



Propuesta de diseño de Sistema Contra Robo de Autos

Mata Donjuan Gloria Flor¹(✉), Luévanos Uribe Kenny Arth¹, Hernández Hernández Arturo¹, Zea Pérez José Marcos¹

¹Ingeniería Mecatrónica, Universidad Politécnica de Querétaro
✉gloria.mata@upq.mx

Resumen

El presente trabajo propone el diseño de un sistema contra robo de autos. Este diseño consiste en un sistema inmovilizador y audible que es activado mediante un celular de teclas cuando se detecta que el auto ha sido robado. El sistema está conformado de un diseño electrónico para la amplificación de la señal emitida por el celular. La señal amplificada es procesada por un microcontrolador el cual emite una señal de salida a través de una etapa de potencia, para activar los actuadores. Los resultados obtenidos son el diseño de cada una de las etapas mencionadas logrando tener un modelo económico y de fácil instalación en un automotor de modelos que no cuentan con un sistema anti robo, mismos que son más susceptibles a robo para comercializar sus piezas como repuestos debido a su alta demanda en el mercado de refacciones usadas.

Palabras clave: sistema antirrobo, automóvil, diseño electrónico

Abstract

This work proposes the design of an anti-theft car system. This design consists of an immobilizer and audible system that is activated through a key cellphone when it is detected that the car has been stolen. The system contains an electronic design to amplify a signal emitted by the cell phone. The amplified signal is processed by a microcontroller which emits an output signal through a power stage, to activate the actuators. The obtained results are the design of the mentioned stages, achieving an economical and easy model to be installed in a car that does not have an anti-theft system. Those cars are more susceptible to theft in order to market their parts as spare parts due to its high demand in the used spare parts market.

Keywords: anti-theft systems, car, electronic design

1. Introducción

El robo de vehículos es una de las problemáticas más vistas en México. En el periodo de 2019 a 2020, fueron robados 54 mil 775 [1], estando en primer lugar algunos autos Nissan como el Tsuru y NP300/PickUp (Figura 1), según la AMIS [2]. De acuerdo a la misma asociación, en el país, cada hora se roban 10 autos asegurados y 23 vehículos que no cuentan con ninguna protección.

A nivel nacional se reportaron 201 mil vehículos robados en 2018, de los cuales 93 mil 200 tuvieron seguro. Así mismo se considera que la aseguradora tiene mayor cobertura para autos nuevos.

De acuerdo a la AMIS [2], el promedio de autos robados en febrero 2020, es de 202 y un promedio de 91 autos recuperados como se muestra en la figura 2.

	Marca	Tipo	Tipo de veh.	ROBO (19-20)		% DE ROBO ESTACIONADO		
				TOTAL	ESTACIONADO	17-18	18-19	19-20
	Nacional			82,307	32,082	37.1%	9.7%	39.0%
1	NISSAN	TSURU	AUTOMOVILES	4,073	32,082	74.3%	76.2%	78.8%
2	ITALIKA	111-250	MOTOCICLETAS	1,664	1,131	41.4%	39.8%	68.0%
3	NISSAN	ESTACAS CORTOLARGO CHASIS	COMERCIAL	1,150	677	64.3%	59.1%	58.9%
4	NISSAN	SENTRA	AUTOMOVILES	1,803	1,011	49.4%	48.3%	56.1%
5	HONDA	111-250	MOTOCICLETAS	1,232	657	43.6%	46.2%	53.3%
6	YAMAHA	111-250	MOTOCICLETAS	948	503	44.2%	47.6%	53.1%
7	NISSAN	NP300/PICK UP	COMERCIAL	4,488	2,280	50.8%	48.9%	50.8%
8	NISSAN	TIDA	AUTOMOVILES	637	296	36.0%	46.5%	46.5%
9	HONDA	CIVIC	AUTOMOVILES	578	259	39.2%	47.3%	44.8%
10	NISSAN	VERSA	AUTOMOVILES	3,842	1,703	24.5%	31.5%	44.3%
11	NISSAN	FRONTIER PICK UP	COMERCIAL	727	306	42.2%	41.4%	42.1%
12	NISSAN	MARCH	AUTOMOVILES	1,310	550	29.1%	34.1%	42.0%
13	GENERAL MOTORS	AVEO	AUTOMOVILES	2,936	1,156	31.4%	40.4%	39.4%
14	GENERAL MOTORS	BEAT	AUTOMOVILES	1,283	494	22.6%	31.1%	38.5%
15	GENERAL MOTORS	SPARK	AUTOMOVILES	861	302	24.7%	30.3%	35.1%
	Resto			54,775	17,546			

Figura 1. Autos con mayor índice de robo con un registro de al menos 500 unidades robadas [2]

En la figura 1, que el automóvil con mayor índice de robo es el “TSURU de NISSAN”, el sistema utilizado de seguridad en estos vehículos es un sistema mecánico de bloqueo del volante como el mostrado en la figura 2, que a diferencia de los autos de última generación los cuales cuenta con un sistema inmovilizador electrónico instalado de fábrica.



Figura 2. Inmovilizador mecánico de volante [3]

La figura 3 muestra el promedio de autos robados y recuperados. Se observa un decremento en los robos lo cual se puede atribuir a la implementación de sistemas inmovilizadores electrónicos. Sin embargo, aún existe la necesidad de implementar sistemas de seguridad de bajo costo para vehículos que no cuentan con estos dispositivos de fábrica.



Figura 3. Promedio de autos robados y recuperados [2]

1.1 Hurto de automotores y estrategias contra el delito

En un estudio que se hizo por [4], menciona que dentro las modalidades más recurrentes en el hurto de automotores están:

- Atraco: con el uso de amenazas se obliga al conductor a abandonar el vehículo; esta denominación proviene de la frase de "quédese quieto y bájese", o similares, que son típicas en esta modalidad.
- Halado: se realiza cuando el carro está sin pasajeros, parqueado en bahías o en la calle; mediante distintas técnicas los delincuentes se llevan el automóvil.

De esta manera, para coadyuvar el robo de autos, se han desarrollado diferentes tipos de sistemas de alarma contra robo. Las alarmas más avanzadas usan un sistema de GPS como localizador ante un robo. Sin embargo, este tipo de alarmas, vienen en autos recientes, lo que para muchos de los mexicanos no es posible tener autos con estos tipos de sistemas por su elevado costo, por lo que se considera que muchas de las personas poseen autos de modelos no tan recientes, y que no cuentan con algún sistema antirrobo.

Según [4] y [5], la posibilidad que tiene un vehículo de ser hurtado aumenta a medida que son más viejos, en parte porque los repuestos de estos carros son más vendidos y solicitados en el mercado de autopartes, pero también por la influencia de la tecnología, que hace que los hurtos de vehículos de modelos más recientes sean más difíciles.

De acuerdo a [6], la instalación de sistemas de alarma contra intrusos ayuda a reducir la cantidad de robos, tanto en autos como en casas. Sin embargo, debido a la falta de generalización, cada año sigue habiendo numerosos incidentes con daños materiales y humanos por falta de una oportuna detección.

Según [7], la creación de sistemas antirrobo resulta muy útil, aunque existan sistemas similares, ninguno realiza las mismas funciones por un precio económico. De esta manera, hizo el diseño y desarrollo de un sistema de monitoreo y control de un vehículo, utilizando una Raspberry Pi con una red



de sensores para detectar la intrusión a un vehículo e impedir la movilización del mismo con la finalidad de evitar el robo. En [8] se desarrolló un sistema de seguridad basado en el internet de las cosas, haciendo uso de la adquisición de datos obtenidos por sensores instalados en un vehículo y con ayuda de una aplicación en un Smartphone para la interacción con el usuario. Esto con la finalidad de advertir al usuario cualquier anomalía en su vehículo.

Se desarrolló también, un sistema que permite mediante una llamada vía teléfono celular con tecnología 3G, proteger un vehículo sin importar la distancia, permitiendo al propietario tener la capacidad de interactuar con el auto y visualizar la situación dentro del vehículo, conociendo la posición exacta del mismo con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) [9].

Por esta razón el objetivo de este trabajo es presentar la propuesta de un diseño de sistema alternativo y económico de alarma, contra robo de autos que pueda ser utilizada en automotores de modelos que no cuenten con un sistema antirrobo electrónico.

2. Sistemas antirrobo

Los sistemas antirrobo están diseñados para hacer más complejo el hurto de vehículos y evitar en la medida de lo posible su atraco [10]. En la actualidad existen infinidad de sistemas antirrobo de autos, dentro de los cuales destacan:

Los sistemas GPS son una de las soluciones más extendidas cuando el automóvil es robado, dado que con un sensor de movimiento instalado en el auto es posible detectar la ubicación del carro en tiempo real [11]. De esta manera es posible mantener informado al propietario en todo momento mediante una aplicación. Además, tiene una función, que se puede programar para que cuando exceda de un determinado territorio se active una alarma. Otros localizadores usan GPS con sensor de velocidad integrado y con botón SOS para emergencias o micrófono para una comunicación directa [12].

El sistema RFID, es otra de las soluciones como sistema de protección electrónico más instalado en autos nuevos [3]. La llave transponder es un claro ejemplo del uso de esta tecnología la cual incorpora un pequeño chip que le permite la doble función de transmitir y responder utilizando la tecnología de Radio Frecuencia [12].

Los sistemas mecánicos son otro sistema antirrobo de los más utilizados por su bajo costo, siendo así también los más vulnerables. Estos se usan dentro del vehículo en volante o pedales, así como candado en las llantas [13].

Debido a la diversidad de los sistemas antirrobo usualmente se clasifican en:

Dispositivos Audibles: Estos dispositivos emiten un sonido, como una alarma de bocina, que llama la atención de las personas cercanas al vehículo provocando que el ladrón desista de su cometido. Algunas variantes son que, desde una aplicación móvil, es advertido el usuario del intruso en el vehículo. El usuario desde el móvil puede enviar un mensaje sonoro al ladrón que es escuchado en el auto, para ahuyentarlo [13].

Dispositivos Visibles. Son dispositivos físicos que advierten de la seguridad del auto como es el uso de bloqueos en el volante, además de etiquetas antirrobo, luces intermitentes y grabados en las ventanas.

Dispositivos Tipo Inmovilizador: Estos previenen que los ladrones puedan activar el sistema de encendido del vehículo y encenderlo sin el uso de la llave. Algunos incorporan chips de computadora en las llaves de encendido o desactivan el flujo de electricidad o combustible al motor. Algunos de estos



sistemas son la llave transponder. Otro ejemplo de sistema inmovilizador es usando un comando remoto infrarrojo. Este emite una señal para permitir arrancar el motor y abrir y cerrar puertas. No necesita antena, pero sí una unidad receptora del código infrarrojo que, por lo general, se ubica en el espejo retrovisor interior. Para hacer este sistema más seguro, los inmovilizadores más avanzados utilizan un código variable para evitar que sea copiado por los ladrones [12]. Otra aplicación de inmovilizador es usando un teclado numérico. Este funciona una vez que esté dentro del vehículo, el conductor debe introducir un código numérico que él solo conoce para arrancar el motor. Es un sistema sencillo que no utiliza receptores ni señales por radiofrecuencia pero que sí implica la necesidad de introducir dicho código cada vez que queremos utilizar el coche. Otro ejemplo son los dispositivos cortacorriente que permiten inmovilizar el coche evitando el paso de corriente al sistema de encendido. Este sistema se puede instalar en talleres especializados y, según la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) es el mejor método contra los robos de vehículos [11].

Sistemas de Recuperación de Vehículos: Estos dispositivos usan una tecnología de transmisión electrónica que ayude a los funcionarios del orden público a revelar la ubicación de vehículos robados y posiblemente atrapar al ladrón en el acto dentro de esta clasificación se encuentra el GPS.

Con base en lo anterior se puede observar, que varios sistemas comparten algunas funciones similares, pero no son del todo idénticas, ya que pueden tener una combinación de funciones mecánicas, de ubicación de vehículo o funciones para ahuyentar al enemigo.

3. Metodología

Basado en el sistema corta corriente el cual puede ser instalado en un taller mecánico, se hace la propuesta de diseño de un prototipo cortacorriente electrónico, usando un teléfono móvil Lg modelo kp115a, promoviendo además la reutilización de estos aparatos que han quedado atrás en la historia del celular. Así también se hace uso de un sistema electrónico y de control que permite desactivar la corriente de alimentación de la bomba de gasolina o el sistema eléctrico de arranque del automóvil.

La figura 4 muestra la metodología implementada en el desarrollo del presente proyecto.

3.1 Propuesta de funcionamiento del sistema

El funcionamiento propuesto es que el dispositivo integrado por el sistema eléctrico y de control junto con el teléfono celular permite que una vez que el dueño deje estacionado su vehículo o se percate del intento de robo pueda realizar una llamada telefónica al número del teléfono instalado en el automóvil, mismo que al recibir la llamada generará una señal, que recibe un microcontrolador y este a su vez activa una etapa de potencia para generar una señal OFF, que puede servir para controlar el apagado de la bomba de gasolina y una señal ON para activar una alerta audible indicando que el auto está siendo robado. Dichas señales provocarán que, si el auto está en movimiento, se detenga al desactivar la bomba y active la alerta sonora, o en su defecto si el auto está estacionado solo se active la alerta sonora. El dispositivo deberá instalarse en alguna parte del vehículo, que no sea de fácil acceso, evitando que alguna persona que intente robar el vehículo pueda desactivar el sistema antirrobo fácilmente.

La figura 5 muestra en forma esquemática el funcionamiento general del sistema antirrobo:

1. Al momento que el usuario se da cuenta de que su automóvil no está en su lugar, el usuario realiza una llamada al número del teléfono que está instalado junto con el sistema antirrobo dentro del automóvil.
2. El sistema antirrobo recibe la llamada a través del teléfono el cual activará el vibrador del celular que permitirá generar una señal de alrededor de 1.5 V.

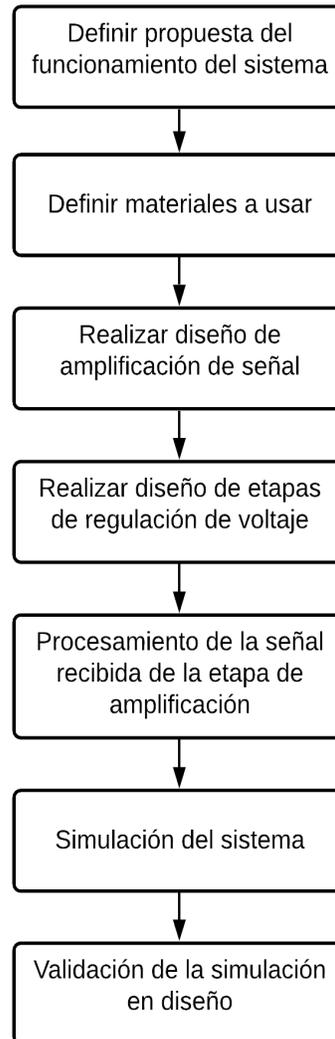


Figura 4. Metodología seguida en el diseño.

3. La señal del vibrador entra a una etapa de amplificación para ser elevada a $\sim 5V$ y así posteriormente ser enviada a un microcontrolador dentro del mismo sistema antirrobo.
4. El microcontrolador constantemente está monitoreando la señal de entrada, y si la señal es amplificada, activa dos salidas.
5. Una de las dos señales es para desactivar la bomba de gasolina y la segunda señal activa el claxon.
6. Mientras el vehículo no sea recuperado, estas dos señales generadas del microcontrolador, se mantienen activas.
7. Si el vehículo es recuperado, el sistema se puede resetear de forma manual.

3.2 Materiales

La tabla 1 muestra los elementos electrónicos que conforman el diseño del sistema antirrobo. Cabe destacar que el teléfono celular utilizado fue un teléfono obsoleto, el cual fue reutilizado para este fin.

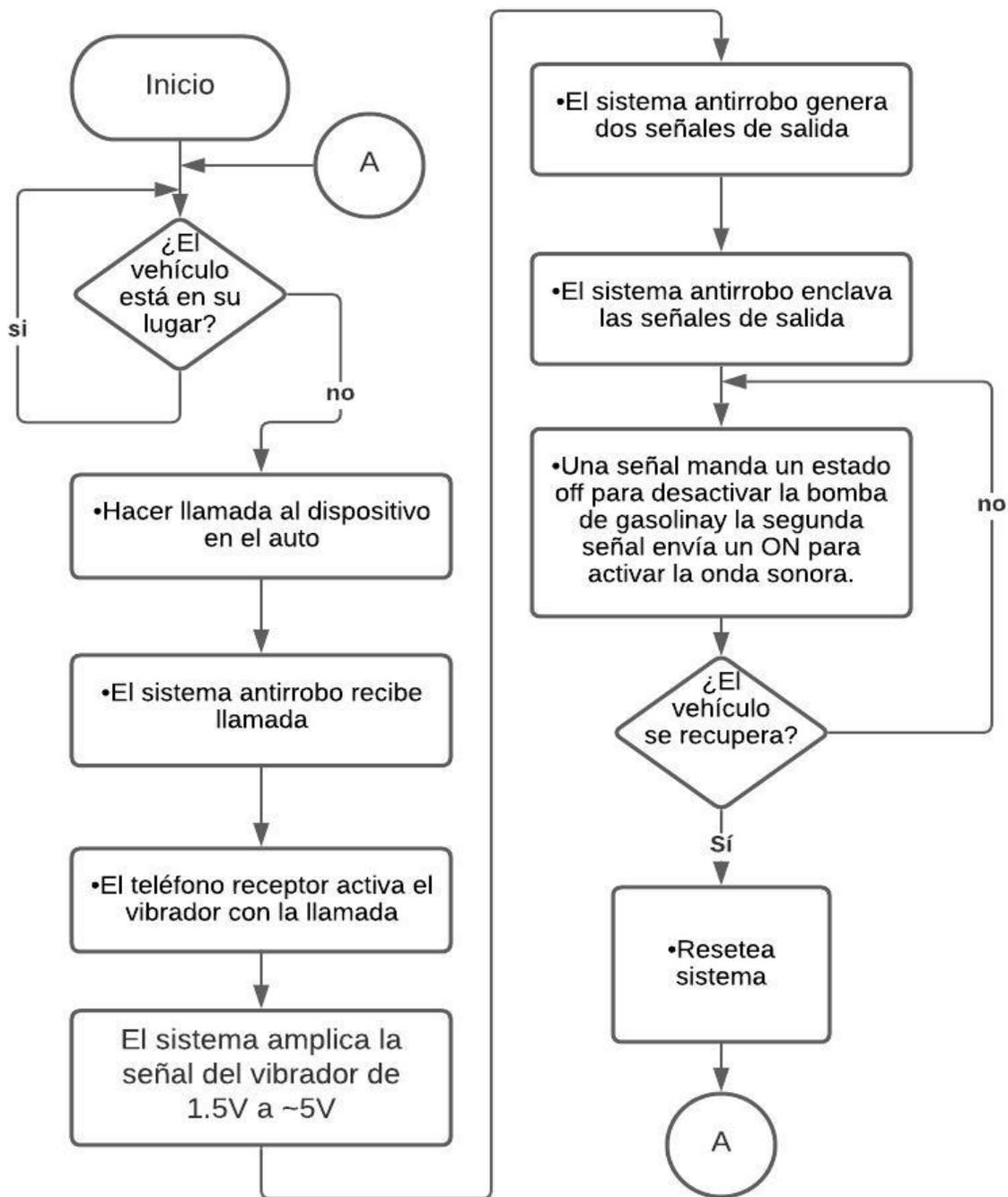


Figura 5. Esquema de funcionamiento de sistema antirrobo.

3.3 Diseño de amplificación de señal

Cuando el usuario hace la llamada y esta es recibida por el sistema antirrobo instalado en el vehículo, el vibrador del celular ubicado en el sistema antirrobo genera una señal de 1.5V que es tomada y amplificada para enviarse a un microcontrolador.



Tabla 1. Tabla de elementos electrónicos.

Cantidad	Nombre	Cantidad	Nombre
1	Microcontrolador Atmel modelo Atmega328P	1	Resistencia variable 5KΩ
4	Resistencia de 1kΩ	2	Capacitores 0.33μF
1	Oscilador de cristal de 16 MHz	2	Capacitores 0.1μF
2	Capacitores de 22pF	1	Socket 8 pin
7	Terminales tipo KF301-2P	1	Socket 22 pin
2	Relevadores 5V	2	Interruptores
1	Amplificador operacional LM386	1	Impresión de pcb
1	Regulador de voltaje LM317T	1	Diodo 1n4001
1	Regulador de voltaje LM7805	1	Portafusible
1	Resistencia variable 2kΩ	1	Fusible de 1ª
1	Celular Lg Modelo kp115a		

Para la adecuación de la señal producida por el celular se utilizó un circuito amplificador no inversor. La figura 6 muestra el diagrama del circuito y la ecuación 1 proporciona la relación matemática entre las variables eléctricas. Mediante el cálculo de la resistencia R_f fue posible obtener el voltaje de salida $V_{out} \sim 5V$ requerido por el microcontrolador.

$$V_o = (1 + R_f \times R_g) V_i \quad (1)$$

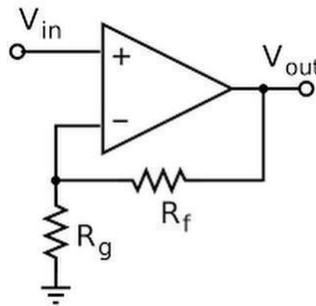


Figura 6. Circuito amplificador no inversor

3.4 Diseño de etapas de regulación de voltaje

Para poder alimentar el sistema antirrobo, se consideró utilizar la fuente de 12V que alimenta la entrada del encendedor de cigarrillos, pero es necesario regular el voltaje para el microcontrolador y el teléfono móvil debido a que ambos trabajan a 5V y 3.3V respectivamente. Para lograr esto se ocuparon 2 reguladores de voltaje en paralelo, el primero un LM7805 para regular a 5V y el segundo un LM317 para regular a 3.3V. En la figura 7 muestra el diagrama del circuito del regulador de voltaje LM7805.

La ecuación 2 muestra la fórmula para poder calcular el voltaje de salida de voltaje del regulador LM317. En la figura 8 muestra el diagrama de conexión general del regulador de voltaje LM317.

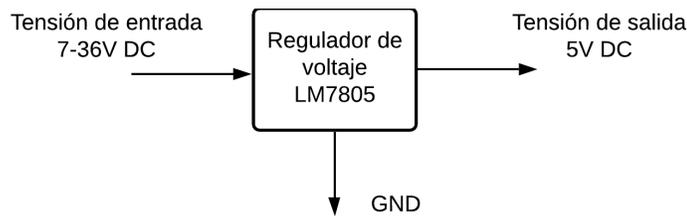


Figura 7. Diagrama de regulador de voltaje LM7805

$$V_o = 1.25V\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{adj}R_2 \quad (2)$$

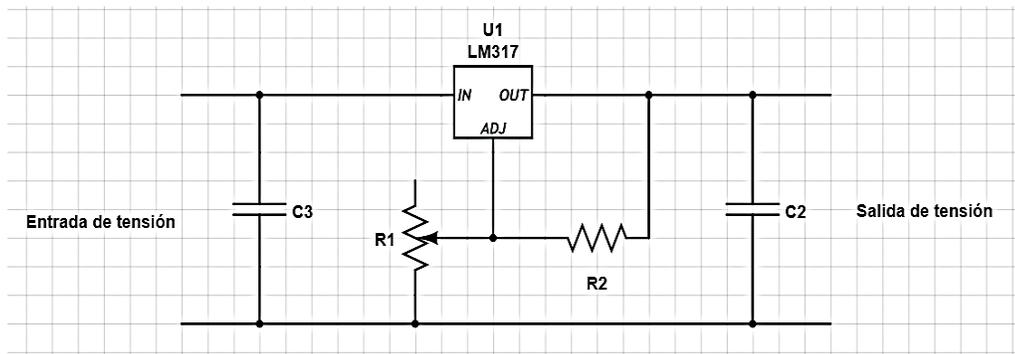


Figura 8. Diagrama de regulador de voltaje LM317

3.5 Procesamiento de la señal amplificada

El microcontrolador recibe la señal amplificada y si es de ~5V, activa dos salidas digitales. Cada una de las salidas activa un relevador. Un relevador desactiva la bomba de gasolina y el segundo relevador activa la alarma sonora como se muestra en la Figura 9.

3.6 Simulación del sistema

El diseño y simulación del sistema se realizó en el software de proteus®. Mientras que la programación se realizó en el software de arduino®.

3.7 Validación de la simulación

Debido a la contingencia del COVID19, no fue posible implementar en físico para pruebas el diseño del sistema antirrobo de tal manera que solo fue validado a nivel simulación.

4. Resultados

Se analizó el funcionamiento del celular, para que de este pudiera obtener una señal al momento de recibir una llamada, logrando con éxito esta etapa del proyecto, al conseguir una señal de 1.5V a la entrada del vibrador del teléfono al momento de recibir una llamada.

El circuito usado como amplificador es un LM386, este amplifica la señal a ~5 V para ser enviada al microcontrolador.

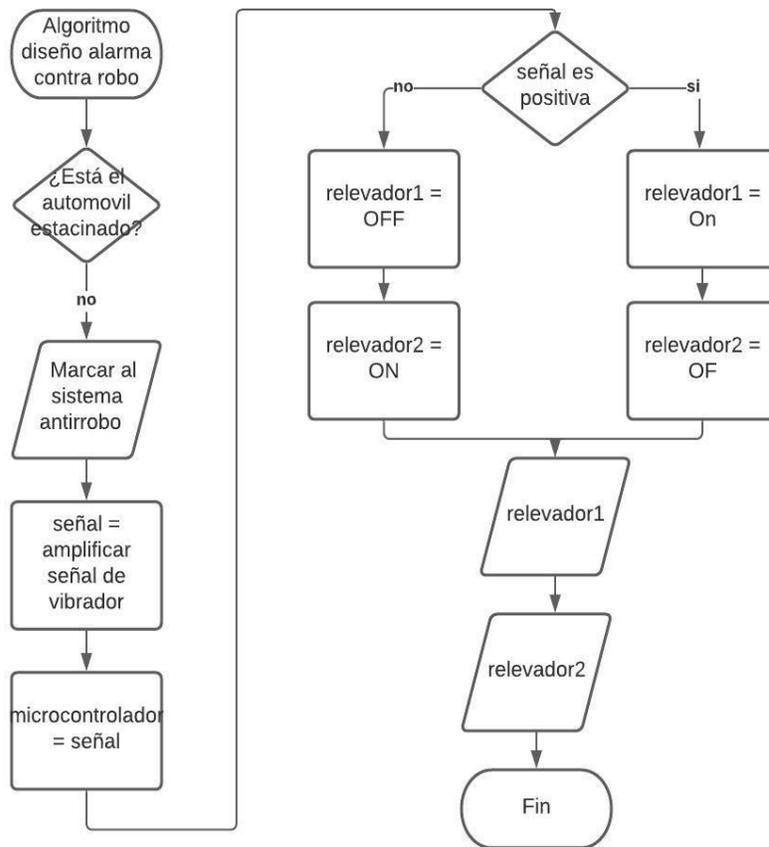


Figura 9. Diagrama de flujo del funcionamiento del circuito

4.1 Amplificación de señal

La figura 10 muestra la salida de la señal proveniente del vibrador del celular. Esta señal está representada en el diagrama de la figura 11 con una fuente de 1.5V la cual entra al circuito amplificador.

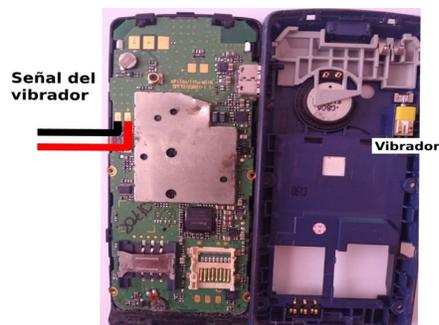


Figura 10. Señal del vibrador

De acuerdo a la ecuación 1 y considerando los valores de $R_i=1k\Omega$, $V_i=5V$, $V_o=1.5V$ se obtuvo el valor de $R_f=2.33k\Omega$, que permitió adecuar la señal a $\sim 5V$ para ser leída por el microcontrolador.

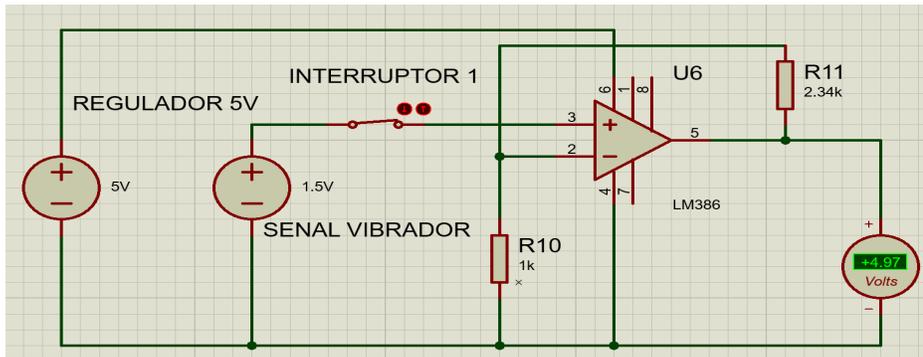


Figura 11. Diseño de circuito amplificador de la señal.

4.2 Diseño de etapas de regulación de voltaje

Para esta parte de regulación del voltaje, se considera usar como fuente de alimentación la entrada del conector de cigarrillo universal para obtener los 12V, haciendo pasar el voltaje por un fusible y un diodo, los cuales protegen el sistema. Mediante un regulador de voltaje LM7805 se obtiene una salida de 5V para alimentar al microcontrolador y con un regulador de voltaje LM317 se obtiene 3.3V para utilizar en el teléfono móvil como se muestra en la figura 12. La salida de alimentación para el teléfono móvil al ser regulable puede cambiar dependiendo del modelo de teléfono deseado.

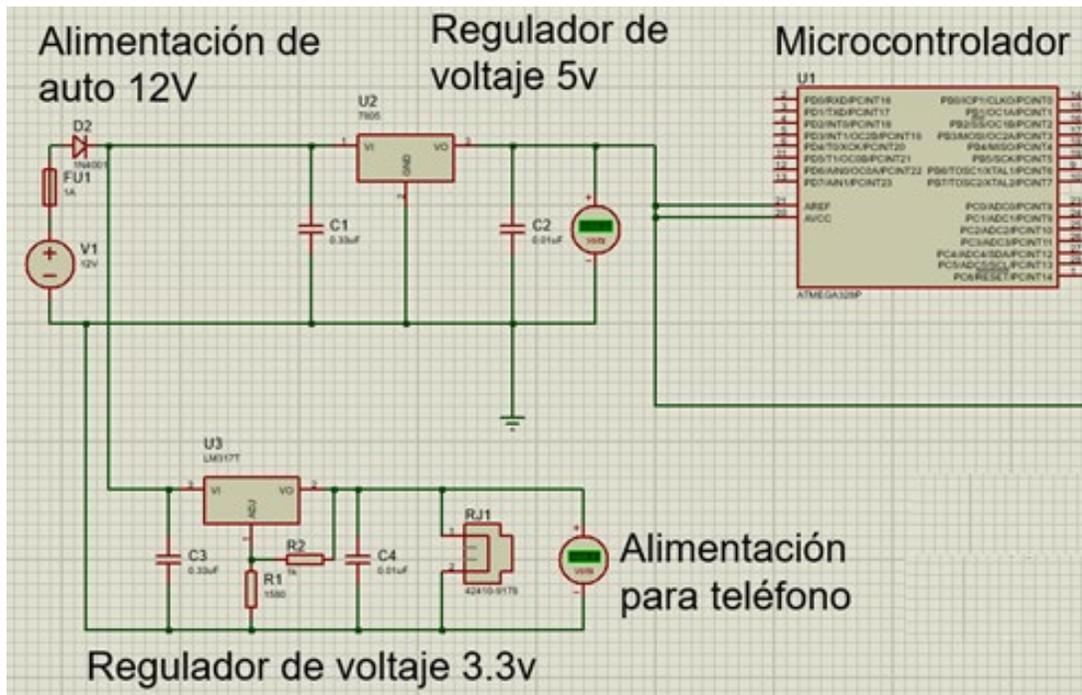


Figura 12. Voltaje regulado.

Para la alimentación del dispositivo móvil, la salida del regulador de voltaje LM317 se conecta de forma externa a los conectores físicos del móvil como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Conexiones del teléfono móvil.

4.3 Procesamiento de la señal amplificada

La figura 14, muestra la integración del circuito amplificador con el microcontrolador. En este caso se usó la simulación con un atmega328P. Dicho microcontrolador recibe la señal amplificada del celular y al ser recibida, genera la señal de salida para activar los relevadores. Se puede observar que en dicho circuito hay un interruptor denominado INTERRUPTOR 1, entre la salida de la señal de celular denominada entrada por conector de vibrador y el amplificador. Este interruptor tiene como función habilitar o deshabilitar el sistema contra robo del auto para evitar que el sistema se active, si se está siendo usado por el dueño o usuario autorizado.

Cuando el INTERRUPTOR 1 se encuentra activado permitirá que la señal se envíe al amplificador para generar la señal de $\sim 5V$, dicha señal será recibida por el microcontrolador y procesada por la programación, que básicamente establece una comparación de la señal digital recibida para activar dos salidas digitales. La primera señal activa un relevador con un estado ON que a su vez accionará el claxon. La segunda señal activará un relevador con un estado OFF e interrumpirá el funcionamiento de la bomba de gasolina.

4.4 Simulación del sistema

El circuito fue simulado dentro del software de proteus®, en el cual se observó el funcionamiento correspondiente al esperado.

La salida del vibrador móvil se conecta a la placa en la entrada del vibrador para cuando el teléfono móvil reciba una llamada este active una entrada del microcontrolador como se mostró en la figura 13. Esta señal se simuló como una fuente de voltaje DC dentro de proteus. En la simulación se puede observar que el estado de la etapa de amplificación, cuando no hay una llamada otorga un voltaje de $\sim 0.83V$ el cual no es suficiente para poder activar el sistema (Figura 15).

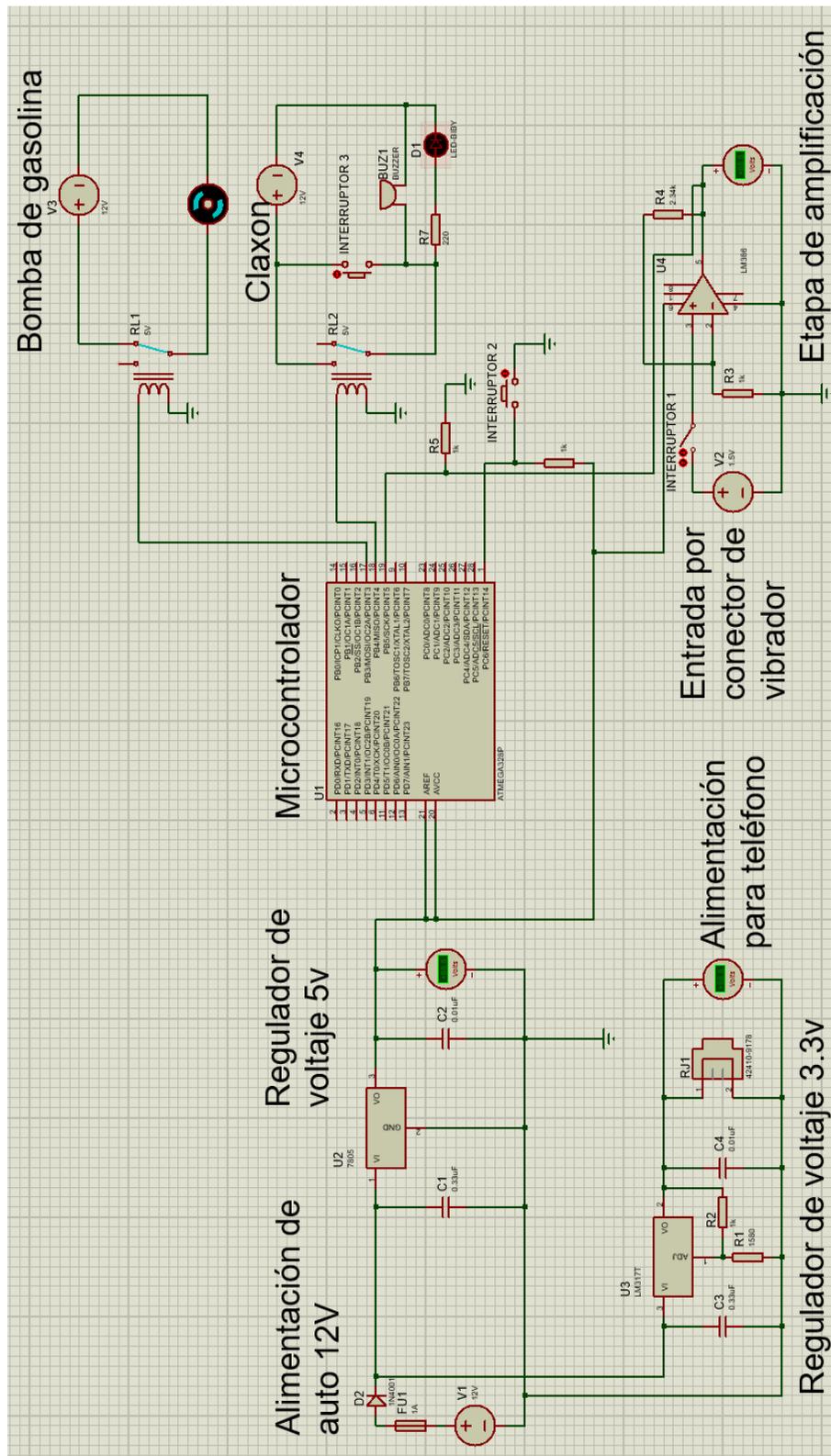


Figura 14. Diagrama esquemático general del funcionamiento del sistema.

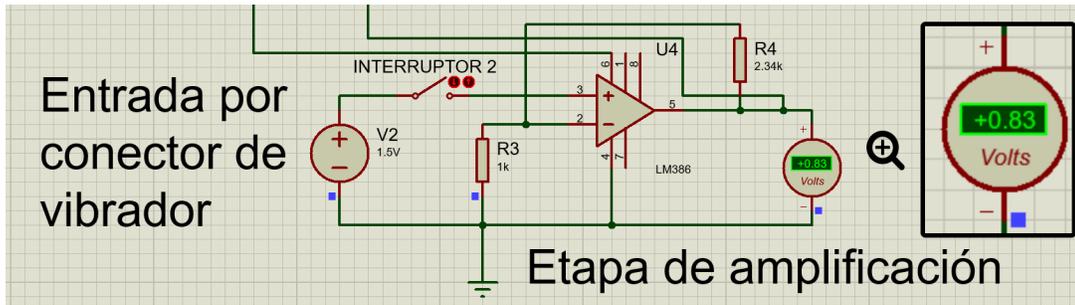


Figura 15. Etapa de amplificación sin llamada.

Al realizar la llamada la etapa de amplificación incrementa el voltaje del vibrador y da como salida ~5V la cual es suficiente para activar el sistema antirrobo. (Figura 16)

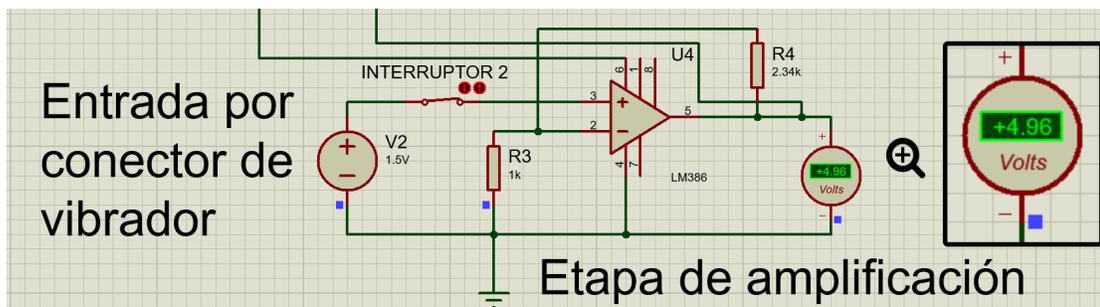


Figura 16. Etapa de amplificación con llamada.

La figura 17 muestra el circuito donde se utiliza un motor que simula la bomba de gasolina y también se utilizó un buzzer y un led para simular el claxon.

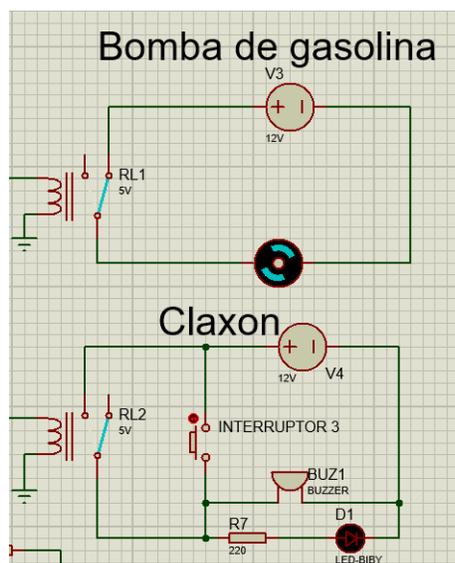


Figura 17. Simulación de claxon y bomba de gasolina.

La figura 18 muestra el diagrama de conexión del sistema inactivo simulando que aún no se recibe la señal de la llamada, por lo cual la bomba de gasolina funciona normalmente encendida y el claxon está apagado, aunque el usuario puede activar el claxon (interruptor 3), en cualquier momento sin interferir con el funcionamiento normal.

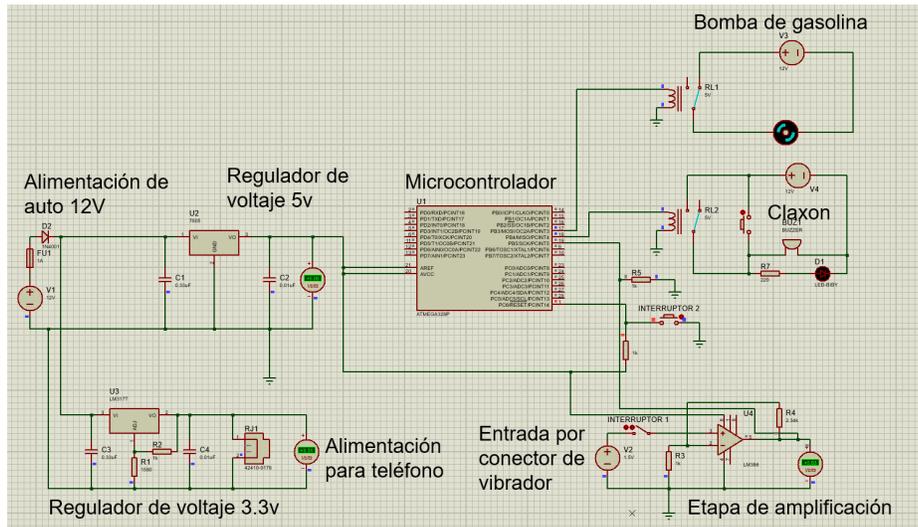


Figura 18. Diagrama de conexión en funcionamiento sin llamada

La figura 19 muestra el diagrama de conexión en el momento de recibir la llamada, la bomba de gasolina se desactiva y se activa el claxon, mostrando de forma detallada el funcionamiento en la figura 20.

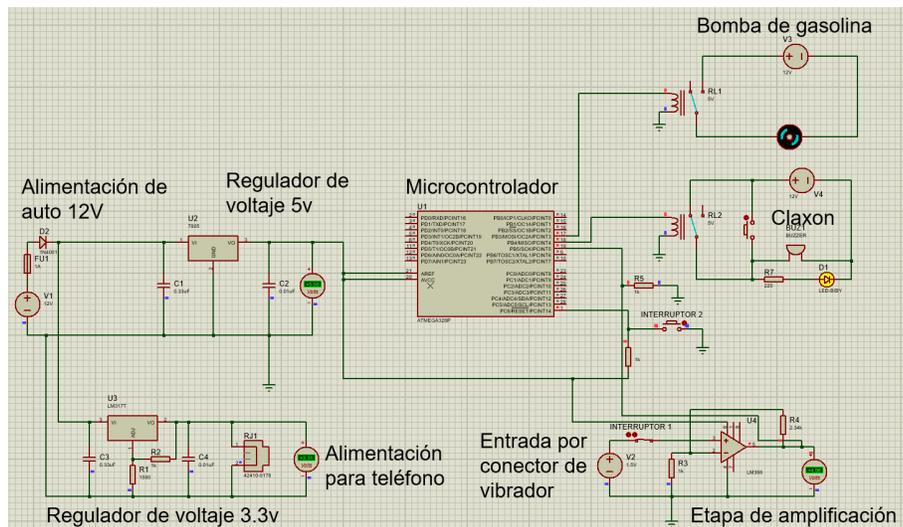


Figura 19. Diagrama de conexión en funcionamiento con llamada

En la figura 20 se muestra una comparación del diagrama de conexión de los relevadores en su estado activado y desactivado.

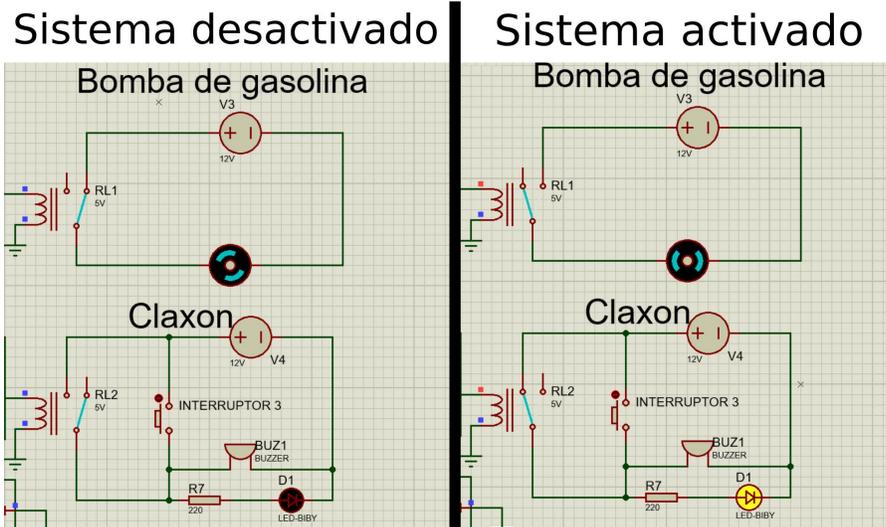


Figura 20. Comparación del sistema.

4.5 Validación de la simulación

Como se mencionó antes, debido a la contingencia, no fue posible hacer las pruebas en físico de todo el sistema. Solo se hicieron las simulaciones para corroborar su funcionamiento, como se explicó en el punto 4.4. Pero se logró realizar el diseño de la placa del circuito impreso en el programa EasyEDA[14], como se muestra en la figura 21.



Figura 21. Diseño de circuito impreso con componentes montados.

La figura 22 muestra el esquema de las conexiones de los componentes con la placa diseñada en la cual se observa la toma de 12 volts del conector universal del cigarrillo para la alimentación del sistema antirrobo, la conexión de la salida del vibrador en el teléfono, así como también se aprecia la conexión de la alimentación para el celular, la conexión de la activación de la bomba(motor) y claxon. El interruptor 1 es para resetear el sistema antirrobo y el interruptor 2 es para activar el sistema antirrobo, una vez se deja estacionado el automóvil.

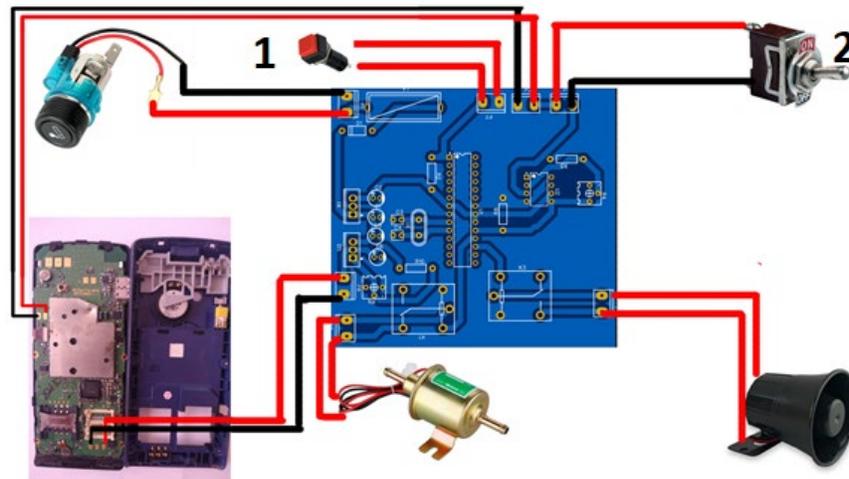


Figura 22. Esquema de conexión de componentes.

5. Conclusiones

Se concluye teniendo una propuesta de diseño de circuito de alarma contra robo de auto, usando un celular de teclas LG kp115a, que además contribuye a la sustentabilidad fomentando la reutilización de productos electrónicos obsoletos dando un segundo uso para sistemas antirrobo. Fácil de implementar y ocultar dentro del automóvil, evitando despertar sospechas en el ladrón de que se cuenta con una alarma, sobre todo en autos no recientes, que son los que más susceptibles a robos.

Debido a la pandemia no fue posible instalar el prototipo en un automóvil para probarlo físicamente, pero se realizaron simulaciones que muestran el funcionamiento del sistema, y el diseño de las tarjetas impresas. El paso siguiente sería implementar el diseño físicamente, instalarlo y probarlo en un automóvil. Esto una vez pase la contingencia.

Otra oportunidad de mejora, sería que, en vez de activar el claxon tradicional del automóvil, suene una alerta solicitando auxilio para quien robe el automóvil tenga la presión de abandonarlo.

Referencias

- [1] Milenio, Estos son los autos más robados de 2019; Tsuru no lidera la lista, "Milenio 2020. (2020). <https://www.milenio.com/negocios/autos-robados-mexico-2019-tsuru-lidera-lista> (accessed July 30, 2020).
- [2] AMIS, (n.d.). <https://sitio.amis.com.mx/autos/> (accessed July 30, 2020).
- [3] R.F. Mangine, Chapter 8 - Anti-theft systems, in: E. Stauffer, M.S.B.T.-F.I. of S.-R. and O.C.-R.V. Bonfanti (Eds.), Academic Press, Burlington, 2006: pp. 207–226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012088486-5/50042-9>.
- [4] L.. Norza-Céspedes, Y. A, Duarte-Velazquez, Hurto de automotores y estrategias contra el delito: una mirada desde la academia, el victimario y la Policía, Rev. Crim. 55 (2013).
- [5] S. Fujita, Risk Factors for Auto Theft., RTM Insights. (2012). <http://www.rutgerscps.org/uploads/2/7/3/7/27370595/autotheftrisks.pdf> (accessed July 31, 2020).
- [6] C. Muñoz, C. Eduardo, Construcción de un Prototipo para el Bloqueo Central del Vehículo vía Telemática, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2011.



- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2278/1/65T00032.pdf> (accessed July 2, 2020).
- [7] R.J.C. Córdoba, Sistema contra robo de vehículos, Instituto Politécnico Nacional, 2013.
- [8] L. María, T. Ramírez, M. Leandro, G. Ruiz, Desarrollo de Sistema de Seguridad para Automóviles con IOT y Smartphone, 2016.
- [9] J. Cervantes, Sistema de seguridad automotriz 3G/GSM, 2009.
<https://docplayer.es/amp/492211-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico-facultad-de-ingenieria-t-e-s-i-s-sistema-de-seguridad-automotriz-3g-gsm.html> (accessed July 31, 2020).
- [10] NHTSA, Prevención del Robo de Vehículos, (2017). <https://www.nhtsa.gov/es/seguridad-vial/prevencion-del-robo-de-vehiculos> (accessed July 31, 2020).
- [11] L. Vanguardia, Qué sistema antirrobo es mejor para tu coche, (2019).
<https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20191009/47876498606/que-sistema-antirrobo-mejor-para-coche-seguridad.html> (accessed July 31, 2020).
- [12] RACE. (2020). Sistemas antirrobo para coche: ¿cuáles son los más tecnológicos? Recuperado de <https://www.race.es/sistemas-antirrobo-coche>.
- [13] Medina J.(2009). Sistema de seguridad automotriz 3G/GSM Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1141/Tesis.pdf?sequence=1>
- [14] EasyEDA. (2020). Simulador de circuitos y diseño de circuitos impresos online. Recuperado de <https://easyeda.com/es>

Autores

Gloria Flor Mata Donjuan. Ingeniera en computación con una Maestría en ciencias de Ingeniería en biosistemas. Profesor de tiempo completo en Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Querétaro. Docente en materias de sistemas digitales y programación de periféricos. Ha trabajado en proyectos de investigación con empresas e instituciones de educación superior. Participé en proyectos de desarrollo de aplicaciones móviles tanto para el área automotriz como para el área de biosistemas. Desarrollo de prototipo instalado en la universidad, para recarga de celulares con energía solar. Desarrollo de aplicaciones usando procesamiento de imágenes para monitoreo de cultivos en invernadero.

Kenny Arth Luevanos Uribe. Alumno de 6to cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Querétaro.

Arturo Hernández Hernández. Ingeniero Mecánico con maestría en ciencias en Ingeniería Mecánica y cursa actualmente doctorado en Ingeniería. Profesor de tiempo completo en Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Querétaro. Docente en materias relacionadas al diseño mecánico. Ha trabajado en proyectos de investigación con empresas e instituciones de educación superior.

José Marcos Zea Pérez. Ingeniero mecatrónico, con maestría en ciencias en sistemas de manufactura con especialidad en automatización de procesos industriales y cursa actualmente doctorado en ingeniería en manufactura avanzada. Profesor de tiempo completo en el programa educativo de ingeniería mecatrónica en la Universidad Politécnica de Querétaro. Docente en materias relacionadas con integración de sistemas mecatrónicos y robóticos. Ha trabajado como responsable técnico en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en conjunto con el sector industrial e instituciones de educación superior.