PURIFICADOR DE AIRE CON NANOCOMPUESTOS PARA REDUCIR LA PROPAGACIÓN DE COVID-19

Equipo: Franco Bolaños, Oscar Gómez, César Guillén, Miguel Angel Guillermo, Jeasibel Jumpa, Miguel Olórtegui, Sebastián Peralta, Yue Yang

Docente: Juan Carlos Rodríguez Reyes

En medio de la pandemia COVID-19, existen muchas personas que deben compartir espacios comunes, como centros de trabajo, hospitales y bancos. Si bien el distanciamiento social y el uso de mascarillas minimiza la posibilidad de contagio, estas medidas no evitan que diversos patógenos queen suspendidos en el aire que otras personas pueden respirar. Por este motivo, hemos desarrollado un purificador de aire capaz de disminuir el riesgo de contagio en entornos cerrados o con ventilación limitada. Para esto hemos diseñado un filtro basado en nanopartículas, capaz de eliminar el virus SARS-Cov-2,y un sistema electromecanico capaz de recircular el aire en todo el ambiente con un caudal adecuado. Para satisfacer las necesidades de potenciales usuarios, hemos llevado a cabo encuestas y entrevistas virtuales a trabajadores y empresas con regimenes de trabajo presencial. Como resultado de este trabajo interdisciplinario, se logro diseñar un purificador/recirculador de aire y una guia de usuario.

METODOLOGÍA

NECESIDADES DEL USUARIO

IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL DE ENCUESTADOS Y ENTREVISTADOS

-Empresas peruanas que se encuentren operando de forma presencial durante la pandemia.

-Trabajadores peruanos que laboren de forma presencial.

ELABORACIÓN DE ENCUESTAS

Preguntas relacionadas a la modalidad de trabajo y hábitos durante la pandemia.

RECLUTAMIENTO DE CANDIDATOS Y TOMA DE DATOS

-Se realizó la difusión del formulario mediante redes sociales como Facebook y Linkedin

-Se acordaron entrevistas con las personas que dejaron su correo electrónico.

-Se buscaron personas con cargos administrativos en empresas.

ELABORACIÓN DE LAS ENTREVISTAS

-Preguntas para trabajadores orientadas a identificar preferencias respecto al diseño y las funciones del dispositivo.

-Preguntas para empresas orientadas a conocer los requerimientos técnicos del dispositivo.

FILTRO DE NANOCOMPUESTOS

IDENTIFICACIÓN DEL NANOCOMPUESTO Y MATERIAL DEL FILTRO

Se recopiló información sobre la permeabilidad y eficacia de distintos nanocompuestos en filtros de diferentes materiales.

IDENTIFICACIÓN DE MÉTODOS DE IMPREGNACIÓN DE NANOCOMPUESTOS

Se prepararon protocolos de síntesis de los filtros basados en la literatura.

IDENTIFICACIÓN DE PRUEBAS DE DESEMPEÑO

Se identificaron pruebas de desempeño utilizadas en la literatura y se prepararon protocolos para futuros trabajos.

OBTENCIÓN DE FÓRMULAS FÍSICAS Y PARÁMETROS DE LOS MATERIALES

Se obtuvieron fórmulas de flujo para hallar la caída de presión generada por un material poroso así como los parámetros físicos de materiales de filtros evaluados en la literatura.

PRUEBAS DE SIMULACIÓN

Se utilizó el software Rstudio para poder realizar los cálculos de caída de presión en función al material, el nanocompuesto y las dimensiones del filtro.

SISTEMA ELECTROMECÁNICO

SELECCIÓN DEL VENTILADOR Y SU UBICACIÓN

Identificación de posibles ventiladores en el mercado en base a parámetros requeridos

Simulaciones en diferentes ubicaciones de una habitación de 10x10x3m en SolidWorks

Comparación del alcance entre diferentes posiciones y ventiladores

DISEÑO DE LA CARCASA

Recopilación de diseños de purificadores y opiniones de encuestados

Identificación de las necesidades y preferencias más relevantes

Diseño de las partes del dispositivo en Autodesk Inventor

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Recopilación de funciones de dispositivos similares y preferencias de los encuestados

Identificación de sensores y componentes para cumplir las funciones del dispositivo

Construcción y simulación de los circuitos en Proteus

RESULTADOS

Preferencias de las familias

Realizado	No viable	Pendiente
-No obstaculizar el tránsito -Mantenimiento sencillo -Alta tasa de purificación -Color blanco -Bluetooth -Temporizador	-Pequeño -Liviano -Portable	-Bajo consumo energético -Poco ruido -Resistente a golpes -Resistente a la humedad -Buen alcance -Alerta de fallos

Preferencias de empresas

Realizado	Pendiente
-Colocado en un lugar elevado -Eficiente	-Buen Alcance -Consumo elétrico -Tamaño variable -Resistente y duradero

GUÍA DE USUARIO

Frente a las posibles dudas de los usuarios, se elaboró una guía que explica el funcionamiento, operación, mantenimiento y cambio de filtro del dispositivo.

MATERIAL Y NANOCOMPUESTO DEL FILTRO

Se seleccionó el algodón con nanopárticulas de plata debido a su:
-Disponibilidad.
-Eficacia contra microorganismos.
-Baja caída de presión en el aire que lo atraviesa.

ESTRUCTURA DEL FILTRO

El filtro está compuesto por 3 capas cilíndricas de algodón, donde:
-La capa central elimina los microorganismos.
-Las capas de los extremos retienen partículas para prolongar el tiempo de vida útil de la capa central.

MÉTODO DE IMPREGNACIÓN DE NANOCOMPUESTOS

Se elaboraron protocolos para el proceso de impregnación de nanopartículas, que consiste en:
-Fabricación de las capas de algodón del filtro.
-Producción de la solución de nanopartículas de plata.
-Impregnación de nanopartículas de plata en el filro al dejarlo reposar en la solución.
-Secado del filtro.

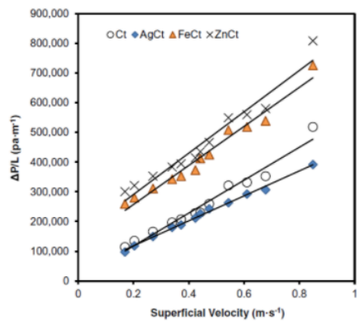


Fig. 3 Differential pressure ($\Delta P/L$) vs. superficial velocity for Ct, AgCt, FeCt, and ZnCt filters

Table 1 Pressure drop (at Q = 12.5 LPM), physical removal efficiency (PRE), viable removal efficiency (VRE), and relative survival fraction (RSF) of control and nanocomposite filters in air filtration system

Filter	ΔP (Pa)	PRE (%)	VRE (%)	RSF
AgCt	254	97.38 ± 2.31	99.51 ± 0.23	0.0063 ± 0.0005
ZnCt	498	99.91 ± 0.07	99.12 ± 0.46	0.0153 ± 0.0054
FeCt	448	97.31 ± 2.33	98.60 ± 0.45	0.0325 ± 0.0061
Ct	274	77.42 ± 12.03	76.58 ± 3.20	0.811 ± 0.016

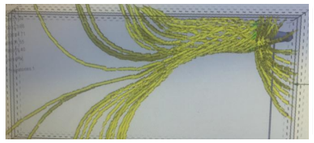
Ventilador seleccionado

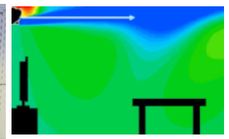
HEPT-31-2T
Presión máxima≈40 Pa
Caudal máximo=4000 m3/h

HEPT

Posicionamiento

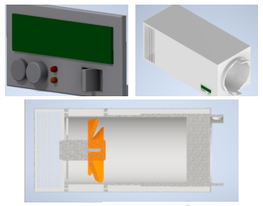
El lugar definido para el purificador de aire es en el techo, pegado a un muro. Así, permite el tránsito libre de las personas y se garantiza un mayor alcance.





Estructura

La carcasa del dispositivo esta constituída por:
-El panel de control.
-El ducto central por el que ingresa el aire.
-Dos rejillas laterales por las que se expulsa el aire a guía.
-El porta filtros en el ducto central para cambiar el filtro facilmente.



Funcionalidades del dispositivo

Se construyo y simuló un circuito eléctrico capaz de :
-Ser controlado via bluetooth o de forma manual.
-Controlar la velocidad del ventilador con un dimmer.
-Notificar al usuario sobre el estado del aire del ambiente a partir del uso de sensores.

Sensor de calidad de aire MQ-135

Sensor se partículas de polvo GP2Y1010AU0F

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Se logró diseñar un prototipo de purificador de aire que elimina el virus SARS-Cov-2 del ambiente a partir de las necesidades y preferencias de empresas y trabajadores peruanos.

-Se determinaron los parámetros que debe cumplir el dispositivo, de los cuales algunos han quedado pendientes, tales como el alcance que tiene el purificador de aire y los ciclos de renovación de aire por hora. Estos serán definidos una vez se adquieran los componentes necesarios y se construya el prototipo.

-Se propuso la implementación un sistema de control para otrorgar un valor fijo a cada opción de velocidad del ventilador y calibrar los sensores cuando se hayan adquirido.

-Se propuso el seguimiento del uso del purificador de aire en las empresas para identificar inconvenientes y oportunidades que se podrían surgir con respecto al diseño de nuestro dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

A. Ali, M. Pan, T. B. Tilly, M. Zia, and C. Y. Wu, “Performance of silver, zinc, and iron nanoparticles-doped cotton filters against airborne E. coli to minimize bioaerosol exposure,” Air Qual. Atmos. Heal., vol. 11, no. 10, pp. 1233–1242, Dec. 2018, doi: 10.1007/s11869-018-0622-0.

SODECA. (2019). HEP HEPT. Ventiladores helicoidales y extractores de tejado. Catálogo técnico. Recuperado de: https://www.sodeca.com/repository/documentos/ES/SE07_HEP_HEPT_2019ES.pdf

(Fuentes bibliográficas usadas en el póster. La bibliografía completa se encuentra en los informes)

AGRADECIMIENTOS

Al docente Juan Carlos Rodríguez Reyes y a los asesores Danae Chipoco, Maria Rosa Gutierrez y Luis Palomino por su apoyo y guía a lo largo de todo el desarrollo de este proyecto interdisciplinario.