

Sistema de alarma por temperatura con indicadores luminosos, sirena y canal de audio

Santiago Hernandez-Barrantes, Axel Castillo-Collao, Julio Quesada-Hernandez, Ramses Cortes-Torres, *Estudiantes, ITCR*
y José Miguel Barboza-Retana, *Profesor, ITCR*

Resumen—Se presenta el diseño e implementación de un sistema de alarma por temperatura utilizando dispositivos discretos y reguladores lineales. El sistema integra una fuente de alimentación desde 120 VAC, regulación a 5 V y 3,3 V, un subsistema de indicación luminosa tipo semáforo gobernado por un sensor NTC, una sirena electrónica para condición crítica y una etapa de amplificación de audio micrófono–parlante. Se describen los subsistemas implementados, la selección de componentes y la forma en que se interconectan, tomando como referencia bibliografía clásica y aplicaciones prácticas.

Index Terms—Alarma de temperatura, BJT, NTC, sirena electrónica, reguladores lineales, amplificador de audio, semáforo de LEDs.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo implementar un sistema de alarma por temperatura que combine:

- indicación visual mediante tres estados luminosos asociados a distintos rangos de temperatura,
- una alerta sonora tipo sirena en condición de sobretemperatura,
- y un canal de audio capaz de amplificar una señal de baja amplitud hasta un parlante.

El diseño se realiza empleando exclusivamente componentes discretos (transistores BJT, diodos, resistencias y capacitores) y reguladores lineales simples, evitando microcontroladores o circuitos integrados complejos, en concordancia con los lineamientos del curso. Los criterios de polarización y uso de BJT se apoyan en conceptos de textos de electrónica analógica [1], adaptados a topologías sencillas.

A continuación se describen los subsistemas y su integración dentro del sistema completo.

II. DIAGRAMA GENERAL DE SISTEMA COMPLETO

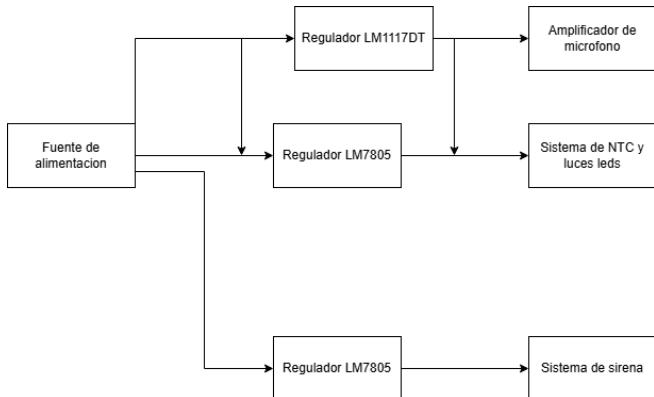


Fig II.1: Diagrama de bloques

III. SUBSISTEMA DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN

III-A. Rectificación y filtrado

La alimentación parte de la red de 120 V_{rms} a 60 Hz, modelada por una fuente senoidal y un transformador reductor T1. El secundario de T1 alimenta un puente rectificador de onda completa formado por diodos 1N4004 (D1–D4), configuración estándar para obtener tensión continua a partir de CA [4].

En cada semiciclo conducen dos diodos, por lo que la salida presenta una caída aproximada de 2V_D. El capacitor C1 de 100 µF se conecta en paralelo con la salida del puente, cargándose cerca del valor pico de la señal rectificada y descargándose entre picos, reduciendo el rizado.

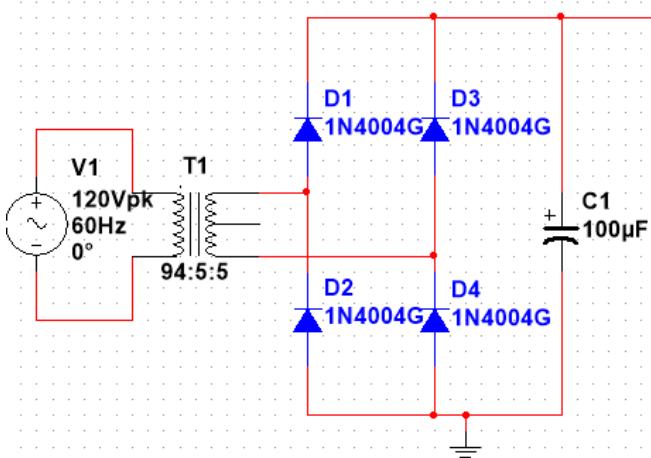


Fig III.1: Rectificación de onda completa y filtrado capacitivo desde 120 VAC.

III-B. Regulación a 3,3 V y 5 V

Desde la tensión continua filtrada se generan dos rieles:

- **3,3 V:** mediante un regulador LM1117-3.3, con capacitores de entrada y salida según hoja de datos, destinado a la etapa de amplificación micrófono-parlante.
- **5 V:** mediante un regulador LM7805, con capacitores de desacople y filtrado [5], que alimenta el indicador luminoso y la sirena electrónica.

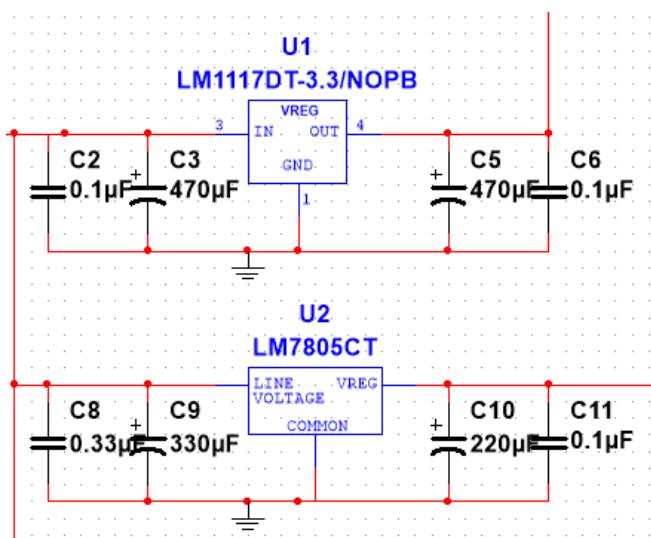


Fig III.2: Implementación de los reguladores LM1117-3.3 y LM7805.

IV. SUBSISTEMA DE INDICACIÓN LUMINOSA POR TEMPERATURA

IV-A. Descripción general

El subsistema de indicación luminosa implementa un comportamiento tipo semáforo a partir de:

- un termistor NTC como sensor de temperatura,
- tres transistores NPN 2N2222A (Q3, Q4, Q5),
- potenciómetros para fijar umbrales,
- y LEDs con sus resistencias limitadoras.

La red NTC-resistencias genera una tensión dependiente de la temperatura. Cada potenciómetro define un umbral distinto de disparo para cada transistor, siguiendo el principio de comparadores discretos con BJT utilizado en circuitos de indicador [6], [7].

IV-B. Operación

Cada rama Q-LED actúa como comparador de nivel:

- a baja temperatura, sólo se mantiene activo el estado seguro;
- al aumentar la temperatura y superar el primer umbral, conduce Q3 y se enciende el primer LED;
- al superar umbrales sucesivos, conducen Q4 y Q5, activando LEDs asociados a advertencia alta y alarma.

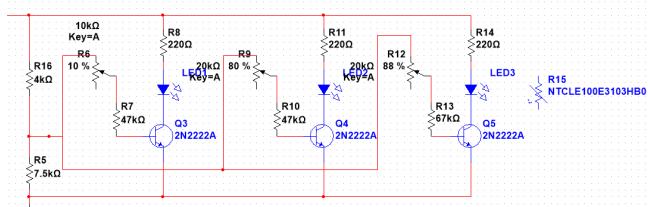


Fig IV.1: Indicador luminoso gobernado por NTC y transistores 2N2222A.

V. SUBSISTEMA DE SIRENA ELECTRÓNICA

V-A. Topología

La sirena se basa en un diseño clásico de cuatro transistores:

- una primera etapa RC genera una señal de baja frecuencia (oscilador lento),
- una segunda etapa produce el tono de audio,
- y una etapa final entrega potencia al parlante.

La topología utilizada es consistente con propuestas de sirenas discretas documentadas en recursos técnicos [2], [3], adaptadas a los componentes disponibles.

V-B. Funcionamiento

Los capacitores de la etapa lenta se cargan y descargan alternadamente, modulando el punto de operación de la etapa osciladora rápida. Como resultado, la frecuencia del tono sube y baja periódicamente, generando el efecto característico de sirena.

La etapa de salida utiliza un transistor de mayor capacidad de corriente para excitar un parlante de $8\ \Omega$. Este bloque se alimenta desde 5 V y se habilita solo cuando el sistema de indicación se encuentra en condición de alarma.

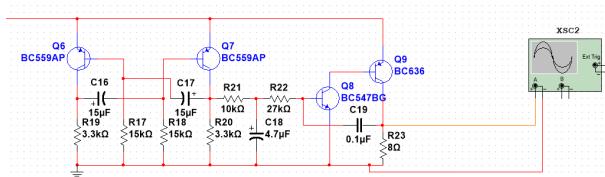


Fig V.1: Sirena electrónica discreta con cuatro transistores.

VI. SUBSISTEMA DE AMPLIFICACIÓN MICRÓFONO–PARLANTE

VI-A. Descripción del circuito

El canal de audio se implementa como un amplificador discreto alimentado a 3,3 V:

- Q1 (2N2222A) en emisor común como preamplificador,
- C4 como capacitor de acople de entrada,
- Q2 (2N3904) como etapa de salida de baja impedancia,
- C7 como capacitor de acople hacia el parlante de $8\ \Omega$.

VI-B. Operación

La señal del micrófono o generador se acopla mediante C4 a la base de Q1, donde se amplifica en tensión. Las variaciones en el colector de Q1 controlan a Q2, encargado de suministrar la corriente necesaria al parlante. El capacitor C7 bloquea la componente de continua.

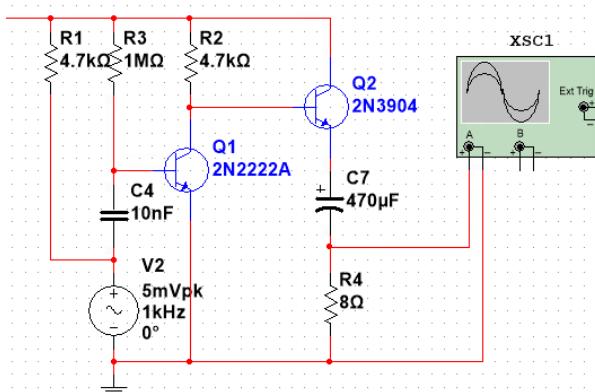


Fig VI.1: Etapa de amplificación discreta micrófono–parlante.

VII. INTEGRACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS

- La fuente rectificada y regulada genera los rieles de 5 V y 3,3 V.
- El subsistema con NTC define el estado de los LEDs según la temperatura.
- Al alcanzarse el umbral crítico, la condición de alarma habilita la sirena electrónica.
- El amplificador micrófono–parlante opera sobre el riel de 3,3 V, aislado de las corrientes de la sirena y del indicador.

VIII. CONCLUSIONES

El sistema desarrollado demuestra la viabilidad de implementar una alarma por temperatura completa utilizando elementos discretos y reguladores lineales sencillos. La fuente de alimentación proporciona tensiones estables desde 120 VAC; el indicador con NTC y transistores 2N2222A permite definir rangos de temperatura configurables; la sirena de cuatro transistores genera una señal acústica claramente identificable; y la etapa micrófono–parlante ejemplifica la amplificación de señales de baja amplitud.

REFERENCIAS

- [1] B. Razavi, *Design of Analog CMOS Integrated Circuits*, 2nd ed., McGraw-Hill, 2016.
- [2] Unicrom, "Sirena con 4 transistores." Disponible en: <https://unicrom.com/sirena-con-4-transistores/>. Accedido: 7 nov. 2025.
- [3] ABCDatas, "Sirena con 4 transistores." Disponible en: <https://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/l9217.html>. Accedido: 7 nov. 2025.
- [4] Easy Electronics Project, "5V Power Supply Circuit using 7805 Regulator." Disponible en: <https://easyelectronicsproject.com/miniprojects/5v-power-supply-circuit-7805/>. Accedido: 29 oct. 2025.
- [5] Electronics For You, "7805 Voltage Regulator: Pinout, Circuit and Uses." Disponible en: <https://www.electronicsforu.com/technology-trends/learn-electronics/7805-ic-voltage-regulator>. Accedido: 29 oct. 2025.
- [6] Homemade Circuits, "Simple Temperature Indicator Circuits using Thermistors." Disponible en: <https://www.homemade-circuits.com/simple-temperature-indicator-using-thermistors/>. Accedido: 1 nov. 2025.
- [7] A2AHelp, "Temperature Sensor Circuit Using Thermistor and BC547." Disponible en: <https://a2ahelp.com/temperature-sensor-circuit-using-thermistor-and-bc547/>. Accedido: 1 nov. 2025.
- [8] EE Times, "Discrete audio amplifier basics – Part 1: Bipolar junction transistor circuits." Disponible en: <https://www.eetimes.com/discrete-audio-amplifier-basics-part-1-bipolar-junction-transistor-circuits/>. Accedido: 30 oct. 2025.