

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

ALARMA INALAMBRICA INMOVILIZADORA PARA AUTOMOVIL VIA CELULAR

**PRESENTA:**

NAYELI LOPEZ MARTINEZ

**ESPECIALIDAD:**

INGENIERÍA ELECTRONICA

**ASESOR INTERNO:**

ING. RAUL MORENO RINCON

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A 1 DE JUNIO DEL 2015

## CONTENIDO

1.1.-INTRODUCCION.....	4
1.2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.-JUSTIFICACION .....	6
1.4.-OBJETIVO GENERAL.....	7
1.5.-OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	7
1.6.-ALCANCE Y LIMITACIONES .....	8
1.7.-HIPOTESIS.....	9
1.8.-ESTADO DEL ARTE .....	10
SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	10
SISTEMAS INMOVILIZADORES .....	13
2.1.- MICRO CONTROLADOR ATMEGA328.....	20
2.2- MODULO NRF24L01 .....	24
2.3.- REGULADOR DE TENSION .....	28
3.1.-DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO (HARDWARE) .....	31
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO (SOFTWARE) .....	41
3.3.-RESULTADOS .....	52

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## 1.1.-INTRODUCCION

La presente investigación tiene como tema principal el desarrollo de una “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóvil vía celular”.

Con la ola de violencia que se desencadena en el robo de automóviles y que día va en crecimiento, es necesario tomar cartas en el asunto. Toda esta violencia se vive a diario en los noticieros, periódicos, incluso en carne propia, nadie esta a salvo de este y otros delitos. Con esa inquietud se despierta el interés de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera, en un proyecto que ayude a disminuir el delito en este ámbito. De aquí se parte para determinar el planteamiento del problema, los objetivos a alcanzar y su respectiva justificaciones, para poder desarrollar este proyecto que ayude a la sociedad a evitar en lo más posible el robo de automóviles; ya que el automóvil ocupa el segundo patrimonio familiar más importante después de la casa.

Es muy importante que se fomente el interés por este problema, ya que no solo se vive en México, sino que es un detalle a nivel Mundial.

En el presente escrito se desarrolla en primer término los aspectos generales, que se desglosa en planteamiento del problema, objetivos, justificación, alcances y limitaciones, hipótesis, y estado del arte.

Posteriormente en el Capítulo 2, se verá el estudio de los fundamentos teóricos que avalan este proyecto así como las características principales de los dispositivos base en los diseños realizados.

En el capítulo 3 presentamos los procedimientos y actividades realizadas utilizando el método científico y los resultados obtenidos durante el proceso, por ultimo en el capítulo 4 vemos las conclusiones alcanzadas.

## 1.2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de la implementación de la “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóviles vía celular” se están considerando diferentes contrariedades que se planean abatir y que a continuación se detallaran.

En la actualidad la industria automotriz busca prevenir el robo de automóviles usando diversas tecnologías, situación que ha ido evolucionando con el paso del tiempo hasta tener los sistemas inmovilizadores.

El cableado en un automóvil, ha sido considerado un problema de estética y daño durante su instalación, por lo que muchos usuarios se resisten a la instalación de alarmas vehiculares, además resulta ineficaz al momento de la detección de alguna falla automotriz, por lo que abordamos como un aspecto fundamental la reducción del cableado en nuestro sistema, durante la instalación, ya que es un prototipo basado en tecnologías inalámbricas, para la comunicación de los diferentes módulos electrónicos que lo conforman, permitiendo así una instalación más rápida y estética e intercambio de módulos dañados en su mantenimiento.

En América Latina se ha incrementado este problema socio-delictivo, es el llamado ‘delito de robo vehicular’. De acuerdo con indicadores del Observatorio Hemisférico de Seguridad, de la Organización de los Estados Americanos (OEA), en México se han estado planeando estrategias para frenar el incremento desmedido de este crimen. El reporte anual sobre percepción ciudadana que realiza el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) revela que éste es el tercer delito más cometido en el estado de México; saber qué sucede con el vehículo robado y la posibilidad de recuperarlo son dos de las mayores preocupaciones que se tienen en mente al momento de comprar un automóvil.

### 1.3.-JUSTIFICACION

En el territorio mexicano el robo de vehículos es un delito que ha ido cobrando mayor impacto y ha aumentado considerablemente, esto se refleja en las estadísticas que realizaron el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) en su reporte anual de 2013, y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La mayoría de los vehículos actuales, vienen equipados de fábrica con un sistema de seguridad antirrobo, que bloquea generalmente el arranque del motor. Desde el punto de vista de su activación también tenemos varios tipos de alarmas: Llave transponder, comando remoto Infrarrojo y teclado numérico.

La característica principal del prototipo “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóviles vía celular” que proponemos, es su capacidad de comunicar un arreglo de sensores y actuadores de manera inalámbrica y en base a la información obtenida por el sistema pueda llevar a cabo acciones de aviso y bloqueo, las cuales podemos aplicarlas en el seguro de las puertas, encender luces y bocina, cortar el suministro de combustible al motor, etc. previniendo así un arranque no autorizado.

Los sistemas de alarmas que existen en el mercado oscilan entre los \$1,500 a \$11,000 pesos, dependiendo de sus características, el prototipo de la “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóviles vía celular” tiene como objetivo ser una opción con un precio accesible y una tecnología innovadora.

Analizando la información del planteamiento del problema se considero que la creación de una “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóviles vía celular” es una opción viable para disminuir el robo vehicular, ya que la demanda de los sistemas de alarma se han incrementado debido al continuo crecimiento de robos del parque vehicular, además que este dispositivo cuenta con la innovación de ser inalámbrica lo que permite una instalación rápida, estética y sustentable.

#### 1.4.-OBJETIVO GENERAL

Diseñar y fabricar una alarma automotriz inmovilizadora vía celular.

#### 1.5.-OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los dispositivos y tecnologías disponibles que son relevantes para el proyecto.
- Diseñar y construir una propuesta de prototipo que cumpla con lo especificado.
- Realizar pruebas y ajustes de diseño.
- Presentar un análisis de los resultados obtenidos durante la fase diseño y rediseño del prototipo.

---

## 1.6.-ALCANCE Y LIMITACIONES

### ALCANCES

- Fabricación de un prototipo inicial.
- Máximo para 4 puntos susceptibles de robo en un vehículo.
- Inmovilización del vehículo bloqueando un punto de marcha.

### LIMITACIONES

- Su alimentación depende del sistema eléctrico del vehículo.
- No impide violaciones o daños en el vehículo de puntos no considerados.



### 1.7.-HIPOTESIS

Es factible diseñar, construir e implementar una “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóviles vía celular” que detecte violaciones en puntos controlados y evite la puesta en marcha del vehículo en función de la información obtenida.

## 1.8.-ESTADO DEL ARTE

### SISTEMAS DE SEGURIDAD

#### APERTURA DE PUERTAS

El sistema más conocido para la apertura de puertas desde su salida al mercado del automóvil es la manija, con ayuda de un mecanismo permite la apertura de la puerta. En el transcurso del tiempo ha servido la llave como dispositivo de seguridad, pero en la actualidad es posible violar la cerradura.

A principios de los 90's Ford Motor Company, lanzo un sistema de codificación para la liberación de seguros eléctricos de puertas en modelos como Gran Marquis, Cougar, Taurus, Explorer, teniendo este sistema una gran deficiencia que consistía en que si alguien ajeno oprimía un numero, este se quedaba almacenado, para cuando llegaba el propietario e introducía su código, no lo aceptaba, puesto que ya se había almacenado un numero, lo que causaba que el propietario usara su llave para abrir, así mismo si se llegaba a descomponer la reparación no era viable.

En la actualidad todos los tipos de sistemas de seguridad han tenido un gran avance tecnológico debido a que el robo es un problema de suma importancia a nivel mundial.

Se está introduciendo el control remoto para la apertura de las puertas; ya que proporciona comodidad y seguridad, puesto que no es tan fácil duplicar la frecuencia.

A continuación se mostraran algunas de las marcas más reconocidas que distribuyen sistemas de seguridad para automóviles:

Bunker.  
Alpine.  
Golden bat.  
American accesories.  
Internet modelo USA.  
Cobra 3190.  
Clifford concept 200.  
Hornet.  
Viper.

Xtreme.  
Spider.  
Prestige.  
Protec V4.  
Cyber.  
Crimme stoppere.  
Valet.  
Kaori.  
Point P-1.

Como se puede notar las marcas anteriormente mostradas son de origen extranjero y ninguna mexicana, teniendo en cuenta que la seguridad que ofrecen es limitada ya que no son hechas principalmente para los índices delictivos de México.

A continuación se mencionan sistemas de seguridad para automóviles que son comerciales y ofrecen diversas formas de protección.

### **PAGERS**

También denominados localizadores de estado del automóvil, estos como su nombre lo indican muestran lo que le puede estar pasando al automóvil a una determinada distancia.



Si un automóvil está equipado con uno de estos accesorios y se encuentra en un lugar desde el cual el propietario no puede escuchar la sirena de la alarma, el pager le indicara si el automóvil fue violado en alguna de sus puertas, cofre o cajuela y de igual forma, mediante un sensor de golpes le avisara si alguna ventana está siendo golpeada.

### **ALARMA DE DOS VIAS**

Estos sistemas incluyen algún tipo de comunicación hacia el automóvil de manera permanente y depende siempre de un área de cobertura o de un rango de alcance. Estos sistemas utilizan un control remoto que es un transmisor y receptor a la vez, y que en su display de cristal liquido muestra gráficamente el estado del automóvil.

Así se puede ver si los seguros eléctricos se encuentran cerrados o abiertos, si el sistema esta activado, o si se encuentra en valet. Además, al momento de una intrusión, alerta por medio de un pitido o vibraciones, de que el sistema ha sido violentado e inmediatamente muestra la intrusión en el display, y podemos apreciar que puerta abrieron, cofre o cajuela, o si fue un golpe o cristalazo.

Estos equipos incluyen sistemas estándar de comodidad como lo es el arranque de motor a control remoto y obviamente todas las opciones esperadas como son los cortacorrientes, el sensor de golpes, etc. Con un rango de alcance de 600 metros.



### **LLAVE DIGITAL**

Recientemente, se dio a conocer un último invento: una llave para automóvil que puede personalizarse con las huellas digitales del conductor.

Su tamaño es de la mitad de una tarjeta de crédito, puede almacenar cien huellas y su función es prevenir robos.



### **SISTEMAS DE PRESENCIA**

No permiten el avance del automóvil, si intentan robarlo cuando se encuentra estacionado. Esto es con la ayuda de un sensor, el cual al ser detectado activa los sistemas eléctricos del automóvil, permitiendo el arranque.



## SISTEMAS INMOVILIZADORES

La mayoría de los vehículos actuales, vienen equipados de fábrica con un sistema de seguridad antirrobo, que bloquea generalmente el arranque del motor. Existen varios tipos:

- Llave Transponder
- Comando remoto Infrarrojo
- Teclado numérico

### **INMOVILIZADOR TRANSPONDER**

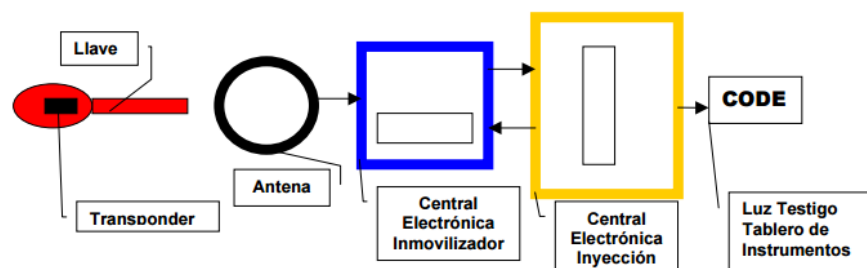
El mercado exige automóviles cada vez más seguros, tanto desde el punto de vista de la seguridad activa como de la pasiva, pero también preocupa la seguridad de los bienes depositados en el interior y la dificultad que opone para ser robado. Por estas razones y otras de carácter legal en determinados países, los fabricantes de automóviles incorporan a los mismos sistemas que garanticen que solo el usuario autorizado pueda hacer uso del vehículo.

Uno de los sistemas más utilizados es el inmovilizador de tipo transponder, debido a su alto grado de inviolabilidad y el que no requiere por parte del usuario, otra manipulación en su funcionamiento que no sea la del simple hecho de accionar la llave de arranque.

¿Qué es un inmovilizador con transponder?

El inmovilizador con transponder es un sistema que solo permite el arranque del vehículo con las llaves autorizadas. Intentarlo con cualquier otra llave implica que el motor arranca, pero solo funciona durante algunos segundos (en la mayoría de los casos). La causa es que su funcionamiento se basa en el bloqueo de la unidad de mando del motor, que si no se dan las circunstancias adecuadas, no excita el relé de la bomba de combustible y no activa ni a los inyectores ni a la etapa de potencia del encendido.

¿Cómo funciona un inmovilizador con transponder?



Existen diversas versiones de inmovilizador que presentan diferencias en algunos componentes, pero básicamente los principios de funcionamiento son muy parecidos. En el sistema de inmovilizador con transponder, la llave incorpora un pequeño chip insertado en el mango de la misma y que emite un código por radiofrecuencia en el momento en que se acciona el contacto. Este código es captado por una antena o unidad lectora, normalmente ubicada en el conmutador de arranque. El código captado por la unidad lectora es enviado a la unidad de mando del inmovilizador, que procede a compararlo con el que tiene memorizado. Simultáneamente la unidad de mando del motor envía a su vez a dicha unidad el código que le corresponde, y que también es comparado con el memorizado. La unidad de mando del inmovilizador autoriza el arranque a la unidad de mando del motor cuando los códigos emitidos por la llave y por la unidad de mando del motor coinciden con los almacenados en su memoria durante el proceso de grabación. En el caso de que uno de los dos códigos no coincida, la unidad de mando del motor pierde la autorización de arranque y el motor se para aproximadamente a los dos segundos de haberse iniciado el arranque. Estos dos segundos en los que el motor arranca son necesarios porque la autorización y el código circulan por un único cable entre las unidades de mando del inmovilizador y del motor.

Como es lógico, estos sistemas permiten la adaptación de varias llaves y la sustitución de algún componente averiado aplicando los procedimientos correspondientes. En algunos casos será necesaria la utilización de equipos especiales y en otros bastará con el empleo de una llave maestra. Como queda establecido, el inmovilizador no requiere para su funcionamiento ninguna intervención por parte del usuario del automóvil que no sea la de accionar la llave de contacto de la forma habitual, tanto es así, que en muchos casos el cliente no relaciona el hecho de que el motor no arranca con la presencia de este sistema. El mecánico lo debe tener claro: si el motor arranca bien, funciona bien durante dos segundos y se para enseguida, es muy probable que la causa radique en un inmovilizador con problemas.

¿Qué elementos intervienen en el inmovilizador?

El sistema inmovilizador con transponder está compuesto de los siguientes componentes: Llaves con un chip insertado en el mango de las mismas, y que no presentan ninguna diferencia con otros tipos de llaves. En algunas marcas se emplea además una llave maestra o llave de programación que por lo general es de distinto color. Ninguna de estas llaves necesita pilas para su funcionamiento.



Unidad lectora, que actúa como fuente de alimentación y como antena. Tiene forma de anillo y está colocada en la parte superior del contactor de la llave de contacto.



Unidad de mando del inmovilizador, situada usualmente cerca de la columna de dirección, bajo el tablero. Existe la tendencia a incluirla dentro de otros componentes, como por ejemplo el cuadro de instrumentos o junto con la misma antena.



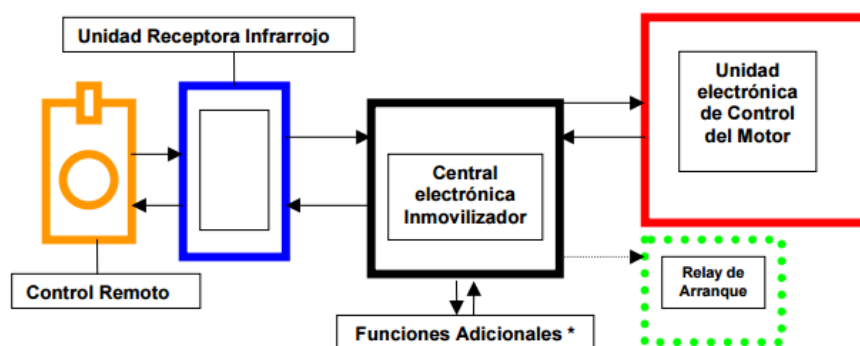
### **SISTEMA INMOVILIZADOR CON CRIPTOTRANSPONDER**

La versión de inmovilizador dotada de cripto transponder solo presenta una única diferencia con respecto al inmovilizador que no lo tiene. Esta diferencia radica en el tipo de comunicación que hay entre el transponder de la llave y la unidad del inmovilizador. Como se ha explicado, en las primeras generaciones el código enviado por el transponder de la llave es siempre el mismo, y este es comparado con el memorizado. En el sistema cripto transponder se añade un nuevo código y es memorizado por el transponder durante la inicialización del sistema. Peugeot es una de las marcas que utiliza este tipo de tecnología. Cada vez que se acciona el encendido, ya no se envía este código, sino una clave que se obtiene a partir de la combinación del mismo con un número aleatorio creado cada vez que hay una nueva transmisión. Dado que este código es imposible de ser conocido, es muy difícil hacer copias de las llaves, aumentando por lo tanto la seguridad del sistema.

### INMOVILIZADOR CON COMANDO REMOTO INFRA ROJO

Ciertos vehículos como algunos Renault y Rover utilizan un control remoto que emite una señal para habilitar el arranque del motor además de destrabar y trabar las puertas. Estos controles remoto no deben confundirse con los que solo manejan la traba de las puertas. Una fuente de información importante para identificar qué tipo de control posee un vehículo, es el manual del propietario que normalmente se entrega junto con la documentación al comprar el mismo. Incluso en dicho manual podrá encontrar información de suma importancia en lo referente a la puesta en marcha de emergencia en caso de extravío de la llave o el transponder. El control remoto puede estar incorporado en el mango de la misma llave (Renault) o puede ser un control separado (Rover y Chrysler).

En este caso no existe antena. La unidad lectora es un receptor del código infrarrojo a veces ubicado en el plafón del espejo retrovisor. El sistema se completa con la central electrónica del inmovilizador que puede manejar o no el cierre centralizado y a distancia de las puertas. EL sistema puede actuar sobre el bloqueo electrónico de la unidad de control (Renault) o solamente sobre el relay principal (caso Rover) que inhibe al motor de arranque. Cada marca tiene su forma de avisar al conductor si el sistema está en modo bloqueo.



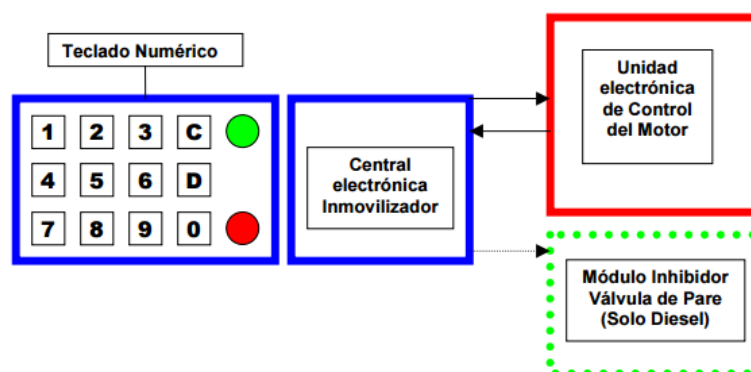
Funciones adicionales: Se refiere a que algunos sistemas manejan directa o indirectamente el sistema de cierre centralizado de puertas e incluso alarmas sonoras y visuales (Mediante el encendido de las luces y el funcionamiento intermitente de la bocina o sirena).



### INMOVILIZADOR CON TECLADO NUMERICO

Es factible encontrar en algunos Peugeot 406 y 306 de origen francés, un teclado en el habitáculo cercano a la ubicación del conductor.

Por ejemplo el Peugeot 306 Turbo Diesel lo trae visible en la consola central mientras que el Peugeot 406 puede traerlo bajo el volante del lado izquierdo abriendo una tapa semejante a un acceso a la central portafusibles. El propietario del vehículo debe ingresar tecleando un código de 4 dígitos cada vez que intente dar arranque al motor. El bloqueo también es por inhibición de la válvula de paro en los diesel convencionales y por bloqueo de la unidad de control en los vehículos con inyección electrónica diesel.



Las ventajas del sistema es que con solo recordar el código numérico es posible darle arranque con la llave convencional al motor. Otra ventaja es la simplicidad del sistema ya que no hay receptores ni emisores de señales por radiofrecuencia como en el caso de los transponders o de infrarrojos. Las desventajas son la necesidad de tener que ingresar el código cada vez que se desea poner en marcha el motor y que si olvida la clave de acceso será necesario reemplazar varios componentes costosos del sistema.

## INTERFACE SERIAL PERIFERICA (SPI)

El Bus SPI (Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicaciones, usando principalmente para la transferencia, de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de interfaz de periféricos serie o bus SPI es un estándar para controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie regulado por un reloj.

Incluye una línea de reloj, dato entrante, dato saliente, y un pin de chip select, que conecta o desconecta la operación del dispositivo con el que uno desea comunicarse. De esta forma, permite multiplexar las líneas de reloj.



### Operacion

El SPI es un protocolo síncrono. La sincronización y la transmisión de datos se realizan por medio de 4 señales:

- SCLK o SCK (clock): Es el pulso que marca la sincronización. Con cada pulso de este reloj, se lee o se envía un bit.
- MOSI (Master Output Slave Input): Salida de datos del Master y entrada de datos al slave.
- MISO (Master Input Slave Output): salida de datos del Slave y entrada de datos al Master.
- CSN o SS/Slave Select. Para seleccionar un Slave, o para que el Master le diga al Slave que se active.

## **CAPITULO II**

# **FUNDAMENTOS TEORICOS**

## 2.1.- MICRO CONTROLADOR ATMEGA328

Un micro controlador (abreviado  $\mu\text{C}$  o MCU) es un circuito de muy alta escala de integración, que contiene las partes funcionales de un computador:

- CPU (Unidad de procesamiento central).
- Memorias volátiles (RAM) para datos.
- Memorias no volátiles (EEPROM) para escribir el programa.
- Líneas de entrada y salida.
- Algunos periféricos (comunicación serial, temporizador, convertidor A/D).

El ATmega328 es un circuito integrado de alto rendimiento, basado en un micro controlador RISC, combinando 32 KB IPS flash en una memoria con la capacidad de leer mientras escribe, 1 KB de memoria EEPROM, 2 KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles, contadores con modo de comparación, interrupciones internas y externas, programador de modo USART, una interface serial orientada a byte de 2 cables, SPI puerto serial, 6 canales, 10-bit, conversor A/D, "watch dog timer" programable con oscilador interno y cinco modos de ahorro de energía.

TABLA 1

<b>Características del ATmega328</b>	
Micro controlador	Atmel ATmega328
Voltaje de operación (nivel lógico)	5 Volts
Voltaje de alimentación (recomendado)	7 – 12 Volts
Voltaje de entrada (limites)	6 – 20 Volts
I/O digitales (6 salidas PWM)	14
Entradas analógicas	8
Corriente DC por pin I/O	40 mA
Memoria Flash	32 KB (2 KB usados por bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHZ
Dimensiones	45 mm x 18 mm

## Características físicas

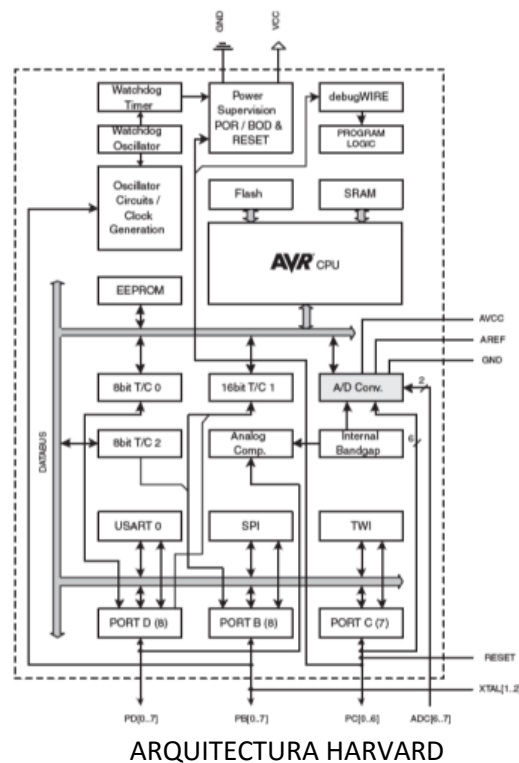
### Arquitectura

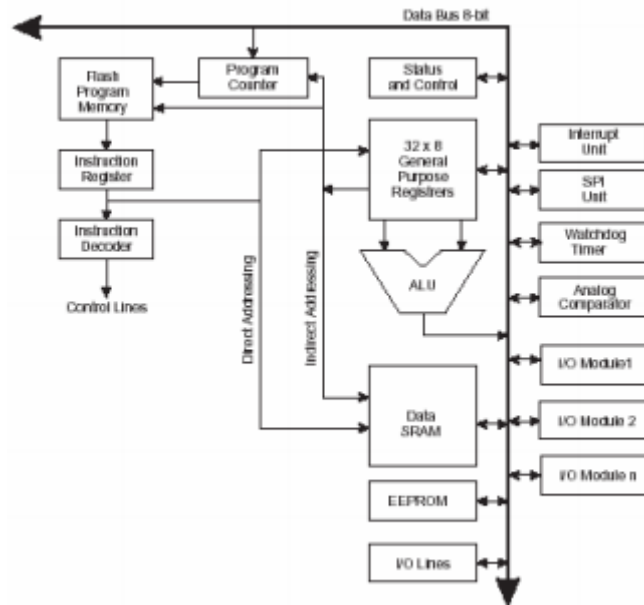
El ATmega328 es de 8 bits, su procesador presenta características avanzadas de tipo RISC (Computador con conjunto de instrucciones reducidas), el objetivo de esta arquitectura es facilitar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones y reducir los accesos a memoria.

- CPU (unidad central de procesos)

La función del CPU es controlar la operación del micro controlador, permitiendo la ejecución correcta del programa, habilitando el acceso a las memorias, controlar los periféricos y manejar las interrupciones.

Para obtener un mejor paralelismo, el AVR, utiliza la arquitectura Harvard, gracias a ella se puede acceder de forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la memoria de instrucciones.





ARQUITECTURA AVR

Diagrama

### ATmega328P-PU

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)	A5
D0 (PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)	A4
D1 (PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)	A3
D2 (PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)	A2
D3 (PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)	A1
D4 (PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)	A0
VCC	7	22	GND	
GND	8	21	AREF	
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC	
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)	D13
D5 (PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)	D12
D6 (PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)	D11
D7 (PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)	D10
D8 (PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)	D9

- Tipos de memoria

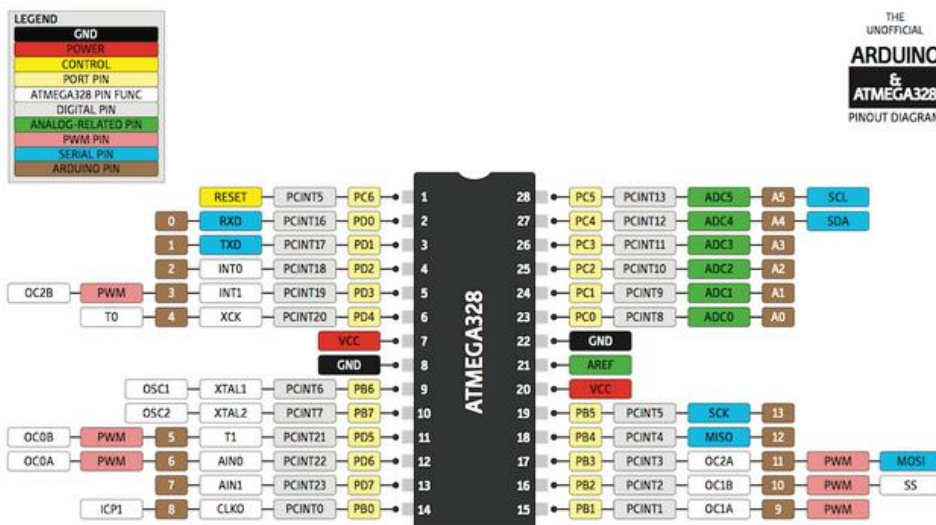
Memoria RAM: Memoria de acceso aleatorio, en esta memoria se guardan los datos que se están utilizando en el momento presente. El almacenamiento es considerado temporal porque los datos permanecen en ella mientras la memoria tiene fuente de alimentación.

Memoria EEPROM: es de solo lectura, programable y borrable eléctricamente. Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabado y bajo el control de un programa de un PC, y puede hacerse con el micro controlador instalado en el circuito. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y borrado.

Memoria FLASH: No es volátil, de bajo consumo y puede grabarse y borrarse eléctricamente. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos energía y es más pequeña. La memoria flash también puede programarse en circuito, es decir, sin tener que sacar el circuito integrado de la tarjeta, además, es más rápida, tiene mayor densidad y tolera más ciclos de escritura/borrado que la EEPROM.

- Periféricos de entrada y salida:

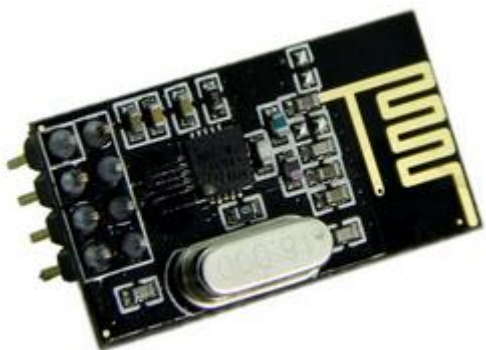
Cada uno de los 28 pines digitales del micro controlador puede ser usado como entrada o salida, usando funciones: *pinMode()*, *digitalWrite()*, y *digitalRead()*. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia interna desconectada por defecto de 20 – 50 KΩ.



TRANSCÉPTOR  
NRF24L01

## 2.2- MODULO NRF24L01

Es un radio transceptor que opera a 2.4GHz con un motor de protocolo de banda base incrustado, adecuada para aplicaciones inalámbricas de ultra bajo consumo de energía. El NRF24L01 está diseñado para el funcionamiento en la banda de frecuencia ISM. Desde los 2.4 a 2.4835 GHz, se puede diseñar un sistema de radio utilizando el NRF24L01, un MCU (micro controlador) y unos pocos componentes externos pasivos.



Este modulo puede comunicarse con otros y ambos pueden enviar y recibir información, al contrario de los módulos mas económicos unidireccionales, estos módulos pueden enviar y recibir información al mismo tiempo.

El circuito integrado NRF24L01, esta preparado para gestionar comunicación inalámbrica entre uno o varios módulos del mismo tiempo, cuenta con buffers de entrada y salida un modo de corrección de errores por auto retransmisión y varias características especiales.

Se pueden comunicar varios módulos a la vez y hacer redes entre ellos.

Para poder comunicar dos módulos entre si debe coincidir la dirección de 16 bits además del canal de transmisión que se puede seleccionar entre 125 opciones, esto permite que la comunicación se muy segura, además de que se puede seleccionar una dirección para transmitir y otra para recibir datos, lo que también permite crear varios tipos de redes en el mismo entorno sin pérdidas de datos.

El NRF24L01 puede operar y configurarse a través de un interfaz periférico serial (Comunicación SPI). Por medio de esta interfaz se puede manipular el mapa de registros, el mismo que contiene todos los registros de configuración del NRF24L01 a los que puede ser accesado en todos los modos de funcionamiento del chip, lo que permite alcanza velocidades de transmisión muy altas.



- Interfaz periférica serial (SPI)

Es un bus de tres líneas, sobre el cual se transmiten paquetes de información de 8 bits. Cada una de estas tres líneas porta la información entre los diferentes dispositivos conectados al bus. Cada dispositivo conectado al bus puede actuar como transmisor y receptor al mismo tiempo, por lo que este tipo de comunicación serial es full dúplex. Dos de estas líneas transfieren los datos (una en cada dirección) y la tercer línea es la del reloj.

Algunos dispositivos solo pueden ser transmisores y otros solo pueden ser receptores, generalmente un dispositivo que transmite datos también puede recibir.

Los dispositivos conectados al bus son definidos como maestros y esclavos. Un maestro es aquel que inicio la transferencia de información sobre el bus y genera las señales de reloj y control.

Un esclavo es un dispositivo controlado por el maestro. Cada esclavo es controlado sobre el bus a través de una línea selectora llama **CHIP SELECT** o **SELECT SLAVE**, por lo tanto es esclavo es activado solo cuando esta línea es seleccionada. Generalmente una línea de selección es dedicada para cada esclavo.

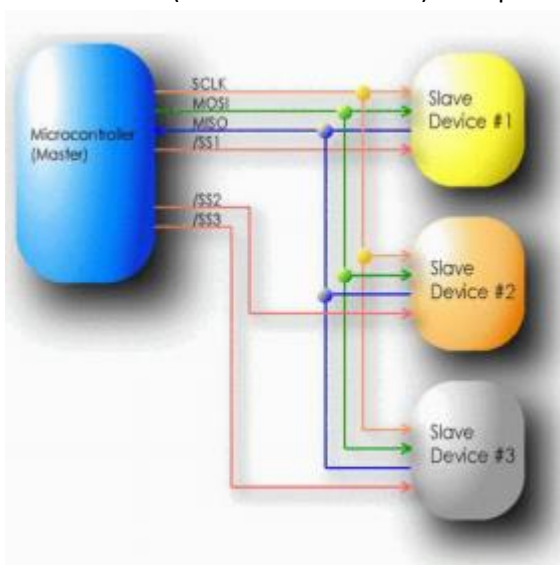
- Especificaciones del bus

Todas las líneas del bus transmiten la información sobre una sola dirección

La línea de reloj (**SCLK**) es generada por el maestro y sincroniza la transferencia de datos.

La línea MOSI (**Master Out Slave In**) transporta los datos del maestro hacia el esclavo.

La línea MISO (**Master In Slave Out**) transporta los datos del esclavo hacia el maestro.



- Características NRF24L01

Radio frecuencia:

- ✚ Opera en la banda ISM de 2.4GHz.
- ✚ 126 canales de RF.
- ✚ Pines de RX y TX comunes.
- ✚ Modulación GFSK.
- ✚ Tasa de transferencia de datos 2650Kbps, 1 y 2 Mbps.
- ✚ 1MHz de separación entre canales a 1Mbps para que no se sobrepongan los canales.
- ✚ 2MHz de separación entre canales a 2Mbps para que no se sobrepongan los canales.

Transmisor:

- ✚ Potencia de salida programable: 0, -6, -12, o -18dBm.
- ✚ 11.3mA a 0 dBm de potencia de salida.

Receptor

- ✚ Filtros de canal integrados.
- ✚ Corriente de 13.5mA a 2Mbps.
- ✚ -82dBm de sensibilidad a 2Mbps.
- ✚ -85dBm de sensibilidad a 1Mbps.
- ✚ -94dBm de sensibilidad a 250kbps.

Sintetizador de RF:

- ✚ Sintetizador completamente integrado.
- ✚ VCO con diodo varactor o resonador.
- ✚ Utiliza cristal de 16MHz.

- Aplicaciones

Una de las aplicaciones de la radiofrecuencia son las radiocomunicaciones: es una forma de telecomunicación que se realiza a través de ondas de radio u ondas hertzianas, la que a su vez está caracterizada por el movimiento de los campos eléctricos y campos magnéticos. La comunicación vía radio se realiza a través del espectro radioeléctrico cuyas propiedades son diversas dependiendo de su bandas de frecuencia. Así tenemos bandas conocidas como baja frecuencia, media frecuencia, alta frecuencia, muy alta frecuencia ultra alta frecuencia, etc. En cada una de ellas, el comportamiento de las ondas es diferente.

Aunque se emplea la palabra radio, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidos en esta clase de emisiones de radiofrecuencia.

- Transmisión y recepción de datos

Una onda de radio se origina cuando una partícula cargada (por ejemplo, un electrón) se excita a una frecuencia situada en la zona de radiofrecuencia (RF) del espectro electromagnético. Otros tipos de emisiones que caen fuera de la gama de RF son los rayos gamma, los rayos X, los rayos infrarrojos, los rayos ultravioleta y la luz.<sup>2</sup>.

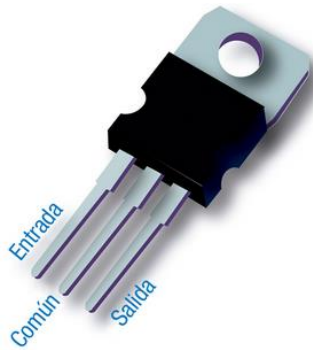
Cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico (la antena), induce en él un movimiento de la carga eléctrica (corriente eléctrica) que puede ser transformado en señales de audio u otro tipo de señales portadoras de información.

El emisor tiene como función producir una onda portadora, cuyas características son modificadas en función de las señales (audio o vídeo) a transmitir. Propaga la onda portadora así modulada. El receptor capta la onda y la «demodula» para hacer llegar al espectador auditor tan solo la señal transmitida.

- Banda de frecuencia ISM

ISM (Industrial, Scientific and Medical), son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en área industrial, científica y médica, en la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN, WIFI o WPAN.

### 2.3.- REGULADOR DE TENSION



Un regulador de tensión es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante, debido a que la mayor parte de los dispositivos electrónicos requieren de voltajes continuos para operar. Las baterías son una opción útil pero tienen un poco de tiempo de operación limitado.

#### Requerimientos de un regulador

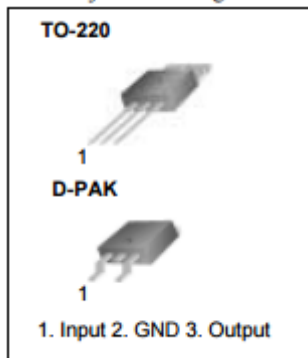
- Mantener la tensión de salida constante independiente de las fluctuaciones de la entrada y la temperatura.
- Mantener la tensión constante de salida, a las exigencias de corriente de carga.
- El voltaje de salida no debe contener componentes alternos.
- La fuente debe poseer un sistema para limitar la corriente salida.

#### Regulador Positivo

Los reguladores de la familia 78XX son la denominación de una popular gama de reguladores de tensión positiva. Es un componente común en muchas fuentes de alimentación. Tiene tres terminales (voltaje de entrada, tierra y voltaje de salida).

### **LM7805**

Es el regulador de voltaje más común, y muy usado en diseños empotrados. El 7805 es un regulador lineal hecho por varios fabricantes como Fairchild o ST Microelectronics. Puede venir en varios tipos de encapsulados: TO-220 (vertical) y D-PAK (horizontal).



### **LM317T**

Es un regulador de tensión ajustable de tres terminales capaz de suministrar en condiciones normales 1.5 A, en un rango que va desde 1.2 hasta 37 V. Es uno de los primeros reguladores ajustables de la historia.

Para las aplicaciones en las que se requiere diseñar específicamente una fuente regulable de amplio margen de salida, es altamente recomendable utilizar el regulador LM317. En principio sus características son similares a cualquier 78XX, es decir un regulador positivo. Sin embargo posee una diferencia fundamental que lo hace ideal para fuentes regulables, su tensión de referencia es de solo 1.25 V, con lo que ofrece la posibilidad de un amplio rango de tensión de salida.

**CAPITULO III**

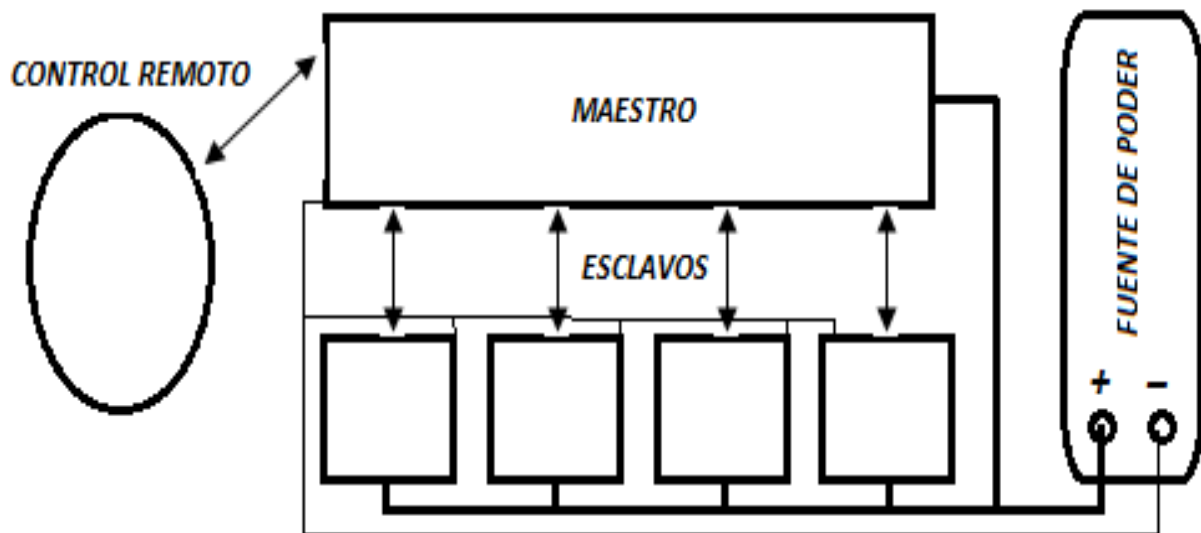
**PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS**

**ACTIVIDADES REALIZADAS**

### 3.1.-DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO (HARDWARE)

Para la fabricación del prototipo fue necesario construir una red inalámbrica con conexión estrella, que pudiera manipular todos los elementos que la conforman, tomando en consideración que el dispositivo debe ocupar un espacio reducido, dentro del mismo vehículo y contener todo lo necesario para su funcionamiento, además de ser resistente debido a la naturaleza del proyecto así como mantener un aspecto agradable.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se ideó un diseño que consta de un “maestro”, cuatro “esclavos” y un “control remoto” en conexión estrella.



## MAESTRO

El modulo principal, lo hemos llamado Maestro, el cual esencialmente tiene la función de manipular todas las variables del sistema y de acuerdo a ellas realizar el control de los demás dispositivos, a través de las siguientes actividades a realizar:



- Activación y desactivación de la alarma.
- Determinar cuál de los puntos fue violado en caso de activarse la alarma.
- Activar un aviso visual y auditivo al detectar una intrusión.
- Enviar la señal para realizar el bloqueo deseado (p.e. cortar el suministro de combustible al motor, cortar el suministro de energía eléctrica proveniente de la batería, etc.).

Dichas actividades, requieren del diseño, construcción e implementación de un circuito electrónico.

Debido a la naturaleza del proyecto se diseñó la tarjeta controladora utilizando el microcontrolador Atmega 328 de la empresa ATMEL®.

El modulo maestro, tienen la función de recibir la información proporcionada por los esclavos a través de los sensores colocados en diferentes puntos del vehículo, interpretarla y enviar las indicaciones correspondientes a los esclavos para que realicen las acciones de control pertinentes.

Esta comunicación se da de forma bidireccional entre maestro-esclavo, para ello se utilizó el transceptor NRF24L01 el cual se basa en la tecnología RF, se eligió este modulo de comunicación por ser compacto, económico y tener una señal muy estable así como diferentes opciones de conexión.



De manera más detallada el modulo Maestro, tiene asignada la dirección de cada uno de los esclavos para identificar de manera representativa a que sensor del vehículo nos estamos refiriendo, recibiendo las señales de los sensores de las puertas, para determinar si están cerradas o abiertas. En dichas condiciones tendremos los siguientes casos.

- A. Si la alarma se encuentra “desarmada”, no se llevara a cabo ninguna acción por parte del maestro, más que la de recibir la señal del monitoreo llevado a cabo por los esclavos a través de los sensores de las puertas en estado abierto y cerrado.
- B. Si todos los esclavos indican puertas cerradas, el maestro aceptara la señal para que la alarma pueda ser “armada”, por parte del control remoto, en caso contrario, la alarma continuara en modo desarmado, aunque se esté solicitando el armado de esta.
- C. Si la alarma esta “armada” lo que implica que todas las puertas estén cerradas, y llegan a cambiar de estado una o varias de ellas, el esclavo correspondiente envía esta información al maestro, el cual enviara la señal al esclavo para asegurar la puerta violada y activara la alarma (bloqueo del coche y disparo de avisos).
- D. La alarma solo podrá ser desarmada y armada por el control remoto.

Se designo que estas actividades las llevara a cabo el modulo maestro debido a que su instalación se realiza detrás del tablero del automóvil para dificultar su acceso a personas ajenas al vehículo, esto lo sitúa cerca de la caja de fusibles y relevadores del automóvil, donde se localizan los relevadores a los cuales se deben conectar las salidas de control del modulo.

Denominamos alarma “armada” al establecer que la señal que recibirá el modulo maestro de los esclavos será un 1 (puertas cerradas), y este hecho será la base para activar a esta en caso de violación.

Llamamos alarma “activada” en el momento que la señal recibida de los esclavos al maestro por medio de los sensores de las puertas sea un 0 (puertas abiertas), lo que dará lugar a las señales, de inmovilización del vehículo y visualización de violación.

El circuito mencionado contiene la siguiente lista de materiales:

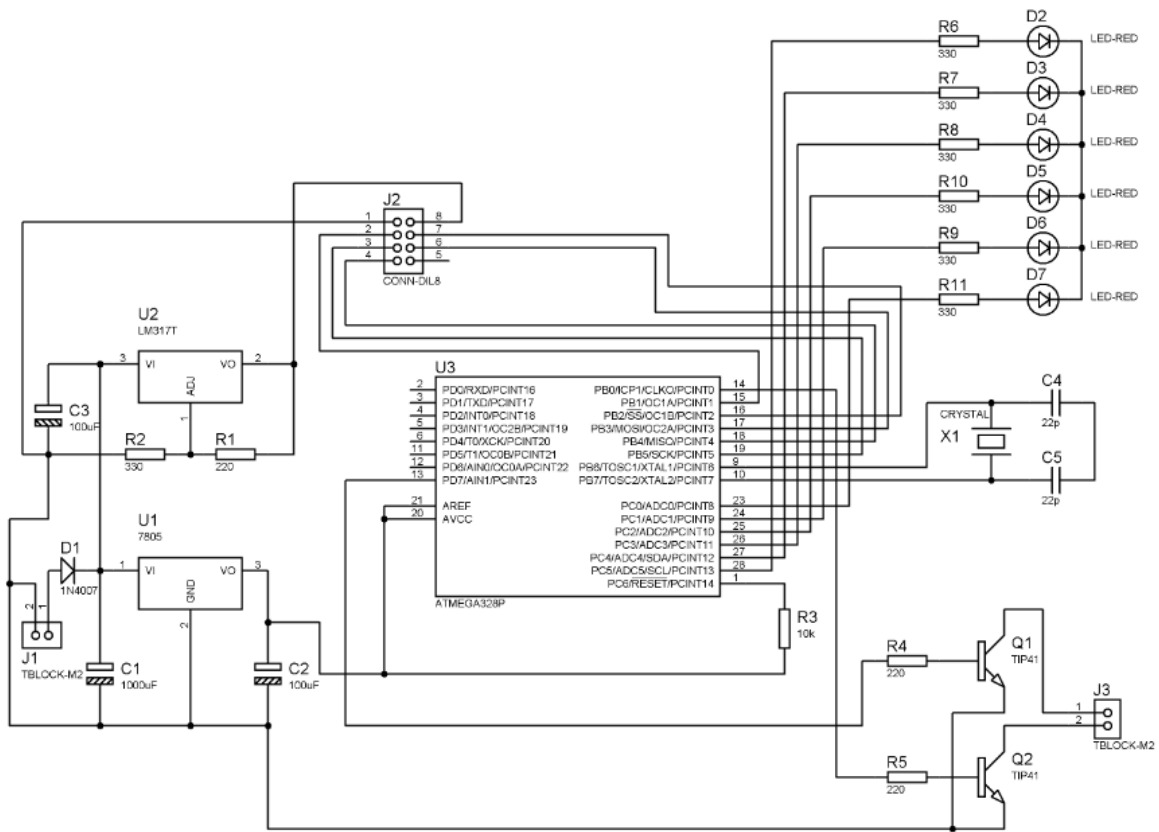
R1: 220 Ohms	D1: 1N4007
R2: 390 Ohms	D2: LED rojo difuso
R3: 10 KOhms	D3: LED azul ultra
R4: 330 Ohms	D4: LED amarillo difuso
R5: 1 KOhms	D5: LED rojo difuso
R6: 1 KOhms	D6: LED rojo difuso
R7: 330 Ohms	D7: LED rojo difuso
R8: 330 Ohms	D8: LED rojo difuso
R9: 330 Ohms	Q1: LM317T
R10: 330 Ohms	Q2: LM7805
R11: 330 Ohms	Q3: TIP41C
R12: 330 Ohms	Q4: TIP41C
C1: 220 uF @ 25 V	IC1: ATMEGA 328P-PU
C2: 10 uF @ 100 V	XTAL: 16 Mhz
C4: 22 pF	TB1/TB2: Terminal de tornillo 2 entradas
C5: 22 pF	

Para la alimentación de los diferentes dispositivos del sistema se emplea una conexión directa al sistema eléctrico del vehículo contando así con un voltaje de alimentación de 12 VCD, el microcontrolador, deberá ser alimentado con un máximo de 5 voltios, es necesario utilizar un regulador de voltaje, por su simplicidad se eligió el LM7805. Por otro lado la antena NRF24L01 necesita un voltaje de alimentación de 3.3 a 3.6 voltios por lo que se utilizó el regulador LM317T.

TABLA DE CARGAS

Maestro				
DISPOSITIVO	CANTIDAD	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A)	POTENCIA (W)
Led verde difuso	4	1.7	0.020	0.034
Led amarillo difuso	1	1.7	0.020	0.034
Led azul ultrabrillante	1	2.6	0.020	0.052
ATmega328	1	5	0.017	0.085
NRF24L01	1	3.3	0.015	0.050
<b>TOTAL</b>			0.092	0.255

DIAGRAMA ELECTRICO



## ESCLAVOS



Este modulo cuenta con una entrada que permite la conexión de un sensor para determinar el estado de las puertas (cerrado (1) o abierto (0)) y dos salidas, una para controlar los seguros eléctricos de las puertas y otra más de auxiliar.

Los esclavos constantemente envían el estado de los sensores que se encuentran en las puertas del vehículo, hacia el modulo maestro; esta comunicación se da en forma bidireccional, a través del transceiver NRF24L01 basado en tecnología RF.

Ya que se tiene establecido que la alarma solo podrá armarse, si los sensores de las puertas indican que las mismas se encuentran en estado cerrado (1), y el maestro reenvió la señal con el accionamiento correspondiente, tendremos los siguientes casos.

- A. Si la alarma esta “desarmada”, los esclavos solo tendrán la función de monitorear el estado de los sensores de las puertas y enviarle la señal al modulo maestro.
- B. Si la alarma esta “armada”, al momento que un sensor cambie su estado a “abierto”, y el esclavo envié la señal al maestro, este le reenviara la señal al esclavo, la alarma se encenderá e inmediatamente emitirá una señal y activara dos salidas digitales que controlan a los actuadores de bloqueo, para nuestro caso son el relevador que controla la bomba de gasolina, cortando así el suministro de gasolina al motor y la otra salida está conectada al relevador del claxon del vehículo, proporcionando así una alarma sonora e inmovilizando la unidad.

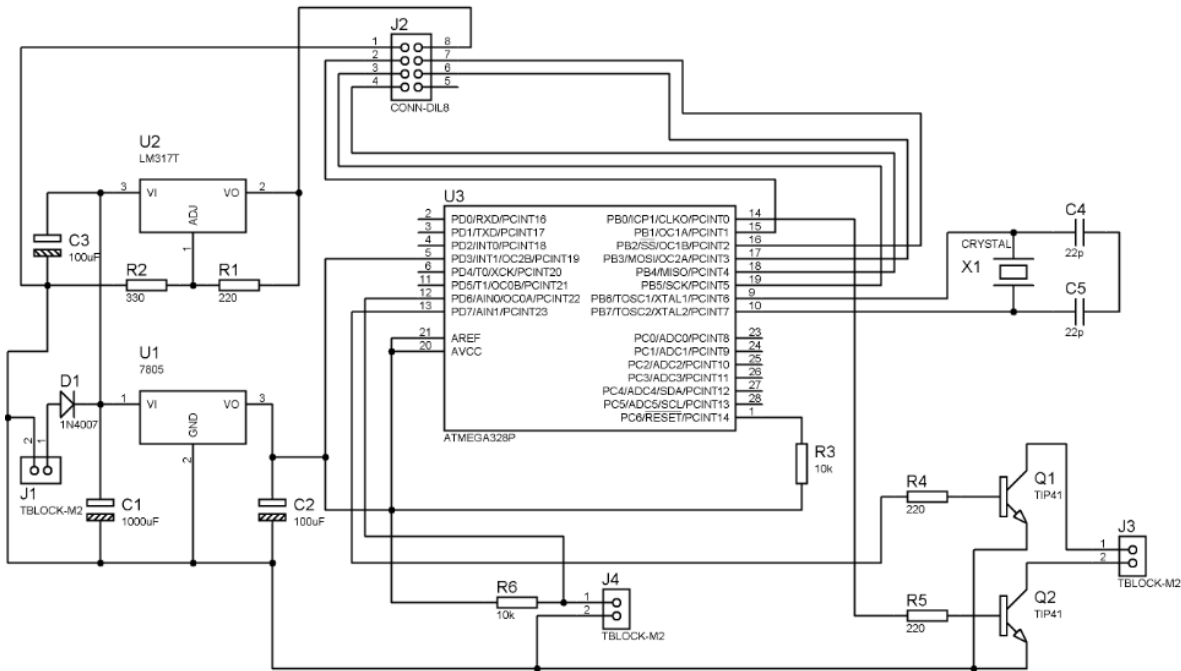
El circuito mencionado contiene la siguiente lista de materiales:

R1: 220 Ohms	C5: 22 pF
R2: 390 Ohms	D1: 1N4007
R3: 10 KOhms	D2: LED rojo difuso
R4: 10 KOhms	Q1: LM317T
R5: 1 KOhms	Q2: LM7805
R6: 1 KOhms	Q3: TIP41C
R7: 330 Ohms	Q4: TIP41C
C1: 220 uF @ 25 V	IC1: ATMEGA 328P-PU
C2: 10 uF @ 100 V	XTAL: 16 Mhz
C4: 22 pF	TB1/TB2/TB3: Terminal de tornillo 2 entradas

TABLA DE CARGAS

Esclavo				
DISPOSITIVO	CANTIDAD	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A)	POTENCIA (W)
Led rojo difuso	1	1.7	0.020	0.034
NRF24L01	1	3.3	0.015	0.050
ATmega328	1	5	0.017	0.085
<b>TOTAL</b>			0.052	0.169

## DIAGRAMA ELECTRONICO

**ETAPA DE POTENCIA**

Debido a que un micro controlador no provee ni la corriente ni voltajes necesarios para activar los actuadores del prototipo es necesaria una etapa de potencia la cual toma las señales lógicas enviadas por el micro controlador y las adecua para hacer funcionar los actuadores.

Considerando que las posibles cargas que se conectaran a los módulos del sistema pueden ser relevadores y en el caso de las puertas el motor que pone o quita el seguro de estas. Para el caso de los relevadores se necesita una corriente de aproximadamente 50 miliamperes para activarlos y para el actuador de las puertas hasta 3 Amperes, por lo que se decidió emplear transistores NPN de potencia para controlar las cargas, del modelo TIP41C que puede manejar hasta 60 Volts a 6 Amperes.

### CONTROL REMOTO

Este modulo cuenta con dos botones que permiten el armado y desarmado de la alarma, y se comunica directamente con el modulo maestro, solo funciona como transmisor ya que no recibe ninguna señal. La comunicación se realiza a través del tranciver NRF24L01, basado en tecnología RF.

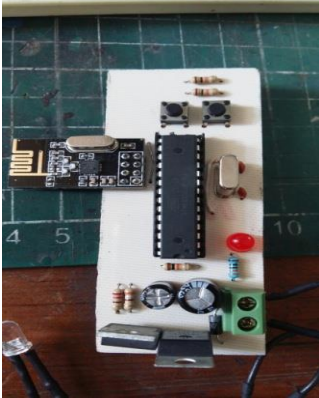
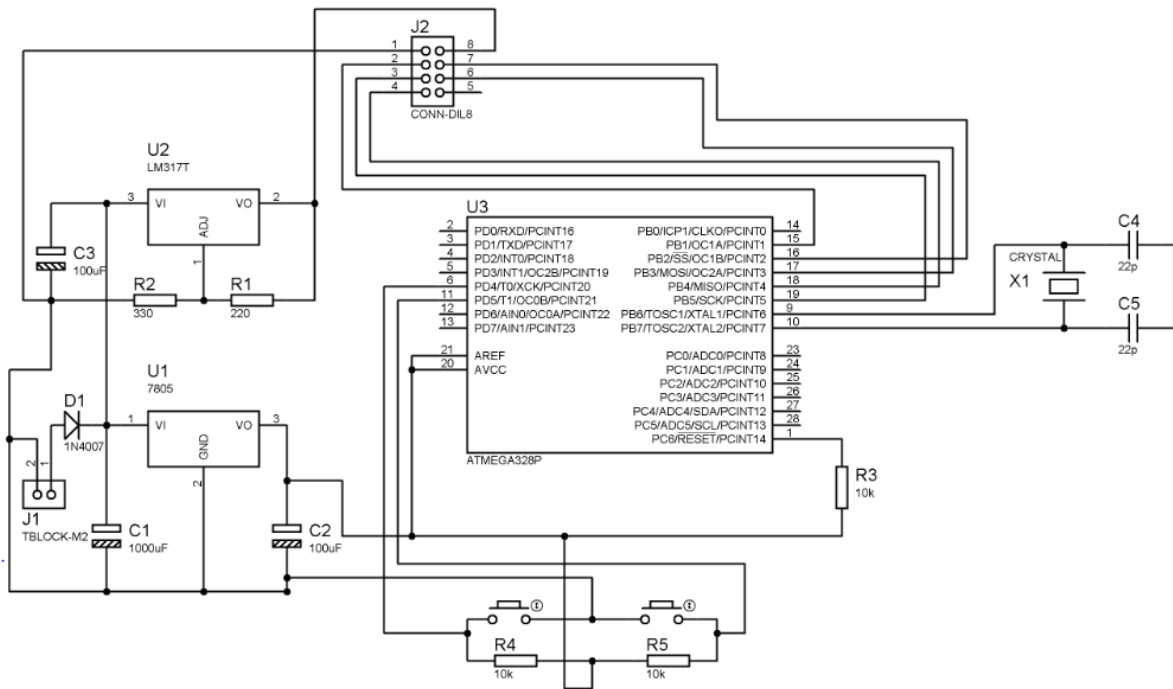


TABLA DE CARGAS

Control Remoto				
DISPOSITIVO	CANTIDAD	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A)	POTENCIA (W)
Led rojo difuso	1	1.7	0.020	0.034
NRF24L01	1	3.3	0.015	0.050
ATmega328	1	5	0.017	0.085
<b>TOTAL</b>			0.052	0.169

DIAGRAMA ELECTRICO





## 3.2 DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO (SOFTWARE)

### PROGRAMACION DEL MAESTRO

```

#include <SPI.h>
#include <EEPROM.h>
#include "nRF24L01.h"
#include "RF24.h"
#include "printf.h"

//-----
//Configuración de Hardware
//-----
RF24 radio(9, 10);

// Connect to GND to be the 'pong' receiver
const int role_pin = 5;
unsigned long anterior = 0;
const long intervalo = 500;
uint8_t boton_anterior = 0;
uint8_t boton;
uint8_t pin;
uint8_t led;
uint8_t pipe_num;
int lamparas[6] = {A0, A1, A2, A3, A4, A5};
bool aux, aux_2;

//-----
// Topología
//-----
const uint64_t talking_pipes[5] = { 0xF0F0F0F0D2LL, 0xF0F0F0F0C3LL, 0xF0F0F0F0B4LL,
0xF0F0F0F0A5LL, 0xF0F0F0F096LL };
const uint64_t listening_pipes[5] = { 0x3A3A3A3AD2LL, 0x3A3A3A3AC3LL, 0x3A3A3A3AB4LL,
0x3A3A3A3AA5LL, 0x3A3A3A3A96LL };

//-----
// Manejo de Roles
//-----
typedef enum { role_invalid = 0, slave, master } role_e;
const char* role_friendly_name[] = { "invalid", "esclavo", "maestro"};
role_e role;

```

```
//-----  
// Manejo de Alarmas  
//-----  
typedef enum { alarm_off = 0, alarm_on , alarm_trigger } alarm_e;  
const char* alarm_friendly_name[] = { "Desactivada", "Encendida", "Disparada"};  
alarm_e alarma;  
  
//-----  
// Manejo de Direcciones  
//-----  
const uint8_t address_at_eeeprom_location = 1;  
uint8_t node_address;  
void setup(void) {  
    //-----  
    // Hardware  
    //-----  
    DDRD &= B00000011;  
    DDRD ^= B10111100;  
    DDRB &= B11000000;  
    DDRB ^= B00111111;  
    DDRC &= B11000000;  
    DDRC ^= B00111111;  
  
    //-----  
    // Rol  
    //-----  
    pinMode(role_pin, INPUT);  
    digitalWrite(role_pin, HIGH);  
    delay(20);  
  
    if ( digitalRead(role_pin) )  
        role = slave;  
    else  
        role = master;
```

```
//-----  
// Dirección  
//-----  
if ( role == master )  
    node_address = 1;  
else {  
    uint8_t reading = EEPROM.read(address_at_eeprom_location);  
  
    if ( reading >= 2 && reading <= 6 )  
        node_address = reading;  
  
    else {  
        node_address = 0;  
        role = role_invalid;  
    }  
  
//-----  
// Datos de Configuración  
//-----  
Serial.begin(57600);  
printf_begin();  
printf("\n\n\r");  
printf("ROL: %s\n\r", role_friendly_name[role]);  
printf("DIRECCION: %i\n\r", node_address);  
  
//-----  
// Configuración del radio  
//-----  
  
radio.begin();  
  
//-----  
// Open pipes to other nodes for communication  
//-----  
if ( role == master )  
{  
    radio.openReadingPipe(1, talking_pipes[0]);  
    radio.openReadingPipe(2, talking_pipes[1]);  
    radio.openReadingPipe(3, talking_pipes[2]);  
    radio.openReadingPipe(4, talking_pipes[3]);  
    radio.openReadingPipe(5, talking_pipes[4]);  
}
```

## PROGRAMACION DEL ESCLAVO

```

if ( role == slave )
{
    radio.openWritingPipe(talking_pipes[node_address - 2]);
    radio.openReadingPipe(1, listening_pipes[node_address - 2]);
}

//-----
//  Start listening
//-----
radio.startListening();

//-----
// Dump the configuration of the rf unit for debugging
//-----
radio.printDetails();

//-----
// Prompt the user to assign a node address if we don't have one
//-----
if ( role == role_invalid ) {
    printf("\n\r*** NO NODE ADDRESS ASSIGNED *** Send 1 through 6 to assign an address\n\r");
}
}

void loop(void) {
    //
    // esclavo role. (PARA ROL 2-5)
    //
    if (role == slave) {
        boton = (PIND & B01000000) >> 6;
        if (boton != boton_anterior) {
            radio.stopListening();
            radio.write( &boton, sizeof(uint8_t) );
        }
        boton_anterior = boton;

        radio.startListening();
        delay(10);
    }
}

```

```

if ( radio.available(&pipe_num) ) {
  printf("\nhay data\n\n");
  bool done = false;
  while (!done) {
    done = radio.read( &led, sizeof(uint8_t) );
    // printf("%u\t%u\n", led, pipe_num);
    aux = true;
    anterior = millis();
  }
}
if (aux) {
  PORTD |= B10000000;
  PORTB |= B00000001;

  unsigned long actual = millis();
  if (actual - anterior >= 1000) {
    printf("\nauxiliar\n\n");
    PORTD ^= B10000000;
    PORTB ^= B00000001;
    aux = false;
  }
}

//
// maestro role. (ROL = 1)
//

if ( role == master ) {
  radio.startListening();
  delay(10);

  if ( radio.available(&pipe_num) ) {
    int ID = pipe_num;
    bool done = false;

    while (!done) {
      done = radio.read( &led, sizeof(uint8_t) );
      printf("\n%u\t%u\n", led, pipe_num);

      if ( pipe_num > 0 && pipe_num < 5 ) {

```

```

printf("hola puerta %i\n", ID);
digitalWrite(lamparas[pipe_num - 1], led);
if ( alarma == alarm_on && led == 1 )
    alarma = alarm_trigger;
}
else if (pipe_num == 5 ) {
printf("hola %i\n", ID);
if ( led == 2 && alarma != alarm_trigger && alarma != alarma != alarm_on ) {
    aux = true;
    alarma = alarm_on;
    printf("\t%s\n", alarm_friendly_name[alarma]);
}
else if (led == 1) {
    aux = true;
    alarma = alarm_off;
    printf("\t%s\n", alarm_friendly_name[alarma]);
}
}
}
}

if (alarma == alarm_on) {
    boton = 1;
    if ( aux ) {
        radio.stopListening();
        delay(10);

        radio.openWritingPipe(listening_pipes[0]);
        bool ok = radio.write( &boton , sizeof(uint8_t) );
        if (ok) printf("\npaso 1");
        radio.openWritingPipe(listening_pipes[1]);
        ok = radio.write( &boton , sizeof(uint8_t) );
        if (ok) printf("\tpaso 2");
        radio.openWritingPipe(listening_pipes[2]);
        ok = radio.write( &boton , sizeof(uint8_t) );
        if (ok) printf("\tpaso 3");
        radio.openWritingPipe(listening_pipes[3]);
        ok = radio.write( &boton , sizeof(uint8_t) );
        if (ok) printf("\tpaso 4\n");
        aux = false;
    }
}

```

```
    unsigned long actual = millis();
    if (actual - anterior >= intervalo) {
        PORTC ^= B00100000;
        anterior = actual;
    }

}

if (alarma == alarm_off) {
    PORTC &= B00001111;
}

if (alarma == alarm_trigger) {
    PORTC &= B00001111;
    PORTC |= B00010000;
    PORTD &= B00100011;
    PORTD |= B00001100;
}

}

//
// Listen for serial input, which is how we set the address
//
if (Serial.available()) {
    // If the character on serial input is in a valid range...
    char c = Serial.read();
    if ( c >= '1' && c <= '6' ) {
        // It is our address
        EEPROM.write(address_at_eeprom_location, c - '0');

        // And we are done right now (no easy way to soft reset)
        printf("\n\rManually reset address to: %c\n\rPress RESET to continue!", c);
        while (1);
    }
}
}
```

## PROGRAMACION CONTROL REMOTO

```
#include <SPI.h>
#include <EEPROM.h>
#include "nRF24L01.h"
#include "RF24.h"
#include "printf.h"

//-----
//Configuración de Hardware
//-----
RF24 radio(9, 10);

// Connect to GND to be the 'pong' receiver
uint8_t boton_anterior = 3;
uint8_t boton;
uint8_t boton_1;
uint8_t boton_2;
uint8_t pin;
uint8_t led;
uint8_t pipe_num;

//-----
// Topología
//-----
const uint64_t talking_pipes[5] = { 0xF0F0F0F0D2LL, 0xF0F0F0F0C3LL, 0xF0F0F0F0B4LL,
0xF0F0F0F0A5LL, 0xF0F0F0F096LL };
const uint64_t listening_pipes[5] = { 0x3A3A3A3AD2LL, 0x3A3A3A3AC3LL, 0x3A3A3A3AB4LL,
0x3A3A3A3AA5LL, 0x3A3A3A3A96LL };

//-----
// Manejo de Roles
//-----
typedef enum { role_invalid = 0, slave, master } role_e;
const char* role_friendly_name[] = { "invalid", "esclavo", "maestro" };
role_e role;

//-----
// Manejo de Direcciones
//-----
const uint8_t address_at_eeprom_location = 1;
```



```
uint8_t node_address;
void setup(void)
{
  //-----
  //   Hardware
  //-----
  DDRD &= B00000011;
  DDRD ^= B00000000;
  DDRB &= B11000000;
  DDRB ^= B00111111;

  //-----
  //   Rol
  //-----
  role = slave;

  //-----
  //   Dirección
  //-----
  uint8_t reading = EEPROM.read(address_at_eeprom_location);

  if ( reading == 6 )
    node_address = reading;

  else
  {
    node_address = 0;
    role = role_invalid;
  }

  //-----
  // Datos de Configuración
  //-----

  Serial.begin(57600);
  printf_begin();
  printf("\n\n\r");
  printf("ROL: %s\n\r", role_friendly_name[role]);
  printf("DIRECCION: %i\n\r", node_address);

  //-----
```

```
// Configuración del radio
//-----

radio.begin();

//-----
// Open pipes to other nodes for communication
//-----
if ( role == slave )
{
  radio.openWritingPipe(talking_pipes[node_address - 2]);
}

//-----
// Start listening
//-----
// radio.startListening();

//-----
// Dump the configuration of the rf unit for debugging
//-----
// radio.printDetails();

//-----
// Prompt the user to assign a node address if we don't have one
//-----
if ( role == role_invalid )
{
  printf("\n\r*** NO NODE ADDRESS ASSIGNED *** Send 1 through 6 to assign an address\n\r");
}
}

void loop(void)
{
  if (role == slave)
  {
    boton = (PIND & B00110000) >> 4;
    if (boton != boton_anterior) {
      printf("enviando %u ... ", boton);
      bool ok = radio.write( &boton, sizeof(uint8_t) );
      if (ok)
```

```
    printf("ok\n\r");
else
    printf("falla\n\r");
}
boton_anterior = boton;
}

//
// Listen for serial input, which is how we set the address
//
if (Serial.available())
{
    // If the character on serial input is in a valid range...
    char c = Serial.read();
    if ( c == '6' )
    {
        // It is our address
        EEPROM.write(address_at_eeeprom_location, c - '0');

        // And we are done right now (no easy way to soft reset)
        printf("\n\rManually reset address to: %c\n\rPress RESET to continue!", c);
        while (1) ;
    }
}
}
```

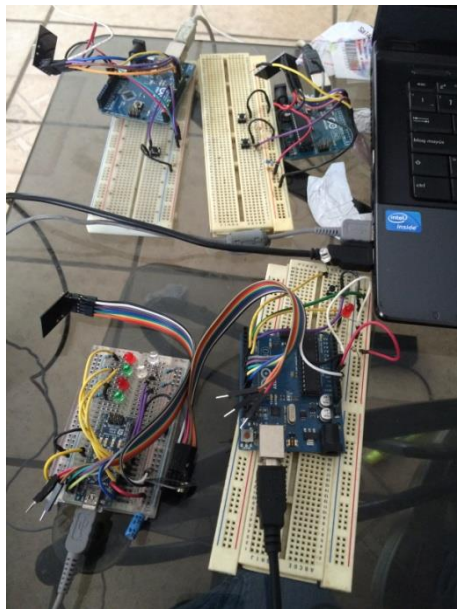
### 3.3.-RESULTADOS

#### PRUEBAS DEL SISTEMA

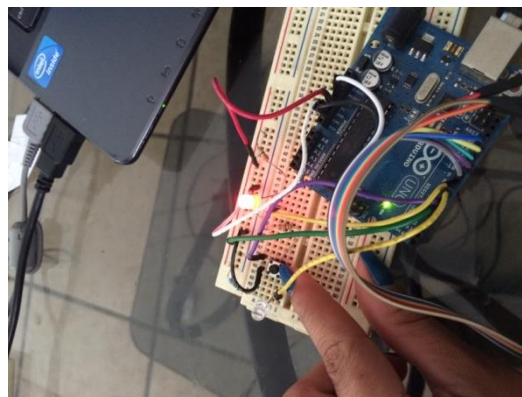
Las pruebas del sistema se realizaron utilizando la plataforma arduino, debido a que utilizan el mismo controlador que fue seleccionado para el proyecto: el microcontrolador Atmega 328.

Una vez armado el prototipo, se realizaron las siguientes actividades

- A. Se comenzó revisando la comunicación bidireccional entre el maestro y los esclavos, para identificarlos se utilizo un arduino nano para el maestro y arduino uno para los esclavos.



- B. Una vez comprobado que realmente existe la comunicación bidireccional entre esclavo-maestro, se procedió a verificar la conexión maestro y control remoto.



- C. Por último se realizaron pruebas con todos los dispositivos conectados y se verificó la comunicación bidireccional a través del monitor serial de cada uno de ellos.

TABLA DE VERDAD

ALARMA ARMADA (1)

Puerta1	Puerta2	Puerta3	Puerta4	Bloqueo	Audio	Visual
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1

## CONCLUSIONES

Durante la realización de este proyecto se llevaron a la práctica conocimientos adquiridos durante la formación como Ingeniero Electrónico, los cuales permitieron el desarrollo del prototipo “Alarma inalámbrica inmovilizadora para automóvil vía celular”.

A través de la fabricación y aplicación del proyecto se obtuvo un mejor entendimiento de cómo funciona la comunicación bidireccional con dispositivos basados en tecnología de radiofrecuencia.

Las pruebas llevadas a cabo fueron totalmente satisfactorias ya que cumplieron con los objetivos propuestos al iniciar el proyecto, el prototipo corrigió los problemas presentes en el robo de automóviles al realizar.

Tomando en consideración los puntos anteriores se puede decir con certeza que si se continua con el desarrollo del prototipo y se mejora el proceso de fabricación del mismo, este podría llegar a ser comercializado en el mercado como un producto para la industria automotriz, después de realizar una estimación aproximada de los costos de desarrollo se considera que es viable comparado con otros productos similares en el mercado, como una herramienta que ayuda a evitar el robo de algún automóvil.

Se podría continuar con la aplicación del esquema celular (aviso de violación del vehículo a través de mensajes SMS), el cual quedo pendiente por razones de presupuesto, sin embargo se tiene ya un avance de diseño de su incorporación.

Una aportación que se incluyo en este trabajo fue la comunicación bidireccional entre Maestro-Eslavos con la incorporación de dos salidas de potencia en cada uno de ellos, lo cual permitirá que el bloqueo y activación de avisos lo pueda realizar cualquiera de estos módulos y poder de esa manera escoger al que se encuentre más factible de hacerlo ya sea por cercanía o por estética.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

<http://www.electronicar.net/IMG/INMO%20ITSA.pdf>.

<https://german7644dotcom.wordpress.com/inmovilizadores/>.

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Manual.pdf>.

<http://www.digi.com/support/forum/3314/hardware-flow-control-of-xbee-module>.

<https://www.youtube.com/watch?v=ARL31uSVByQ>.

<http://saber.patagoniatec.com/tutorial-nrf24l01-arduino-inalambrico-nrf24l01-radio-frecuencia-rf-arduino-argentina-ptec/>.