

Automatic Biosafety System Post Pandemic COVID-19 for Measurement of Temperature and disinfection at Recurring Establishments

Brigitte-V Oviedo, BSE.¹, Edward-W Mori, BSE¹, Eliseo Zarate-Perez, Ph. D Student¹, Cecilia Cornejo-Carbajal, M.Sc.¹
¹Universidad Privada del Norte (UPN), 15314 Los Olivos, Perú, n00180941@upn.pe, n00113143@upn.pe,
eliseo.zarate@upn.edu.pe, cecilia.cornejo@upn.edu.pe

Abstract– Avoiding a resurgence of the COVID-19 virus is essential to minimize any risk of new infections in the population. Therefore, the objective of this research is to design an automatic temperature measurement and disinfection system as part of the biosafety protocols, to serve highly recurrent public and private establishments. The device is made up of two systems: the body temperature meter and the alcohol or disinfectant gel sprayer. The device design is done in Autodesk Inventor software, and the graphical interface of the system is developed in MATLAB software. The results determine that the temperature measurement data is displayed through a graphical interface, allowing, or preventing entry through an oscillating barrier.

Keywords- Temperature measurement, alcohol spray, post-pandemic measures, COVID-19.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.266>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Sistema Automático de Bioseguridad Post Pandemia COVID-19 para Medición de Temperatura y desinfección en Establecimientos Recurrentes

Brigitte-V Oviedo, BSE¹, Edward-W Mori, BSE¹, Eliseo Zarate-Perez, Ph. D Student¹, Cecilia Cornejo-Carbajal, M.Sc.¹
¹Universidad Privada del Norte (UPN), 15314 Los Olivos, Perú, n00180941@upn.pe, n00113143@upn.pe,
eliseo.zarate@upn.edu.pe, cecilia.cornejo@upn.edu.pe

Resumen– Evitar un rebrote del virus COVID-19 es fundamental para minimizar cualquier riesgo de nuevos contagios en la población. Por ello, la presente investigación tiene como objetivo diseñar un sistema automático de medición de temperatura y desinfección como parte de los protocolos de bioseguridad, para atender a los establecimientos públicos y privados muy recurrentes. El dispositivo está conformado por dos sistemas: el medidor de temperatura corporal y el rociador de alcohol o gel desinfectante. El diseño del dispositivo se realiza en el software Autodesk Inventor, y la interfaz gráfica del sistema se desarrolla en el software MATLAB. Los resultados determinan que los datos de medición de temperatura se visualizan a través de una interfaz gráfica, permitiendo o impidiendo el ingreso por medio de una barrera oscilante.

Palabras clave-- Medición de temperatura, rociador de alcohol, medidas de postpandemia, COVID-19.

I. INTRODUCCIÓN

Para regresar a la rutina de nuestras vidas antes de la pandemia de la COVID-19, se debe implementar una cultura de desinfección a través de protocolos de bioseguridad. Estas medidas deben ser realizadas en todos los establecimientos públicos y privados en donde se aglomere una gran cantidad de personas [1]. Por ello, el uso de la tecnología podría resolver problemas importantes, más aún cuando se presentan situaciones difíciles en el mundo, como la actual crisis sanitaria causada por la COVID-19. En consecuencia, una de las preocupaciones por parte de los ciudadanos, autoridades y emprendedores es el incremento de contagios por el virus que obliga a tomar medidas de bioseguridad para protegerse de la pandemia [2].

La aplicación de los sistemas automatizados dentro de los establecimientos es esencial hoy en día; ya que además de ser un instrumento primordial al cuidado e higiene de las manos, también ayuda a prevenir la propagación de bacterias y virus infecciosos. Además de que no solo funcionará para la actual pandemia, sino que seguirá siendo útil después de ella, ya que la sanitización de personas reducirá la carga de microorganismos [3]. La toma de temperatura corporal en las personas a causa de la COVID-19, solo se realiza al ingresar a establecimientos con alto índice de aglomeración de personas, con el fin de mantener un control y prevenir el aumento de contagios. Con el uso de la tecnología podemos tener información en tiempo real [4]. Por ende, un sistema de medición de temperatura corporal como medida de prevención

es muy importante. De igual manera, el uso de un sistema de desinfección de manos con alcohol y/o gel desinfectante es fundamental y necesario en todos los establecimientos, ya que está comprobado que estas soluciones ayudan a eliminar el virus en su mayoría en un 99,9 %. Con esto se pretende reducir el potencial contaminante infeccioso viral que esté presente sobre las manos de la persona que ingresan a los recintos [5].

El Síndrome Agudo Respiratorio Grave (SARS) es un virus que ocasiona graves problemas respiratorios incluso provoca la muerte del portador. Este virus llegó a finales del año 2002 a China y se extendió por 26 países contagiando a 8000 personas de las cuales 774 murieron por complicaciones. A finales del año 2019 apareció un nuevo virus SARS COVID-19 perteneciente a esta misma familia. Este hecho fue localizado en la ciudad de Wuhan – China, ocasionando miles de contagios y muertes, expandiéndose por todo el mundo. El virus es de rápida propagación y contagio a diferencia de los anteriores. Esto ocasionó la paralización y cierre de miles de comercios y establecimientos públicos y privados en todo el globo, debido a las medidas de restricción para reducir la tasa de contagios [6].

Según lo informado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el coronavirus (SARS-CoV2) se transmite también de forma indirecta (depositada en objetos) por medio de gotículas de aerosol que son arrojadas por la persona al toser, estornudar o hablar. Las gotículas grandes se depositan en el aire causando la contaminación de los objetos que se encuentran en espacios cerrados [7]. Se descubrió que estas gotículas pueden mantenerse suspendidas en el ambiente hasta aproximadamente 1 hora con 20 minutos. Se demostró a través de ensayos el tiempo de duración de 3 horas del virus en el aire, de 24 horas en cartón y 2 o 3 días en plásticos y aceros inoxidable.

Cuando una persona contagiada tose o estornuda y sin el uso de una adecuada protección, las gotitas que desprenden caen y se alojan en cualquier superficie, incluso hasta en el suelo, a partir de estos elementos se transmite de manera indirecta por tocar la mano u objetos contaminados y luego tocarse el rostro sin el debido aseo adecuado. Considerando que los establecimientos públicos como restaurantes, tiendas, colegios, y centros comerciales, etc., son muy concurridos por grandes cantidades de personas, estas se convierten en fuentes de contagio, estos lugares deben tomar medidas preventivas

para evitar el ingreso de estos patógenos en sus instalaciones [8].

Actualmente, la mayoría de los locales comerciales o establecimientos públicos peruanos no cuentan con un proceso automático de medición de temperatura corporal y desinfección de manos, por lo que es necesario desarrollar un sistema que permita realizar dichas funciones [2]. La cuestión es ¿cómo podríamos brindar una solución ante la falta de sistemas automatizados de desinfección para la postpandemia en los establecimientos públicos y privados? Dando respuesta a esta interrogante, se plantea el diseño de un sistema automatizado que contribuya con los protocolos de bioseguridad, como instrumento de desinfección que sea capaz de medir la temperatura corporal, desinfecte manos y permita o impida el paso de personas a los establecimientos públicos y privados.

El desarrollo del sistema tiene como finalidad la búsqueda de una solución que permita eliminar los riesgos de contagio entre personas que asisten a establecimientos públicos o privados. Este desarrollo no solo está pensado en la medición de la temperatura corporal, sino también en la entrega de un gel desinfectante de manos a los asistentes cumpliendo con los protocolos de bioseguridad establecidos por el Estado peruano. También, se busca contribuir con el cuidado de la salud de los clientes. De esta manera se evita esparcir el virus entre la población, ya que se presenta como una nueva alternativa en cuanto al tema de desinfección contribuyendo como una posible solución para disminuir los índices de contagio a corto y largo plazo.

Con la finalidad de contribuir con el hallazgo de una solución que contribuya contra el virus de la COVID-19, se diseñó un sistema automático de medición de temperatura y desinfección de manos que estén implementados en una barrera oscilante, permitiendo o impidiendo el ingreso de una persona con síntomas de contagio a los establecimientos. La temperatura corporal adecuada de una persona oscila entre los 36.5°C y los 37.5°C, si este valor de la temperatura corporal se ve aumentado indica la presencia de fiebre por lo tanto indicio de enfermedad [9]. Este diseño brindará un gran beneficio a los establecimientos que no cuenten con un alto presupuesto, así como a aquellos lugares alejados en zonas rurales. El desarrollo del sistema podría aportar de forma positiva a los colegios, las municipalidades, etc.

II. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada para este proyecto está basada en el Nivel de Madurez Tecnológica Cuatro (NMTC), esta se respalda en la validación de las pruebas que se realizan a cada componente por medio de un entorno de simulación o laboratorio virtual, en esta parte se anexaron componentes fundamentales o que carecen de algún tipo de tecnología, comprobando su funcionamiento en conjunto con la finalidad de determinar el potencial de su operatividad. Se utilizó un software de modelamiento paramétrico de sólidos en 3D CAD llamado Autodesk Inventor versión 2021, con esta herramienta se desarrolló el diseño de la estructura mecánica del sistema automatizado de desinfección. Por otro lado, se hizo uso del software de cálculo numérico Matlab, el cual, a su vez, sirvió

para realizar la interfaz gráfica donde se observan los valores arrojados por el sensor de temperatura. De igual manera, esta herramienta nos permitió desarrollar el lenguaje de programación para el funcionamiento del sistema automatizado de desinfección. Finalmente, para la selección de dicho software, se realizó una búsqueda de distintos programas de desarrollo de código, los cuales se evaluaron en características técnicas para seleccionar el adecuado.

A. Herramientas utilizadas

1) *Autodesk Inventor*: Es un software de modelamiento paramétrico de sólidos en 3D CAD (*Computer Aided Designer*) para diseños de ingeniería. Además, proporciona herramientas específicas para el acotado, diseño mecánico, visualización, simulación y documentación de piezas en 3D y permiten la simulación en condiciones reales [10]. Con esta herramienta, se desarrolló el diseño preciso de la estructura mecánica según las medidas establecidas y luego se usaron distintos tipos de simulación para comprobar el correcto funcionamiento de cada parte ensamblada y se realizaron pruebas de resistencia a la fricción y soporte de cargas. De igual manera, se permitió analizar el comportamiento tanto interno como externo de la estructura, y ayudó a comprender el funcionamiento del sistema, lo que permitió la mejora del diseño, obteniendo resultados óptimos en muy poco tiempo [11].

2) *MATLAB*: Es el nombre abreviado de “*MATrix LABORatory*”. Es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Matlab es un lenguaje de alto rendimiento para cálculos técnicos, y es al mismo tiempo un entorno y un lenguaje de programación [12]. Además, de su IDE y ser su propio lenguaje de programación, la potencia de Matlab y la utilidad que tiene en los distintos campos de la ciencia ratifican que no es una aplicación que trabaje totalmente sola, ya que sus funciones se han ido completando y ampliando continuamente [13]. Teniendo en cuenta las características de este programa, es que se utilizó para desarrollar la interfaz gráfica del panel de control, en este se podrán observar los resultados obtenidos por el sistema de medición de temperatura corporal. Estos datos son enviados al sistema de acceso de personas, el cual se encarga de permitir o impedir el ingreso por medio de una barrera oscilante. También, se desarrolló el código de programación para el sistema de medición de temperatura. Se establecieron parámetros con valores numéricos, si el sensor lee una temperatura que va desde los 35°C a 37°C, se activará la entrada, pero si la temperatura es igual o mayor a 38°C, no se activará el ingreso.

B. Programación en Matlab

Se utilizó el software Matlab para la elaboración del algoritmo, interfaz gráfica y la programación del sistema automatizado de desinfección, ya que esta herramienta es muy versátil y confiable a la hora de generar el código, y es muy compatible con muchos sistemas. Luego de haber seleccionado este software, se realizaron las configuraciones necesarias para el correcto funcionamiento de la programación estipulada para la parte encargada de tomar la temperatura corporal y la

desinfección (Fig. 1). Por último, se describe la parte encargada de permitir o impedir el ingreso de las personas por medio de una barra oscilante. A continuación, se muestra el diagrama de flujo donde se aprecia el funcionamiento y el control del sistema (Fig. 2).

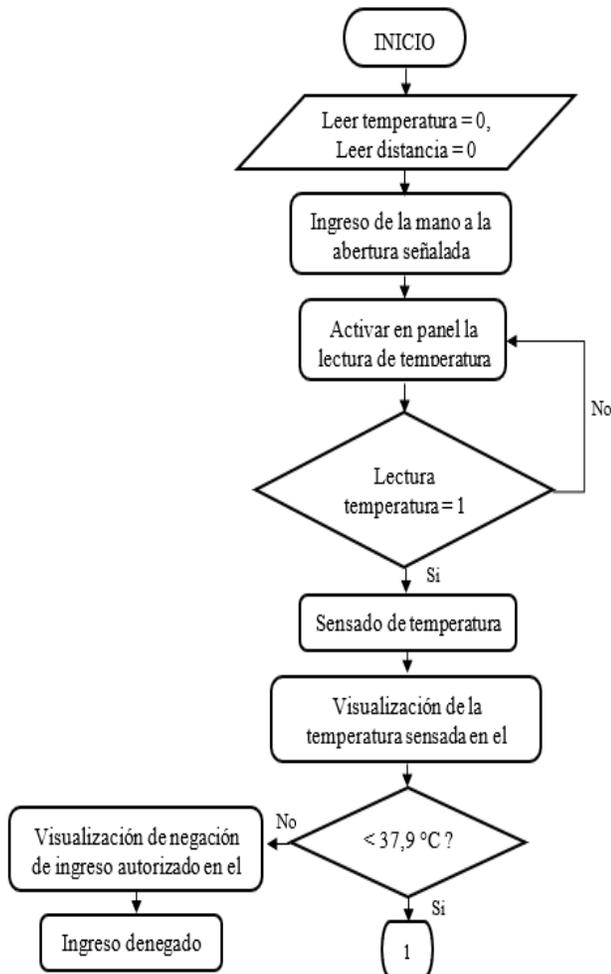


Fig. 1 Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema automatizado de desinfección (i).

C. Materiales y tecnologías desarrolladas

1) *Sensor de temperatura:* Estos sensores también son conocidos como detectores de calor o sondas térmicas. Los termistores PTC se encargan de señalar un aumento de la temperatura con mayor resistencia. Los termistores NTC se encargan de señalar el aumento de la temperatura con una reducción de la resistencia basándose en óxidos de metales o semiconductores[6]. Este sistema tomará la temperatura corporal de la muñeca de la persona y luego lo comparará con los valores establecidos en la programación. Si los valores van desde los 35°C hasta los 37°C, aparecerá en la interfaz gráfica que los valores son los correctos y se permitirá el acceso, pero si se visualiza que la temperatura es cercana, igual o mayor a 38°C, no se permitirá el ingreso de la persona.

2) *Sensor de proximidad:* Están diseñados, especialmente, para la detección, clasificación y posicionamiento de objetos; la detección de formas, de colores

y las diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida[14]. El sensor de proximidad está instalado en una abertura o caja, donde se introducirá la mano de la persona, una vez que el sensor haya detectado la presencia de un objeto, este procederá a rociar el agente desinfectante en un tiempo prudente, siempre y cuando la información enviada por el sistema de medición de temperatura haya sido la correcta, de lo contrario no se activará el sistema de desinfección.

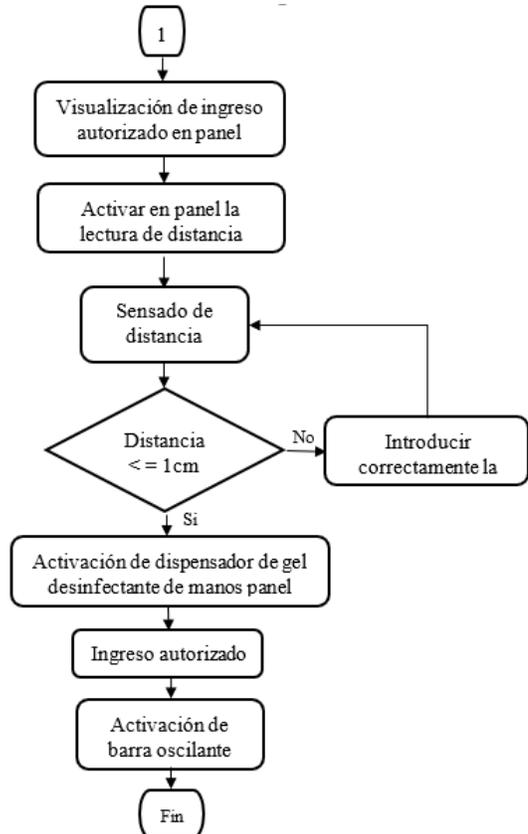


Fig. 2 Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema automatizado de desinfección (ii).

3) *Temperatura corporal:* Cumple un papel fundamental en cada persona, dado que un humano responde a modulaciones en el nivel de la temperatura con respuestas voluntarias. La temperatura corporal es el resultado de la producción y eliminación de calor que el cuerpo realiza para mantener equilibrado sus niveles normales. El aumento de la temperatura corporal se debe a la alteración de la termorregulación del hipotálamo debido a la acción causada por sustancias extrañas como los virus (virus de la COVID-19) y la respuesta de las citosinas secretadas por las células de inmunidad del cuerpo al momento de combatir a las sustancias invasoras [15].

Para que se considere fiebre, se debe superar la temperatura máxima considerada “normal”. La temperatura

corporal normal de una persona sana entre los 18 y 40 años debe estar comprendida entre los 36'4°C y 37'2°C, aunque hay personas que pueden tener una temperatura corporal menor (en torno a los 35'8°C). Se considera fiebre una temperatura superior a 37'2°C por la mañana. Se considera fiebre a una temperatura superior a 37'7°C por la tarde. Hay una diferencia entre décimas de fiebre que se denomina febrícula (hasta 37'5°C), fiebre (a partir de 38°C) y fiebre de urgencia (a partir de 40°C)[16].

4) *Protocolo de bioseguridad*: Es el comportamiento y medidas preventivas frente a microorganismos potencialmente patógenos, con la intención de reducir los riesgos de infección siguiendo una serie de procedimientos dentro de las instituciones y establecimientos [17]. Un protocolo está vinculado a la cultura de prevención, en donde cada establecimiento dicta los procedimientos que garanticen la seguridad de las personas para mitigar el contagio mediante la implementación de sistemas desinfectantes [18].

5) *Sistema de aspersión*: Se trata de la Administración adecuada del agua a través de válvulas que regulan el uso y eficiente distribución del líquido elemento, siendo está un método de riego en el cual se simula a la lluvia[19].

6) *Alcohol desinfectante para la Covid-19*: Los más utilizados son el alcohol etílico (etanol) y el alcohol isopropílico (isopropanol), ya que ambos son solubles con agua. La concentración del alcohol es importante, ya que menos a un 70% su eficacia disminuye por la fácil disolución y es usado para la desinfección de manos. Por encima del 96% también se reduce su efecto debido al bajo porcentaje de agua, no favorece a la penetración del etanol en el coronavirus. Este es usado para la desinfección de superficies [20].

III. RESULTADOS

A. Diseño del panel de control

Para la primera parte de la programación se tuvo en consideración el diseño de un panel de control simple e interactivo, en el cual se podría visualizar la lectura de temperatura obtenida y dos pulsadores. Uno de ellos se empleó para verificar si la temperatura censada es la adecuada, de esa forma se indicará dentro del panel si es una temperatura permitida. El otro dispositivo es para la activación de la barrera oscilante para permitir el paso del cliente.

Dentro del código de programación en la función *pushbutton1_Callback*, se introduce los comandos que se ejecute una vez presionado el botón “leer temperatura”, dentro de esta función se va a visualizar dos líneas importantes, donde *get(handles.edit1,'String')* se encargará de recibir los datos obtenidos por el sensor, y *set(handles.text7,'String', texto)* se encargará de mostrar en el panel de control.

Una vez que se haya realizado la lectura de temperatura, se presentará una condición para que, dependiendo de la temperatura obtenida, se pueda visualizar si está o no permitido el ingreso al usuario. A continuación, si la temperatura es mayor a la permitida, no se podrá accionar el botón “entrada”, esto se podrá visualizar en la condición realizada dentro de la función *pushbutton2_Callback*. Sin

embargo, si la temperatura es la permitida, entonces se podrá activar dicho pulsador y de ese modo se permitirá el ingreso del cliente.



Fig. 3 Panel de control activo, cuando la temperatura es menos a 37,3°C.

Inclusive, cuando el cliente introduzca su mano en la abertura del sistema, por tema de desgaste en el sensor y ahorro de memoria para lectura de datos, solo se comenzará a recibir el dato de temperatura del usuario cuando el pulsador “leer temperatura” sea accionado, caso contrario no recibirá ninguna señal nuestro programa.



Fig. 4 Panel de control activo, cuando la temperatura es mayor a 37,3°C.

B. Diseño del sistema con Inventor

Para desarrollar la estructura se utilizó un software de tipo CAD de modelamiento paramétrico de sólidos en 3D llamado Autodesk Inventor versión 2021.

1. Barrera oscilante ensamblada

Como se puede visualizar en la Fig. 5 y 6, dicho sistema contará con una abertura en donde se encontrarán los dos tipos de sensores mencionados con anterioridad, entre ellos el de temperatura que se encontrará instalado cerca de la abertura ubicada al lado izquierdo del sistema y el de distancia, que calculará el momento en el cual se va a dispensar el gel

antibacterial, de acuerdo con la distancia de la mano introducida en la abertura.



Fig. 5 Sistema mecánico cuando esta denegado el acceso.



Fig. 6 Sistema mecánico cuando esta denegado el acceso.

2. *Pieza 1: base de acero inoxidable derecha*

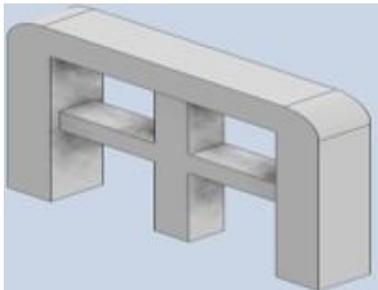


Fig. 7 Base derecha de acero inoxidable.

3. *Pieza 2: base izquierda con sistema de desinfección*

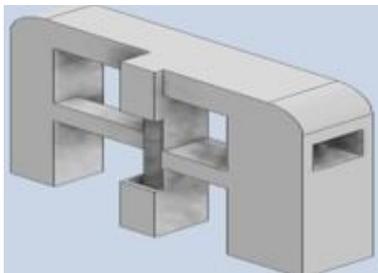


Fig. 8 Base izquierda con sistema de desinfección.

4. *Pieza 3. Barrera oscilante*

El material utilizado en el diseño de la estructura es un acero inoxidable, el cual es resistente al clima y dado que se utilizará un líquido desinfectante este debe ser resistente a la corrosión y a la oxidación. Además, es un material que brinda una larga vida útil y es de peso liviano.

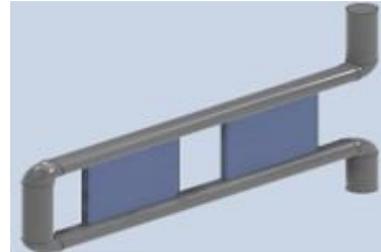


Fig. 9 Barrera oscilante de acero inoxidable.

5. *Plano pieza 1*

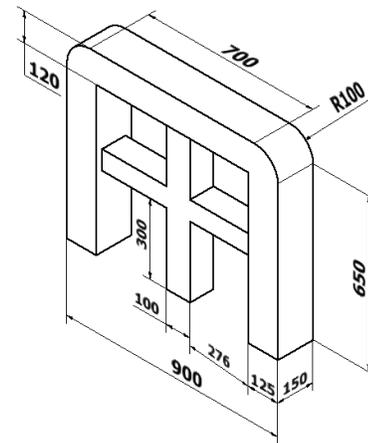


Fig. 10 Plano pieza 1: base derecha.

6. *Plano pieza 2*

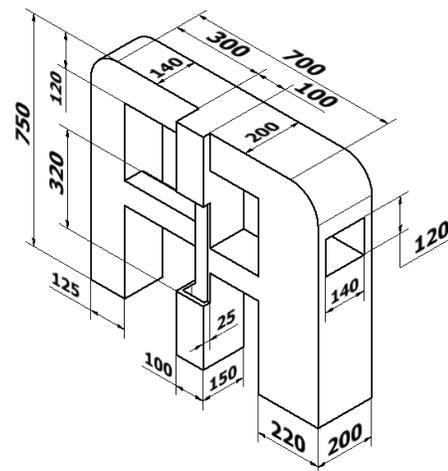


Fig. 11 Plano pieza 2: base izquierda.

7. *Plano pieza 3*

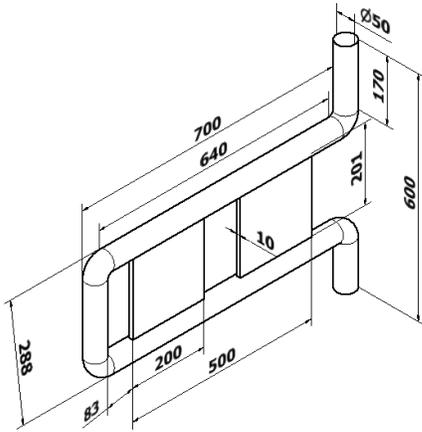


Fig. 12 Plano pieza 3: barrera oscilante.

C. Código de programación

A continuación, se muestra el código de programación realizado en el software de Matlab, con el cual se realizó el funcionamiento del sistema automatizado de desinfección. Este será el encargado de analizar las temperaturas corporales de cada persona y las comparará con las que se establezcan en la programación del panel de control.

TABLA I
COÓDIGO DE PROGRAMACIÓN EN MATLAB

MATLAB coder
<pre> funcion pushbutton1_Callback(hObject,eventdata,handles) %lectura de la entrada texto = get(handles.edit1,'String'); %muestra de la entrada set(handles.text7,'String',texto); texto1 = str2double(texto)%Conversion a numero led1 = 0 %creando la variable local para la lampara %condicion de la lectura de temperatura if texto1>37.3 set(handles.text8,'String','No puede entrar'); set(handles.text10,'String','No permitido'); led1 = 0 %Cambiando la señal de entrada de la lampara else set(handles.text8,'String','Puede entrar'); led1 = 1 %Cambiando la señal de entrada de la lampara end global led_entrada %declarando una variable global led entrada = led1 %encendido de led funcion pushbutton2_callback(hObject, eventdata, handles) global led_entrada set(handles.text10,'String','Activo'); if led_entrada == 1 </pre>

D. Selección del software

TABLA II
CARACTERÍSTICAS PARA LA SELECCIÓN DEL SOFTWARE

Calidad del Producto de Software				
Características	Subcaracterísticas	Python	Matlab	Java
Funcionalidad	Complejidad	4	5	4
	Corrección	3	4	3
	Idoneidad	4	5	4
Rendimiento	Comportamiento en el tiempo	4	4	4
	Utilización de recursos	4	5	4
Compatibilidad	Coexistencia	4	4	0
	Interoperabilidad	4	4	4
Usabilidad	Inteligibilidad	4	5	4
	Aprendizaje	5	4	4
	Operabilidad	4	5	4
	Protección a errores de usuario	4	4	3
	Atractividad	5	4	3
fiabilidad	Accesibilidad	3	5	3
	Madurez	3	4	3
	Disponibilidad	4	5	4
Seguridad	Tolerancia a fallos	3	4	3
	Capacidad de recuperación	4	4	4
	Confidencialidad	4	4	4
	Integridad	4	4	4
Mantenibilidad	No repudio	4	4	4
	Autenticidad	4	4	4
	Responsabilidad	4	5	4
	Modularidad	4	4	3
	Reusabilidad	3	4	3
Portabilidad	Analizabilidad	4	4	3
	Cambiabilidad	4	4	4
	Capacidad de ser probado	4	5	4
Calidad en uso	Adaptabilidad	4	5	4
	Facilidad de instalación	4	5	3
Característica	Intercambiabilidad	4	4	3
	Efectividad	4	4	4
Productividad	Productividad	4	5	4
	Riesgo de daño económico	4	4	4
	Riesgo de salud	4	4	4
Seguridad	Riesgo ambiental	4	5	4
	Cumplimiento del propósito	4	5	4
	Confianza	4	5	4
Satisfacción	Placer	4	4	3
	Confort	4	5	4
	Flexibilidad	3	5	4
Contexto de uso	Cumplimiento de contextos de uso	4	5	4
	TOTAL	160	183	148
Nota:	Las calificaciones de desempeño y funcionalidad están orientadas a la funcionalidad del software en evaluación al modelado y control de procesos, y a que este tenga Toolbox o librerías para el modelado e identificación.			

Para la selección del software de programación que más se adecue al cumplimiento de los requisitos de este sistema automatizado de desinfección, se hizo una búsqueda de

distintos programas especializados en el desarrollo de códigos de programación. Se realizó una tabla comparativa de cada una de las características más importantes de cada herramienta virtual. En la tabla II, se muestra la comparativa de los softwares de programación [6].

De los distintos softwares mostrados, para el estudio de fiabilidad se tomó en consideración 15 características de cada uno de ellos, los cuales cuentan con 41 subcaracterísticas teniendo en cuenta el factor económico, facilidad de uso, operacionalidad y programación. Además, se consideró 5 como el máximo puntaje que se puede otorgar a cada subcaracterística, de este modo el máximo valor que se puede obtener es de 205 puntos en la evaluación de desempeño. Con un 89.3% de fiabilidad, MATLAB se posiciona como la mejor opción, lo que indica que cuenta con mejores características a comparación del resto de softwares mencionados en la tabla.

IV. CONCLUSIONES

Al diseñar un sistema de medición de temperatura y rociador de gel o alcohol desinfectante que sea capaz de contribuir con la minimización del riesgo de posibles contagios entre los seres humanos, se demuestra el potencial que tiene la tecnología para combatir esta pandemia. Al igual, que este y otros proyectos similares plantean como objetivo brindamos opciones para cumplir con los protocolos de bioseguridad establecido por el gobierno peruano. El proyecto contribuirá con la etapa postpandemia.

Por último, se logró diseñar la estructura mecánica del sistema automatizado de desinfección por medio del software de diseño en 3D, Autodesk inventor 2021. También, se desarrolló la interfaz gráfica del panel de control y la programación correspondiente para el debido funcionamiento de los distintos sistemas que se encuentran operando en conjunto. Esto se desarrolló en el software de Matlab.

Este sistema automatizado de desinfección se instalará en las áreas de ingreso de los establecimientos, para que puedan cumplir de manera satisfactoria con su función. Así mismo, este proyecto no se desarrolló de manera física, ya que solo se basó en el diseño, pero servirá para futuras investigaciones. Porello, se deja evidencia de la documentación adecuada para su implementación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada del Norte (UPN) por el apoyo en parte del trabajo de investigación.

REFERENCIAS

[1] E. Zarate-Perez, R. Sebastián, and J. Grados, "Online Labs: A Perspective Based on Bibliometric Analysis," in *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education Caribbean Conference for Engineering and Technology: "Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development"* and "*Leveraging Emerging Technologies to Con*, 2021, vol. 2021-July. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.267.

[2] N. A. V. Gómez, M. A. P. Mancilla, and M. P. Bernal, "Diseño e implementación de una cabina automatizada para la desinfección de gotículas del virus SARS-CoV-2, controlada por un sistema incrustado," *Rev. SEXTANTE*, vol. 24, pp. 13–19, 2021.

[3] M. Calderon, E. Gutierrez, C. Cabezas, N. Reyes, and P. Caballero,

"Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad," in *Anales de la Facultad de Medicina*, 2020, vol. 81, no. 2, pp. 205–210.

[4] A. Solano Escorcia *et al.*, "Sistema de Control de Acceso basado en Hardware y Software Libre para la detección de potenciales infectados de COVID-19," 2021.

[5] A. L. GONZALEZ-MONZON, I. RUEDA-MEDINA, and L. PACHECO-ALVARADO, "Automated Sanitizing Tunnel Túnel Sanitizante automatizado".

[6] O. M. D. SUAREZ, "Estación interactiva de desinfección para ingreso a establecimientos," *Rev. Metal.*, vol. 1, no. 4, pp. 36–46, 2021.

[7] L. Huayanay, "Transmisión aérea en espacios cerrados del SARS-Cov-2," in *Anales de la Facultad de Medicina*, 2020, vol. 81, no. 3, pp. 342–347.

[8] G. Zhao, "Tomar medidas preventivas inmediatamente: evidencia de China sobre el COVID-19," *Gaceta Sanitaria*, vol. 34. SciELO Public Health, pp. 217–219, 2020.

[9] J. D. C. Medina and L. J. R. López, "Utilización de IoT en el diagnóstico temprano del Covid-19," *Desarro. E INNOVACIÓN EN Ing.*, p. 429, 2021.

[10] J. Q. Olguin, "Nivel de madurez tecnológico (TRL) de la tecnología de secado solar en México," *REIA*, vol. 4, pp. 65–69, 2018.

[11] C. S. Blanes, *Diseño mecánico con Autodesk Inventor paso a paso*. Editorial Club Universitario, 2011.

[12] E. E. Montijo-Valenzuela and M. P. M. Rubio, "Cálculo de esfuerzos mediante simulación con elementos finitos: una herramienta para implementarse en ingeniería," *Pro Sci. Rev. Prod. Ciencias e Invest.*, vol. 4, no. 34, pp. 70–78, 2020.

[13] H. A. Cardona, M. A. Burgos, J. W. González, I. A. Isaac, and G. J. López, "Aplicación en Matlab para la programación del despacho económico hidrotérmico," 2012.

[14] E. Rivera, G. Chavira, C. Ramírez, and Á. Ahumada, "Sistema para control de llenado de botellones".

[15] J. C. Sanchez, "Fiebre en pediatría," *Rev. Medica Sinerg.*, vol. 1, no. 2, pp. 15–18, 2016.

[16] Y. A. Picón-Jaimes, J. E. Orozco-Chinome, J. Molina-Franky, and M. P. Franky-Rojas, "Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia," *MedUNAB*, vol. 23, no. 1, pp. 118–130, 2020.

[17] R. I. H. Rangel, J. C. Navarro, Y. E. Arias, J. R. R. Iglesias, L. Herrera, and M. V. F. Baca, "Bioseguridad en laboratorios de diagnóstico molecular de SARS-CoV-2 (COVID-19) mediante RT-qPCR," *CienciaAmérica Rev. Divulg. científica la Univ. Tecnológica Indoamérica*, vol. 9, no. 2, pp. 207–226, 2020.

[18] A. del Pilar Espín-Arguello, "Impacto psicológico por necesidades de bioseguridad en profesionales de enfermería durante la pandemia covid-19," *Dominio las Ciencias*, vol. 6, no. 5, pp. 11–23, 2020.

[19] M. Biswal, R. Kanaujia, A. Angrup, P. Ray, and S. M. Singh, "Disinfection tunnels: potentially counterproductive in the context of a prolonged pandemic of COVID-19," *Public Health*, vol. 183, p. 48, 2020.

[20] F. I. de Prada Pérez de Azpeitia, "La química contra la transmisión del COVID-19: un recurso eficaz y didáctico," in *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2021, no. 2, pp. 132–143.