

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN EXTINTOR ELECTRO-ACÚSTICO CONTROLADO POR SENSOR INFRARROJO

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ELECTRO-ACOUSTIC EXTINGUISHER CONTROLLED BY INFRARED SENSOR

Autores: Héctor Becerril Mendoza¹

María de Lourdes Cortés Ibarra²

Rosario del Pilar Gibert Delgado¹

Institución: ¹Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional,

²Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México

Correo electrónico: hbecerril@ipn.mx

lu cortes02@gmail.com

rgibert@ipn.mx

RESUMEN

En México existen diferentes tipos de extintores portátiles destinados a la lucha contra fuego o principio de incendios, para poder controlar la fuente del incendio se desarrolló un extintor electro-acústico el cual genera bajas frecuencias, que al estar en contacto con la fuente de incendio separa las moléculas de oxígeno, provocando extinguir el incendio. Este extintor tiene un sensor infrarrojo que detecta la temperatura del incendio, enviando la medición al microcontrolador que lo registra, cuando la temperatura llega a un nivel de peligro, se genera una señal hacia un generador de frecuencias que tiene como objetivo establecer la señal de frecuencia baja adecuada para el incendio, a su salida se envía la señal al filtro pasa bajas de segundo orden que tiene como objeto evitar la aparición de ruido en la señal, luego se manda a un amplificador clase D, que provee de una alta eficiencia en potencia con la menor pérdida de energía. Por último, la señal saldrá por un altavoz montado en una caja acústica de cuarto orden, para potenciar la salida de las ondas del altavoz hacia la fuente del incendio y de esta manera poder extinguir el fuego detectado. Este extintor electro-acústico es muy útil en muchas empresas y comercios para dejar de utilizar agentes contaminantes, que afectan la producción y pérdida de dinero como otros extintores lo hacen, este tipo de extintor es un equipo útil, ya que no requerirá de mucho mantenimiento, en comparación con los extintores

de agentes químicos, de agua y gases, los cuales necesitan una forma especializada de mantenimiento de costo alto y periódicamente; con extintor electro-acústico únicamente se tendrá que revisar los aspectos electrónicos cada año a un bajo costo.

Palabras clave: Electro-acústica, Extintor, Fuego.

ABSTRACT

In Mexico there are different types of portable fire extinguishers intended to fight fire or the principle of fires, in order to control the source of the fire an electro-acoustic extinguisher was developed which generates low frequencies, which when in contact with the fire source separates oxygen molecules, causing the fire to be extinguished. The electro-acoustic extinguisher has an infrared sensor that detects the temperature of the fire, sending the measurement to the microcontroller that registers it in its memory, when the temperature reaches a level of danger, a signal is generated towards a frequency generator that has as objective to establish the low frequency signal suitable for the fire, at its output the signal is sent through a second order low pass filter that aims to prevent the appearance of noise within the signal, then it is sent to a class D amplifier, Due to its characteristics, it provides high power efficiency with the least energy loss. Finally, the signal will come out through a loudspeaker that will be mounted in a fourth-order acoustic box, to enhance the output of the loudspeaker waves towards the source of the fire and thus be able to extinguish the detected fire. This electro-acoustic extinguisher can be very useful in many companies and businesses to stop using pollutants, which can affect production and have some loss of money as other extinguishers do, this type of extinguisher is a useful equipment, since it will not require much maintenance, compared to chemical, water and gas extinguishers, which require a specialized form of high cost and regular maintenance; With an electro-acoustic fire extinguisher, you will only have to check the electronic aspects every year at a low cost.

Keywords: Electro-acoustic, Extinguisher, Fire.

INTRODUCCIÓN

Cada tipo de extintor está identificado para el tipo de fuego para los que funcionan, los extintores son utilizados para combatir un incendio en su inicio, evitando que el fuego se propague y se transforme de manera peligrosa, de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-002-STPS-2010, condiciones de seguridad–prevención y

protección contra incendios en los centros de trabajo existen distintas clases de extintores según el tipo de fuego. (EXTINSON. 2018).

El fuego clase A que es aquel que presenta en materiales del combustible sólido generalmente de naturaleza orgánica, su combustión se realiza normalmente con formación de brasas, la clase B es aquel que se presenta con líquidos combustibles e inflamables además de gases inflamables, la clase C es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas, la clase D es aquel en el que intervienen metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio, por último la clase K, aquel que se presenta básicamente en instalaciones de cocina, que involucra sustancias combustibles, tales como aceites y grasas vegetales o animales.

Tomando en cuenta los tipos de extintores según su agente extintor utilizado, existen extintores de agua apropiados para fuego clase A en los cuales no pueden usarse en presencia de corriente eléctrica, los de espuma mecánica ideales para fuego A y B que de igual manera no se pueden utilizar en presencia de corriente eléctrica. Los extintores de polvo seco ya sean de tipo ABC o BC para fuegos A, B, C y B, C respectivamente, al ser polvo evita el riesgo eléctrico, tenemos los de CO₂ que es un gas que no conduce la electricidad y es utilizado en lugares donde hay maquinaria que pudiera dañarse, así como, existen los extintores de polvos especiales y químico húmedo para fuego D y K respectivamente. El extintor electro-acústico desarrollado será utilizado preferentemente para fuego clase B para combustibles líquidos.

El diseño e implementación del extintor electro acústico se realizó por medio de un sensor de temperatura infrarroja que registrará el nivel de calor en el incendio, para que el microcontrolador genere la frecuencia baja correspondiente, se calculó un filtro pasa bajas para disminuir el ruido y un amplificador clase D para aumentar la potencia, así mismo, se desarrolló una caja acústica, que intensifica la presión sonora del altavoz y la refleje en el laberinto de la caja, para que al ser dirigida hacia el incendio separe las moléculas de oxígeno del medio en donde se esté generando el incendio y se extinga el incendio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema Propuesto

En la figura 1 se muestra el diagrama a bloques del diseño del extintor electro acústico, se inicia con el sensor infrarrojo que sensa la temperatura del incendio, la cual la manda al microcontrolador PIC 18f4550 y se visualiza el valor de la temperatura en el LCD, si la temperatura está fuera del intervalo propuesto, manda una instrucción al otro microcontrolador PIC16f877 que está configurado como un generador de bajas frecuencias, luego se pasa la señal al filtro pasa bajas, después la señal se aumenta con un amplificador clase D, el cual mandará la señal amplificada al altavoz que reproducirá la señal establecida, por último la señal reproducida se homogeneiza para que la señal salga en una sola dirección y permita apagar un incendio. (SIXTO, 2018).

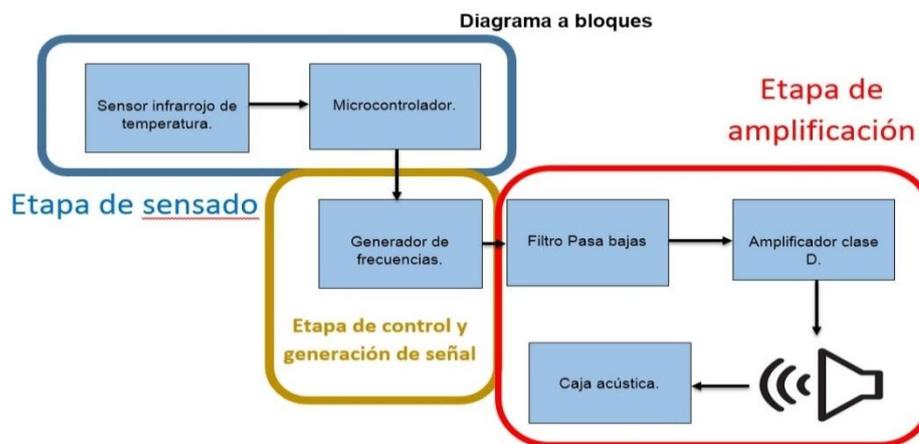


Figura 1 Diagrama a Bloques del Extintor Electro Acústico

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo del extintor electro acústico, donde se observa la interacción entre los componentes del dispositivo para el correcto funcionamiento del extintor. (PUE, 2003).

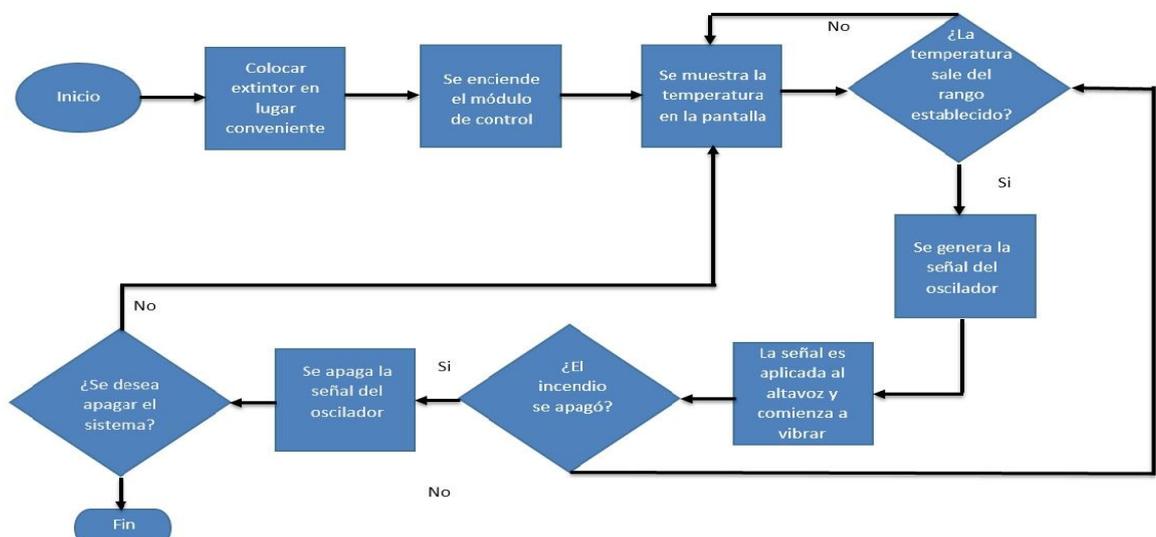


Figura 2 diagrama de flujo del extintor electro acústico

Para la configuración del diseño en el microcontrolador PIC 18f4550, se utilizó la librería del convertidor analógico/digital a 10 bits con sus correspondientes fuses para un cristal de 20 MHz para su buen funcionamiento, además de incluir la librería del LCD y definir el puerto D como salida hacia el mismo.

Se definieron las diferentes variables enteras y flotantes que serán utilizadas en el programa, en las instrucciones del programa se inicializa el LCD, así como, la comunicación I²C.

En la figura 3 se observa el diagrama eléctrico hecho en proteus donde se puede observar las diferentes conexiones tanto las entradas del cristal con sus respectivos capacitores, que corresponden a las entradas del oscilador externo del PIC, además de la entrada del sensor melexis en los puertos definidos como sda y scl en los puertos RB0 y RB1 respectivamente y por último las salidas del puerto D que corresponden desde el puerto RD0 a RD7 hacia las conexiones de entrada del LCD.

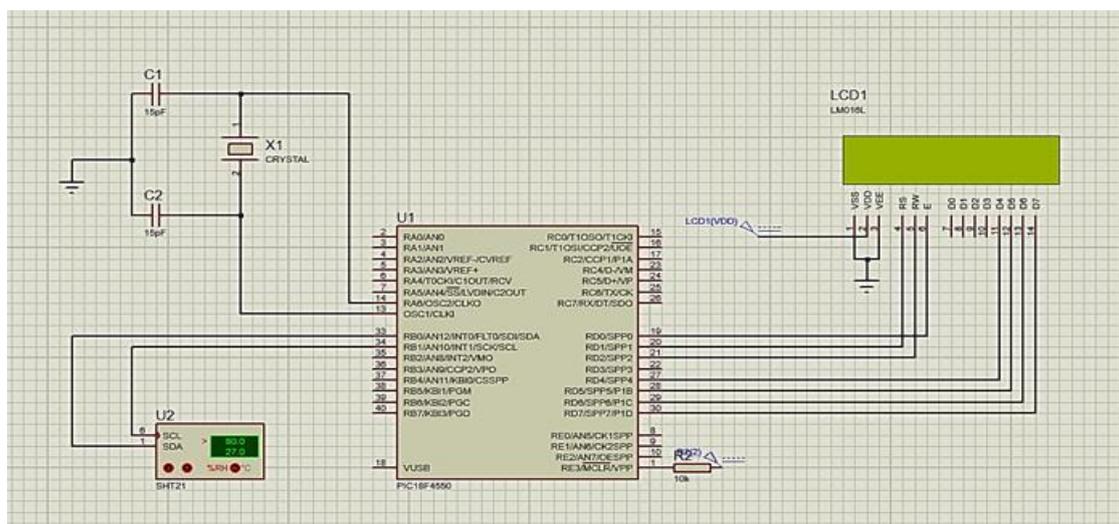


Figura. 3 Diagrama Eléctrico

El microcontrolador PIC fue programado para manejar una única frecuencia de 40 Hz, la cual ya se ocupará para poder apagar el incendio. Lo primero que se hizo fue declarar las variables de cada uno de los pines de entrada, tanto de salida, así como la frecuencia que se estará generando con el programa. Posterior a eso se declarara el loop que nos estará permitiendo que a través del PIC 18F4550 utilizando sus dos puertos de salida (C0 y C2) que son utilizados como entradas mediante la librería GButton que facilita saber cuándo a la entrada es mandado un pulso, de esta manera el pin 7 y 6 son declarados como entradas para saber cuándo debe

mantenerse apagado (pin 6) y cuando debe generarse la señal de 40 Hz (pin 7), la salida de la frecuencia es por el pin 13.

Para el cálculo del filtro pasa bajas con aproximación Butterworth, el cual está dando la respuesta más plana que sea posible hasta la frecuencia de corte y este nos permitió que las señales del generador salgan más estables y sin ruido, aparte que nos da una ganancia mayor la cual nos amplifica correctamente la señal.

Se propuso el filtro pasa bajo utilizando un Amplificador Operacional, como el que se muestra en la figura 4. Para el cálculo de los componentes del filtro los datos son: frecuencia de corte será de 70 Hz, se utilizará una ganancia de 10, la aproximación Butterworth el valor de Q es de 0.7071 y el valor de k es 1 utilizando un capacitor de 10uF.

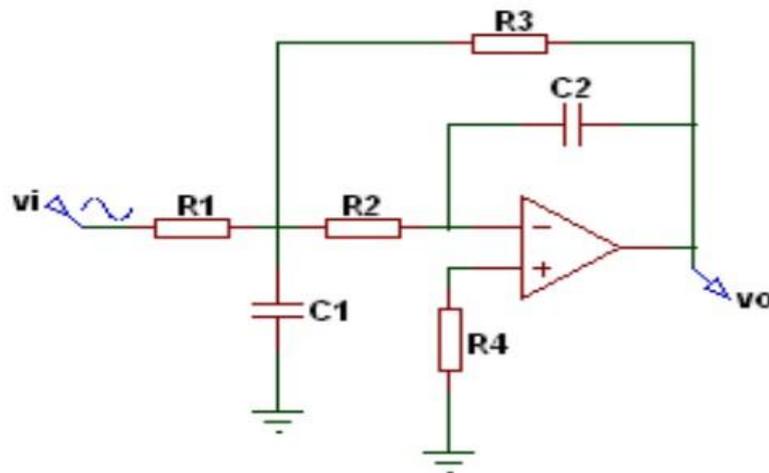


Figura 4 Diseño del filtro pasa bajas

Los resultados de los componentes del filtro pasa bajos son:

$$R3 = 353.69 \Omega \quad \text{valor comercial} = 333 \Omega$$

$$C2 = 4.54 \mu\text{F} \quad \text{valor comercial} = 4.7 \mu\text{F}$$

$$R1 = 35.36 \Omega \quad \text{valor comercial} = 2 \text{ resistores en serie de } 18 \Omega = 36 \Omega$$

$$R2 = 32.15 \Omega \quad \text{valor comercial} = 2 \text{ resistores en serie de } 10 \Omega + 22 \Omega = 32 \Omega$$

$$R4 = 64.3 \Omega \quad \text{valor comercial} = 2 \text{ resistores en serie de } 47 \Omega + 18 \Omega = 65 \Omega$$

Para la caja acústica pasa banda se eligió un estilo hexagonal abierto por la parte trasera, la cual estaría actuando como una caja acústica pasa banda de 6to orden, la cual tiene una pendiente de subida de 4to orden y una pendiente de bajada de segundo orden, la cual estaría generando el 6to orden de la caja pasa banda. Este tipo de caja pasa banda brindó una octava más sobre las bajas frecuencias y de

igual manera está funcionando como un filtro pasa bajas, así como un resonador, a continuación, en la sig. Figura 5 se muestra el diseño de la caja realizado en Autocad.

Para poder calcular la profundidad de la caja se tomó en cuenta las especificaciones de la bocina en las cuales menciona que mínimo la caja debería ser de 30 cm de profundidad para amplificación de las frecuencias graves. En la sig. Figura 6 se muestra el diseño de la caja física.

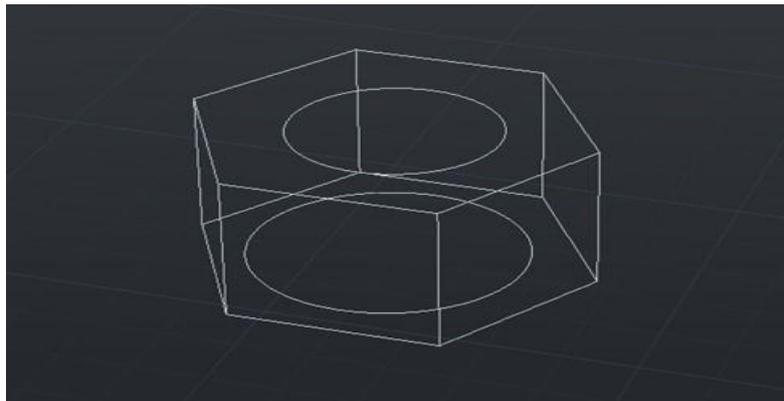


Figura 5 Diseño de la Caja Acústica en AutoCad

Esta caja es Bass réflex con un resonado en la parte de enfrente lo cual permite que refuerza la respuesta en las bajas frecuencias y va a resonar en una frecuencia específica la cual ocuparemos de 40 Hz produciendo un aumento significativo de amplitud en la frecuencia propuesta.

Este tipo de caja acústica es ampliamente utilizada para sistemas de refuerzo sonoro y en este caso permite tener mayor contenido en frecuencias bajas y está proporcionando una presión sonora mayor, la cual permite a que se pueda apagar algún inicio de incendio.



Figura 6 diseño de la caja física.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 7 se tiene el microcontrolador 18f4550 con sus respectivas conexiones y este está conectado a un sensor de temperatura infrarrojo melexis MLX90614 el cual nos permite la medición de la temperatura en la dirección en la que es puesto para que dentro de la programación del PIC18f4550 muestre en el LCD de 16x2 la temperatura sensada y el estado del generador de frecuencia, a través de dos puertos de dicho PIC, cada uno será utilizado como salida mandando un pulso dependiendo de las necesidades, ya se apagado o generar la frecuencia de 40 Hz para que el otro microcontrolador haga su respectiva labor de generación de señal.

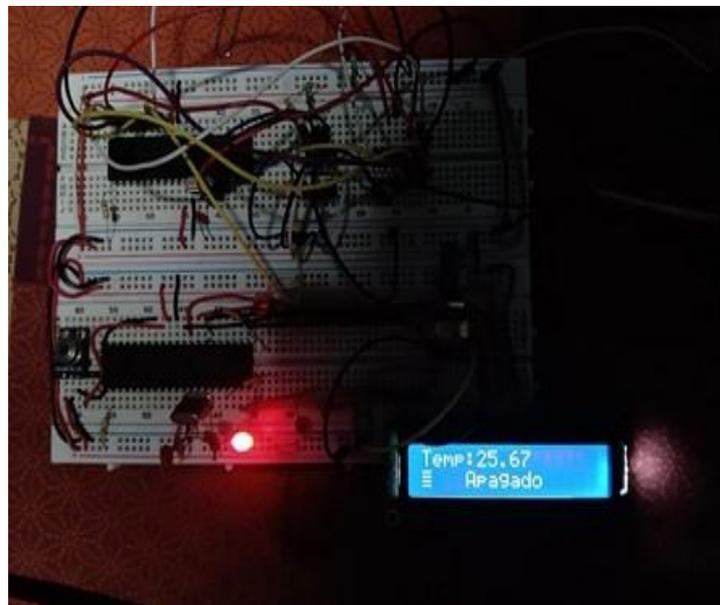


Figura 7 Registro de la Temperatura

En la Figura 8 se observa el microcontrolador que se programó con el código para generar la frecuencia de 40 Hz que se necesita o mantenerse apagado, está programado con dos puertos de entrada donde entraran los pulsos del PIC18f4550, utilizando estos pulsos el PIC sabe en qué estado debe mantenerse, en estado apagado o generar la señal programada para esta entrada.

De esta manera el PIV tendrá una salida en su puerto mantenerse apagado o mandar la señal de 40 Hz hacia el amplificador.

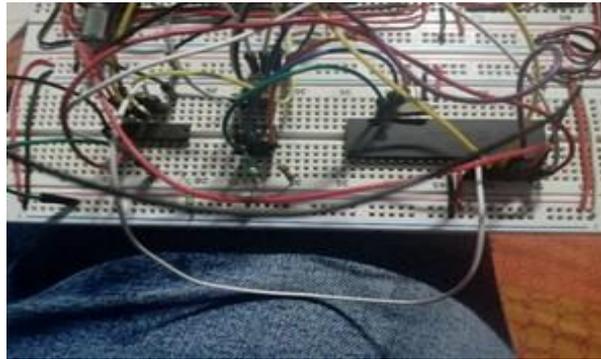


Figura 8 Microcontrolador configurado como generador de frecuencia

En la figura 9 se observa el amplificador clase D STEELPRO 1600, su entrada se conectó a la salida del PIC que se configuró como generador, se adaptó un cable RCA para poder utilizar la señal de la salida monofónica hacia el amplificador. Este amplificador está conectado a una batería de 12 V para su correcto funcionamiento con sus respectivas entradas de alimentación positiva, tierra y en este caso el amplificador cuenta con una entrada remote encargada de encenderlo al suministrarle una alimentación de 12 V, de esta manera se puenteo la entrada de la alimentación positiva con la del remoto para poder encender el amplificador.

Por otra parte, el amplificador cuenta con 2 salidas para altavoces a la cual una de ella fue utilizada para la conexión del subwoofer Kicker C10.



Figura 9 Amplificador Clase "D" Steelpro

En la Figura 10 se muestra el altavoz kicker c10 el cual reproduce las frecuencias programadas y a través del cual estas frecuencias apagará el incendio iniciado.



Figura 10 Altavoz Kicker c10

En la Figura 11 se observa cómo se conectó la bocina con la caja acústica, para así poder realizar las pruebas correspondientes de las diferentes frecuencias las cuales permite apagar algún incendio iniciado.

Esta caja acústica permite que por la parte de enfrente actúe como un resonador de Helmholtz que sintoniza con la frecuencia del corte superior, y por la parte de atrás es abierto para que pueda producir una banda pasante asimétrica.



Figura 11 Bocina Kicker conectada a la Caja Acústica

La caja está proporcionando un mayor contenido en bajas frecuencias para que así podamos apagar un incendio iniciado. La frecuencia de resonancia es de 40 Hz la cual permite tener una mayor presión sonora.

CONCLUSIONES

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de seguridad contra incendios son muy estrictas, lo cual debe cumplir con los requerimientos y procedimientos con que se debe de cumplir en un servicio de mantenimiento y recarga de extintores portátiles y móviles, a fin de garantizar su correcto funcionamiento durante el combate de fuegos incipientes de acuerdo a su diseño. Este equipo es una opción que apoyará a cumplir con la normativa y será una opción para la protección de los trabajadores y la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EXTINSON. (2018). Extinson.com. Disponible en <http://www.extinson.com/historia-de/extintor/#targetText=Los%20primeros%20extintores%20portátiles%20auténticos,gas%20para%20expulsar%20la%20solución>. Visitado el 15 de diciembre de 2020.
- MARTIN DIAZ, D. (2017). Electroacústica. Técnico en sonido para audiovisuales y espectáculos. México: Alfaomega.
- PUE ORTEGA, B. (2003). Electroacustica: Altavoces y micrófonos. Madrid: Pearson Educación.
- SIXTO REINOSO, V. (2018). Programación de Microcontroladores PIC con lenguaje C Tomo 1. Ecuador: ESPE.
- SIXTO REINOSO, V. (2018). Programación de Microcontroladores PIC con lenguaje C Tomo 2. Ecuador: ESPE.