



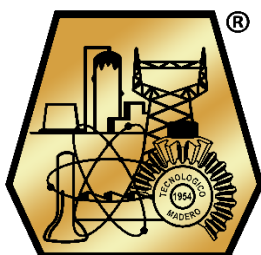
EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"POR MI PATRIA Y POR MI BIEN"

TESIS

DETECTOR REMOTO DE SOBRECORRIENTE

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

PRESENTA

ING. MANUEL DUVAN TORRES GONZÁLEZ

G15070948

CVU 1190637

DIRECTOR DE TESIS

M.C. AARÓN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

CVU 314382

CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. PEDRO MARTÍN GARCÍA VITE

Ciudad Madero, Tamaulipas, **26/febrero/2024**

OFICIO No.: U.021/2024
ASUNTO: Autorización de impresión de tesis

C. MANUEL DUVAN TORRES GONZÁLEZ
No. DE CONTROL G15070948
P R E S E N T E

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su Examen de Grado de Maestría en Ingeniería Eléctrica, se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

“DETECTOR REMOTO DE SOBRECORRIENTE”

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

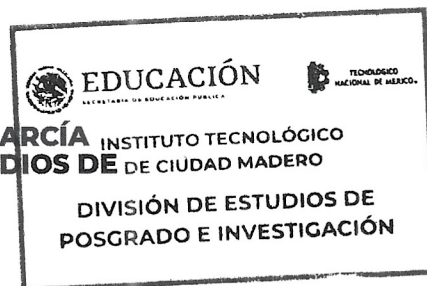
PRESIDENTE:	MTRO.	AARÓN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
SECRETARIO:	MTRO.	PEDRO MARTÍN GARCÍA VITE
VOCAL:	MTRO.	RAFAEL CASTILLO GUTIÉRREZ
SUPLENTE:	MTRO.	HERMENEGILDO CISNEROS VILLEGAS
DIRECTOR DE TESIS:	MTRO.	AARÓN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
CO-DIRECTOR:	MTRO.	PEDRO MARTÍN GARCÍA VITE

Es muy satisfactorio para la División de Estudios de Posgrado e Investigación compartir con usted el logro de esta meta. Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de México.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Por mi patria y por mi bien"



MARCO ANTONIO CORONEL GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p.- Archivo

MACG/RGG




Av. 1° de Mayo y Sor Juana I. de la Cruz S/N Col. Los Mangos C.P. 89440 Cd. Madero, Tam.
Tel. 01 (833) 357 48 20, ext. 3110, e-mail: depi_cdmadero@tecnm.mx
tecnm.mx | cdmadero.tecnm.mx



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Manuel Duvan Torres González, en mi calidad de autor manifiesto que este documento de tesis es producto original de mi trabajo y que no infringe derechos de terceros, tales como derechos de publicación, derechos de autor, patentes y similares. Por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y soy titular de los derechos que surgen de la misma.

Asimismo, declaro que en las citas textuales que he incluido y en los resúmenes que he realizado de publicaciones ajenas, indico explícitamente los datos de los autores y las publicaciones.

En caso de existir alguna reclamación o acción por parte de un tercero en referencia a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, asumiré toda la responsabilidad y relevo de esta a mi director de tesis, así como al Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero y a sus respectivas autoridades.

Ciudad Madero, Tamaulipas, Febrero 2024



Ing. Manuel Duvan Torres González

Agradecimientos

Le doy gracias a mis padres María y Manuel por ser mi apoyo incondicional durante cada etapa de mi vida, por los valores que me han inculcado y por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios para poder contribuir a la sociedad de una manera humana y técnica. De manera más significativa por ser un ejemplo de superación hacia mi persona.

A mi hermana por ser de gran importancia en mi vida, ayudándome a crecer, aprender y valorar con lo que contamos en nuestros días. A mis sobrinos por enseñarme a seguir disfrutando los momentos más sencillos llenos de alegrías que han marcado a mi persona. Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo del posgrado, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de experiencias, conocimientos y sobre todo de momentos de felicidad.

Doy las gracias a mis profesores por el apoyo y tiempo que recibí hacia mi persona, en cada uno de ellos encontré un aprendizaje que ayudó a formarme hasta el día de hoy. Gracias por haber compartido conmigo sus conocimientos, profesionalismo, experiencias y, sobre todo sus ganas de querer realizar en los estudiantes personas de bien y de éxito.

Agradezco en especial a mi asesor el Maestro en Ciencias Aarón González Rodríguez por brindarme todo su apoyo y tiempo personal para continuar desarrollándome de manera profesional aprendiendo sobre temas más detallados sobre la Ingeniería y como ser humano, así mismo al Maestro en Ciencias Juan De Dios Rodríguez Cartagena por ser partícipe en mi formación como profesionista.

A Miriam por ser una parte importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su entrega y amor incondicional hacia mi persona.

Gracias a mi familia, amigos, conocidos y toda persona con la que me he cruzado en mi vida, de la cual he podido aprender sobre aspectos muy importantes, que han ayudado a formar la integridad, carácter y humanidad que poseo hoy y que me distingue como ser humano.

Resumen

El notable crecimiento en el uso de dispositivos electrónicos para el monitoreo de la energía eléctrica es cada vez más notable. Dentro del área residencial ha aumentado el cambio de utilizar dispositivos analógicos a dispositivos digitales, con el fin de tener un mejor control de la energía en cuanto a sus parámetros y magnitudes que con lleven a un manejo más eficiente. Realizar ese seguimiento mencionado mediante un diseño inalámbrico lo vuelve todavía aún más práctico para la vida cotidiana de las personas.

El presente proyecto se origina de la idea de mantener un seguimiento en cuanto al consumo de corriente dentro de un circuito eléctrico residencial, que junto a la inclinación actual en la sociedad de reducir el cableado que se utiliza en los dispositivos, se logre lo anterior de una manera mediante un sistema de monitoreo inalámbrico, que además prevenga mediante una alarma auditiva al usuario cuanto se esté por consumir el máximo de corriente eléctrica permitido por el interruptor del circuito.

El diseño del proyecto consta de un sensor de corriente de efecto hall que permita medir el consumo de corriente que pase por un cable en un circuito que alimente a una carga determinada sin realizar una desconexión de equipo. Mediante pulsos eléctricos a un valor de frecuencia determinada en condiciones normales de carga en la salida digital del sensor, serán recibidos por un elemento transmisor de radiofrecuencia, que a su vez se enlazará mediante el uso de la radio comunicación con un elemento receptor con el uso de antenas, para conectar en la parte final del circuito un elemento sonoro como el buzzer. De tal manera que una vez ajustado el sensor a un valor límite de consumo de corriente al llegar o superar a dicho valor por un aumento en la carga, cambie la frecuencia en su salida digital que maneja en todo el circuito, para mediante un amplificador operacional utilizado como comparador y el uso de timers se genere una alarma oscilante que prevenga al usuario evitar la acción del interruptor del circuito y desconecte la carga total que estaba siendo utilizada.

Abstract

The notable growth in the use of electronic devices for monitoring electrical energy is increasingly notable. Within the residential area, the change from using analog devices to digital devices has increased, in order to have better control of energy in terms of its parameters and magnitudes that lead to more efficient management. Carrying out this aforementioned monitoring through a wireless design makes it even more practical for people's daily lives.

This project originates from the idea of keeping track of current consumption within a residential electrical circuit, which, together with the current inclination in society to reduce the wiring used in devices, achieves the above one way through a wireless monitoring system, which also warns the user through an audible alarm when the maximum electrical current allowed by the circuit breaker is about to be consumed.

The project design consists of a hall effect current sensor that allows measuring the current consumption that passes through a cable in a circuit that supplies a specific load without disconnecting the equipment. Through electrical pulses at a given frequency value under normal load conditions at the digital output of the sensor, they will be received by a radio frequency transmitter element, which in turn will be linked through the use of radio communication with a receiver element with the use of antennas, to connect a sound element such as the buzzer to the final part of the circuit. In such a way that once the sensor has been adjusted to a limit value of current consumption when it reaches or exceeds said value due to an increase in load, it changes the frequency in its digital output that it manages throughout the circuit, through an operational amplifier used as a comparator and the use of timers generates an oscillating alarm that prevents the user from avoiding the action of the circuit breaker and disconnecting the total load that was being used.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	i
Resumen	ii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	6
1.6. Alcances y Limitaciones	7
1.6.1. Alcances	7
1.6.2. Limitaciones	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ¿Qué es un sistema electrónico?	8
2.2. Señales Analógicas	9
2.3. Señales Digitales	9
2.4. Filtro RC	10
2.5. Circuito Integrado	10
2.5.1. Tipos de Circuitos Integrados	10
2.6. Amplificador Operacional	12
2.6.1. Amplificador Operacional utilizado como comparador	12
2.6.2. Amplificador Operacional TL081	13

2.7. Temporizador u Oscilador 555.....	13
2.7.1. Tipos de configuración del Timer 555.....	14
2.8. Sistemas de comunicación.....	14
2.8.1. Comunicación inalámbrica.....	14
2.8.2. Comunicación Analógica y Digital.....	16
2.8.3. Canales de comunicación.....	17
2.8.4. Bandas de frecuencia.....	19
2.8.5. Radiocomunicación.....	20
2.8.5.1. Entidades involucradas.....	20
2.9. Espectro electromagnético.....	21
2.9.1. Regiones del espectro electromagnético.....	22
2.9.2. Usos del espectro electromagnético.....	23
2.10. Sistemas de modulación.....	24
2.10.1. Amplitud Modulada.....	26
2.10.1.1. Aplicaciones tecnológicas de la AM.....	27
2.10.1.2. Potencia de la señal modulada.....	28
2.10.2. Frecuencia Modulada.....	29
2.10.3. Modulación por ancho de pulsos.....	31
2.10.4. Modulación por desplazamiento de amplitud.....	32
2.10.4.1. Configuración y características.....	33
2.10.5. Modulación por desplazamiento de frecuencia.....	35
2.11. Antenas de transmisión y recepción de datos.....	36
2.12. Efecto Hall.....	37
2.12.1. Sensores de Efecto Hall.....	38
2.13. Sensor WCS1800.....	39

2.14. Módulos de Radiofrecuencia de 434Mhz (TLP434A y RLP434A).	40
2.14.1. Módulo Transmisor TLP434A.	40
2.14.2. Módulo Receptor RLP434A	41
2.15. Sistema de Alarma Mediante Zumbador.	42
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO	43
3.1. Descripción por bloques del modelo del proyecto.	43
3.2. Circuito Sensor y Transmisor.	44
3.3. Circuito Receptor y de Alarma.	52
3.4. Prototipo.	62
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	64
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	67

ÍNDICE FIGURAS

CAPITULO II.....	8
Figura 2.1.-Proceso de un Sistema Electrónico.....	8
Figura 2.2.-Circuito Integrado Monolítico.....	11
Figura 2.3.-Circuito Integrado Híbrido de capa fina.....	11
Figura 2.4.-Circuito Integrado Híbrido de capa gruesa.....	11
Figura 2.5.-Símbolo de amplificador operacional.....	12
Figura 2.6.-Amplificador Operacional como comparador.....	12
Figura 2.7.-Amplificador Operacional TL081.....	13
Figura 2.8.-Timer 555.....	13
Figura 2.9.-Circuito Monoestable con el IC NE555.....	14
Figura 2.10.-Circuito Astable con el IC NE555.....	14
Figura 2.11.- Diagrama de bloques simplificado de un sistema de comunicación.....	16
Figura 2.12.-Formas de onda en la comunicación analógica y digital.....	17
Figura 2.13.- Canales de Comunicación.....	18
Figura 2.14.- Espectro electromagnético.....	24
Figura 2.15.-Forma de onda de amplitud modelada y frecuencia modulada.....	26
Figura 2.16.-Señal moduladora, señal portadora y señal modulada en AM en sus distintas etapas.....	27
Figura 2.17.- Señal de onda cuadrada con ciclo de trabajo.....	31
Figura 2.18.- Modulación binaria FSK.....	36
Figura 2.19.-Envío de información por radiofrecuencia mediante antenas.....	37
Figura 2.20.-Esquema del Efecto Hall.....	37
Figura 2.21.-Sensor de corriente convencional de Efecto Hall.....	38
Figura 2.22.-Composición física del transmisor TLP434A.....	40
Figura 2.23.-Composición física del receptor RLP434A.....	41
Figura 2.24.-Estructura física de zumbador o Buzzer.....	42

CAPITULO III.....	43
Figura 3.1.-Modelo del proyecto.....	43
Figura 3.2.-Sensor WCS1800 35A.....	44
Figura 3.3.-Medición en el elemento sensor de corriente dentro del circuito transmisor.....	44
Figura 3.4.-Señal en la salida digital del sensor de corriente sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	45
Figura 3.5.-Señal en la salida digital del sensor de corriente con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	45
Figura 3.6.-Medición de la señal eléctrica en la salida del filtro RC dentro del circuito sensor y transmisor.....	46
Figura 3.7.-Señal eléctrica en la salida del filtro RC sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	46
Figura 3.8.- Señal eléctrica en la salida del filtro RC con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	47
Figura 3.9.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional dentro del circuito sensor y transmisor.....	48
Figura 3.10.-Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	48
Figura 3.11.- Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	49
Figura 3.12.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable dentro del circuito sensor y transmisor.....	50
Figura 3.13.-Señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable y en la entrada del Transmisor TLP434A sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	51
Figura 3.14.- Señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable y en la entrada del Transmisor TLP434A con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.....	51
Figura 3.15.-Circuito sensor y transmisor completo.....	52
Figura 3.16.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	52
Figura 3.17.-Señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	53

Figura 3.18.- Señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	53
Figura 3.19.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	54
Figura 3.20.-Señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	54
Figura 3.21.- Señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	55
Figura 3.22.-Medición de la señal eléctrica en la salida del filtro RC dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	55
Figura 3.23.-Señal eléctrica en la salida del filtro RC sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	56
Figura 3.24.- Señal eléctrica en la salida del filtro RC con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	56
Figura 3.25.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	57
Figura 3.26.-Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	57
Figura 3.27.- Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	58
Figura 3.28.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Timer 555 dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	58
Figura 3.29.-Señal eléctrica en la salida del Timer 555 sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	59
Figura 3.30.- Señal eléctrica en la salida del Timer 555 con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.....	59
Figura 3.31.-Circuito receptor y de alarma completo.....	60
Figura 3.32.-Condiciones normales sin sobrecarga, frecuencia alta.....	60
Figura 3.33.-Condiciones de alerta con sobrecarga, frecuencia baja.....	61
Figura 3.34.-Prototipo del circuito sensor y transmisor.....	62
Figura 3.35.-Prototipo del circuito receptor y de alarma.....	63

Figura 3.36.-Operación del Prototipo del circuito sensor-transmisor y circuito receptor-
alarma.....63

ÍNDICE TABLAS

CAPITULO II.....	8
Tabla 2.1.- Clasificación de bandas de frecuencias.....	19
Tabla 2.2.- Bandas I a V para VHF y UHF	19
Tabla 2.3.- Clasificación de la banda de microondas.....	20
Tabla 2.4.- Valores y condiciones del Transmisor TLP434A.....	40
Tabla 2.5.- Valores y condiciones del Receptor RLP434A.....	41
CAPITULO IV.....	64
Tabla 4.1.- Resultados registrados dentro de un inmueble sin obstrucciones.....	64
Tabla 4.2.- Resultados registrados dentro de un inmueble con obstrucciones.....	64
Tabla 4.3.- Resultados registrados al exterior de un inmueble sin obstrucciones.....	65

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La puesta en servicio de un proyecto de detección remota de sobre corriente en una instalación eléctrica es un diseño que conlleva apegarse a las exigencias de hoy en día que existen en la sociedad en cuanto al progreso que ha tenido la tecnología. De ahí que se requiera un sistema más eficiente que disminuya la utilización de cables eléctricos para comunicar dispositivos de monitoreo.

De tal manera, para poder detectar una sobre corriente en un circuito eléctrico con carga sin tener que estar en el punto de medición, sin conductores que enlacen a los dispositivos de transmisión y recepción de la información, se plantea realizar la comunicación por medio de señales de radio frecuencia, utilizando las ventajas que proporcionan las ondas electromagnéticas para mandar y obtener las señales requeridas para obtener un sistema de alarma deseado.

La información que se presenta a continuación en este proyecto muestra el diseño y la puesta en funcionamiento de un sistema que permita obtener información sobre una alarma de sobre corriente en instalaciones eléctricas de manera remota.

1.1. Antecedentes

Los sistemas de detección siempre se han usado de una u otra manera a lo largo de la historia, los cuales, han ido cambiando conforme a los recursos con los que el ser humano ha ido contando, dependiendo también de la necesidad para la cual se desean emplear. El avance tecnológico con el que se cuenta hoy en día en la electrónica ha permitido contar con una inmensidad de estos sistemas para distintas ramas contribuyendo al desarrollo que se tiene hoy en día en la sociedad.

Los sensores son dispositivos que acompañan a la humanidad en el día a día prácticamente en todas partes, desde las distintas habitaciones de las viviendas, en el transporte, la industria, la medicina, etc., llevar a cabo un día normal sin estos equipos en la vida resultaría prácticamente inadmisibles, por el contrario, lo que se busca es que con el desarrollo de nuevas tecnologías y el avance de la ciencia se logren alcanzar mejoras que proporcionen nuevos descubrimientos que contribuyan en la optimización en las actividades de las personas y el área del manejo de la energía eléctrica no es la excepción.

Cuantificar las magnitudes que se tienen presentes a nuestro alrededor o con las que interactuamos son acciones y necesidades que el hombre siempre ha tenido arraigado a su ser. En el estudio de la electricidad, el monitoreo y control de la energía en el apartado del consumo de corriente eléctrica, es una actividad muy presente que se necesita tener desde en los hogares hasta los procesos de producción, en ambos, son parte importante para mantener y seguir desarrollando el estilo de vida que tiene la humanidad hoy en día.

De la misma manera, buscar estar a la vanguardia para avanzar en el diseño tecnológico en el ámbito eléctrico de la mano con la electrónica mediante sensores y transferencia de datos de manera inalámbrica genera que se esté en constante aprendizaje, para llevar a cabo mejoras a ideas ya existentes y desarrollar nuevas con base en las anteriores que permitan tener un mejor control de la energía eléctrica.

1.2. Planteamiento del problema

El constante crecimiento en la demanda de poder llevar un monitoreo en el consumo de corriente de un circuito eléctrico, ha sido la razón para desarrollar un sistema de alarma cuya función es que cuando se alcance un valor establecido envíe información desde el punto de medición hasta el elemento receptor a distancia por conexión inalámbrica.

Tener un conocimiento en lo relacionado al consumo instantáneo de la corriente eléctrica es muy útil para conocer que no existen posibles riesgos de desconexión de los aparatos al sistema eléctrico de las viviendas. De esta manera, se puede gozar de hacer un análisis rápido que garantice tener la sensación de que la instalación eléctrica se encuentra funcionando de manera adecuada.

De manera habitual, en las habitaciones donde las personas se encuentran realizando sus actividades, ocurre que por necesidad de utilizar varios dispositivos eléctricos que realizan un consumo de energía eléctrica, de manera inesperada por desconocimiento se sobre pasa el límite de amperaje permitido por parte del equipo eléctrico de protección que garantiza un funcionamiento óptimo y seguro, haciendo que dispositivos de interrupción actúen para resguardar al resto de la instalación eléctrica de posibles daños.

Además de interpretar que este accionamiento por parte de los interruptores se puede evitar mediante un control de prevención mediante un sistema de alarma, en ocasiones según el diseño del inmueble, el alcance donde se encuentra el equipo para realizar el restablecimiento puede no estar en un lugar de fácil o rápido acceso para regresar a la condición normal u origen y restablecer de energía las instalaciones con los equipos conectando a el sistema eléctrico.

Las fallas generadas por sobrecargas que derivan en una desconexión innecesaria de equipo, es una de las situaciones más comunes dentro de los tipos de interrupciones eléctricas. De manera que, el sistema que se propone garantizará disminuir estos problemas mediante el monitoreo y notificación de alarma al usuario de manera remota al lugar donde se realiza la medición principal de los circuitos eléctricos de la instalación eléctrica.

1.3. Justificación

Hoy en día, para cualquier actividad que se realice, la energía eléctrica es indispensable para cualquier persona no solo en México, sino también a nivel global, por lo tanto, es necesario tener un buen monitoreo de la mencionada para contar con ella de manera segura para los equipos que se encuentran conectados a la misma.

Este proyecto soluciona el problema planteado en que a una persona se le presente una desconexión total de la carga de un circuito de manera abrupta afectando las actividades que se realizaban en ese momento por él y demás personal que se encontraban utilizando el equipo conectado a dicho circuito. Además, de prevenir tener que restablecer de cero con energía a todos los equipos conectados, evitando así el desplazamiento innecesario y acceder a el punto de restablecimiento que en ocasiones puede ser de difícil alcance. Por tales motivos mencionados, el uso de las señales de radio frecuencia en el sistema sería una mejor manera de resolución más adecuada.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Diseño y construcción de un sistema de control y alarma de manera remota por conexión inalámbrica para la detección de sobre corriente en un circuito eléctrico.

1.4.2. Objetivos específicos.

- 1.- Desarrollo de un sistema de control que permita recopilar información del consumo de corriente eléctrica en una instalación residencial, para tener un monitoreo y sistema de alarma de prevención contra desconexión de equipo eléctrico.
- 2.- Obtención y manejo de datos por medio de la parte sensora, transmisora y receptora para enviar la información de manera inalámbrica.
- 3.- Diseño de sistema de alarma auditiva preventiva relacionada con el alto consumo de corriente eléctrica en una instalación residencial.
- 4.- Llevar a cabo las comprobaciones requeridas.

1.5. Hipótesis

De una manera factible, mediante la realización de un diseño correcto y la adecuada selección de los componentes electrónicos, se puede llevar a cabo a la práctica real un circuito electrónico para el control y monitoreo del consumo residencial de la corriente eléctrica mediante la implementación de un detector remoto de sobre corriente como un sistema de prevención de alarma para ayudar a reducir daños en componentes eléctricos y disminuir las desconexiones a la energía eléctrica en equipos conectados al sistema.

Para la aplicación de la detección y alarma de una sobre corriente en un circuito eléctrico de manera remota y de forma inalámbrica se pueden argumentar las siguientes hipótesis:

- Por medio de la salida digital del sensor de corriente de efecto Hall se puede obtener pulsos eléctricos a una determinada frecuencia que podrán ser transmitidos y recibidos por dispositivos de Radio Frecuencia.
- Un sistema inalámbrico por ondas electromagnéticas es más eficiente en cuanto hacer llegar información de monitoreo instantáneos a larga distancia hasta un dispositivo para su correcta operación.
- Un sistema de alarma auditivo es factible para dar a conocer un cambio no deseado en un parámetro monitoreado para posteriormente realizar una acción correctiva.

1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1. Alcances.

1.- Diseñar los circuitos que serán capaces de detectar el consumo de corriente en el circuito eléctrico.

2.- Hacer posible la existencia de un medio aislante entre el circuito de potencia y el circuito de control.

3.- Crear un sistema de detección vía remota entre elementos de transmisión y recepción de manera inalámbrica.

3.- Realizar un sistema de alarma que prevenga al usuario sobre la proximidad a sobrepasar los niveles adecuados que debe manejar el circuito en cuanto al consumo de corriente.

1.6.2. Limitaciones.

1.- El rango de valores de amperaje que se puedan manejar en los sensores a utilizar.

2.- Escasez de dispositivos que se adecuan a lo necesitado por ser diseños exclusivos o patentes por parte de los fabricantes.

3.- Rango de alcance en metros de distancia en cuanto a la transmisión inalámbrica de los datos de monitoreo sobre la corriente eléctrica consumida por el circuito eléctrico.

4.- Rango de frecuencias perceptible a distancia para el usuario emitida por parte de los dispositivos sonoros para el sistema de alarma contra sobre corriente.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ¿Qué es un sistema electrónico? [1]

Un sistema electrónico consiste en una serie de componentes que interactúan entre sí para procesar y controlar información del entorno físico. Estos componentes son los sensores, que captan datos del exterior y los convierten en señales eléctricas; la circuitería de procesamiento y control, que manipula las señales eléctricas según un programa o una lógica; los actuadores, que ejecutan acciones sobre el entorno físico a partir de las señales eléctricas; y la fuente de alimentación, que proporciona energía a todo el sistema.

Los componentes internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica de manera adecuada. La manipulación de dicha señal depende tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma. Los actuadores transforman la señal eléctrica procesada por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo.

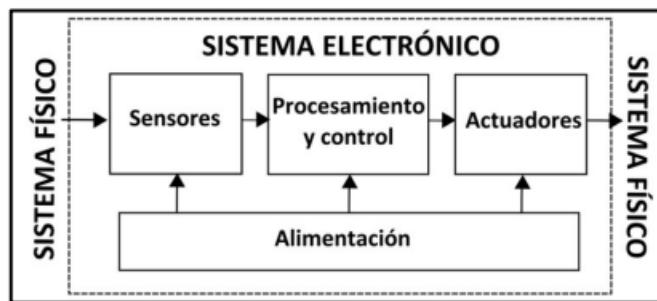


Figura 2.1.-Proceso de un Sistema Electrónico

La fuente de alimentación es un componente fundamental en la electrónica que se encarga de recibir la corriente alterna y convertirla en energía continua para alimentar los circuitos eléctricos que componen el equipo. En casos específicos, la fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para realizar todo el proceso descrito de obtención de información del medio, procesamiento y actuación sobre el medio.

2.2. Señales Analógicas. [2]

Las señales analógicas son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo de manera análoga a una variable física, como la corriente, la tensión o la carga eléctrica. Estas variables varían de forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando los límites de una señal coinciden con los límites que admite un dispositivo, se dice que la señal está normalizada. En otras palabras, la normalización de señales permite ajustar los valores de la señal a una escala diferente para aprovechar mejor la relación señal/ruido del dispositivo.

2.3. Señales Digitales. [2]

Son señales eléctricas que tienen dos niveles distintos que se alternan en el tiempo para transmitir información. Cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: 0 ó 1, V o F, etc. Los estándares específicos serán de acuerdo con el tipo de dispositivo a utilizar.

Si se utilizan componentes de la familia lógica TTL (transistor-transistor-logic), los niveles son 0 V y 5 V. Sin embargo, cualquier valor por debajo de 0,8 V se interpreta como un 0 y cualquier valor por encima de 2 V se interpreta como un 1 (los niveles de salida están por debajo de 0.4 V y por encima de 2.4 V respectivamente).

Cuando se habla respecto a la familia CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor), los estándares dependen de la alimentación. Para una alimentación de +5 V, los valores ideales son también 0 V y 5 V, pero se reconoce un 0 hasta 2.25 V y un 1 a partir de 2.75 V. Lo anterior muestra uno de los principales atractivos de las señales digitales: su gran inmunidad al ruido. Las señales digitales descritas tienen la particularidad de tener sólo dos estados y, por lo tanto, permiten representar, transmitir o almacenar información binaria.

2.4. Filtro RC. [3]

Los circuitos RC son circuitos formados por una resistencia y un condensador, y se utilizan principalmente para filtros, conocidos como filtros RC. Debido a que estos componentes son pasivos, el filtro es pasivo y analógico, ya que sus valores no son solo biestables.

El condensador es un elemento reactivo, lo que significa que el paso de corriente por él tendrá diversos efectos. A medida que aumenta la frecuencia de la fuente, la impedancia del condensador disminuye, lo que hace que el voltaje que disipa disminuya hasta tender a cero. Cuando no existe frecuencia, el condensador se comportará como un circuito abierto. El filtro más simple que existe consiste en un condensador y una resistencia en serie.

Este tipo de filtros también se utilizan para eliminar los componentes armónicos en una señal de un circuito eléctrico, dejando solo un valor constante en su salida.

2.5. Circuito Integrado. [3]

Un circuito integrado (IC - Integrated Circuit) es una unión de componentes de un circuito que están miniaturizados y que pertenecen a un mismo chip, microchip o soporte semiconductor, comúnmente de silicio, de un área de algunos milímetros cuadrados, utilizando la técnica de fotolitografía y se encuentran protegidos por un encapsulado con conductores metálicos que sirven como conexión entre la pastilla y el circuito impreso.

2.5.1. Tipos de Circuitos Integrados. [3]

Los circuitos integrados monolíticos están fabricados en un solo monocristal, de material silicio, germanio, arseniuro de galio, silicio-germanio, entre otros. Este tipo de integrados están conformado por diodos, transistores, resistencias, condensadores, interconexiones y terminales.

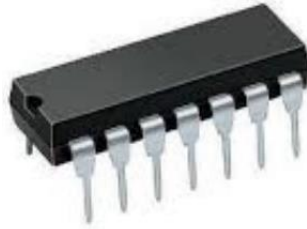


Figura 2.2.-Circuito Integrado Monolítico.

Circuitos híbridos de capa fina: Los híbridos de capa fina son similares a los monolíticos, pero contienen componentes que son difíciles de fabricar con tecnología monolítica, como los Conversores Análogos-Digitales (ADC), Conversores Digitales-Análogos (DAC) y resistencias de precisión, que se fabrican con esta tecnología.



Figura 2.3.-Circuito Integrado Híbrido de capa fina.

Circuitos híbridos de capa gruesa: Suelen contener circuitos a base de transistores, diodos y otros componentes, sobre un sustrato dieléctrico, interconectados con pistas conductoras. Las resistencias se depositan por serigrafía, se ajustan haciéndoles cortes con láser y son encapsuladas en plástico o metal, dependiendo de la disipación de potencia que requieran.



Figura 2.4.-Circuito Integrado Híbrido de capa gruesa.

2.6. Amplificador Operacional. [4]

El AO es un amplificador CC multietapa con una entrada diferencial, cuyas características se aproximan a las de un amplificador ideal. Las características de un amplificador ideal son:

- Resistencia de entrada infinita
- Resistencia de salida nula
- Ganancia de tensión infinita
- Respuesta de frecuencia infinita (CC a infinitos Hz)
- Insensibilidad a la temperatura

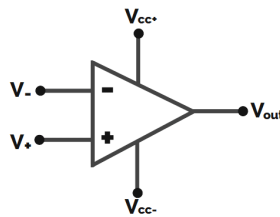


Figura 2.5.-Símbolo de amplificador operacional.

2.6.1. Amplificador Operacional utilizado como comparador. [3]

Esta configuración consta de un circuito que provee una señal de salida saturada correspondiente a la comparación de dos señales de entrada. Dicha señal de salida corresponde al resultado de ver cual señal de entradas es mayor y multiplicar su valor por su máximo valor de ganancia.

Comparador con Amplificador Operacional

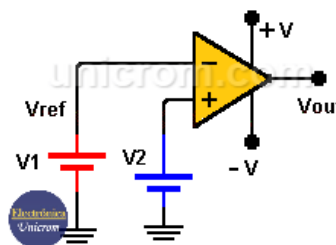


Figura 2.6.-Amplificador Operacional como comparador.

2.6.2. Amplificador Operacional TL081. [5]

La familia de amplificadores operacionales de entrada JFET TL08xx es una familia de amplificadores operacionales que ofrece una selección más amplia que cualquier otra familia de amplificadores operacionales previamente desarrollada. Cada uno de estos AO entrada JFET incorpora transistores bipolares y JFET de alto voltaje bien unido en un circuito integrado monolítico. Los dispositivos cuentan con altas velocidades de operación, baja corriente de polarización de entrada y corriente de compensación, y bajo coeficiente de temperatura de voltaje de compensación.

El amplificador operacional de entrada JFET TL081 es un amplificador operacional que ofrece una selección más amplia que cualquier otro amplificador operacional desarrollado previamente. Este amplificador operacional es adecuado para muchas aplicaciones de propósito general, como seguidor de voltaje, comparadores, amplificadores, sumadores y mucho más.

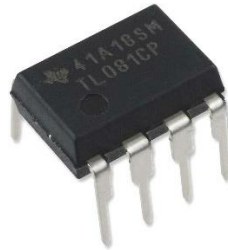


Figura 2.7.-Amplificador Operacional TL081

2.7. Temporizador u Oscilador 555. [3]

El circuito integrado temporizador o timer más común es el multivibrador NE555.



Figura 2.8.-Timer 555.

2.7.1. Tipos de configuración del Timer 555. [3]

Monoestable: son multivibradores que al ser excitados realizan un cambio de nivel de voltaje y luego de un tiempo predeterminado retorna a su nivel inicial.

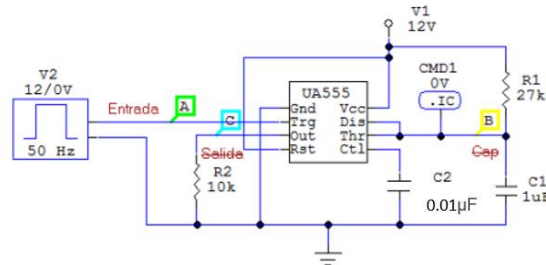


Figura 2.9.-Circuito Monoestable con el IC NE555.

Astable: son multivibradores que carecen de señal de entrada y generan a la salida una onda cuadrada de una frecuencia determinada.

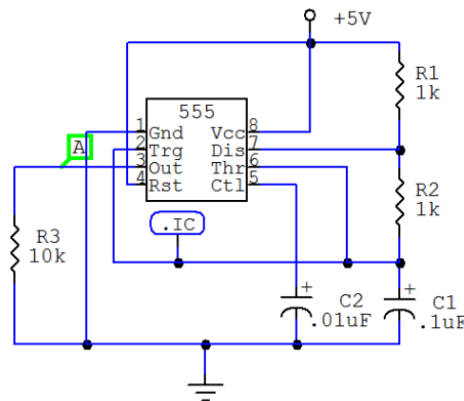


Figura 2.10.-Circuito Astable con el IC NE555.

2.8. Sistemas de comunicación.

2.8.1. Comunicación inalámbrica. [12]

La comunicación inalámbrica es un tipo de comunicación en la que no se utiliza un medio físico para conectar el emisor y el receptor, sino que se utilizan ondas electromagnéticas para

transmitir la señal. Los dispositivos físicos solo se encuentran en los emisores y receptores de la señal, como antenas, computadoras portátiles, PDAs, teléfonos móviles, etcétera.

La comunicación inalámbrica es muy útil en lugares donde la computadora no se encuentra en una ubicación fija y es accesible para todo público. Sin embargo, las redes cableadas tienen una ventaja en cuanto a la transmisión de datos sobre las inalámbricas. Mientras que las cableadas proporcionan velocidades de hasta 1 Gbit/s (Red Gigabit), las inalámbricas alcanzan solo hasta 108 Mbit/s.

Es posible combinar sistemas de comunicación inalámbricos y alámbricos, de manera que pueden funcionar en los siguientes escenarios: que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica sea la que le proporcione movilidad al equipo y al operador para desplazarse con facilidad en distintas áreas.

Las Redes públicas de Conmutación por Radio son un ejemplo de redes a larga distancia que no tienen problemas en pérdida de señal, debido a que su arquitectura está diseñada para manejar paquetes de información en lugar de comunicaciones por voz.

En la actualidad, las transmisiones inalámbricas son una herramienta eficaz que permite la transferencia de voz, datos y vídeo sin la necesidad de cableado. Esta transferencia de información se logra a través de la emisión de ondas de radio, lo que presenta dos grandes ventajas: movilidad y flexibilidad del sistema.

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de bajo nivel de potencia y una cierta banda específica, ya sea libre o privada, para transmitir entre dispositivos. La libertad de utilización sin necesidad de licencia ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

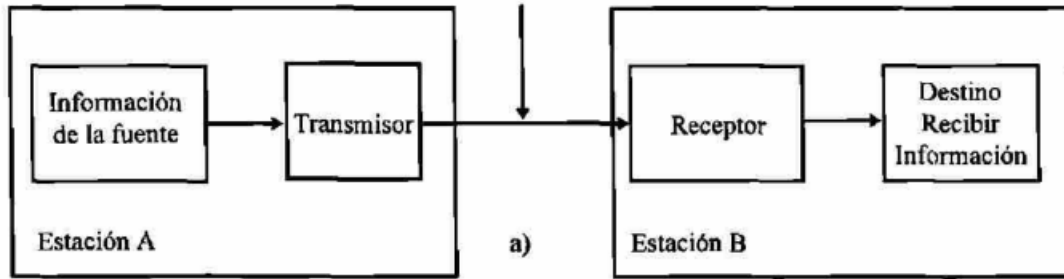


Figura 2.11.- Diagrama de bloques simplificado de un sistema de comunicación.

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen que cada vez sean más utilizados los sistemas inalámbricos y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no únicamente referente al campo informático, así mismo, como lo relacionado con la televisión, telefonía, seguridad, domótica, etc.

2.8.2. Comunicación Analógica y Digital. [12]

Existen dos tipos básicos de sistemas de comunicaciones electrónicas: analógico y digital. Un sistema de comunicaciones analógico es un sistema en el cuál la energía electromagnética se transmite y recibe en forma analógica, lo cual es una señal variando continuamente tal y como una onda senoidal. Los sistemas de radio comerciales mandan señales analógicas.

Un sistema de comunicaciones digital es un sistema en el cuál la energía electromagnética se transmite y recibe en forma digital, tales como niveles discretos como por ejemplo +12v y tierra. Cabe mencionar, que los sistemas binarios manejan señales digitales que solo cuentan con dos niveles discretos.

Frecuentemente la información de la fuente original está en una forma que no es adecuada para la transmisión y debe convertirse en una forma más adecuada antes de la transmisión. Por ejemplo, con los sistemas de comunicaciones digitales, la información analógica se convierte a una forma digital antes de la transmisión y con los sistemas de comunicaciones analógicas, la información digital se transforma a información analógica antes de la transmisión.

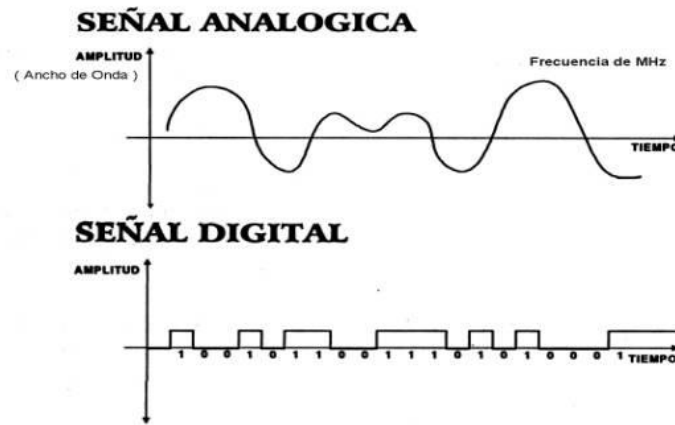


Figura 2.12.-Formas de onda en la comunicación analógica y digital.

Los sistemas de comunicaciones analógicas fueron los primeros en desarrollarse, sin embargo, en los últimos años los sistemas de comunicaciones digitales se han hecho más comunes.

2.8.3. Canales de comunicación. [12]

En el análisis de la comunicación entre un transmisor y un receptor, se puede definir un canal como el enlace entre dos puntos de un trayecto de comunicaciones. A diferencia del concepto de porción del espectro donde se realiza la transmisión, el canal se puede describir a través de sus propiedades:

- **Lineal:** el canal es lineal si la señal recibida es una suma de versiones retrasadas y atenuadas (o amplificadas) de la señal transmitida. Será no lineal si ocurre lo contrario, por ejemplo, si en el camino la señal se amplifica con un dispositivo cercano a la saturación. Por otro lado, al existir un cambio en la frecuencia, aun siendo una transformación inherentemente no lineal, se le considera que es lineal si la señal convertida es una interpretación lineal de la primera desplazada en frecuencia.
- **Recíproco:** el canal es recíproco, lo que significa que las propiedades del canal al transmitir del punto inicial al final son las mismas que transmitiendo del punto final al inicial.

- Invariante: el canal es invariante en el tiempo, lo que significa que las características del canal no cambian con el tiempo.

Existen diferentes canales dentro del sistema de comunicaciones, como se muestra a continuación:

- Canal de Propagación: este tipo de canal incluye el trayecto entre antenas sin incluir éstas mismas. El medio es lineal y recíproco. En general es variante con el tiempo.
- Canal de Radio: es el canal de propagación incluidas las antenas. Las antenas son, normalmente, lineales y recíprocas. Por otro lado, se deja la invarianza en el tiempo propia del canal de propagación. Por lo que el canal es lineal, recíproco y variante en el tiempo.
- Canal de Modulación: se refiere a la etapa de FI y RF, que incluye amplificadores, mezcladores y filtros. En general, ninguno de los tres es recíproco, por lo que el canal tampoco lo es. Además, el canal será lineal en la medida en que las conversiones de frecuencia y las amplificaciones lo sean. Esto será resultado en gran proporción de la modulación utilizada. En general, las modulaciones digitales multinivel son más sensibles a las no-linealidades, mientras que las modulaciones de amplitud constante lo son en menor medida.
- Canal Digital: incluye todo el procesado digital que se realiza con las señales, como la recuperación de los símbolos y la decodificación de canal. Es no lineal.

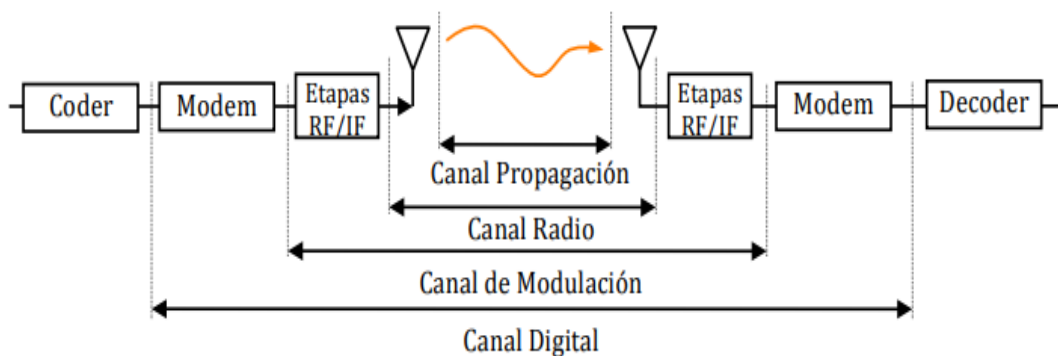


Figura 2.13.- Canales de Comunicación.

2.8.4. Bandas de frecuencia. [11]

Se incluyen tres tablas con clasificaciones de bandas de frecuencias. En la primera de ellas, se incluye una clasificación ampliamente aceptada. Nótese que los incrementos de una banda a otra se realizan en décadas, de forma que el ancho de la banda se va multiplicando por 10.

Tabla 2.1.- Clasificación de bandas de frecuencias.

Banda	Denominación	Frec. Mínima	Frec. Máxima	λ Máxima	λ Mínima
ELF	Extremely Low	-	3 kHz	-	100 km
VLF	Very Low	3 Hz	30 Hz	100 km	10 km
LF	Low	30 Hz	300 kHz	10 km	1 km
MF	Medium	300 kHz	3 MHz	1 km	100 m
HF	High	3 MHz	30 MHz	100 m	10 m
VHF	Very High	30 MHz	300 MHz	10 m	1 m
UHF	Ultra High	300 MHz	3 GHz	1 m	10 cm
SHF	Super High	3 GHz	30 GHz	10 cm	1 cm
EHF	Extremely High	30 GHz	300 GHz	1 cm	1 mm

En la tabla 2.2 se incluye una subdivisión de las bandas VHF y UHF, donde se opera en la radiodifusión de audio y video.

Tabla 2.2.- Bandas I a V para VHF y UHF

Banda	Frec mínima	Frec máxima	Canales
I	47 MHz	68 MHz	2,3,4 VHF
II	88 MHz	108 MHz	FM
III	174 MHz	230 MHz	5 al 12 VHF
IV	470 MHz	606 MHz	21 al 37 UHF
V	606 MHz	862 MHz	38 al 69 UHF

A continuación, en la tabla 2.3 se incluye también una subdivisión de las últimas bandas, las correspondientes al GHz. Estas denominaciones son muy comunes en algunos sistemas como los de comunicaciones por satélite.

Tabla 2.3.- Clasificación de la banda de microondas.

Banda	frec. mínima	frec. máxima	λ máxima	λ mínima
L	1 GHz	2 GHz	30 cm	15 cm
S	2 GHz	4 GHz	15 cm	7.5 cm
C	4 GHz	8 GHz	7.5 cm	3.75 cm
X	8 GHz	12.4 GHz	3.75 cm	2.42 cm
Ku	12.4	18 GHz	2.42 cm	1.66 cm
K	18 GHz	26.5 GHz	1.66 cm	1.11 cm
Ka	26.5	40 GHz	11.1 mm	7,5 mm
mm	40 GHz	300	7.5 mm	1 mm

2.8.5. Radiocomunicación. [6]

El objetivo de la radiocomunicación no es otro que el de establecer un enlace sin cables entre dos puntos que permita la transmisión y la recepción de información. Esta idea lleva asociada una serie de retos científicos y tecnológicos que de forma sencilla se pueden resumir en utilizar los campos electromagnéticos para que en el seno de la sociedad hoy en día se puedan cumplir las necesidades de transmisión de información con la máxima rapidez de transmisión posible.

La información se transmite modulando una portadora. O lo que es lo mismo, transmitiendo un seno o tono a una frecuencia determinada, la frecuencia portadora, y haciendo que la información varíe sus parámetros, amplitud y fase. En el receptor, se observan estas variaciones y se restaura la información.

2.8.5.1. Entidades involucradas. [11]

Las entidades involucradas en un sistema de radiocomunicación son diversas. Por una parte, existe lo que se considera el usuario final. El sistema que utiliza el usuario puede ser propietario o no, de tal forma que aparece la figura de proveedor del servicio, usualmente el operador de telecomunicaciones. El operador, o el usuario si diseña y explota directamente su sistema, necesitan una porción del espectro.

Las administraciones públicas, a través de los organismos pertinentes, legislan y administran sobre el espectro. Usualmente deciden, entre otros aspectos, qué tipo de sistema se puede explotar en qué frecuencia y a qué potencia máxima. Las administraciones nacionales legislan en base a acuerdos internacionales sobre la utilización del espectro promovidos por organismos administrativos internacionales.

Para facilitar la interconexión de sistemas, así como para abaratar costes de producción, aparecen los organismos de estandarización. Estos organismos, ya sean nacionales, territoriales o departamentos específicos de organismos internacionales diseñan, de forma general, sistemas de telecomunicación. Los fabricantes pueden desarrollar estándares propios o utilizar estos mismos. Además, usualmente son asociados a un estándar concreto los cuales son los consorcios de fabricantes que nacen con la vocación de imprimir un mayor grado de compatibilidad entre equipos y promover la aceptación y utilización del estándar que utilicen.

2.9. Espectro electromagnético. [11]

El espectro electromagnético se define como la repartición de energías de las radiaciones electromagnéticas. Se puede plasmar en términos de energía, de manera más habitual en términos de la longitud de onda y frecuencias de las radiaciones. Se extiende desde las radiaciones con menor longitud de onda, que son los rayos gamma, hasta las de mayor longitud de onda como lo son las ondas de radio.

El espectro electromagnético se compone de diversos subrangos o porciones, cuyos límites no son del todo definidos y tienden a superponerse. Cada banda del espectro se caracteriza de las demás en el comportamiento de sus ondas durante la emisión, transmisión y absorción, así como en sus usos prácticos. Las ondas electromagnéticas son oscilaciones de los campos eléctricos y magnéticos que llevan energía. Estas ondas se propagan en el vacío a la velocidad de la luz.

Hablar del espectro electromagnético de un objeto, se refiere a las distintas longitudes de onda que emite el denominado espectro de emisión o absorbe el conocido espectro de absorción, generando una repartición de energía manifestada en un conjunto de ondas electromagnéticas.

Sus características de la mencionada distribución dependen directamente de la frecuencia o la longitud de onda de las oscilaciones, como también de su energía. Las tres cantidades están asociadas entre sí, dado que una determinada longitud de onda le corresponde una frecuencia y una energía específica. Las ondas electromagnéticas normalmente se relacionan a una partícula llamada fotón.

El espectro electromagnético fue descubierto a raíz de los experimentos realizados por el británico James Maxwell, quien descubrió la existencia de las ondas electromagnéticas y dio a conocer las ecuaciones de su estudio conocidas como las ecuaciones de Maxwell.

2.9.1. Regiones del espectro electromagnético. [11]

El espectro electromagnético, en principio, es prácticamente infinito y continuo, pero hasta el momento se ha podido descubrir algunas de sus regiones, conocidas como bandas o segmentos. Estas son, de menor a mayor las siguientes:

- Rayos gamma. Con una longitud de onda menor a 10^{-17} metros y una frecuencia mayor a 10^{25} Hz.
- Rayos X. Con una longitud de onda entre 10^{-8} y 10^{-17} metros y una frecuencia entre 10^{16} y 10^{25} Hz.
- Radiación ultravioleta extrema. Con una longitud de onda menor a 10^{-8} metros y una frecuencia mayor a 1.5×10^{15} Hz.
- Radiación ultravioleta cercana. Con una longitud de onda menor a 380×10^{-9} metros y una frecuencia mayor a 7.89×10^{14} Hz.
- Espectro visible de la luz. Con una longitud de onda menor a 780×10^{-9} metros y una frecuencia mayor a 384×10^{12} Hz.
- Infrarrojo cercano. Con una longitud de onda menor a 2.5×10^{-6} metros y una frecuencia mayor a 120×10^{12} Hz.
- Infrarrojo medio. Con una longitud de onda menor a 50×10^{-6} metros y una frecuencia mayor a 6×10^{12} Hz.

- Infrarrojo lejano o submilimétrico. Con una longitud de onda menor a 350×10^{-6} metros y una frecuencia mayor a 300×10^9 Hz.
- Radiación de microondas. Con una longitud de onda menor a 10^{-2} metros y una frecuencia mayor a 3×10^8 Hz.
- Ondas de radio de ultra alta frecuencia. Con una longitud de onda menor a 1 metro y una frecuencia mayor a 300×10^6 Hz.
- Ondas de radio de muy alta frecuencia. Con una longitud de onda menor a 100 metros, una frecuencia mayor a 30×10^6 Hz.
- Onda corta de radio. Con una longitud de onda menor a 180 metros y una frecuencia mayor a 1.7×10^6 Hz.
- Onda media de radio. Con una longitud de onda menor a 650 metros y una frecuencia mayor a 650×10^3 Hz.
- Onda larga de radio. Con una longitud de onda menor a 10^4 metros y una frecuencia mayor a 30×10^3 Hz.
- Onda de radio de muy baja frecuencia. Con una longitud de onda mayor a 10^4 metros, una frecuencia menor a 30×10^3 Hz.

Las áreas del espectro electromagnético son los rayos gamma, los rayos x, la radiación ultravioleta, el espectro visible, las microondas, y la radiofrecuencia.

2.9.2. Usos del espectro electromagnético. [11]

Las utilizaciones del espectro electromagnético suelen ser muy diversos. Por ejemplo:

- Las ondas de frecuencia de radio. Se emplean para mandar información por el aire, como lo son emisiones de radio, televisión o Internet Wi-Fi.
- Las de microondas. Se emplean también para transmitir información, como las señales de telefonía móvil o las antenas microondas. También lo utilizan los satélites como una manera de transmisión de información a tierra. Otro de sus usos es para calentar alimentos en los hornos microondas.
- La radiación ultravioleta. Es emitida por el sol y absorbida por las plantas para la fotosíntesis, así como por la piel cuando se desea para producir un bronceado.

También suministra a los tubos fluorescentes y permite la existencia de instalaciones como los solárium.

- La radiación infrarroja. Es la que transmite el calor desde el sol al planeta tierra, desde un fuego a los objetos a su alrededor, o desde una calefacción al interior de una habitación.
- El espectro de luz visible. Hace visibles las cosas. También, se puede aprovechar para otras utilidades de proyección visuales como el cine, las linternas, etc.
- Los rayos X. Se emplean en la medicina para tomar impresiones visuales del interior de los cuerpos humanos, como también de huesos, mientras que los rayos gamma, mucho más violentos, se emplean como una manera de radioterapia o tratamiento para el cáncer, dado que ayuda a combatir el ADN de las células que se reproducen desordenadamente.

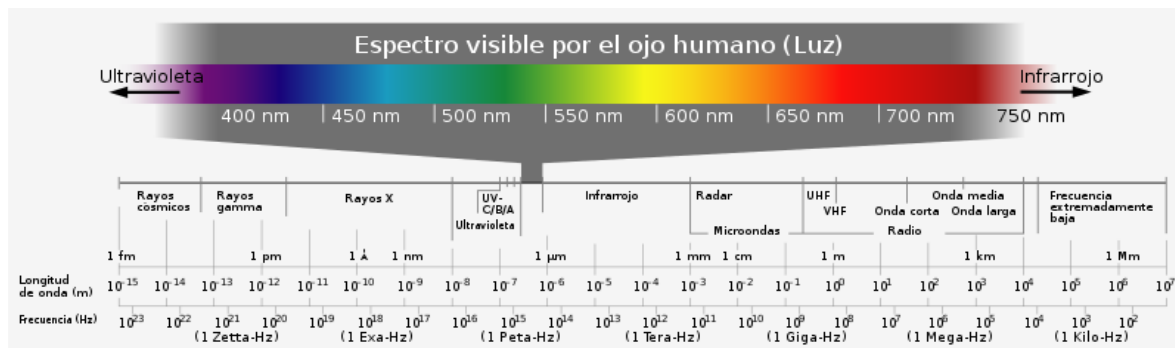


Figura 2.14.- Espectro electromagnético.

En el mundo actual, el espectro electromagnético es fundamental para las telecomunicaciones y la transmisión de información. También es imprescindible en técnicas exploratorias como tipo radar o sonar del espacio exterior como una forma de comprender fenómenos astronómicos distantes en el tiempo y el espacio. De la misma forma, tiene diversas aplicaciones médicas y prácticas que son, además, parte de lo que hoy se conoce como calidad de vida. Por eso su manejo lo convierte en uno de los grandes descubrimientos de la humanidad.

2.10. Sistemas de modulación. [13]

La palabra modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estos medios permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que permite transmitir más información de manera simultánea, resguardándola de posibles interferencias y ruidos.

La modulación consta en hacer que un factor de la onda portadora cambie de valor con respecto las variaciones de la señal moduladora, que son los datos que se desean transmitir. Dependiendo del parámetro sobre el que se actúe, se tiene los distintos tipos de modulación:

- Modulación en doble banda lateral (DSB)
- Modulación de amplitud (AM)
- Modulación de fase (PM)
- Modulación de frecuencia (FM)
- Modulación banda lateral única (SSB, ó BLU)
- La Modulación banda lateral vestigial (VSB, VSB-AM, ó BLV)
- Modulación de amplitud en cuadratura (QAM)
- La Modulación de división ortogonal de frecuencia (OFDM), referida también como 'Modulación de multitono discreto' (DMT)
- Modulación por longitud de onda
- Modulación en anillo

Si la OFDM se usa en conjunción con métodos de codificación de canal, se denomina Modulación de división ortogonal de frecuencia codificada (COFDM). Además, se utilizan procedimientos de modulación por impulsos, entre ellas:

- Modulación por impulsos codificados (PCM)
- Modulación por anchura de pulsos (PWM)
- Modulación por duración de pulsos (PDM)
- Modulación por amplitud de pulsos (PAM)
- Modulación por posición de pulsos (PPM)

Si la señal es una indicación simple on-off a baja velocidad, como una transmisión descrita en código Morse o radioteletipo (RTTY), la modulación es conocida como manipulación, modulación por desplazamiento, así tenemos:

- Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK)
- Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK)
- Modulación por desplazamiento de fase (PSK)

- Modulación de desplazamiento de amplitud y fase (APSK o APK)

La transmisión de radioteletipo (RTTY) se denomina como una manera simple de Modulación por impulsos codificados. Si se usa el código Morse para conmutar on-off la onda portadora, no se usa el concepto manipulación de amplitud, más bien se conoce como operación en onda continua (CW).

2.10.1. Amplitud Modulada. [13]

La modulación de amplitud (AM), también conocida como modulación de amplitud, es un tipo de modulación lineal que consiste en alterar la amplitud de la onda portadora de tal manera que cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que son las variaciones de nivel que serán transmitidas.

La modulación de amplitud (AM) es un término que se refiere a la modulación de amplitud. Este proceso implica ajustar la amplitud de una señal de alta frecuencia, conocida como portadora, en comparación con una señal de baja frecuencia, conocida como moduladora, la cual es la señal que almacena los datos que se quieren transmitir. La modulación de doble banda lateral con portadora (DSBFC) es uno de los tipos de modulación AM.

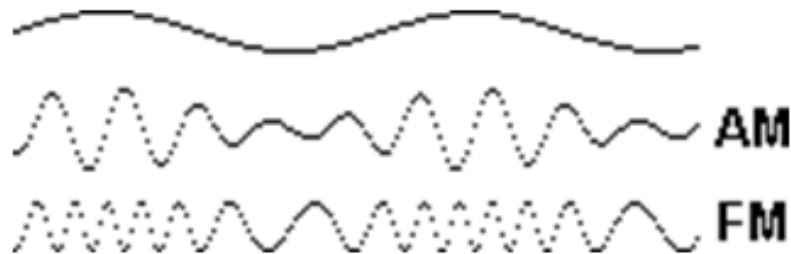


Figura 2.15.-Forma de onda de amplitud modelada y frecuencia modulada.

2.10.1.1. Aplicaciones tecnológicas de la AM. [13]

Una de las ventajas de la modulación de amplitud (AM) es que su demodulación es muy sencilla, lo que hace que los receptores sean simples y económicos. Un ejemplo de esto es la radio. Otras formas de AM, como la modulación de banda lateral única o la doble banda lateral, son más eficientes en términos de ancho de banda o potencia, pero los receptores y transmisores son más costosos y difíciles de construir, ya que deben volver a insertar la portadora para reconstruir la señal AM y poder demodular la señal transmitida.

La AM se utiliza en la radiofonía, en las ondas medias, ondas cortas e incluso en la VHF. Además, se utiliza en las comunicaciones de radio entre aviones y las torres de control de los aeropuertos. La llamada onda media, que puede ser captada por la mayoría de los receptores domésticos, abarca un rango de frecuencia de 550 a 1600 kHz.

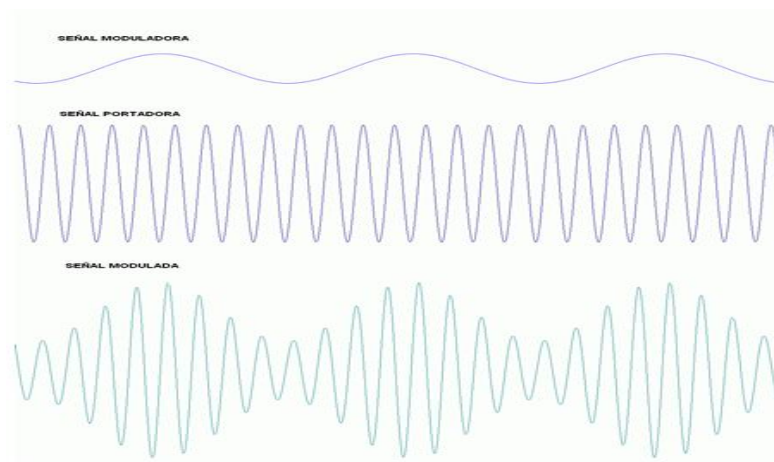


Figura 2.16.-Señal moduladora, señal portadora y señal modulada en AM en sus distintas etapas.

De manera matemática se puede expresar de la siguiente manera:

$$y_s(t) = A_s * \text{Cos}(w_s * t) \quad (2.1)$$

y la señal portadora como:

$$y_p(t) = A_p * \text{Cos}(w_p * t) \quad (2.2)$$

La ecuación correspondiente a la señal modulada en AM es:

$$y(t) = A_p * [1 + m * A_p * x_n(t)] * \text{Cos}(w_p * t) \quad (2.3)$$

Donde:

$y(t)$ = Señal modulada

$x_n(t)$ = Señal moduladora normalizada con respecto a su amplitud = $y_s(t)/A_s$

m = Índice de modulación (suele ser menor que la unidad) = A_s/A_p

Básicamente, se trata de multiplicar el mensaje a transmitir $x(t)$ por la portadora cosenoidal para de esta manera sumarle esa portadora cosenoidal. El espectro en frecuencias de la señal quedará trasladado a w_p radianes por segundo, tanto en la parte positiva del mismo como en la negativa, su amplitud será, en ambos puntos, el resultado de la señal moduladora por la amplitud de la portadora, lo anterior sumado a la amplitud de la portadora, y dividido por dos.

2.10.1.2. Potencia de la señal modulada. [13]

La amplitud máxima permitida de cada banda lateral está determinada por la expresión:

$m = \frac{V_m}{V_p}$ y cómo la potencia es directamente proporcional al cuadrado de la tensión, la potencia

de la señal modulada será el resultado de la suma de la potencia de la señal portadora junto a la suma de la potencia de ambas bandas laterales:

$$P = V_p^2 + \left(\frac{mV_p}{2}\right)^2 + \left(\frac{mV_p}{2}\right)^2 \quad (2.4)$$

$$P = V_p^2 + \frac{m^2V_p^2}{4} + \frac{m^2V_p^2}{4} \quad (2.5)$$

Para que la igualdad sea posible se debe tener en cuenta las potencias en lugar de las tensiones:

$$P = P_p + \frac{m^2}{4} P_p + \frac{m^2}{4} P_p \quad (2.6)$$

$$P = P_p + \frac{m^2}{2} P_p \quad (2.7)$$

$$P = \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) P_p \quad (2.8)$$

En el caso que la modulación sea al cien por ciento, entonces $m = 1$ y por lo tanto la potencia de la señal modulada será:

$$P = \left(1 + \frac{1}{2}\right) P_p \quad (2.9)$$

$$P = \frac{3}{2} P_p \quad (2.10)$$

O lo que es lo mismo:

$$P_p = \frac{2}{3} P \quad (2.11)$$

De lo anterior se desprende que la onda portadora tendrá un consumo de dos tercios de la potencia total, dejando únicamente un tercio para ambas bandas laterales.

2.10.2. Frecuencia Modulada. [13]

La frecuencia modulada (FM) es una técnica de modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia, en contraposición a la modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la onda es inconstante mientras que su frecuencia se comporta constante.

Para las aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al resultado instantáneo de la señal moduladora. Mientras, los datos digitales son enviados por el desplazamiento de la onda de frecuencia entre un conjunto de valores reservados, una modulación conocida como FSK.

La frecuencia modulada es comúnmente utilizada en las radiofrecuencias de muy alta frecuencia para la radiodifusión de música y habla, como en la radio FM. El sonido de la televisión analógica es logrado gracias a la difusión por medio de FM.

En la radio de dos vías, la banda estrecha o N-FM se utiliza para ahorrar banda estrecha. También, es utilizado para enviar señales al espacio. El tipo usado en la radiodifusión FM es generalmente llamado amplio-FM o W-FM, este último por sus siglas en inglés Wide-FM.

Otro de los usos de la frecuencia modulada en las frecuencias intermedias es en la mayoría de los sistemas de vídeo analógico, incluyendo VHS, para tener la luminancia blanco y negro de la señal de video. Además, la frecuencia modulada es la única forma factible para la grabación de video y para recuperar de la cinta magnética sin la distorsión extrema, como las señales de vídeo con una gran variedad de conjuntos de frecuencia de unos cuantos hercios a una cantidad considerable de megahercios, siendo también muy amplia para trabajar con ecualizadores.

Uno de los avances más importantes en las comunicaciones es el mejoramiento de la relación señal-ruido en los sistemas de transmisión y recepción, lo que aumenta la seguridad de estas mismas. El cambio de la modulación en amplitud (A.M.) a la modulación en frecuencia (F.M.) es un gran avance, ya que no solo mejora la relación señal-ruido, sino que también aumenta la resistencia al efecto del desvanecimiento.

Además, la frecuencia modulada se utiliza en las frecuencias de audio para sintetizar sonido. Esta técnica, conocida como síntesis FM, se popularizó a principios de los sintetizadores digitales y se convirtió en una característica estándar para varias generaciones de tarjetas de sonido de computadoras personales.

2.10.3. Modulación por ancho de pulsos. [13]

La modulación por ancho de pulsos (MAP o PWM, siglas del inglés Pulse-Width Modulation) de una señal o fuente de energía es un método en el que se cambia el ciclo de trabajo de una señal periódica, como lo es por ejemplo una señal sinusoidal o una cuadrada, con el objetivo de mandar información a través de un canal de comunicaciones o tener un control de la cantidad de energía que se envía a una carga en específico.

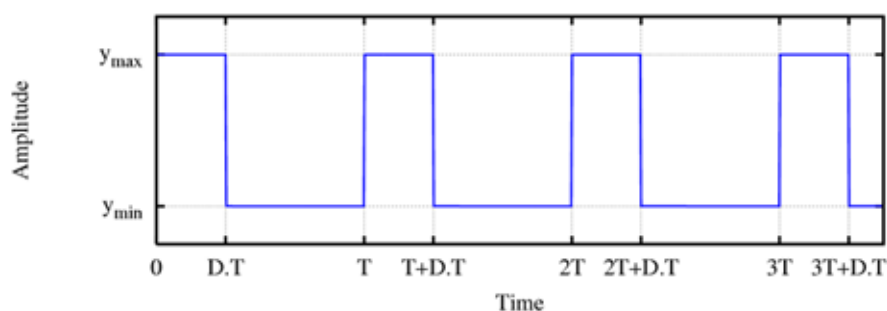


Figura 2.17.- Señal de onda cuadrada con ciclo de trabajo.

El ciclo de trabajo (D) de una señal periódica es el equivalente al ancho relativo de su parte positiva con relación al período. Expresado matemáticamente:

$$D = \frac{\tau}{T} \quad (2.12)$$

Donde:

D = Es el ciclo de trabajo

τ = Es el tiempo en que la función es positiva conocido como ancho de pulso

T = período de la función

La construcción más común de un circuito PWM se realiza mediante un comparador con dos entradas y una salida. Una de las entradas se conecta a un oscilador de onda dientes de sierra, mientras que la otra queda disponible para la señal moduladora. En la salida la frecuencia es igual a la de la señal dientes de sierra y el ciclo de trabajo está en función de la portadora.

Una desventaja muy importante que presentan los circuitos PWM es la posibilidad de que existan interferencias generadas por radiofrecuencia. Éstas mismas se pueden minimizar teniendo el controlador cerca de la carga y llevando a cabo un filtrado de la fuente de alimentación. Algunos valores importantes de un PWM son:

- La relación de amplitudes existentes entre la señal portadora y la moduladora, es recomendable que la última no rebase el valor pico de la portadora y esté localizada justo en el centro del valor medio de ésta misma.
- La relación de frecuencias, donde en general se recomienda que la relación entre la frecuencia de la onda portadora y la de señal sea de 10 a 1.

Cabe mencionar, que cuando son utilizados servomotores hay que tener la precaución en las marcas comerciales ya que hay situaciones en que los valores varían entre 1ms y 2ms y estos valores conducen a errores.

2.10.4. Modulación por desplazamiento de amplitud. [13]

La modulación por desplazamiento de amplitud, también conocida como modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), es un tipo de modulación en la que los datos digitales se muestran como variaciones de amplitud de la onda que transporta.

La corriente de bit, que modula la señal, manteniendo la frecuencia y la fase constante, determina la amplitud de una señal portadora análoga. El nivel de amplitud suele ser utilizado para representar los datos binarios 0s y 1s. Se suele pensar que la señal portadora sea como un interruptor ON/OFF. En la señal modulada, el valor lógico 0 es representado por la inexistencia

de una portadora, de manera que existe un ON/OFF para la operación de pulsación y de ahí el nombre anteriormente mencionado.

ASK es lineal y sensible al ruido atmosférico, distorsiones, condiciones de propagación en diferentes rutas en PSTN, etc., como la modulación AM. Esto consume excesiva amplitud de banda. Los procesos de modulación ASK y demodulación son bastante económicos.

Para transmitir datos digitales sobre fibra óptica, también se utiliza comúnmente la técnica ASK. Los transmisores de LED muestran un valor binario 1 con un pulso de luz corto y un valor binario 0 con la ausencia de luz. Los transmisores de láser suelen tener una corriente de tendencia fija, lo que hace que emitan un nivel bajo de luz. Una onda luminosa de mayor amplitud representa el valor binario 1, mientras que este nivel bajo representa el valor 0.

2.10.4.1. Configuración y características. [13]

La forma más simple y común de ASK funciona como un interruptor que apaga/enciende la portadora, de tal forma que la presencia indica un 1 binario y su ausencia un 0. La modulación por desplazamiento on-off se usa para la transmisión de código Morse por radiofrecuencia, llevando como nombre el método como operación en onda continua.

Para ilustrar mejor el tema del interruptor en el modulado ASK se puede resumir de la siguiente manera:

- Señal coseno amplitud = 0 de manera que en este estado se encontrará en el punto 0
- Señal coseno amplitud = 1 de manera que en este estado se encontrará en punto 1

Existen otros métodos más sofisticados de codificación que funcionan sobre la base de usar diferentes niveles de amplitud, de forma que cada uno de los niveles equivale a un grupo de datos específicos. Por ejemplo, un esquema de codificación que use cuatro niveles puede

representar dos bits con cada modificación de amplitud; uno con ocho niveles puede representar tres bits y así conforme se aumenta. Esta forma de operación requiere una alta relación señal/ruido en el medio de transmisión para una correcta recuperación de la información en la recepción, por cuanto gran parte de la señal es transmitida a baja potencia.

La anotación que suele ser utilizada es la siguiente:

- $h_t(t)$ es la señal manejada como portadora para la transmisión de datos
- $h_c(t)$ es el impulso que se maneja de respuesta del canal de comunicación
- $n(t)$ es el ruido introducido en el canal
- $h_r(t)$ es el filtro en el receptor
- L es el número de niveles usados para la transmisión
- T_s es el tiempo que pasa entre la creación de dos símbolos

Los símbolos diferentes son representados con voltajes diferentes. Si el máximo valor permitido para el voltaje es A , entonces todos los valores posibles están en la gama $[-A, A]$ y ellos se obtienen de la siguiente forma:

$$v_i = \frac{2A}{L-1}i - A; \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (2.13)$$

Si han de ser enviados L símbolos diferentes, para su transmisión serán necesarios L niveles de amplitud. Si la amplitud máxima establecida de la portadora es el punto A con una amplitud pico a pico cuyo valor es de $2A$, colocando los símbolos a la misma distancia uno de otro, esta distancia se determinará como:

$$\Delta = \frac{2A}{L-1} \quad (2.14)$$

Los símbolos $v[n]$ son generados al azar por la S de la fuente, entonces el generador de impulso crea impulsos con un área de $v[n]$. Estos impulsos son llevadas al filtro h_t para ser transmitido por el canal. En otras palabras, cada símbolo de una onda portadora diferente es enviada con la amplitud relativa. Fuera del transmisor, la señal $s(t)$ puede expresarse de la siguiente forma:

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} v[n] * h_t(t - nT_S) \quad (2.15)$$

En el receptor, después de la filtración a través del filtro $h_r(t)$ la señal obtenida es:

$$z(t) = n_r(t) + \sum_{n=-\infty}^{\infty} v[n] * g(t - nT_S) \quad (2.16)$$

$n_r(t) \quad g(f)$

Donde los valores $n_r(t)$ y $g(f)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$n_r(t) = n(t) * h_r(t) \quad (2.17)$$

$$g(t) = h_t(t) * h_c(t) * h_r(t) \quad (2.18)$$

En esta representación, el segundo término equivale a el símbolo para ser extraído. Los demás son valores no deseados, de manera que el primero es el efecto de ruido, el segundo es debido a la interferencia del intersímbolo. Si los filtros son escogidos de modo que la señal $g(t)$ satisfaga el criterio Nyquist ($ISI=0$), entonces no habrá ninguna interferencia de intersímbolo y el valor de la suma será cero, de forma que:

$$z(k) = n_r[k] + v[k]g[0] \quad (2.19)$$

Por lo tanto, la transmisión sólo puede ser afectada por la señal del ruido.

2.10.5. Modulación por desplazamiento de frecuencia. [13]

La Modulación por desplazamiento de frecuencia o FSK, (Frequency Shift Keying) es una técnica de transmisión digital de información binaria de ceros y unos utilizando dos frecuencias diferentes. La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos formando un tren de pulsos donde un cero representa un 1 o una marca y el otro representa el 0 o un espacio.

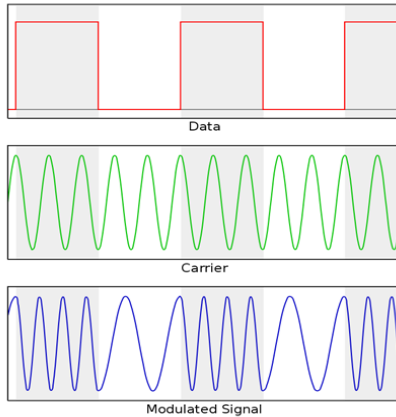


Figura 2.18.- Modulación binaria FSK.

Cuando se habla de la modulación digital, a la relación existente del cambio a la entrada del modulador se le llama bit-rate y se representa mediante la unidad el bit por segundo (bps). Mientras a la relación de la modificación a la salida del modulador se le conoce como baud-rate. De tal manera, que el baud-rate es la rapidez o cantidad de símbolos por segundo.

En FSK, el bit rate = baud rate. Así, por ejemplo, un 0 binario se puede representar con una frecuencia f_1 , y el 1 binario se representa con una frecuencia distinta f_2 .

2.11. Antenas de transmisión y recepción de datos. [7]

Una antena es un dispositivo destinado a emitir y/o recibir ondas electromagnéticas desde el espacio libre. Una antena transmite corrientes eléctricas y una receptora las transforma en ondas electromagnéticas. En el caso de que las antenas estén conectadas por medio de una guía de ondas, el emisor o receptor realiza esta función de transformación. Se utilizan en la radio, la televisión, los routers inalámbricos, los mandos remotos, los teléfonos móviles y otros dispositivos, a veces visibles y otras ocultas dentro del propio dispositivo.

El dispositivo radiante, ya sea un dipolo, una bocina o cualquier otro, tiene la capacidad de absorber energía simultáneamente. Una vez amplificadas adecuadamente, esta energía llega al receptor y puede ser procesada para su uso.

Una antena en el extremo transmisor de un sistema de radiocomunicaciones convierte la energía eléctrica que viaja por una línea de transmisión en ondas electromagnéticas que se transmiten al espacio. Una antena transforma las ondas electromagnéticas del espacio en energía eléctrica en una línea de transmisión en el extremo receptor.



Figura 2.19.-Envío de información por radiofrecuencia mediante antenas.

2.12. Efecto Hall. [3]

El efecto Hall, descubierto por Edwin C. Hall en 1879, consiste en que un campo magnético externo produzca una caída de voltaje a través de un conductor o semiconductor con corriente. Para lograrlo, el campo magnético debe estar perpendicular a la dirección de la corriente.

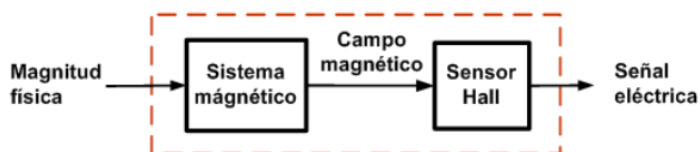


Figura 2.20.-Esquema del Efecto Hall.

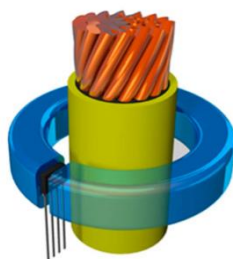
Una fuerza desviadora, también conocida como fuerza de Lorentz, es ejercida sobre el conductor o semiconductor por el campo magnético transversal. Esta fuerza hace que los portadores de carga que se mueven a través del material se desvíen. Como resultado, aparece una diferencia de potencial (conocida como voltaje de Hall) entre los extremos del conductor. La polaridad de este voltaje depende del signo de los portadores de la carga y es proporcional a la intensidad del campo magnético aplicado.

Los conductores y los semiconductores tienen el efecto Hall. Las diferencias de voltaje que se crean en las tiras metálicas son muy bajas, por lo cual normalmente son encubiertas por el ruido. Por lo tanto, los dispositivos comerciales usan materiales semiconductores especiales, donde se evidencia el efecto Hall. En estos casos, el elemento básico suele ser una tira de arseniuro de galio o de indio que, cuando se polariza mediante una corriente constante y se hunde en un campo magnético transverso a su superficie, provoca un voltaje directamente proporcional a la intensidad del campo producido. Un amplificador operacional incorporado en el dispositivo refuerza este voltaje y luego se procesa para producir una señal de salida útil.

2.12.1. Sensores de Efecto Hall. [3]

Un sensor de efecto Hall es un elemento transductor que se usa para detectar y producir una tensión ante la existencia de un campo magnético. Están diseñados para inducir tensión como una salida cuando un campo magnético está presente en su salida. La tensión de salida puede variar según la magnitud del campo magnético.

Los sensores de efecto Hall, son sensores de efecto que se usan para detectar diferentes características, como velocidad, localización de los objetos, velocidad rotacional o frecuencia, además de utilizarse como detectores de falla. Además, se utilizan para localizar una corriente que varía en el tiempo, ya que esta causa campos magnéticos, lo que consecuentemente puede detectarse a través del transductor de efecto Hall y generar una tensión con alguna cantidad del campo magnético que se encuentra en el sensor.



Conventional Hall

Figura 2.21.-Sensor de corriente convencional de Efecto Hall.

2.13. Sensor WCS1800. [8]

El dispositivo WCS1800 35A es un sensor de corriente no invasivo por efecto Hall para corriente alterna. Este módulo tiene protección contra excesos de corriente. Está basado en el amplificador operacional LM393 y el módulo WCS1800. Cuenta con las siguientes especificaciones:

- Módulo sensor: WCS1800.
- Voltaje de alimentación: 5V.
- Corriente máxima de sensada: 35A AC.
- Resolución de la corriente: 60mV/A.
- Incluye comparador para salida digital.

El sensor de corriente Winson WCS1800 proporciona un rendimiento económico y preciso para la detección de corriente CC y CA en entornos industriales, comerciales y sistemas de comunicaciones. El paquete único proporciona una fácil implementación sin romper el sistema original y hace posible la detección de corriente. Sus aplicaciones incluyen control de motores, detección y gestión de cargas, detección de fallas de sobre corriente y cualquier sistema inteligente de administración de energía.

Los usuarios suelen usar el propio cable eléctrico del sistema haciéndolo pasar a través de este agujero para cuantificar la corriente de paso existente. Este diseño otorga a los diseñadores de sistemas monitorear cual sea la ruta actual sin romper o modificar el diseño original del sistema. Cualquier corriente que fluya a través de este agujero generará un campo magnético que es detectado por el sensor Hall integrado y convertido en un proporcional voltaje.

Las terminales de la ruta conductora están eléctricamente aisladas de los conductores del sensor. Esto permite que el sensor de corriente WCS1800 se use en aplicaciones que requieren aislamiento eléctrico sin el uso de optoaisladores u otras técnicas costosas de aislamiento y hacer que el sistema sea más competitivo en costo.

2.14. Módulos de Radiofrecuencia de 434Mhz (TLP434A y RLP434A). [9]

Estos dispositivos de radiofrecuencia trabajan una señal portadora de 434MHz y modulan en ASK, de tal manera que pueden transmitir valores lógicos 1 y 0. En la modulación ASK un 0 lógico se representa con la ausencia de la señal portadora y un 1 lógico con la presencia de esta. Estos radios tienen un alcance de más de 100 metros en espacios abiertos y de 60 metros en espacios internos donde se tengan obstáculos.

2.14.1. Módulo Transmisor TLP434A. [9]

Valores e información referida a este dispositivo:

Tabla 2.4.- Valores y condiciones del Transmisor TLP434A.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	19.4	mA
Vh	Input High Voltage	Idata= 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
VI	Input Low Voltage	Idata= 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power- 50ohm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
		Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	512	4.8K	200K	bps

Notes : (Case Temperature = 25°C +- 2°C , Test Load Impedance = 50 ohm)

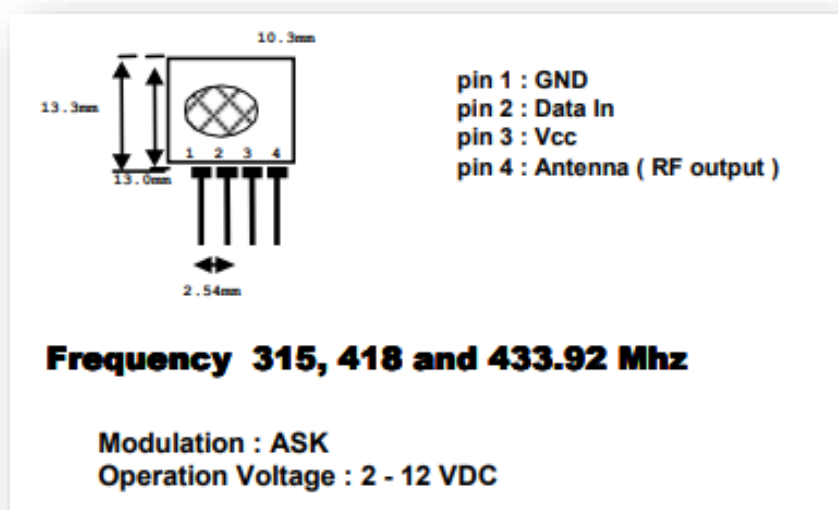


Figura 2.22.-Composición física del transmisor TLP434A.

2.14.2. Módulo Receptor RLP434A. [9]

Valores e información referida a este dispositivo:

Tabla 2.5.- Valores y condiciones del Receptor RLP434A.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Itot	Operating Current		-	4.5		mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V
Electrical Characteristics						
Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit	
Operation Radio Frequency	FC	315, 418 and 433.92			MHz	
Sensitivity	Pref		-110		dBm	
Channel Width			+500		Khz	
Noise Equivalent BW			4		Khz	
Receiver Turn On Time			5		ms	
Operation Temperature	Top	-20	-	80	C	
Baseboard Data Rate			4.8		KHz	

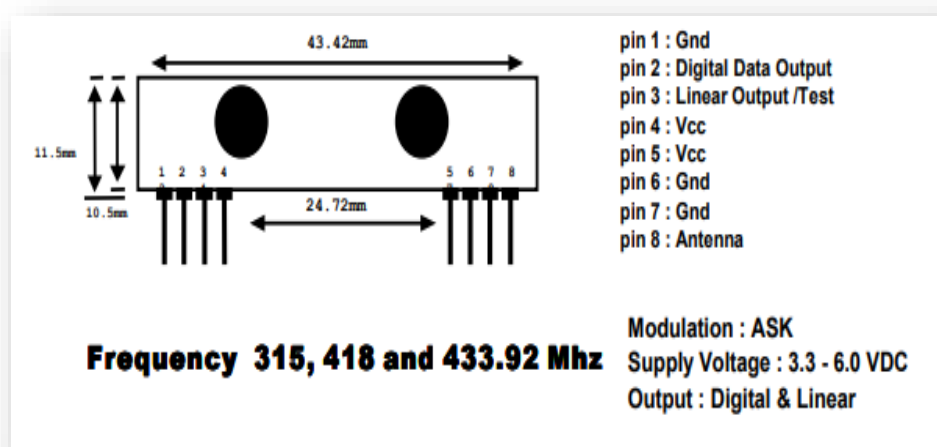


Figura 2.23.-Composición física del receptor RLP434A.

2.15. Sistema de Alarma Mediante Zumbador. [10]

Un sistema de alarma esta conformado por una instalación de una serie de dispositivos electrónicos en los hogares, empresas o locales y que están conectados a una central de monitoreo.

Un zumbador o Buzzer es un transductor electroacústico, es decir, un dispositivo que convierte la señal eléctrica en acústica. Su construcción consta de una bobina y un electroimán. Se usa comúnmente para producir alarmas sonoras en tarjetas electrónicas, computadoras, multímetros, mecanismo de señalización, alarma en automóviles u hogar, electrodomésticos y siendo su uso más común en los despertadores.

Su principio de funcionamiento consta a partir de cuando es conectado la corriente pasa por la bobina del electroimán y produce un campo magnético variable que hace vibrar la lámina de acero sobre la armadura.



Figura 2.24.-Estructura física de zumbador o Buzzer.

CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción por bloques del modelo del proyecto.

El proyecto consta de un sensor de corriente de efecto hall que permita medir el consumo de corriente que pase por un cable en un circuito que alimenta a una carga determinada sin realizar una desconexión de equipo. Este circuito se puede programar para detectar una determinada corriente crítica y cuando esta se rebase se envía una señal de advertencia a través de un transmisor de radiofrecuencia.

En otro circuito distante del primero se dispone de un elemento receptor de RF, que, al recibir la señal de advertencia, activa una alarma sonora, que previene al usuario evitar conectar más carga, así como que el interruptor protector de la carga se active y ocurra una indeseable desconexión. En la figura 3.1, se hace la representación del modelo del proyecto que fue desarrollado.

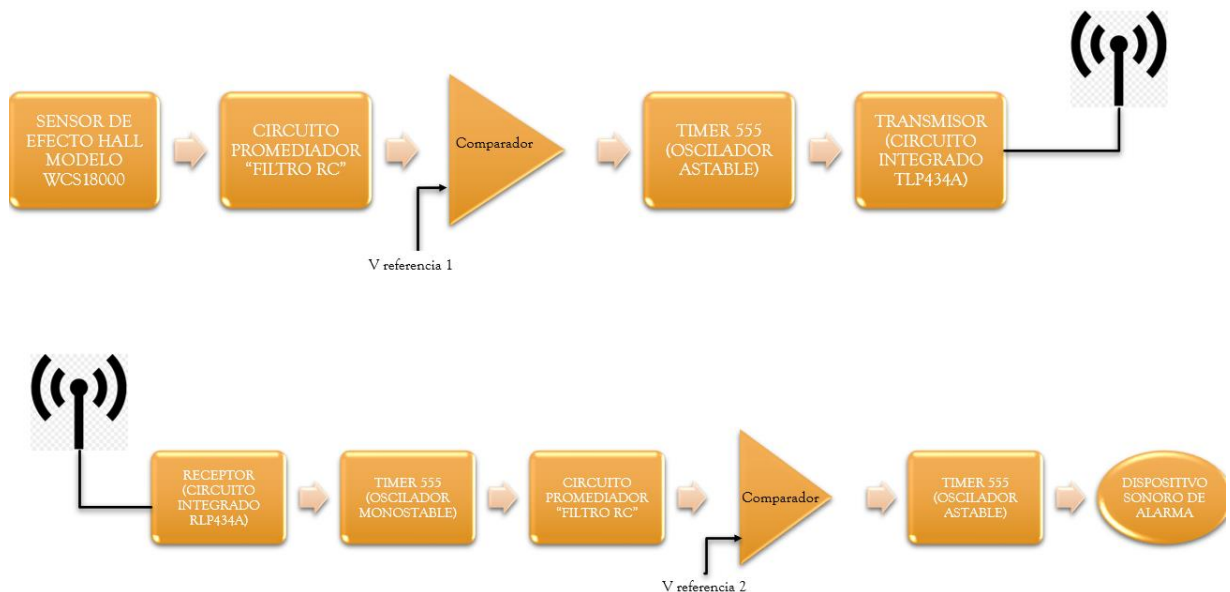


Figura 3.1.-Modelo del proyecto.

3.2. Circuito Sensor y Transmisor.

A continuación, se describirá la conformación y funcionamiento de cada una de las partes que componen al circuito transmisor. Para la realización de la medición de corriente que se está consumiendo en el conductor del circuito se emplea un módulo que contiene un sensor de efecto hall modelo WCS1800 35A el cual es un sensor de corriente no invasivo para corriente alterna (o corriente directa), con protección contra excesos de corriente, y un circuito integrado doble amplificador operacional 4326EUA (o en otros modelos el MCP602).

En la figura 3.2 se presenta el módulo físico del sensor con su circuitería interna.

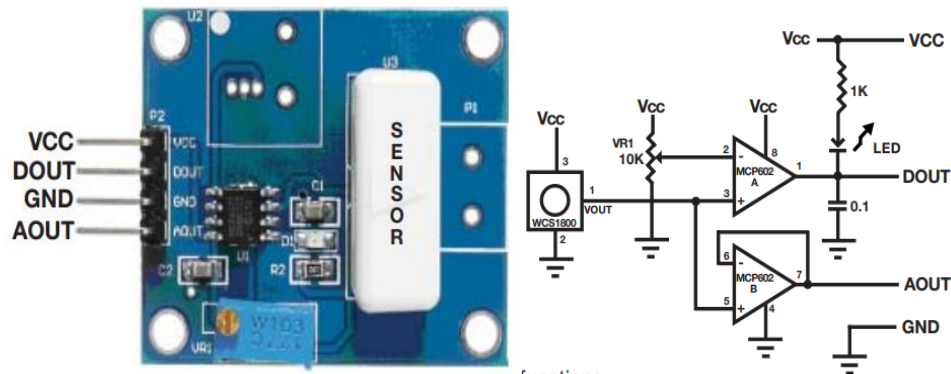


Figura 3.2.-Sensor WCS1800 35A.

La salida digital DOUT que fue la empleada, genera una onda rectangular de frecuencia 60 Hz de pulsos eléctricos que van de 0 a 5v, una vez ajustado el sensor por medio de su potenciómetro a un valor determinado de límite de corriente, cuando se agrega carga superando este valor, el ancho de pulso en nivel alto disminuye. Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

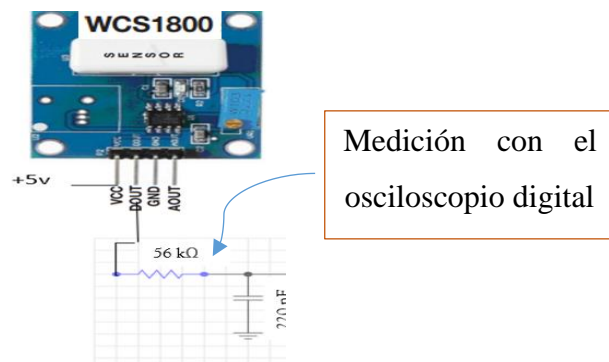


Figura 3.3.-Medición en el elemento sensor de corriente dentro del circuito transmisor.

En las figuras 3.4 y 3.5 se muestra la señal otorgada por la salida digital del sensor de corriente sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.3.

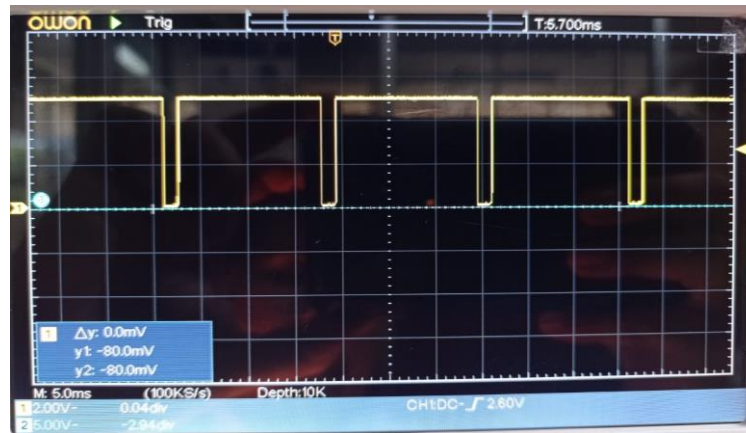


Figura 3.4.-Señal en la salida digital del sensor de corriente sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

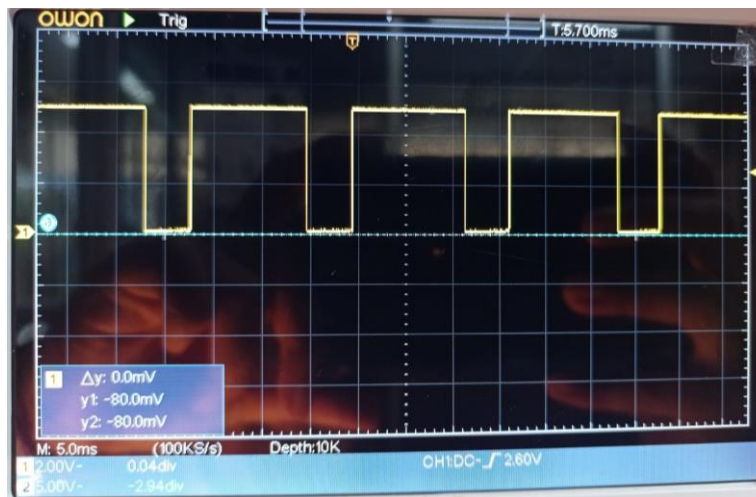


Figura 3.5.-Señal en la salida digital del sensor de corriente con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

Para obtener un valor de cd igual al voltaje promedio de la onda rectangular modulada en ancho de pulso, se utilizaron cuatro filtros RC en cascada para eliminar los componentes armónicos de la señal rectangular, obteniéndose en la salida del último filtro un valor promedio el cual se puede presentar de dos maneras:

- Con corrientes por debajo del valor de ajuste del sensor, valor promedio alto.
- Para corrientes por arriba del valor de ajuste del sensor, valor promedio bajo.

Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

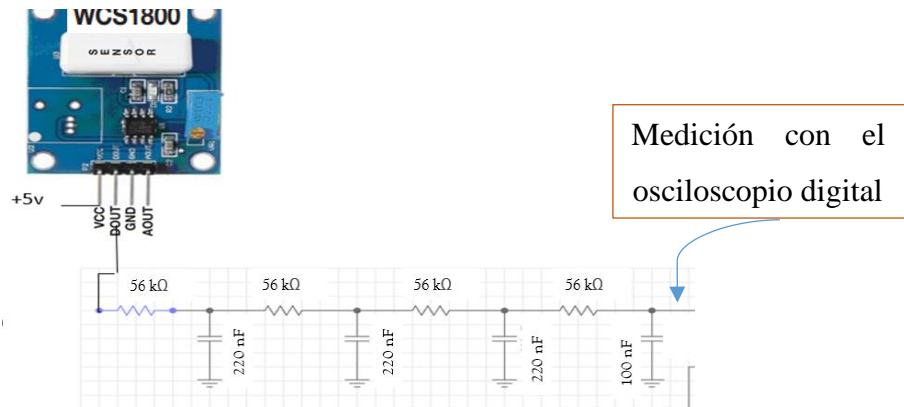


Figura 3.6.-Medición de la señal eléctrica en la salida del filtro RC dentro del circuito sensor y transmisor.

En las figuras 3.7 y 3.8 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del filtro RC sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.6.

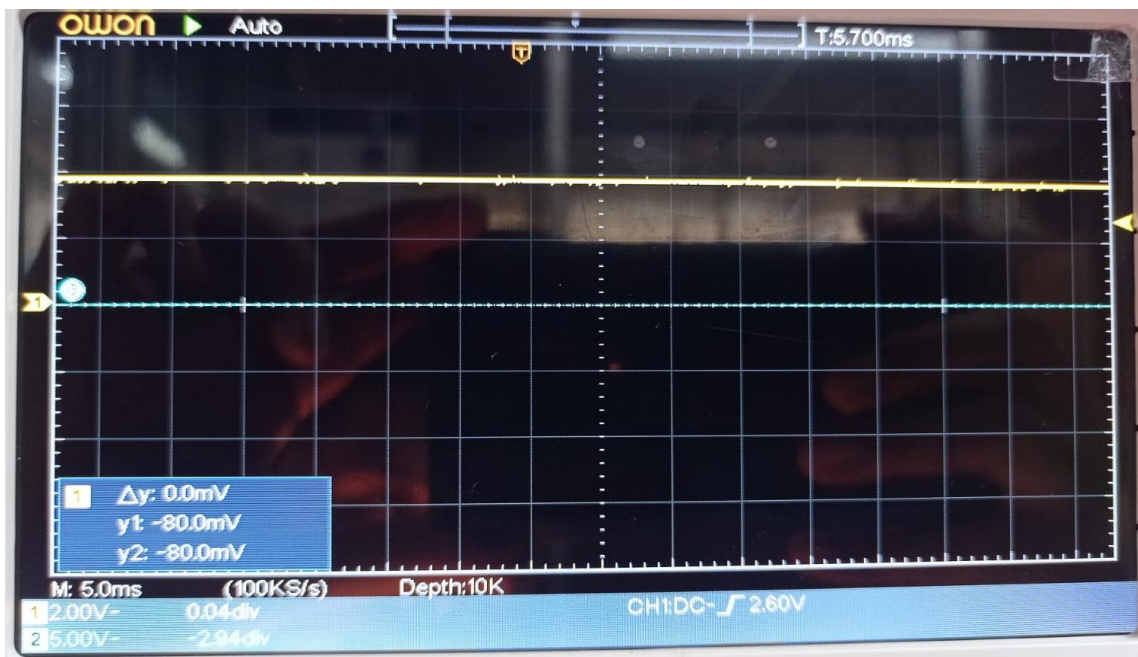


Figura 3.7.-Señal eléctrica en la salida del filtro RC sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

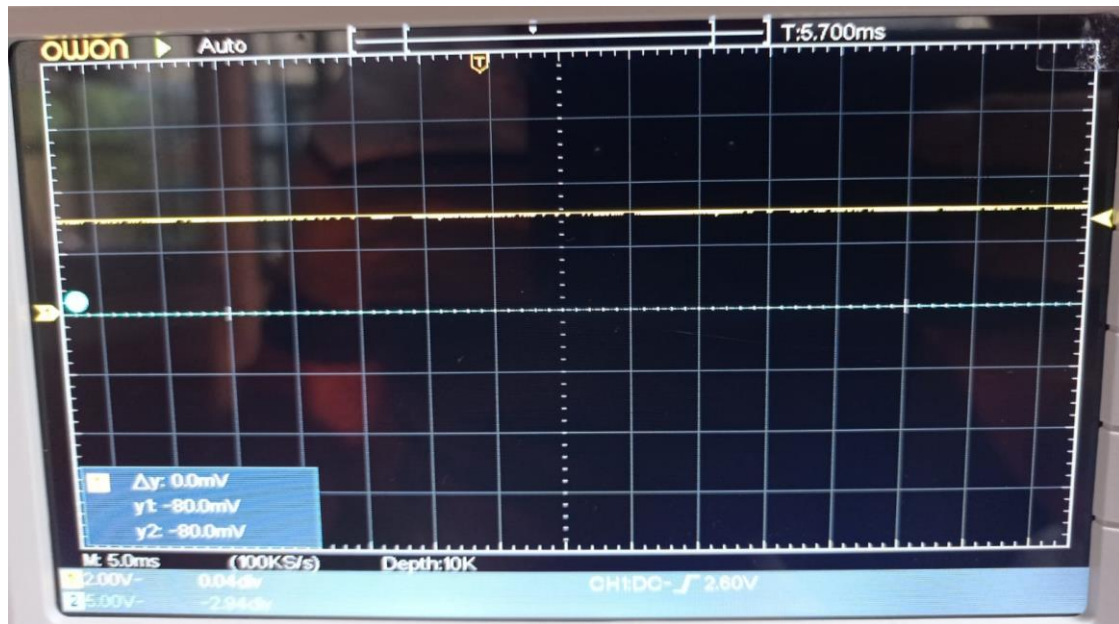


Figura 3.8.- Señal eléctrica en la salida del filtro RC con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

El valor promedio alimenta a la terminal inversora de un amplificador operacional configurado como comparador de voltajes, que se compara con un voltaje de referencia que se adecúa a un valor deseado, teniendo en consecuencia los siguientes escenarios posibles:

- Un valor promedio alto (con una corriente inferior al límite establecido) será mayor con respecto al voltaje de referencia y el comparador se satura negativamente.
- Un valor promedio bajo (con una corriente superior al límite establecido) será menor con respecto al voltaje de referencia y el comparador se satura positivamente.

Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

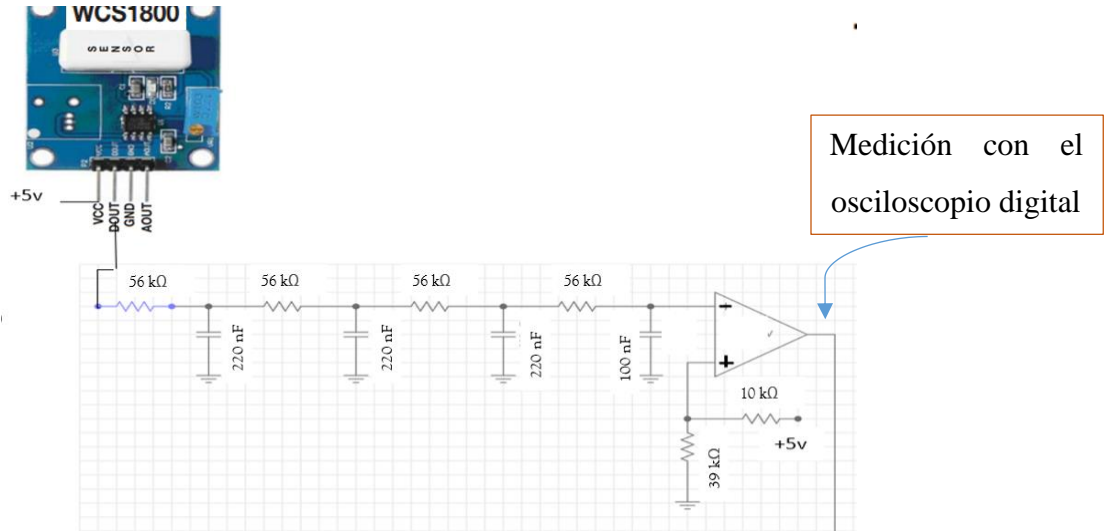


Figura 3.9.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional dentro del circuito sensor y transmisor.

En las figuras 3.10 y 3.11 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.9.

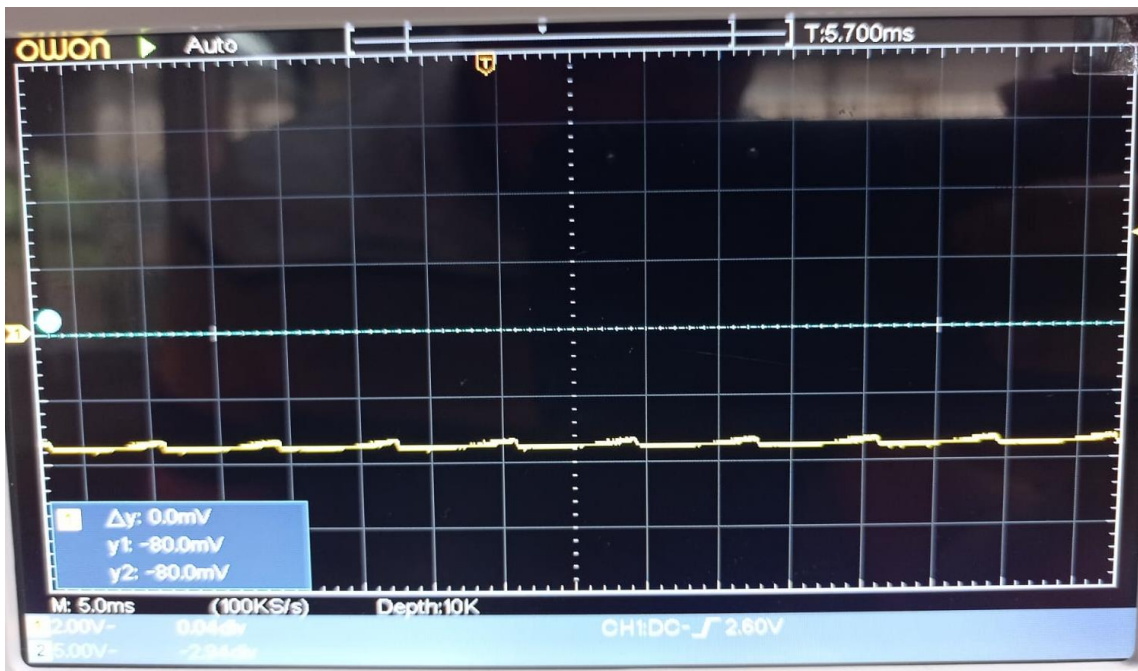


Figura 3.10.-Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

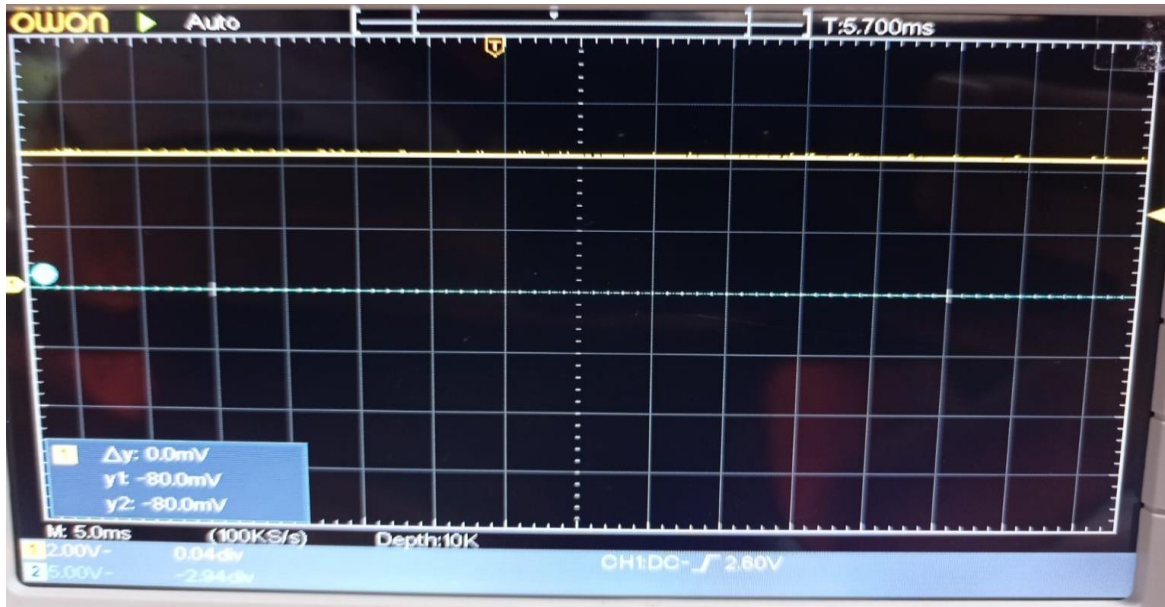


Figura 3.11.- Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

La salida del comparador tendrá uno de dos valores ($+V_{sat}$ o $-V_{sat}$), de acuerdo con lo anteriormente planteado; este voltaje se aplicará a través de una de las dos redes de un diodo en serie con una resistencia, según sea la polaridad del voltaje de salida, a la entrada de control de voltaje de un timer 555 conectado como oscilador astable.

De acuerdo con la configuración del modo de operación del oscilador astable y la configuración interna de timer 555, el condensador externo de $0.01\mu\text{F}$ (10nF) se va a estar cargando y descargando, buscando igualar el valor de voltaje de la fuente y de tierra una y otra vez, aunque solo llega a valores determinados por el voltaje aplicado en la terminal de control (pata 5), de manera que, todo el tiempo que se esté cargándose la salida del 555 va a estar en nivel alto y todo el tiempo que este descargándose va a estar en nivel bajo. Por lo tanto, de acuerdo con los dos posibles escenarios que se vienen planteando anteriormente, se tendrán las siguientes señales de salidas en el oscilador astable:

- Condiciones sin sobrecarga:
 Valor promedio alto, el comparador se satura negativamente (-5V) que son recibidos en la terminal 5 del timer 555, con este voltaje el condensador se carga

y descarga a un valor de voltaje más pequeño, produciendo que en la salida del oscilador astable se tenga un periodo de tiempo (T) pequeño y frecuencia alta (f) de 5 kHz.

- Condiciones con sobrecarga:

Valor promedio bajo, el comparador se satura positivamente (+5V) que son recibidos en la terminal 5 del timer 555, con este voltaje el condensador se carga y descarga a un valor de voltaje más grande, produciendo que en la salida del oscilador astable se tenga un periodo de tiempo (T) grande y frecuencia baja (f) de 3 kHz.

Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

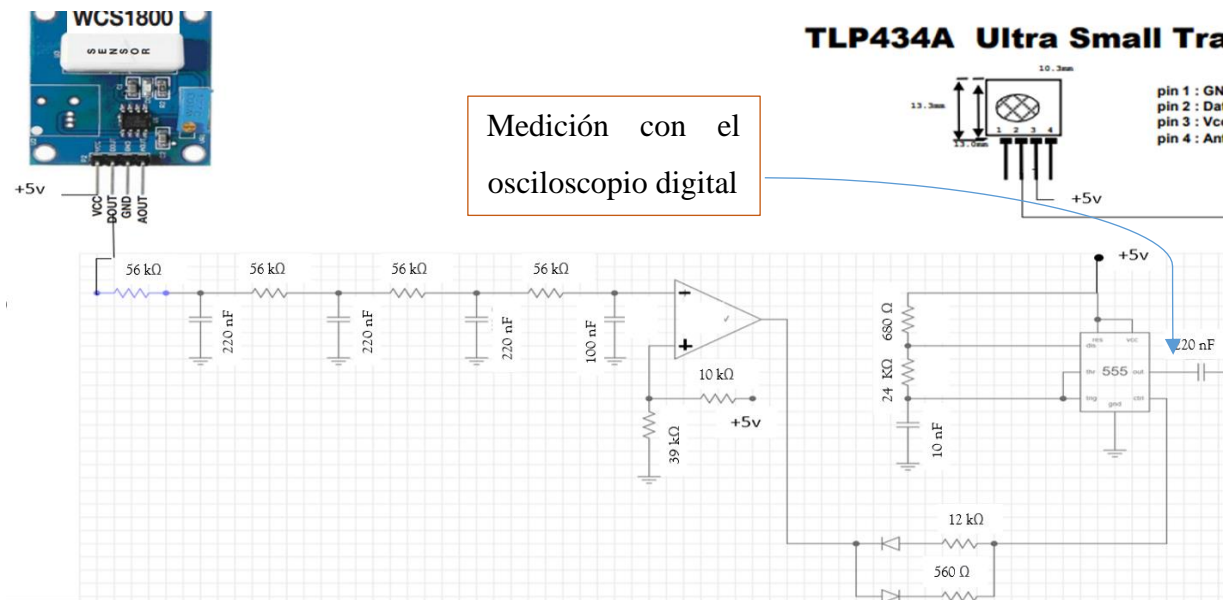


Figura 3.12.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable dentro del circuito sensor y transmisor.

En las figuras 3.13 y 3.14 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Oscilador Astable sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.12.



Figura 3.13.-Señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable y en la entrada del Transmisor TLP434A sin sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

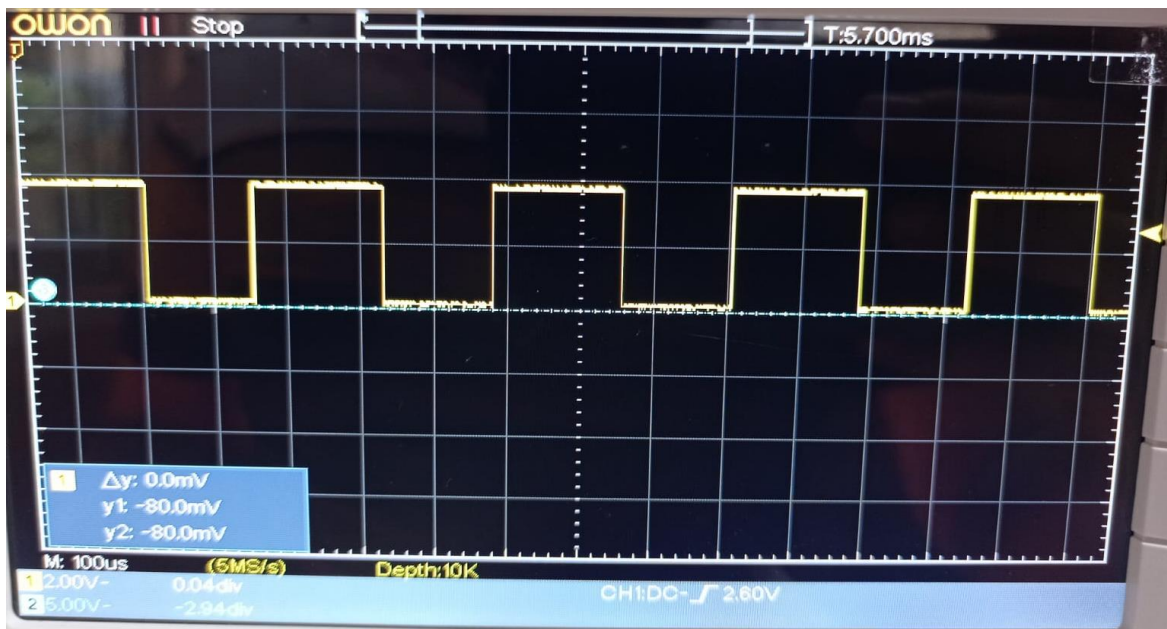


Figura 3.14.- Señal eléctrica en la salida del Oscilador Astable y en la entrada del Transmisor TLP434A con sobrecarga dentro del circuito sensor y transmisor.

Esta señal pulsante pasa por un capacitor para hacerla llegar a la entrada (terminal 2) de un transmisor de radiofrecuencia modelo TLP434A. En la figura 3.15 se muestra completo el diseño del circuito sensor y transmisor del proyecto.

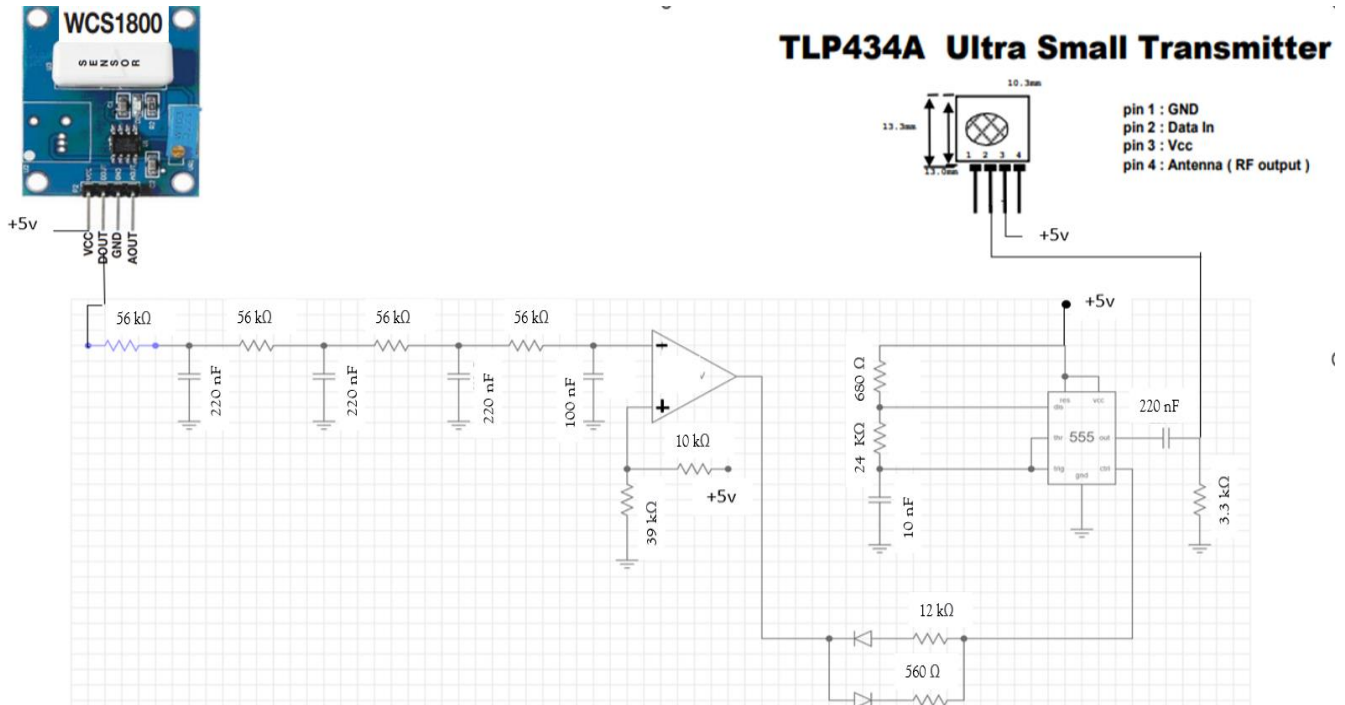


Figura 3.15.-Circuito sensor y transmisor completo.

3.3. Circuito Receptor y de Alarma.

A continuación, se describirá la conformación y funcionamiento de cada una de las partes que componen al circuito receptor y de alarma. La señal enviada por el transmisor es recibida por el receptor modelo RLP434A. La señal de salida otorgada por el receptor es de la misma frecuencia que la señal presente en la entrada Data in del transmisor.

Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

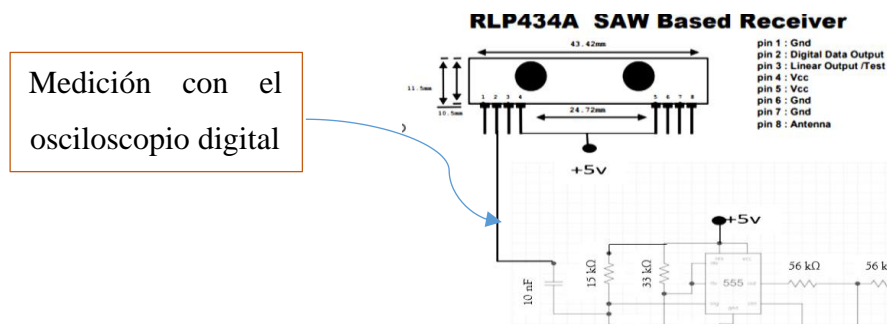


Figura 3.16.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A dentro del circuito Receptor y de Alarma.

En las figuras 3.17 y 3.18 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Receptor RLP434A sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.16.

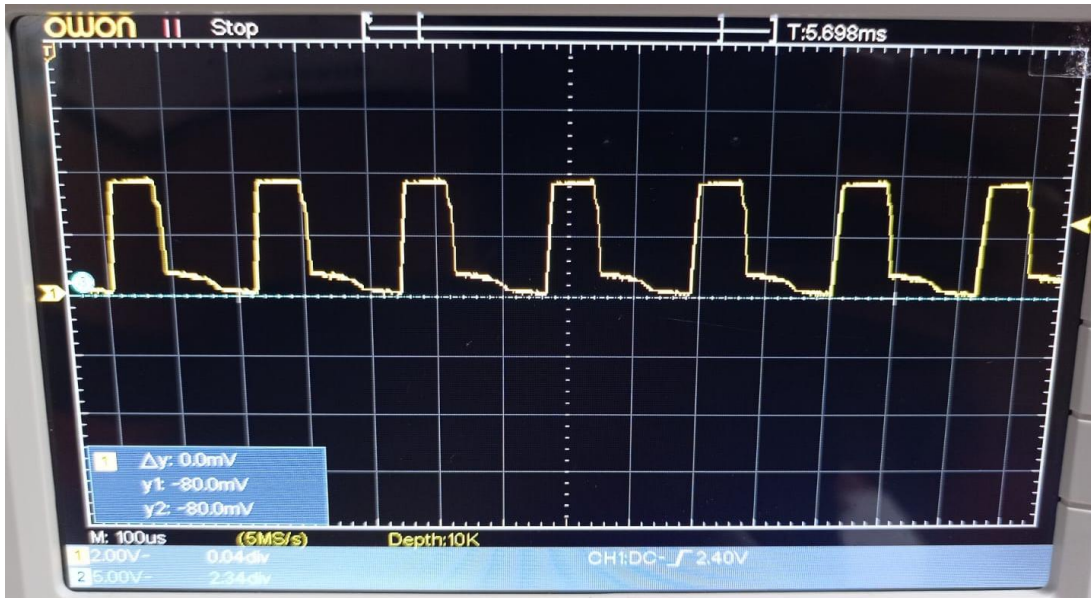


Figura 3.17.-Señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

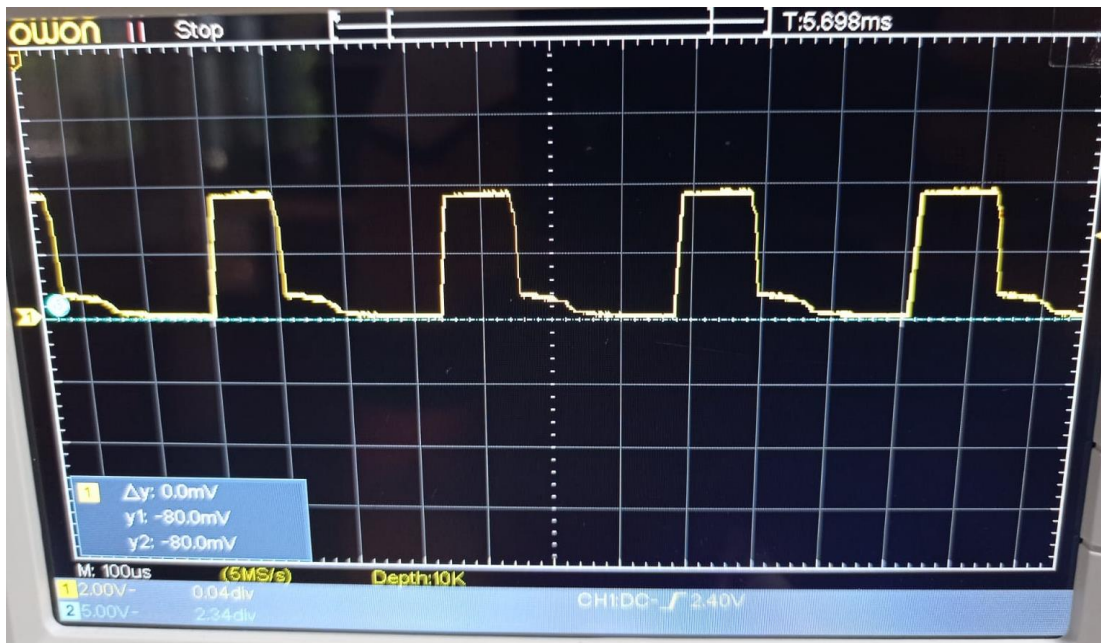


Figura 3.18.- Señal eléctrica en la salida del Receptor RLP434A con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

Estos pulsos tienen un ciclo de trabajo constante, por lo cual, no cambia su valor de voltaje promedio; por tal motivo, se dispone de un timer 555 conectado como oscilador monoestable, de modo que cada vez que el pulso a la salida del receptor (terminal 2) cambia de valor de 5v a 0v, el oscilador se dispara y genera un pulso de duración constante.

Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

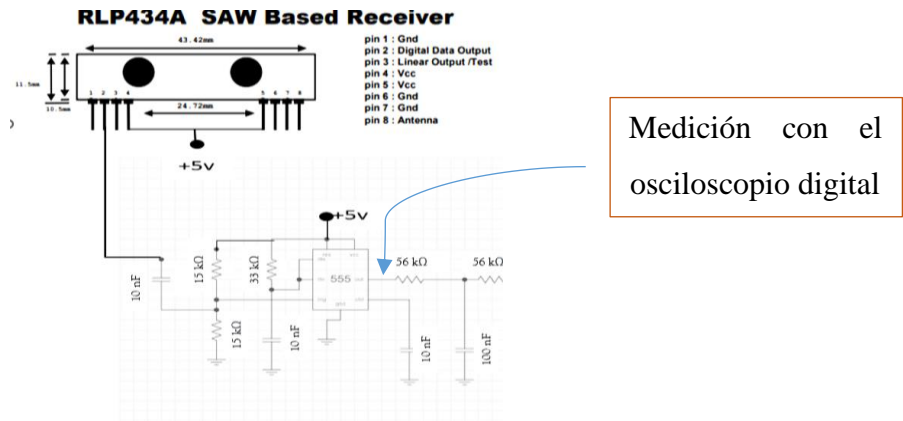


Figura 3.19.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable dentro del circuito Receptor y de Alarma.

En las figuras 3.20 y 3.21 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Oscilador Monoestable sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.19.

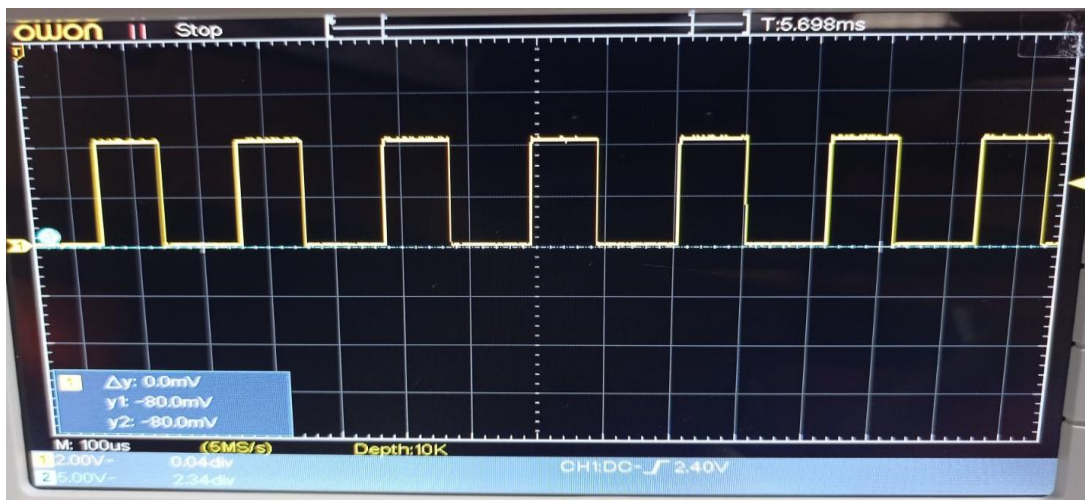


Figura 3.20.-Señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

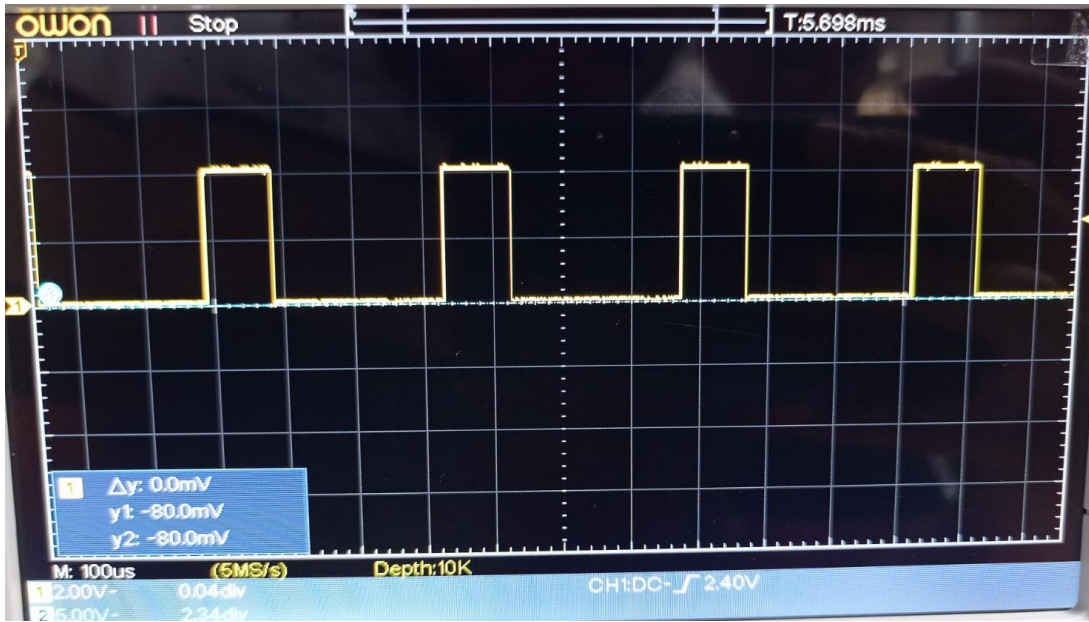


Figura 3.21.- Señal eléctrica en la salida del Oscilador Monoestable con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

La señal de salida del oscilador monoestable se hace pasar por un filtro RC tal como se hizo en el circuito sensor y de esta manera para obtener un valor promedio de CD. Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

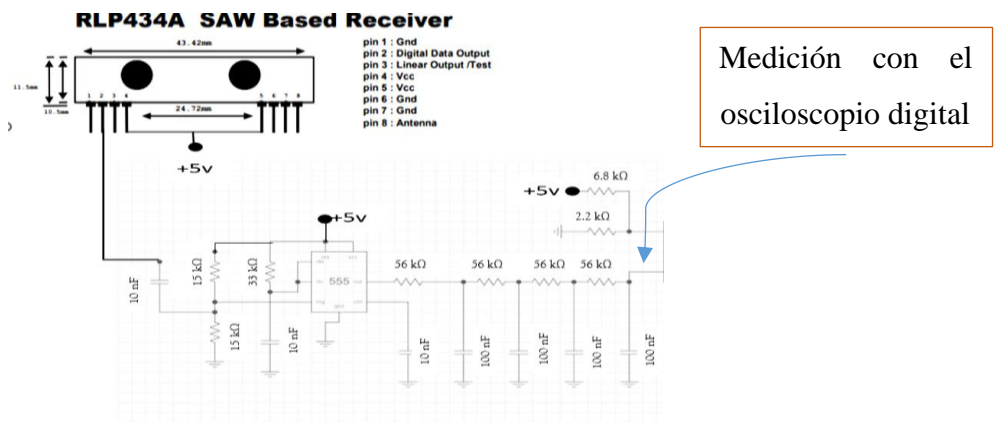


Figura 3.22.-Medición de la señal eléctrica en la salida del filtro RC dentro del circuito Receptor y de Alarma.

En las figuras 3.23 y 3.24 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del filtro RC sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.22.

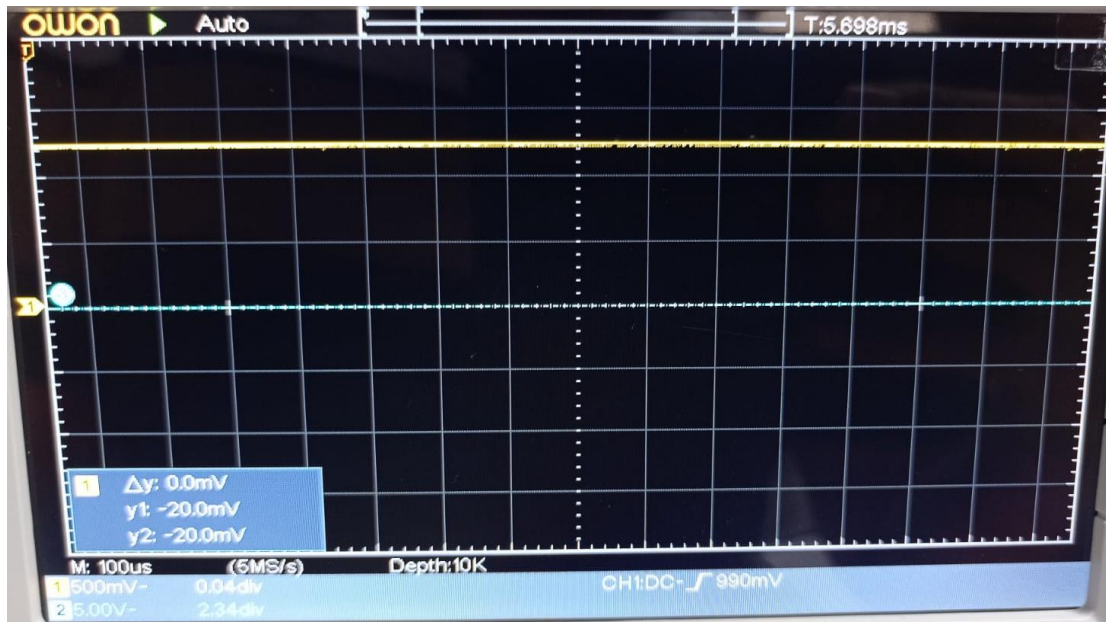


Figura 3.23.- Señal eléctrica en la salida del filtro RC sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

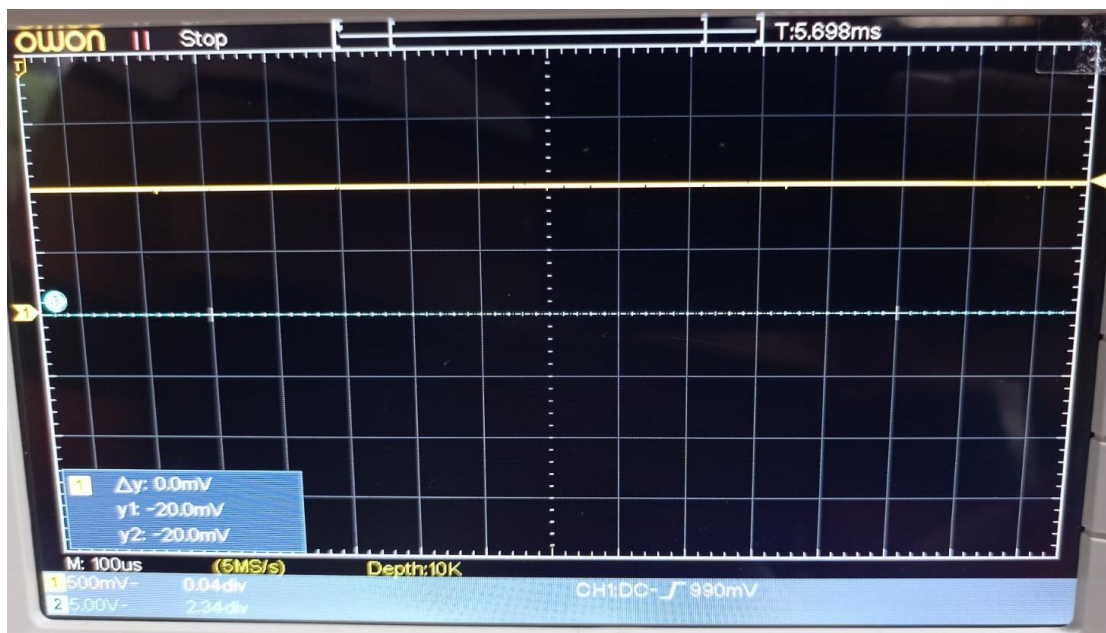


Figura 3.24.- Señal eléctrica en la salida del filtro RC con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

Dicho voltaje de valor promedio de CD se compara con una referencia mediante un amplificador operacional comparador de voltajes. Cuando exista una frecuencia alta en el receptor, el valor promedio de CD es alto, por lo que será mayor al voltaje de la referencia en el comparador, provocando una saturación positiva. Mientras en el caso de presentarse una frecuencia baja en el receptor, el valor promedio de CD es bajo, por lo que será menor al voltaje

de la referencia en el comparador, provocando una saturación negativa. Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la comprobación de lo anterior descrito.

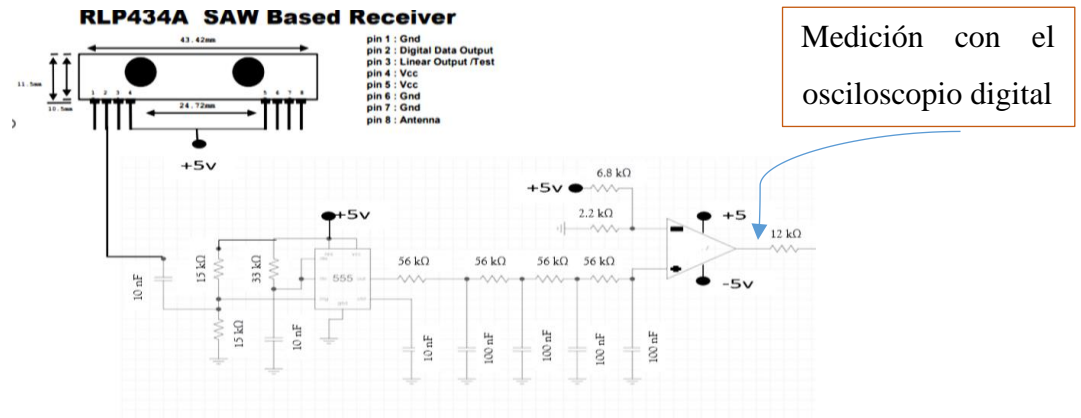


Figura 3.25.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional dentro del circuito Receptor y de Alarma.

En las figuras 3.26 y 3.27 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.25.

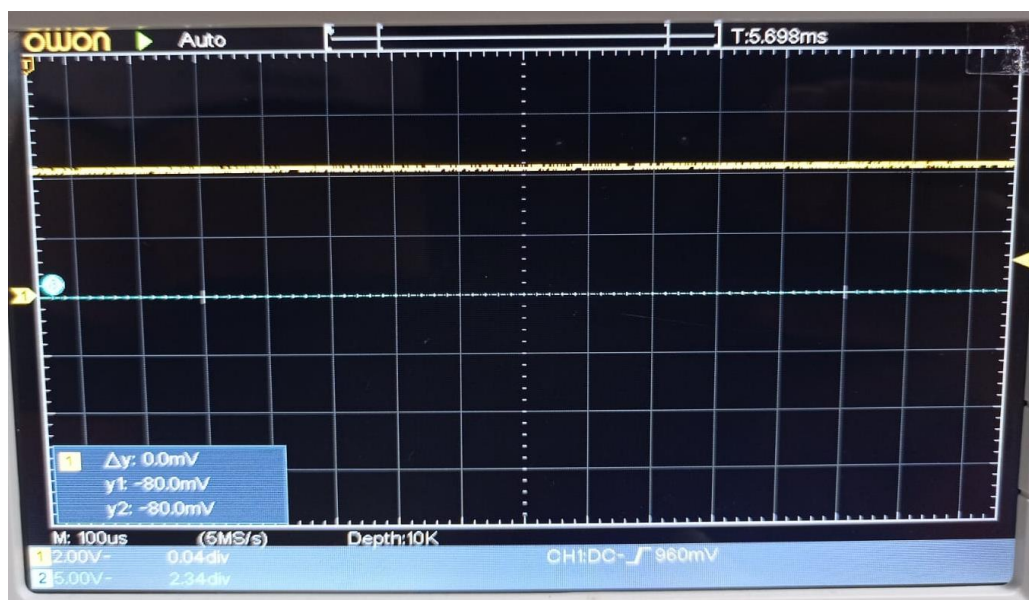


Figura 3.26.-Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

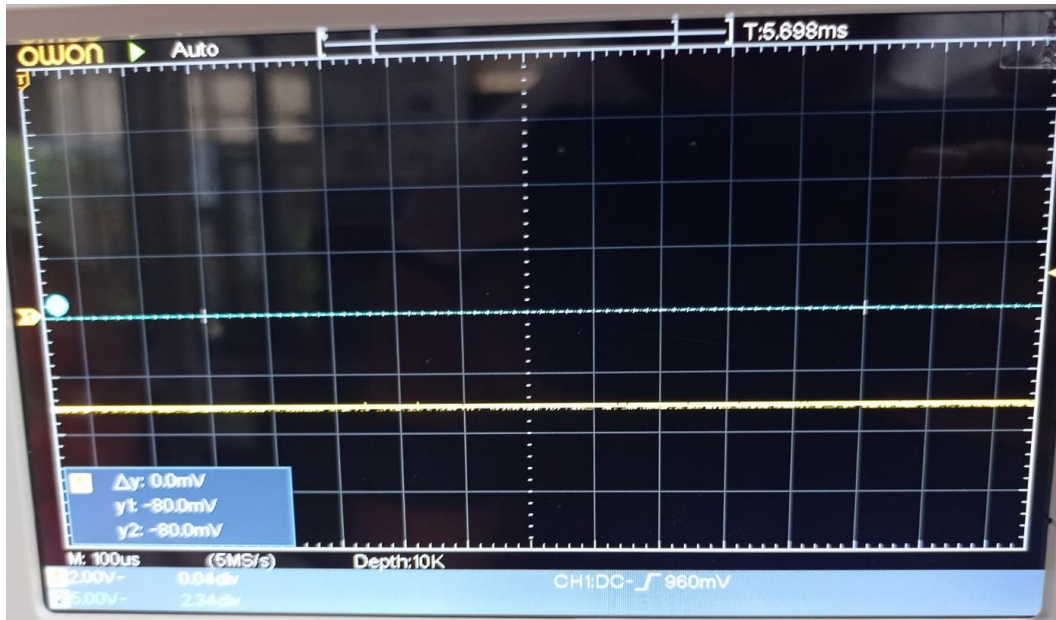


Figura 3.27.- Señal eléctrica en la salida del Amplificador Operacional con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

La salida del comparador se conecta a la base de un transistor NPN (2N2222) cuyo colector conecta a +5v o 0v la terminal de reset (terminal 4) de un segundo timer 555 conectado como oscilador astable. Esta acción, permitirá que el timer oscile (con +5v), o que no oscile (con 0v). Cuando oscile, el buzzer se activa, de lo contrario permanecerá en silencio. Con ayuda de un instrumento de medición como el osciloscopio digital se mostrará la señal de salida otorgada por el timer 555.

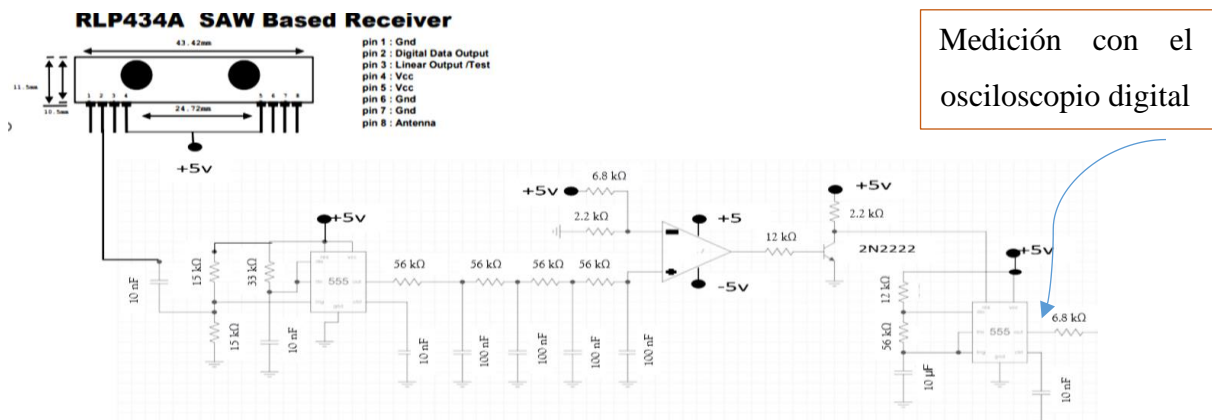


Figura 3.28.-Medición de la señal eléctrica en la salida del Timer 555 dentro del circuito Receptor y de Alarma.

En las figuras 3.29 y 3.30 se muestra la señal eléctrica otorgada en la salida del Timer 555 sin sobrecarga (estado normal) y con sobrecarga (estado de alerta) respectivamente en el punto de medición de la figura 3.28.

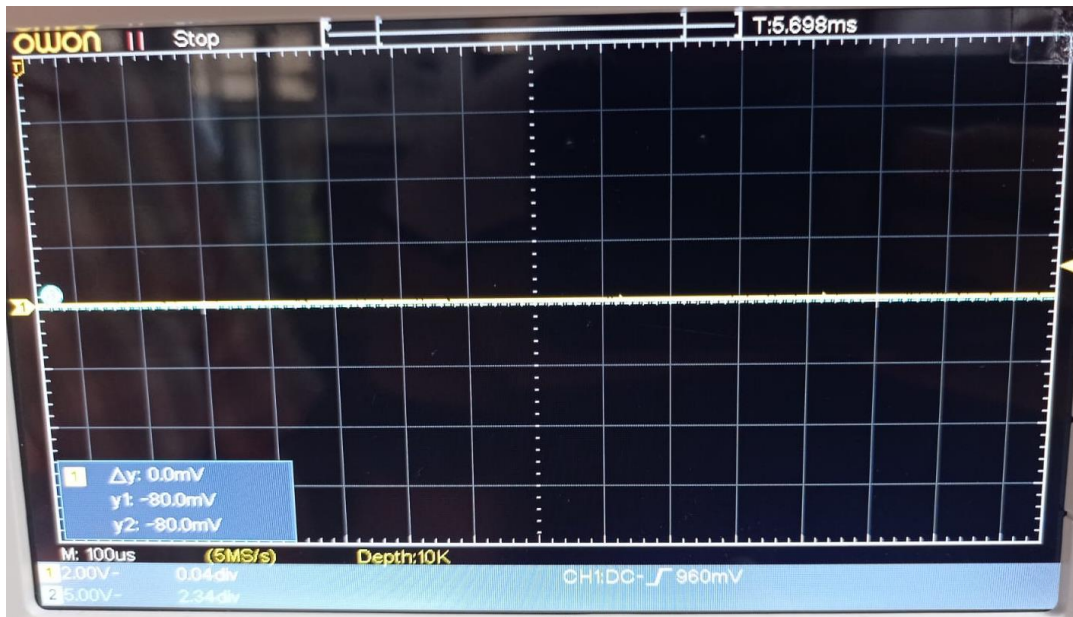


Figura 3.29.-Señal eléctrica en la salida del Timer 555 sin sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

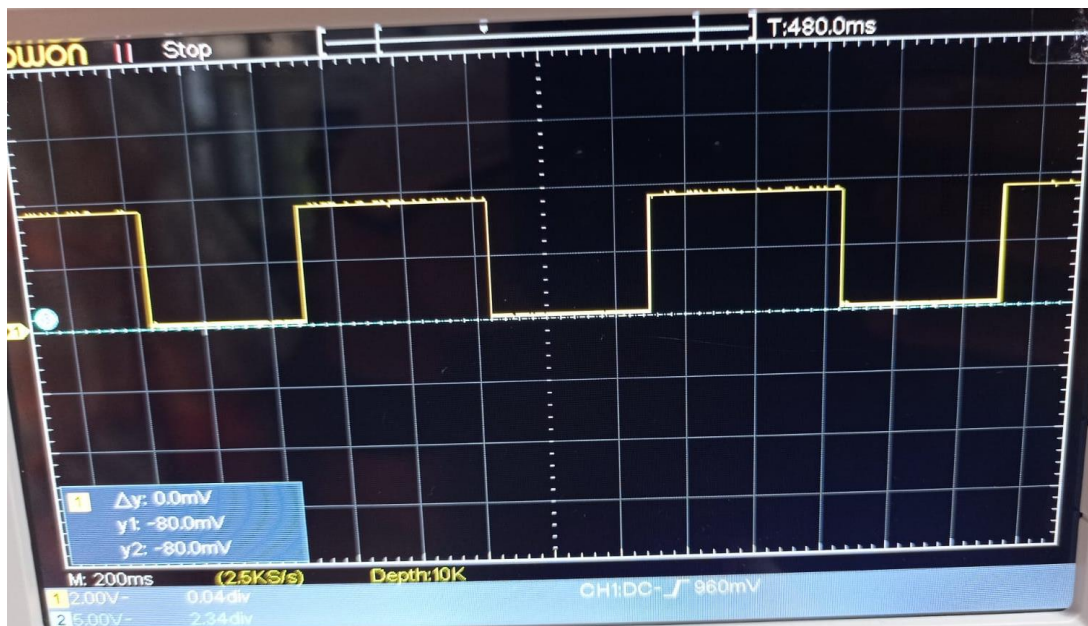


Figura 3.30.- Señal eléctrica en la salida del Timer 555 con sobrecarga dentro del circuito Receptor y de Alarma.

A continuación, en la figura 3.31 se muestra completo el diseño del circuito receptor y de alarma del proyecto. Además de lo anterior, en las figuras 3.32 y 3.33 se muestra la representación de la frecuencia que se tiene en los dos casos posibles del circuito, en condiciones normales de operación de la instalación eléctrica y en condiciones de sobrecarga y/o alarma en la instalación eléctrica.

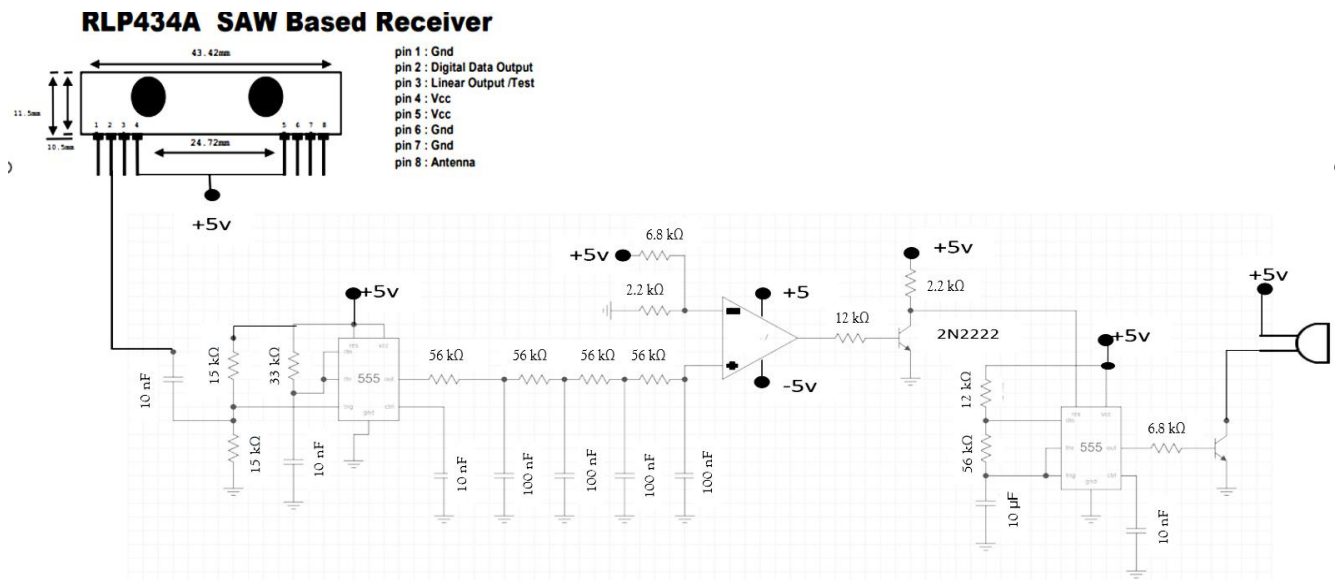


Figura 3.31.-Circuito receptor y de alarma completo.

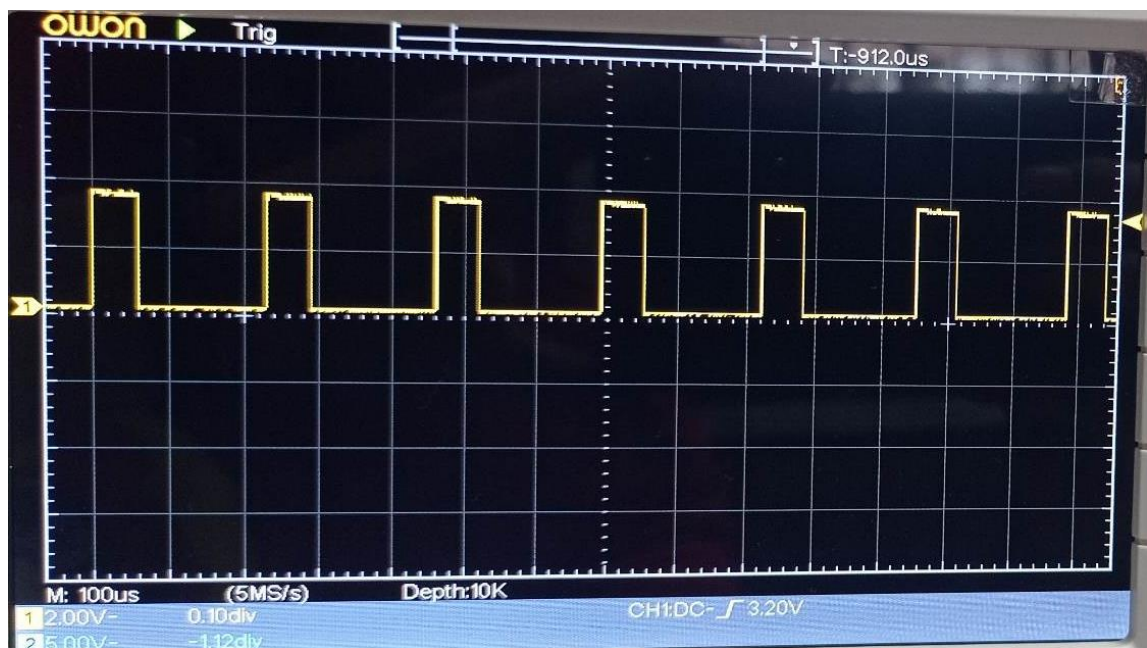


Figura 3.32.-Condiciones normales sin sobrecarga, frecuencia alta.

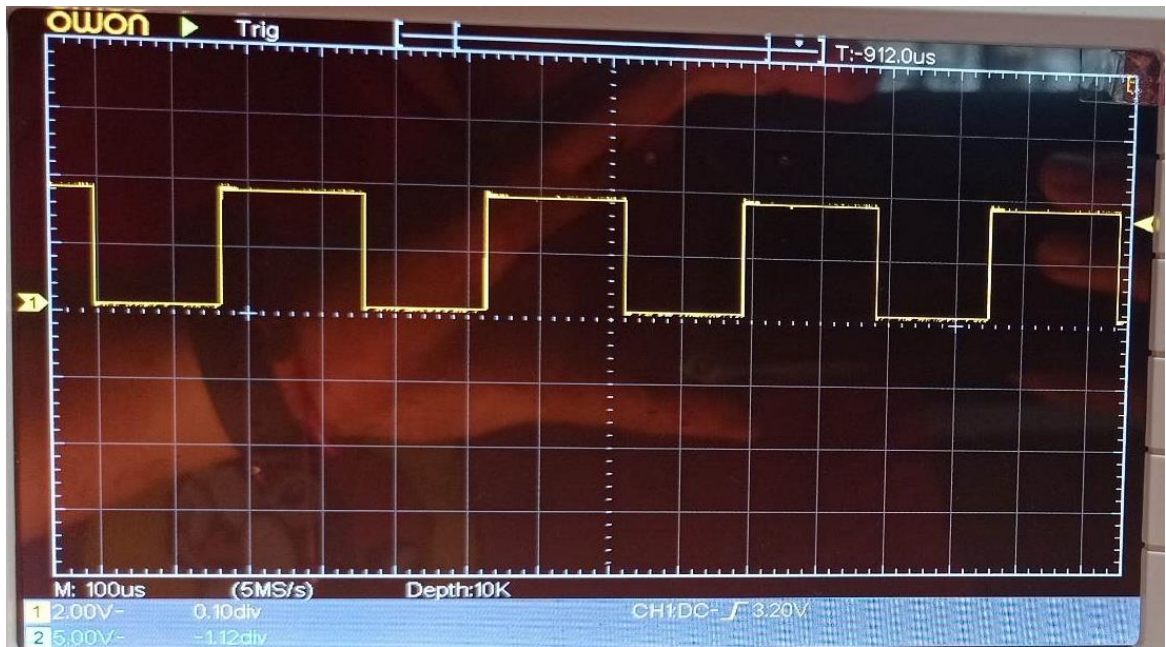


Figura 3.33.-Condiciones de alerta con sobrecarga, frecuencia baja.

Con lo anterior descrito, finalmente se logran obtener los dos escenarios adecuados para que exista el sistema de monitoreo y prevención a distancia del consumo de corriente eléctrica que ahora se mencionan:

- Condiciones sin sobrecarga:
Señal de frecuencia alta en el receptor, su valor promedio es alto, mayor al voltaje de la referencia en el comparador, saturándose positivamente. Esto produce que el transistor conduzca (interruptor cerrado) al circular corriente entre su base y emisor. En consecuencia, el oscilador timer 555 no oscila otorgando en su salida 0v produciendo que el buzzer no opere y no produzca la alarma preventiva.
- Condiciones con sobrecarga:
Señal de frecuencia baja en el receptor, su valor promedio es bajo, menor al voltaje de la referencia en el comparador, saturándose negativamente. Esto produce que el transistor no conduzca (interruptor abierto) al no circular corriente entre su base y emisor. En consecuencia, al oscilador timer 555 mediante su terminal de reset se le aplica un voltaje de V_{cc} (+5V) oscilando en su salida,

otorgando un voltaje pulsante a el buzzer para que opere y produzca la alarma preventiva oscilante.

Mediante la circuitería y dispositivos electrónicos seleccionados se diseñó y construyó el prototipo del detector remoto de sobre corriente. Este proyecto permitirá monitorear en tiempo real el consumo de corriente y enviar de ser necesario una alarma de prevención para evitar desconexiones de carga dentro de las instalaciones eléctricas residenciales.

3.4. Prototipo.

Tanto el circuito sensor-transmisor como el circuito receptor-alarma se implementaron de manera física mediante un prototipo con el cual se pudiera experimentar y corroborar el funcionamiento de la idea del proyecto.

A continuación, se muestra lo que conformó al circuito sensor y transmisor, el cual constó de un tablero con la implementación del circuito electrónico mostrado anteriormente en la figura 3.15, alimentado de una fuente independiente de $\pm 5v$, junto a un tablero de focos incandescentes con la idea de simular que cada uno de los focos representa un incremento de carga en el circuito eléctrico, el cual es sentido por el sensor de efecto Hall.

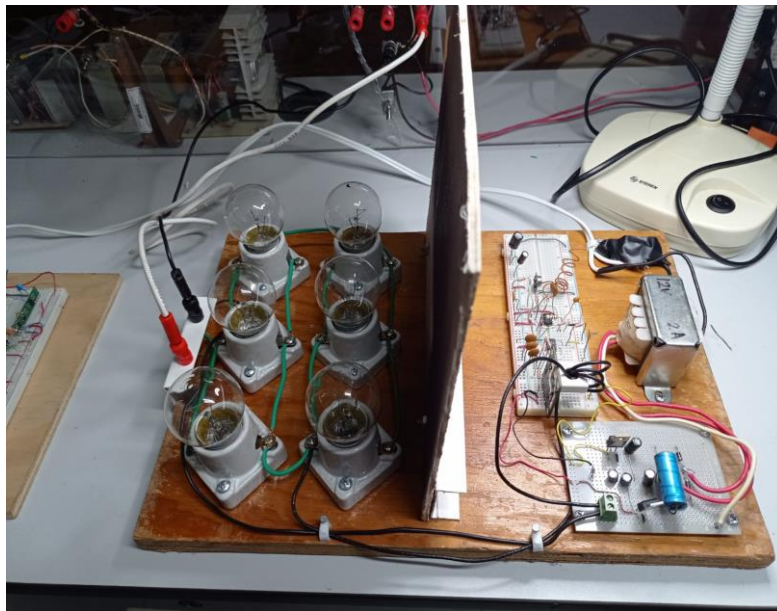


Figura 3.34.-Prototipo del circuito sensor y transmisor.

De la misma manera, se muestra ahora lo que formó al circuito receptor y de alarma, el cual constó de un tablero con la implementación del circuito electrónico mostrado anteriormente en la figura 3.31, alimentado de una fuente independiente de $\pm 5v$.

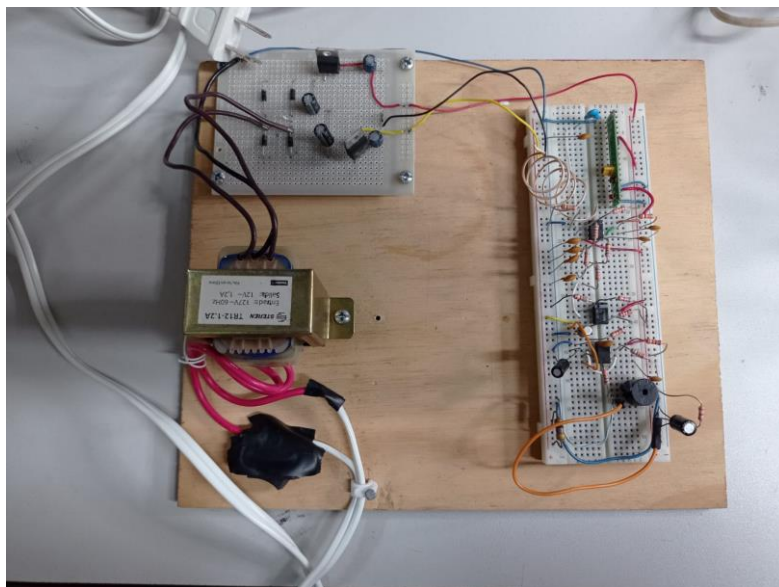


Figura 3.35.-Prototipo del circuito receptor y de alarma.

Finalmente, se muestran evidencias generales de la operación de ambos circuitos, donde una vez que se logró su desarrollo se pudieron obtener todos los resultados, ilustraciones, datos y funcionamiento que hicieron una realidad la implementación de este proyecto.

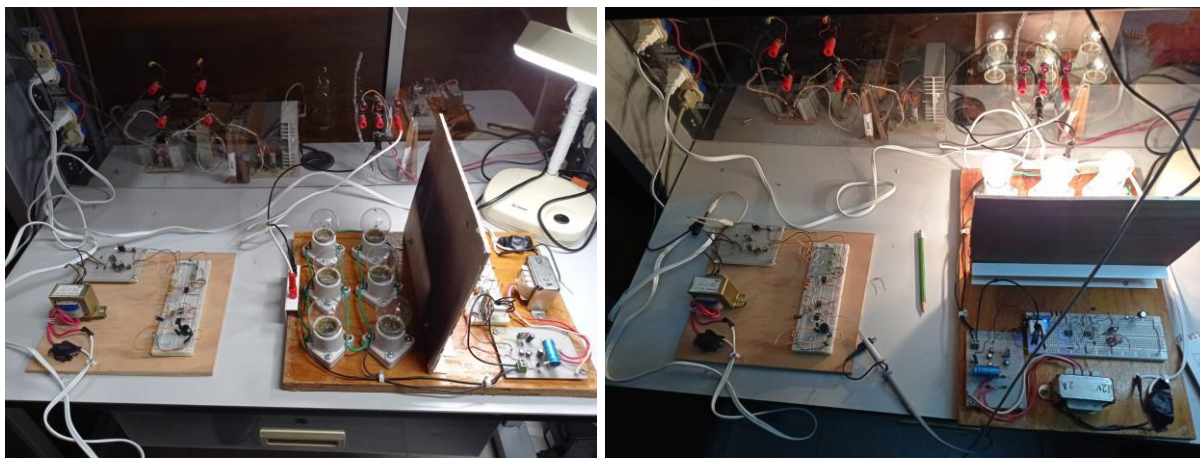


Figura 3.36.-Operación del Prototipo del circuito sensor-transmisor y circuito receptor-alarma.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Con el proyecto ya elaborado se procedió a realizar una secuencia de pruebas para comprobar su funcionamiento en diferentes tipos de áreas y distancias para conocer su comportamiento en cuanto a la emisión y recepción de la alarma una vez que ocurra un excedente en el límite de corriente previamente establecido. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Dentro de un inmueble sin obstáculos:

Tabla 4.1.- Resultados registrados dentro de un inmueble sin obstrucciones.

Módulos de Radiofrecuencia	Distancia entre dispositivos	Característica de la señal
TLP434A / RLP434A	6 metros	A
TLP434A / RLP434A	12 metros	A
TLP434A / RLP434A	18 metros	B
TLP434A / RLP434A	24 metros	C

Donde:

A.- Óptima

B.- Correcta

C.- Moderada

D.- BAJA

- Dentro de un inmueble con obstáculos:

Tabla 4.2.- Resultados registrados dentro de un inmueble con obstrucciones.

Módulos de Radiofrecuencia	Distancia entre dispositivos	Característica de la señal
TLP434A / RLP434A	6 metros	B
TLP434A / RLP434A	12 metros	B
TLP434A / RLP434A	18 metros	C
TLP434A / RLP434A	24 metros	D

- Al exterior de un inmueble sin obstáculos:

Tabla 4.3.- Resultados registrados al exterior de un inmueble sin obstrucciones.

Módulos de Radiofrecuencia	Distancia entre dispositivos	Característica de la señal
TLP434A / RLP434A	6 metros	A
TLP434A / RLP434A	12 metros	A
TLP434A / RLP434A	18 metros	B
TLP434A / RLP434A	24 metros	B

Con estos valores que fueron registrados se puede deducir mediante su análisis que el dispositivo detector de sobre corriente mediante su circuito Sensor/ Transmisor y circuito Receptor/Alarma funciona de manera más que aceptable en base a su propósito establecido como una alarma residencial, ya que existió una buena comunicación entre ellos en hasta 24 metros.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

A medida que se logró establecer la interacción adecuada entre los elementos que conforman cada uno de los circuitos para poder obtener los parámetros deseados y crear el dispositivo del presente proyecto, se pudo poner en operación para comprobar su funcionamiento en cuanto a la emisión de una alarma en base a la lectura de corriente una vez que se sobrepase un ajuste determinado, satisfactoriamente, después de varias pruebas y ajustes se consiguió emitir la alarma al existir una sobre corriente en el punto medición del circuito.

Una vez construido y en funcionamiento el presente proyecto se comprobó la confiabilidad de este mismo de acuerdo con el alcance de comunicación que existía entre los circuitos que conformaban al detector remoto de sobre corriente. Como resultado se obtuvo hasta 24 metros de alcance, distancia sumamente aceptable para el uso residencial para el cual fue elaborado este prototipo.

Se pudo verificar que el uso de un sensor de efecto Hall como elemento primario de medición y los elementos de radiofrecuencia en modulación ASK para el envío de datos de información para activar la alarma auditiva mediante circuitería adicional, lograron que se cumpliera el objetivo de poner tener una medición en tiempo real para prevenir a un usuario de aumentar el consumo de corriente que ponga en riesgo su instalación eléctrica residencial y equipo conectado a la misma.

Este sistema de radiocomunicación es muy fiable, ya que se realizaron diferentes tipos de pruebas, tanto en zonas interiores (inmuebles) como también en zonas exteriores (aire libre) con dispositivos conectados alrededor de las áreas donde se localizaba el dispositivo que también envían o reciben datos de información como televisión, radio etc., y la circuitería del prototipo del proyecto en general respondió de una buena manera. Siendo corroborado que este proyecto es una opción confiable para crear una alarma de prevención mediante un detector remoto de sobre corriente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Arduino Curso Práctico de formación – Óscar Torrente Artero, Primera Edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2013.
- 2.- Conversores D/A Y A/D – D Federico Miyara, Primera Edición, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2004.
- 3.- Introducción a la Electrónica Componentes y Aplicaciones – Oscar Ignacio Botero Henao, Primera Edición, Fondo Editorial RED Descartes, 2022.
- 4.- Amplificadores Operacionales y Filtros Activos – Antonio Pertenece Junior, McGraw-Hill, Primera edición, Madrid, 1991.
- 5.- Amplificador Operacional TL081, Data Sheet, Texas Instruments, USA, 2021.
- 6.- Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación – Juan José Murillo Fuentes, Primera edición, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, Sevilla, 2012.
- 7.- Antenas de Comunicaciones – José Manuel Huidobro, Revista Digital de Acta, España, 2013.
8. Sensor WCS1800, Data Sheet, Winson, USA, 2020.
9. Transmisor TLP434A y Receptor RLP434A, Data Sheet, Laipac Technology Inc, Ontario, 2005.
- 10.- Buzzer Activo 5V, Data Sheet, Unit Electronics, México, 2022.
- 11.- Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación – Juan José Murillo Fuentes, Segunda Edición, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2004.
- 12.- Comunicación Inalámbrica – David Roldan, Primera Edición, RA-MA, Madrid, 2004.
- 13.- Transmisión de datos– José E. Briceño Márquez, Tercera Edición, ULA, Sevilla, 2005.