

MICRO ESTACIÓN DE MONITOREO AMBIENTAL

Basada en la interfaz arduino para medición de UV.

Se construyó una estación de monitoreo de parámetros ambientales, autónoma basada a la interfaz ARDUINO UNO. Estación capaz de monitorear temperatura, humedad relativa y radiación ultravioleta en tiempo real. El instrumento de medición presenta entre sus características principales la portabilidad debido a su pequeño volumen, el bajo costo para un equipo de sus características, y la versatilidad propia para la ubicación de la estación en cualquier superficie sólida.

Keywords: Arduino; Humedad Relativa; Open Source; Monitoreo; STEM; Temperatura; Ultra-Violeta.

La radiación del tipo ultravioleta (UV) es una de las principales fuentes de radiación a las cuales de manera natural se encuentra expuesta la población, esto debido a que la mayor parte de ella procede desde la luz solar. Entre las consecuencias de la exposición a radiación UV se encuentra el envejecimiento prematuro de la piel, el incremento del riesgo de cáncer y melanoma malignos. Investigaciones también vinculan la exposición a la radiación UV en el desarrollo de cataratas y otros daños a la vista, además de la interrupción de las funciones del sistema inmune (Balk SJ, et al, 2011). Este tipo de radiación posee una longitud de onda, que se encuentra entre los 400nm y 10nm, fuera del espectro de luz visible (450nm a 750nm aproximadamente), la longitud de onda menor implica un grado energético mayor, pero no observable a simple vista, de la radiación que llega del Sol precisamente una parte del espectro no visible, corresponde a radiación UV.

El cáncer más común en Estados Unidos es el cáncer de piel, de hecho, en este país se diagnostican más cánceres de piel al año que todos los demás cánceres combinados, según la American Cancer Society. En las últimas décadas, el número de casos de cáncer de piel ha estado aumentando donde la mayoría de los tipos de cáncer de piel son causados por una exposición excesiva a radiación UV. En Chile entre las tres regiones con mayor mortandad de cáncer a la piel se encuentran Antofagasta con 3,2 casos por cada cien mil habitantes, en segundo lugar Valparaíso con 2,01 casos por cada cien mil habitantes, donde una de las hipótesis es que la gente se expone más los días nublados debido a la vaguada costera, siendo que vaguada solo baja entre un 5 y 10% de la radiación. Y en tercer lugar Santiago, con 1,04 muertes por cáncer a la

piel por cada cien mil habitantes. Por otra parte el tamaño del agujero de la capa de ozono resulta ser el cuarto más grande en los últimos 35 años, y se pronostica el 2016 la mayor radiación UV de los últimos 8 años (Gramsh, 2015).

Por estas razones se asumió la tarea del diseño y construcción de un micro-sistema de monitoreo ambiental, donde entres sus parámetros midiera radiación UV, esto con la finalidad de informar a la población sobre la radiación a la cual se encuentra expuesta, y promover el autocuidado. La micro-estación de monitoreo se construyó en base a la interfaz ARDUINO UNO, principalmente por su versatilidad, facilidad de programación y ser una plataforma de código abierto.

La interfaz ARDUINO, corresponde a una placa de trabajo compuesta por 14 pines digitales que pueden ser entradas o salidas (IO), 6 entradas análogas y 6 salidas análogas (pines digitales que pueden ser programadas para este tipo de salida). ARDUINO se puede utilizar para desarrollar

objetos interactivos independientes o puede conectarse con algún software del Equipo (como Flash, Processing, Matlab o Python). En la construcción de un proyecto las placas pueden montarse a mano o comprarlas pre ensambladas; el código abierto IDE (Integrated Development Environment) se puede descargar de forma gratuita de la página oficial de arduino (Banzi, 2011). ARDUINO utiliza el microprocesador de 8-bit ATMEGA328P de 20MHz en el encapsulado 28P, y soporta temperaturas de operación entre -40°C a 85°C. La alimentación de la interfaz debe ser entre 5V y 9V.

En la placa ARDUINO se montó sensores para la medición de parámetros atmosféricos en tiempo real; temperatura, humedad relativa y radiación UVB, construyendo una micro estación de monitoreo de 100cm² y 10cm de altura, con autonomía por medio de batería recargable, y dispuesta físicamente al interior de un case impreso en 3D. El diseño y construcción de estaciones de monitoreo ambiental basada en ARDUINOS, ha sido mencionado en varios trabajos por

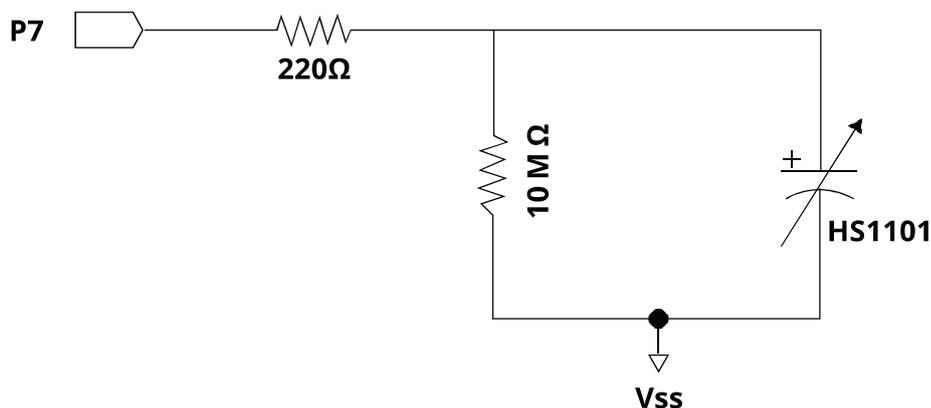


FIGURA 1
Conexión de resistencias para sensor HS1101 recomendada de datasheet.

Índice de Radiación UV Vs Vout

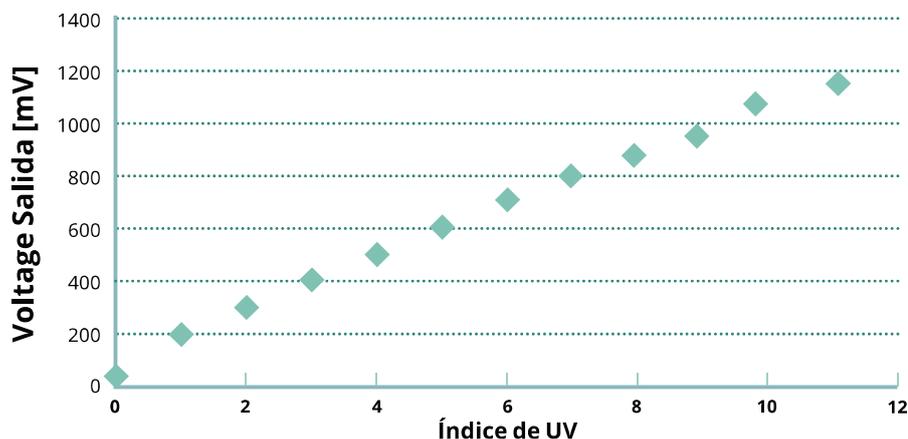


FIGURA 2

Relación lineal entre voltaje de salida del sensor GUYA-S12S y el índice de radiación solar UV.

su versatilidad, tamaño y principalmente por las características que ofrece los proyectos de código abierto (Gertz & Di Justo, 2012; Krishnamurthi K. et al, 2015; Katyal1 A. et al, 2016; Dipak V. et al, 2016).

MATERIALES Y METODOS

Sensores para ARDUINO

La micro estación de monitoreo posee tres sensores, que muestran los datos en tiempo real en una pantalla de lcd. Para medir temperatura se utilizó el sensor TMP36, para humedad relativa se utilizó el sensor capacitivo HS1101, y para medir UV se utilizó el GUYA-S12SD.

Sensor de Temperatura TMP36

El sensor de temperatura TMP36, es un sensor cuya salida análoga de tensión es directamente proporcional a la temperatura. Este sensor no requiere ningún tipo de calibración externa para proporcionar una precisión típica de $\pm 1^\circ\text{C}$ a $+ 25^\circ\text{C}$. La temperatura en grados Celsius, se obtiene a partir de la lectura análoga del sensor:

$$T = \left(\frac{\text{lectura} * 5}{1024} \right) * 100 - 5$$

Se caracteriza por tener baja impedancia de salida y salida lineal. El dispositivo está diseñado para un funcionamiento único de suministro de 2,7V a 5,5V. La corriente de alimentación funciona por debajo de los 50 mA, proporcionando un calentamiento muy bajo de menos de $0,1^\circ\text{C}$ en el aire inmóvil, soporta temperaturas entre $- 40^\circ\text{C}$ a $+ 125^\circ\text{C}$, proporcionando una salida de 750 mV a 25°C .

Sensor de Humedad Relativa HS1101

Este es un sensor capacitivo capaz de medir humedad relativa, está diseñado para volúmenes grandes y aplicaciones de bajo costo; esto se puede dar a entender en ejemplos como estación locales de monitoreo, oficinas automatizadas, cabinas de aviones, sistemas de mandos de procesos industriales. Necesita alimentación de 5V a 10V, y resulta ser uno de los sensores más utilizado en aplicaciones donde la compensación de humedad es necesaria.

La conexión entre el sensor HS1101 y el microprocesador Arduino se realiza mediante dos resistencias de 220Ω y $10M\Omega$, propuestos en datasheet del sensor, ver Figura 1.

Sensor de Radiación UV GUYA-S12SD

El módulo de radiación UV está basado en el chip GUYA-S12SD, el cual es un fotodiodo de tipo Schottky hecho de nitruro de galio optimizado para el funcionamiento en modo fotovoltaico, cuya longitud de onda de detección se ubica entre 240 a 370 nm. Este tiene como salida un voltaje análogo ya calibrado, cuyo valor varía con la intensidad de luz.

El sensor necesita una alimentación de 3.3V a 5.5V con un consumo de 5mA. La lectura de los índices UV se puede hacer de dos maneras, tanto con la lectura directa del valor análogo entregado por el sensor, como por la conversión de este valor a mV. Esta conversión se logra determinando:

$$\text{Voltaje}_{\text{sensor}} = \frac{\text{Lectura}_{\text{sensor}} * \text{Voltaje}_{\text{alimentación}}}{1024}$$

El valor del índice UV es directamente proporcional al voltaje de salida del sensor, como se muestra en la Figura 2.

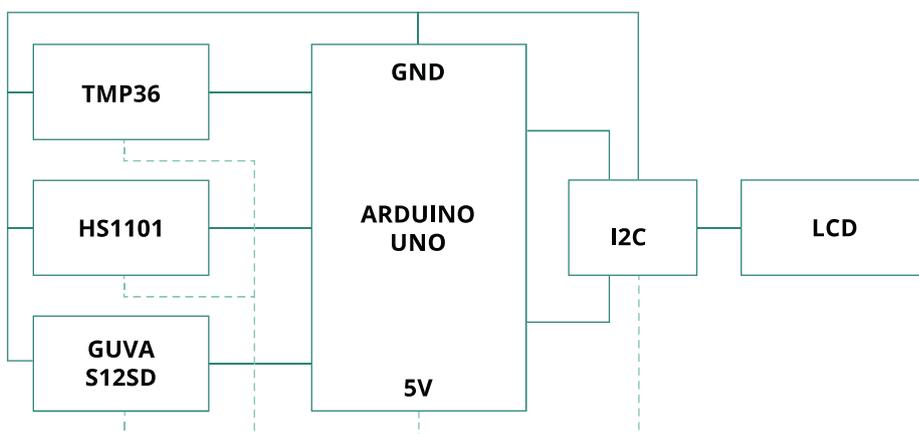


FIGURA 3

Esquema estación de monitoreo, sensores de temperatura TMP36, de humedad relativa HS1101, y de radiación ultravioleta GUYA-S12SD.

Construido el circuito con los sensores sobre la placa de arduino, se conectó una pantalla lcd de 2x16 para visualizar los registros a monitorear, esta pantalla se ensambló al arduino por medio de un bus de comunicaciones en serie I2C, de esta manera utilizamos solo dos líneas para la transmisión de datos, una para los propios datos y por otra la señal de reloj. Un esquema del montaje de las estación se muestra en la Figura 3.

Estación de Monitoreo

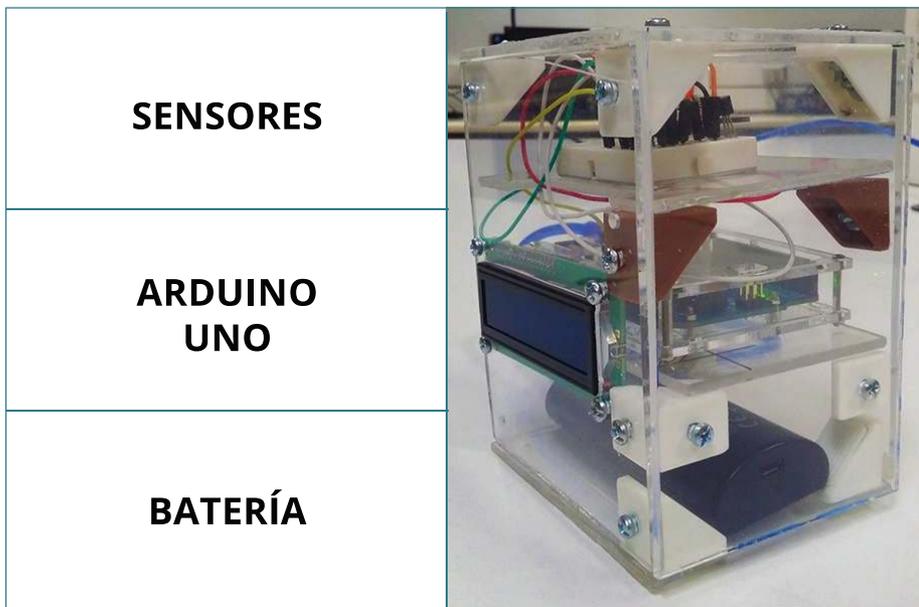
El prototipo del case de la estación de monitoreo, se construyó en acrílico solo para fines didácticos, lo que permite la observación de los elementos básicos del circuito, y despertar la curiosidad implícita de los estudiantes sobre los procesos que se desarrollan al interior de la estación para lograr efectuar las mediciones, el acrílico además permite cubrir del polvo y ayudar a conservar de elementos externos al circuito.

La Figura 4 muestra la disposición de los componentes al interior del case, y una fotografía real del prototipo de la estación de monitoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La estación de monitoreo, cumple con las especificaciones de tamaño, considera la exposición en cualquier superficie sólida, y solo necesita de una batería recargable en el caso de autonomía, esto no resta que pueda quedar permanente en un lugar solo con un transformador a 5V a 9V.

El case prototipo se construyó en acrílico solo con fines didácticos, ya que la operación de muestreo si bien arroja resultados correctos en el caso de las mediciones de los sensores, el arduino posee restricciones de temperatura de funcionamiento, al igual que la batería, un tiempo de exposición prolongado podría dañar ambos componentes. En este sentido las nuevos prototipos de case, son en impresora 3D de color blanco, aún en prueba.



AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a la Escuela de Computación e Informática y al Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Central por haber facilitado sensores y elementos útiles para el desarrollo de los prototipos de las estaciones de monitoreo.

También se agradece a la Escuela de Industrias por el espacio de trabajo en el laboratorio de investigación Junior.

FIGURA 4

a) Disposición de elementos del circuito al interior del case, b) fotografía de la estación de monitoreo.

CONCLUSIONES

La estación de monitoreo construida, posee un fin principalmente didáctico, donde se mezclan diversas habilidades a desarrollar por parte de los estudiantes, por ello podemos describirla como recomendable herramienta de código abierto, que puede ser útil en la enseñanza media como superior, despliega un conjunto de habilidades y desarrollo formativo académico en distintas áreas de las ciencias, de las tecnologías, ingeniería y matemáticas (STEM), pero además de manera tangencial, permite al menos una reflexión sobre el autocuidado de la exposición a radiación ultravioleta proveniente del Sol.

BIBLIOGRAFÍA

Balk SJ, et al. 2011. Ultraviolet radiation: a hazard to children and adolescents (Technical report). *Pediatrics*; Volume 127, Issue 3. DOI 10.1542/peds.2010-3501

Banzi M. 2011. *Getting Started with Arduino*. O'Reilly, USA.

Dipak V, and Ajj D. 2016. *Weather Monitoring Station: A Review*. *IJERA* Volume 6, Issue 6, 55-60. ISSN : 2248-9622

Gertz E. & Di Justo P. *Environmental Monitoring with Arduino*. O'Reilly, USA 2012

Gramsch E. 2015. *Informe de Radiación UV y cáncer de piel en Chile 2015*. Corporación Nacional del Cáncer (CONAC)

Katyal A, Yadav R, and Pandey M. 2016. *Wireless Arduino Based Weather Station*. *IJARCCCE* Volume 5, Issue 4, 274-276. DOI 10.17148/IJARCCCE.2016.5470

Krishnamurthi K, Thapa S., Kothari L. and Prakash A. 2015. *Arduino Based Weather Monitoring System*. *IJERGS* Volume 3, Issue 2, 452-458. ISSN 2091-2730

AUTORES:

L. Campos^a, M. Muñoz^a and N. Sepulveda^a.

^aUniversidad Central, Santa Isabel 1186, Santiago, Chile.

Corresponding author:
nelson.sepulveda@ucentral.cl ✉