



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR UTILIZANDO
TECNOLOGÍA RFID Y ENVÍO DE ALERTAS MEDIANTE MENSAJES DE
TEXTO.”**

Trabajo de Graduación Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas Embebidos

AUTOR: Juan Gabriel Acosta Calderón

TUTOR: Ing. Mg. Geovanni Danilo Brito Moncayo

Ambato – Ecuador

Junio 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR UTILIZANDO TECNOLOGÍA RFID Y ENVÍO DE ALERTAS MEDIANTE MENSAJES DE TEXTO”, del Sr. Juan Gabriel Acosta Calderón, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Junio 2015

EL TUTOR

Ing. Mg. Geovanni Danilo Brito Moncayo

AUTORÍA

El presente trabajo de Investigación “SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR UTILIZANDO TECNOLOGÍA RFID Y ENVÍO DE ALERTAS MEDIANTE MENSAJES DE TEXTO”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Junio 2015

Juan Gabriel Acosta Calderón

C.C: 1803735289

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR UTILIZANDO TECNOLOGÍA RFID Y ENVÍO DE ALERTAS MEDIANTE MENSAJES DE TEXTO”, presentado por el Sr. Juan Gabriel Acosta Calderón y conformado por el Ing. Vicente Morales Presidente del Tribunal, una vez escuchada la defensa oral, el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Vicente Morales, Mg.

Presidente del tribunal de defensa

Ing. Julio Cují, Mg.

Miembro del tribunal de defensa

Ing. Santiago Altamirano, Mg.

Miembro del tribunal de defensa

DEDICATORIA

A mis padres, Hugo Acosta y Lida Calderón quienes me han brindado su apoyo y comprensión a lo largo de mi vida, y en base a su esfuerzo han logrado que alcance mis metas.

Para mi hija Salito, mi esposa, mis hermanos y todos aquellos que siempre confiaron en mí y supieron apoyarme.

Gabriel Acosta Calderón

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por brindarme Salud y vida, llenándome de bendiciones en todas mis actividades.

A mi hija y esposa por el apoyo y comprensión brindada en cada momento.

A mis padres y hermanos por alentarme y apoyarme en el transcurso de mis estudios.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y a todos los Ingenieros que han compartido sus conocimientos.

A mi tutor, Ing. Giovanni Brito por compartir sus conocimientos y tiempo para el desarrollo de mi proyecto.

ÍNDICE GENERAL

TEMA:	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
RESÚMEN	xiv
Palabras Claves	xiv
ABSTRACT.....	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xvi
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.3 Delimitación del Problema	2
1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 General.....	4
1.5.2 Específicos	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes Investigativos	5

2.2 Fundamentación Teórica.....	6
2.2.1 Sistema de Seguridad Vehicular	6
2.2.2. Monitoreo.....	7
2.2.3 Sistema de Control de Acceso	8
2.2.4 Tecnología RFID	9
2.2.5 Sistemas de Comunicación	11
2.2.6 Comunicaciones móviles	13
2.2.7 Sistemas Celulares Digitales.....	13
2.2.8 Desarrollo de los sistemas de comunicaciones móviles	14
2.2.9 El Sistema GSM (Global System for Mobile communications).....	17
2.2.10 Arquitectura de la red GSM.....	17
2.2.11 SMS (Short Message Service)	19
2.3 Propuesta de Solución.....	20
CAPÍTULO III.....	21
METODOLOGÍA	21
3.1 Modalidad de la Investigación	21
3.2 Plan de Recolección de Información	21
3.3 Procesamiento y Análisis de datos.....	22
3.4 Desarrollo del Proyecto	22
CAPÍTULO IV	23
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	23
4.1 Sistemas de control y monitoreo vehicular existentes en el mercado.....	23
4.1.1 Sistema Inteligente de Reconocimiento Automático de Matrículas	23
4.1.2 Sistema de Control Biométrico	27
4.1.3 Acceso Vehicular RFID.....	29
4.1.4 Sistema de Control de parqueaderos “PEAJE”	30

4.1.5 Sistemas de Monitoreo y Rastreo Satelital	31
4.2 Determinación de la tecnología	35
4.2.1 Funcionamiento de la tecnología RFID	38
4.2.2 Selección del Sistema de Identificación por Radio Frecuencia	40
4.2.3 Lectora AR-721U	45
4.3 Selección del Microcontrolador	46
4.3.1 Principales componentes del ARDUINO UNO.....	49
4.4 Determinación del Módem GSM para el envío de mensajes.....	50
4.4.1 Modem GSM	50
4.4.2 Modem GPRS	51
4.4.3 Comandos AT	54
4.5 Diseño del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	56
4.5.1 Tarjeta de proximidad (TAG)	58
4.5.2 Acoplamiento del Lector RFID con el ARDUINO UNO.....	59
4.5.3 Comunicación del Módem GSM con el ARDUINO UNO R3.....	62
4.5.4 Módulo de Relés para ARDUINO	65
4.5.5 Alimentación para el Circuito	65
4.5.6 Cerraduras Electromagnéticas	67
4.5.7 Programación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	67
4.6 Simulación del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	77
4.7 Implementación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	79
4.7.1 Verificación en la Protoboard	79
4.7.2 Elaboración de la placa de conexiones	80
4.7.3 Ubicación de las señales de los dispositivos electrónicos del vehículo	84
4.8 Pruebas de funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo.	87
4.8.1 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Control	87

4.8.2 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Monitoreo.....	89
4.9 Presupuesto	90
CAPÍTULO V	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXO 1.- Especificaciones Técnicas del Lector AR-721U	99
ANEXO 2.- Especificaciones Técnicas del Atmega 328	102
ANEXO 3.- Especificaciones Técnicas del SIM900	105
ANEXO 4.- Diagrama del módulo relé para ARDUINO	107
ANEXO 5.- Hoja de Datos del LM78XXA.....	108
ANEXO 6.- Código del archivo .cpp para la librería Wiegand.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Alarma Vehicular Comercial.....	7
Fig. 2.2 Medios de identificación de usuarios	8
Fig. 2.3 Estructura de la Tecnología RFID	11
Fig. 2.4 Componentes Esenciales de un Sistema de Comunicación.....	12
Fig. 2.5 Red Celular Digital.....	14
Fig. 2.6 Arquitectura de la red GSM	18
Fig. 2.7 Servicio SMS	19
Fig. 4.1 Unidad de captura SIRAM.	24
Fig. 4.2 Arquitectura del Sistema Inteligente de Reconocimiento de Matrícula.	27
Fig. 4.3 Lectores Biométricos.....	28
Fig. 4.4 Software de Sistema de control de parqueaderos	30
Fig. 4.5 Diagrama general del Sistema de Control y Monitoreo vehicular	34
Fig. 4.6 Circuito LC	40
Fig. 4.7 Lector RFID SOYAL AR-721U	45
Fig. 4.8 Módulo Arduino UNO	50
Fig. 4.9 GSM/GPRS SIMCOM Sim 900.....	53
Fig. 4.10 Esquema del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	57
Fig. 4.11 Tarjeta de proximidad.....	58
Fig. 4.12 Estructura interna del lector RFID AR-721U.....	59
Fig. 4.13 Protocolo Wiegand	60
Fig. 4.14 Trama de bits del Wiegand 26.....	61
Fig. 4.15 Conexión del módulo AR-721U al ARDUINO	62
Fig. 4.16 Acoplamiento Físico entre el SIMCOM SIM900 y el ARDUINO	63
Fig. 4.17 Módulo Relé para ARDUINO.....	65
Fig. 4.18 Diagrama de la alimentación para el Arduino	66

Fig. 4.19 Cerradura Electromagnética ES60G.....	67
Fig. 4.20 Diagrama de bloques de la programación del Sistema.....	69
Fig. 4.21 Diagrama de Flujo de la programación del Sistema.....	72
Fig. 4.22 Simulación del Sistema	78
Fig. 4.23 Verificación del Sistema en la protoboard	79
Fig. 4.24 Esquemático de la placa de conexiones.....	80
Fig. 4.25 Distribución de elementos en la placa de conexiones	81
Fig. 4.26 Diagrama se pistas de la placa de conexiones	82
Fig. 4.27 Baquelita de la placa de conexiones	82
Fig. 4.28 Placa de conexiones terminada.....	83
Fig. 4.29 Acoplamiento de Módulos con la placa de conexiones.....	83
Fig. 4.30 Señal de las luces del vehículo	84
Fig. 4.31 Señal del Parqueo del Vehículo.....	84
Fig. 4.32 Señal del Foco del Vehículo.....	85
Fig. 4.33 Señal del Foco del encendido y apagado del Auto	85
Fig. 4.34 Acoplamiento de la placa al vehículo.....	86
Fig. 4.35 Prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular	86
Fig. 4.36 Mensaje de alerta enviado por el Sistema	87
Fig. 4.37 Desactivación de las cerraduras electromagnéticas.....	88
Fig. 4.38 Mensaje de aviso enviado por el Sistema.....	88
Fig. 4.39 Llamada de aviso realizada por el Sistema.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Parámetros del Monitoreo.....	7
Tabla 2.2 Evolución de los Sistemas de Comunicaciones Móviles.....	15
Tabla 4.1 Elementos del SIRAM.....	25
Tabla 4.2 Monitoreo y Rastreo Satelital.....	32
Tabla 4.3 Clasificación de los Sistemas de Monitoreo Vehicular.....	33
Tabla 4.4 Comparativa entre diferentes tecnologías inalámbricas.....	35
Tabla 4.5 Tecnología RFID.....	36
Tabla 4.6 Aplicaciones da la Identificación por Radio Frecuencia.....	37
Tabla 4.7 Tipos de Sistemas RFID por el rango de Frecuencia.....	41
Tabla 4.8 Tabla comparativa para la selección del lector RFID.....	43
Tabla 4.9 Distribución de Terminales de la lectora AR-721H.....	46
Tabla 4.10 Características para la selección del microcontrolador.....	47
Tabla 4.11 Comparativa Módem GSM/GPRS.....	51
Tabla 4.12 Distribución de pines del Arduino acoplado con SIM900.....	54
Tabla 4.13 Principales Comandos AT.....	55
Tabla 4.14 Ubicación de interruptores para el Módulo AR-721U.....	59
Tabla 4.15 Parámetros de configuración del Módem SIM900.....	64
Tabla 4.16 Cerradura Electromagnética ES60G.....	67
Tabla 4.17 Elementos de la placa de conexiones.....	81
Tabla 4.18 Presupuesto del prototipo.....	90
Tabla 4.19 Costo de los Sistemas de control y Monitoreo Vehicular.....	91

RESÚMEN

Debido al elevado índice de robos en los automóviles en la ciudad de Ambato surge la necesidad de incrementar el nivel de la seguridad vehicular, por lo que se propone diseñar e implementar un prototipo de Sistema de control, en el cual se emplea el módulo electrónico “ARDUINO UNO” que conjuntamente aprovechando los beneficios de la tecnología RFID realiza un control de acceso para ingresar al interior del vehículo, y utilizando la red celular mediante un Módem GSM (SIM900) se envía alertas.

En el vehículo se ubican cerraduras electromagnéticas que son controladas con el ARDUINO UNO dependiendo de las circunstancias.

La comunicación entre el módulo RFID y el ARDUINO UNO se la realiza mediante la utilización del protocolo Wiegand.

Se realiza un Sistema de Monitoreo en el interior del vehículo, el cual detecta los dispositivos electrónicos que quedan encendidos en el momento de abandonar el automóvil, alertando al usuario mediante SMS o llamadas telefónicas.

Palabras Claves

RFID, Red GSM, SMS, ARDUINO, Protocolo Wiegand, Comandos AT.

ABSTRACT

Due to the high rate of theft in cars in Ambato city comes the need to increase the level of vehicle safety, so it is important to design and implement a prototype control system, in which the "ARDUINO UNO" electronic module is used jointly reaping the benefits of RFID technology makes access control to enter the interior of the vehicle, and the use of cellular network using a GSM modem (SIMCOM SIM900) alerts are sent.

In the vehicle electromagnetic locks are controlled with ARDUINO UNO depending on the circumstances are located.

The communication between the RFID module and the ARDUINO UNO is performed by using the protocol Wiegand.

A Monitoring System is performed inside the vehicle, which detects electronic devices that are turned on when you leave the car, alerting the user by SMS or phone calls.

Keywords

RFID, GSM network, SMS, ARDUINO, Wiegand Protocol, AT Commands.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SMS (Short Message Service): Servicio de mensajes cortos

GSM (Global System for Mobile Communications): Sistema Global para las Comunicaciones Móviles

RFID (Radio Frequency IDentification): Identificación por Radiofrecuencia

ADC (Automatic Data Capture): Captura Automática de Datos

TMA-900 (Telefonía Móvil Automática a 900 MHz)

TDMA (Time Division Multiple Access): Acceso Múltiple por división de tiempo

CDMA (Code Division Multiple Access): Acceso Múltiple por división de código.

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution): Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM.

HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data): Sistema de transmisión de datos a alta velocidad mediante circuitos conmutados.

GPRS (General Packet Radio Service): Servicio General de Paquetes vía Radio

BSC (Base Station Controller): Controlador de Estación Base

ETSI: Instituto Europeo para la Normalización en Telecomunicaciones

RSS (Radio SubSystem): Subsistema Radio.

MSC (Mobile Services Switching Center): Central de Conmutación Móvil.

SIM (Subscriber Identity Module): Módulo de Identificación del Suscriptor

BSS (Base Station System): Subsistema de Estación Base

BTS (Base Transceiver Station): Transceptor de Estación Base

NSS (Network and Switching Subsystem): Subsistema de red y conmutación

SIRAM: Sistema Inteligente de Reconocimiento Automático de Matrículas

HLR (Home Location Register): Registro de Ubicación Base

VLR (Visitor Location Register): Registro de Localización Visitante.

EIR (Equipment Identity Register): Registro de Identidad de Equipo

MS (Mobile Station): Estación Móvil

SC (Service Center): Centro de Servicio.

LAN (Local Area Network): Red de Área Local

WAN (Wide Area Network): Red de Área Amplia

RAM (Random Access Memory): Memoria de Acceso Aleatorio.

GPS (Global Positioning System): Sistema de Posicionamiento Global

LF (Low Frequency): Baja Frecuencia

HF (High Frequency): Alta Frecuencia

UHF (Ultra High Frequency): Ultra-alta Frecuencia

USB (Universal Serial Bus): Bus Universal en Serie.

TACS (Total Access Communications System): Sistema de Comunicaciones de Acceso Total

MIMO (Multiple Input Multiple Output): Entrada Múltiple - Salida Múltiple

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing): Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales

SDR (Software Defined Radios): Radio Definido por Software

CDMA (Code División Multiple Access): Acceso Múltiple por División de Código.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System): Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

INTRODUCCIÓN

La Tecnología RFID en la actualidad ha tenido una gran acogida, por sus beneficios y características que ofrece para solucionar las problemáticas en un extenso campo ocupacional, además de sus bajos costos en el diseño e implementación de los proyectos y aplicaciones.

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar e implementar un Sistema de control y Monitoreo Vehicular, aprovechando la Tecnología RFID, y conjuntamente con los servicios que brinda el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) enviar alertas al Usuario. De esta manera incrementa el nivel de seguridad en los automóviles para disminuir el alto índice de robos.

El proyecto se llevó a cabo con el desarrollo de cinco capítulos, los mismos que se describen a continuación:

Capítulo I: Se analiza y plantea el problema, seguidamente se realiza la delimitación tanto de contenidos como de espacio y tiempo, posteriormente se lo justifica y finalmente para encaminar el desarrollo del proyecto se proponen los objetivos.

Capítulo II: Incluye los antecedentes investigativos y la Fundamentación teórica, que servirán para dar el soporte científico a la Investigación.

Capítulo III: Contiene la metodología empleada para la realización de este trabajo como: la modalidad, la recolección, procesamiento y análisis de datos. Además se establece los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto.

Capítulo IV: Se Desarrolla el proyecto mediante el diseño e implementación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

Capítulo V: Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la realización del proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Sistema de Control y Monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

1.2 Planteamiento del Problema

Desde el surgimiento de la humanidad siempre han existido personas que han intentado apoderarse de los bienes ajenos razón por la cual sintieron la necesidad de buscar métodos adecuados para cuidar y proteger sus pertenencias, aunque de una manera simple y sencilla. Se podría decir que uno de estos métodos fue la de organizarse y cuidarse mutuamente.

Sin embargo con el pasar del tiempo la humanidad tuvo que desarrollar sistemas que le permitieron obtener mayor seguridad ante el crecimiento de la delincuencia.

En la actualidad a nivel mundial gracias al avance tecnológico existen diversos sistemas de seguridad que han sido desarrollados para responder a las diferentes necesidades de la población, la cual se ve expuesta a los robos.

No obstante, según el Centro Ecuatoriano de Análisis de Seguridad Integral (CEASI) en el Ecuador el índice de robos en los últimos años es impresionante a pesar de la existencia de los sistemas de seguridad los cuales son vulnerados en la mayoría de veces por los ladrones. El robo de vehículos es recurrente, en toda sociedad ya que éste bien en primer lugar es atrayente para los delincuentes, dado su “fácil acceso y su comercialización” sea en partes o el bien total, en segundo lugar sirve como herramienta para cometer otro tipo de delitos. [1]

En la ciudad de Ambato los robos son los delitos de mayor connotación. El robo de vehículos o de accesorios de los mismos es elevado y frecuente, motivo por el cuál la ciudadanía se siente insegura a pesar de que sus autos contengan alarmas o algún tipo de seguridad, ya que los delincuentes conocen los mecanismos y diversas formas de vulnerarlas e ingresan a los mismos sin mayor dificultad. Una de las formas en que los ladrones ingresan al auto es mediante la ruptura de las chapas de las puertas ya que estas se encuentran en la parte exterior.

Además en el campo automotriz el conductor y sus acompañantes al momento de desalojar el vehículo suelen olvidar las luces externas e internas, parqueo, radio u otros dispositivos electrónicos encendidas, ocasionando el desgaste innecesario de la batería e impidiendo el arranque del automotor. [2]

Todo esto genera intranquilidad, preocupación y pérdidas económicas por parte del dueño del automotor el cual se siente en la necesidad de incrementar y mejorar el nivel de control y monitoreo en su auto.

1.3 Delimitación del Problema

De Contenidos:

Área Académica:	Física y Electrónica
Líneas de Investigación:	Sistemas Electrónicos
Sub líneas de Investigación:	Sistemas Embebidos

Delimitación Espacial:

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ambato, en automóvil liviano.

Delimitación Temporal:

La presente investigación se realizó durante un periodo de seis meses, a partir de su aprobación por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 Justificación

Los sistemas de seguridad vehicular no disponen de un mecanismo para incrementar la protección interna del auto el cual impida el ingreso al forzar las puertas y seguros, por lo que nació el interés de reforzarlos mediante la colocación de cerraduras electromagnéticas en la parte interna del vehículo las cuales podrán ser controladas utilizando la tecnología RFID.

Además los sistemas existentes carecen de un método para alertar al usuario cuando se encuentra alejado del vehículo, razón por la que se incrementó el servicio de envío de mensajes cuando se intente ingresar al automotor sin la desactivación del control de acceso RFID o forzando las puertas y sus seguridades.

De igual manera no se cuenta con un mecanismo para evitar el desgaste de la batería del automotor cuando se dejen encendidos los dispositivos electrónicos, motivo por el que se realizó un sistema de monitoreo con la finalidad de incrementar la vida útil de la batería.

Este sistema fue importante implementarlo dado que es una opción de seguridad para los ciudadanos que tienen en su poder algún tipo de automóvil, los mismos que al incorporar el sistema sentirán tranquilidad y mayor confianza al momento de abandonar su automóvil para realizar sus actividades diarias sin necesidad de buscar garajes o parqueaderos para que vigilen ante cualquier circunstancia de intento de robo o manipulación de las seguridades y puertas.

El propietario del vehículo que obtenga el sistema es directamente el beneficiado y además sus familiares ya que no tendrán pérdidas económicas y permanecerán concentrados en sus actividades cotidianas al no mantenerse siempre al pendiente del auto.

El proyecto fue factible ya que se contó con la disponibilidad del automóvil para la implementación y pruebas del sistema, además se contó con el recurso humano, los conocimientos e información, asesoramiento y los dispositivos que se utilizaron se encontraron disponibles en el mercado y fueron económicamente alcanzables.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Implementar un Sistema de Control y Monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

1.5.2 Específicos

- Analizar los sistemas de control y monitoreo vehicular que existen en la actualidad.
- Analizar la tecnología RFID aplicada al campo automotriz.
- Programar el envío de mensajes de texto mediante comandos AT para alertar el intento de robo y el desgaste innecesario de la batería vehicular producida por los dispositivos electrónicos internos activados.
- Construir un Sistema de Control y Monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Realizada la búsqueda bibliográfica se encontró: la tesis de grado realizada por Carlos Antonio Torres Brito en la Universidad Técnica de Ambato en la cual desarrolló e implementó un sistema de alarma mediante la red GSM utilizando mensajes de texto SMS una aplicación basada en el microcontrolador PIC la misma que está dedicada a monitorear alarmas provocadas en el lugar donde se lo instalará este servicio. El desarrollo de tal aplicación es realizada empleando códigos AT disponibles para teléfonos móviles 3G, los cuales permiten realizar una interacción entre el celular y PIC con el fin de enviar y recibir los mensajes de texto. [3]

Además la investigación realizada en la Universidad Politécnica Salesiana de Javier David Núñez Matamoros y Cristhian Elías García Acosta, quienes desarrollaron un sistema de control de acceso a escala, capaz de monitorear, almacenar y organizar datos relacionados al personal, con el objetivo de fortalecer los sistemas de acceso actuales. En el sistema diseñado se han desarrollado varios módulos de registro de datos, encargados de sensar las tarjetas RFID y en el momento de su detección, la misma muestra la fecha y hora en un display de 20x4, y si la marcación es verdadera, se muestra en el LCD el nombre del profesor, la materia que se encarga de impartir, la frase “Marcación Aceptada” y habilita la salida del mismo, el cual es un relé que se encarga de energizar una chapa magnética, en caso de no ser la correcta, se muestra en el LCD la frase “Marcación Rechazada”; he inicializa el sistema negando el acceso. [4]

También cabe mencionar el paper elaborado por Emmanuel Ortiz, Mario Ibarra, José Andrade y Dora Almanza en la Universidad de Guanajuato, donde elaboran un sistema de control de acceso mediante Identificación por Radiofrecuencia controlado por una Matriz de compuertas programables. Mediante una interfaz gráfica de usuario es posible controlar todo movimiento dentro de una zona determinada, desde los accesos hasta la disponibilidad de equipo; utilizando los dispositivos de adquisición de radiofrecuencia se puede acceder a la información de los usuarios autorizados, así como al control del equipo. Con este sistema es posible monitorear, administrar y reportar todo acceso de personal, movimiento de equipo o plagio de manera eficiente y evitando un gran número de errores humanos. [5]

De igual forma se encontró el libro Tecnología RFID en el que se analiza los Usos y oportunidades de esta tecnología, además se hace especial hincapié en las principales experiencias de éxito y los beneficios percibidos en distintos sectores de actividad. El desarrollo de esta tecnología permitirá a las empresas que sean más competitivas, favoreciendo el desarrollo avanzado de soluciones de localización e identificación de los objetos. [6]

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Sistema de Seguridad Vehicular

El Sistema de seguridad vehicular también conocido como alarma vehicular es un dispositivo que tiene por objetivo intentar disuadir mediante la señal de una sirena y parpadeo de las luces en caso de un intento de acceso no autorizado al interior del vehículo.

Generalmente esta clase de sistemas cuenta con una serie de sensores que pueden producir que la alarma se dispare, como por ejemplo: pulsadores de puerta, pulsador de capó, sensor de impacto, los cuales realizan el corte de energía de ciertos dispositivos del vehículo, tales como el motor de arranque, la bobina de ignición o la bomba de gasolina. [7]

La figura 2.1 muestra un ejemplo de alarma vehicular comercial con sus principales componentes.



Fig. 2.1 Alarma Vehicular Comercial

Fuente: SECO-LARM [8]

2.2.2. Monitoreo

Es un proceso continuo y sistemático el cual verifica la eficiencia y la eficacia de un sistema, proyecto, programa etc. Permite identificar logros y debilidades y en consecuencia, brindar medidas correctivas para optimizar los resultados esperados. [9]

El Monitoreo tiene parámetros internos y externos, como se muestran en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Parámetros del Monitoreo

Parámetros	Descripción
Internamente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La eficacia ✓ La eficiencia ✓ La focalización
Externamente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los efectos ✓ El impacto. [9]

Elaborado por: El Investigador

2.2.3 Sistema de Control de Acceso

Un sistema de control de acceso es un conjunto de dispositivos interactuando entre sí que permite:

- **Restringir la apertura de puertas o accesos mediante algún medio mecánico:** Este medio mecánico debe ofrecer la seguridad que será efectivo al impedir la apertura de la puerta y resistir a los posibles intentos de violación.

- **Identificar al usuario de acuerdo con parámetros establecidos para determinar si el acceso es permitido o denegado.** Los medios de identificación de usuarios son:
 - ✓ Teclados para digitación de códigos alfanuméricos
 - ✓ Tarjetas de proximidad
 - ✓ Botones de control remoto
 - ✓ Dispositivos biométricos
 - ✓ Tarjetas magnéticas

En la figura 2.2 se muestran varios tipos de medios de identificación de usuarios



Fig. 2.2 Medios de identificación de usuarios
Fuente: Alsemexicana [10]

- **Registrar y auditar los eventos de acceso por usuario y por puerta:** De esta manera se puede saber cuál usuario y en qué momento está entrando o saliendo a través de los accesos controlados. También debe indicar qué usuario intentó tener acceso fuera del horario o días permitidos.

- **Programar la autorización o desautorización del acceso relacionando a cada usuario.** Es decir, programar el comportamiento que las puertas o accesos deben tener para cada usuario en diferentes condiciones. Por ejemplo, el acceso a cierta puerta puede estar condicionado a que otra puerta esté cerrada (exclusa). O bien, que para tener acceso a cierta área dos o más usuarios deben identificarse ante el dispositivo, ya sea tecleando cada quién su número, o dando a leer su huella digital, etc. (acceso mancomunado).

- **Permitir funciones adicionales de seguridad y funcionalidad.** Ejemplos de esto puede ser el programar una apertura con retardo (delay). Es decir, que aún de que la identificación sea positiva, la puerta o dispositivo tardará cierto tiempo, programado con anterioridad, en permitir el acceso. [10]

2.2.4 Tecnología RFID

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una de las tecnologías de mayor crecimiento y beneficios que pueden adoptar las empresas actualmente. La adopción de la tecnología de captura automática de datos (ADC) ha experimentado recientemente un despegue espectacular gracias al establecimiento de estándares básicos, a las exigencias de los gobiernos y de los minoristas, al mejor desempeño tecnológico y a los menores costos de implementación. La tecnología RFID es de gran valor para muchos sectores productivos y aplicaciones. Sin embargo, las apreciaciones erróneas sobre lo que representa esta tecnología y lo que puede hacer generan obstáculos que desaniman a algunas empresas a sacar el máximo partido de ella.

RFID hace referencia a un tipo de tecnología de intercambio inalámbrico de datos. La lectura y grabación de los datos se realiza a partir de un chip conectado a una antena que recibe señales de radiofrecuencia desde un dispositivo de lectura y grabación

(denominado normalmente lector, codificador o interrogador). El intercambio de datos se produce automáticamente, sin que ningún operador tenga que intervenir para activar la lectura de RFID.

La tecnología RFID ofrece una serie de ventajas importantes en comparación con otras formas de captura de datos:

- La RFID permite controlar y capturar datos en entornos inadecuados para los operarios, ya que la lectura de las etiquetas no requiere ningún trabajo.
- Esta tecnología permite realizar más de mil lecturas por segundo, ofreciendo una alta velocidad y una gran precisión.
- Los datos de un tag RFID (también conocido como tag) se pueden modificar repetidamente.
- La tecnología RFID no necesita una línea directa de visión entre la etiqueta y el lector, lo que la hace adecuada para muchas aplicaciones en las que no se pueden utilizar códigos de barras.
- Miles de empresas de numerosos sectores productivos han explotado las ventajas de la identificación por radiofrecuencia para desarrollar operaciones que controlan procesos, facilitan datos precisos en tiempo real, realizan el seguimiento de bienes e inventarios y reducen los requisitos de mano de obra.
- La tecnología RFID se puede utilizar conjuntamente con sistemas de códigos de barras y redes inalámbricas.

Los sistemas RFID constan de etiquetas o tags, lectores y software para procesar los datos como se muestra en la figura 2.3. Los tags suelen aplicarse a los artículos y a menudo forman parte de una etiqueta adhesiva de código de barras. Estos tags también se pueden incorporar en contenedores más duraderos, así como en tarjetas de identificación o pulseras. Los lectores pueden ser unidades autónomas (por ejemplo, destinados al control de una puerta de expedición o una banda transportadora), estar integrados en un terminal portátil para su uso en un montacargas o con la mano o incluso se pueden incorporar a impresoras de código de barras.

El lector envía una señal de radio que es recibida por todos los tags presentes en el campo de radiofrecuencia sintonizado con dicha frecuencia. Los tags reciben la señal a través de sus antenas y responden transmitiendo los datos que almacenan. El tag puede

almacenar muchos tipos de datos, como el número de serie, instrucciones de configuración, historial de actividad (por ejemplo, fecha del último mantenimiento, paso del tag por una ubicación concreta, etc.) o incluso la temperatura y otros datos proporcionados por los sensores. El dispositivo de lectura/escritura recibe la señal del tag a través de su antena, la descodifica y transfiere los datos al sistema informático a través de una conexión de cable o inalámbrica. [11]

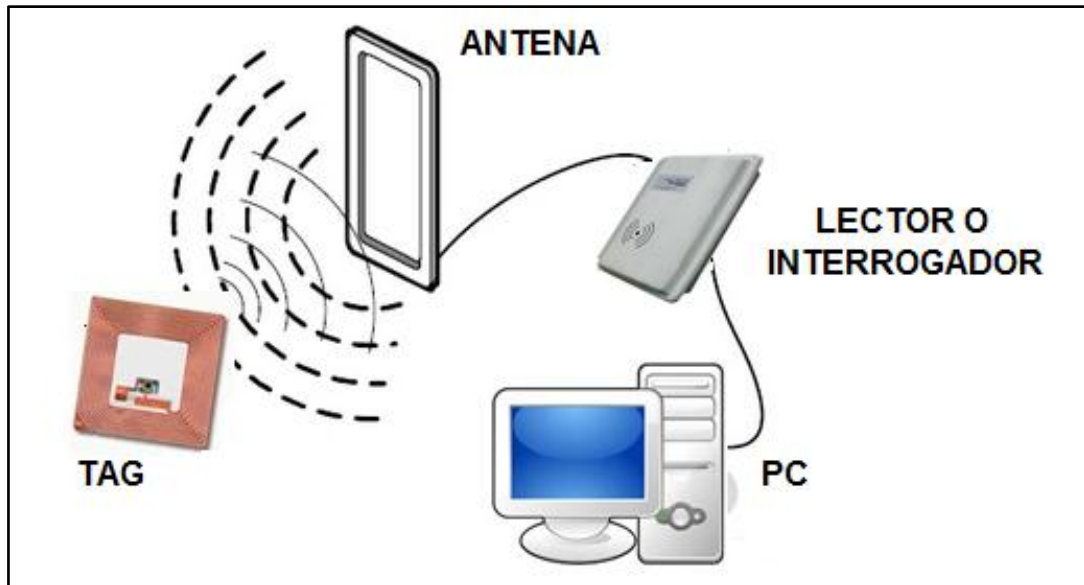


Fig. 2.3 Estructura de la Tecnología RFID
Elaborado por: El Investigador

2.2.5 Sistemas de Comunicación

Es un conjunto de componentes interconectados que se utiliza para transmitir una señal con información de un lugar a otro. La señal transmitida puede ser eléctrica, óptica o de radiofrecuencia.

Debido a las perturbaciones del canal los sistemas deben estar dotados de repetidores. En el caso del sistema analógico este repetidor es un amplificador que da mayor voltaje a la señal pero también al ruido. Y en el caso del sistema digital el repetidor es un regenerador que reconstruye la señal. [12]

Los sistemas de comunicación eléctrica brindan los medios para que la información, codificada en forma de señal, se transmita o intercambie. El mensaje original, producido por la fuente, no es eléctrico. Debe ser convertido en señales eléctricas a través de un

transductor de entrada. En el destino, otro transductor de salida cumple la función de transformar nuevamente la señal para que llegue al receptor del modo en el que fue emitido el mensaje.

En la figura 2.4 se muestra que un sistema de comunicación consta de tres componentes esenciales: transmisor, canal de transmisión y el receptor. [13]

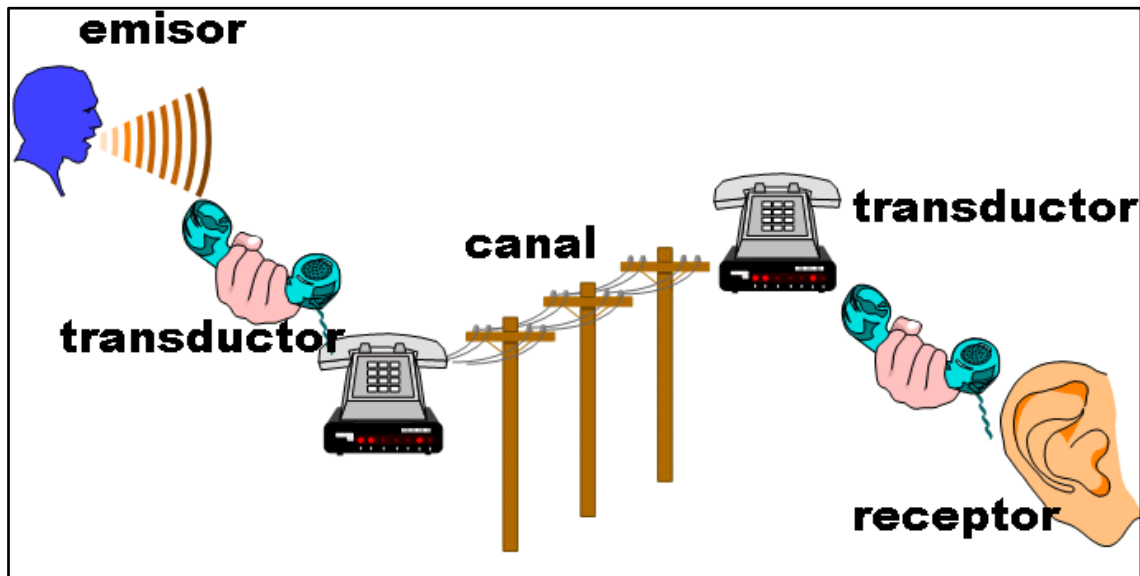


Fig. 2.4 Componentes Esenciales de un Sistema de Comunicación

Fuente: Técnicos de planta externa [12]

- **El transmisor:** se encarga de convertir el mensaje en una señal adecuada para transmitirse a través del canal de comunicación. La modulación de la señal es la operación más importante del transmisor. [14]
- **El medio o canal de comunicación:** es el medio por el cual viajan las señales portadoras de la información entre el transmisor y el receptor. Este medio puede ser un par de hilos de cobre, un cable coaxial, una fibra óptica, ondas de radio. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación (la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia) y su ancho de banda (capacidad para enviar la información). [15]
- **El receptor:** se encarga de tomar la señal del canal y de reconstruir con ella el mensaje original. La demodulación (o detección) de la señal es la operación fundamental del receptor. [14]

2.2.6 Comunicaciones móviles

Las comunicaciones en movilidad permiten que un usuario pueda utilizar servicios de telecomunicaciones mientras se desplaza a lo largo de un territorio. Los diferentes servicios que se prestan en movilidad se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Servicios Interpersonales.** Donde los corresponsales de la comunicación son quienes aportan el contenido, de los que la telefonía móvil es el servicio paradigmático. Sin embargo, también conviene prestar atención a la proliferación de nuevos servicios interpersonales de comunicación en movilidad: mediante mensajería instantánea, correo electrónico, chats y juegos a distancia.
- **Servicios no interpersonales.** En los que no hay una persona corresponsal o se utilizan contenidos que están proporcionados por terceros, como el acceso a internet o aplicaciones empresariales, incluso la Televisión en movilidad.

Claramente, la telefonía es en la actualidad el servicio más utilizado de los que ofrecen los sistemas de comunicaciones móviles. [16]

2.2.7 Sistemas Celulares Digitales

Los sistemas de comunicaciones móviles celulares son, en términos generales, aquellos capaces de proporcionar servicios de telecomunicación sobre zonas geográficas extensas y con capacidad para mantener la continuidad de las comunicaciones mientras el usuario se va desplazando. Lógicamente para que esto sea posible debe desplegarse una red siguiendo una cierta arquitectura e incorporando una serie de funcionalidades y procedimientos.

El contacto entre el usuario y la red se lleva a cabo vía radio con las denominadas estaciones base, que son todo el conjunto de elementos de red que tiene la capacidad física de transmitir y recibir las señales, tal y como muestra la figura 2.5.

El número, ubicación y configuración de estas estaciones base debe ser suficiente para proporcionar el servicio deseado en las zonas deseadas, la calidad deseada en las

comunicaciones y la capacidad suficiente para el número de clientes que tenga el operador de red. [17]

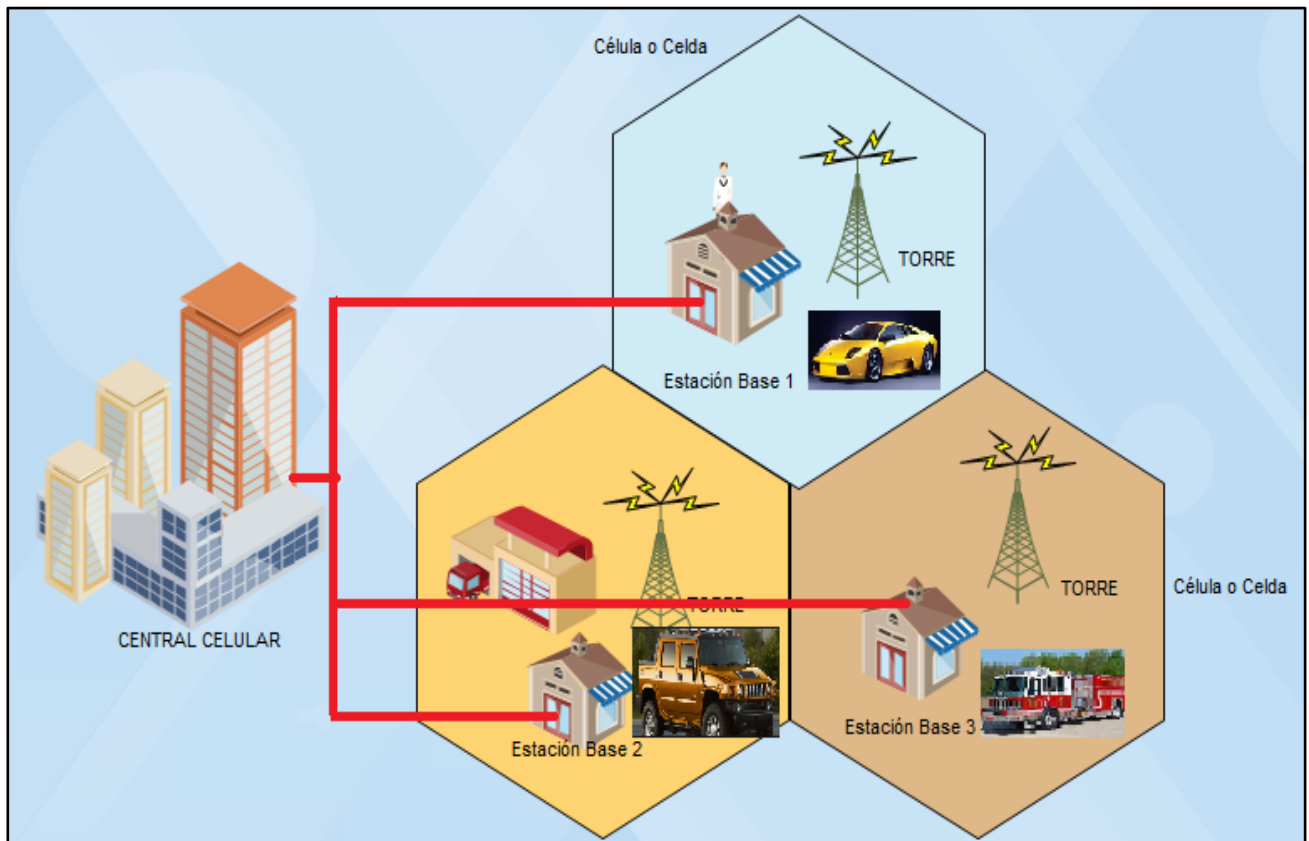


Fig. 2.5 Red Celular Digital
Elaborado por: El Investigador

2.2.8 Desarrollo de los sistemas de comunicaciones móviles

Debido a las necesidades de comunicación los sistemas móviles evolucionaron, dando lugar a la aparición de generaciones (1G, 2G, 2.5G, 3G) las cuales se detallan en la Tabla 2.2.

En donde se aprecia que la transición más importante aparece en la segunda generación ya que se hace un cambio de tecnología analógica a digital, y dando lugar al surgimiento del Sistema GSM (Global System for Mobile communications), la de mayor éxito hasta el momento.

Tabla 2.2 Evolución de los Sistemas de Comunicaciones Móviles

Generación	Nomenclatura	Descripción
Primera Generación	1 G	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Empleaban Tecnología analógica y orientados esencialmente 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 (Nordic Movil Telecommunications), el TACS (Total Access Communications System) y TMA-900 (Telefonía Móvil Automática a 900 Mhz). [18]
Segunda Generación	2 G	<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. ✓ En la actualidad se emplea en prácticamente todo el mundo ✓ Sistemas TDMA IS-136 (Time Division Multiple Access) y CDMA IS-95 (Code Division Multiple Access), utilizados en América y Asia. [16]
Segunda		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incrementan los regímenes binarios disponibles en los sistemas 2G. ✓ Tecnologías: <ul style="list-style-type: none"> - HSCSD (High Speed Circuit-Switched

Generación y media	2.5 G	Data) - GPRS (General Packet Radio Service) - EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution). [18]
Tercera Generación	3 G	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilización de una misma banda de frecuencias en todo el mundo ✓ 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. ✓ Velocidades de transmisión superiores. [18]
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. ✓ Renuncia al acceso tipo CDMA original de UMTS. ✓ Perfecciona el acceso radio usando SDR (<i>Software Defined Radios</i>). ✓ Se espera alcanzar a la red completa todo IP. ✓ Tasas de pico máximas previstas: <ul style="list-style-type: none"> - Enlace descendente: 100 Mbit/s. - Enlace ascendente: 50 Mbit/s. - 20 MHz de ancho de banda en ambas direcciones.

Elaborado por: El Investigador

2.2.9 El Sistema GSM (Global System for Mobile communications)

GSM es un sistema de telecomunicaciones digitales celulares normalizado por el Instituto Europeo para la Normalización en Telecomunicaciones (ETSI). La red de comunicaciones móviles GSM proporciona enlaces de comunicación entre usuarios del servicio de comunicaciones móviles, incluso si se encuentran en células distintas o en el dominio de diferentes operadores, así como conexiones entre usuarios del servicio de comunicaciones móviles y usuarios de las redes fijas.

Además de movilidad del terminal, la red GSM proporciona cierta capacidad de movilidad personal, gracias al uso de una pequeña tarjeta inteligente, denominada módulo de identidad del abonado, SIM (Subscriber Identity Module), que se introduce en el terminal. Esta tarjeta contiene el número personal asignado al abonado y lo faculta para acceder a los servicios que haya concertado con la red GSM desde cualquier terminal. [18]

Una función única de GSM que no existe en los sistemas analógicos anteriores es el servicio de mensajes cortos (SMS, Short Message Service), que es bidireccional para mandar mensajes alfanuméricos hasta de 160 bytes de longitud, Estos mensajes SMS son transportados por el sistema en forma de almacenar y enviar.

También se pueden usar en un modo de radioemisión celular, para mandar mensajes a receptores múltiples. También se ofrecen en GSM varios servicios suplementarios, como notificación de llamadas e impedimento de llamadas. [19]

2.2.10 Arquitectura de la red GSM

La arquitectura del sistema GSM consiste en tres subsistemas principales interconectados que interaccionan entre sí y con los suscriptores a través de interfaces especificadas de red.

Los Tres subsistemas principales del GSM son subsistema de estación base, subsistema radio y subsistema de red y conmutación. [19]

En la Figura 2.6 se muestra de manera resumida la arquitectura de la red GSM y posterior a la misma se detallan brevemente los principales bloques del diagrama

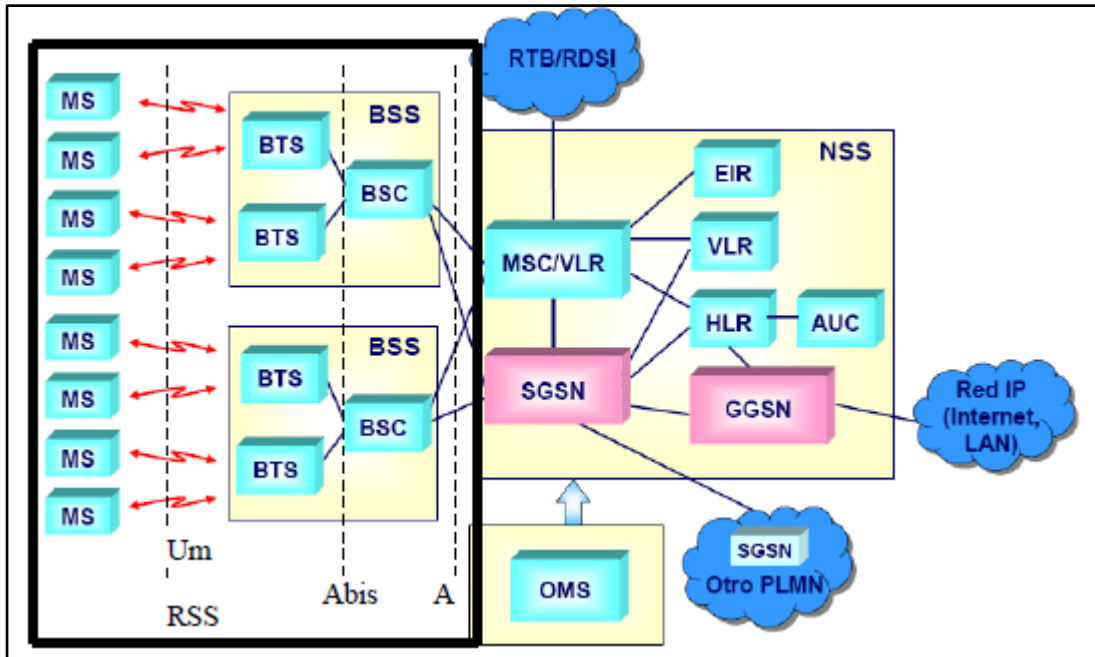


Fig. 2.6 Arquitectura de la red GSM

Fuente: Sistemas Embebidos, Nicolás Velasco [20]

- **Subsistema Radio (RSS, Radio SubSystem).** Cubre la comunicación entre las estaciones móviles (MS) y las estaciones base (BTS). El interfaz radio entre ellas se denomina Um.
- **El subsistema de estaciones base (BSS),** incluido dentro de la parte Radio, está constituido por los siguientes elementos:
 - ✓ **BTS (Base Transceiver Station):** emisor, receptor y antena. Procesa 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 16kbts/s (Abis) y por otro lado se comunica con los MSC a través del interfaz A, con canales de 64kbts/s. Este subsistema hace de interfaz entre la parte radio y la parte de red.
- **Subsistema de red y conmutación (NSS, Network and Switching Subsystem).** Conmutación, gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y control

del sistema. Esta es la parte más compleja, siendo sus elementos fundamentales 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) [20]

2.2.11 SMS (Short Message Service)

El servicio SMS, esquematizado en la Figura 2.7, 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). 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 de valor añadido, un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones, como puede ser uno de los exitosos sistemas de televoto actuales.

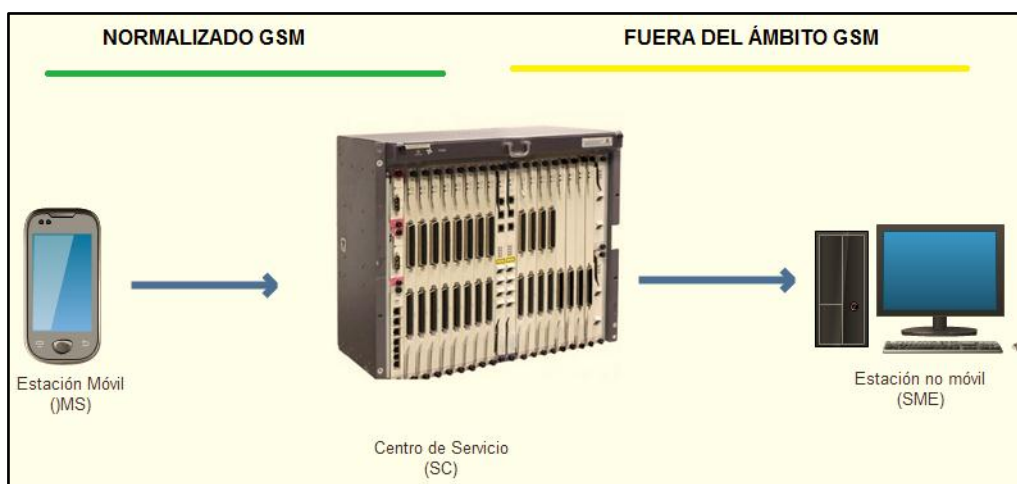


Fig. 2.7 Servicio SMS
Elaborado por: El Investigador

En la norma GSM sólo se especifica la parte de comunicaciones entre las estaciones móviles (MS) y el Centro de servicio. La comunicación entre el Centro de Servicio y las entidades fijas, queda fuera del ámbito de esta norma. [20]

Arquitectura SMS

La estructura básica de la red para el servicio SMS consta de las siguientes entidades:

- ✓ MS: Estación móvil.
- ✓ MSC: Centro de conmutación.
- ✓ SMS-GMSC: MSC pasarela para el servicio de mensajes cortos (Servicio SM MT).
- ✓ SMS-IWMSC: MSC de interconexión entre PLMN y el SC (Servicio SM MO).
- ✓ SC: Centro de Servicio.
- ✓ HLR, VLR. [20]

2.3 Propuesta de Solución

El presente proyecto propone Implementar un prototipo para el Sistema de Control y Monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y realizar el envío de alertas mediante mensajes de texto, para incrementar el nivel de seguridad en el vehículo y la tranquilidad del usuario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la Investigación

Se ejecutó un proyecto de investigación con modalidad aplicada, debido a que se utilizó los conocimientos científicos y técnicos para brindar una solución al problema existente, utilizando la tecnología actual.

Se empleó una investigación bibliográfica ya que se necesitó el sustento científico para obtener la información, la cual se encontró en libros, reportajes, tesis de grado, proyectos y en el Internet, incrementando el conocimiento necesario para el desarrollo del presente proyecto.

Además se utilizó la investigación experimental puesto que se realizó la implementación de la solución encontrada y verificó el funcionamiento del sistema.

3.2 Plan de Recolección de Información

La recolección de información se realizó basada en guías de observación las cuales permitieron conocer el estado actual del funcionamiento del sistema de control y monitoreo en los vehículos

3.3 Procesamiento y Análisis de datos

Una vez que se obtuvo la información necesaria de la investigación, se sometió a un análisis en base a tablas de resultados encontrando los más importantes y haciendo énfasis en los más relevantes.

3.4 Desarrollo del Proyecto

Las actividades que se realizaron, para desarrollar el proyecto se enlista a continuación:

- Investigación de los tipos de sistemas de control aplicados a la seguridad vehicular.
- Indagación de los tipos de sistemas de monitoreo aplicados a la seguridad vehicular.
- Estudio de la tecnología RFID y sus aplicaciones.
- Análisis del microcontrolador adecuado para el Sistema
- Análisis de los comandos AT, que se utilizó en la programación del modem GSM, para las alertas mediante mensajes.
- Determinación del modem para el envío de alertas mediante mensajes de texto.
- Diseño del esquema para el desarrollo del control y monitoreo vehicular utilizando tecnología RFID y alertas mediante envío de mensajes.
- Simulación del circuito propuesto, para realizar pruebas previas a su implementación.
- Selección de dispositivos electrónicos acorde a los parámetros obtenidos anteriormente.
- Construcción de un prototipo del sistema de control y monitoreo vehicular con tecnología RFID y alertas de mensajes.
- Realización de pruebas de funcionamiento del sistema de control y monitoreo.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se muestra el desarrollo de la propuesta de acuerdo a los objetivos planteados.

Debido al elevado índice de robo de vehículos y de accesorios de los mismos, se realiza un análisis de los sistemas de control y monitoreo vehicular existentes en el mercado para identificar sus deficiencias e incrementar el nivel de seguridad, proponiendo el diseño, programación, simulación, implementación, pruebas de funcionamiento y presupuesto de un prototipo empleando la Tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

4.1 Sistemas de control y monitoreo vehicular existentes en el mercado

En la actualidad existen diversos sistemas de control y monitoreo vehicular los cuales se describen a continuación.

4.1.1 Sistema Inteligente de Reconocimiento Automático de Matrículas [21]

Es un conjunto de aplicaciones para el control de accesos de vehículos y la gestión del tráfico basadas en la última tecnología para el reconocimiento automático de matrículas desarrollada en España.

El diseño se ha realizado siguiendo una arquitectura modular y escalable, siendo el primer sistema de reconocimiento de matrículas desarrollado totalmente con tecnología IP.

El Sistema Inteligente de Reconocimiento Automático de Matrículas (SIRAM) permite realizar de forma automática la identificación de los vehículos que accedan a los diferentes aparcamientos, al interior de los recintos de acceso controlado o que circulen por una determinada vía pública. Para ello el sistema almacena cada tránsito en un registro con los siguientes datos: matrícula reconocida, fecha y hora del tránsito, vial por el que se produce el tránsito, y las imágenes asociadas al tránsito.

SIRAM incorpora la posibilidad de contar con imágenes de cámaras de apoyo para realizar la auditoría de perfiles del vehículo o incluso incorporar una cámara facial para identificar al conductor del vehículo. Estas cámaras de apoyo (ver Fig. 4.1), son en color y sus imágenes se almacenan en formato M-JPEG con la finalidad de mantener una elevada calidad en la imagen. Permiten visualizar diferentes tomas del vehículo durante el tiempo de tránsito, con la particularidad de grabar una secuencia de video en cada acceso de un vehículo, permitiendo definir en una grabación digital el número de imágenes por segundo, el número de segundos de pre-alarma y de post-alarma.



Fig. 4.1 Unidad de captura SIRAM.
Fuente: INNOVACS [21]

La función de búsqueda de grabaciones se puede realizar por el número de matrícula, o por la fecha y la hora, pudiendo realizarse un filtrado por el identificador de vial.

SIRAM es una herramienta de gestión que permite la identificación individual de los vehículos que acceden a los aparcamientos, al interior de un recinto o que circulan por una determinada vía, siendo de gran utilidad en temas relacionados con la seguridad de las personas y de los bienes, en la gestión del tráfico y en la gestión de accesos a diferentes áreas.

Elementos del SIRAM

En la Tabla 4.1 se describe de forma resumida los elementos que forman parte del Sistema Inteligente de Reconocimiento de Matrículas

Tabla 4.1 Elementos del SIRAM

Elemento	Descripción
UNIDAD DE CAPTURA (UICAP-IP).	La unidad de captura es el conjunto de elementos que permite tomar las fotografías de la matrícula a reconocer.
ELECTRONICA DE CONTROL (KIT CONEX IP)	Es el dispositivo que permite conocer cuando un vehículo llega al control de accesos para tomar las fotografías de la matrícula y accionar, mediante sus salidas de relé, elementos externos como barreras, semáforos o aspas.
SOFTWARE DE OCR (SIRAM OCR)	Es el software que permite realizar el reconocimiento automático de matrículas para cada unidad de captura. Existe desde un SIRAM01.exe hasta un SIRAM10.exe, de forma que es posible instalar hasta 10 SIRAM OCR en un único PC si éste dispone de los requisitos mínimos necesarios para ello.

<p style="text-align: center;">SOFTWARE DE BORRADO (SIRAM CLEANER)</p>	<p>Es el software que borra las imágenes y todos los registros de la base de datos que ya han caducado. La caducidad es configurable.</p>
<p style="text-align: center;">SOFTWARE DE CONTROL (SIRAM CTRL)</p>	<p>Este software es el que realiza la supervisión de la electrónica de control (CONEX), pudiendo ver en directo cuál es su estado (conectado o desconectado), la activación de cada entrada de alarma o de cada salida de relé.</p>
<p style="text-align: center;">SOFTWARE DE VISUALIZACION (SIRAM VIEWER)</p>	<p>Permite la visualización en vivo de cada vial y el control de las barreras del mismo. Pudiendo existir más de un Siram Viewer en la misma red controlando diferentes accesos e instalado en diferentes ordenadores.</p>
<p style="text-align: center;">SOFTWARE DE GESTION (SIRAM MANAGEMENT)</p>	<p>Controla la base de datos, permitiendo dar de alta, baja o modificar los datos de los vehículos y usuarios de la lista blanca o de la lista negra. También permite realizar las consultas de histórico, listados o cálculos de estancias.</p>

Elaborado por: El Investigador
Fuente: INNOVACS [21]

Arquitectura SIRAM [21]

Los diferentes elementos que componen el sistema SIRAM se conectaron a través de TCP/IP, utilizando conexiones LAN o WAN. El hecho de ser un sistema IP nativo desde la cámara, permite que la unidad de OCR no tenga que instalarse cerca de las unidades de captura, por lo que en el caso de tener más de una unidad de OCR, podemos agruparlas todas en un mismo centro de control.

El Sistema es muy sencillo de instalar y configurar. En la Fig. 4.2 se puede observar que está preparado para trabajar con bases de datos externas, así como para poder integrarse con otras aplicaciones de gestión y dispositivos externos como grabadores digitales de video (asociando la matrícula a secuencias). Disponiendo además de la posibilidad de conectividad GSM-GPRS para envío de alarmas y servicios de telemantenimiento. También existen integraciones con otros sistemas de explotación, como por ejemplo máquinas expendedoras y validadoras de tiquets.

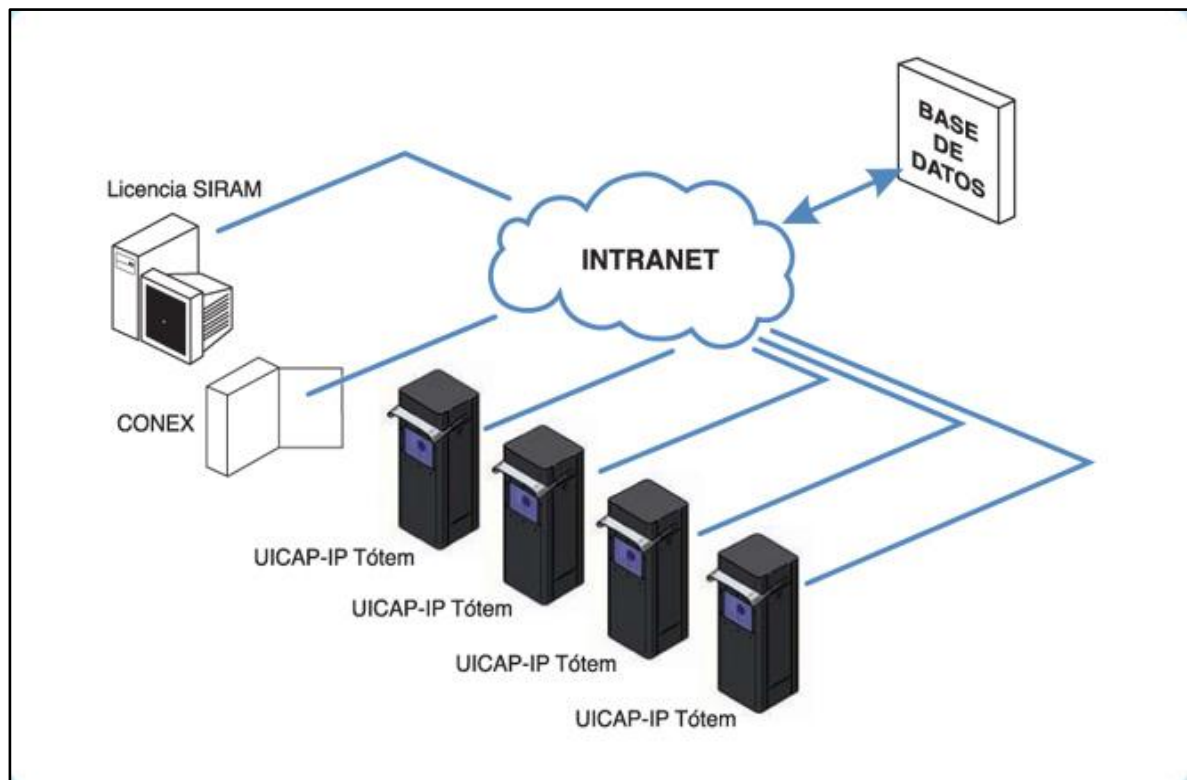


Fig. 4.2 Arquitectura del Sistema Inteligente de Reconocimiento de Matrícula.
Fuente: INNOVACS [21]

4.1.2 Sistema de Control Biométrico [22]

En el sistema de control de acceso vehicular es posible utilizar lectores biométricos, tarjetas de control, claves y combinaciones los cuales se pueden ver en la Fig. 4.3. Estos sistemas biométricos pueden ser instalados estratégicamente teniendo en cuenta el fácil posicionamiento de cada vehículo y el diseño de la instalación. Este tipo de sistema cuenta con diseño del pedestal personalizado para cada instalación teniendo en cuenta

factores de accesibilidad, exposición a la lluvia y al sol, protección del mismo dispositivo y facilidad en la autenticación de cada usuario. Cada sistema biométrico se comunica con el software de gestión para tener un control de accesos vehicular completo con todas las funcionalidades.



Fig. 4.3 Lectores Biométricos
Fuente: Silver Lexus [23]

Características

- Autenticación con huella dactilar, tarjetas de proximidad y/o clave.
- Integración con todos los sistemas de seguridad.
- Fácil e intuitivo manejo por parte de los usuarios.
- Software intuitivo para administración del sistema.
- Pedestales personalizados para cada solución.
- Integración con los dispositivos electromecánicos.
- Permite crecimientos futuros.

Aplicaciones

- Entradas vehiculares a conjuntos residenciales.
- Entradas vehiculares a edificios residenciales.
- Entradas vehiculares a edificios de oficinas.

4.1.3 Acceso Vehicular RFID [22]

Este sistema realiza una identificación del vehículo por radiofrecuencia, esto quiere decir que no hay necesidad de bajarse del carro o sacar la mano por la ventana para autenticarse o entregar dinero a una operadora. Una antena ubicada estratégicamente lee el TAG o Etiqueta que se encuentra en el vehículo. El Sistema de control de accesos vehicular basado en RFID permite un acceso vehicular al mismo tiempo que acciona los sistemas electromecánicos, de esta forma el conductor no tiene que detenerse.

Es un sistema muy eficiente para lugares en los cuales no es necesaria la identificación del conductor y la asociación del mismo con el carro. Sin embargo, si es posible identificar el carro y para soluciones en peajes se puede saber el saldo con el que cuenta el TAG para permitir el paso automático o negarlo.

Ventajas

- El vehículo no se tiene que detener
- Agiliza el tránsito
- No hay necesidad de sacar la mano por la ventana
- Evita el manejo de dinero en efectivo en las casetas
- TAG con código de identificación único
- El TAG no necesita batería
- Rápida velocidad de lectura
- Interoperabilidad con otras zonas
- Integración con sistemas electromecánicos, por lo general se utilizan las barreras
- Integración con los semáforos de señalización

Aplicaciones

- Peajes
- Entradas vehiculares plantas industriales
- Estacionamientos de buses y sistemas de transporte masivo
- Entradas y salidas obras civiles

4.1.4 Sistema de Control de parqueaderos “PEAJE” [24]

El sistema de parqueaderos, es una herramienta que permite, controlar el ingreso y salida de vehículos en un parqueadero, es un sistema completo que presenta desde la emisión de tickets, hasta reportes con los resultados de cobros diarios mensuales, semanales, anuales. Ayuda a tener un mejor control de los ingresos diarios en un parqueadero, evitando así la pérdida de dinero.

“PEAJE” es un Software pensado en dar soluciones a las Empresas, consta de varios módulos que fácilmente se integran a la empresa. Además cuenta con una interfaz amigable que hace de su uso más entendible y de fácil manejo, inclusive para personas que están recién incursionando en el área de la informática. En la Fig. 4.4 se muestra la captura de varias ventanas del software.

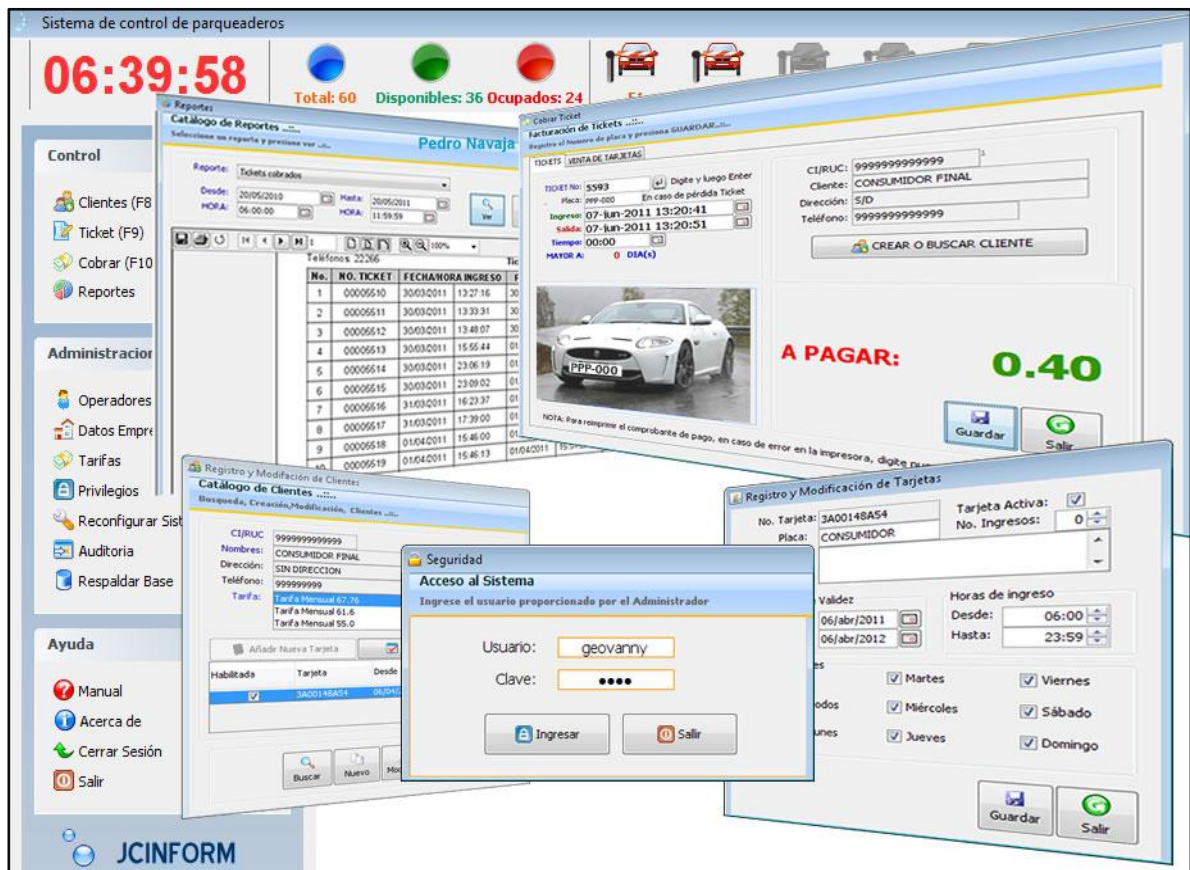


Fig. 4.4 Software de Sistema de control de parqueaderos
Fuente: SisControl [24]

Características

- Trabaja con múltiples ingresos y salidas como 2 entradas 2 salidas, 3 entradas una salida o varias combinaciones.
- Tarjetas de proximidad, Código de barras, son unas de las opciones que brinda el sistema al momento de adaptarlo.
- Debido a su arquitectura trabaja en red con varias estaciones de cobro
- Reportes completos y consolidados por días, fechas o años.
- Ya que está hecho en JAVA, tiene mayor fortaleza frente a virus, y por su estructura trabaja bajo Linux o Windows en todas sus versiones.
- Base de datos libre Mysql, y de gran capacidad de almacenamiento.
- Cuenta con una interfaz amigable, sencilla, compacta, clara y completa, que permite tener todo al alcance de un clic, ya que todos los procesos se visualizan en la pantalla principal.
- Creación de clientes y tarjetas de ingreso personalizables de acuerdo a cada cliente.
- Un cliente puede tener varias tarjetas de ingreso y cada tarjeta puede ser personalizable en horarios, fechas, días de ingresos.
- El registro de tickets es dinámico y sencillo esto brinda agilidad al momento de registrar un nuevo ingreso

Requerimientos del equipo a instalar:

- Computador Pentium IV (mínimo), Quad Core óptimo.
- Memoria RAM 512MB (mínimo), 2GB óptimo.
- Espacio en Disco duro para el sistema 100MB.

4.1.5 Sistemas de Monitoreo y Rastreo Satelital [25]

El Sistema de Monitoreo y Rastreo satelital permite conocer la ubicación exacta de personas, vehículos, mascotas y carga, de manera inmediata. Para ello emplea tecnología de punta, basada en el sistema de posicionamiento global (GPS). Los beneficios y Características se detallan en la Tabla 4.2

Tabla 4.2 Monitoreo y Rastreo Satelital

Beneficios	Características
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización exacta de su objetivo. ✓ Información inmediata las 24 horas del día. ✓ Incremento de su seguridad y la de sus bienes. ✓ Bajos costos. ✓ Mayor eficiencia en la administración de su flota de transporte. ✓ Seguimiento en tiempo real del sentido de desplazamiento, ubicación y velocidad de su vehículo. ✓ Activador de pánico en caso de emergencia de una persona o de un vehículo. ✓ Acompañamiento de las autoridades competentes para la recuperación de personas, vehículos, bienes o carga. ✓ Central de Monitoreo que opera 7/24/365. ✓ Consulta en línea a través de internet. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se instala un dispositivo en el interior de cada uno de los vehículos. ✓ Se programa el dispositivo para que envíe posición periódicamente o por algún evento de alta prioridad. ✓ El evento de alta prioridad es el botón de pánico. En ese caso, contacta al propietario o al encargado, para llevar a cabo los procedimientos establecidos. ✓ Cuando sucede algún evento de baja prioridad, como reporte de posición periódico, será almacenado en una base de datos, para posteriormente ser consultado por el cliente vía Internet. ✓ Ubicación en tiempo real en puntos específicos de vías inter departamentales y en términos de calle y carrera. ✓ Control de apagado y encendido remoto del vehículo desde la central de monitoreo.

Elaborado por: El Investigador
Fuente: PROSEGUR [25]

Los Sistemas de Monitoreo vehicular se dividen en dos tipos, debido a la diversa prestación de servicio que estos sistemas ofrecen, los cuales se detallan en la Tabla 4.3

Tabla 4.3 Clasificación de los Sistemas de Monitoreo Vehicular

Rastreo Vehicular Particular	Rastreo Vehicular Corporativo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoreo del vehículo en tiempo real. ✓ Bloqueo y desbloqueo de motor. ✓ Apertura o cierre de pestillos eléctricos desde un terminal. ✓ Historial de recorridos por fecha y por hora. ✓ Usuario y un password para el acceso al sistema. ✓ Botón de Pánico S.O.S (accidentes, robos, secuestros y asaltos). ✓ Batería de respaldo 48 horas ✓ Actualización posicional de cada 1,2 minutos / 30 segundos, según la necesidad del cliente ✓ Aplicaciones: autos, motos, camiones y vehículos motorizados en general ✓ Audio, micrófono instalado oculto adentro de la cabina vehicular para escuchar en caso de emergencia. ✓ Capacitación sobre el uso del sistema ✓ Equipo GPS certificado y homologado por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). ✓ Trabaja en todo el País. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoreo de las unidades en tiempo real. ✓ Reportes de recorridos de rutas por fecha y horas. ✓ Reportes de Kilometrajes. ✓ Reporte de tiempo de paradas de las unidades (hora y lugar). ✓ Ubicación de todas sus unidades en una sola pantalla. ✓ Alerta de desviación de rutas. ✓ Alerta por exceso de velocidad. ✓ Control de Consumo de combustible. ✓ Agregar puntos referenciales para planificar las rutas de los vehículos. ✓ Usuario y un password para el acceso al sistema. ✓ Botón de Pánico S.O.S (accidentes, robos, secuestros y asaltos). ✓ Actualización posicional de cada 1,2 minutos / 30 segundos, según la necesidad del cliente. ✓ Bloqueo y desbloqueo de rampa hidráulica en vehículos pesados. ✓ Audio, micrófono instalado oculto adentro de la cabina vehicular para escuchar en caso de emergencia.

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordinación permanente con la Policía Nacional. ✓ 12 meses de garantía. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensores de puerta. ✓ Capacitación sobre el uso del sistema. ✓ Coordinación permanente con la Policía Nacional.
---	---

Elaborado por: El Investigador
Fuente: GPS Golden [26]

Sistema de Control y Monitoreo vehicular

Luego de analizar los sistemas de control y monitoreo vehicular existentes en la actualidad se determinó que ninguno refuerza la seguridad interna del vehículo, Además no se realizan mecanismos para evitar la descarga innecesaria de la batería, razón por la que en el presente proyecto se desarrolla un Sistema de Control y Monitoreo vehicular el cual a pesar de tener relación con los sistemas de control y monitoreo analizados anteriormente ofrece servicios diferentes.

Se basa en un control de acceso para ingresar al vehículo, utilizando tecnología RFID y empleando el protocolo de comunicación Wiegand, Además para prevenir el desgaste inadecuado de la batería se monitorea internamente los dispositivos electrónicos acoplados al vehículo, y finalmente se envía alertas de prevención al propietario del vehículo utilizando el servicio de mensajes de texto y llamadas telefónicas de la red GSM. En la Figura 4.5 se muestra el diagrama general del proyecto propuesto.

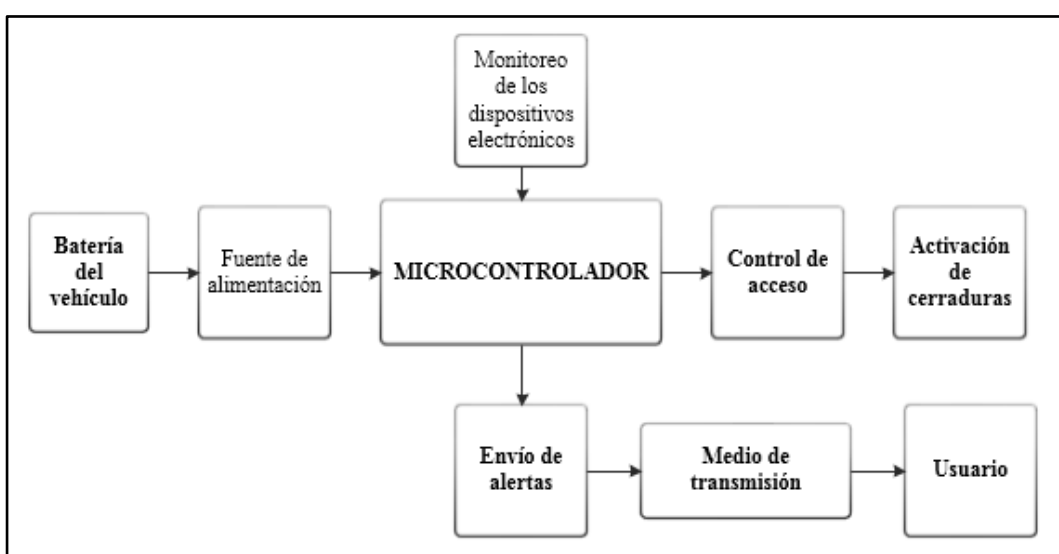


Fig. 4.5 Diagrama general del Sistema de Control y Monitoreo vehicular
Elaborado por: El Investigador

4.2 Determinación de la tecnología

En la tabla 4.4 se muestra la comparativa entre RFID y las diferentes tecnologías inalámbricas.

Tabla 4.4 Comparativa entre diferentes tecnologías inalámbricas

	RFID	Bluetooth	NFC	Zigbee	WiFi
Estándar	ISO/IEC 14443	IEEE 802.15.1	ISO/IEC 18092	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11
Tasa de transferencia	106-424 Kbps	1-480 Mbps	106-424 Kbps	20-250 kbps	11-200 Mbps
Frecuencia de funcionamiento	125 KHz - 2.45 GHz	2.4 GHz	13,56 MHz	868/915MHz 2.4 GHz	2.4,5.25,5.6, 5.8 GHz
Dispositivos que pueden interactuar	Máximo 2	Máximo 8	Máximo 2	Indefinida	Indefinida
Tiempo de inicialización	< 0,1 ms	6 s	< 0,1 ms	< 0,1 ms	< 0,1 ms
Alcance	< 3 m	< 30 m	< 20 cm	< 500 m	< 100 m
Seguridad	Dada por la cercanía entre dispositivos	Determinada por los mecanismos de encriptación	Dada por la cercanía entre dispositivos	Determinada por los mecanismos de encriptación	Determinada por los mecanismos de encriptación
Consumo de energía	Mínimo o inexistente	Alto para dispositivos alimentados con baterías	Mínimo o inexistente	Muy bajo	Alto para dispositivos alimentados con baterías
Costo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio

Objetivo	Realizar seguimiento de objetos y control de acceso	Reemplazar cables para conectar dispositivos electrónicos cercanos	Simplificar la interacción entre dispositivos electrónicos	Control y monitoreo inalámbrico	Reemplazar cables en redes extensas
-----------------	---	--	--	---------------------------------	-------------------------------------

Elaborado por: El Investigador
Fuente: CASE [27]

Tecnología RFID

La identificación por radio frecuencia es una de las tecnología con mayor evolución y crecimiento, brindando una alta gama de beneficios y utilidades para la solución e implementación a diversos proyectos y problemas. En la tabla 4.5 se enlistan las características y beneficios de la tecnología RFID.

Tabla 4.5 Tecnología RFID

Características	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Captura automática de datos (ADC). ✓ El envío de datos se realiza inalámbricamente. ✓ Los datos de un tag RFID (también conocido como tag) se pueden modificar repetidamente. ✓ Datos precisos y sobre todo en tiempo real ✓ Se puede utilizar conjuntamente con sistemas de códigos de barras y redes inalámbricas. ✓ Numerosas normas que garantizan la diversidad de frecuencias y aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bajos costos de implementación. ✓ Controla y captura datos en entornos inadecuados para los operarios. ✓ alta velocidad y una gran precisión. ✓ RFID no necesita una línea directa de visión entre la etiqueta y el lector ✓ Los chips RFID son extremadamente difíciles de falsificar ✓ Buen funcionamiento en entornos de temperatura extrema, exposición a gases y elementos químicos. ✓ Adaptación con aplicaciones de software

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Global Intermec [11]

Las características y beneficios que ofrece RFID hacen de esta tecnología adaptable para múltiples aplicaciones las cuales se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Aplicaciones de la Identificación por Radio Frecuencia

Área	Aplicación
Transporte y distribución	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguimiento de activos ✓ Aeronaves, vehículos, ferrocarriles ✓ Contenedores ✓ Sistemas de localización en tiempo real
Empaquetado de artículos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestión de la cadena de suministro ✓ Seguimiento de cajas y palés ✓ Seguimiento de elementos ✓ Industria farmacéutica ✓ Inventario y stocks
Industria y fabricación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estampación ✓ Flujo de trabajo
Seguridad y control de accesos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestión de pasaportes y visados ✓ Seguimiento de niños y animales ✓ Acceso vehicular ✓ Seguimiento de equipajes ✓ Prevención de falsificaciones ✓ Acceso a ordenadores ✓ Identificación de empleados ✓ Acceso a aparcamientos ✓ Acceso a laboratorios, recintos, ... ✓ Peajes ✓ Pagos automáticos ✓ Reconocimiento de clientes

Monitorización y Detección	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presión, temperatura, volumen y peso ✓ Aplicaciones de localización
Sistemas de biblioteca	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso y gestión de libros ✓ Acceso y gestión de todo tipo de objetos

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Iberwave [28]

En la tabla anterior se puede observar que la tecnología RFID es utilizada en el campo vehicular en diferentes aplicaciones como controles de acceso, al igual que en el área de transporte y distribución.

Luego del análisis realizado en las Tabla 4.5 y 4.6, se tomó la decisión de adoptar esta tecnología como parte del presente proyecto debido a que por sus características es adaptable para el control de acceso y además se la puede asociar con otro tipo de tecnologías, en este caso se realiza con GSM, lo cual se desarrolla más adelante .

4.2.1 Funcionamiento de la tecnología RFID [29]

Todo sistema RFID se compone de un interrogador o lector, que lee y escribe datos en los dispositivos y un "transponder" o transmisor que responde al interrogador (TAG).

- El interrogador genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales van desde 125 KHz hasta la banda ISM de 2.4 GHz, incluso más.
- El campo de radiofrecuencia genera una corriente eléctrica sobre la bobina de recepción del dispositivo. Esta señal es rectificadora y de esta manera se alimenta el circuito.
- Cuando la alimentación llega a ser suficiente el circuito transmite sus datos.
- El interrogador detecta los datos transmitidos por la tarjeta como una perturbación del propio nivel de la señal.

La señal recibida por el lector desde la tarjeta está a un nivel de -60 dB por debajo de la portadora de transmisión.

Se puede además diferenciar dos tipos de lectores.

- **Sistemas con bobina simple**, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- **Sistemas interrogadores con dos bobinas**, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros, pero consiguen unas prestaciones mayores. Para conseguir mayor alcance y más inmunidad al ruido eléctrico se utilizan sistemas más sofisticados. En algunos casos se divide la frecuencia del reloj de recepción.

La mayor parte de los sistemas tienen una memoria EEPROM donde se almacenan datos. En algunos casos llevan datos grabados de fábrica y en otros también hay datos que puede grabar el usuario.

Por otro lado se puede encontrar sistemas anticolidión que permiten leer varias tarjetas al mismo tiempo. En caso de que varias tarjetas estén en el rango de alcance del interrogador y dos o más quieran transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión. El interrogador detecta la colisión y manda parar la transmisión de las tarjetas durante un tiempo. Después irán respondiendo cada una por separado por medio de un algoritmo bastante complejo.

En la Figura 4.6 se puede observar que los dispositivos necesitan para funcionar un circuito resonante LC compuesto por una bobina y, en algunos casos, un condensador.

Cuando el circuito está cerca del campo de radiofrecuencia del interrogador, se produce un voltaje en el circuito LC. Este voltaje se rectifica y alimenta así los circuitos internos del dispositivo.

El chip envía datos al interrogador conectando y desconectando un condensador interno (entre lo terminales V_{ss} y Ant.) que pone en resonancia o no el circuito LC externo. Si el circuito está en resonancia con la frecuencia de transmisión del interrogador, se produce un voltaje mucho mayor que si no hay resonancia.

Si el transponder está en resonancia (Microchip llama a este estado cloaking), una parte de la señal enviada por el interrogador, y que se induce en el circuito LC, vuelve al propio interrogador produciendo una pequeña señal que se puede detectar. Cuando el

circuito LC está fuera de resonancia (estado uncloaking) el interrogador no ve el dispositivo, es como si desapareciera de su rango de acción.

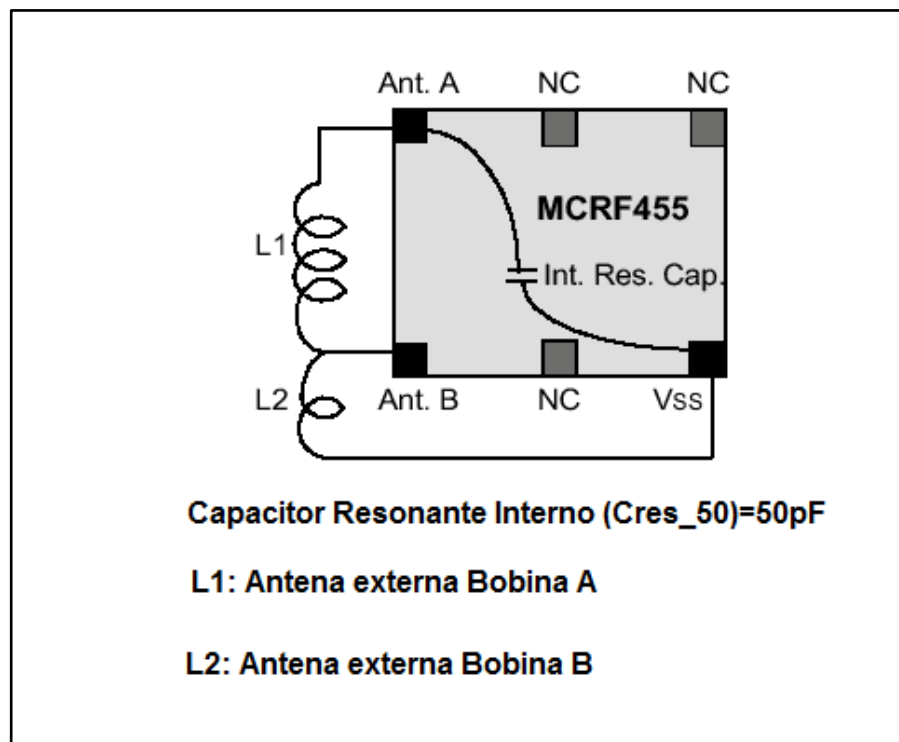


Fig. 4.6 Circuito LC
Fuente: ECOJOVEN [29]

Este proceso de conectar y desconectar un condensador para que el circuito esté o no en resonancia, produce una señal modulada en amplitud en la bobina del interrogador. De esta manera podemos recibir los datos enviados por la tarjeta. Este tipo de comunicación recibe el nombre de "backscatter" que se puede traducir por "retrodifusión", se asemeja bastante al fundamento del radar.

Para comunicarse con la tarjeta, el interrogador envía primero una señal de referencia de tiempo seguidos de comandos y de los datos de escritura.

4.2.2 Selección del Sistema de Identificación por Radio Frecuencia

Los Sistemas RFID generalmente se los clasifica por el rango de frecuencia en el que trabajan, en la tabla 4.7 se realiza la comparativa de los aspectos referente a cada Sistema.

Tabla 4.7 Tipos de Sistemas RFID por el rango de Frecuencia


BANDA	LF Baja Frecuencia	HF Alta Frecuencia	UHF Ultra-alta Frecuencia	Microondas
Rango de frecuencia	30-300 KHz	3-30 MHz	300MHz-2GHz	2-30 GHz
Frecuencias RFID	125-134 KHz	13.56 MHz	868MHz(Europa) 915 MHz(USA)	2.45 GHz
Distancias aproximada Tags pasivos	<0.5 m	Hasta 2 m	6 m	Activo:>10m No habitual pasivo
Velocidad	<1 Kbps	25 Kbps	Hasta 640 Kbps	
Ventajas	Buen comportamiento con metal y agua	Buena distancia, mejor velocidad y anticolisión	Muy alta velocidad (600 tags/seg)	
Inconvenientes	Corta distancia, baja velocidad, poca capacidad anticolisión	Peor comportamiento con agua y metales	Muy sensible al agua y al metal	
Uso habitual	ID Animal, coches, controles de acceso	Acceso y seguridad, Smart cards, pasaporte	Logística , Proceso de fabricación	Activos: Autopistas, contenedores

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Iberwave [28]

En base a la tabla comparativa de los sistemas RFID se optó por seleccionar el sistema de Baja Frecuencia (LF) que opera en el rango de 30 a 300 KHz, el cual a pesar de la poca velocidad y baja distancia que ofrece con respecto a los demás, es suficiente para cubrir las necesidades del control de acceso vehicular y a cambio brinda otro tipo de ventajas como el buen comportamiento con el metal y agua.

Una vez elegido el sistema RFID se prosigue a seleccionar el tipo de lector RFID (ver Tabla 4.8) el mismo que se encarga de capturar los datos.

Tabla 4.8 Tabla comparativa para la selección del lector RFID

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y TÉCNICAS				
	Lector RFID DL910	Lector RFID EHRP40-K	Lector RFID AR-721U	Lector RFID AR-721H
Empresa	DAILY	HID	SOYAL	SOYAL
Banda	UHF Ultra-alta Frecuencia	HF (Alta Frecuencia)	LF (Baja Frecuencia)	LF (Baja Frecuencia) HF (Alta Frecuencia)
Frecuencias	860MHz~960MHz	13,56 MHz	125 KHz	125 KHz y 13,56 MHz
Temperaturas de trabajo	-30 a 70°C	0° a 50° C	-10° a 50° C	-20° a 75° C
Voltaje	9-12VDC	12-24VDC	9-18VDC	9-16VDC
Consumo	6W	8W	1W	3W

Protocolo de comunicación	WG 26 / 34, RS-485 RS-232	Hi-O CANbus, Wiegand o Reloj y Datos	WG 26 / 34, ABA II RS-232	WG 26 / 34, RS-485
Dimensiones (mm)	450(L)×450(W)×60(H)	122(L)×83,9(W)×30,5(H)	80(L)×43(W)×15(H)	111(L)×77(W)×22,5(H)
Peso	3700g	180g	90g	110g
Rango de Lectura	8-15 m	18 cm	8cm	10-18 cm
Costo	\$ 250	\$ 140	\$ 45	\$ 85
Disponibilidad en el mercado	Media	Alta	Alta	Alta
Información	Media	Media	Alta	Alta
Implementación	Interior Exterior	Interior Exterior	Interior Exterior	Interiores

Elaborado por: El Investigador
Fuente: SOYAL, HID, DAILY [30] [31], [32], [33]

4.2.3 Lectora AR-721U

Debido a los requerimientos técnicos del proyecto el lector a utilizare es el SOYAL AR-721U que trabaja en la banda LF, y se adapta a las diversas necesidades como el rango de lectura y la velocidad, que a pesar de ser menor a la de los demás lectores es la óptima para el sistema.

Además se descartó los lectores HID y DAILY por las características referentes al tamaño y al peso ya que el AR-721U es liviano y pequeño que lo hacen manejable para su implementación. En lo referente al precio es otro factor decisivo para optar por este lector ya que marca un significativo ahorro económico, sin carecer de las características técnicas para el proyecto.

En cuanto al modelo AR-721H del mismo SOYAL se lo dejó de lado ya que ofrecen características adicionales que no se aplican para este proyecto y son más vulnerables para utilizarse en los exteriores.



Fig. 4.7 Lector RFID SOYAL AR-721U
Elaborado por: El investigador

La lectora SOYAL tiene un consumo de 1 W, que relativamente es muy bajo y manejable para su alimentación.

En la tabla 4.9 se muestra la distribución de los terminales acorde al color de los cables la misma que será útil para su posterior instalación.

Tabla 4.9 Distribución de Terminales de la lectora AR-721H

Aplicación	Color	Descripción
Power	Negro	DC Power 0V (GND)
	Rojo	DC Power 12V
Beeper	Morado	Beeper entrada (bajo sonido)
Wiegand	Verde	Salida Wiegand DAT: 0
	Azul	Salida Wiegand DAT:1
LED	Amarillo	Led de entrada Rojo
	Café	Led de entrada Verde
	Blanco	Card Present
Beeper	Gris	Beeper Salida

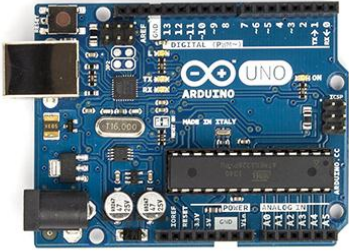
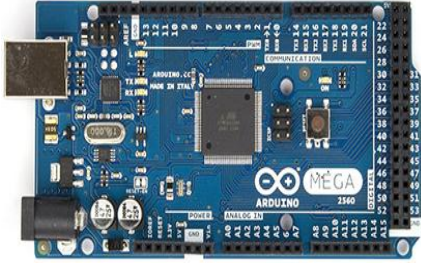

Fuente: SOYAL [30]

En el **Anexo 1** se encuentra información técnica sobre el Lector RFID SOYAL AR-721U

4.3 Selección del Microcontrolador

La elección del microcontrolador adecuado para la implementación del proyecto se justifica mediante la Tabla 4.10, en la cual se realiza una comparativa de características técnicas y generales de varios Microcontroladores.

Tabla 4.10 Características Generales y Técnicas Para la Selección del microcontrolador.

MICROCONTROLADOR	 ATMEGA 328 ARDUINO UNO R3	 ATMEGA 2560 ARDUINO MEGA	 PIC16F876A
Características Generales			
Fabricado por:	ATMEL-ARDUINO	ATMEL-ARDUINO	MICROCHIP
Costo	\$75	\$23	\$6,50
Disponibilidad e información	Buena	Normal	Buena
Forma de conexión con Pc	cable USB	cable USB	Circuito adicional MAX232
Carga de programas	Directamente	Directamente	Con grabador externo
Tamaño (mm)	74(L) x 55(A) Módulo completo	110(L)x55(A) Módulo completo	34,6(L) x 7,8(A)
Forma de Alimentación	Por Fuente Externa o USB	Por Fuente Externa o USB	Por Fuente Externa de 5V
Comunicación Serial	puerto USART	4 Puerto Físicos	1 Puerto Físico (opción de configurar más puertos)

Requiere Elementos Adicionales para utilizarse	NO	NO	Resistencias, Oscilador, Capacitores, etc.
Características Técnicas			
Voltaje de Operación	5 V	5V	5V
Voltajes recomendados de alimentación	7 – 12 V	7 – 12 V	5 V
Límites de Voltajes	6 – 20 V	6 – 20 V	2 - 5.5 V
E/S Digitales	14 (6 como PWM)	54 (15 como PWM)	17 (2 como PWM)
Entradas Análogas	6	16	5
Corriente de pines E/S	40 mA	40 mA	25 mA
Temperaturas máximas	-38° a 82° C	-38° a 82° C	-38° a 82° C
Flash Memory (Bytes)	32 K	256 K	8 K
SRAM (Bytes)	2 K	8 K	368 K
EEPROM (Bytes)	1 K	4 K	256 K

Elaborado por: El Investigador

Fuente: ARDUINO, MICROCHIP [34] [35], [36]

Se optó por elegir el microcontrolador ATMEGA 328 el cual forma parte del Módulo ARDUINO R3, Debido a los requerimientos técnicos y generales del proyecto.

En los requerimientos técnicos, la memoria FLASH, SRAM, EEPROM del PIC16F876A son de mayor capacidad, sin embargo las que ofrece el ARDUINO UNO R3 son suficiente para lo requerido en la implementación del Prototipo, Además dispone de los puertos de entrada/salida necesarios para el proyecto; en cuánto a la alimentación ARDUINO posee un rango más tolerable que el PIC 16F876A, Y para cargar los programas no se necesita ningún tipo de grabador sino únicamente un cable USB A-B.

Otro de los factores importantes para elegir ARDUINO se debe a que no necesita circuitería adicional para su utilización como osciladores, resistencias, capacitores, etc. Cabe también mencionar que cuenta con la opción de configurar más puertos series virtuales aparte del que se utiliza para comunicar con el computador simplemente con la ubicación de librerías en el código de programación.

La decisión a descartar el ATMEGA 2560 incluido en el módulo ARDUINO MEGA se tomó en base al valor económico debido a que es más elevado, porque este cuenta con más pines de entrada/salida, más puertos Físicos y mayor capacidad de memoria, Sin embargo estas características no serán aprovechadas al 100 % y las que encontramos en el ATMEGA 328 del ARDUINO UNO son las eficientes para el desarrollo del Sistema, razón por la cual se produce un significativo ahorro económico.

4.3.1 Principales componentes del ARDUINO UNO

En el módulo arduino uno principalmente podemos ubicar el Microcontrolador ATMEGA 328, los pines de entrada/salida digital, pines de transmisión digital, pines de entradas analógicos, pines de alimentación, pin de reset, pin de referencia digital y análogo, GND, el botón de reset, el terminal de alimentación externa, el terminal USB y los led indicadores de transmisión y recepción, los mismos que podemos visualizar en la Fig. 4.8.

En el ANEXO 2 se adjunta información sobre el módulo ARDUINO UNO R3 y el ATMEGA 328 de ATMEL.

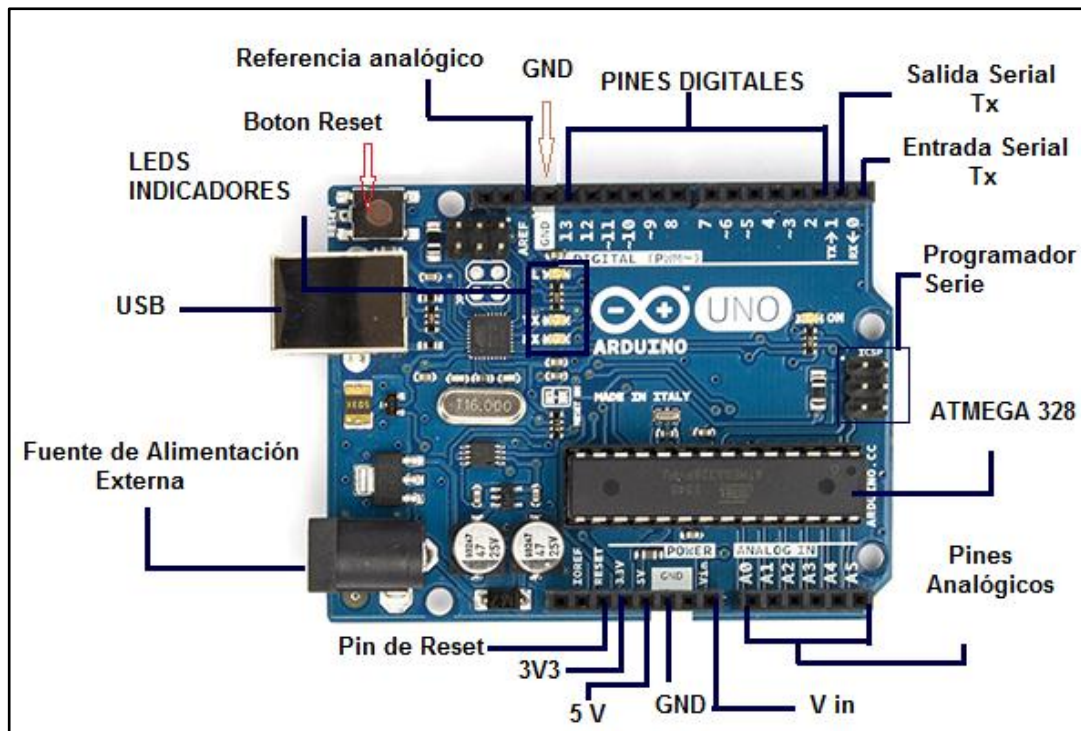


Fig. 4.8 Módulo Arduino UNO
Elaborado por: El Investigador

4.4 Determinación del Módem GSM para el envío de mensajes

4.4.1 Modem GSM

Un módem GSM es un dispositivo inalámbrico que funciona en la red GSM, utilizada mundialmente para comunicación entre teléfonos móviles. La comunicación se realiza a través de ondas de radio.

El módem GSM puede verse como un teléfono celular al cual se le ha adaptado una interfaz serial RS232, con el objeto de ser controlado a través de una computadora. A través del módem GSM puede realizarse enlaces para transmisión de voz, fax, datos, comunicación por internet y mensajes SMS (Short Message Service). También existen módems GSM que poseen una interfaz USB para ser controlados.

El módem GSM puede ser operado a través de un microcontrolador, y de esta manera ser incorporado a sistemas de control remoto supervisor automático.

En una segunda aplicación puede conectarse a una computadora PC o Laptop mediante un cable serial RS232 o un cable USB-Serial y usarse software comercial o propietario para el envío programado de mensajes SMS a móviles. El número de mensajes SMS que pueden ser procesados por un módem GSM por minuto es de alrededor de seis a diez mensajes por minuto. [37]




4.4.2 Modem GPRS

Un módem GPRS (General Packet Radio Service) es un módem GSM, que además es compatible con la tecnología GPRS para la transmisión de datos. Es una tecnología de conmutación de paquetes que es una extensión de GSM. Una ventaja de la tecnología GPRS sobre GSM es que tiene una velocidad de transmisión de datos de 115,000 kbps.

Esto es mucho más rápido que el SMS ordinario a través de GSM, cuya velocidad de transmisión de SMS es de 6 a 10 mensajes SMS por minuto. Con GPRS se puede transmitir hasta 30 mensajes SMS por minuto. GPRS se puede utilizar como portador de mensajes SMS, para el envío de archivos grandes o como medio de comunicación para conexión a la red internet. [37]

En la Tabla 4.11 se realiza una comparativa entre diferentes Módems GSM.

Tabla 4.11 Comparativa Módem GSM/GPRS

	SIM 900	M1306B	G24
MODEM GSM/GPRS			
CARACTERÍSTICAS			
Fabricado por:	SIMCOM	WAVECOM	MOTOROLA

Bandas de frecuencia	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
Consumo (Stand By)	1,5 mA	5 mA	56 mA
Consumo (transmisión)	75 mA	100 mA	140 mA
clase GPRS	10/8	10	10
Tipo de operación	07.07, 07.05 y SIMCOM Comandos AT	mediante 07.05 y 07.07 Comandos AT	07.05 y 07.07 Comandos AT
Tipo de aplicaciones	voz, GPRS y SMS	voz, GPRS y SMS	voz, GPRS y SMS
Voltaje alimentación	5 V	12 V	9 V
Límites de voltajes	4.8 – 5.2	10 – 32 V	6 – 24 V
Antena	Externa	Externa	Externa
Tamaño (mm)	84 x 55 x 20	73 x 54 x 25	84 x 55 x 24
Peso	45 g	82 g	111 g
SIM Interfaz	1.8 V, 3V	3 V	3 V
Rango de Temperatura	-40°C - 85 °C	-25°C - 50°C	-20°C - 55°C
Disponibilidad para adquirir	Buena	Baja	Baja
Información del dispositivo	Alta	Media	Media
Aspectos importantes	Fácil adaptación en Módulos ARDUINO	Interfaz RS 232	DB9 RS232 interface
Precio	\$ 55	\$ 75	\$ 90

Elaborado por: El Investigador
Fuente: GETECH, WAVECOM, PSHOU [38], [39], [40]

Luego de la comparativa realizada en la Tabla anterior se optó por trabajar con el Módem GSM/GPRS Sim900 de SIMCOM debido a las siguientes consideraciones:

El Módem Sim 900 cuatribanda tiene un consumo de energía menor con respecto a los demás, ya que en estado de reposo solamente consume 1,5 mA y cuando el módulo transmite tiene un consumo de 75 mA.

Debido a su tamaño y peso es manejable por ser pequeño y liviano, y un factor determinante es su diseño, el cual permite acoplarlo directamente al ARDUINO uno R3, sin necesidad de utilizar componentes adicionales y utiliza la alimentación de 5 V que el ARDUINO UNO puede generar.

El módulo puede ser programado mediante comandos AT, de los cuáles se puede encontrar variedad de información para su respectiva utilización, Además la disponibilidad del módem en el mercado es Alta y se lo puede encontrar a un precio representativamente menor a los otros módulos analizados.

En la figura 4.9 Se aprecia el diseño y los principales componentes del SIMCOM Sim 900 y en la Tabla 4.12 la distribución de pines luego de montar el módulo sobre el ARDUINO UNO.

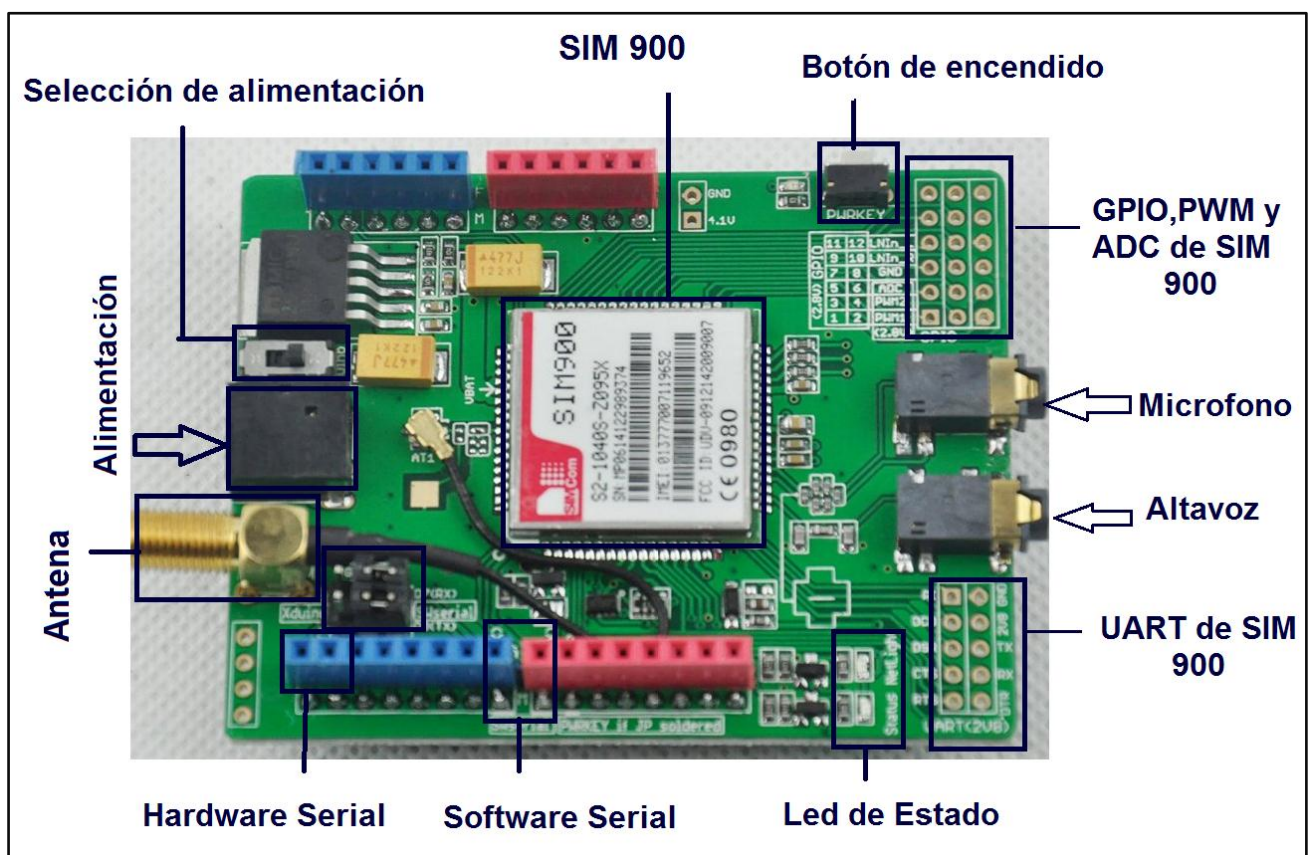


Fig. 4.9 GSM/GPRS SIMCOM Sim 900
Elaborado por: El Investigador

Tabla 4.12 Distribución de pines del Arduino acoplado con SIM900

PIN	Descripción
D0 D1	Disponible cuando el puerto serial se utiliza en modo software
D2, D3, D4, D5, D6	Disponible
D7 D8	Disponible cuando el puerto serial se utiliza en modo Hardware
D9	Utilizado para realizar el encendido por software de SIM 900
D10, D11, D12, D13	Disponible
A0, A1, A2, A3, A4, A5	Disponible

Elaborado por: El Investigador
Fuente: GETECH [38]

En el ANEXO 3 se adjunta información adicional sobre el SIM900 y el Módulo SIMCOM GSM/GPRS

4.4.3 Comandos AT

Los Comandos AT son instrucciones que se utilizan para programar los módems GSM, en este caso el SIMCOM SIM900; con la utilización de estos códigos se puede comunicar y controlar el Módem GSM/GPRS desde el microcontrolador, aprovechando los servicios de realización de llamadas y envío de mensajes que ofrece el módulo.

En la Tabla 4.13 se indican los códigos de los principales Comandos AT, los cuales de acuerdo a la necesidad del proyecto se los debe agregar en el código fuente del ARDUINO UNO

Tabla 4.13 Principales Comandos AT

APLICACIÓN	COMANDO	DESCRIPCIÓN
LLAMADAS	ATA	Se pone en modo respuesta y espera una señal portadora del modem remoto.
	ATD número	Llama al número de teléfono solicitado.
	ATH	Descuelga el teléfono
	ATI	Revisa la ROM del modem
	ATL	Programa el volumen del altavoz
	ATM	Programa conexión/desconexión del altavoz
	ATO	Vuelve a estado on-line desde el estado de comandos.
	ATS	Visualiza/cambia contenidos de los registros
	AT&Y	Especifica que perfil de configuración usuario de los almacenados se va a utilizar
	AT&W	Almacena perfil configuración del usuario
GENERALES	AT+CGMI	Identificación del fabricante
	AT+CGSN	Obtener número de serie
	AT+CIMI	Obtener el IMSI.
	AT+CPAS	Leer estado del modem
SERVICIO DE RED	AT+CSQ	Obtener calidad de la señal
	AT+COPS	Selección de un operador
	AT+CREG	Registrarse en una red
	AT+WOPN	Leer nombre del operador
SEGURIDAD	AT+CPIN	Introducir el PIN
	AT+CPINC	Obtener el número de reintentos que quedan
	AT+CPWD	Cambiar password
AGENDA DE TELÉFONOS	AT+CPBR	Leer todas las entradas
	AT+CPBF	Encontrar una entrada
	AT+CPBW	Almacenar una entrada
	AT+CPBS	Buscar una entrada

SMS	AT+CPMS	Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
	AT+CMGF	Seleccionar formato de los mensajes SMS
	AT+CMGR	Leer un mensaje SMS almacenado
	AT+CMGL	Listar los mensajes almacenados
	AT+CMGS	Enviar mensaje SMS
	AT+CMGW	Almacenar mensaje en memoria
	AT+CMSS	Enviar mensaje almacenado
	AT+CSCA	Establecer el Centro de mensajes a usar
	AT+ WMSC	Modificar el estado de un mensaje

Elaborado por: El Investigador
Fuente: Sistemas Embebidos, Nicolás Velasco [20]

4.5 Diseño del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular

Luego de la selección de los diferentes módulos se realiza el diseño del sistema, el cual adopta la estructura del esquema que se muestra en la Figura 4.10, en donde se utiliza un microcontrolador (ARDUINO UNO) el mismo que emplea sus entradas digitales para realizar el monitoreo de los dispositivos que se encuentren encendidos en el auto, luego proceda a comunicarse con el Módem GSM, el cual se encarga de enviar las alertas a los diferentes celulares que se encuentren registrados respectivamente en el código de programación

Referente al Sistema de Control se utiliza el ARDUINO UNO para detectar el disparo de la alarma del vehículo y activar las cerraduras electromagnéticas que se encuentran estratégicamente ubicadas en las puertas, Además se encarga de procesar y comparar los datos que provienen del Módulo RFID (Lector) que se encuentra ubicado en el interior del vehículo, el cual recoge la información del TAG (Tarjeta de proximidad) que sea desplazada para su lectura, dependiendo si la información es la correcta el Microcontrolador se encarga de desactivar las cerraduras electromagnéticas.

De igual manera el módem GSM recibe las instrucciones del Microcontrolador cuando se activa la alarma y dependiendo del código programado envía mensajes de alerta a los números telefónicos programados.

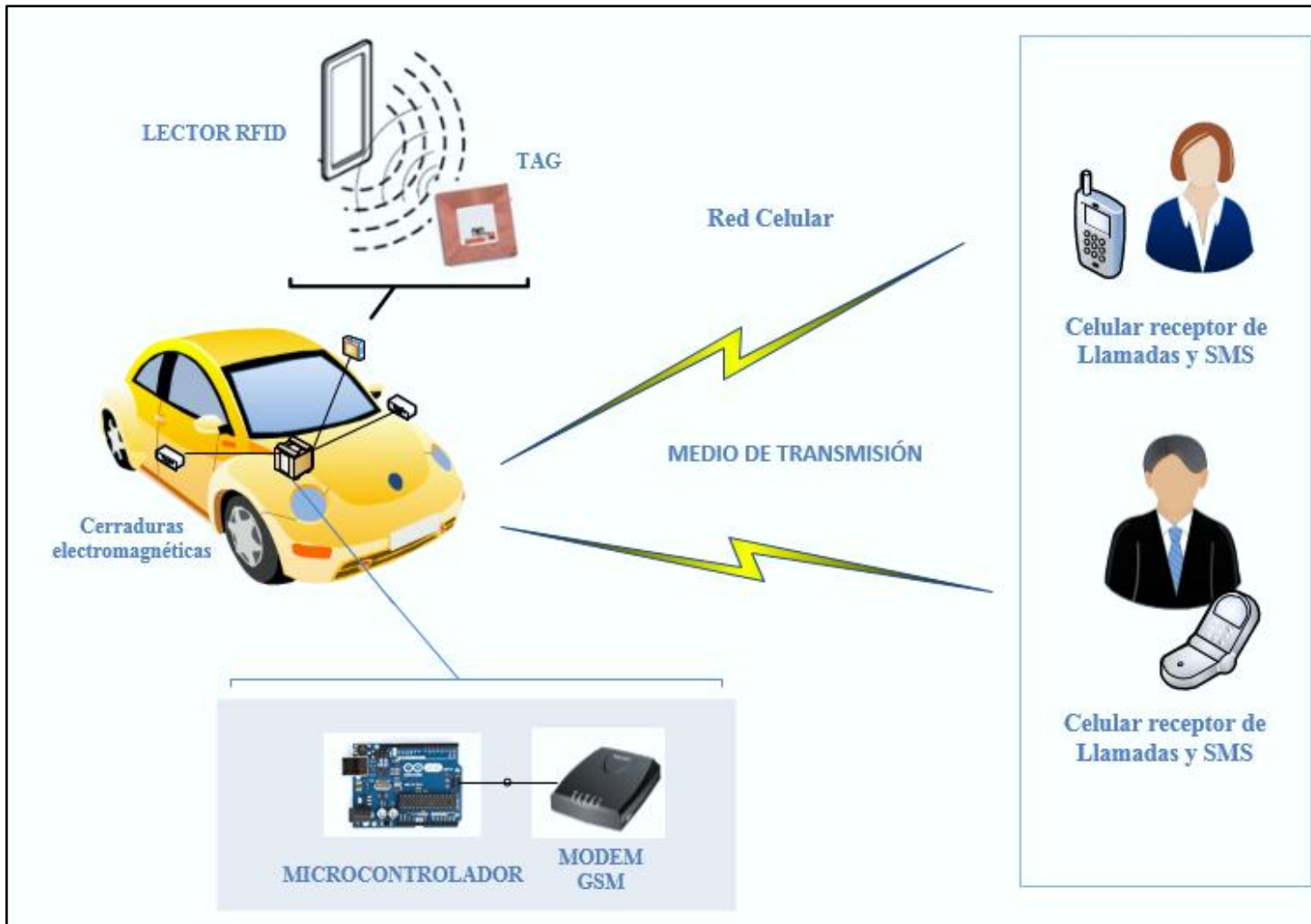


Fig. 4.10 Esquema del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular
Elaborado por: El Investigador

4.5.1 Tarjeta de proximidad (TAG)

Las tarjetas de proximidad son módulos que al momento de ser desplazadas por encima del Lector RFID AR-721U proporcionan códigos de información que se encuentran almacenados en su interior, los mismos que son enviados al microcontrolador para verificar si es el correcto o el incorrecto y permitir la desactivación de las cerraduras electromagnéticas para tener acceso al interior del vehículo.

Cada TAG contiene su propio código el mismo que es único para cada tarjeta, es decir no puede ser clonado. En la Figura 4.11 se puede visualizar el formato de la codificación que poseen las tarjetas. Además la tarjeta para ser detectada debe contar con la misma tecnología que el lector, es decir que sean construidos por el mismo fabricante.

Debido a que posee un circuito especial en el interior toma la misma alimentación que la que emplea el Lector al ser desplazado sobre el mismo.

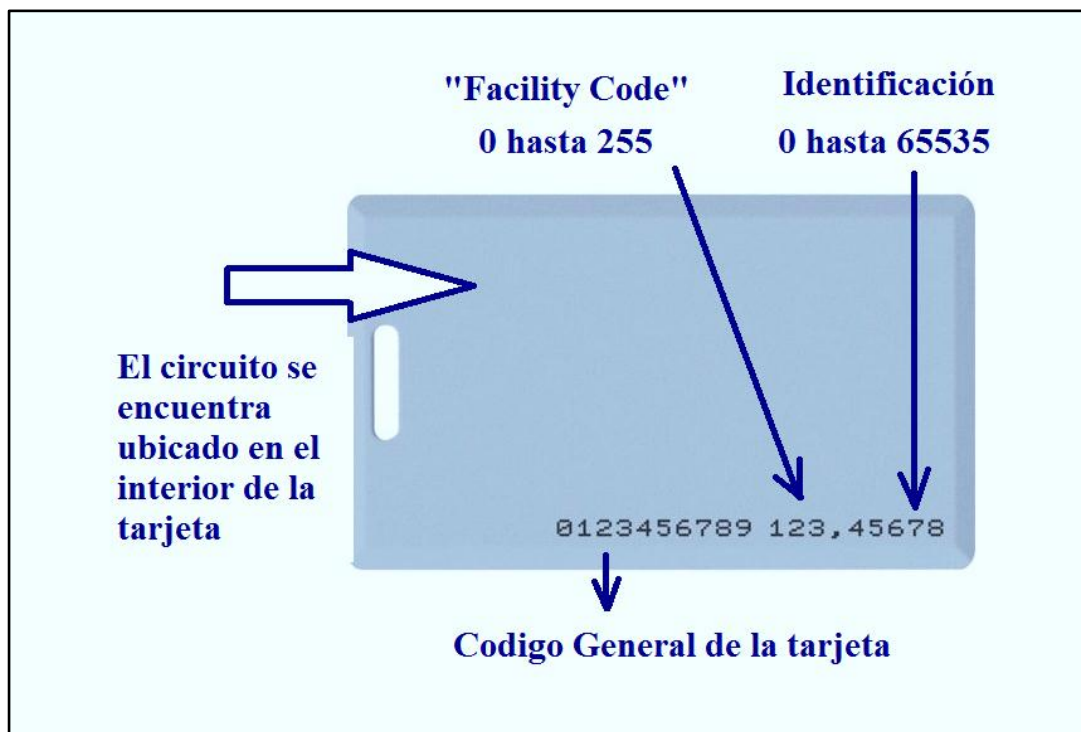


Fig. 4.11 Tarjeta de proximidad
Elaborado por: El Investigador

4.5.2 Acoplamiento del Lector RFID con el ARDUINO UNO

Para acoplar el lector SOYAL AR-721U al ARDUINO es necesario conocer el protocolo de comunicación que utiliza el lector para enviar datos, en el análisis realizado en la Tabla 4.8, se encontró en el documento técnico de la empresa que utiliza Wiegand 26 / 34, ABA II y RS-232 de los cuales se optó por trabajar con el protocolo Wiegand 26.

Por consiguiente en la parte interna del Módulo se debe seleccionar el protocolo a emplearse para la comunicación (ver Figura 4.12), en donde según la Tabla 4.14 para escoger el protocolo Wiegand 26 se debe ubicar el DIP switch 1 en posición OFF al igual que el DIP switch 2.

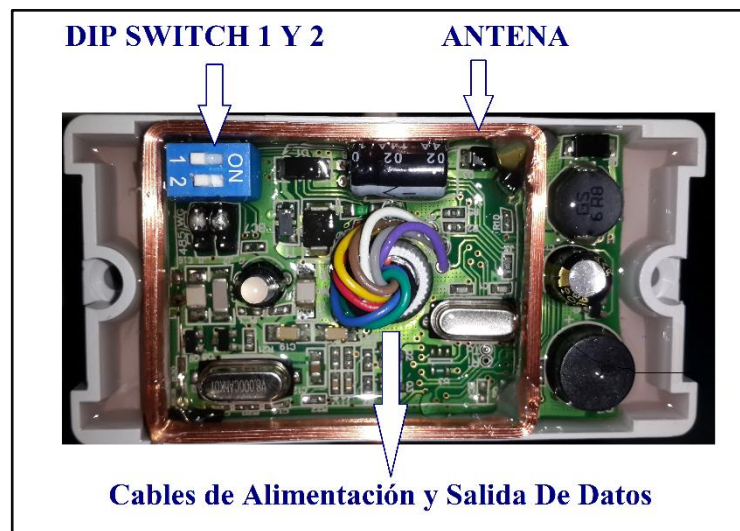


Fig. 4.12 Estructura interna del lector RFID AR-721U
Elaborado por: El Investigador

Tabla 4.14 Ubicación de interruptores para la selección del protocolo del Módulo AR-721U

Protocolo	DIP Switch 1	DIP Switch 2
WIEGAND 26	OFF	OFF
WIEGAND 34	OFF	ON
RS- 232	ON	OFF
ABA II	ON	ON

Elaborado por: El Investigador

Análisis del Protocolo Wiegand 26

El protocolo Wiegand permite la entrega de información desde un lector hacia una controladora (para el caso del presente proyecto se lo empleara hacia el microcontrolador) y realiza el envío del código en una sola dirección, este protocolo presenta líneas de datos y alimentación.

En lo referente a la alimentación lo hace con la utilización de 2 hilos como son:

- a) Vcc (12 V).
- b) GND (Negativo).

En la línea de Datos está constituido por 3 hilos:

- a) **DATA 1:** Se encarga de generar los unos lógicos.
- b) **DATA 0:** Se encarga de generar los ceros lógicos.
- c) **GND:** La referencia o masa

Cuando no se efectúa la transmisión tanto la línea Data 1 como la Data 2 permanecen en estado Alto y para transmitir un cero o uno lógico se efectúa de la siguiente manera:

- Para transmitir 1 lógico la línea Data 1 pasa a estar en estado bajo por el tiempo de 50 us y Data 0 permanecerá en estado alto.
- Para transmitir 0 lógico la línea Data 0 pasa a estar en estado bajo por el tiempo de 50 us y Data 1 permanecerá en estado alto. (Ver Figura 4.13).

El tiempo de separación que hay entre cada pulso es de 2 ms.

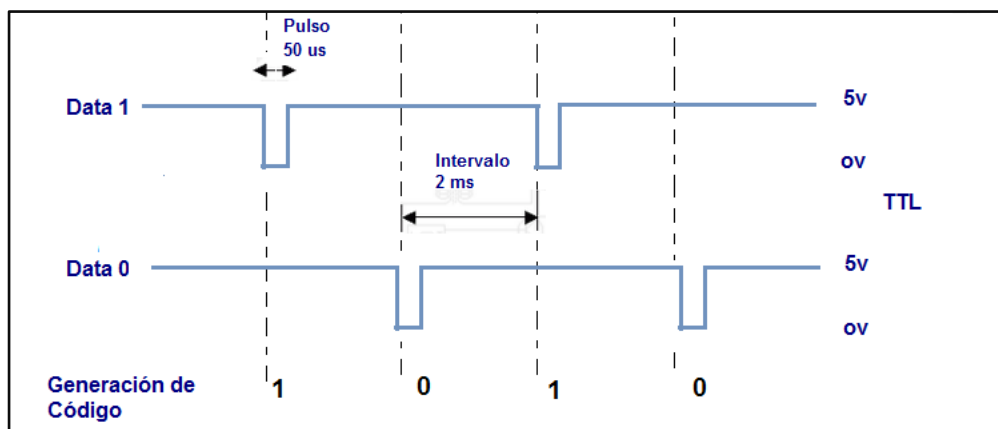


Fig. 4.13 Protocolo Wiegand
Elaborado por: El Investigador

De esta manera se puede transmitir el número de bits que se desee pero como se está aplicando el concepto de Wiegand 26 que es el más utilizado y el que emplea el módulo lector entonces se transmiten 26 bits. En donde el código de 26 bits está conformado como se indica en la Figura 4.14

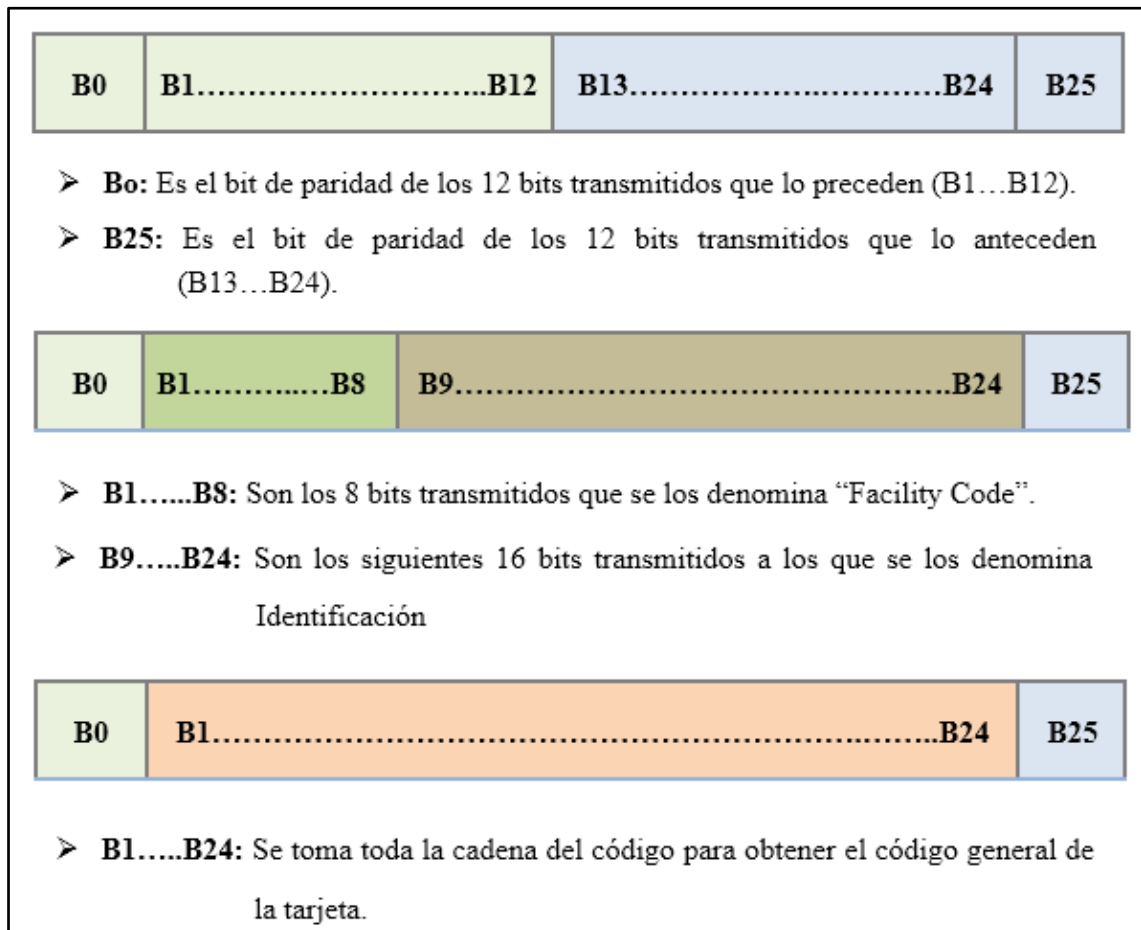


Fig. 4.14 Trama de bits del Wiegand 26
Elaborado por: El Investigador

Para el desarrollo del proyecto el microcontrolador se programó para descifrar el código general de la tarjeta utilizando los pines de interrupciones los cuáles sirven para detectar los cambios de estado de un nivel a otro. Dichos pines corresponden al pin D2 y D3 del ARDUINO.

Al pin D2 se conecta el cable DATA 0 proveniente del Lector AR-721 U y al pin D3 el cable DATA 1. Los cuales según la tabla 4.9 son el cable verde y azul respectivamente, además se debe conectar los cables de alimentación del módulo RFID y el cable GND unir al pin GND del ARDUINO UNO.

En la Figura 4.15 se ilustra la conexión de Cables del Módulo RFID con el ARDUINO.

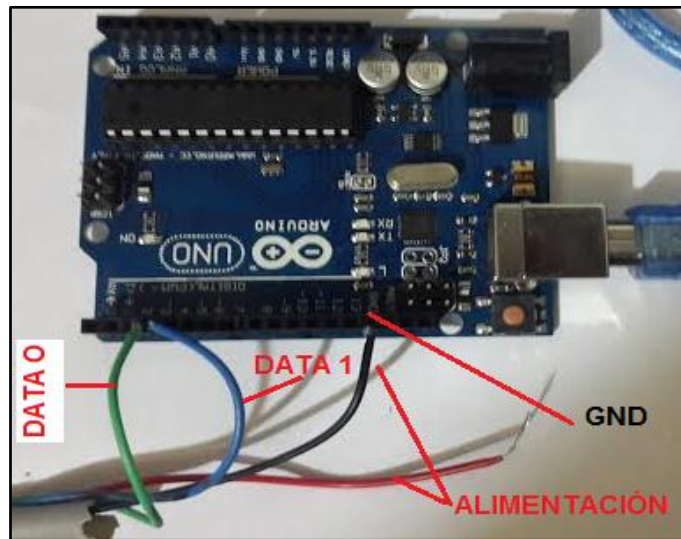


Fig. 4.15 Conexión del módulo AR-721U al ARDUINO
Elaborado por: El Investigador

Una vez acoplado el Lector al ARDUINO, mediante la utilización de las correspondientes funciones, librerías, comandos e instrucciones en el software de programación se descifra el número de la tarjeta y se verifica si es o no la correcta para brindar acceso. El Código se encuentra en el programa que se muestra al final del diseño del sistema.

4.5.3 Comunicación del Módem GSM con el ARDUINO UNO R3.

Físicamente el ARDUINO con el SIMCOM SIM 900 se encuentran acoplados directamente sin la utilización de cables ni elementos adicionales, ya que basta con montar los headers de los dos módulos en la posición correcta como se indica en la Figura 4.16.

Luego se realizó la configuración de los siguientes parámetros, para establecer la comunicación entre los dos módulos y posteriormente poder enviar mensajes y realizar llamadas.

- a) La alimentación para el Módem es proporcionada por la fuente interna de 5 V que posee el ARDUINO, pero se debe ubicar el selector de alimentación en la

posición Xduino (alimentación del Arduino) ya que también tiene la opción Ext (Alimentación externa).

- b) La comunicación serial se la realizó utilizando la configuración de puerto serial virtual mediante los pines D7 y D8 del ARDUINO, para lo cual se debe ubicar los Jumper en la opción SWserial (puerto serie virtual) ya que tiene la otra opción Xduino (puerto serie Físico).
- c) La velocidad del puerto Serie se configuró a 19200 baudios.
- d) Se insertó una tarjeta SIM activa y con servicio de mensajes y llamadas, además se retiró la protección de PIN.
- e) Para realizar el encendido del SIMCOM SIM 900 por software empleando el pin D9 del ARDUINO se soldó los puntos denominados JP en el módem GSM.
- f) Para el envío de mensajes y realización de llamadas se emplearon los comandos AT los que se encuentran en el código de programación que se mostrará al final del Diseño del Sistema.

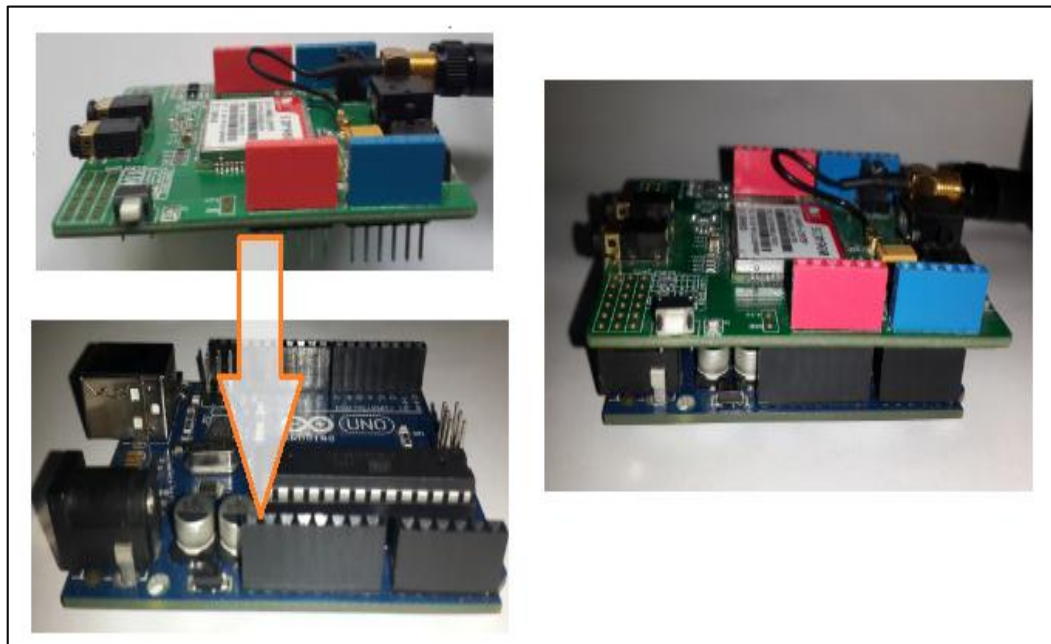


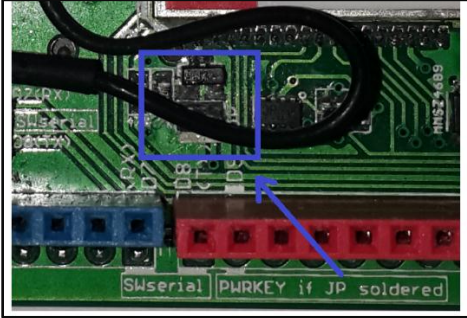
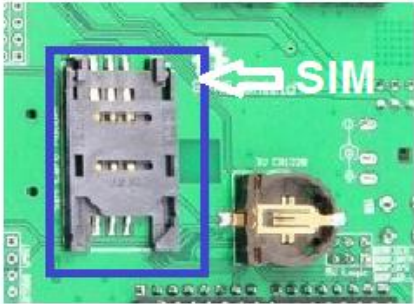


Fig. 4.16 Acoplamiento Físico entre el SIMCOM SIM900 y el ARDUINO UNO
Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 4.15 se grafican algunos de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 4.15 Parámetros de configuración del Módem SIM900

Parámetro	Descripción Gráfica
<p>Selección de la Alimentación</p>	
<p>Selección de Puerto Serie</p>	
<p>Encendido por Software</p>	
<p>Colocación de la tarjeta SIM</p>	

Elaborado por: El Investigador

4.5.4 Módulo de Relés para ARDUINO

Para realizar la activación y desactivación de las cerraduras electromagnéticas se decidió utilizar un pequeño módulo de relés los cuáles son diseñados para acoplarse directamente al ARDUINO UNO, el cuál además provee la alimentación a través de la fuente regulada de 5V que tiene incorporada.

La señal para la activación de las cerraduras son transmitidas por el pin D13 del ARDUINO UNO y son conectadas a las entradas uno y dos (IN1, IN2) del Módulo de Relés, esta señal para activar las bobinas de los relés debe pasar de estado alto a bajo es decir con lógica invertida.

Las Cerraduras son conectadas a los contactos normalmente abiertos de los relés para que al recibir la señal correspondiente del ARDUINO se activen.

En La figura 4.17 se puede apreciar el Módulo, y en el ANEXO 4 se indica su estructura.



Fig. 4.17 Módulo Relé para ARDUINO
Elaborado por: El Investigador

4.5.5 Alimentación para el Circuito

Para alimentar el ARDUINO y los módulos debidamente acoplados se realizó una Fuente fija de voltaje, la misma que a su entrada recibe el voltaje que proviene de la batería del vehículo, dicho Voltaje varía entre los 12 V y los 14 V, mientras que a la

salida entrega 9 V los cuales son suministrados para el ARDUINO. En la Figura 4.18 se puede visualizar el diseño de la fuente.

El circuito contiene un fusible en serie luego de la batería para protegerlo de probables cortocircuitos, seguido de una Resistencia de 5Ω a 5W para disminuir la corriente y voltaje.

Además antes de la entrada del regulador de voltaje 7809 se encuentra un capacitor de 470 uF a 25V y un capacitor cerámico de 1nF encargados de eliminar ruido de alta frecuencia.

Entre la entrada del LM 7809 y su salida se ubicó un Diodo, encargado de proteger al regulador en caso de que exista conexión incorrecta de la alimentación.

De igual manera a la salida del regulador se ubicó otro capacitor cerámico, el cual se encarga de incrementar la estabilidad de la tensión de salida.

El diodo D2 se utiliza para impedir el paso de la corriente y voltaje inversos.

En el ANEXO 5 se agrega la información técnica del Regulador 7809

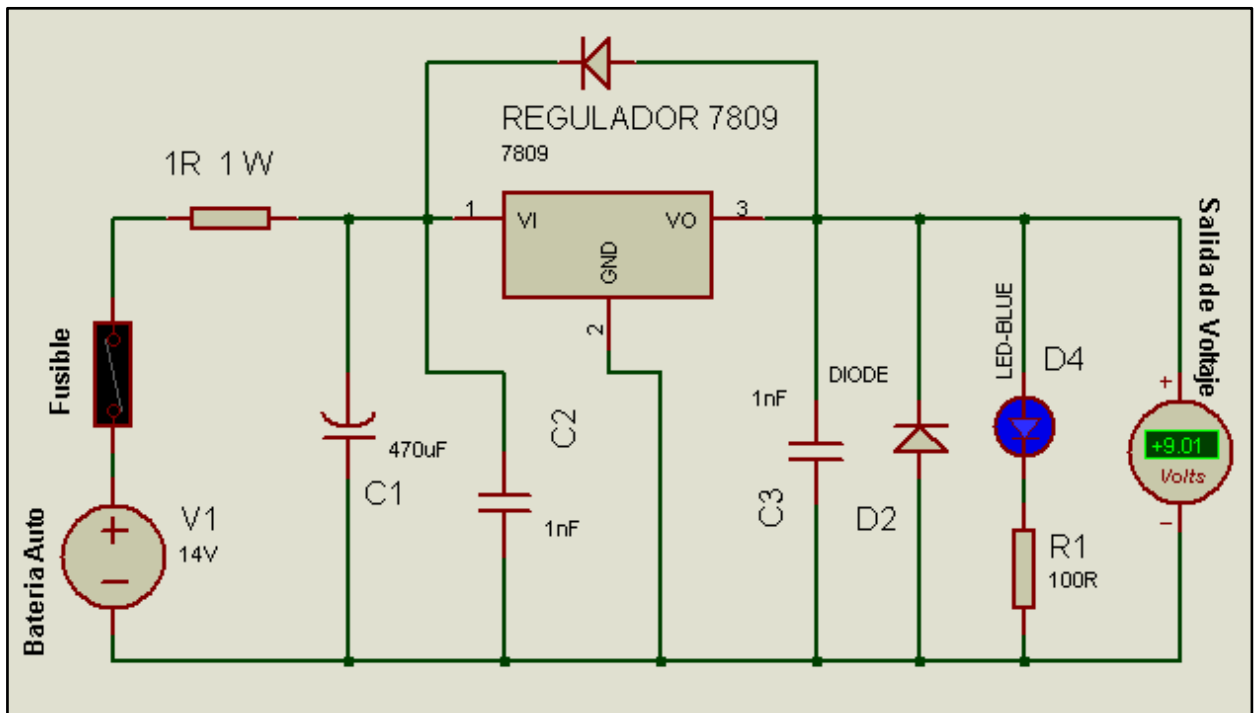


Fig. 4.18 Diagrama de la alimentación para el Arduino
Elaborado por: El Investigador

4.5.6 Cerraduras Electromagnéticas

La cerradura electromagnética que se utilizó para el prototipo es la ES60G de Elock Security (Ver Figura 4.19), la misma que se ajusta a las necesidades del proyecto por su tamaño, facilitando el acoplamiento en el interior del vehículo. En la tabla 4.16 Se pueden observar las especificaciones de la cerradura.

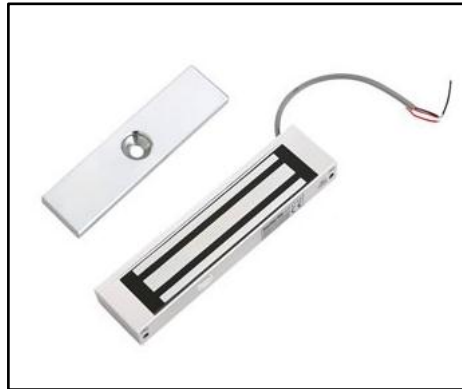


Fig. 4.19 Cerradura Electromagnética ES60G
Elaborado por: El Investigador

Tabla 4.16 Cerradura Electromagnética ES60G

Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none">➤ Bajo consumo de corriente➤ Fuerza de retención fiable➤ Material de alta resistencia , carcasa de aluminio anodizado➤ Funcionamiento duradero y silencioso	<ul style="list-style-type: none">➤ Fuerza de retención: 60 kg / 120 libras➤ Tamaño: 80L X 19 X 33 H D mm➤ Armadura: 75 L x 11 H X 33 mm➤ Alimentación: 12 VCC➤ Consumo de corriente: 12V / 300mA

Elaborado por: El Investigador

4.5.7 Programación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular

Los distintos procesos que el Sistema de Control y Monitoreo realiza son controlados por el ARDUINO UNO, el cuál fue programado en base a los diagramas de bloques y de flujo, los mismos que se ilustran en la Figura 4.20 y 4.21 respectivamente.

El código de programación del prototipo está constituido de la siguiente manera:

- Inclusión de librerías tanto para la comunicación serial como para el protocolo Wiegand.
- Creación de los puertos seriales virtuales
- Declaración de las variables
- Definición de las entradas para realizar el monitoreo de los dispositivos electrónicos y el control de acceso
- Definición de las salidas para activar y desactivar las cerraduras electromagnéticas.
- Inicialización del puerto serie para establecer la comunicación entre el modem GSM y el Arduino UNO.
- Creación de la función para encender automáticamente el Módem SIM 900
- Creación de las funciones para realizar las llamadas, el envío de mensajes y el reconocimiento de la tarjeta RFID.
- Definición de los comandos AT para el texto que será enviado, el número del usuario, y el tiempo en el que se colgara las llamas realizadas.
- Sentencias para realizar el sistema de control y los parámetros requeridos para activar y desactivar las cerraduras invocando a la función respectiva, al igual que a la función que realiza el envío de alertas.
- Instrucciones para realizar el Sistema de monitoreo de los dispositivos electrónicos con la utilización de comparadores e invocación de las funciones para alertar al usuario.
- Finalización del programa y la repetición del ciclo mediante el void loop.

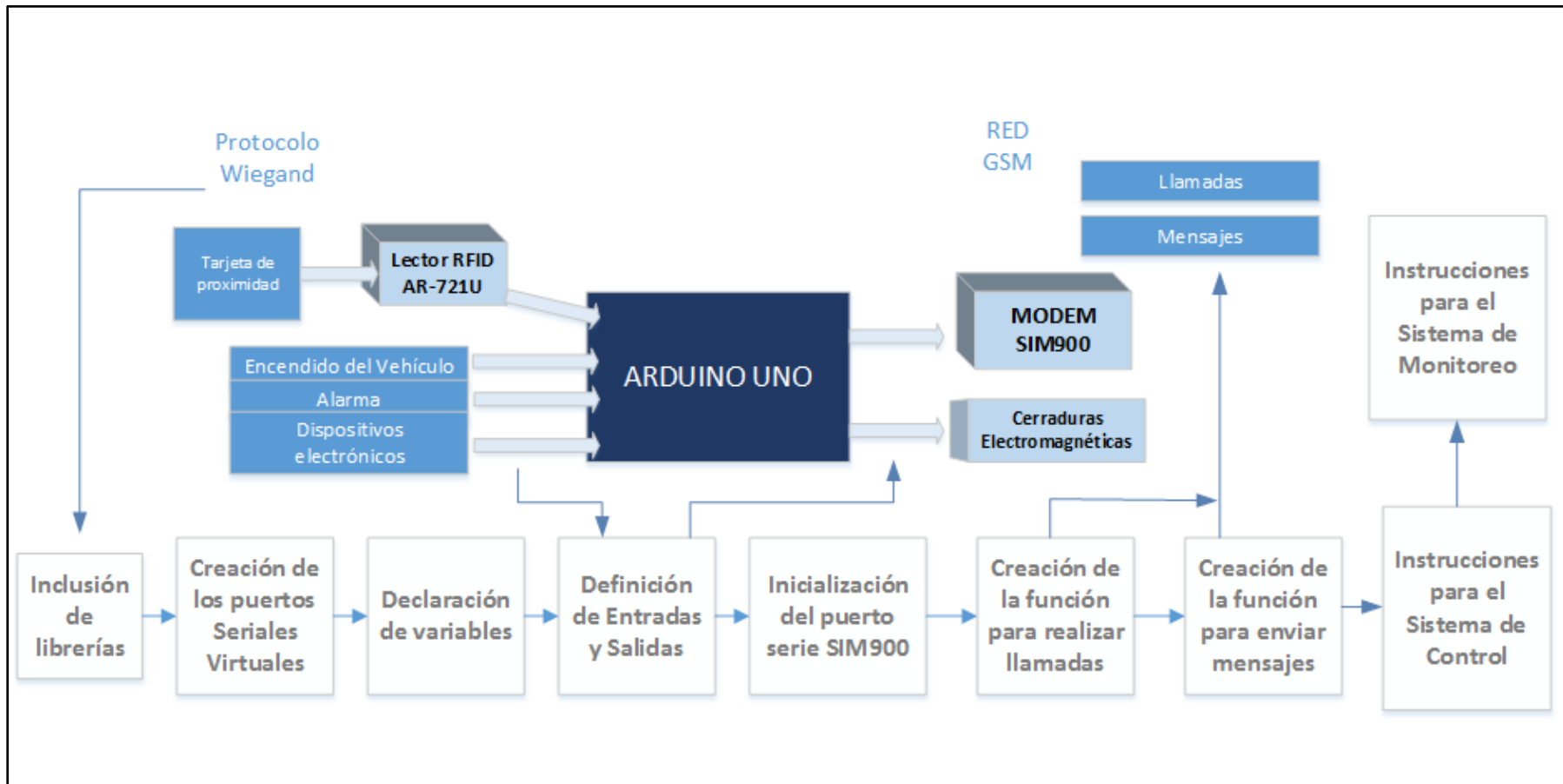
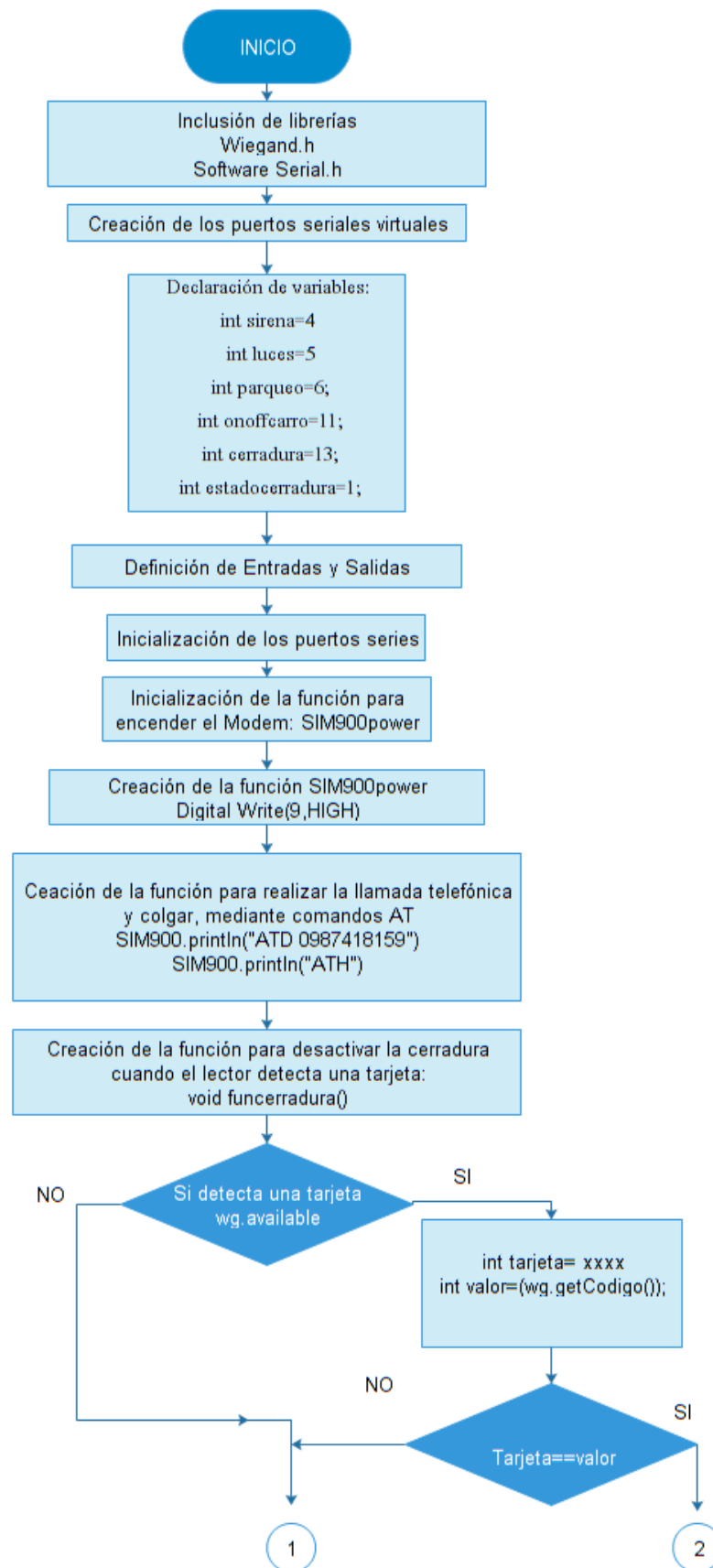
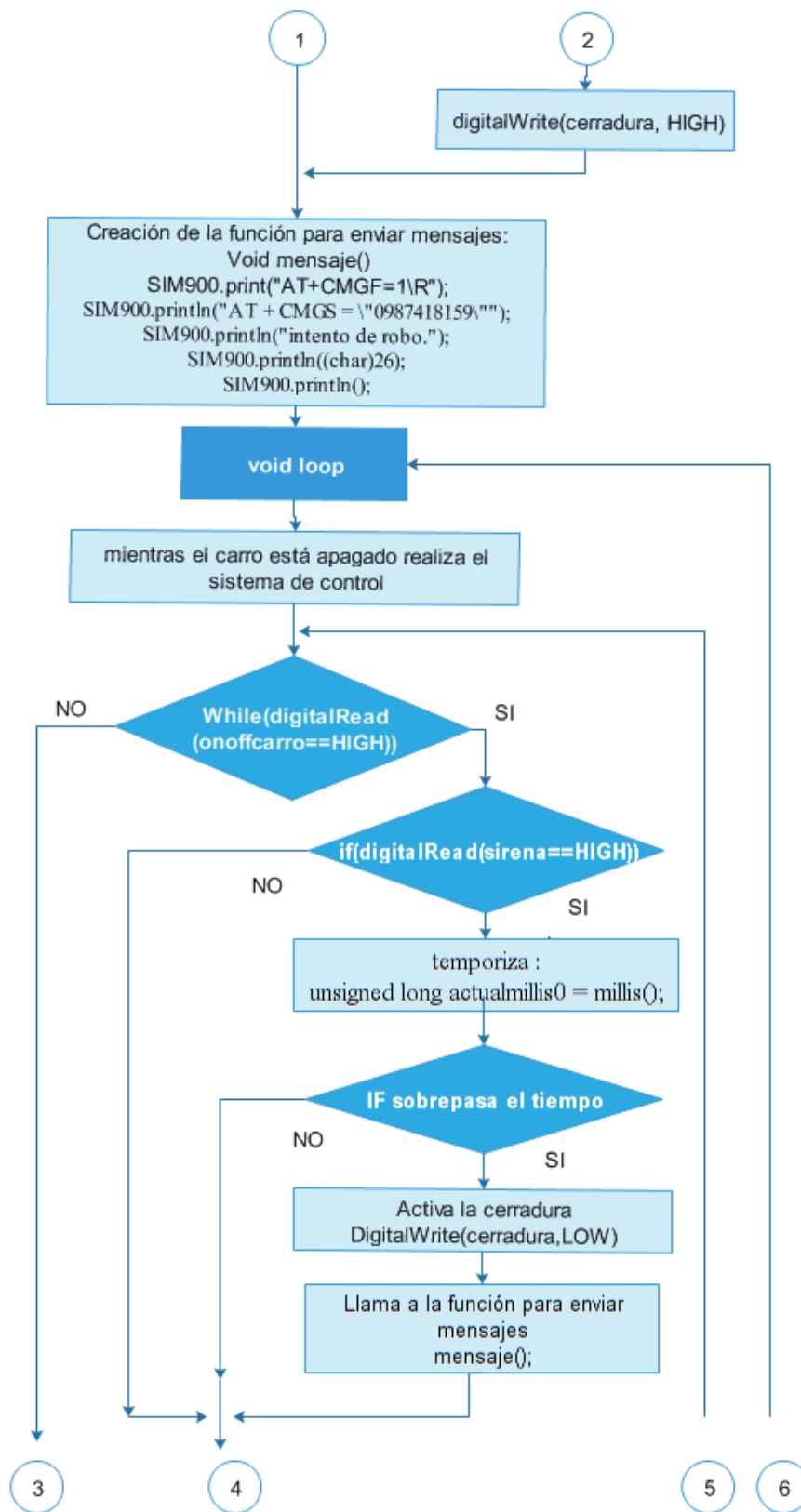


Fig. 4.20 Diagrama de bloques de la programación del Sistema
Elaborado por: El Investigador





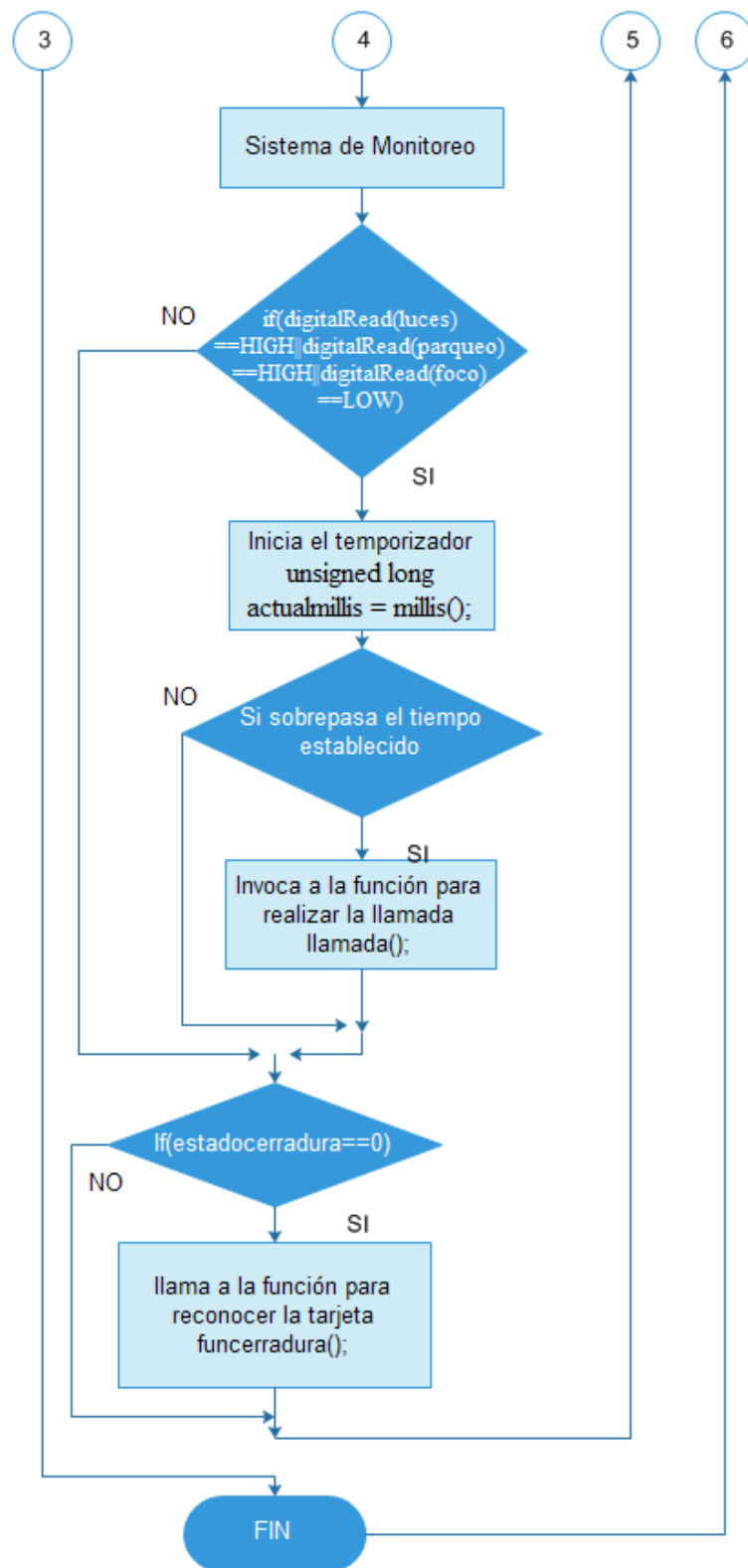


Fig. 4.21 Diagrama de Flujo de la programación del Sistema
Elaborado por: El Investigador

Código de programación utilizado para el prototipo

A continuación se muestra el código que se realizó para que el ARDUINO mediante los módulos acoplados en el mismo realice el control y monitoreo vehicular.

```
#include <SoftwareSerial.h>      // Librería para comunicación Serial
#include <Wiegand.h>             // Librería para el protocolo Wiegand

SoftwareSerial SIM900(7, 8);    // Transmisión y Recepción
int sirena=4;
int luces=5;
int parqueo=6;
int foco=10;                    // Declaración para nombrar las entradas y salidas
int onoffcarro=11;
int cerradura=13;
int estadocerradura=1;
WIEGAND wg;

void setup()
{
    pinMode(sirena, INPUT);
    pinMode(luces, INPUT);
    pinMode(parqueo, INPUT);      //Declaración de entradas
    pinMode(foco, INPUT);
    pinMode(onoffcarro, INPUT);

    pinMode(cerradura, OUTPUT);   //Declaración de salidas
    digitalWrite(cerradura, HIGH); // Pone el pin en estado Alto

    Serial.begin(9600);
    wg.begin();
    SIM900.begin(19200);         // Velocidad del Puerto Serie
    SIM900.power();              // Función para encender el Módem
    delay(5000);                 // Tiempo de espera para encontrar red.
}
```

```

void SIM900power()
{
  digitalWrite(9, HIGH); //Equivale a presionar el botón de encendido del Sim90
  delay(1000);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(5000);
}

void llamada1() //Función para realizar la llamada a un usuario
{
  SIM900.println("ATD 0984141445;"); // asigna el numero celular del usuario 1
  delay(100); //Mediante comando AT
  SIM900.println();
  delay(11000); // tiempo que realiza la llamada
  SIM900.println("ATH"); // cuelga mediante comando AT
  delay(1000);
}

void llamada2() //Función para realizar la llamada otro usuario(opcional)
{
  SIM900.println("ATD 0987418159;"); // asigna el numero celular del usuario
  delay(100); //Mediante comando AT
  SIM900.println();
  delay(11000); // tiempo que realiza la llamada
  SIM900.println("ATH"); // cuelga mediante comando AT
  delay(1000);
}

void funcerradura() //Función para desactivar la cerradura cuando el lector
{ // Detecta una tarjeta
  if(wg.available()) // Obtiene código de tarjeta
  {
    Serial.print("Wiegand Hexadecimal = ");
    Serial.print(wg.getCodigo(),HEX); //Código en Hexadecimal
  }
}

```

```

Serial.print(", DECIMAL = ");    // En Decimal
Serial.print(wg.getCodigo());
Serial.print(", Tipo de Wiegand"); // Tipo de Wiegand
Serial.println(wg.getWiegandTipo());
    int tarjeta=6396585;    // Se registra el número de tarjeta del Usuario
    int valor=(wg.getCodigo());
    delay(30);
    if(tarjeta==valor)      // Compara si la tarjeta es correcta
    {
        digitalWrite(cerradura, HIGH); // Activa las cerraduras
        estadocerradura=1;           // auxiliar
    }
}

void mensaje()              // Función para enviar mensajes
{
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // Comando AT para enviar SMS
    delay(100);
    SIM900.println("AT + CMGS = \"0987418159\""); // Comando AT número
    delay(100);                                     para enviar
    SIM900.println("intento de robo."); // Texto que se envía
    delay(100);
    SIM900.println((char)26); // Finaliza mensaje
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(2000); // Tiempo para que envíe el mensaje
}

void loop()                //Ciclo repetitivo del programa
{
    unsigned long anteriormillis = millis(); //variables para el temporizado
    unsigned long anteriormillis0 = millis();

```

```

while(digitalRead(onoffcarro)==LOW) // Mientras el vehículo está apagado
{
    if(digitalRead(sirena)==HIGH && estadocerradura==1) // Si Alarma se activa
    {
        unsigned long actualmillis0 = millis(); //para temporizar
        if(actualmillis0-anteriormillis0 > 150) // Tiempo de temporizado
        {
            digitalWrite(cerradura, LOW); //Activa la cerradura
            estadocerradura=0;
            mensaje(); //Llama a la función de SMS
            anteriormillis0 = millis(); //Restablece el temporizador
        }
    }
    else
    {
        anteriormillis0=millis(); //Restablece el temporizador
    }

// MONITOREO
if(digitalRead(luces)==HIGH||digitalRead(parqueo)==HIGH||digitalRead(foco)==LOW)
{
    unsigned long actualmillis = millis(); // Variables de tiempo
    if(actualmillis-anteriormillis > 20000) // Tiempo de espera
    {
        llamada2(); // Llama a la función
        anteriormillis = millis(); //Restablece el tiempo
    }
}
else
{
    anteriormillis=millis(); // vuelve a cero el tiempo
}
if(estadocerradura==0) // Cuando la cerradura esta activada

```

```

    {
        funcerradura();    // llama a la función para reconocer la tarjeta
    }
}
}

```

En el ANEXO 6 se encuentra el código de programación de los archivos .cpp y .h para la creación de la librería Wiegand, la cual sirve para leer la tarjeta y después compararla para verificar si es la correcta.

4.6 Simulación del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular

Posterior al diseño del Prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular se desarrolló la simulación del Sistema, La misma que se la realizo en el Software Proteus (Isis).

En la Figura 4.22 se muestra el diagrama de la simulación en el cual se puede observar el circuito de la etapa de la alimentación, El ARDUINO UNO, las señales de entrada proveniente del vehículo, las salidas y el lector RFID simulado como entrada.

Para poder realizar la simulación en el Proteus se descargó las librerías que permiten la utilización del ARDUINO, además se ubicó el archivo del código de programación en formato .hex, el mismo que se lo puede encontrar en la Carpeta de programas del ARDUINO luego de compilar el código.

Mediante la simulación se pudo comprobar que el Arduino mediante su programación responda correctamente para enviar y recibir las señales de entrada y salida e interactúe de la forma que se desea con los módulos, para posteriormente implementar el prototipo en el vehículo.

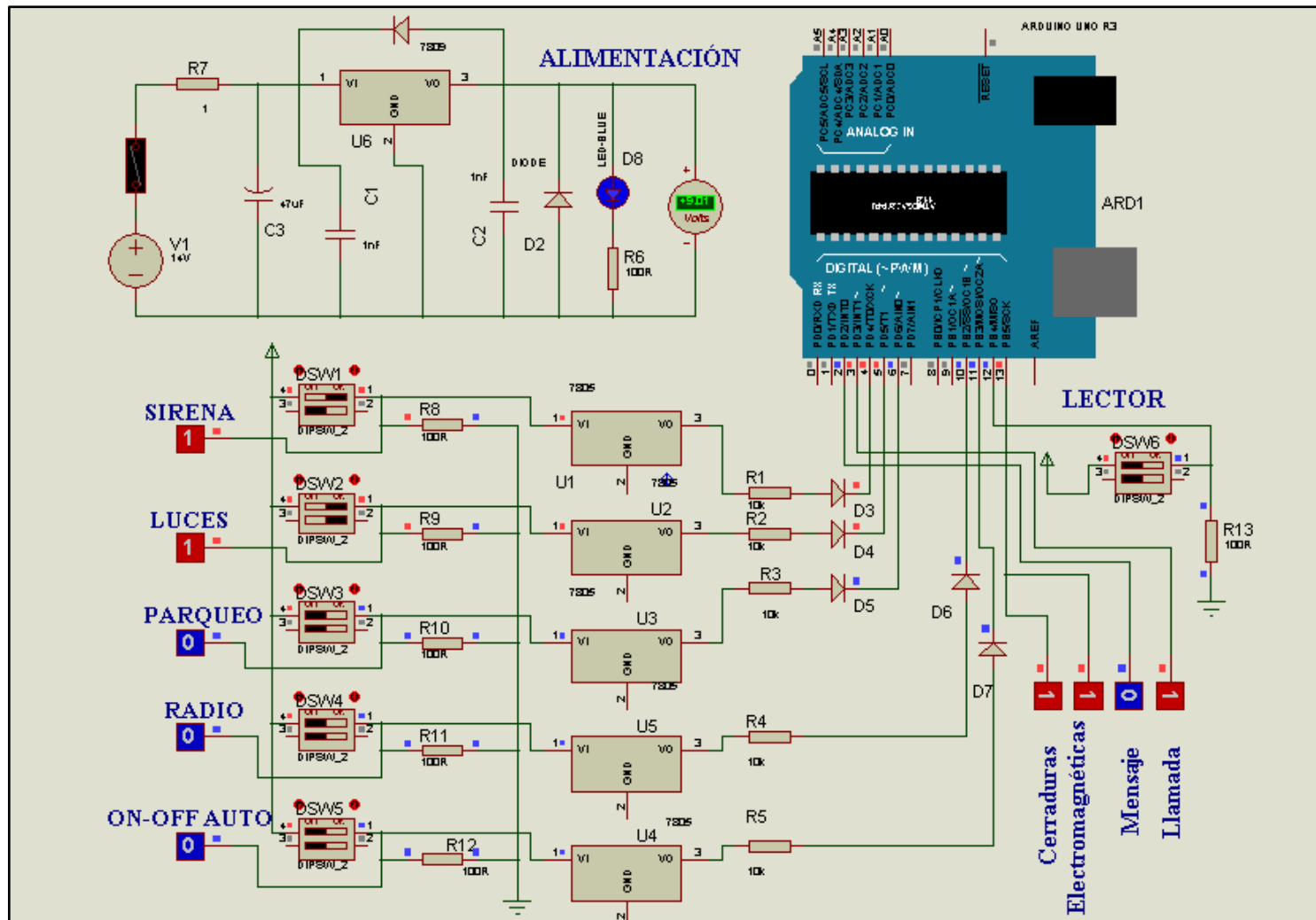


Fig. 4.22 Simulación del Sistema
Elaborado por: El Investigador

4.7 Implementación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular utilizando Tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto.

4.7.1 Verificación en la Protoboard

Una vez que se realizó la simulación del Sistema se procedió a la implementación, pero antes se verificó en la protoboard como se muestra en la Figura 4.23

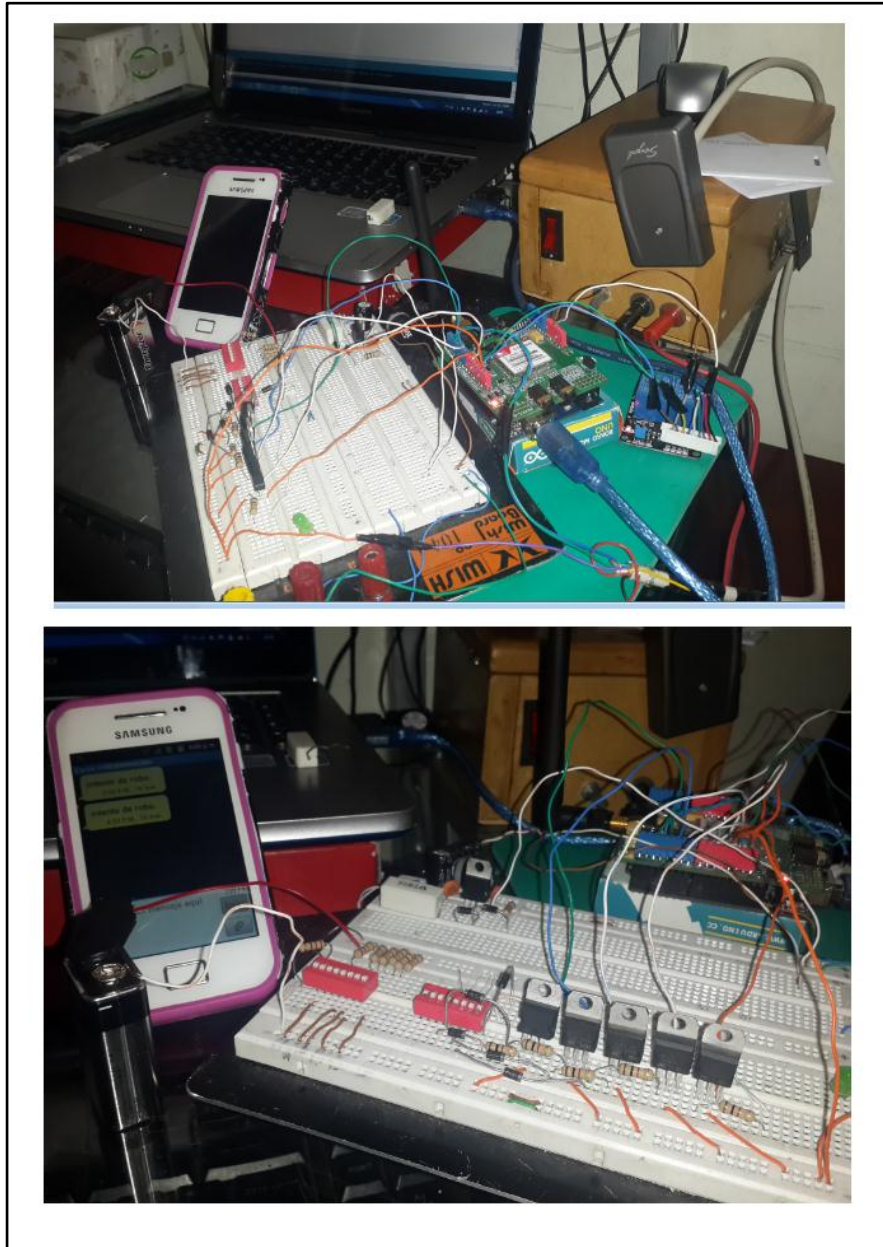


Fig. 4.23 Verificación del Sistema en la protoboard
Elaborado por: El Investigador

4.7.2 Elaboración de la placa de conexiones

En este punto se realizó la placa electrónica encargada de alimentar a los módulos y de recibir las señales provenientes del vehículo para que puedan ser leídas por el ARDUINO sin provocar la destrucción del microcontrolador.

En la Figura 4.24 se puede observar el esquemático de la placa, la cual tiene un diseño que permite montarla directamente sobre los pines del ARDUINO UNO.

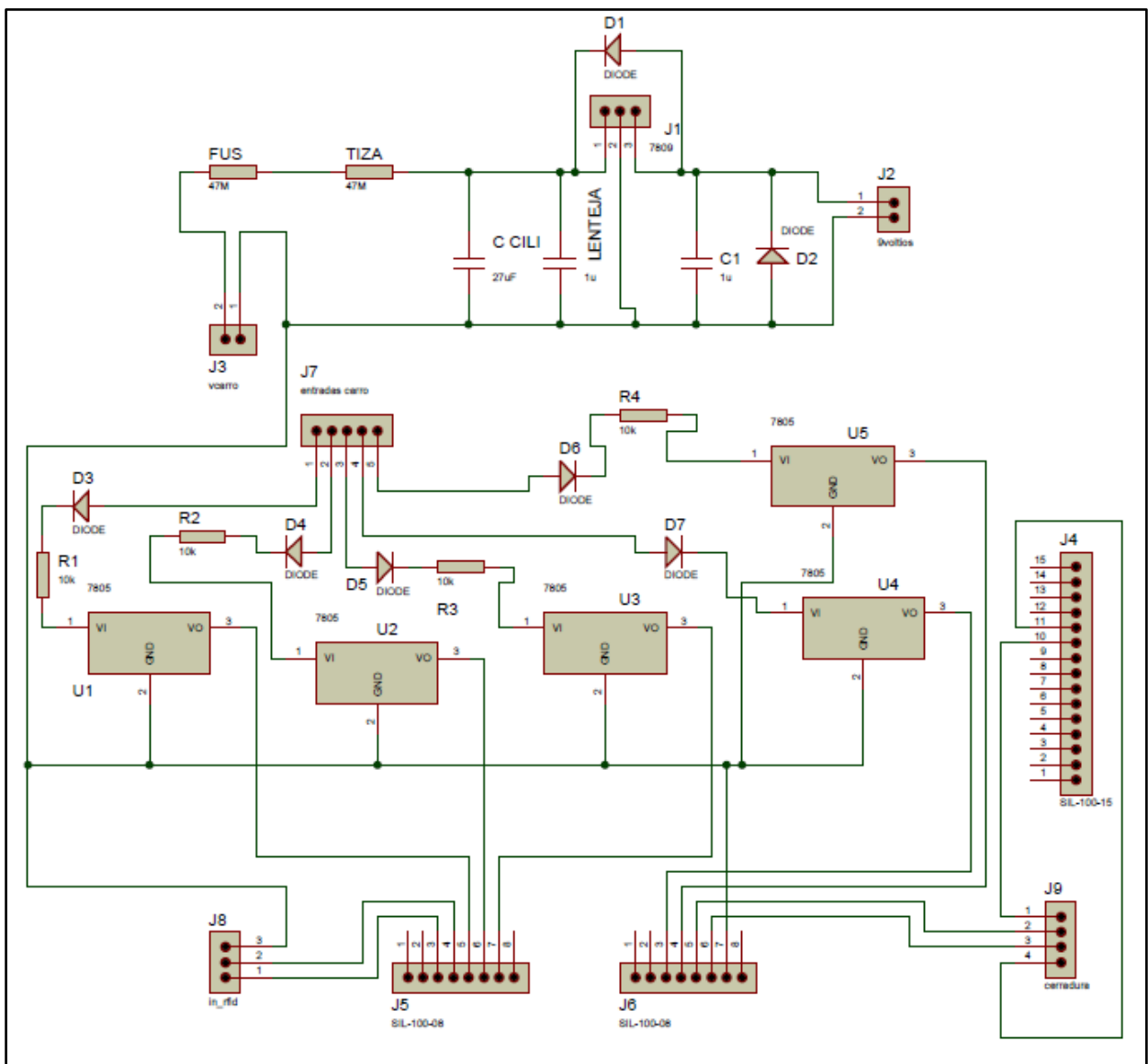


Fig. 4.24 Esquemático de la placa de conexiones
Elaborado por: El Investigador

Una vez realizado el esquemático se procedió a distribuir los diferentes elementos que conforman la placa (Ver Figura 4.25), En la Tabla 4.17 se describe los elementos

Tabla 4.17 Elementos de la placa de conexiones

Elemento	Función
Borneras	Permite conectar las señales de Entradas y Salidas
Headers	Admiten acoplar la placa al ARDUINO
Diodos	Permite que la corriente fluya en una sola dirección
Resistencias (1K)	Disminuye la corriente a las entradas del Arduino
Reguladores de voltaje 7805	Reduce la tensión para poder ingresar las señales a las entradas del microcontrolador (5V).
Elementos de la fuente de alimentación	Explicados en el Item 4.5.5

Elaborado por: El Investigador

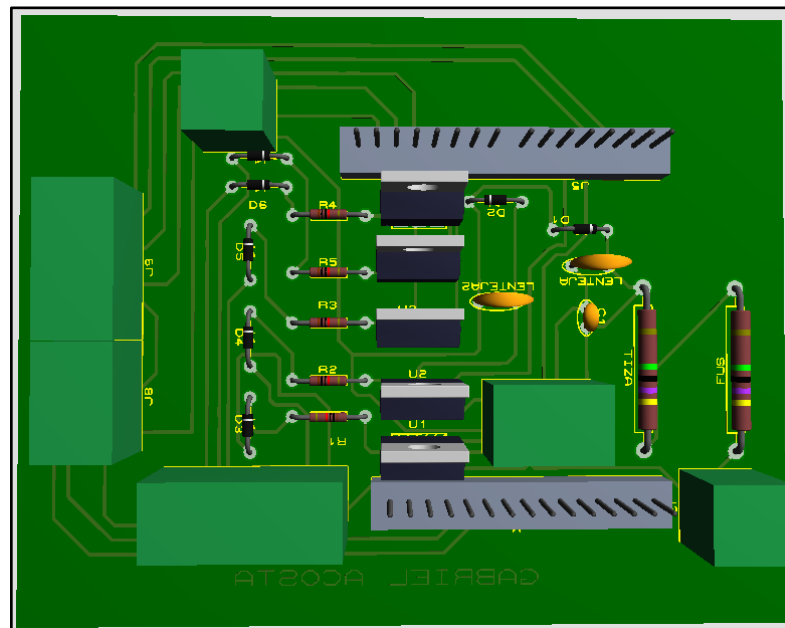


Fig. 4.25 Distribución de elementos en la placa de conexiones
Elaborado por: El Investigador

Las pista de la placa luego de su diseño y distribución realizadas en el programa Ares se muestran En la Figura 4.26. Y en baquelita en la Figura 4.27

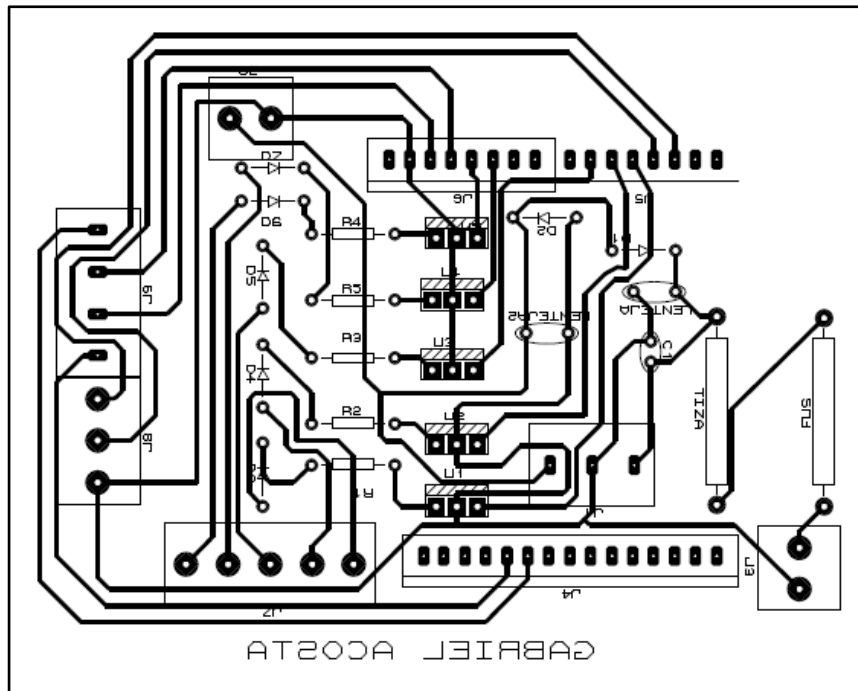


Fig. 4.26 Diagrama de pistas de la placa de conexiones
Elaborado por: El Investigador

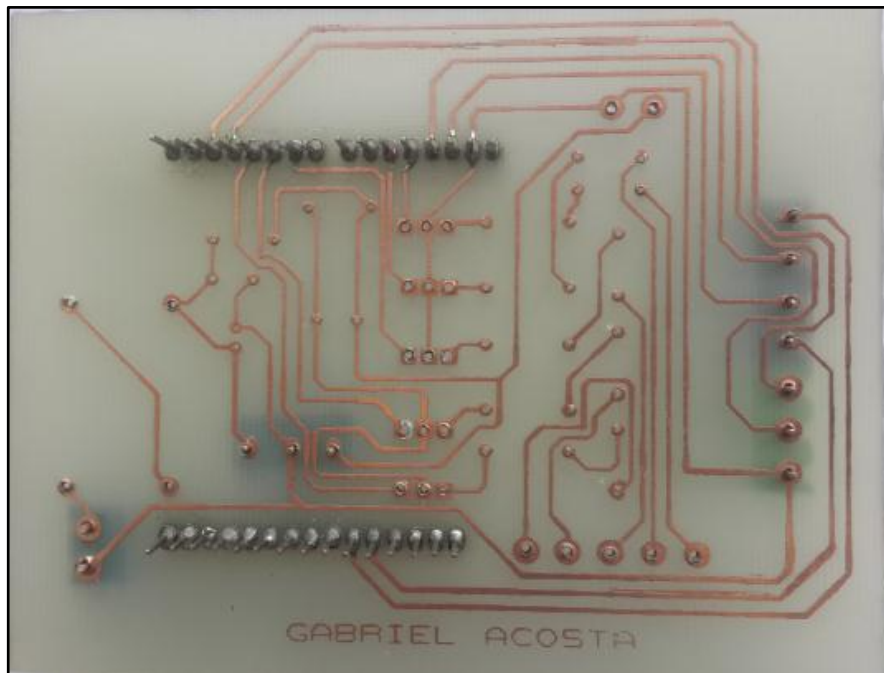


Fig. 4.27 Baquelita de la placa de conexiones
Elaborado por: El Investigador

La placa de conexiones una vez ya terminada se muestra en la figura 4.28. Y su acoplamiento con el Arduino uno y el Modem GSM en la figura 4.29

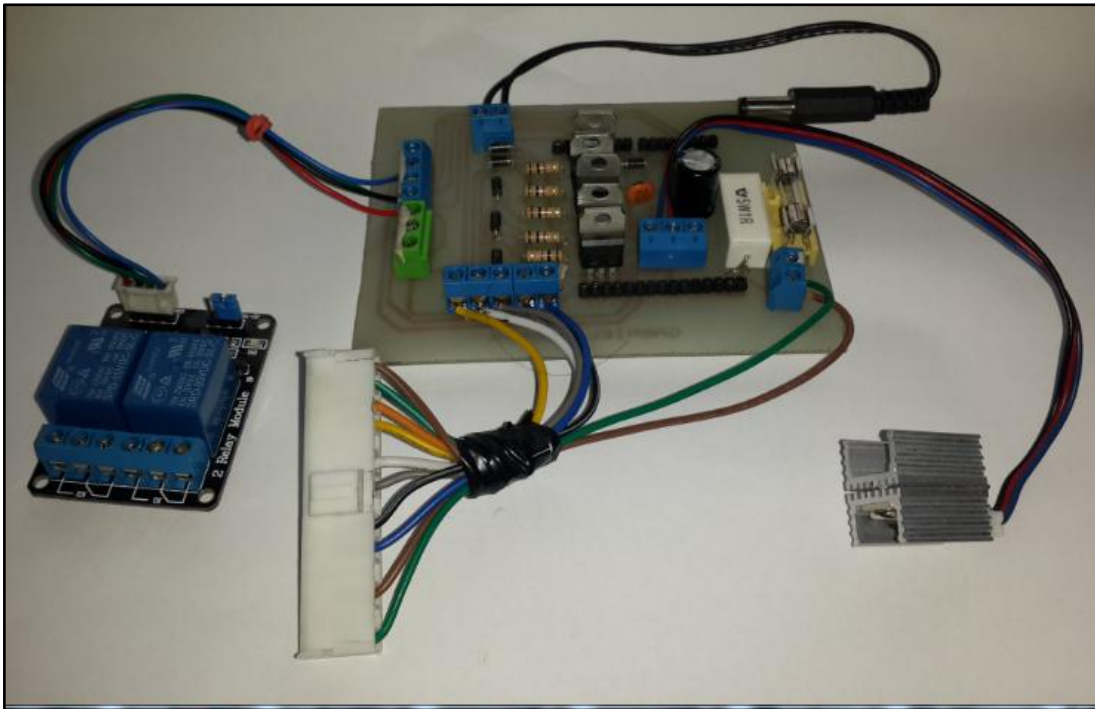


Fig. 4.28 Placa de conexiones terminada
Elaborado por: El Investigador

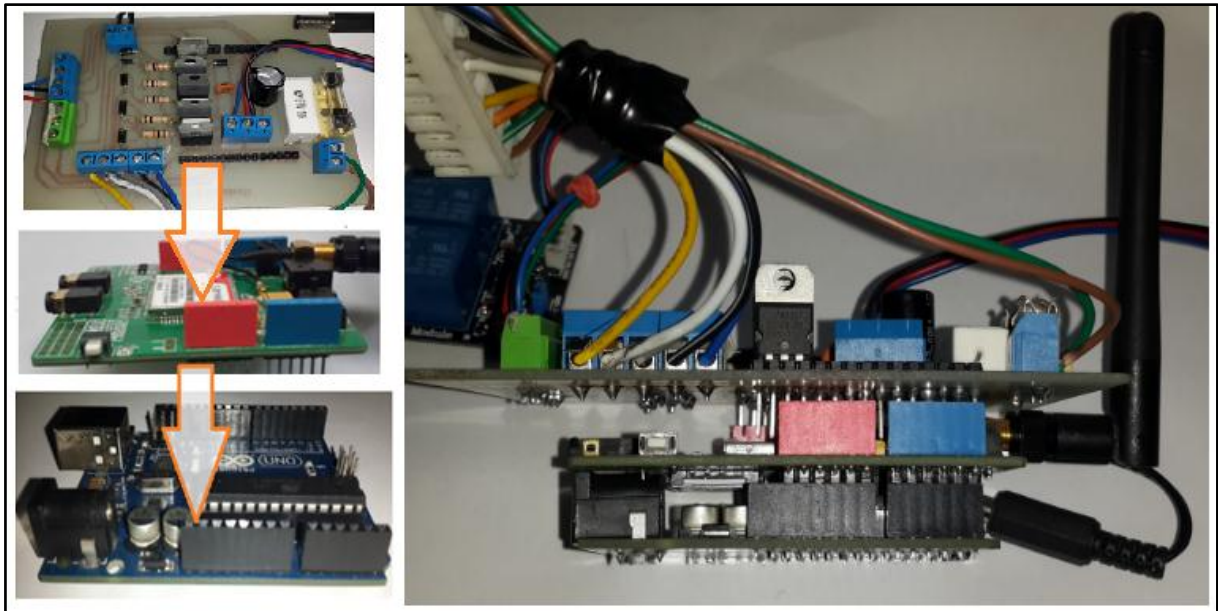


Fig. 4.29 Acoplamiento de Módulos con la placa de conexiones
Elaborado por: El Investigador

4.7.3 Ubicación de las señales de los dispositivos electrónicos del vehículo para el Control y Monitoreo.

Para realizar el monitoreo de los dispositivos que se suelen olvidar encendidos y ocasionan que la batería del vehículo se descargue, fue necesario ubicar las señales de voltaje cuando dichos dispositivos están activos.

En las figuras 4.30, 4.31 y 4.32 se observa cómo se encontró las señales provenientes de las luces, parqueo y foco del vehículo respectivamente.



Fig. 4.30 Señal de las luces del vehículo
Elaborado por: El Investigador



Fig. 4.31 Señal del Parqueo del Vehículo
Elaborado por: El Investigador



Fig. 4.32 Señal del Foco del Vehículo
Elaborado por: El Investigador

Además de las señales antes mencionadas para realizar el sistema de control se debe ubicar la señal proveniente del vehículo cuando esta encendido y apagado (ver figura 4.33), y la señal cuando se dispara la alarma.



Fig. 4.33 Señal del Foco del encendido y apagado del Auto
Elaborado por: El Investigador

Luego que se encontró las señales de voltaje necesarias para la implementación del prototipo se procedió a conectarlas correspondientemente en las entradas de la placa electrónica. Ver Figura 4.34



Fig. 4.34 Acoplamiento de la placa al vehículo
Elaborado por: El Investigador

En la Figura 4.35 se muestra el prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular totalmente terminado.



Fig. 4.35 Prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular
Elaborado por: El Investigador

4.8 Pruebas de funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo.

Una vez terminada la implementación del Sistema en el vehículo se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento:

4.8.1 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Control

Al realizar las pruebas respectivas del Sistema de control se comprobó las siguientes características:

- Cuando el vehículo permanece encendido el sistema de control no realiza ninguna función, al momento que el auto es apagado el Sistema se activa automáticamente y comienza a interactuar con la alarma, ya que está al pendiente de que la sirena se dispare.
- Cuando existe algún intento de forzar las puertas para ingresar indebidamente al vehículo o algún impacto en el mismo, la sirena se dispara y el Sistema espera un tiempo determinado para proceder a la activación de las cerraduras electromagnéticas e inmediatamente se envía un mensaje de alerta a uno o más números registrados como se indica en la Figura 4.36.

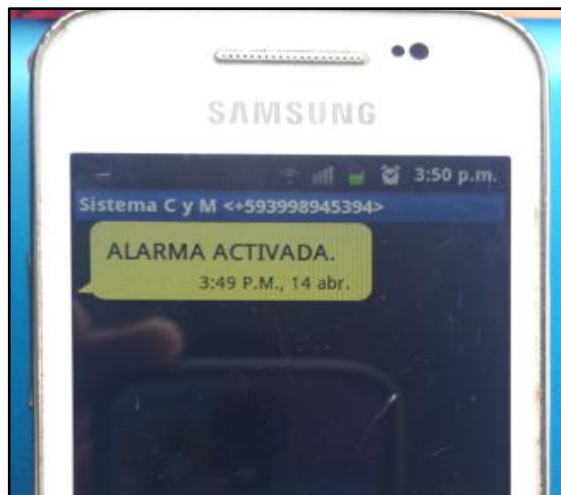


Fig. 4.36 Mensaje de alerta enviado por el Sistema
Elaborado por: El Investigador

- Si los seguros de las puertas son forzados el vehículo igualmente permanecerá cerrado ya que las cerraduras están ubicadas internamente y no pueden ser forzadas.

- El ingreso al automotor solo se lo puede realizar desactivando las cerraduras electromagnéticas al deslizar la tarjeta que contenga el código correcto por encima de la lectora RFID, que igualmente se encuentra en el interior del vehículo. (Ver Figura 4.37).



Fig. 4.37 Desactivación de las cerraduras electromagnéticas
Elaborado por: El Investigador

- Si se desliza una tarjeta no válida las cerraduras permanecen activadas e inmediatamente se genera el envío de otro mensaje a los números registrados, como se muestra en la Figura 4.38.



Fig. 4.38 Mensaje de aviso enviado por el Sistema
Elaborado por: El Investigador

- En el caso de que no exista cobertura de la red celular para el envío de mensajes, la activación de las cerraduras no se verá afectada.

4.8.2 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Monitoreo

En cuanto al Sistema de Monitoreo se verifico los siguientes aspectos:

- Cuando el vehículo permanece encendido el sistema de Monitoreo no realiza ninguna función, al momento que el auto es apagado el Sistema se activa automáticamente.
- Si se olvida encendido algún dispositivo el Sistema entra en funcionamiento y después de un tiempo determinado realiza una llamada al número definido como se puede observar en la figura 4.39, y luego cuelga automáticamente.
- El tiempo que se define para colgar la llamada debe ser superior a 7 segundos ya que es lo que se tarda la red en realizar la comunicación.
- Si el usuario regresa al vehículo y apaga las luces antes del tiempo que el Sistema espera para realizar la llamada, el sistema regresa a cero.
- Al olvidar encendido dos o más dispositivos, el usuario al regresar solo apaga uno, el Sistema sigue monitoreando el dispositivo que se volvió a dejar encendido y realiza la llamada de aviso.
- Cuando el usuario regresa y enciende nuevamente el vehículo el Sistema de Monitoreo no realiza ninguna acción.
- Después de realizar la llamada de aviso, El sistema vuelve a monitorear el dispositivo hasta que lo apaguen.



Fig. 4.39 Llamada de aviso realizada por el Sistema
Elaborado por: El Investigador

4.9 Presupuesto

El costo del prototipo del Sistema de control y Monitoreo Vehicular se lo detalla en la Tabla 4.18. En la cual se consideraron los módulos, elementos electrónicos, elaboración de la placa, la instalación en el interior del vehículo y además un imprevisto del 5%.

Tabla 4.18 Presupuesto del prototipo

MOTIVO	Descripción	cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Módulos y Dispositivos Electrónicos	ARDUINO UNO	1	\$ 23,00	\$ 23,00
	Módem SIMCOM	1	\$ 55,00	\$ 55,00
	Lector AR-721U	1	\$ 45,00	\$ 45,00
	Relé ARDUINO	1	\$ 4,50	\$ 4,50
	Cerraduras	2	\$ 39,00	\$ 78,00
Elementos Electrónicos	Resistencias, capacitores, fusible, etc.	1	\$ 2,50	\$ 2,50
Reguladores de Voltaje	7805-7809	6	\$ 0,50	\$ 3,00
Conectores y Conexiones	Borneras y Headers	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Cable	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Elaboración de la placa	Baquelita, Papel, estaño, etc.	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Subtotal				\$ 225,00
Instalación				\$ 40,00
Imprevistos 5%				\$ 11,25
Costo total del prototipo:				\$ 276,25

Elaborado por: El Investigador

El costo total de la implementación del prototipo del Sistema de Control y Monitoreo Vehicular utilizando Tecnología RFID y envío de alertas mediante mensajes de texto es de \$ 276,25

En la Tabla 4.19 se realiza una comparativa de costos entre los diferentes Sistemas de Control y Monitoreo con el prototipo realizado.

Tabla 4.19 Costo de los Sistemas de control y Monitoreo Vehicular

SISTEMA	Servicio	Precio Estimativo
Alarma vehicular	Alertar al Usuario	\$ 120
Control Biométricos	Restringir el Acceso al interior	\$ 180
Control de parqueaderos	Restringir el acceso externo	\$ 250
Monitoreo y Rastreo Satelital	Ubicación y localización del Auto	\$ 300
Acceso Vehicular RFID	Controlar el acceso de vehículos	\$ 200
Prototipo de Control y Monitoreo	Restringir el acceso al interior, Monitoreo interno y envío de alertas	\$ 276,25

Elaborado por: El Investigador

El prototipo de Control y Monitoreo Vehicular ofrece varios servicios a la vez y además únicos, los mismos que complementan a los sistemas existentes, razón por la que presenta un leve incremento en el costo, no obstante brinda al usuario mayor tranquilidad y seguridad

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Analizados los Sistemas de seguridad vehicular existentes en la actualidad se determinó que ninguno restringe el acceso indebido al vehículo, debido a que solo previenen mediante alarmas, quedando el vehículo internamente sin protección para acceder al mismo y externamente vulnerable.

- Realizado el monitoreo a los dispositivos electrónicos que posee el vehículo, aplicando la red GSM con el envío de alertas mediante llamadas telefónicas o mensajes, se reduce la probabilidad de que existan descargas de la batería del automóvil y a la vez se alargue la vida útil de la misma. Eliminando el malestar en el usuario producido por quedarse sin energía al momento que desea arrancar el auto.

- Con la construcción e implementación del Sistema de control y monitoreo vehicular se logró incrementar el nivel de seguridad, manteniendo informado inalámbricamente al usuario cuando el vehículo se encuentra en peligro de ser vulnerado y propenso a quedarse sin energía para su encendido.

RECOMENDACIONES

- Incrementar el nivel de seguridad de los vehículos existentes utilizando la tecnología RFID conjuntamente con los servicios de la red GSM, empleando el envío de mensajes de texto vía celular.

- Incentivar la investigación de dispositivos de control de energía en los vehículos con el uso de los beneficios de las tecnologías inalámbricas actuales, acoplándolas con los sistemas existentes.

- Profundizar la investigación en la electrónica automotriz presente, para que a futuro se pueda implementar aplicaciones y servicios, brindando mayor comodidad, tranquilidad y seguridad al usuario.

REFERENCIAS

- [1] CEASI, «Seguridad integral,» 2013. [En línea]. Available: http://www.nuestraseguridad.gob.ec/sites/default/files/comision_INFORME%20OCTUBRE.pdf.
- [2] UNCOMO, «Mantenimiento,» [En línea]. Available: <http://motor.uncomo.com/articulo/como-cuidar-la-bateria-de-mi-coche-20714.html>.
- [3] C. A. Torres Brito, «Universidad Técnica de Ambato-Diseño del Sistema de Alarma para el Monitoreo desde un Terminal Móvil mediante la Red GSM utilizando Mensajes de Texto para la Empresa de Seguridad Sidepro,» 2009. [En línea]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/298>.
- [4] J. Núñez y C. García, «Universidad Politécnica Salesiana-Diseño de un Prototipo de Control de Acceso Aplicando Tecnología RFID, con Protocolo RS485 y Estandar Ethernet,» 2012. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4499>.
- [5] E. Ortiz, M. Ibarra, J. Andrade y D. Almanza, «Universidad de Guanajuato-Acta Universitaria,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/415/pdf>.
- [6] AETIC, «La tecnología RFID: Usos y oportunidades,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.universoabierto.com/3377/la-tecnologia-rfid-usos-y-oportunidades/>.
- [7] P. Mora, «Repositorio Digital Escuela politécnica Nacional,» 2012. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4593>.
- [8] SECO-LARM, «Alarma Vehicular,» [En línea]. Available: <http://www.seco-larm.com/SLI840Sp.htm>.

- [9] R. Arana, «Monitoreo y evaluación,» [En línea]. Available: http://www.pasca.org/userfiles/M1_T7_ARANA_NI.pdf.
- [10] Alse Mexicana, «Control de acceso,» [En línea]. Available: <http://www.alsemexicana.com/control-de-acceso/control-de-acceso.html>.
- [11] globatel Intermec, «Conceptos básicos de RFID,» [En línea]. Available: http://www.inveligent.com/site/library/abc_RFID.pdf.
- [12] Técnicos de planta externa, «Sistemas de Comunicación,» [En línea]. Available: <http://tecnicosdeplantaexterna.blogspot.com/p/sistema.html>.
- [13] Just another WordPress, «Sistemas de Comunicación,» [En línea]. Available: <http://sistemascomunic.wordpress.com/sistemas-de-comunicacion/Sistemas%20de%20comunicaci%C3%B3n>.
- [14] «SISTEMAS DE COMUNICACIONES,» [En línea]. Available: http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/trd/conceptos_basicos_previos.pdf.
- [15] W. Stallings, «Medios de Transmisión Guiados y no Guiados,» de *Comunicaciones y Redes de Computadores*, Séptima ed., Madrid, Pearson Educación, 2004, pp. 97,112,113.
- [16] Wikitel, «Comunicaciones Móviles,» [En línea]. Available: http://wikitel.info/wiki/Comunicaciones_m%C3%B3viles.
- [17] «Contexto general de las comunicaciones Móviles,» de *Principios de Comunicaciones Móviles*, Primera ed., Barcelona, UPC, 2003, pp. 19-20.
- [18] M. C. Boquera España , «Sistemas de Comunicaciones Móviles,» de *Servicios Avanzados de Telecomunicaciones*, Madrid, Díaz de Santos, 2003, pp. 142-145.
- [19] W. Tomasi, «Sistema global para comunicaciones móviles,» de *Sistema de comunicaciones electrónicas*, Cuarta ed., Pearson educación, 2003, pp. 899-900.

- [20] N. Velasco, «SISTEMA EMBEBIDO PARA LA CONEXIÓN DE UN PLC SIEMENS S7-200 A LA RED GSM,» [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GSM.pdf>.
- [21] INNOVACS, «INNOVA Systems group,» 2008-20014. [En línea]. Available: <http://www.innovacs.es/index.html>.
- [22] DOINTECH, «Control de acceso vehicular,» [En línea]. Available: <http://www.dointech.com.co/control-acceso-vehicular.html#beneficios>.
- [23] Silver Lexus, «Control de Accesos,» [En línea]. Available: <http://control-accesos.es/category/lectores/lectores-biometricos>.
- [24] SisControl, «control de acceso,» [En línea]. Available: <http://www.siscontrol.com.ec/software-de-parqueaderos-o-parqueadero-tarifado.html>.
- [25] PROSEGUR, «Rastreo Vehicular,» [En línea]. Available: <http://www.prosegur.com.co/CO/EmpresaseInstituciones/RastreoVehicular-LocalizaciOn/index.htm>.
- [26] GPS Golden, «Monitoreo Vehicular,» [En línea]. Available: <http://www.gpsgolden.com/site/>.
- [27] CASE, «Tecnologías Inalámbricas,» [En línea]. Available: http://www.sase.com.ar/2011/files/2011/02/case2011_submission_15.pdf.
- [28] Iberwave, «Tecnología RFID,» [En línea]. Available: <http://www.iberwave.com/aplicaciones.html>.
- [29] ECOJOVEN, «RFID funcionamiento,» [En línea]. Available: <http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>.

- [30] SOYAL, «AR- 721U,» [En línea]. Available: http://www.sage.com.ar/descargas/manual_721u_661u_721k_en.pdf.
- [31] SOYAL, «AR-721H,» [En línea]. Available: <http://www.soyalaccesscontrol.com/pic/721H-en-855.pdf>.
- [32] HID, «Lector EHRP40-K,» [En línea]. Available: <http://www.hidglobal.mx/products/controllers/edge-evo/ehrp40-k>.
- [33] DAILY, «Lector DL910,» [En línea]. Available: http://www.rfid-in-china.com/2008-11-05/products_detail_2158.html.
- [34] ARDUINO, «Arduino UNO,» [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
- [35] ARDUINO, «Arduino MEGA,» [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>.
- [36] MICROCHIP, «PIC16F876A,» [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>.
- [37] FUNTFLOTANTE S.A., «Módem GSM Y GPRS,» [En línea]. Available: <http://www.puntofotante.net/TUTORIAL-MODEM-GSM-GPRS.htm>.
- [38] GETECH, «Arduino GPRS Shield,» [En línea]. Available: http://www.geetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield.
- [39] WAVECOM, «M1306B,» [En línea]. Available: <http://www.puntofotante.net/GPRS%20WAVECOM%201306B.pdf>.
- [40] PSHOU, «Motorola G24,» [En línea]. Available: <http://hkshanghai-shop.sell.xpshou.com/pz5e84605-gsm-modem-quad-band-with-motorola-g24-module.html>.

ANEXOS

ANEXO 1.- Especificaciones Técnicas del Lector AR-721U

SOYAL

AR-721U/721K/661U

User's Guide

1. Main Features

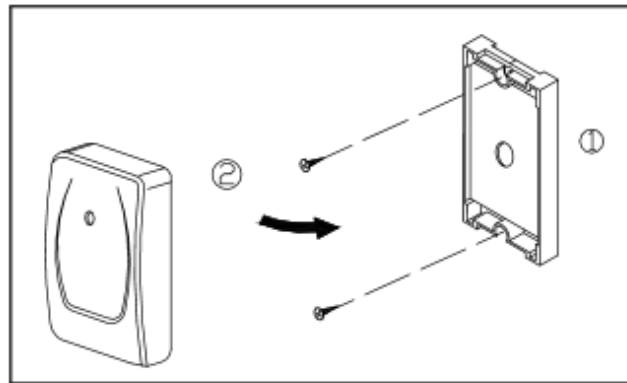
- Easily integrated with soyal or other access control systems.
- Programmable various outputs formats Wiegand, magstripe or serial.
- Built-in watchdog to prevent the system from halting
- A bi-color LED indicator and a beep sound.

Item	AR-721U	AR-721K	AR-661U
Reading Range (Depends on tags)	About 8 cm	About 15 cm	33-60 cm
Output Formats	WG 26 / 34, ABA II, ASYNC 9600, N, 8, 1		
Voltage	9-18VDC		
Current	< 1W	< 2.5W	< 4W
RF Frequency	125KHz		
Environment	-10°C to +50°C		
LED Indicators	●	●	●
Beep Sound	●	●	●
Keypad	X	12 Keys	X
Material	ABS	ABS	ABS
Waterproof	Option	X	●
Dimensions (mm)	80(L)×43(W)×15(H)	112(L)×78(W)×25(H)	230(L)×230(W)×35(H)

2. AR-721U Installation

2.1 Steps

1. Use the screwdriver to screw the mounting plate on the wall.
2. Pull cable ends through the access hole in the mounting plate.
AR-721U must be connected before power is applied to the single door controller.
3. Attach the AR-721U to the mounting plate.
4. Apply power. The red LED will flash once and the beeper will sound.



2.2 Installation Notice

1. AR-721U is narrow enough to mount to most mullions and door frames.
2. Single door controller locate inside the secure area for use as an exit controller, the auxiliary reader locate exterior wall for use as an entrance reader, but not directly behind single door controller. For best reading distance, offset the single door controller and auxiliary reader by about 50 cm above and 12 m below (suggestion value).
3. Normally, AR-721U will read a Card / Key Tag at up to 8 cm. However, when AR-721U reader is mounted directly on a metal surface, the reading distance decreases slightly. To reduce this effect, install wood or plastic between the mounting surface and mounting plate, this will restore most of the reading distance.

2.3 Wiring

Table 1 - Color Coding			
Wire Application	Wire	Color	Description
Power	1	Red	DC Power 12V
	2	Black	DC Power 0V
LED	3	Yellow	LED Red Input (Low Bright)
	4	Brown	LED Green Input (Low Bright)
Wiegand	5	Blue	Wiegand DAT:1
	6	Green	Wiegand DAT:0
Beeper	7	Purple	Beeper Input (Low Sound)
	8	White	Card Present
Beeper	9	Gray	Beeper Output

Output Selection				
Output	WG26	WG34	RS-232	Magnetic (ABA)
34/26	Open	Close	Open	Close
ABA	Open	Open	Close	Close

AR-721U RS-232 Format: (9600,N, 8, 1 SOYAL Format)

DAT:0: TTL Inverted Serial Output.

(Can connect to PC comm port)

DAT:1: TTL Serial Output.

(connect to PC comm. port through RS-232 invert driver)

ANEXO 2.- Especificaciones Técnicas del Atmega 328



ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P

ATMEL 8-BIT MICROCONTROLLER WITH 4/8/16/32KBYTES IN-SYSTEM PROGRAMMABLE FLASH

DATA SHEET

Features

- High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontroller Family
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/512/1KBytes EEPROM
 - 512/1K/1K/2KBytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix® acquisition
 - Up to 64 sense channels
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change

- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 4MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz@2.7 - 5.5.V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
 - Active Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

Comparison Between Processors

The ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P differ only in memory sizes, boot loader support, and interrupt vector sizes. [Table 2-1](#) summarizes the different memory and interrupt vector sizes for the devices.

Table 2-1. Memory Size Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	Interrupt Vector Size
ATmega48A	4KBytes	256Bytes	512Bytes	1 instruction word/vector
ATmega48PA	4KBytes	256Bytes	512Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88A	8KBytes	512Bytes	1KBytes	1 instruction word/vector
ATmega88PA	8KBytes	512Bytes	1KBytes	1 instruction word/vector
ATmega168A	16KBytes	512Bytes	1KBytes	2 instruction words/vector
ATmega168PA	16KBytes	512Bytes	1KBytes	2 instruction words/vector
ATmega328	32KBytes	1KBytes	2KBytes	2 instruction words/vector
ATmega328P	32KBytes	1KBytes	2KBytes	2 instruction words/vector

1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7...6 is used as TOSC2...1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in ["Alternate Functions of Port B" on page 82](#) and ["System Clock and Clock Options" on page 27](#).

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5...0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/ $\overline{\text{RESET}}$

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in [Table 29-11 on page 305](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in ["Alternate Functions of Port C" on page 85](#).

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

The various special features of Port D are elaborated in ["Alternate Functions of Port D" on page 88](#).

ANEXO 3.- Especificaciones Técnicas del SIM900

SIM900
The GSM/GPRS Module for M2M applications

SIM900 GSM/GPRS Module



The SIM900 is a complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT module which can be embedded in the customer applications. Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M application, especially for slim and compact demand of design.

- SIM900 is designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core
- Quad - band GSM/GPRS module with a size of 24mmx24mmx3mm
- SMT type suit for customer application
- An embedded Powerful TCP/IP protocol stack
- Based upon mature and field-proven platform, backed up by our support service, from definition to design and production

General features

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24* 24 * 3 mm
- Weight: 3.4g
- Control via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- SIM application toolkit
- Supply voltage range 3.4 ... 4.5 V
- Low power consumption
- Operation temperature: -30 °C to +80 °C

- Hands-free operation (Echo suppression)
- AMR Half Rate(HR) Full Rate(FR)

Interfaces

- Interface to external SIM 3V/ 1.8V
- analog audio interface
- RTC backup
- SPI interface
- Serial interface
- Antenna pad
- I2C
- GPIO
- PWM
- ADC

Compatibility

- AT cellular command interface

Specifications for fax

- Group 3, class 1

Specifications for data

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- CSD up to 14.4 kbps
- USSD
- Non transparent mode
- PPP-stack

Approvals (in planning)

- CE
- FCC
- ROHS
- PTCRB
- GCF
- AT&T
- IC
- TA

Specifications for SMS via GSM Pin Assignment

/ GPRS

- Point-to-point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Drivers

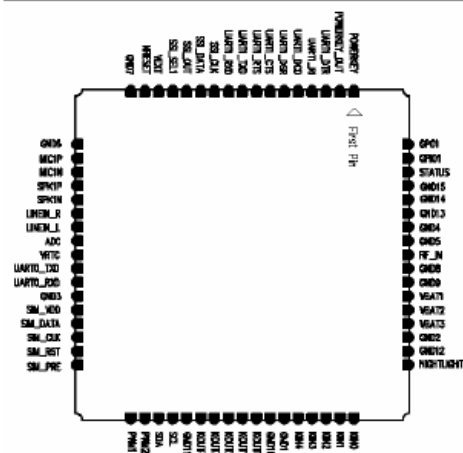
- MUX Driver

Specifications for voice

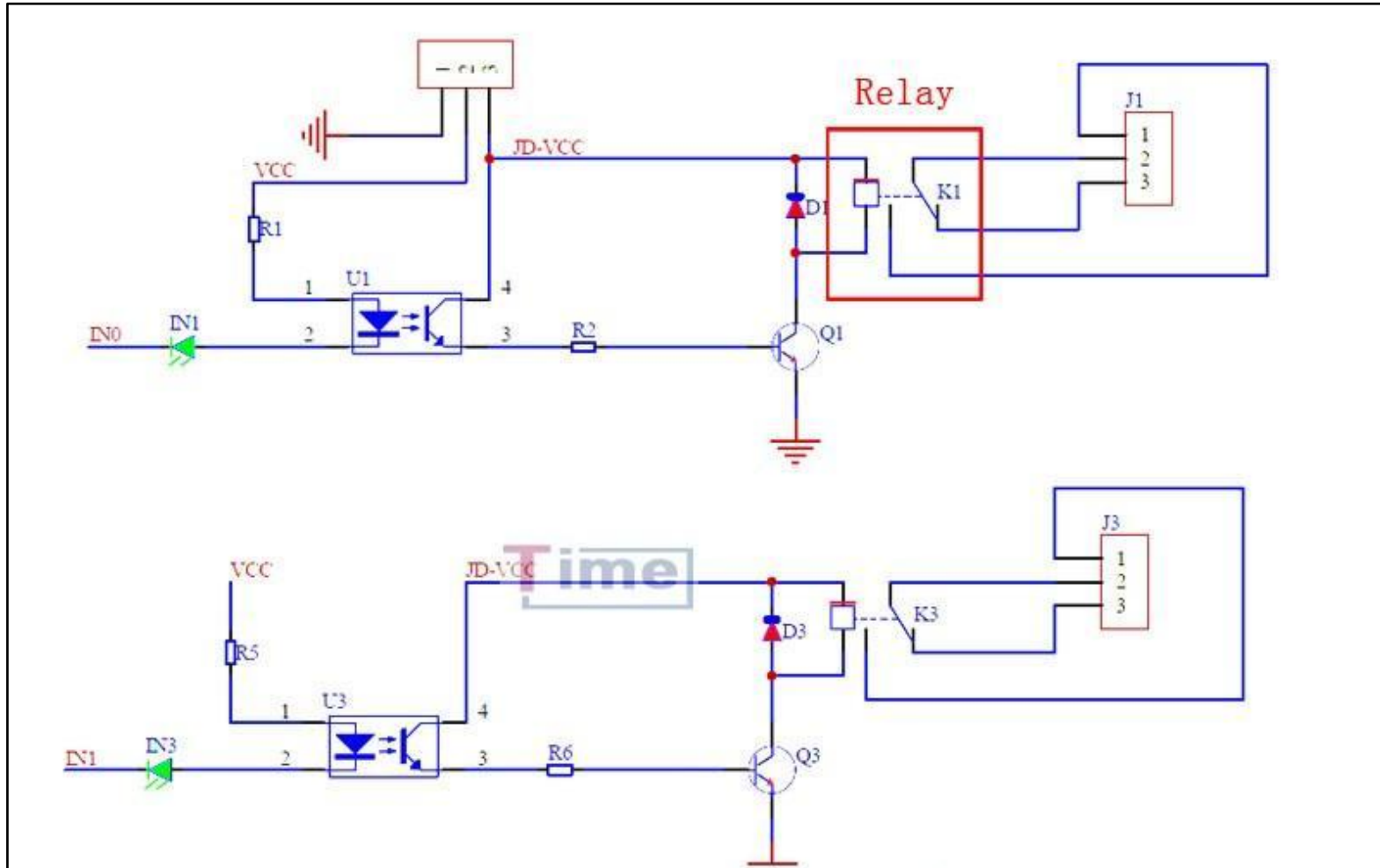
- Tricodec
 - Half rate (HR)
 - Full rate (FR)
 - Enhanced Full rate (EFR)

More about SIM900 module, Please contact:

Tel:+86 21 32523300
 Fax:+86 21 32523301
 Email:simcom@sim.com



ANEXO 4.- Diagrama del módulo relé para ARDUINO



ANEXO 5.- Hoja de Datos del LM78XXA



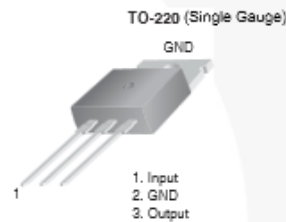
LM78XX / LM78XXA 3-Terminal 1 A Positive Voltage Regulator

Features

- Output Current up to 1 A
- Output Voltages: 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24 V
- Thermal Overload Protection
- Short-Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The LM78XX series of three-terminal positive regulators is available in the TO-220 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. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1 A output current. Although designed primarily as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components for adjustable voltages and currents.



Ordering Information⁽¹⁾

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature	Packing Method
LM7805CT	±4%	TO-220 (Single Gauge)	-40°C to +125°C	Rail
LM7806CT				
LM7808CT				
LM7809CT				
LM7810CT				
LM7812CT				
LM7815CT				
LM7818CT				
LM7824CT	±2%		0°C to +125°C	
LM7805ACT				
LM7809ACT				
LM7810ACT				
LM7812ACT				
LM7815ACT				

Note:

1. Above output voltage tolerance is available at 25°C.

Block Diagram

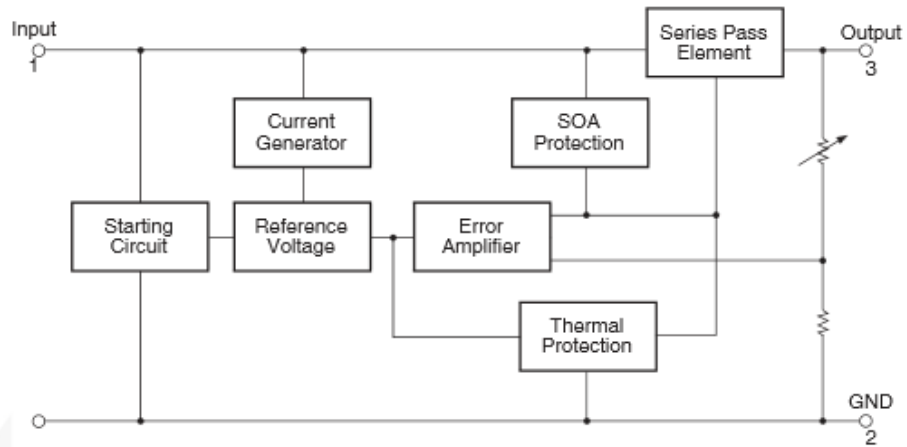


Figure 1. Block Diagram

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	Input Voltage	$V_O = 5\text{ V to }18\text{ V}$	35	V
		$V_O = 24\text{ V}$	40	
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction-Case (TO-220)		5	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction-Air (TO-220)		65	$^\circ\text{C/W}$
T_{OPR}	Operating Temperature Range	LM78xx	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
		LM78xxA	0 to +125	
T_{STG}	Storage Temperature Range		-65 to +150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics (LM7805)

Refer to the test circuit, $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $V_I = 10\text{ V}$, $C_I = 0.1\ \mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.80	5.00	5.20	V
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_O \leq 15\text{ W}$, $V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$	4.75	5.00	5.25	
Regline	Line Regulation ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	4.0	100.0	mV
			$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$	1.6	50.0	
Regload	Load Regulation ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	9.0	100.0	mV
			$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$	4.0	50.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		5	8	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$		0.03	0.50	mA
				0.30	1.30	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³⁾	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^{\circ}\text{C}$
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$		42		μV
RR	Ripple Rejection ⁽³⁾	$f = 120\text{ Hz}$, $V_I = 8\text{ V to }18\text{ V}$	62	73		dB
V_{DROP}	Dropout Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{ A}$		2		V
R_O	Output Resistance ⁽³⁾	$f = 1\text{ kHz}$		15		$\text{m}\Omega$
I_{SC}	Short-Circuit Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $V_I = 35\text{ V}$		230		mA
I_{PK}	Peak Current ⁽³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2.2		A

Notes:

- 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.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7809)

Refer to the test circuit, $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $V_I = 15\text{ V}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.65	9.00	9.35	V	
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_O \leq 15\text{ W}$, $V_I = 11.5\text{ V to }24\text{ V}$	8.60	9.00	9.40		
Regline	Line Regulation ⁽⁸⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{ V to }25\text{ V}$		6	180	mV
			$V_I = 12\text{ V to }17\text{ V}$		2	90	
Regload	Load Regulation ⁽⁸⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$		12	180	mV
			$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$		4	90	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		5	8	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA	
		$V_I = 11.5\text{ V to }26\text{ V}$			1.3		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽⁹⁾	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$		58		μV	
RR	Ripple Rejection ⁽⁹⁾	$f = 120\text{ Hz}$, $V_I = 13\text{ V to }23\text{ V}$	56	71		dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2		V	
R_O	Output Resistance ⁽⁹⁾	$f = 1\text{ kHz}$		17		$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short-Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$		250		mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽⁹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2.2		A	

Notes:

8. 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.
9. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

ANEXO 6.- Código del archivo .cpp para la librería Wiegand

```
1  #include "Wiegand.h"
2
3  unsigned long WIEGAND::_cardTempHigh=0;
4  unsigned long WIEGAND::_cardTemp=0;
5  unsigned long WIEGAND::_lastWiegand=0;
6  unsigned long WIEGAND::_sysTick=0;
7  unsigned long WIEGAND::_code=0;
8  int          WIEGAND::_bitCount=0;
9  int          WIEGAND::_wiegandType=0;
10
11 WIEGAND::WIEGAND()
12 {
13 }
14
15 unsigned long WIEGAND::getCode()
16 {
17     return _code;
18 }
19
20 int WIEGAND::getWiegandType()
21 {
22     return _wiegandType;
23 }
24
25 bool WIEGAND::available()
26 {
27     return DowiegandConversion();
28 }
29
30 void WIEGAND::begin()
31 {
32     _lastWiegand = 0;
33     _cardTempHigh = 0;
34     _cardTemp = 0;
35     _code = 0;
36     _wiegandType = 0;
37     _bitCount = 0;
38     _sysTick=millis();
39     pinMode(D0Pin, INPUT);           // Set D0 pin as input
40     pinMode(D1Pin, INPUT);           // Set D1 pin as input
41     attachInterrupt(0, ReadD0, FALLING); // Hardware interrupt - high to low pulse
42     attachInterrupt(1, ReadD1, FALLING); // Hardware interrupt - high to low pulse
43 }
44
45 void WIEGAND::ReadD0 ()
46 {
47     _bitCount++;                     // Increment bit count for Interrupt connected to D0
48     if (_bitCount>31)                // If bit count more than 31, process high bits
49     {
50         _cardTempHigh |= ((0x80000000 & _cardTemp)>>31); // shift value to high bits
51         _cardTempHigh <<= 1;
52         _cardTemp <<=1;
53     }
54     else
55     {
56         _cardTemp <<= 1;             // D0 represent binary 0, so just left shift card data
57     }
58     _lastWiegand = _sysTick;         // Keep track of last wiegand bit received
59 }
```

```

61 void WIEGAND::ReadD1()
62 {
63     _bitCount++; // Increment bit count for Interrupt connected to D1
64     if (_bitCount>31) // If bit count more than 31, process high bits
65     {
66         _cardTempHigh |= ((0x80000000 & _cardTemp)>>31); // shift value to high bits
67         _cardTempHigh <<= 1;
68         _cardTemp |= 1;
69         _cardTemp <<=1;
70     }
71     else
72     {
73         _cardTemp |= 1; // D1 represent binary 1, so OR card data with 1 then
74         _cardTemp <<= 1; // left shift card data
75     }
76     _lastWiegand = _sysTick; // Keep track of last wiegand bit received
77 }
78
79 unsigned long WIEGAND::GetCardId (unsigned long *codehigh, unsigned long *codelow, char bitlength)
80 {
81     unsigned long cardID=0;
82
83     if (bitlength==26) // EM tag
84         cardID = (*codelow & 0x1FFFFFFE) >>1;
85
86     if (bitlength==34) // Mifare
87     {
88         *codehigh = *codehigh & 0x03; // only need the 2 LSB of the codehigh
89         *codehigh <<= 30; // shift 2 LSB to MSB
90         *codelow >>=1;
91         cardID = *codehigh | *codelow;
92     }
93     return cardID;
94 }
95
96 bool WIEGAND::DOWiegandConversion ()
97 {
98     unsigned long cardID;
99
100     _sysTick=millis();
101     if ((_sysTick - _lastWiegand) > 25) // if no more signal com
102     {
103         if ((_bitCount==26) || (_bitCount==34) || (_bitCount==8)) // bitCount for keypress=8, Wiegand 26=26, Wiega
104         {
105             _cardTemp >>= 1; // shift right 1 bit to get back the real value - interrupt done
106             if (_bitCount>32) // bit count more than 32 bits, shift high bits right to make ad
107                 _cardTempHigh >>= 1;
108
109             if((_bitCount==26) || (_bitCount==34)) // wiegand 26 or wiegand 34
110             {
111                 cardID = GetCardId (&_cardTempHigh, &_cardTemp, _bitCount);
112                 _wiegandType=_bitCount;
113                 _bitCount=0;
114                 _cardTemp=0;
115                 _cardTempHigh=0;
116                 _code=cardID;
117                 return true;
118             }

```

```

118     }
119     else if (_bitCount==8)           // keypress wiegand
120     {
121         // 8-bit Wiegand keyboard data, high nibble is the "NOT" of low nibble
122         // eg if key 1 pressed, data=E1 in binary 11100001 , high nibble=1110 , low nibble
123         char highNibble = (_cardTemp & 0xf0) >>4;
124         char lowNibble = (_cardTemp & 0x0f);
125         _wiegandType=_bitCount;
126         _bitCount=0;
127         _cardTemp=0;
128         _cardTempHigh=0;
129
130         if (lowNibble == (~highNibble & 0x0f))           // check if low nibble matches the
131         {
132             if (lowNibble==0x0b)                         // ENT pressed
133             {
134                 _code=0x0d;
135             }
136             else if (lowNibble==0x0a)                     // ESC pressed
137             {
138                 _code=0x1b;
139             }
140             else
141             {
142                 _code=(int)lowNibble;                     // 0 - 9 keys
143             }
144             return true;
145         }
146     }
147 }
148 else
149 {
150     // well time over 25 ms and bitCount !=8 , !=26, !=34 , must be noise or nothing then.
151     _lastWiegand=_sysTick;
152     _bitCount=0;
153     _cardTemp=0;
154     _cardTempHigh=0;
155     return false;
156 }
157 }
158 else
159     return false;
160 }

```