

Estado: El preprint no ha sido enviado para publicación

Diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra COVID 19

Oscar Mauricio, Yaneth Carol Larico Apaza

DOI: 10.1590/SciELOPreprints.1105

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación se describen en el manuscrito, cuando corresponda.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints.
- El autor que presenta declara que todos los autores responsables de la preparación del manuscrito están de acuerdo con este depósito.
- Los autores declaran que en el caso de que este manuscrito haya sido enviado previamente a una revista y esté siendo evaluado, han recibido el consentimiento de la revista para realizar el depósito en el servidor de SciELO Preprints.
- Los autores declaran que si el manuscrito se publicará en el servidor SciELO Preprints, estará disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- El autor que hace el envío declara que las contribuciones de todos los autores están incluidas en el manuscrito.
- Si el manuscrito está siendo revisado y publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.

Enviado en (AAAA-MM-DD): 2020-08-15

Postado en (AAAA-MM-DD): 2020-08-17

TÍTULO:

Diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el COVID19

TÍTULO CORTO:

Cámara electrónica de esterilización UV contra el COVID19

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES:

Oscar Mauricio- Flores López: Diseñó del esterilizador electrónico, asesor del proyecto, traductor y evaluador de la cámara esterilizadora.

Yaneth Carol- Larico Apaza: Asesora del área de Salud, recopilación de información, redacción del resumen, introducción y conclusiones, supervisión del artículo.

TOTAL DE PALABRAS: 2534

DISEÑO DE UNA CÁMARA ELECTRÓNICA DE ESTERILIZACIÓN UV PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN MÉDICA CONTRA EL COVID 19

DESIGN OF AN ELECTRONIC UV STERILIZATION CAMERA FOR MEDICAL PROTECTION EQUIPMENT AGAINST COVID 19

Oscar Mauricio- Flores López¹, Yaneth Carol- Larico Apaza²

¹Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez - Perú

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Perú

Resumen

La presente investigación es de tipo aplicativo – experimental cuyo objetivo fue diseñar una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el COVID19. Este equipo biomédico posee un control PID que se ejecuta por medio de la aplicación de la programación digital para el control de la lámpara UV que emiten radiación Ultra Violeta de tipo C. Dentro del diseño de control de potencia para la activación de la lámpara de esterilización UV, se considera un pulso proporcionado por la placa de desarrollo Arduino Nano, como resultado del diseño del controlador PID de la etapa precedente que activa un optoacoplador MOC3031 compuesto por un diodo emisor de luz y un triac que permite la habilitación de cargas con voltaje pico de 250 a 400V, por lo que son muy adecuadas para la activación de la lámpara de radiación UV-C. También presenta un control de cierre que brinda seguridad al usuario para que la luz UV no le genere lesiones. Los resultados que se obtuvieron fueron eficaces puesto que el empleo de luz ultravioleta tipo C, altera la composición de los ácidos nucleicos, rompiendo los enlaces de ADN y ARN de los virus, bacterias y microorganismos primitivos, por causa de la exposición de radiación con una longitud de onda pico de 254nm. Esta ruptura en el material del ADN o ARN evita que el microorganismo pueda replicarse. Es por ello que muestra una eficacia para la desinfección y esterilización de equipos

de protección personal médica (mascarillas, mandiles entre otros) de profesionales de la salud.

Palabras clave: Cámara electrónica, esterilización UV, protección médica, COVID 19

Abstract

The present research is of an applicative - experimental type whose objective was to design an electronic UV sterilization chamber for medical protection equipment against COVID19. This biomedical equipment has a PID control that is executed through the application of digital programming to control the UV lamp that emits Ultra Violet type C radiation. Within the power control design for the activation of the sterilization lamp UV, is considered a pulse provided by the Arduino Nano development board, as a result of the design of the PID controller of the preceding stage that activates a MOC3031 optocoupler composed of a light emitting diode and a triac that allows the enablement of loads with peak voltage from 250 to 400V, so they are very suitable for activating the UV-C radiation lamp. It also features a closure control that provides user safety so that UV light does not cause injury. The results obtained were effective since the use of type C ultraviolet light alters the composition of nucleic acids, breaking the DNA and RNA bonds of viruses, bacteria and primitive microorganisms, due to the

exposure of radiation with a 254nm peak wavelength. This break in the DNA or RNA material prevents the microorganism from replicating. Therefore, it shows an efficacy for the disinfection and sterilization of medical personal protective equipment (masks, aprons among others) of health professionals.

Keywords: *Electronic camera, UV sterilization, medical protection, COVID 19*

Introducción

La Ingeniería Biomédica ha desempeñado una función vital en el avance de la ingeniería y la ciencia médica, estos avances han favorecido notablemente al desarrollo tecnológico permitiendo un proceso de modernización biomédica. (Ogata et al., 1998) En la actualidad esta se muestra en apogeo por la pandemia que se está pasando a nivel mundial por el COVID 19 donde vemos muchas investigaciones que aportan en la prevención, diagnóstico y tratamiento de este virus. (Martínez Navarro, 1999) Así como también en la seguridad biológica hacia los trabajadores de la salud, con nuevos sistemas de control y de información desarrollados por equipos de investigaciones especializadas. Según la RM 268 – 2020 MINSa establece sugerencias para un correcto uso de mascarillas y respiradores por parte del personal de salud dentro de la lucha contra el COVID-19, de modo que se busca reducir el riesgo de contagio durante la atención de pacientes por parte del personal de salud (*Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en Salud - Ministerio de Salud, s. f.*); también analizando el “Manual de bioseguridad en laboratorios de ensayos, biomédicos y clínicos” del Instituto Nacional de Salud (INS) del Ministerio de Salud del Perú señala que el nivel de bioseguridad corresponde de acuerdo a los agentes biológicos que se manipulan, en este caso corresponde al nivel de seguridad II. (*Man-Ins-001 ed03 Bioseguridad_ IJL*

16_08_05.pdf, s. f.) Se sabe que los trabajadores del sector salud son los que desempeñan una labor importante en durante el control de la pandemia, debido a que se encuentran las 24 horas laborando en los diferentes hospitales, centros y puestos de salud donde utilizan un equipo de protección personal (mascarillas, mandiles y otros) esto para prevenir el contagio de los casos positivos encontrados en su centro de trabajo durante su atención, esto hace que se requiera diariamente un equipo de protección personal nuevo o desinfectado y esterilizado para ser utilizado nuevamente es por ello que en esta investigación se realizó un diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el COVID19 para que mantenga la seguridad biológica hacia el trabajador, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) no se debe utilizar los UV para la desinfección de manos u otras partes de la piel del ser humano; pero sí para el caso de materiales biomédicos dependiendo del tipo de UV. (Zhou & Zhong, 2020). El diseño que se expone contiene un sistema de circulación de aire constante utilizando un control PID para tener un flujo de aire estable como también un control de modulación PWM con tiempo de esterilización por Rayos Ultra-Violeta – C. (Creus Solé, 2011) Este tipo de rayos, altera la composición de los ácidos nucleicos de virus y bacterias como consecuencia de su exposición a longitudes de onda alrededor de 254nm. Al aplicarse a estos patógenos tienen la capacidad de fragmentar los enlaces de ADN o ARN, por lo que la información genética se rompe y pierde la función de replicación. («La Desinfección y Esterilización con Luz Ultravioleta», 2017) Así, se fundamenta el valor durante la propagación de la pandemia COVID19 del desarrollo de este diseño para la eliminación del virus en los elementos de protección del personal de la salud.

Radiación UV- C

Para la etapa de radiación UV, se ha empleado una lámpara Osram Puritec – HNS 15W, empleada por su alto rendimiento de radiación UV, con irradiación de longitudes de onda entre 200 y 280nm y radiación pico de ondas de 253,7nm correspondiente a la radiación UV tipo C. Estas características de la lámpara empleada poseen una acción

germicida que matan o neutralizan la acción de virus, bacterias y otros microorganismos primitivos, por lo que se utiliza principalmente en la esterilización de superficies y ambientes locales médicos, farmacéuticos e industria alimentaria. Es importante resaltar que se debe evitar la exposición de ojos y piel a los efectos de la lámpara empleada pudiendo causar conjuntivitis o quemaduras en la piel.



Figura. 1 Lámpara de radiación UV-C. (Catálogo de OSRAM)

ESPECIFICACIÓN	VALOR
Fabricante	Osram
Modelo	HNS 15W
Voltaje	220V
Tiempo útil	8000h
Longitud de onda pico	253,7nm
Longitud de onda (rango)	200-280nm
Potencia nominal	15W
Longitud	451,6mm
Diámetro	26mm

Tabla 1. Especificaciones del ventilador empleado

La lámpara de radiación UV tipo C que se utiliza en el presente diseño cuenta con las características presentadas.

Metodología de Diseño

El diseño de la cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el COVID19 está conformado por la etapa de medición, etapa de procesamiento de información y la etapa de esterilización.

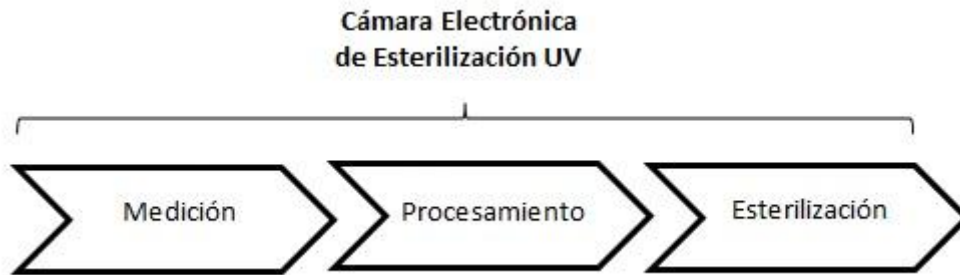


Figura 2. Diagrama de bloques del prototipo diseñado

1. Etapa de medición: Por medio de un codificador (encoder) se realiza la medición del flujo de aire, mediante un disco segmentado que se coloca en el eje de rotación de un ventilador de corriente continua, este disco permite que el sensor óptico ITR 8102 genere una señal que permitirá la medición de este parámetro.

2. Etapa de procesamiento de información: La etapa de procesamiento se realiza por medio de una placa de desarrollo Arduino Nano, operado por un microcontrolador Atmel Mega 328P de 8 bits. (Cavallo et al., 1996) Dentro del diseño de la etapa de procesamiento de la información se han incluido pulsadores normalmente abiertos (NA) que se disponen para el control del tiempo de funcionamiento del esterilizador UV, configuración del menú de funciones, puesta en marcha de la cámara de esterilización y reinicio de las opciones de configuración (Reset), todos los pulsadores empleados en el diseño, se encuentran conectados a la placa Arduino en configuración de resistencias pull-up como se observa en la figura 3.

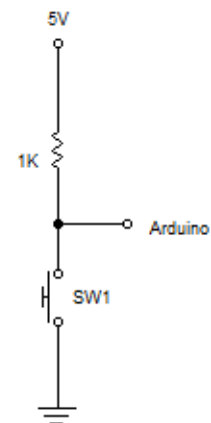


Figura. 3 Conexión de pulsadores de configuración

La configuración de resistencias en pull-up proporciona en la entrada niveles lógicos de 0 y 1 con corrientes promedio de 5mA. El control para el funcionamiento principal de la cámara de esterilización se empleó un control automático de tipo proporcional, integrativo y derivativo (PID), empleando el método de sintonización de Ziegler-Nichols para la obtención de los parámetros K_p , T_i y T_d .

3. Etapa de esterilización: La etapa de esterilización se compone de una sistema de control de potencia de para la ventilación del módulo y para el nivel de iluminación de la lámpara UV. Para el control de potencia de la etapa de ventilación se ha empleado un ventilador DC de 12 voltios, que recibe un pulso de la placa de desarrollo Arduino, el cual es programable mediante modulación por ancho de pulso (PWM), por medio de un

transistor NPN modelo BD135. Este transistor soporta una corriente máxima de colector de 1.5A debido a que puede activar de forma efectiva el ventilador DC que tiene un consumo de energía de 140m como se muestra en el siguiente diagrama.

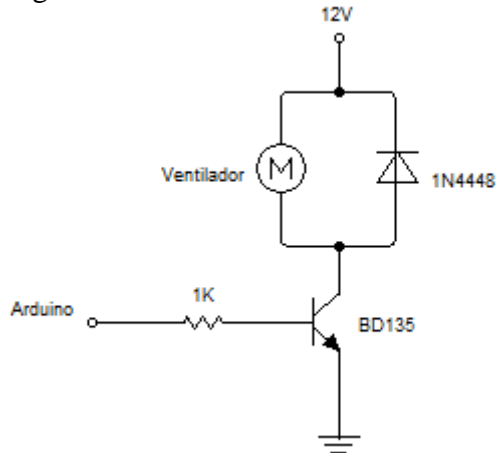


Figura 4. Control de potencia del sistema de ventilación

Dentro del diseño de control de potencia para la activación de la lámpara de esterilización UV, se considera un pulso proporcionado por la placa de desarrollo arduino, como resultado del diseño del controlador PID de la etapa precedente que activa un optoacoplador MOC3031 compuesto por un diodo emisor de luz y un triac que permite la habilitación de cargas con voltaje pico de 250 a 400V, por lo que son muy adecuadas para la activación de la lámpara de radiación UV-C. Este optoacoplador a su vez permite la activación de un triac de potencia conectado en una configuración tipo cascada empleando la característica de cruce por cero (zero crossing) del optoacoplador empleado en el diseño.

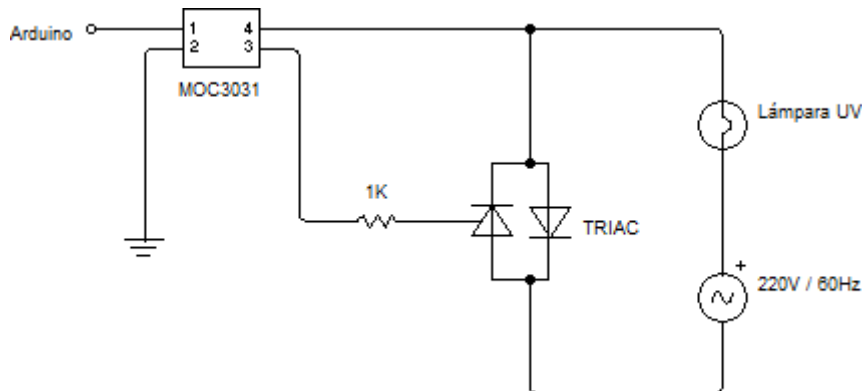


Figura 5. Control de potencia del sistema de esterilización

Diseño de hardware

Para el diseño del esterilizador electrónico, se ha considerado la fabricación de una cámara con dimensiones de 60cm de ancho, 50cm de altura, 30cm de profundidad en la parte superior y 40cm de profundidad en la parte inferior.

La parte frontal del módulo cuenta con un panel de visualización de la operación que se está ejecutando, junto a los botones de operación y puesta en marcha de la cámara de esterilización. En la parte superior interna

de la cámara se ubica la lámpara de radiación UV y el ventilador para movilizar el aire en interior, además de la parte electrónica de medición, control y potencia.

El módulo además cuenta con una puerta frontal cerrada de forma hermética que permite la apertura del módulo y la colocación de los equipos de protección médica que se emplean en la actualidad para la lucha contra el COVID19. Estos pueden ser mascarillas, protectores faciales, gorros y mandiles entre otros.

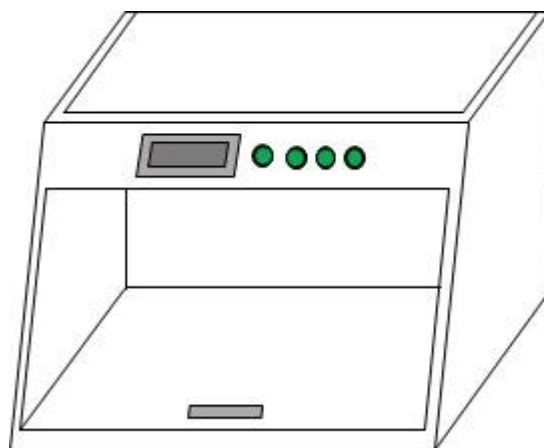


Figura 6. Diseño de la cámara de esterilización electrónica



Figura 7. Panel de control de la cámara de esterilización

Conclusiones

En el proyecto se desarrolló un programa de control PID, control del actuador UV, iluminación con el lenguaje propio de la placa de desarrollo Arduino, que es una variación del lenguaje C. Desde el punto de vista analítico el modelo de control, se obtiene mediante el cálculo matemático de la variable del sistema con la utilización de estrategias de control clásicas, siendo utilizado para este proceso un controlador PID. Además cabe señalar que la estructura PID, está sintonizada mediante los parámetros K_p , T_i y T_d obtenidos mediante el método planteado por Ziegler y Nichols, dentro de un conjunto de métodos también aplicables que se pueden adoptar de acuerdo la aplicación ejecutada. Desde el punto de vista experimental, la optimización del proceso, se obtiene mediante la programación de consignas en la placa de desarrollo Arduino, específicamente en el microcontrolador Atmel Mega 318P. En la actualidad los controladores son automáticos, el uso del control manual en cualquier proceso ha ido

aminorando, pues la precisión es menor. El equipo diseñado tiene un menor consumo de energía eléctrica ya que se utiliza un ventilador de baja potencia pero de mucha eficiencia para el trabajo. Finalmente se demuestra la eficacia de la cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica (mascarillas, mandiles y otros) y que puede ser utilizada en cualquier centro de salud, lo que aporta en la prevención de contagio de COVID 19.

Agradecimientos

Se agradece de manera especial al Ing. Uriel Quispe Cosi. Jefe del área de Equipos Biomédico del Hospital Carlos Monge Medrano- Juliaca, Perú, por dejar permitir a desarrollar las pruebas del diseño.

Agradecer a Dios por su amor y por dejar que continuemos desarrollando investigaciones que aportan en estos momentos de incertidumbre mundial, dados por el COVID 19, esperando que mejore día a día y el mundo sea mejor que antes.

Financiamiento

En el artículo fue financiado por los autores.

Conflictos de interés

Los autores del presente artículo no presentan conflictos de intereses. Estos declarados por el uso de la ficha de la editorial RPMESP (Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública).

Correspondencia

Oscar Mauricio Flores López
Jirón Cali 108, Juliaca. Perú
e-mail: ehkimosis@hotmail.com

Sobre los autores

Oscar Mauricio Flores López
<https://orcid.org/0000-0002-0527-5551>



Ingeniero Electrónico. Magíster en Educación con Mención en Investigación y Docencia en Educación Superior. Diplomado en Internet de las Cosas (IoT) por la Secretaría de Educación Pública (México). Pasantía de docencia Universidad Gävle – Suecia (HIG).

Yaneth Carol Larico Apaza
<https://orcid.org/0000-0001-6889-2234>



Cirujano Dentista. Licenciada en Educación. Doctor en Salud Pública. Magíster en Educación Mención Investigación. Docente en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Hospital Antonio Barrio Nuevo. Perú.

Referencias bibliográficas

DIGERD :. *Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en Salud - Ministerio de Salud*. (s. f.). Recuperado 14 de agosto de 2020, de <https://www.minsa.gob.pe/digerd/op=3>

Cavallo, A., Setola, R., & Vasca, F. (1996). *Using MATLAB, SIMULINK, and Control Toolbox: A practical approach*. Prentice Hall.

Creus Solé, A. (2011). *Instrumentación industrial [recurso electrónico]*. Alfaomega.

MAN-INS-001 Ed03 BIOSEGURIDAD_ IJL 16_08_05.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de agosto de 2020, de https://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/normatividad/norref/MAN-INS-001%20Ed03%20BIOSEGURIDAD_%20IJL%2016_08_05.pdf

Martínez Navarro, F. (1999). *Salud pública*. McGraw-Hill interamericana.

Ogata, K., Martinez Sarmiento, M. A., & Rodriguez Ramirez, F. (1998). *Ingeniería de control moderna*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Zhou, W., & Zhong, N. (2020). *The Coronavirus prevention handbook: 101 science-based tips that could save your life*.