muestra en el diagrama de cableado, la instalación del lector se debe realizar procurando que no obstaculice la operación normal al usuario del vehículo y que de preferencia esté oculto.
- **Jack 3.5mm hembra:** En estos pines se instalará el micrófono con un Jack macho de 3.5mm hacia un lugar estratégico oculto visualmente.

Por último, cabe recalcar que la numeración de los pines se detallan de mejor manera en diagrama general del prototipo mostrado en la Figura 68.

DETALLES DEL CORRECTO ARRANQUE DEL SISTEMA

A continuación, se indicará el proceso de inicio del sistema, estos pasos servirán para verificar que el sistema se encuentre en correcto funcionamiento, si algunos de estos pasos fallaren se deberían tomar otras medidas.

Los pasos de arranque del sistema se describen a continuación:

- a) Como primer paso después de haber realizado las todas las conexiones de cableado de manera correcta, es suministrar con energía al sistema con la alimentación principal proveniente de la batería del vehículo.
- b) Al conectar la batería principal, verificar que de manera instantánea el buzzer dé un doble pitido, esto indica que el sistema arrancó de manera correcta.
- c) Esperar aproximadamente 40 segundos y verificar que se haya dado un doble pitido nuevamente, el cual es el tiempo que el sistema demora en arrancar.
- d) Después de que el circuito ha arrancado de manera correcta, todas las funciones del sistema pueden ser ejecutadas, salvo la función GPS, la cual se deberá comprobar su correcto arranque, esto se lo hace luego de que el sistema haya dado un triple pitido breve y continuo.
- e) Finalmente, después de haber comprobado todos los pasos, el sistema se encuentra instalado correctamente y operable de completamente.