

ARTICLE HISTORY

Received 30 September 2020
Accepted 16 October 2020

Andrés Ganán
Scitech Lab
Departamento de investigación y
prototipos
Quito, Ecuador
andres.ganan@scitech-lab.com
<https://orcid.org/0000-0001-9781-6214>

Cristian Ganán
Scitech Lab
Departamento de investigación y
prototipos
Quito, Ecuador
cristian.ganan@scitech-lab.com
<https://orcid.org/0000-0002-5692-8495>

Robert Enríquez
Universidad Central del Ecuador
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Aplicadas, Carrera de Sistemas de
Información
Quito Ecuador
renriquez@uce.edu.ec

Uso de la tecnología
en Industria 4.0 para
apoyar en el combate
de la epidemia por
COVID-19 a través de
un dispensador para
higiene de las manos
usando dispositivos de
construcción local

*Use of Technology in
Industry 4.0 to support the
fight against the COVID-19
epidemic through a hand
hygiene dispenser using
locally built devices*

Uso de la Tecnología en Industria 4.0 para apoyar en el combate de la epidemia por COVID-19 a través de un dispensador para higiene de las manos usando dispositivos de construcción local

Use of Technology in Industry 4.0 to support the fight against the COVID-19 epidemic through a hand hygiene dispenser using locally built devices

Andrés Ganán

Scitech Lab
Departamento de
investigación y
prototipos
Quito, Ecuador
andres.ganan@scitech-
lab.com

Cristian Ganán

Scitech Lab
Departamento de
investigación y
prototipos
Quito, Ecuador
cristian.ganan@scitech-
lab.com

Robert Enríquez

Universidad Central del
Ecuador
Facultad de Ingeniería y
Ciencias Aplicadas
Carrera de Sistemas de
Información,
Quito Ecuador
renriquez@uce.edu.ec

Resumen — El surgimiento de la pandemia del COVID-19 generó una serie de problemas que debieron ser rápidamente resueltos sin contar con todos los recursos disponibles debido a las restricciones y las limitaciones impuestas. El trabajo presenta una innovación en el desarrollo de un prototipo que permite la desinfección de las manos por medio de líquidos que contienen alcohol sin la necesidad de que el usuario entre en contacto directo con el dispositivo, adaptado a la realidad ecuatoriana con partes que se pueden producir localmente. Se plantean los retos que se superaron para tener un prototipo funcional, incluyendo el diseño de los dispositivos de control y actuación que se escogieron para cumplir con los objetivos planteados, así como la estructura de control, incluyendo las recomendaciones para su correcto uso y las propuestas para la mejora del dispositivo mediante la utilización de los elementos del internet de las cosas (IoT).

Palabras clave — desinfección, dispensador automático, sensores y actuadores, manufactura aditiva

Abstract — The outbreak of COVID-19 pandemic promoted the existence of new issues. They should have been quickly solved. The solutions have been promoted without all the available resources because lockdown and several restrictions that were established. This paper proposes an innovative idea with the development to get a functional prototype. The prototype allows the sanitation of hands. This process is gathered employing liquids that have alcohol. The dispenser does not require the direct contact of the user with the prototype. This is adapted to Ecuadorian reality and could be produced with local parts. We present the challenges that were solved to have a product that complete works. It includes the design of sensing and actuation devices that are chosen to achieve the projected goals. The control structure and the recommendations for correct usage are also presented. Finally, the proposals to have a better prototype with internet of things (IoT) are introduced.

Keywords — sanitation, automatic dispenser, sensors and actuators, additive manufacturing

I. INTRODUCCIÓN

El lavado continuo y efectivo de las manos se ha mostrado como una forma muy simple y adecuada de controlar el esparcimiento de las infecciones, no solamente en ambientes controlados de tratamientos médicos, sino también en situaciones más cotidianas como en la preparación de alimentos, al ingresar en propiedades comerciales y/o de aglomeración. Para un correcto lavado y desinfección de las manos se requiere la utilización de líquidos que tienen las propiedades adecuadas para permitir la eliminación de los agentes infecciosos, acompañados de una correcta técnica de lavado de las manos [1][2].

Esta necesidad se hizo aún más relevante debido al apareamiento súbito del virus SARS-CoV2 causante de la enfermedad coronavirus 2019 (COVID-19), surgido en China. El COVID-19 tuvo una rápida propagación global que ha causado que grupos enteros de poblaciones deban cumplir con largos periodos de aislamiento para tratar de reducir su propagación. Este virus tiene efectos potencialmente mortales en el sistema respiratorio y otras consecuencias que aún se encuentran en investigación, causantes de gran cantidad de pérdidas humanas desde que la enfermedad surgió, sin que exista aún un tratamiento completamente probado o una forma de prevenir la mencionada afección, teniendo datos que para mediados de agosto de 2020 la cantidad de personas contagiadas alcanzó más de 21 millones de casos confirmadas. Otra preocupación para los países es el evitar una sobredemanda de los servicios hospitalarios [3][4].

Se han establecido diversos mecanismos con el fin de contener los contagios masivos, a lo que se le añaden medidas de cumplimiento obligatorio que incluye la correcta desinfección de superficies, el respeto al distanciamiento social, el uso de mascarilla y protectores, así como el continuo lavado de manos o colocación de alcohol o soluciones en gel para las manos. La colocación de este tipo de líquidos se volvió especialmente necesaria para permitir el acceso de las personas a centros de abastecimiento de víveres, medicinas y productos de primera necesidad. Para minimizar los riesgos de contagio se plantea el establecimiento de una estrategia en la que el contacto con superficies sea limitado o se reduzca al máximo la utilización de elementos que constantemente son tocadas por las personas incluyendo botones de ascensores, escaleras mecánicas, en las que el riesgo de contagio puede elevarse [5].

El rápido surgimiento de la pandemia del COVID-19 planteó necesidades urgentes a

cubrir, sabiendo que existieron varias barreras como son la escasez de los recursos disponibles, así como la falta de experiencias; permitió la adopción de una serie de tecnologías emergentes y disruptivas capaces de superar tales obstáculos, procurando siempre que el ingenio y la creatividad permitan la existencia de un entorno más seguro para continuar con las actividades cotidianas y productivas, sabiendo que las medidas de bioseguridad deberán ser atendidas durante tiempo indefinido hasta que la pandemia pueda ser controlada o exista una forma de generar inmunidad a la nueva enfermedad [6].

Aun sabiendo que las medidas de prevención del contagio en ambientes cerrados y espacios interiores, no mitigan por completo la posibilidad de contraer la enfermedad, es importante su implementación debido a que existe un número significativo de personas que no presentan ningún síntoma (asintomáticas) o que contrajeron la enfermedad en forma reciente. Tales medidas incluyen la higiene constante, la modificación de los espacios comerciales, así como las restricciones de ocupación de ambientes [7].

Los controles pueden incluir prácticas que son meramente administrativas y otras en las que la ingeniería y la tecnología son primordiales, dentro de las últimas se encuentra la implementación de estaciones y espacios que permiten el lavado e higiene de las manos y que también permiten la separación de elementos desinfectados de aquellos que han sido sometidos a procesos de limpieza, sabiendo que las manos tiene un rol representativo en la transmisión de enfermedades infecciosas, especialmente cuando se producen contactos cercanos con otras personas y objetos como pueden ser los mecanismos de apertura y cierre de puertas [7]. Según [8] uno de los métodos estandarizados para la eliminación de microorganismos consiste en la utilización de agentes desinfectantes basados en alcohol para las manos, esto debido a su eficiencia, aplicabilidad y tolerabilidad, teniendo pocos efectos adversos entre los que se incluye la resequeidad de las manos. Otras soluciones incluyen la utilización de medios de desinfección en aerosol, soluciones químicas con amonio cuaternario, por nombrar otra que pueden resultar dañinos al contacto directo con la piel.

Los mecanismos que se han desarrollado para dispensar líquidos que permiten la desinfección de las manos y la piel de los seres humanos incluyen el uso de un elemento de accionamiento del dispensador con el pie, donde

el movimiento del pie permite la obtención de la fuerza mecánica y por medio de otros elementos tal movimiento es transmitido para que el líquido sea entregado al usuario. Una de las grandes barreras de esta propuesta podría suponer el impedimento de utilización por parte de un servomotor que se activa en función de las líneas de código establecidas para la activación de un dispensador tradicional, reemplazando la manipulación directa con las manos del dispensador con el uso de sensores y actuadores. Uno de los problemas de esta aproximación es el tiempo requerido para obtener la respuesta deseada por parte de los actuadores, así como la posibilidad de que el elemento de actuación sufra daño físico debido al constante estrés mecánico al que está siendo sometido, limitando la cantidad de veces que se puede emplear el prototipo sin necesidad de una recalibración y mantenimiento [5].

Otro método que ha sido desarrollado involucra la utilización de microcontroladores con programación como son las tarjetas de desarrollo tipo Arduino, así como la utilización de un servomotor que se activa en función de las líneas de código establecidas para la activación de un dispensador tradicional, reemplazando la manipulación directa con las manos del dispensador con el uso de sensores y actuadores. Uno de los problemas de esta aproximación es el tiempo requerido para obtener la respuesta deseada por parte de los actuadores, así como la posibilidad de que el elemento de actuación sufra daño físico debido al constante estrés mecánico al que está siendo sometido, limitando la cantidad de veces que se puede emplear el prototipo sin necesidad de una recalibración y mantenimiento [5].

El trabajo documentado en [9] consiste en un conjunto de cuatro dispensadores que se colocan en conjunto con mecanismos de separación unos con otros formando una cruz donde en forma centralizada se presenta un depósito de líquido y un sistema de distribución que incluye válvulas solenoides, para un relleno autónomo de cada dispensador, cámaras digitales, sensores ultrasónicos, así como una estructura de control basado en microcontroladores que permiten que cada dispensador sea controlado en forma independiente y cuya activación depende de servomotores y mecanismos de piñones y cremalleras. Toda esta estructura está destinada para uso institucional y requiere una elevada inversión para ser implementada, aunque plantea propuestas relevantes como son la inclusión de una cámara para la supervisión de la higiene o la utilización de mecanismos hidráulicos de relleno del líquido a dispensar.

El prototipo propuesto en [10] emplea censado electrónico, una bomba de succión, microcontrolador y relés como elementos de activación, de tal forma que los elementos de actuación funcionen en forma rápida y precisa, conteniendo también señales de control de frecuencia elevada, en este caso los autores revisaron su funcionamiento durante el día completo sin tener problemas significativos en una semana, con un bajo consumo de energía, reduciendo el riesgo de contagio pero sabiendo

que ciertos elementos incrementan el costo de implementación del prototipo en cuestión.

La propuesta de este trabajo toma en cuenta lo mencionado obteniendo una alternativa que dispensa el líquido sin contacto y que se implementó con recursos limitados en el contexto de la pandemia de COVID-19, empleando una metodología que condujo a la utilización de elementos producidos en forma local y que planteó como uno de sus objetivos una reducción de los costos asociados a los materiales a emplearse cumpliendo con la dispensación de líquidos. En esta primera fase; otro objetivo planteado es la reducción del tiempo necesario para la obtención de un producto final ya que no se tiene tiempos de espera entre la adquisición de materiales y la implementación, estos tiempos están ligados a la importación, transporte y otros componentes logísticas que suponen la utilización de elementos comerciales en mercados distantes, reduciendo así la dependencia tecnológica con otros mercados. El presente proyecto en su fase inicial está dirigido a dispensar líquidos con baja viscosidad debido al tipo de bomba de succión que fue diseñada y su capacidad limitada. El documento además plantea para trabajos futuros las posibilidades de mejora mediante la utilización de componentes de comunicación, formando otros dispositivos emergentes tipo IoT o que podrían contener inteligencia artificial (IA) para mejorar los hábitos de higiene. Esta es una segunda etapa del presente proyecto y que no se implementó debido a la imposibilidad de obtener los materiales necesarios para esta segunda fase.

Este documento tiene la siguiente organización: la sección II se revisa la metodología empleada, con énfasis en el desarrollo de los dispositivos con métodos de fabricación y prototipado rápido. La presentación del procedimiento de diseño de los elementos que debido a la escasez de recursos fueron construidos se aborda en la sección III, para cumplir con las necesidades del prototipo, así como la selección de dispositivos escogidos. La sección cuatro explica el funcionamiento de la solución propuesta, mientras que la quinta sección establece los resultados alcanzados, incluyendo las propuestas que se podrían establecer para mejorar el presente prototipo, convirtiéndolo en alternativas con inteligencia y que se convierten en soluciones de IoT. La sección VI presenta las conclusiones del presente trabajo.

II. MÉTODO

B. Modelado por deposición fundida (Fused Deposition Modeling, FDM)

Es una de las técnicas con más estructuras implementadas en tareas de prototipado rápido. Su funcionamiento se basa en la creación de capas de plástico derretido una encima de otra. Dada la necesidad de la construcción por capas es necesario el procesamiento de los diseños en 3D por medio de un software encargado de dividir los sólidos en múltiples secciones horizontales que forman contornos bidimensionales. El proceso de fabricación contempla el paso del filamento por un elemento de calentamiento, luego el elemento plástico pasa por un extrusor y es depositado en una superficie plana. Las impresoras 3D actualmente basan su funcionamiento en el principio antes mencionado [1][2].

C. Selección de método

La metodología para el presente proyecto parte de la realización de iteraciones sucesivas de diversos mecanismos de actuación, por medio de la realización de ensayos y pruebas en sistemas que hacen uso de la manufactura aditiva, además del diseño conceptual y de detalle de los sistemas de control.

Por lo antes expuesto y entendiendo que la manufactura aditiva con la técnica FDM es ideal para tareas de prototipado rápido, se selecciona esta técnica para la elaboración iterativa de los componentes del actuador necesario para dispensar los líquidos sanitizantes. Por otro lado, las estructuras contenedoras del sistema se plantean para que sean diseñadas y construidas por medio de técnicas sustractivas y de formación con materiales resistentes, pero a la vez llamativos visualmente con la finalidad de obtener un producto de calidad ajustados por completo a la necesidad del actuador, contenedor y sistemas de control.

La estructura contenedora no se plantea como un proceso de iteraciones sucesivas dado que se propone un modelo estándar de dimensiones adecuadas con la finalidad de simplificar los procesos de producción, por ello desde el diseño hasta la concepción del sistema definitivo la estructura planteada no fue modificada.

Finalmente, la metodología planteada, para el diseño y ejecución del sistema de control, contempla la aplicación práctica de

En la actualidad se dispone de tres principios fundamentales para proceso de manufactura, el primero hace mención al proceso requerido para obtener un elemento de determinada geometría al extraer cantidades específicas de material por medio de fresado o rotación y toma el nombre de manufactura sustractiva, en segundo momento se hace mención a la manufactura de formación misma que hace uso de técnicas de forjado, doblado, entre otras al aplicar calor o fuerza y toma el nombre de manufactura formativa mientras que el último proceso recibe el nombre de manufactura aditiva mismo que basa sus procesos en la adición de material en formas específicas. En un primer instante los aspectos constructivos tienen relación con el mecanizado de piezas metálicas, pero también cuenta con procesos como el diseño por computador (CAD) y la utilización de métodos aditivos de manufactura para ciertos componentes del presente prototipo, así como la implementación de elementos de control transistorizado que se basan en señales digitales provenientes de elementos de censado [1][2].

A. Fabricación aditiva

Los procesos de manufactura por capas han estado presentes desde 1980 cuando estas tecnologías tomaron el nombre de prototipado rápido. Tales técnicas fueron implementadas para el desarrollo o construcción de prototipos iniciales que ahorran una cantidad considerable de tiempo y dinero. Gracias a la madurez de la tecnología actualmente se usan plásticos, metales, cerámicas e incluso comida, hueso o tejido humano. Esta nueva tecnología también es usada en procesos de producción [1][2].

Es importante tomar en consideración que existen tres aplicaciones fundamentales de la técnica en cuestión, la primera denominada prototipado rápido (PR), utilizada para representar un producto en fase experimental para ser sometido a pruebas, la segunda aplicación consiste en fabricación rápida (FR) y es utilizada en la construcción de partes finales o productos listos para ser colocados en el mercado, la tercera aplicación consiste en la realización de herramientas, accesorios para herramientas e incluso dispositivos de medida [1][2].

teorías básicas de control con un sistema todo o nada de la mano de electrónica analógica. Al igual que lo mencionado para el contenedor del sistema, se elimina la necesidad de iteraciones sucesivas. Esto se debe a que el planteamiento

inicial radica en el uso de sistemas plenamente probados y desarrollados con anterioridad, por lo cual, el diseño inicial se mantendrá sin alteraciones para la duración del desarrollo y construcción final.

III. PROCEDIMIENTO

El presente proyecto fue ejecutado durante el período de aislamiento obligatorio, motivo por el cual los recursos disponibles resultaron limitados. En este sentido la fabricación digital aditiva, específicamente FDM que se trató en la sección previa, así como la metodología planteada, resultaron fundamentales para la obtención del prototipo dispensador.

Parte de los esfuerzos realizados tienen directa relación a la obtención de un actuador capaz de impulsar líquidos en el momento correcto en función de lo que solicita la estructura de control establecida y los sensores colocados. Esta construcción permite la obtención de una micro bomba de succión basada en un motor de DC y una estructura de absorción con diseño computarizado (CAD) e impresa en 3D mediante técnica de modelado por FDM [9] [11].

El prototipo de actuador está realizado de tal forma de no ser de tipo inmersivo, con el fin de no correr riesgos de disrupciones eléctricas en materiales inflamables como son los líquidos de desinfección.

Los prototipos de actuación además debieron ser sometidos a procesos que los hermetizan para reducir la posibilidad de fuga de los líquidos hacia los componentes electrónicos. También se debe recalcar que el prototipo fue diseñado para ser acoplado a diversos envases y recipientes contenedores del líquido a ser aplicado.

La figura 1 muestra los modelos en 3D correspondientes a la parte rotativa de la bomba miniatura centrífuga, así como su carcasa y estructuras de conexión hacia elementos de circulación del líquido. Estas piezas son el resultado de la metodología de iteraciones sucesivas y son fabricadas por medio de la técnica FDM.

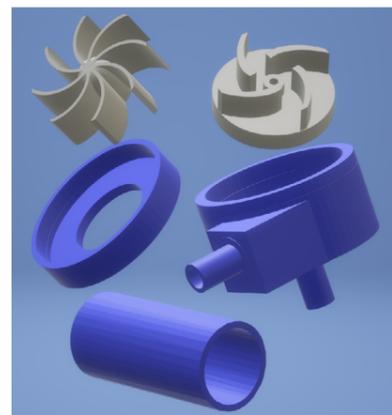


Fig. 1: Estructuras diseñadas del prototipo de mini bomba de succión

A. Selección de dispositivos

El rendimiento de un sistema que se encuentra en fase de desarrollo es un factor a considerar. La influencia se da en la elección del sensor que se adapta a las condiciones de operación del sistema. Sin duda la selección de un sensor conlleva también el análisis de la relación rendimiento-precio, así por ejemplo el dispositivo que es objeto de la presente investigación podría considerar incluso sistemas de visión artificial o robustos sistemas de medición y detección láser que mejoren el funcionamiento del prototipo [12].

1. Sensor Infrarrojo (IR)

El sensor infrarrojo para detección de obstáculos basa su funcionamiento en dos componentes de silicio, en primer lugar, se dispone de un diodo LED que emite luz infrarroja y un segundo componente encargado de recibir la reflexión de la luz infrarroja. El segundo elemento, siendo el más importante, produce un voltaje en sus terminales por efectos fotoeléctricos. La detección del obstáculo entonces depende de la existencia de un objeto que permita reflejar la luz infrarroja.

El sensor infrarrojo propuesto posee un circuito comparador compuesto por un amplificador operacional interno que en función de la calibración seleccionada genera una salida

digital. El potenciómetro permite una regulación de distancia de detección teórica de entre 2 y 30 centímetros con un ángulo de detección de 35°. El sensor en mención puede ser conectado directamente a un microcontrolador o manejar el control de un relé o elemento de potencia. Otra gran ventaja radica en el tamaño del dispositivo dado que tan sólo mide 3.2 centímetros por 1.4 centímetros, el funcionamiento del sensor infrarrojo reflectivo se muestra en la Fig. 2.

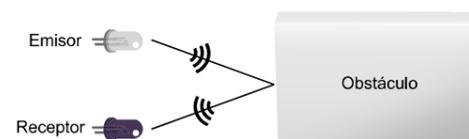


Fig. 2: Principio de operación sensor infrarrojo

2. Dispositivo de potencia

El elemento de potencia propuesto corresponde a un transistor de tipo NPN. Está configurado para que opere de manera análoga a un interruptor. Dado que opera en la zona de avalancha, el elemento en mención deberá ser capaz de manejar la corriente y voltaje requeridos por la bomba de succión a ser implementada, mientras que, los valores de activación en la base deberán ser consistentes con aquellos brindados por el sensor infrarrojo. Debido a que los valores de funcionamiento del sensor podrían significar un inconveniente, se propone el uso de un transistor especial denominado Darlington, con el cual es posible manejar corrientes relativamente elevadas con una corriente pequeña. El uso de este transistor es importante para trabajar con motores en condiciones de operación especiales [13].

B. Solución Propuesta

En función de lo antes expresado, se propone un dispositivo capaz de detectar la presencia y cercanía de las manos del usuario frente al ducto del dispensador. Al detectar las manos, de manera automática provoca un flujo continuo de líquido sanitizante desde el contenedor principal hasta la salida del sistema hidráulico. La cantidad de líquido a requerir es decisión del usuario dado, que al retirar las manos el sistema se apagará y el flujo de líquido se detendrá. La fig. 3 muestra el esquema del sistema propuesto.

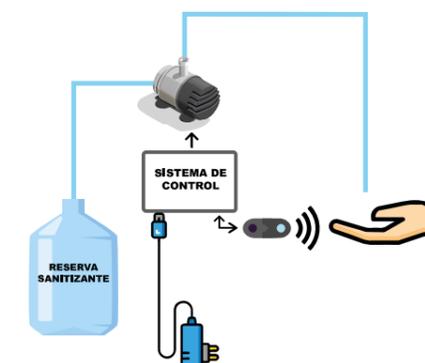


Fig. 3: Esquema funcional

1. Circuito de control

El elemento de potencia propuesto corresponde a un transistor de tipo NPN. Está configurado para que opere de manera análoga a un interruptor. Dado que opera en la zona de avalancha, el elemento en mención deberá ser capaz de manejar la corriente y voltaje requeridos por la bomba de succión a ser implementada, mientras que, los valores de activación en la base deberán ser consistentes con aquellos brindados por el sensor infrarrojo. Debido a que los valores de funcionamiento del sensor podrían significar un inconveniente, se propone el uso de un transistor especial denominado Darlington, con el cual es posible manejar corrientes relativamente elevadas con una corriente pequeña. El uso de este transistor es importante para trabajar con motores en condiciones de operación especiales [13].

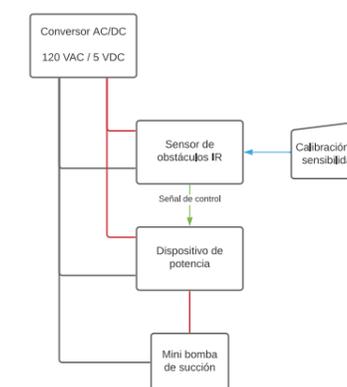


Fig. 4: Esquema sistema de control.

2. Características de los elementos

El sensor infrarrojo utilizado cuenta con las características listadas en la tabla I. El sensor mencionado es ensamblado por múltiples fabricantes, pero las características de

operación son similares. El sensor se alimenta de un voltaje que se puede obtener de dispositivos USB o de baterías de litio que actualmente son ampliamente difundidas.

TABLA I. PARÁMETROS SENSOR INFRARROJO

Parámetro	Valor	Unidad
Voltaje de operación	3.3 - 5	V
Rango	2 - 30	cm
Ángulo de detección	35	°
Circuito comparador	LM393	N.A.
Calibración	Potenciómetro	N.A.
Indicadores	Detección / Alimentación	N.A.
Compatibilidad	Arduino, AVR, PIC, microcontrolador	N.A.

El dispositivo seleccionado, para manejar las funciones de potencia y para controlar el motor, es un transistor TIP127 de tipo Darlington y configuración PNP. Los datos más importantes del dispositivo son mostrados en la tabla II. En esta se mencionan únicamente las características operativas.

TABLA II. PARÁMETROS ELEMENTO DE POTENCIA.

Parámetro	Valor	Unidad
Voltaje Colector-Base	-100	V
Voltaje Colector-Emisor	-100	V
Voltaje Emisor-Base	-5	V
Corriente de colector	-5 -8	A
Corriente de base	-120	mA

Con el fin de acoplar el sensor con el dispositivo de potencia se utiliza una resistencia de 1000 ohmios entre el terminal de salida del

sensor y la base del transistor. Como pudo verse en la tabla II, la corriente de base del dispositivo seleccionado es baja.

Como se mencionó en párrafos anteriores la bomba fue ensamblada usando una impresora 3D y se seleccionó como material el PLA. Debido al proceso y tareas que van a realizar las piezas se optó por utilizar un 100% de relleno en las piezas mientras que el espesor de capa seleccionado fue 0.2 milímetros.

Por otro lado, el motor seleccionado para el ensamblaje de la bomba es un micromotor sin núcleo. Este tipo de motor es comúnmente utilizado en drones debido a su reducido tamaño, robustez, facilidad de conexión y alta velocidad. Estos motores operan a 63000 revoluciones por minuto. La tabla III muestra las principales características del motor en mención.

TABLA III. PARÁMETROS MICROMOTOR.

Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de corriente	DC	N.A.
Voltaje de diseño	3.7	V
Velocidad sin carga	63855	rpm
Voltaje nominal	3.7	V
Corriente sin carga	20	mA
Tipo de eje	Directo	N.A.
Diametro del eje	0.8	mm
Longitud del eje	3.5	mm
Dimensión	6x12	mm

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente sección muestra al dispositivo obtenido en la primera fase del proyecto. El dispositivo contiene todos los elementos antes descritos. En la Fig. 5 se muestran las dimensiones proyectadas del prototipo se observa la forma del contenedor o de la cubierta exterior, la botella o el recipiente provisto para el líquido de desinfección y la cavidad provista para la salida del componente sanitizante. Cada estructura cuenta con sus respectivas medidas.

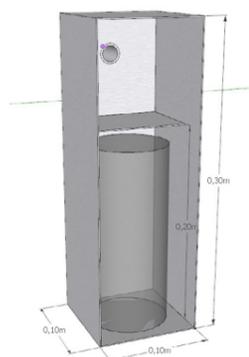


Fig. 5: Modelo de la estructura exterior del prototipo de dispensador sin contacto

La fig. 6 muestra el prototipo en su versión final, con un acabado metálico. Se puede observar que apenas se nota la salida del elemento de censado infrarrojo y la apertura que permite la salida del líquido. El dispositivo es ideal para colocarse en cualquier superficie; su estructura está establecida para poder ser modificada. Se pueden colocar al dispositivo elementos que mejoren la funcionalidad tal y como se presentará en lo sucesivo.



Fig. 6: Vista del prototipo de dispensador sin contacto construido

El dispositivo cumple con la función de dispensar el líquido desinfectante en función del tiempo que coloca el usuario sus manos en frente del sensor provisto para el efecto. El dispensador presentado es el resultado de la revisión del estado del arte disponible. Como resultado del método planteado, la fig. 7 ilustra la división por partes de la bomba ensamblada, cuyas piezas son el resultado de un proceso de fabricación por FDM, en conjunto con el motor DC seleccionado como elemento motriz. Respecto a la fig. 1 se

puede notar que fue seleccionada la hélice de la de la zona superior izquierda, descartando la segunda opción al no cumplir la función requerida. La dimensión reducida del motor trae consigo que las dimensiones finales de la bomba también sean mínimas en comparación a otras opciones comerciales.

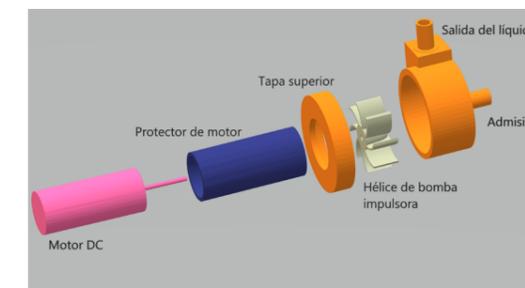


Fig. 7: División en partes, bomba impulsora de líquido.

Por otro lado, el circuito impreso correspondiente al control del dispensador se puede observar en la fig.8. Se destaca que la figura muestra el diseño final en 3D con una dimensión reducida, con el fin de que la placa sea sencilla de colocar en el prototipo. Los elementos ilustrados en color celeste representan borneras, estos componentes se colocan para facilitar el mantenimiento o reparación del dispositivo en caso fortuito.

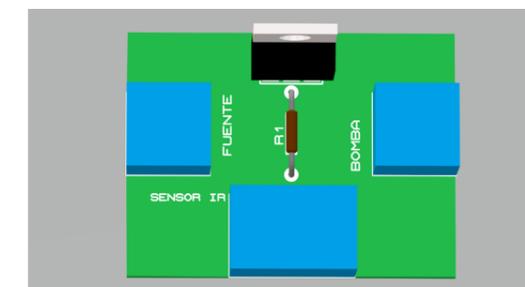


Fig. 8: División en partes, bomba impulsora de líquido.

V. TRABAJOS FUTUROS

En la presente sección se establecen ciertos aspectos que se tomarán en cuenta para la mejora del dispositivo en una segunda fase, tomando en cuenta los requerimientos de los dispositivos tecnológicos emergentes frente al auge de la industria 4.0 y del IoT. La inclusión de esta clase de tecnología; mejora el control, la comunicación y la seguridad con la que se manejan los dispositivos. Tales mejoras permiten un nivel en que las tecnologías digitales y la automatización trabajan en conjunto.

Ello promueve la combinación de diversas tecnologías y la creación de un sinnúmero de oportunidades de valor [14].

La propuesta se podría ampliar a otros tipos de líquidos y geles de desinfección colocando otra clase de bombas como son las de tipo peristáltico. Lo que se busca es ampliar la aplicación del dispositivo. Otras aplicaciones podrían implicar la utilización de mecanismos más robustos de censado y actuación, así

como un sistema de procesamiento para obtener datos y estadísticas relacionadas a la utilización del dispositivo. Para complementar el funcionamiento, una de las propuestas consiste en la colocación de una estructura capaz de monitorear y entregar información al usuario respecto al uso del dispositivo. Entre la información que se puede obtener se encuentra la necesidad de reposición del líquido, la cantidad de veces que el dispositivo fue activado, y el tiempo promedio en que un usuario tomó líquido en sus manos. Estas métricas podrían ayudar a un mejor uso del dispositivo por medio de recomendaciones a los usuarios respecto al tiempo ideal de uso que permita una correcta higiene de las manos, pero a la vez evite el desperdicio de los recursos. Los sistemas de alerta para los encargados de mantenimiento de las estaciones de desinfección del agotamiento del líquido sanitizante también podrían ser implementados para mantener la disponibilidad del sistema dispensador la mayor parte del tiempo.

VI. CONCLUSIONES

El presente documento establece la relevancia que tiene la realización de dispositivos y prototipos que pueden ser implementados con facilidad. En el contexto específico de la pandemia del coronavirus fueron el resultado de la utilización de diversas tecnologías. Entre los procesos están la manufactura aditiva y técnicas de mecanización. Para cumplir con las funciones se usan elementos de fácil adquisición y que, en forma efectiva dispensan desinfectantes a los usuarios en zonas de acceso a ambientes interiores.

La estructura planteada usa sensores y actuadores tradicionales combinados con técnicas de producción específicas. Esta unión da lugar a necesidades como el diseño de equipos de actuación que evitan problemas asociados a la disrupción eléctrica o la existencia de fugas de los líquidos, El trabajo armónico da lugar a una aplicación específica de los componentes elegidos y diseñados.

Los eventos súbitos, como la aparición de una nueva enfermedad, plantean desafíos que requieren una respuesta rápida de parte de los investigadores y espacios de creación para

La otra propuesta que se plantea es el uso de visión artificial e inteligencia artificial. Estos sistemas servirían para indicar al usuario si se realizó una correcta higiene de las manos, o en caso contrario presentarle alternativas de mejora o un esquema educativo respecto a las recomendaciones de los entes competentes de la salud respecto a la forma correcta de realizar el lavado de las manos. El sistema requiere una estructura de procesamiento más robusta centralizada en el dispositivo; su aplicación podría estar dispuesta para lugares en los que la correcta higiene de las manos es fundamental como por ejemplo los centros de atención de la salud, así lugares de manipulación de los alimentos, etc. Por otro lado, el sistema podría contar con la posibilidad de un sistema para autenticación y reconocimiento del usuario. El reconocimiento permite la promoción de un programa continuo de mejora de las prácticas en la higiene de las manos. Tal procedimiento será fundamental para el ingreso a ambientes cerrados.

plantear alternativas de fácil implementación con los recursos disponibles. El planteamiento de oportunidades de mejora empleando tecnologías emergentes para convertirlos en dispositivos inteligentes y ajustados a las necesidades de brindar información y estadísticas de su uso de tal forma de poder ajustarlos a la realidad y el contexto de utilización de determinada industria. También se puede complementar su utilidad con funciones adicionales como la mejora de los hábitos y prácticas de determinado grupo poblacional, contribuyendo más allá de la utilidad práctica inicialmente establecida.

Una vez las restricciones fueron superadas, la conversión del dispositivo por medio de tecnología IoT está siendo ejecutada. El dispensador en la presente propuesta puede ser mejorado empleando datos y métricas que se obtengan de su uso. La constante utilización permitirá además la distinción de desafíos en tópicos como la seguridad de los datos sabiendo que ciertas métricas tienen directa relación a la identidad de los individuos.

VII. REFERENCIAS

- [1] D. F. Llorca, I. Parra, M. Á. Sotelo, and G. Lacey, "A vision-based system for automatic hand washing quality assessment," *Mach. Vis. Appl.*, vol. 22, no. 2, pp. 219–234, 2011.
- [2] S. Bánsághi, H. Soule, C. Guitart, D. Pittet, and T. Haidegger, "Critical Reliability Issues of Common Type Alcohol-Based Handrub Dispensers," *Antimicrob. Resist. Infect. Control*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, 2020.
- [3] M. Tropea and F. De Rango, "COVID-19 in Italy: current state, impact and ICT-based solutions," *IET Smart Cities*, vol. 2, no. 2, pp. 74–81, 2020.
- [4] V. Chamola, V. Hassija, V. Gupta, and M. Guizani, "A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact," *IEEE Access*, vol. 8, no. April, pp. 90225–90265, 2020.
- [5] M. M. Srihari, "Self-Activating Sanitizer With Battery Imposed System For Cleansing Hands," 2020 Second Int. Conf. Inven. Res. Comput. Appl., pp. 1102–1105, 2020.
- [6] S. Agarwal et al., "Unleashing the power of disruptive and emerging technologies amid COVID-19: A detailed review," 2020.
- [7] T. Chen and J. O. Keeffe, "COVID-19 in indoor environments — Air and surface disinfection measures Prepared by Current approaches to risk mitigation in indoor spaces," pp. 1–25, 2020.
- [8] A. Banik, "Portable Integrated Hand Sterilizer and Dispenser to Ensure Hand Hygiene and Subsidized Facial Mask," *SSRN Electron. J.*, 2020.
- [9] A. Gebhardt and J.-S. Hötter, *Additive Manufacturing: 3D Printing for Prototyping and Manufacturing*, vol. 35, no. 3, 2016.
- [10] A. Gupta, "Novel design of automatic sanitizer dispenser machine based on ultrasonic sensor," no. September, 2020.
- [11] K. Upadhyay, R. Dwivedi, and A. K. Singh, "Determination and Comparison of the Anisotropic Strengths of Fused Deposition Modeling P400 ABS," in *Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies*, vol. 21, no. 46, Singapore: Springer Singapore, pp. 9–28, 2017.
- [12] B. Mustapha, A. Zayegh, and R. K. Begg, "Ultrasonic and infrared sensors performance in a wireless obstacle detection system," *Proc. - 1st Int. Conf. Artif. Intell. Model. Simulation, AIMS 2013*, pp. 487–492, 2014.
- [13] S. W. Amos and M. James, "Principles of transistor circuits: introduction to the design of amplifiers, receivers, and digital circuits", Newnes, 2000.
- [14] P. W. Chan, "Briefing: Industry 4.0 in Construction: Radical Transformation or Restricted Agendas?," *Proc. Inst. Civ. Eng. - Manag. Procure. Law*, pp. 1–4, 2020.

AUTHORS



Andrés Ganán

Nació en Quito-Ecuador el 28 de Julio de 1995. Realizó sus estudios en la Universidad Politécnica Salesiana en donde obtuvo su título en Ingeniería Eléctrica. Tiene experiencia en modelamiento matemático de redes eléctricas, redes eléctricas inteligentes y programación multilenguaje enfocado al desarrollo de productos y prototipos por medio de fabricación aditiva y dispositivos electrónicos inteligentes. Actualmente se desempeña como investigador en Scitech.

Cristian Ganán

Nació en Quito-Ecuador el 6 de Julio de 1992. Realizó sus estudios en la Universidad Politécnica Salesiana en donde obtuvo su título en Ingeniería Eléctrica y además formó parte del grupo de investigación en Redes Eléctricas (GIREI). Tiene experiencia en modelamiento matemático de redes eléctricas, redes eléctricas inteligentes y sistemas georreferenciados. Actualmente se enfoca en al desarrollo de productos y prototipos por medio de fabricación aditiva y dispositivos electrónicos inteligentes y se desempeña como investigador en Scitech.



Robert Enríquez

Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Nacional, Maestría en Docencia Universitaria en la Universidad Central del Ecuador ('12), Especialista en Oil and Gas Industry Management en Saint Vincent College, USA ('13), Maestría en Gestión de las Comunicaciones y Sistemas de Información en la Escuela Politécnica Nacional ('15), Doctor en Informática en la Universitat d'Alacant, España ('19). Ha sido docente por más de 22 años en varias universidades de Ecuador. Ha escrito más de 25 artículos referentes a gestión de tecnología, seguridades, datos abiertos. Ha dirigido 12 tesis de maestría y ha sido director del proyecto de datos abiertos de la Universidad Central del Ecuador. Actualmente es miembro de los proyectos UETIC y Ciberseguridad auspiciados por CEDIA. General Workshop Chair: Industry 4.0 y Ciberseguridad TIC EC CEDIA. Experiencia en la empresa pública como privada nacional e internacional, Gerente de Tecnología en varias empresas de la Industria de Finanzas y Petróleo.