

# Diseño de un robot móvil de desinfección con luz UV-C para centros de salud

Grecia Lucero Montaña Monroy, Ayrton Cesar Cuya Huisaraime

*Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica,  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, Perú*

grecialucero31@gmail.com

ayrtonccuya@gmail.com

**Abstract** — Disinfection and sterilization in health centers has always been of vital importance, since many people pass daily, including health personnel and patients, and it is known that microbiological contamination is very common within health centers, so it is necessary to reduce this as much as possible to avoid nosocomial infections (infections acquired in health centers). Some of the microorganisms responsible for this contamination are viruses, bacteria, fungi, yeasts or molds.

On the other hand, the current global pandemic due to COVID-19 has made sanitary measures even more strict, since it is known that this new coronavirus can survive for several days in any object and is highly contagious. Therefore, several methods of disinfection and sterilization are required, especially in health centers.

UV-C radiation is a disinfectant for air and objects that has been used for more than 40 years. All bacteria and viruses tested to date, including SARS-CoV-2 virus, respond to disinfection with UV-C radiation. In laboratory tests, UV-C light 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 for disinfection and sterilization in several health centers.

This project presents the development of the design of a mobile disinfection robot with UV-C light for health centers, it uses a mechanical-electronic system to reduce human effort in the development of disinfection tasks, as well as with the help of light UV-C that performs the disinfection process more effectively. However, it must be used correctly to avoid damage to the skin and eyes.

**Keywords** — Mobile robot, disinfection, sterilization, UV-C light, health centers, coronavirus.

## I. INTRODUCCIÓN

La Búsqueda de alternativas eficientes, simples y económicas para la asepsia de superficies, ha planteado varias soluciones, entre ellas, los tratamientos con radiación ultravioleta o luz UV, mediante dosis controladas y periodos de tiempo cortos. La radiación ultravioleta natural o artificial puede producir efectos adversos por su exposición prolongada o errónea, siendo este el motivo de implementar elementos de control y automatismos para prevenir afecciones negativas. En ambientes controlados o condiciones artificiales se puede manipular los efectos

producidos por la exposición a la radiación ultravioleta para obtener resultados a conveniencia.

Para controlar la expansión de patógenos en centros de salud con rutinas higiénicas estrictas que requieren limpieza y desinfección de superficies combinadas con material biológico tradicionalmente se utilizan productos químicos como el cloro y la cloramina al 5%. La desinfección química, además de no ser amigable con el medio ambiente, tiende a ser laboriosa.

La luz UV-C tiene efectos germicidas para microorganismos en agua, superficies y aire. Además, hay estudios científicos en donde se ha demostrado que la luz UV-C inactiva rápidamente al nuevo coronavirus, SARS-CoV-2. Por lo tanto, la radiación UV-C puede manipularse para combatir la presente pandemia causada por el SARS-CoV-2.

El presente proyecto, presenta el desarrollo del diseño de un robot de desinfección móvil con luz UV-C para centros de salud, similar e inspirado en el mostrado en la Figura 1, con un diseño mecánico y eléctrico básico, con el fin de reducir costos y sin dejar de lado la efectividad de la desinfección ni los protocolos de seguridad.



Fig. 1. Robot ADIBOT de la empresa líder mundial en inteligencia artificial y robótica humanoide UBTECH

## II. DESARROLLO MECATRONICO

El sistema Robotico que hemos implementado el cual cuenta con una batería de 12v y 5 Ah el cual puede abastecer de energía a todo el sistema (arduino, servos, sensores, cableado en general y luces UVC).

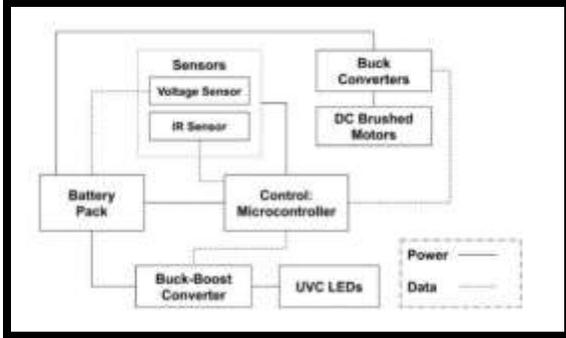


Figura 2. Anabel Rivera (anabelr2), Antonio Rivera (amr2), Eros Garcia (egarci90) de: UV Disinfecting Robot for Tabletops

Tomando Guía del diagrama de bloque de un trabajo de similares objetivos obtuvimos los pasos a seguir para el proyecto mecatrónica el cual estamos implementando.

## III. DESARROLLO

### A. Diseño Mecánico

La estructura superior (de 900mm de largo, 700mm de ancho y 1020mm de alto), además de estar unida mediante un ensamblaje con el sensor PIR (de color morado) y las luces UVC (de color azul) con esto podemos trabajar con solo 2 ensamblajes y unirlos de manera más eficiente, que se muestra en la figura. 3.

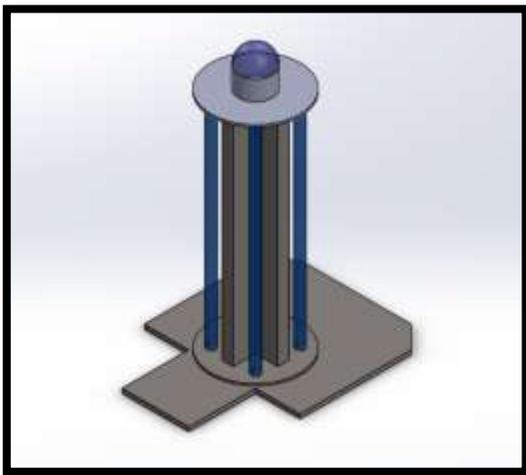


Figura 3. Parte superior del robot de desinfección

La Parte Inferior fue diseñado con unas dimensiones (900mm de largo, 700mm en su parte más ancha y 300mm en su parte más delgada con un espesor de 20 mm) utilizando sellado de cuentas extruidas y/o pernos (2mm de grosor, y 30mm de largo) para reforzar la unión.

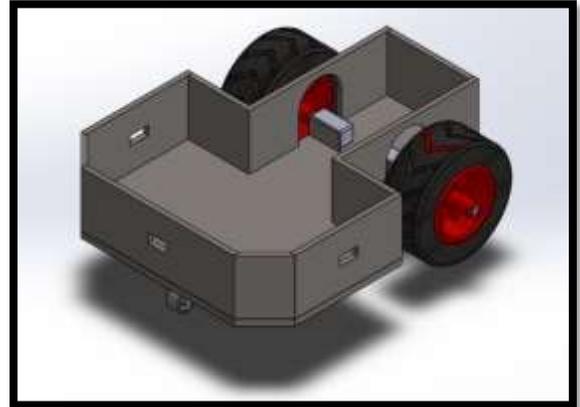


Figura 4. Parte Inferior del robot de desinfección

El ensamblaje final que consta de unas dimensiones totales de (900mm de largo, 700 mm de ancho, una altura total de 1460mm y un peso total de 57.5kg un estimado utilizando polietileno o polipropileno, también puede usarse fibra de carbono) de la unión de los 2 ensamblajes anteriores mostrados en la figura (7 y 8) de unió de la misma forma, utilizando el sellado de cuentas extruidas.

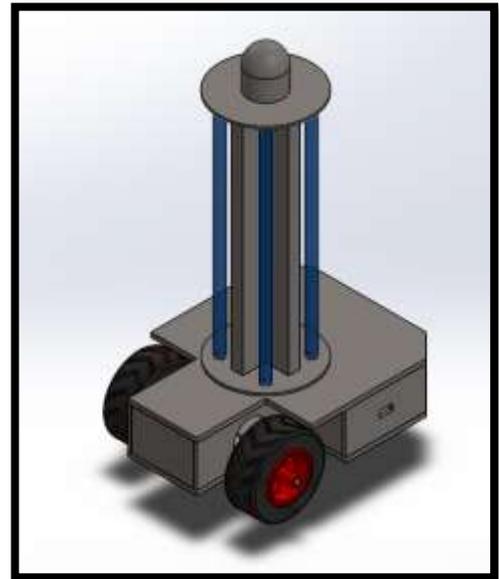


Figura 5. Ensamblaje completo del robot de desinfección

#### IV. DISEÑO ELECTRICO Y ELECTRONICO

Para la simulación utilizamos el programa o página web “TinkerCad” para la simulación y prueba del sistema eléctrico, así como de la programación.

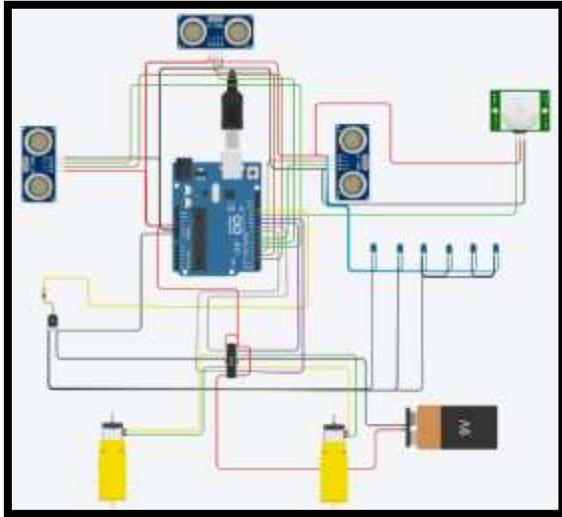


Figura 6. Diseño implementado en TinkerCad

Ya que TinkerCad no cuenta con librerías de ultrasonido se buscó programar de forma directa.

El control de navegación se va guiar mediante la programación siguiente:

```
if(DISTANCIAder > 50 && DISTANCIAlre > 50 && DISTANCIAlq > 50
digitalWrite(9, HIGH);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(12, LOW);
}
else if(DISTANCIAder > 50 && DISTANCIAlre < 50 && DISTANCIAlq
digitalWrite(9, HIGH);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
}
else if(DISTANCIAder < 50 && DISTANCIAlre < 50 && DISTANCIAlq
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
}
else if(DISTANCIAder > 50 && DISTANCIAlre < 50 && DISTANCIAlq
digitalWrite(9, HIGH);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
}
else if(DISTANCIAder < 50 && DISTANCIAlre < 50 && DISTANCIAlq
digitalWrite(9, HIGH);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
}
```

Figura 7. Programación de identificación para sensor ultrasonido

La declaración de las variables para cada sensor de dara mediante los comandos “int” & “pinMode”, con esto podemos entradas, salidas, duración y distancia para cada sensor.

```
int TRIGder=4;
int ECHoder =7;
int DURACIONder;
int DISTANCIAder;

int TRIGfre=3;
int ECHOfre =6;
int DURACIONfre;
int DISTANCIAlre;

int TRIGlq=2;
int ECHOlq =5;
int DURACIONlq;
int DISTANCIAlq;

void setup()
{
pinMode(13, OUTPUT); //uv
pinMode(12, INPUT); //pir

pinMode (TRIGder, OUTPUT);
pinMode (ECHoder, INPUT);

pinMode (TRIGfre, OUTPUT);
pinMode (ECHOfre, INPUT);

pinMode (TRIGlq, OUTPUT);
pinMode (ECHOlq, INPUT);
}
```

Figura 8. Parte Inferior del robot de desinfección

Con previo conocimiento en programación, tenemos dentro del “void loop” las especificaciones de los tiempos de reacción de cada sensor para con el robot.

Utilizando un cálculo básico (Duracion”dirección”/58.2) para la programación del TinkerCad.

```
void loop()
{
digitalWrite(TRIGder, HIGH);
delay(10);
digitalWrite(TRIGder, LOW);

DURACIONder= pulseIn(ECHoder, HIGH);
DISTANCIAder = DURACIONder/58.2;
}
digitalWrite(TRIGfre, HIGH);
delay(10);
digitalWrite(TRIGfre, LOW);

DURACIONfre= pulseIn(ECHOfre, HIGH);
DISTANCIAlre = DURACIONfre/58.2;

digitalWrite(TRIGlq, HIGH);
delay(10);
digitalWrite(TRIGlq, LOW);

DURACIONlq= pulseIn(ECHOlq, HIGH);
DISTANCIAlq = DURACIONlq/58.2;

digitalWrite(13, digitalRead(12));
}
```

En la figura 9 podemos observar en la línea final el código de salida de las señales recibidas ya sumas para una respuesta en los servomotores.

## V. PRUEBA Y SIMULACION

Luego de ensamblar el robot, se importó el archivo en SolidWorks a Coppeliassims, para lo cual se instaló una extensión llamada sw2urdf.exe. Una vez importado el robot, se colocaron los sensores y se empezó a trabajar en el simulador. Por último, se realizó una programación con API de Lua.

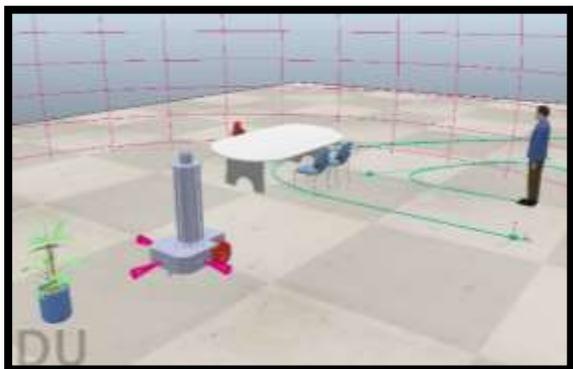


Figura 10. Simulación del robot en Coppeliassim

## VI. CONCLUSIONES

El robot móvil de desinfección con luz UV-C fue exitosamente diseñado tanto en Tinkercad como en SolidWorks. Este tuvo la capacidad de detectar objetos hasta a 20 cm para así evitar chocar con ellos a su alrededor mientras hacia su recorrido y sin estar muy alejado de los objetos, ya que la luz UV-C es más efectiva a cortas distancias. Además, logró detectar personas hasta a 7 metros de distancia para así protegerlas de la radiación ultravioleta.

El diseño en del robot fue planteado en paper tomando en cuenta las medidas y dimensiones ya pensadas previamente, con el bosquejo ya planteado se pasó a diseñar en solidwork haciendo ciertos cambios al momento de diseñar.

Puntos que hay que tomar en cuenta en el plano general, material grosor espesor, peso, etc; que se fueron presentando a lo largo del diseño.

Sin mayores problemas, se diseñó el robot de desinfección por UVC de acorde al diseño

Por otro lado, debido a la poca experiencia con la plataforma de simulación de robots, Coppeliassim, se presentaron diversos problemas en la programación para realizar la simulación de nuestro robot. Sin embargo, se logró importar el robot desde SolidWorks, agregar todos los sensores respectivos y modificar sus parámetros.

Por lo que podemos decir que se logró realizar el diseño de nuestro propio robot basándonos en robots ya existentes en el

mercado. Sin embargo, el presente proyecto presentó un prototipo funcional que cumpla los objetivos básicos y cumpliendo las mismas medidas de seguridad.

## RECONOCIMIENTOS

Gracias a la vida por permitirnos tener y disfrutar de nuestra familia a pesar de las condiciones que enfrenta nuestro país actualmente. Agradecemos enormemente a nuestra familia por apoyarnos en cada decisión y proyecto que hemos tenido. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, sin embargo, nuestra familia siempre ha estado ahí en todo momento.

Agradecemos también a nuestra alma mater por todas las oportunidades que nos ha brindado y que nos seguirá brindando a futuro. Un agradecimiento especial a nuestros profesores por ser guía y llenarnos de conocimiento, y también a nuestros compañeros por hacer todo el proceso universitario más fácil y divertido.

## REFERENCIAS

- [1] Godoy, C. A. G., & Parra, O. J. S. (2017). Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor PIR. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (51), 175-193.
- [2] Bonilla, M. I., Novelo, F. Q., Enríquez, I. G., & Cortés, J. R. (2009). Desplazamiento de un robot con localización y evasión de obstáculos por visión y ultrasonido. In *Congreso Nacional de Ingeniería Electrónica del Golfo-CONAGOLFO* (pp. 3-7).
- [3] Navarro, D., Ríos, L. H., & Parra, H. (2004). Sensores de Ultrasonido usados en Robótica Móvil para la Medición de Distancias. *Scientia et Technica*, 10(25), 35-40.
- [4] Otálora Riaño, D. C. (2020). Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Planificación de Procesos de Desinfección para Ambientes COVID-19 (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- [5] Sneh, S., Kode, T., Bhauryal, Y., Chourasiya, U., & Adatkar, R. (2021). Uvc Disinfectant Robot. Available at SSRN 3867411.
- [6] Lorca-Oró, C., Vila, J., Pleguezuelos, P., Vergara-Alert, J., Rodon, J., Majó, N., ... & Abad, X. (2021). Rapid SARS-CoV-2 inactivation in hospital-room like conditions using a mobile and autonomous ultraviolet C (UVC)-light robot. *The Journal of Infectious Diseases*.
- [7] Andrés, A. D., Prieto de Castro, C., & Usera, F. (2020). Informe sobre utilización de la radiación ultravioleta (UVC) para desinfección.
- [8] Jami Quinatoa, C. J. (2021). Diseño y construcción de un robot de desinfección de superficies en ambientes cerrados por medio de rayos ultravioletas controlado mediante una app.
- [9] Tena Merino, I. (2015). Pultrusión de perfiles 3D en base al curado UV fuera del molde y sistemas de tiro por robot.
- [10] 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.
- [11] 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
- [12] Visba, J. H. W., Barros, J. J. B., & Hernández, J. C. M. (2021). Luz ultravioleta C: una alternativa eficiente contra la pandemia. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61(1), 3-13

