

# Sonificando el brillo de las estrellas

## Sonifying the brightness of the stars

Javier Sánchez González<sup>1</sup>, Santiago Vargas Domínguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Observatorio Astronomico Nacional

\*jsanchezg@unal.edu.co

### Resumen

La sonificación es el uso de audio sin voz para transmitir información y puede emplearse para apoyar la astronomía inclusiva, en particular en el desarrollo de iniciativas para acercarse a las maravillas del universo y crear contenidos accesibles para audiencias con discapacidad visual. En este trabajo presentamos el diseño e implementación de un dispositivo para reproducir de forma sonora el brillo de las estrellas, convirtiendo la luz en sonidos audibles. El dispositivo consta de un sensor de luz, un convertidor analógico digital de 16 bits y arduino. El sensor se puede instalar en el ocular de un telescopio para adquirir los datos de luz, obteniendo así un sonido como salida, con diferentes frecuencias dependiendo de la magnitud aparente de la estrella observada por el instrumento.

**Palabras clave:** Sonido, Estrellas, Astronomía Inclusiva..

### Abstract

Sonification is the use of voiceless audio to convey information and can be used to support inclusive astronomy, in particular to develop initiatives to get closer to the wonders of the universe and create accessible content for visually impaired audiences. In this work we present the design and implementation of a device to soundly reproduce the brightness of stars, converting light into audible sounds. The device consists of a light sensor, a 16-bit digital analog converter, and an arduino. The sensor can be installed in the eyepiece of a telescope to acquire the light data, thus obtaining a sound as output, with different frequencies depending on the apparent magnitude of the star that the instrument looks at.

**Key words:** Sound, Stars, Inclusive Astronomy..

## 1. Introducción

En los últimos años, los temas relacionados con la implementación de estrategias para hacer la ciencia más inclusiva, han tenido un gran impulso, con varias iniciativas que promueven espacios, actividades y discusiones en torno al tema a nivel mundial. En particular, la astronomía se ha consolidado como una de las principales herramientas para motivar el desarrollo de actividades para la inclusión en ciencias a diferentes niveles, incluyendo la educación, la investigación y la divulgación [1].

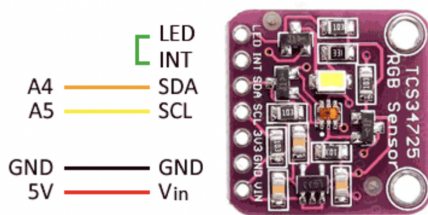


Figura 1. Conexiones para el chip TCS34725. Tomado de [adafruit.com/product/1334](https://adafruit.com/product/1334)

La necesidad de implementar estrategias inclusivas hacia el desarrollo social y científico de nuestra sociedad, nos motivó a crear dispositivos tecnológicos para acercar la ciencia, y en particular la astronomía, a las personas con discapacidad visual [2].

Aprovechando los avances en electrónica y adquisición de datos [3], hemos creado una herramienta para transformar el brillo de las estrellas en sonidos audibles.

Teoría: La ecuación para la determinación de las magnitudes, establece que para dos objetos estelares:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \cdot \log_{10} \left( \frac{F_1}{F_2} \right) \quad (1)$$

donde las  $m_1$  y  $m_2$  corresponden sus magnitudes y las  $F$  a sus flujos correspondientes [4].

## 2. Implementación

El TCS34725 (figura 1) es un sensor óptico que incorpora una matriz de fotodiodos de  $3 \times 4$ , junto con 4 convertidores analógico-digitales (ADC) de 16 bits que realizan la medición de los fotodiodos (figura 2). Con esta características se amplía el rango

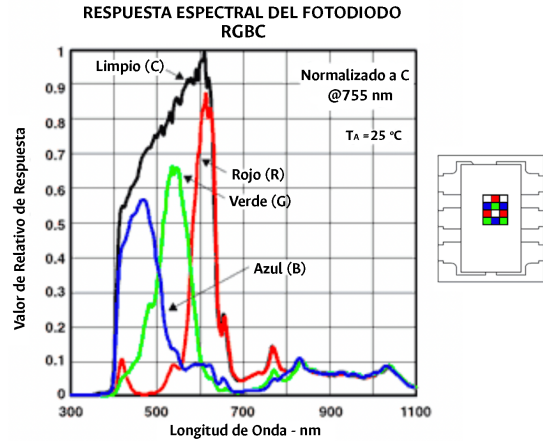


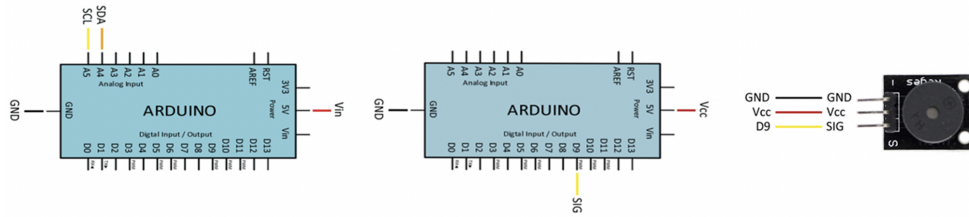
Figura 2. Respuesta espectral del fotodiodo para la adquisición de información. Adaptado de [cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TCS34725.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TCS34725.pdf)

de respuesta de 10 bits que tiene por defecto un Arduino en sus canales digitales y se reducen costos al no requerir un convertidor anlogo-digital extra (figura 3).

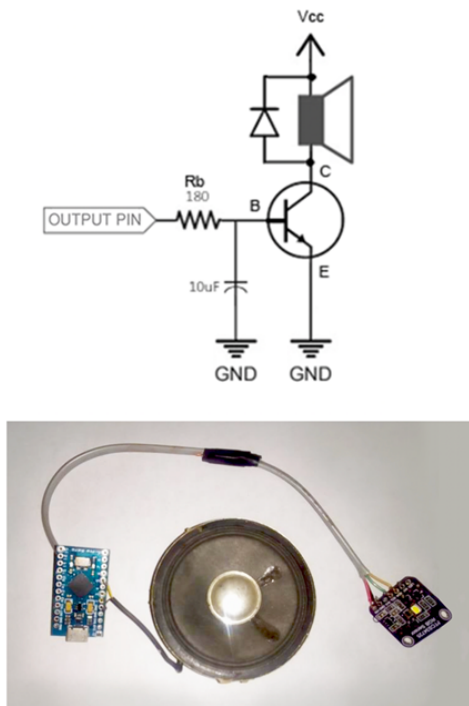
El sistema tiene dos funciones que nos permiten generar fácilmente señales eléctricas para convertirlas en sonido, utilizando cualquiera de las salidas digitales disponibles. Estas funciones son tone () y noTone (), que permiten generar o detener la señal de tono en un pin. Los rangos de la función de tono son de 31 Hz a 65535 Hz. Un oído joven y saludable es sensible a frecuencias entre 19 Hz y 19 kHz [5]. Con el objetivo de hacer la percepción auditiva mas familiar, dividiremos este rango para que se ajuste a la escala usual, pentatónica, para emitir el sonido acorde a la intensidad lumínica del objeto observado. Finalmente, traducimos la magnitud obtenida con la función Arduino map() [6], en un sonido dentro del rango audible humano. Si se desea utilizar un altavoz en lugar de un zumbador, se requiere una etapa de amplificación (ver imagen derecha en la figura 3), que consiste en un montaje sencillo con una lógica acorde con la recepción del ojo y el oído. La figura 4 muestra el esquema y la fotografía del montaje final, incluyendo todos los componentes del dispositivo.

## 3. Datos

El instrumento se acopla fácilmente al ocular de un telescopio previamente alineado y colimado. Al



**Figura 3.** Configuración de entradas y salidas del arduino (izquierda y centro), y amplificar que puede ser adaptado al sistema (derecha). Tomado de [luisllamas.es/arduino-sensor-color-rgb-tcs34725](http://luisllamas.es/arduino-sensor-color-rgb-tcs34725)



**Figura 4.** Esquema (arriba) y fotografía (abajo) del dispositivo de sonificación implementado.

estar correctamente centrado en el objeto, el sensor obtiene la luz del astro y esta intensidad pasa a ser una señal eléctrica que se transformará en sonido. Utilizamos estrellas cuyo brillo y magnitud sean estables para la calibración del instrumento. Como ya se mencionó, se utiliza una escala pentatónica aprovechando las notas para diferenciar las magnitudes

de los objetos.

#### 4. Conclusiones

El dispositivo genera los resultados esperados, pudiendo ser utilizado de manera sencilla y económica en una primera visita, la motivación de las personas fue abrumadora al sentirse incluidos en el mundo de la astronomía y por la razón de que es una ciencia inicialmente visual. Por motivos de pandemia y clima no se logró llevar a cabo la práctica total con el INCI, ya que este trabajo está especialmente orientado a esta comunidad, pero se espera continuar con su aplicabilidad.

#### Referencias

- [1] Daudé, S. and Nigay, L., 2003, Proceedings. ICAD, p. 176.
- [2] Díaz-Merced, W. L., 2012. "Sonification of Astronomical Data". *Proceedings of the International Astronomical Union*, 7 (S285):133-136.
- [3] Llamas, L. 2021, *Ingeniería, Informática y Diseño*. Página web.
- [4] Chromey Frederick R. To Measure the Sky: An Introduction to Observational Astronomy, Cambridge
- [5] French A.P Vibrations and Waves, M.I.T.
- [6] <https://www.arduino.cc>