Virt UVa

Medida del índice ultravioleta

No es magia, ¡es Electrónica!
Experiencias prácticas con Sistemas Electrónicos

PID 25-26_234 – Iván Santos, Pablo Torres, Jesús M. Hernández Mangas, Jesús Arias, María Aboy, Emiliano Rubio, Lourdes Pelaz, Lorenzo Ferrero, Lucía Paniagua, Mario Acevedo, Ana Santiago, Dieto del Olmo, Rodrigo Barroso, Álvaro Bartolomé, Juán José Bartual

Área de Electrónica

Póster

Web

Póster llevado a cabo en el marco del PID "No es magia, ¡es Electrónica", subvencionado por el Vicerrectorado de Innovación Docente y Transformación Digital de la Universidad de Valladolid.

Objetivo: fabricación de un sistema electrónico para medir el índice ultravioleta (UVI) en la superficie de la Tierra

1 La peligrosidad de la radiación ultravioleta sobre nuestra piel y nuestros ojos se determina con el **Índice Ultravioleta (UVI)**: a medida que aumenta su valor el peligro es mayor y es necesario un menor tiempo para dañarlos por lo que hay que extremar las precauciones y protegerse más. El UVI se calcula de la siguiente manera:

$$\mathrm{UVI} = k_{er} \int_{250\ nm}^{400\ nm} B_{sup}(\lambda) s_{er}(\lambda) d\lambda$$

- B_{sup} es el espectro solar en la superficie de la Tierra tras atravesar el espacio y la atmósfera terrestre.
- s_{er} es el Espectro de Acción Eritemática, que pondera el espectro solar en el rango ultravioleta.
- k_{er} es una constante de normalización para que el UVI sea como máximo de 11 en la superficie de la Tierra.

$$s_{er}(\lambda) = \begin{cases} 1 & \text{si } 250 \le \lambda \le 298\ nm \\ 10^{0{,}094(298-\lambda)} & \text{si } 298 < \lambda \le 328\ nm \\ 10^{0{,}015(140-\lambda)} & \text{si } 328 < \lambda < 400\ nm \end{cases}$$

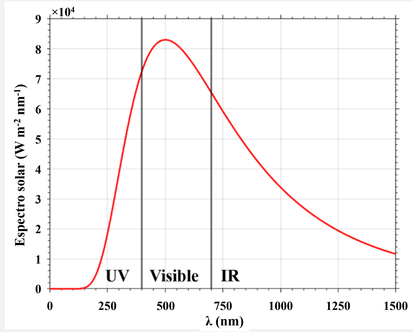
El sistema electrónico que se diseñe tendrá que proporcionar alguna magnitud que sea proporcional al UVI.

2 La energía emitida por **el Sol**, la estrella central del Sistema Solar, se denomina **espectro solar**, consiste en una superposición de ondas electromagnéticas, y se puede aproximar por el que emite un **cuerpo negro** que está a una temperatura de 5778 K.

La radiación ultravioleta abarca las longitudes de onda del espectro electromagnético entre 200 y 400 nm. Se divide en tres intervalos:

- el **UV-C (200-280 nm)**, el más dañino de todos,
- el **UV-B (280-315 nm)**,
- el **UV-A (315-400 nm)**, cuyo efecto es mucho menor que el de los otros dos.

Los efectos dañinos que causa en nuestra piel son, por ejemplo, las quemaduras, la formación de cataratas en el cristalino e incluso ciertas alteraciones del ADN.



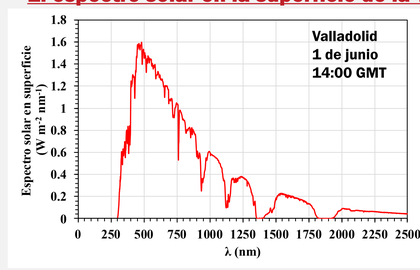
3 **El espectro solar se atenúa al viajar por el espacio**, y fuera de la atmósfera terrestre (Top of Atmosphere, TOA) se reduce en un factor igual a $\pi \left(\frac{R_S}{d_{ST}}\right)^2$, siendo R_S el radio solar ($6{,}958 \cdot 10^8$ m) y d_{ST} la distancia entre el Sol y la Tierra cuyo valor promedio es de $149{,}598 \cdot 10^9$ m, que corresponde a 1 unidad astronómica (UA).

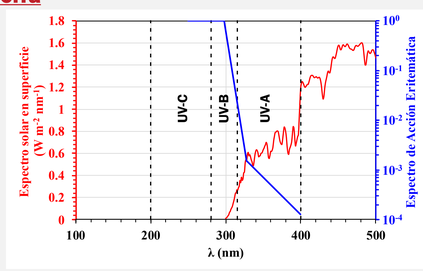
El factor de atenuación promedio es de $21{,}627 \cdot 10^{-6}$.

4 **La atmósfera terrestre también atenúa** el espectro solar a través de los siguientes mecanismos:

- **Dispersión**: causada por las partículas en suspensión que hay en la atmósfera (moléculas atmosféricas, aerosoles, polvo). Provoca la atenuación en la dirección de propagación.
- **Absorción**: los gases atmosféricos como el ozono, el oxígeno, el vapor de agua o el CO_2 absorben parte de la radiación solar.

5 **El espectro solar en la superficie de la Tierra**





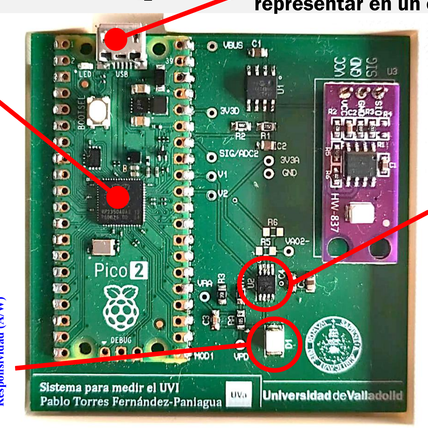
https://goa.uva.es/ssolar_goa-model/

6 El **sistema electrónico fabricado** para poder medir el Indice Ultravioleta consta de:

- Un **fotodiodo tipo Schottky de GaN GUVA-S12SD** que genera una corriente en función de la radiación solar recibida.
- Un **amplificador operacional MCP6282** que convierte la corriente generada por el fotodiodo, proporcional al UVI, en tensión.
- Una **Raspberry Pi Pico 2** para digitalizar las tensiones generadas en la etapa amplificadora y leerlas en un ordenador.

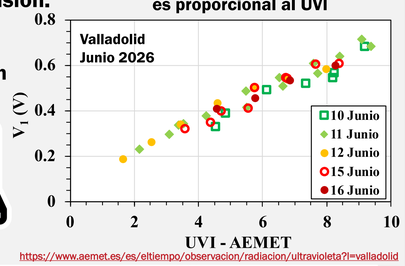
El microcontrolador de la Raspberry Pi Pico 2 permite hacer la **Conversión Analógico Digital (CAD)** con una resolución de 12 bits, lo que permite dividir el rango de tensiones medidas de 0 a 3.3 V en $2^{12} = 4096$ niveles.

Microcontrolador



Los datos digitalizados se pueden representar en un ordenador.

La tensión V_1 de nuestro sistema es proporcional al UVI

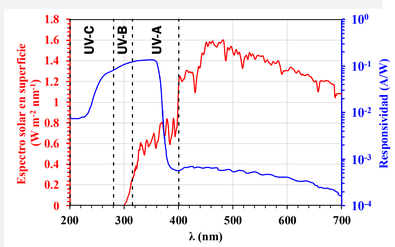


https://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/ultravioleta?l=valladolid

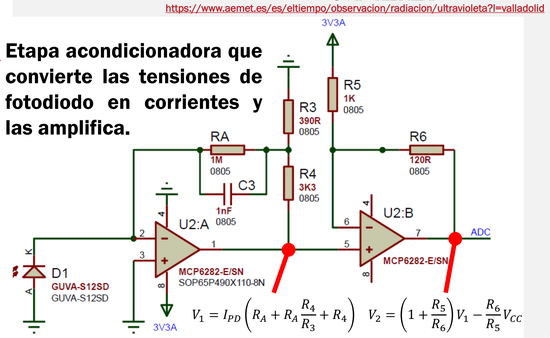
La corriente generada por el fotodiodo es igual a:

$$I_{PD} = \int \Re(\lambda) B_{sup}(\lambda) A_{PD} d\lambda$$

donde $\Re(\lambda)$ es la responsividad y A_{PD} es el área activa del fotodiodo.



Etapa acondicionadora que convierte las tensiones de fotodiodo en corrientes y las amplifica.



$$V_1 = I_{PD}\left(R_A + R_A\frac{R_4}{R_3} + R_4\right) \qquad V_2 = \left(1 + \frac{R_5}{R_6}\right)V_1 - \frac{R_6}{R_5}V_{CC}$$

Realistic Sun PNGs by Vecteezy
https://www.vecteezy.com/free-png/realistic-sun