

Informe de diseño 1

Sebastián Barrantes Pérez, *Estudiante, ITCR*, Oscar González Cambronero, *Estudiante, ITCR*,
Elías Miranda Cedeño, *Estudiante, ITCR* y Keylor Rivera Gamboa, *Estudiante, ITCR*.

Resumen

Este informe muestra la propuesta inicial del diseño de un sistema de seguridad para el hogar basado en electrónica analógica, que consta de etapas de sensores, unidad de control, alerta de alarma y luces de emergencia. Todos estas etapas están construidas a nivel de circuitos discretos. El objetivo funcional de este sistema se basaría en la detección de algún intruso o presencia inusual de personas en áreas específicas de algún sitio (hogar, tienda, departamento, etc) que el usuario tenga la necesidad de vigilar. Esta propuesta inicial se realizó mediante la utilización de software de simulación y el estudio teórico e investigación de circuitos que cumplan con los requerimientos esenciales para el sistema.

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad en el hogar o un local es una de las principales preocupaciones de muchas personas, por lo que en los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de sistemas de seguridad electrónica. Este informe describe una propuesta preliminar del diseño de un sistema de seguridad construido utilizando electrónica analógica. El sistema a diseñar debe contar con diversas secciones, las cuales son: un conjunto de sensores de detección, un sistema de luces LED intermitentes, un bloque de sonido de alerta, la cual posee una etapa de amplificación de tensión con ganancia mínima de 2 y una etapa de amplificación de potencia para la activación de un parlante cuyo consumo de potencia sea de al menos 1 W; todo lo anterior debe estar regido por una etapa de control, de manera que permite activar o desactivar el sistema de alerta a disposición del usuario. De este modo, se presenta la propuesta preliminar etapa por etapa y su descripción y justificación respectiva.

II. ETAPAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

II-A. Sensores

Para recepción de la señal dentro del sistema se sugirió utilizar tanto un emisor como un receptor de señal continua, de manera que al ser este interrumpido se envíe una señal hacia la unidad de control, reflejados estos en la Fig. 1 con S_1 , S_4 y S_6 . De modo que si no hay interrupción entre los sensores, la salida del módulo de control sea 0 y si los sensores son momentáneamente interrumpidos, entonces la salida sea de aproximadamente 9 V. Los sensores propuestos consisten en LEDs y receptores infrarrojos. De modo que el receptor no sea un dispositivo mediado por corriente o tensión, sino por la luz o bien, emisión infrarroja.

II-B. Unidad de control

En la Figura 1 se muestra la unidad de control, esta la que permite al usuario monitorear las señales de los sensores, así como controlar el sistema de alarma como sea requerido. La propuesta de diseño de la unidad de control en esta etapa es la que se encuentra en el repositorio del grupo como "Diseño de unidad de control versión 4". Cuenta con 4 LEDs que orientan al usuario sobre el estado del sistema, el LED rojo ($LED1$) indica que el sistema está totalmente apagado y no es capaz de detectar ninguna señal recogida por los sensores este se enciende si el interruptor 1 está apagado, el LED azul ($LED2$) solo significa que el sistema es capaz de detectar cualquier señal recogida por los sensores pero no activará la alarma, se enciende cuando el interruptor 1 está encendido, esto puede ser muy útil si el usuario quiere que por el día el sistema funcione como un contador o como un timbre cada vez que alguien pase por la puerta por ejemplo, el LED amarillo ($LED4$) sirve para mostrar en evidencia cada vez que alguien activa un sensor, finalmente el LED verde ($LED3$) permite al usuario conocer que el sistema estará en modo de alarma por lo que si alguno de los 3 sensores, en este caso simulados por $S1$, $S4$ y $S6$, es activado el sistema entrará en alarma y funcionará el sonido de alerta y las luces de emergencia, el botón $S2$ funciona para que se detenga el sonido y las luces de emergencia pero como el LED verde sigue encendido cualquier otra señal que sea detectada por los sensores activará nuevamente el estado de alarma.

El funcionamiento del circuito es muy sencillo, se trata de una topología de tipo "latch" lo que permite que una vez que algún sensor detecta movimiento el transistor $Q6$ se activa, una vez que el sensor deja de enviar la señal por medio de una retroalimentación al transistor $Q6$ el circuito se mantiene encendido y entregando a la resistencia de carga, en este caso la de 100 k Ω , un voltaje de aproximadamente el valor de la fuente con la que está siendo alimentado el circuito, en este caso 9 V.

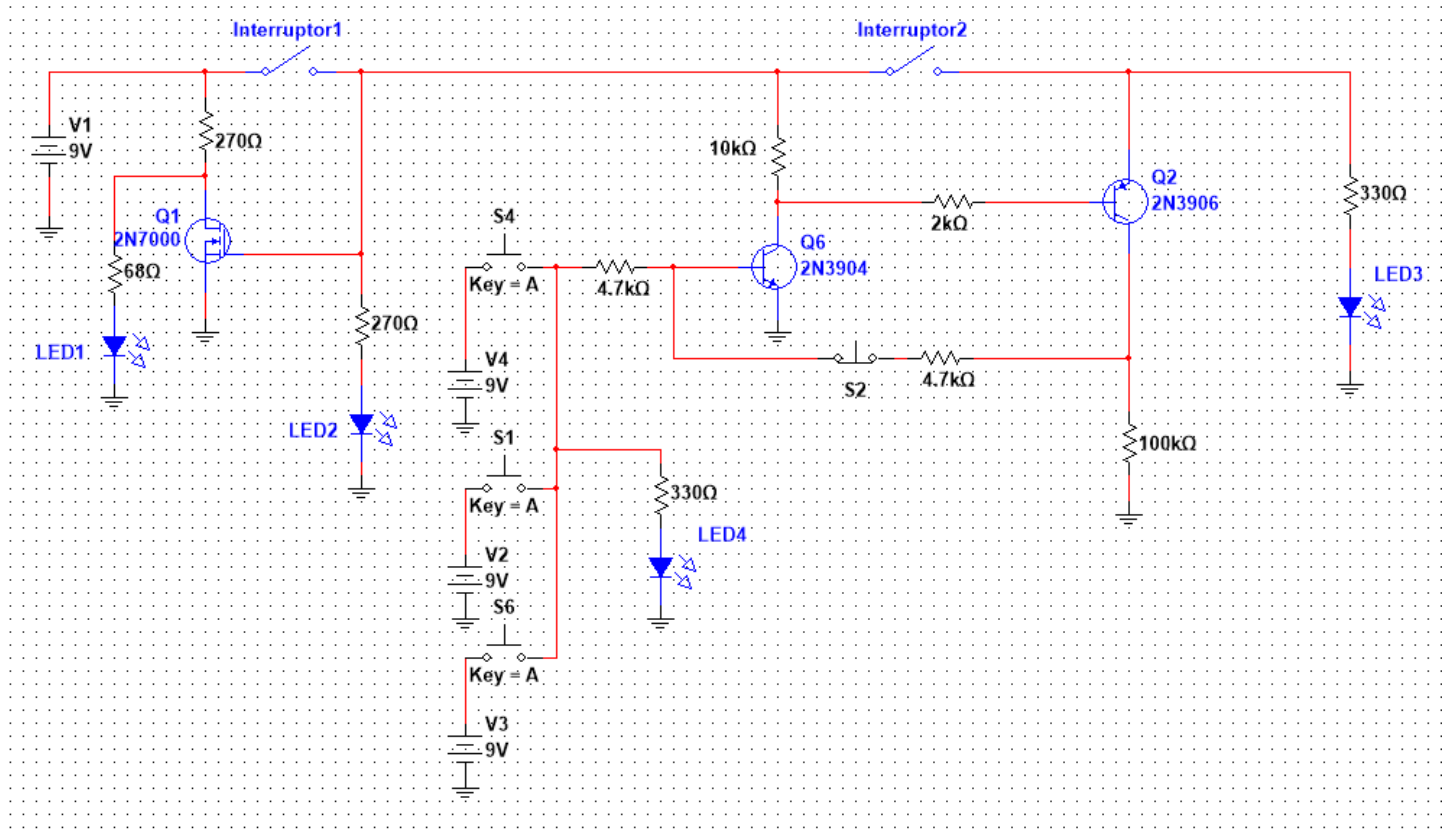


Figura 1: Unidad de control

II-C. Luces de emergencia

La propuesta en esta etapa del sistema plantea el uso de un oscilador multivibrador astable, esto debido a que en los nodos del colector de ambos transistores Q_1 y Q_2 de la Fig. 2 generan dos ondas cuadradas complementarias con un periodo determinado por la Ec. 1.

$$T = 2 \ln(2) RC \quad (1)$$

Para que el parpadeo de los LEDs sea visible y se puedan utilizar componentes comerciales, se sugirió un periodo cercano a 125 ms, generando así una frecuencia cercana a 8 Hz. El cálculo del periodo de los LEDs de encendido y apagado con los valores comerciales es el mostrado en la Ec. 2, con un valor aproximado de 138,63 ms.

$$T = 2 \times \ln(2) \times 10^4 \times 10^{-6} = 138,63 \text{ ms} \quad (2)$$

De ecuación anterior se evidencia que la frecuencia generada f es de 7,2 Hz. De manera simulada, se obtiene un periodo de 106,06 ms, esto se debe a que la conexión de los transistores de conmutación, sus respectivas resistencias y los LEDs generan cambios en la frecuencia del circuito; además se sugiere el uso de las resistencias de 1 kΩ debido a que estas son las resistencias recomendadas por el fabricante para una polarización en la zona de saturación. Para dimensionar la resistencia de base y las resistencias en el colector de los transistores que controlan los LEDs se utilizó la hoja de datos de los transistores 2N3904, en la cual se menciona que cuando estas se encuentran en saturación con una corriente de base de 5 mA, se genera una caída de voltaje base-emisor de 0,95 V, mientras que entre colector y emisor se da una caída de 0,3 V. De este modo se calculan las resistencias R_B y R_C , dando como resultados 1610 Ω y 210 Ω respectivamente. El criterio de elección fue el siguiente: se eligieron los valores comerciales cercanos para disminuir la corriente, de modo que los valores de R_B y R_C , son respectivamente 2 kΩ y 270 Ω. La propuesta para la etapa de luces de emergencia se muestra en el esquemático de la Fig. 2.

II-D. Sonido de alarma

Esta etapa se compone de 3 subsistemas que integran el sistema para generar el sonido de alarma, simulando el sonido de una sirena, los cuales son: generación de una señal cuya frecuencia sea cambiante, una etapa de amplificación de tensión, cuyo requerimiento solicitado es ser mayor a 2 y una etapa final de amplificación de potencia, de tal manera que al conectar dicho sistema a un parlante este consuma alrededor de 1 W.

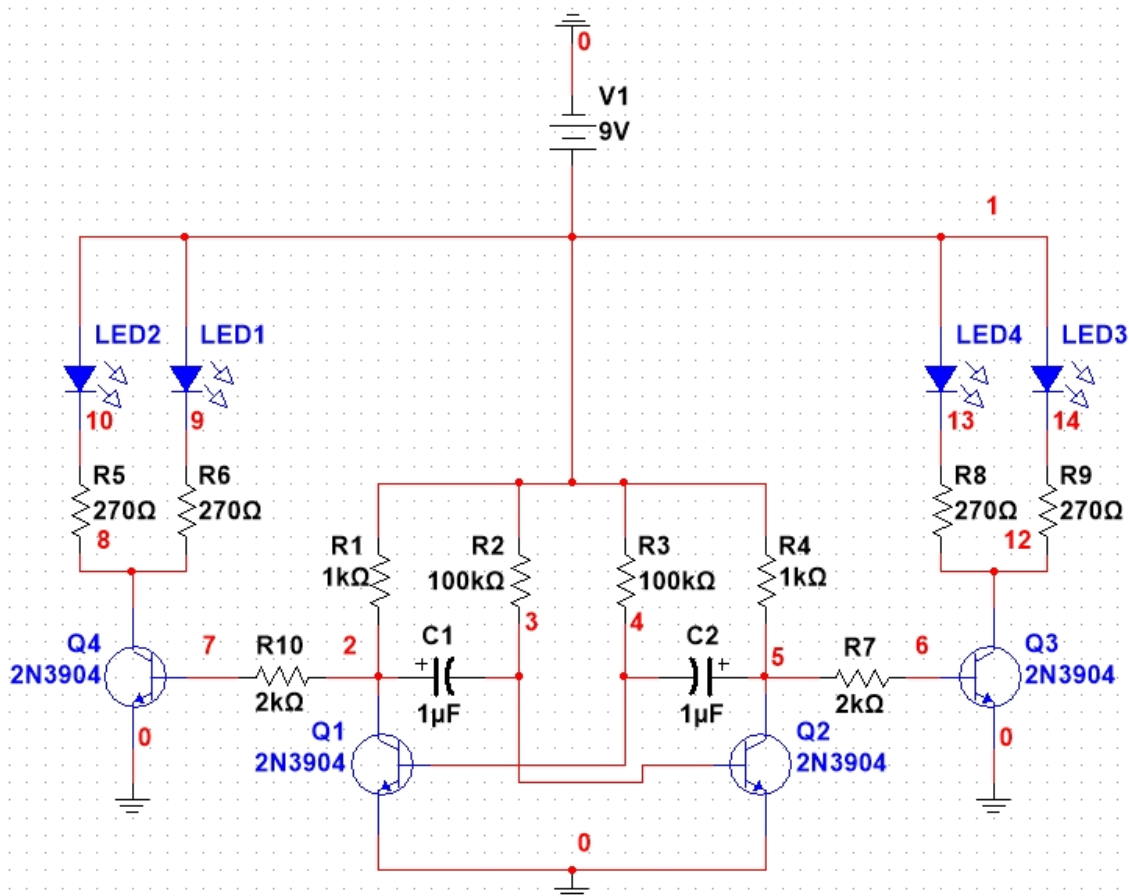


Figura 2: Unidad de luces de emergencia

En la Fig. 3 se muestra el circuito de generación de la señal cuadrada de frecuencia variable, esta cuenta con dos integrados debido a que uno se encarga de generar la señal cuadrada y el otro se encarga de modificar su frecuencia en modo astable, de esta manera el sistema genera una señal en forma de sirena en la salida y permite acoplarla con un divisor de tensión a una etapa de amplificación de pequeña señal, de esta manera la señal de entrada en el primer amplificador no genera saturación en este y le permite un correcto funcionamiento.

En la Fig. 5 se muestra un amplificador de potencia con dos capacitores de desacople calculados para operar en el rango de frecuencias de la sirena, además se utiliza una etapa push-pull de alimentación simétrica polarizada con cuatro diodos 1N914 para evitar recortes en el cruce por cero de la señal. Se utilizó una configuración de par Darlington tanto en el semiciclo negativo, como en el positivo con transistores de pequeña señal 2N3904 y 2N3906, para los transistores de salida se utilizaron los TIP41AG y TIP42AG debido a que estos deben ser capaces de disipar más potencia y producir los ciclos simétricos en la carga. Las resistencias en la salida de $0,33\Omega$ estabilizan térmicamente los transistores de manera que se mantenga la simetría del circuito aunque este se mantenga en funcionamiento durante un periodo mayor de tiempo. Finalmente, el último parámetro de esta etapa fueron las resistencias de $22k\Omega$, estas se eligieron con dicho valor ya que determinan la impedancia de entrada del amplificador, esta debe de ser grande debido a que si no el amplificador de pequeña presenta una caída en su ganancia.

Para la etapa de amplificación de pequeña señal de la Fig. 4 se utilizaron dos amplificadores en una configuración de emisor común debido a que con las resistencias de $330k\Omega$ se logra una alta impedancia de entrada, generando así que el divisor de tensión utilizado en la etapa anterior sea rígido y la atenuación en la entrada funcione de manera correcta. La razón de utilizar amplificadores BJT es debido a que estos presentan una buena linealidad, pero se requirió de dos etapas para generar una amplificación mayor a 2, además para mantener dicha ganancia se colocaron los capacitores en el emisor de manera que estos no afecten el análisis de pequeña señal.

En la Fig. 9 se muestra todas las etapas mencionadas anteriormente integradas en un solo sistema, en el amplificador de pequeña señal se muestra una pérdida de linealidad en el semiciclo positivo de la onda debido a que esta es una onda cuadrada que tiene componentes en todo el espectro y estas se ven atenuadas o amplificadas de manera diferente. Las últimas tres imágenes muestran tres ondas de la salida de cada etapa del sistema de audio, donde en la primera la señal de entrada sin distorsión, en la segunda se evidencia una ganancia mayor a 2 pero una pérdida de linealidad y en la última se muestra una

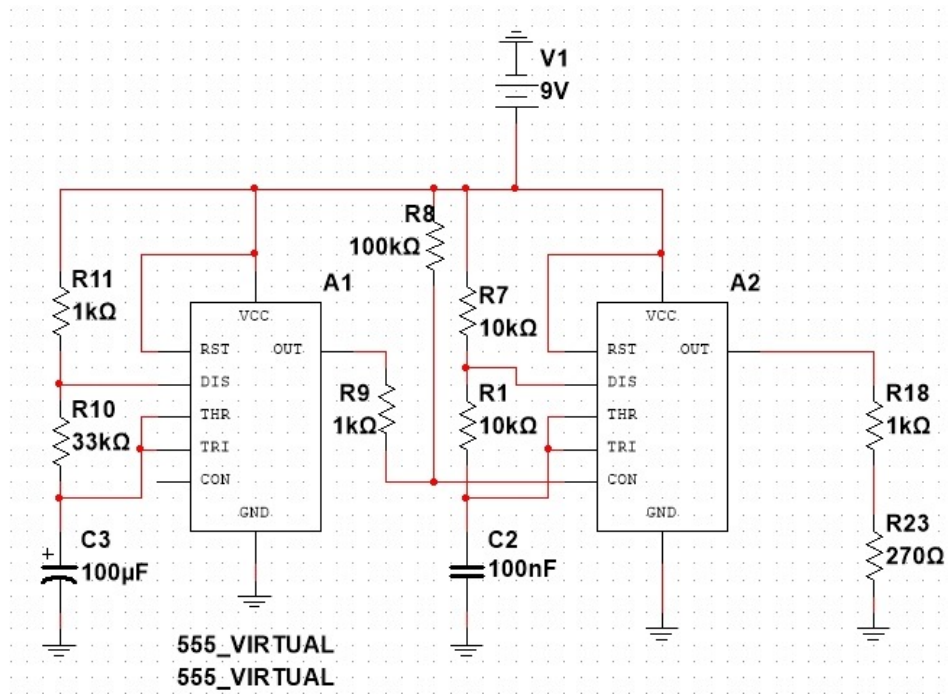


Figura 3: Generación de la señal cuadrada de frecuencia variable.

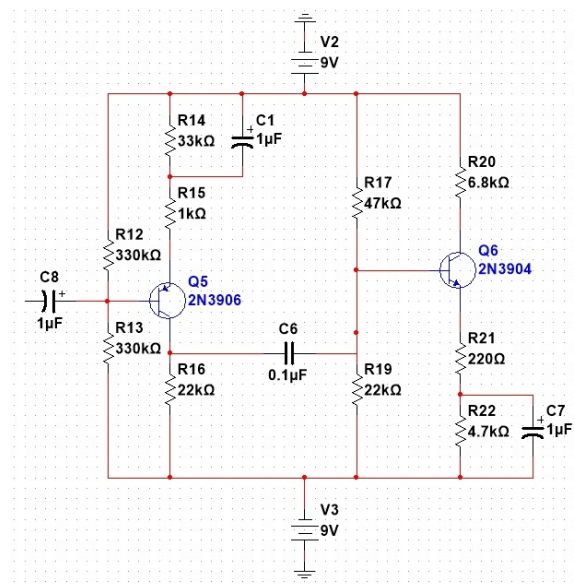


Figura 4: Amplificación de pequeña señal de la señal de audio.

señal muy similar a la entrada en el amplificador de potencia, pero con una capacidad de entregar corriente a la carga.

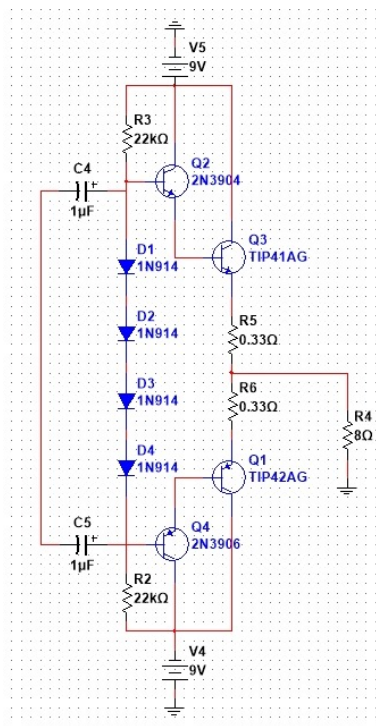


Figura 5: Amplificación de potencia en la salida del amplificador de pequeña señal.

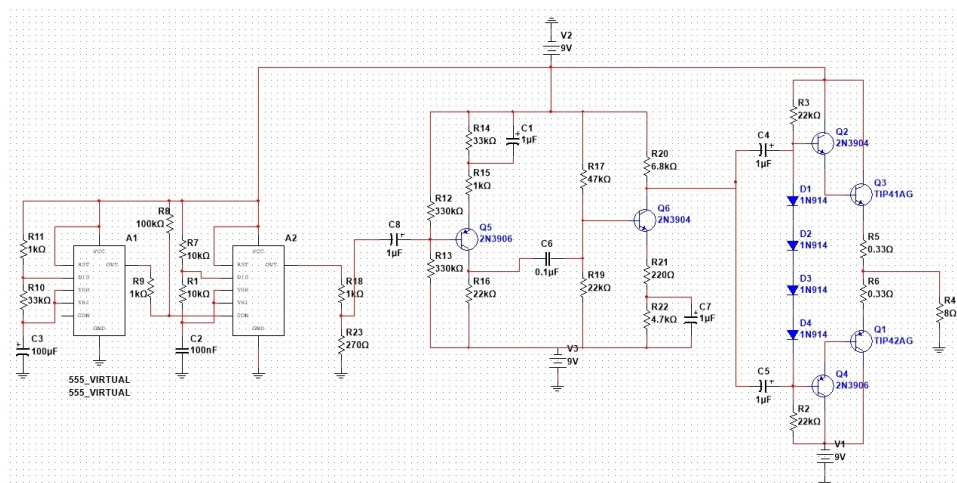


Figura 6: Etapa de Audio Completa.

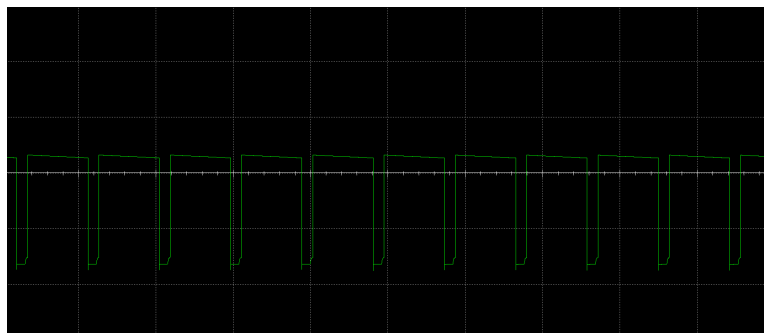


Figura 7: Salida de Generador de Señal de Audio.

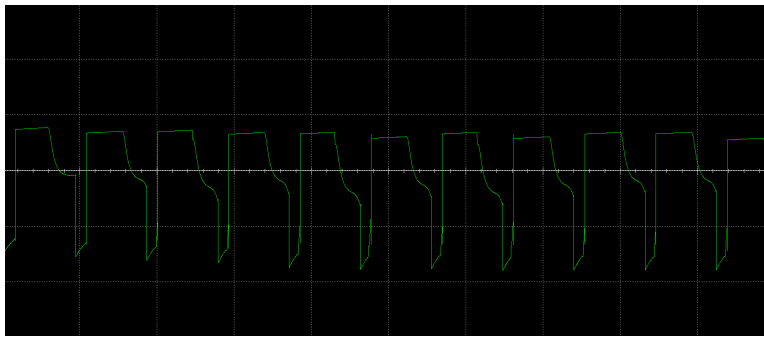


Figura 8: Salida de Amplificador de Pequeña Señal.

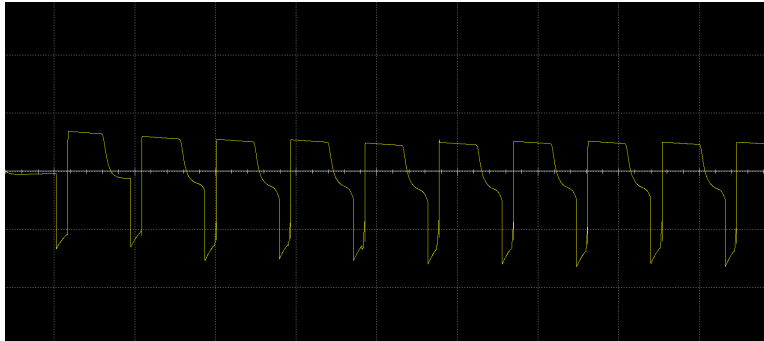


Figura 9: Salida de Amplificador de Potencia.

III. OBJETIVOS LOGRADOS Y PENDIENTES

Se logró la creación de los tres sistemas principales de funcionamiento acorde a las especificaciones requeridas según el documento del proyecto y se realizó la propuesta de una fuente dual de -9 y 9 V sobre los cuales se diseñaron las tres etapas. En la primera entrega se realizó un diseño modular por lo que se alimentó cada sección por separado y no se consideró el acople de las tres etapas y el funcionamiento conjunto, por lo que se deben crear subcircuitos en simulación con transistores de conmutación que enciendan la etapa de audio y los osciladores de LEDs acorde a las entradas lógicas de los sensores, además dicho funcionamiento depende de la fuente de alimentación alimentada con voltaje de CA.

Se realizaron las pruebas en protoboard del circuito oscilador pero se debe confirmar el funcionamiento de la etapa de generación de audio, el sistema de control y el funcionamiento conjunto del sistema de alarmas en circuitos físicos tomando en cuenta características reales.

Finalmente, se deben analizar las características de potencia para que el circuito no consuma más de los límites de la fuente de alimentación y el audio generado tenga una potencia mayor a 1 W.

REFERENCIAS

- [1] Floyd Thomas L. Dispositivos Electrónicos. Pearson Prentice Hall, 8va edición, 2008.
- [2] Darlington. Electrónica Y La Web. (2010, December 18). Obtenido de <http://electronica.ilaweb.com/2010/12/18/darlington/>



Sebastián Barrantes Pérez Nacido en Limón, el 9 de septiembre del 2001. Primaria completa en 2013 en la Escuela Líder Cimarrones, secundaria completa en 2018 en el C.E.B.S. actual estudiante del Instituto Tecnológico de Costa Rica de la carrera en Ingeniería en Electrónica. Correo: 702870652@estudiantec.cr



Oscar Mario González Cambronero Nacido en Heredia, el 20 de agosto del 2003. Educación primaria completa en el año 2015 en el Taller Pedagógico Montebello, educación secundaria completa en el año 2020 en el Complejo Educativo Bilingüe Nueva Esperanza. Actual estudiante de licenciatura en el Instituto Tecnológico de Costa Rica en la carrera en Ingeniería en Electrónica. Correo: oscargonzalezc@estudiantec.cr



Elías Miranda Cedeño Nacido en San José, en 2002. Primaria completa en Escuela de Marañonal, Esparza, secundaria completada en 2020 en el Sistema educativo Sancti Spiritus. Estudiante de licenciatura en ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo: eliasmice@estudiantec.cr



Keylor Rivera Gamboa Nacido en San José, 2003. Primaria completa en Escuela Camilo Gamboa Vargas, secundaria completada en 2020 en el Colegio Científico de Cartago. Estudiante de licenciatura en ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo: keylor.rivera.12@estudiantec.cr