

# Robot móvil para desinfección de entornos cerrados mediante UV-C por sensores ultrasonicos

Jackes Arian Marquez Mitma, Sotelo Mayhuay Phiter Gershon

*Escuela profesional de ingeniería Mecatrónica, Universidad Ricardo Palma  
Lima, Perú*

201521305@urp.edu.pe

Phiter.sotelo@urp.edu.pe

**Abstract**— The quality of the air we breathe and the cleanliness of surfaces have a great influence on our health and well-being. We are all at risk of contracting and spreading viruses and bacteria, especially in crowded public places such as offices, factories, shops, bars or restaurants, schools, museums, and on public transportation.

UV-C radiation is a known disinfectant for air and objects that can help mitigate the risk of infection and has been widely used for more than 40 years. All bacteria and viruses tested to date (many hundreds over the years, including various coronaviruses) respond to disinfection with UV-C2 radiation. In laboratory tests, our UV-C light sources inactivated 99% of the SARS-CoV-2 virus on a surface with an exposure time of 6 seconds. A clear indication that UV-C radiation can play an important role in the protection strategy.

## I. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire que respiramos y la limpieza de las superficies tienen una gran influencia en nuestra salud y bienestar. Todos corremos el riesgo de contraer y propagar virus y bacterias, especialmente en lugares públicos concurridos, como oficinas, fábricas, tiendas, bares o restaurantes, escuelas, museos y en el transporte público.

La radiación UV-C es un desinfectante conocido para el aire y los objetos que puede contribuir a mitigar el riesgo de contraer una infección y que se ha utilizado ampliamente durante más de 40 años. Todas las bacterias y virus probados hasta la fecha (muchos centenares a lo largo de los años, incluidos diversos coronavirus) responden a la desinfección con radiación UV-C2. En pruebas de laboratorio, nuestras fuentes de luz UV-C inactivaron el 99 % del virus SARS-CoV-2 en una superficie con un tiempo de exposición de 6 segundos. Una indicación clara de que la radiación UV-C puede desempeñar un papel importante en la estrategia de protección.

## II. Marco Teórico

### A. Radiación UV

El sol es la principal fuente de energía y radiación ultravioleta que conocemos. Gracias a él se desarrolla la

fotosíntesis, proceso en el cual permite la vida en todo el planeta. El espectro solar que llega a la tierra se clasifica en luz visible, estimulando así la retina, luz infrarroja, responsable de la sensación de calor, y luz ultravioleta subdividida en UVA, UVB, UVC.

- Radiación UVA

La radiación UVA es onda larga (320-400 nanómetros), alcanzando en una totalidad la superficie terrestre. Está presente durante todo el año, incluso en días nublados. Los rayos UVA tienen la capacidad de atravesar vidrios (ventanas, parabrisas) y ropa ligera. Su efecto es indoloro y penetra hasta la capa más profunda de la dermis, provocando foto envejecimiento, intolerancia al sol, inhibición del sistema inmune y hasta cáncer de piel.

- Radiación UVB

Los rayos UVB tienen un poco más de energía que los rayos UVA. Estos rayos pueden dañar directamente al ADN de las células de la piel, y son los rayos principales que causan quemaduras de sol. Asimismo, se cree que causan la mayoría de los cánceres de piel.

- Radiación UVC

Los rayos UVC son de onda corta (200 y 280 nanómetros), y -afortunadamente- son absorbidos en su totalidad por la capa de ozono, de caso contrario, serían los más peligrosos para la vida terrestre debido a que su carga energética es mayor al tipo A y B. En el campo de la medicina, la radiación UVC artificial se usa para eliminar gérmenes, ayudar a cicatrizar heridas y tratar ciertas afecciones de la piel, como psoriasis, vitiligo o nódulos causados por el linfoma cutáneo de células T. Esta luz se utiliza mediante lámparas especiales o rayo láser.

### B. Robot Móvil

Los robots móviles son dispositivos capaces de realizar tareas y moverse por un área sin la necesidad de que nadie los dirija.

Estos están equipados con avanzados sensores, un software dotado de inteligencia artificial y planos digitales del área de movimiento permitiéndole así interpretar su entorno de trabajo.



Figura 1 Robot Móvil Todo Terreno

### C. Sensor ultrasónico HC-SR04

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo, su uso es muy frecuente en la robótica, utiliza transductores de ultrasonido para detectar objetos.

Su funcionamiento consiste en emitir un sonido ultrasónico por uno de sus transductores, y esperar que el sonido rebote de algún objeto presente, el eco es captador por el segundo transductor. La distancia es proporcional al tiempo que demora en llegar el eco.

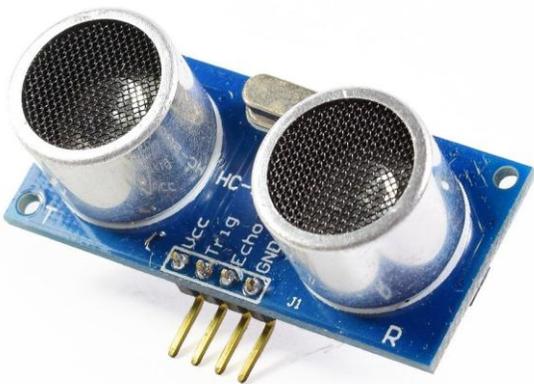


Figura 2. Sensor ultrasónico HC-SR04

### D. Arduino Pro Mini

El Arduino Pro Mini es una placa de microcontrolador basada en el ATmega328.

Tiene 14 pines de entrada / salida digitales (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador integrado, un botón de reinicio y orificios para montar los cabezales de los pines. Se puede conectar un cabezal de seis pines a un cable FTDI o una placa de conexión Sparkfun para proporcionar alimentación y comunicación USB a la placa.

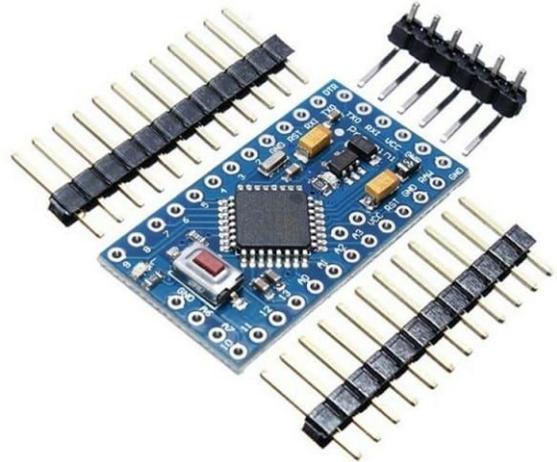


Figura 3. Arduino Pro Mini

### E. Cámara Térmica Infrarroja HT-102

La temperatura es uno de los parámetros más importantes para el paciente. La cámara térmica puede grabar imágenes infrarrojas que los ojos humanos no pueden ver, lo que puede darle un uso específico para diferentes aplicaciones.

La HT-102 es una cámara térmica de bajo costo. Por lo tanto, en este sistema de robot de desinfección basado en sensores, la cámara térmica HT-102 se utiliza por su baja pérdida y multifuncionalidad. La cámara térmica HT-102 se puede conectar a un teléfono inteligente compatible con Android y se puede utilizar para tomar imágenes térmicas del entorno.



Figura 4. Cámara Térmica HT-102

### III. Diseño Mecánico

Para el diseño consideramos dar al sistema robótico inteligencia a través de la percepción del entorno utilizando como sensores, motores, controladores y actuadores.

Para el diseño utilizamos el software SolidWorks ya que es un programa que nos permite modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D.

#### A. Diseño de las Articulación y base del robot



Figura 5. Diseño de Articulación y Base de Robot

#### B. Diseño de los tubos de radiación

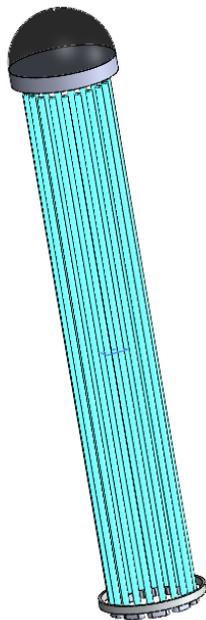


Figura 6. Diseño de los tubos del robot

### IV. Ensamblaje del Robot

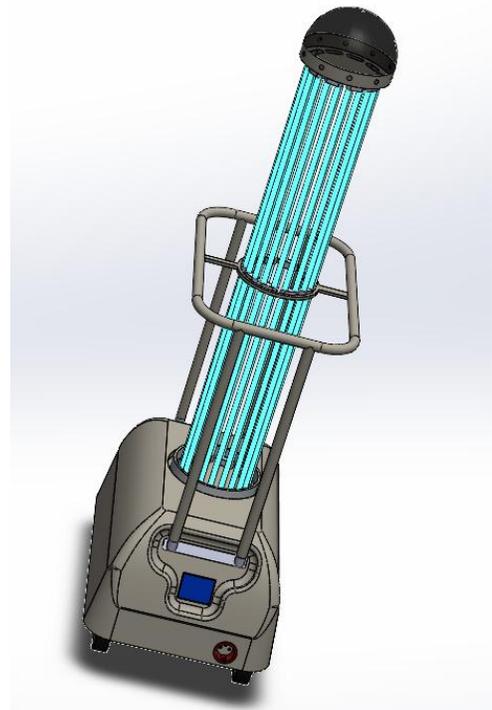


Figura 8 Ensamblaje final del robot

Propiedades de masa de Ensamblaje final UVC		
Configuración: Varsayilan		
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --		
Masa (reemplazada por el usuario) = 18440.59 gramos		
Volumen = 18440633.48 milímetros cúbicos		
Área de superficie = 995160.37 milímetros cuadrados		
Centro de masa (reemplazado por el usuario): ( milímetros )		
X = -181.14		
Y = 134.14		
Z = -10.08		
Principales ejes de inercia y principales momentos de inercia (reemplazados por el usuario)		
Medido desde el centro de masa.		
lx = ( 0.01, 1.00, 0.00)	Px = 313243075.67	
ly = (-1.00, 0.01, 0.00)	Py = 819210479.65	
lz = ( 0.00, 0.00, 1.00)	Pz = 952986919.32	
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados )		
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.		
Lxx = 819128625.28	Lxy = 6438121.79	Lxz = 141049.14
Lyx = 6438121.79	Lyx = 313337719.91	Lyz = 2849678.03
Lzx = 141049.14	Lzy = 2849678.03	Lzz = 952974129.45
Momentos de inercia: ( gramos * milímetros cuadrados)		
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.		
lxx = 1152803449.96	lxy = -441619397.37	lxz = 33820047.71
lyx = -441619397.37	lyy = 920261989.55	lyz = -22090638.98
lzx = 33820047.71	lzy = -22090638.98	lzz = 1889823861.84

Figura 9 Propiedades físicas del robot

## V. Diseño Electrónico

Como estamos usando tres sensores ultrasónicos, conectamos todos los pines de tierra y VCC respectivos. Conectamos los pines trigger y echo a los pines Arduino Pro Mini,

Estamos utilizando el controlador de motor L293D para impulsar los motores,

Todos los LED UVC están en paralelo, cada uno de los cuales contiene una resistencia limitadora de corriente y los hemos conectado a VCC y a tierra.

El Arduino, los módulos ultrasónicos, el controlador del motor y los motores funcionan con un voltaje de 5 voltios más alto que lo matará y estamos usando una batería de 7.4 voltios para convertir eso en 5 voltios, se usa un regulador de voltaje 7805.

El diseño eléctrico se realizó en Proteus 8.8 Professional

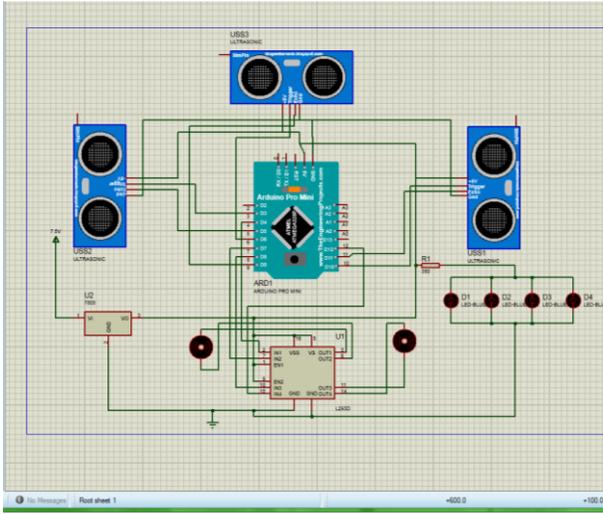


Figura 10. Diseño de sensores en Proteus 8

## VII. CONCLUSIONES

- Se puede automatizar un robot móvil de desinfección por medio de luminarias UV-C de fácil construcción.
- A pesar de que los rayos UV-C no eliminan completamente el SARS-COVID 2, ayuda a eliminar otras posibles infecciones y bacterias de forma no invasiva, por lo que reduce enormemente el riesgo de contagio por contacto.
- La luz UV-C es un sistema en estudio, por lo que este prototipo sirve para establecer una base para investigaciones futuras.
- La luz ultravioleta presenta un riesgo para la exposición a la vista y piel humana por lo que antes de encender y poner en funcionamiento el sistema es necesario señalar el

ingreso al espacio donde se va a utilizar el prototipo y de esta manera evitar al máximo la presencia de personas en el lugar.

## REFERENCIAS

- [1] Mecalux, *Robots Móviles, aplicaciones y usos en almacén.*
- [2] Martínez Ibáñez, E, La autonomía robótica y el uso de la fuerza. 2017
- [3] Cheng, J., Zhang, Y. y Wang, Z. (febrero, 2015). Orientation tracking control of mobile robot with three trailers. In 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biometrics (ROBIO) (pp. 739-744). Zhuhai: IEEE.
- [4] Yue, M., Hou, X. y Yang, L. (julio, 2017). An efficient trajectory tracking control for tractor-trailer vehicle system. In 2017 36th Chinese Control Conference (CCC) (pp. 546-551). Dalian: IEEE.