

# Sistema de Control de Acceso basado en Hardware y Software Libre para la detección de potenciales infectados de COVID-19

## Hardware and Free Software Based Access Control System for the Detection of Potential COVID-19 Infected

DOI: <http://doi.org/10.17981/cesta.02.02.2021.02>

Artículo de investigación científica. Fecha de recepción: 02/09/2021. Fecha de aceptación: 13/12/2021.

**Andrés Solano-Escorcía** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
asolano17@cuc.edu.co

**Diego Valle-Tapia** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
dvalle@cuc.edu.co

**José Anguila-Anguila** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
janguila@cuc.edu.co

**Dixon Salcedo** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
dsalcedo2@cuc.edu.co

**Carlos Henríquez Miranda** 

Universidad del Magdalena. Santamarta (Colombia)  
chenriquezm@unimagdalena.edu.co

**Yesith Ternera-Muñoz** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
yternera@cuc.edu.co

**Luis Ramos-Barrera** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
lramos8@cuc.edu.co

**Nicolás Martínez-Herrera** 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)  
nmartinez33@cuc.edu.co

### How to cite this article:

A. Solano-Escorcía, D. Valle-Tapia, J. Anguila-Anguila, D. Salcedo, C. Henríquez, Y. Ternera, L. Ramos-Barrera y N. Martínez-Herrera, "Sistema de Control de Acceso basado en Hardware y Software Libre para la detección de potenciales infectados de COVID-19", *J. Comput. Electron. Sci.: Theory Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–20, 2021. <https://doi.org/10.17981/cesta.02.02.2021.02>

### Resumen

La pandemia generada por el virus SARS-COVID-19 ha afectado a la humanidad. Así, a nivel global, regional, y local, se han adoptado diferentes medidas para su detección, contención, y eliminación. En consecuencia, se han generado diferentes campañas, estrategias y soluciones, basadas en diferentes desarrollos tecnológicos, que van desde el uso de la inteligencia artificial hasta componentes electrónicos. Así mismo, muchas soluciones tecnológicas se han basado en la detección temprana de síntomas generados por posible contagio por COVID-19; por lo tanto, han dado respuestas creando herramientas y plataformas que permitan a los usuarios tener información en tiempo real de su temperatura corporal. Por lo anterior, este trabajo presenta un prototipo funcional a escala real, que basado en plataformas de hardware y software libre permite a los usuarios conocer su temperatura corporal en tiempo real, y permitió determinar que, aunque existan soluciones privativas en el mercado, es posible proponer nuevas tecnologías que con aspectos de innovación permitan a organizaciones de bajos recursos acceder a tecnologías emergentes a bajo costo que potencien sus procesos y servicios. En segundo lugar, se encontró que uno de los efectos más comunes para detectar posibles contagios de COVID-19, es la fiebre.

**Palabras clave**— COVID-19; hardware y software libre; sensores de temperatura; inteligencia artificial

### Abstract

The pandemic generated by the SARS-COVID-19 virus has affected humanity. Thus, at the global, regional, and local levels, different measures have been adopted for its detection, containment, and elimination. Consequently, different campaigns, strategies and solutions have been generated, based on different technological developments, ranging from the use of artificial intelligence to electronic components. Likewise, many technological solutions have been based on the early detection of symptoms generated by possible infection by COVID-19; therefore, they have responded by creating tools and platforms that allow users to have real-time information on their body temperature. Therefore, this work presents a full-scale functional prototype, based on free hardware and software platforms, which allows users to know their body temperature in real time, and allowed to determine that, although there are proprietary solutions in the market, it is possible to propose new technologies that with aspects of innovation allow low-income organizations to access low-cost emerging technologies that enhance their processes and services. Second, it was found that one of the most common effects for detecting possible COVID-19 infection is fever.

**Keywords**— COVID-19; free Hardware and software; temperature sensors; artificial intelligence



## I. INTRODUCCIÓN

El mundo ha considerado que 2020 fue un año de grandes cambios y retos, de manera principal por la emergencia generada por la pandemia a causa de la nueva variante de Coronavirus denominada SARS-CoV2 (denominada COVID-19) [1]. De igual manera, desde que la Organización Mundial de la Salud-OMS tuvo conocimiento de la existencia de este nuevo virus en 2019; cuyo foco principal fue en Wuhan, en la República Popular China, se han desencadenado una serie de políticas, acciones, cambios, entre otros; los cuales han impactado, transformado, y puesto a prueba la capacidad de adaptabilidad, reacción, e imaginación de la humanidad [2], [3], [4].

Por otro lado, se encuentra que la pandemia ha provocado más de 4.5 millones de muertos a nivel mundial (al 31 de agosto de 2021) [5]. No obstante, según investigadores de la Universidad de Washington al 3 de mayo de 2021 no se habrían dado 3.27 millones de fallecimientos, sino el doble, es decir, 6.93 millones [11], [7]. A pesar de esto, en contraste, 93 millones de personas en el mundo han superado la COVID-19.

En la Fig. 1 se presenta el número de personas fallecidas debido al COVID-19 a nivel mundial discriminado por continente, a fecha del 31 de agosto de 2021 [8], [9]. Por lo tanto, se puede afirmar que el continente más afectado por la pandemia es América. Así mismo, en el contexto local según el Instituto Nacional de Salud de Colombia-INS, en Colombia han fallecido alrededor de 125 000 personas a fecha de agosto del 2021 [10].

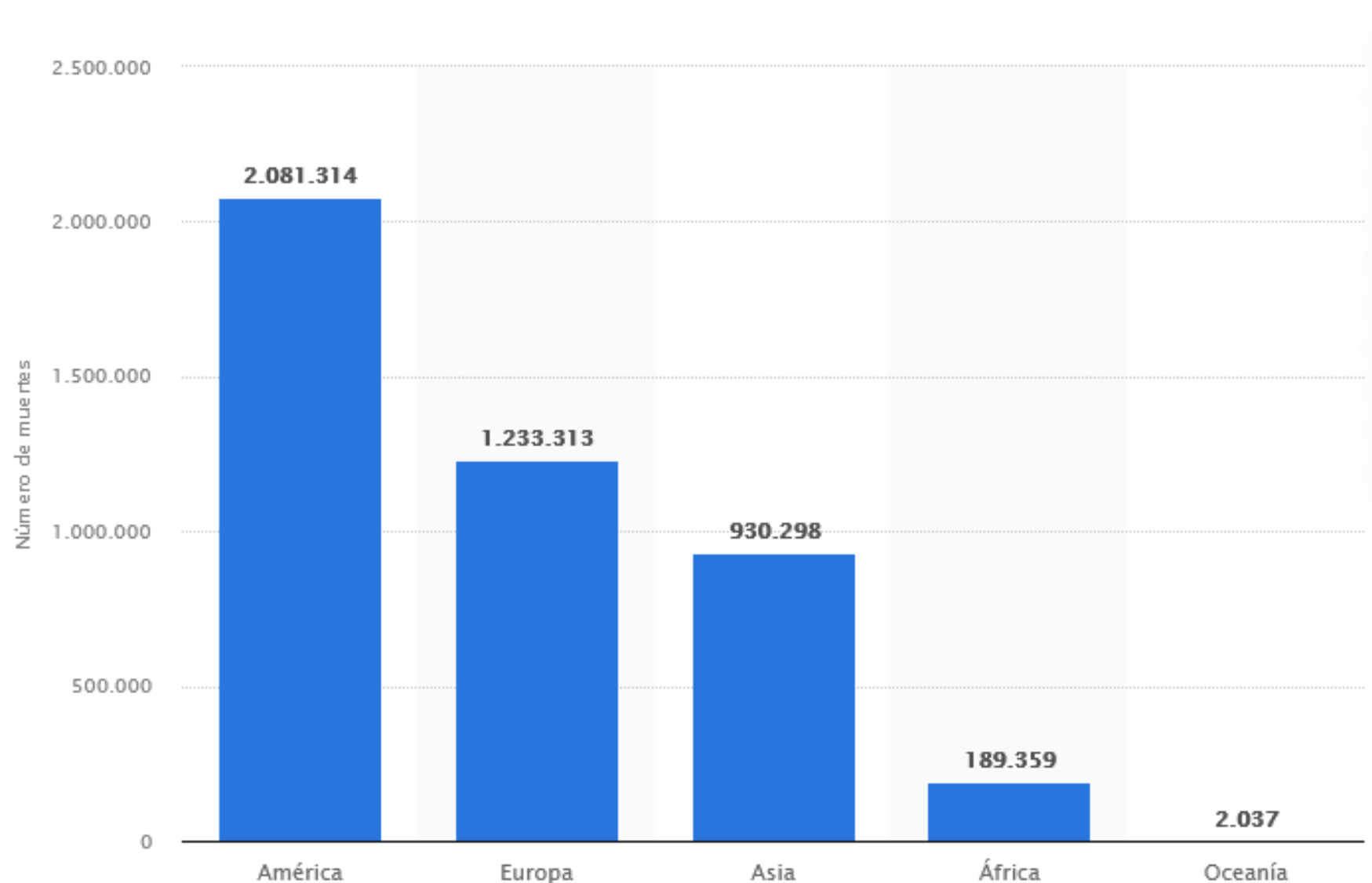


Fig. 1. Número de personas fallecidas debido al coronavirus a nivel mundial por continente.  
Fuente: [4].

Por otra parte, la COVID-19 se caracteriza por síntomas leves y graves. Según un estudio realizado por la OMS a inicios de 2020 en China, se presentaron 55 924 casos confirmados por laboratorio, el porcentaje de los signos y síntomas típicos de los pacientes eran: fiebre (87,9%), tos seca (67,7%), fatiga (38,1%), dificultad para respirar (18,6%), dolor de garganta (13,9%), dolor de cabeza (13,6%), y congestión nasal (4,8%), [11], [12], [13].

Al analizar las anteriores estadísticas, se evidencia que el 87,9% de casos de pacientes que presentaron fiebre en China dio positivo para COVID-19. En consecuencia, se puede afirmar *a priori* que existe una estrecha relación entre la fiebre y la enfermedad generada por la nueva variante del coronavirus [14].

Teniendo en cuenta lo indicado, se debe destacar que la pandemia ha afectado de diferentes maneras, y a niveles máximos y mínimos, a todos los ámbitos y sectores de la humanidad; que van desde lo social hasta lo

económico, en entornos locales, nacionales, y mundiales [15], [16], [17], [18]. Por ese motivo, este trabajo presenta una solución tecnológica, que se basa en plataformas de hardware y software libre, combinada con el estándar de comunicación RFID (en inglés, Radio-frequency Identification) para crear un sistema que contribuye al manejo eficiente del acceso de personas a áreas físicas (empresas, universidades, u otras), permitiendo que la llamada “alternancia” (combinación entre trabajo remoto y presencial), sea fácil de implementar en las organizaciones mencionadas, minimizando el riesgo de contagio por COVID-19; debido a que, el sistema propuesto genera alertas de personas con temperaturas superiores (fiebre) a lo normal de un ser humano. Lo anterior, puede indicar que es un posible infectado con COVID-19.

## II. MOTIVACIONES

Debido a los aspectos mencionados en la primera sección, la humanidad ha respondido de diferentes maneras. En consecuencia, ha generado una serie de soluciones que permiten prevenir, detectar, y mitigar los efectos causados por el COVID-19 [19], [20].

En relación con, los aspectos de detección temprana de potenciales infectados con COVID-19, se han desarrollado diferentes soluciones; entre las cuales, se destacan varios trabajos que van desde el uso de algoritmos con Inteligencia Artificial-IA a instrumentos de monitoreo de reacciones y comportamientos del cuerpo humano. En estudios de Egipto, Pakistán y Grecia [21], se analiza el impacto de variable de comportamiento humano en estos países, para así poder recomendar cómo actuar frente al COVID después del confinamiento. También, en Siria [22], basados en técnicas de Deep-Learning (SegNet y U-NET) se analizan las diferencias estructurales para segmentar semánticamente regiones de tejido infectado en imágenes de pulmón de TC.

Por otro lado, Irán [23] presenta una plataforma que presenta soluciones para la salud en tiempos del COVID-19. Así mismo Suecia [24] introduce una herramienta llamada “TempScanner” que facilita la detección de la fiebre; sin embargo, su costo puede oscilar entre los 2500 y 3000 dólares. De igual manera, otros investigadores [25], presentan una completa e integral solución tecnológica para contrarrestar el COVID-19 en escuelas del gobierno; lo cual permite extraer datos (temperaturas) mediante Bluetooth o Wi-fi, que ya están almacenados en una cámara térmica y pueden ser comprobados regularmente por los funcionarios de salud del gobierno y la dirección de la escuela. Finalmente, en India y Malasia [26], el sistema de detección de fiebre utiliza cámaras térmicas, las cuales tienen un sensor de calor y pueden detectar cualquier diferencia de temperatura; y se puede integrar con los sistemas de control de acceso de cualquier organización.

Respecto a lo anterior, se evidencia que existen soluciones en el mercado ofrecidas por diferentes organizaciones. Sin embargo, todas se caracterizan por ser privativas, como por ejemplo, “TempScanner”. En consecuencia, este trabajo propone una solución que integra tecnologías basadas en hardware y software libre, permitiendo obtener una plataforma tecnológica la cual presta un servicio similar al de las herramientas privativas, pero con una gran diferencia, su diseño y desarrollo son de bajo costo.

## III. DISEÑO DEL SISTEMA

La solución propuesta, como todo sistema basado en microprocesador, se basa en dos componentes a nivel general, el hardware y el software. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de cada componente.

### A. Componentes de software

*Base de datos usuarios:* Esta base de datos almacena y relaciona toda la información necesaria para identificar a los usuarios del sistema, y sus atributos más importantes son: *número de la tarjeta RFID, nombre, documento de identificación, temperatura, fecha, y cargo.*

*Base de datos registros:* Esta base de datos está relacionada con toda la información de la temperatura de los usuarios del sistema, y algunos de sus atributos son: *número de la tarjeta RFID, temperatura, y fecha.*

*API de consulta:* Esta API (en inglés, Application Programming Interfaces) sirve de puente entre el dispositivo (hardware) y la base de datos usuarios, y su función principal es consultar si el número de la tarjeta RFID realmente pertenece y coincide con un usuario; lo cual le permite o conceder o denegar el acceso al sistema. Otros proyectos también han usado diversas plataformas para la implantación de soluciones en contextos específicos como el área de la salud y el monitoreo del medio ambiente [27], [28], [29]. El nombre de la API en la implementación es *API\_consulta*.

*API de registro:* Esta API sirve de puente entre el *dispositivo* (hardware) y la *base de datos registros*, su función principal es registrar la temperatura y la fecha del evento correspondiente a un trabajador, identificado con la tarjeta RFID. El nombre de la API en la implementación es *API\_registro*.

La Fig. 2 presenta de manera ampliada los elementos del software del sistema y cómo se realiza su interacción.

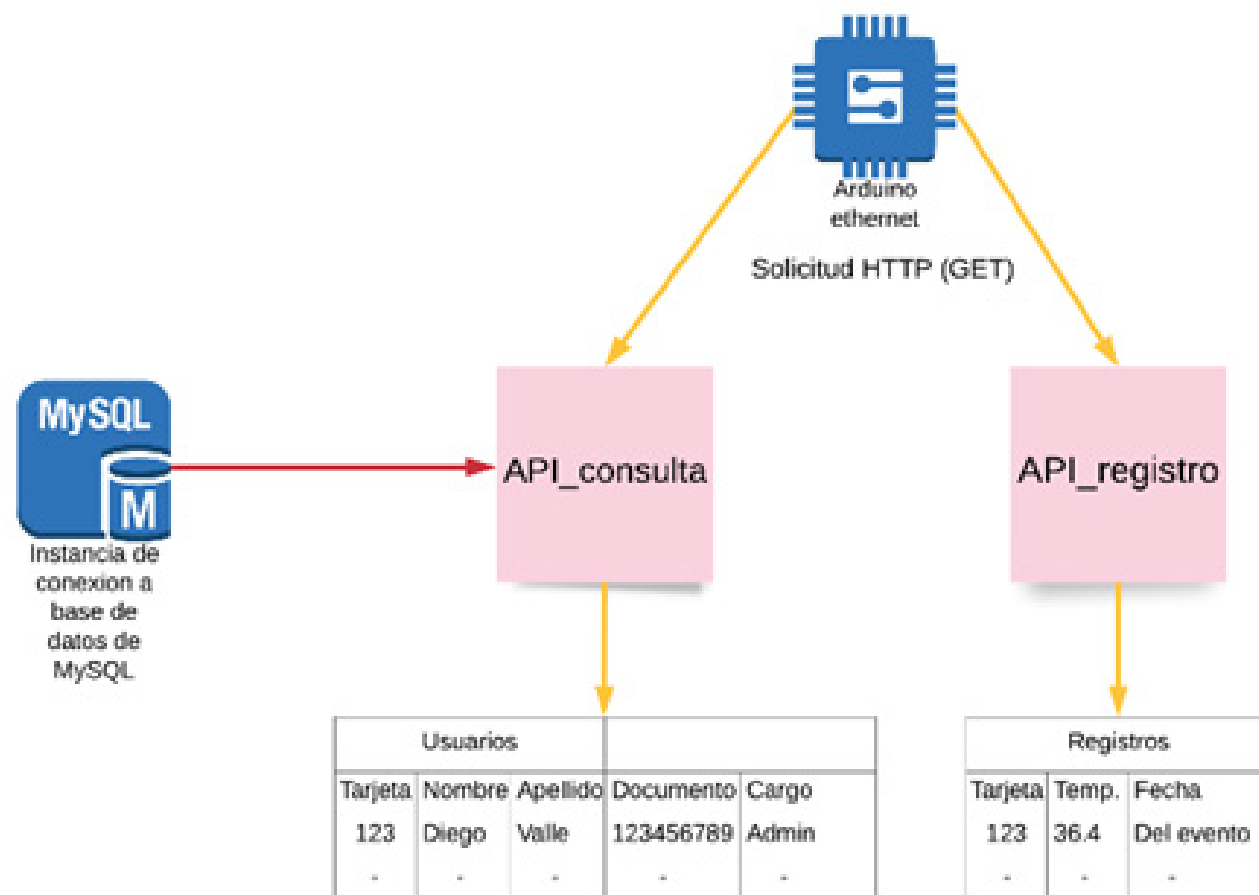


Fig. 2. Bases de datos, API's, y el hardware (Plataforma Arduino).  
Fuente: Autores.

### B. Componentes de hardware

*Sensor MLX90614-DCI:* Este módulo es el encargado de medir la temperatura de cada usuario del sistema, desde la superficie de la piel detectando la energía de Radiación Infrarroja (IR) y la distribución de la longitud de onda. Así, la sonda de temperatura IR consta de un sistema óptico, detector fotoeléctrico, amplificador, procesador de señales y módulo de salida. Por otro lado, el sistema óptico recoge la radiación infrarroja en su campo de visión y la energía de la radiación infrarroja se convierte en señales eléctricas. Posteriormente, la procesa el amplificador y el circuito de procesamiento de señal, la cual se convierte en un valor de temperatura. Adicionalmente, se destaca que entre menor sea el campo o ángulo de visión es mejor para el funcionamiento del sensor. El sensor tiene un campo de visión de 5° [30], [31] (Fig. 3).

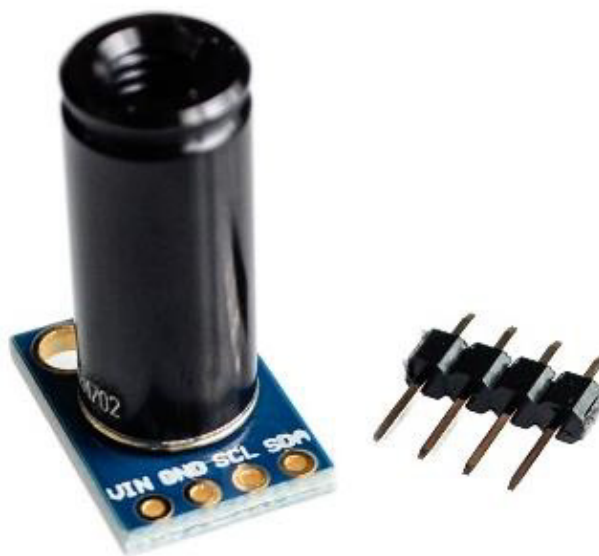


Fig. 3. Sensor de temperatura MLX90614-DCI.  
Fuente: Autores.



*Pantalla gráfica LCD 128 × 64:* Esta pantalla LCD permite mostrar datos, dibujos o gráficas. Normalmente se requiere utilizar como mínimo ocho pines. Es adecuado para el trabajo con las placas Arduino [32] (Fig. 4).

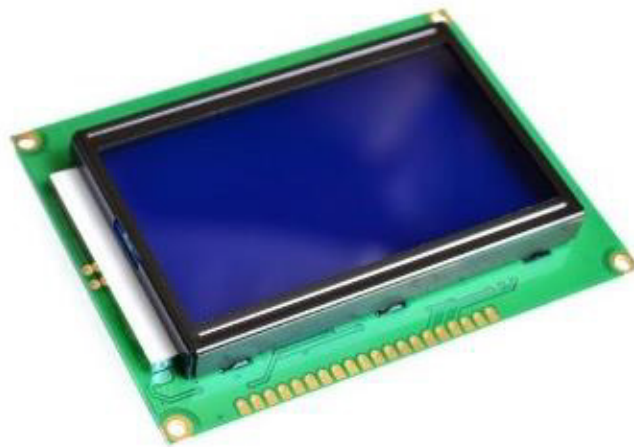


Fig. 4. Pantalla gráfica LCD 128x64.  
Fuente: Autores.

*Lector RFID RC522:* El Lector de Tarjetas de Identificación (ID) incorpora una antena y es capaz de leer las tarjetas RFID de 13.56 MHz. El lector puede ser usado en estacionamientos, controles de puertas, identificación de personal, transporte, entre otros [33] (Fig. 5).

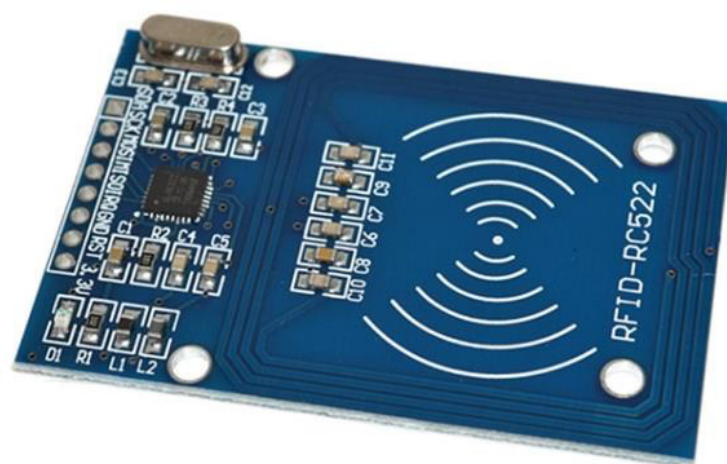


Fig. 5. Lector RFID RC522.  
Fuente: Autores.

*Arduino Mega 2560:* Esta placa está basada en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada/salida digital, 16 entradas analógicas, 4 UART, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio. En el presente sistema, otra alternativa es el Arduino Due (Fig. 6).



Fig. 6. Arduino Mega 2560.  
Fuente: Autores.

*Buzzer*: Un zumbador (del inglés *buzzer*) es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido. Para activarlo es necesario conectarlo con una batería o cualquier fuente de corriente directa [34]. En el presente proyecto, suena cuando hay alguna acción por parte del usuario (Fig. 7).



Fig. 7. Buzzer piezoeléctrico.  
Fuente: Autores.

*Sensor de proximidad infrarrojo*: El sensor está basado en un emisor y un receptor fotoeléctrico (infrarrojo). Este sensor es muy útil para robótica, posicionamiento de brazos, detector de obstáculos/presencia, contador de piezas, medios de interacción, entre otros [35], [36], [37], [38]. En el proyecto, se utilizará para detectar la presencia del trabajador y poder realizar la toma de temperatura. El sensor no tiene una referencia específica, es decir, cualquier sensor que alerte al sistema que la persona está en posición cumple con los requerimientos (Fig. 8).

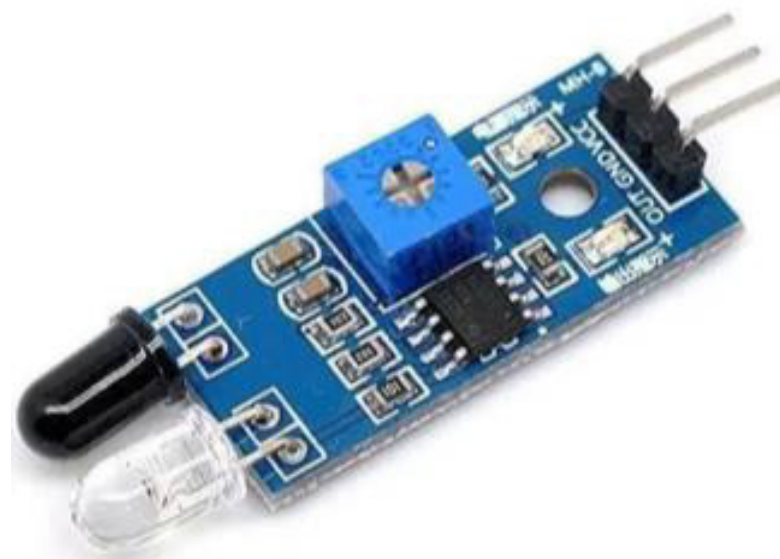


Fig. 8. Sensor de proximidad infrarrojo.  
Fuente: Autores.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN OPERATIVA DEL SISTEMA

Antes de ejecutar cualquier acción en la plataforma tecnológica diseñada, el primer paso a seguir es la configuración de las bases de datos, la cual consiste en actualizar la información de los usuarios con el número correspondiente de la tarjeta RFID; porque esta información se emplea para en el registro del usuario y de la temperatura.

Luego, una vez configuradas las bases de datos, se puede conectar y encender el Hardware. Después, cada usuario debe dirigirse hacia la ubicación del *dispositivo de registro* (Hardware). Por lo tanto, para que el proceso inicie el primer paso que debe realizar el usuario, es poner la tarjeta de identificación del usuario sobre el *lector RFID*. Así, el dispositivo ejecutará una solicitud a la base de datos llamada *usuarios* por medio de la *API de consulta*, inmediatamente si el usuario está registrado, se escuchará la alerta sonora y en la pantalla el sistema mostrará el *nombre del usuario y cargo* (Fig. 9).

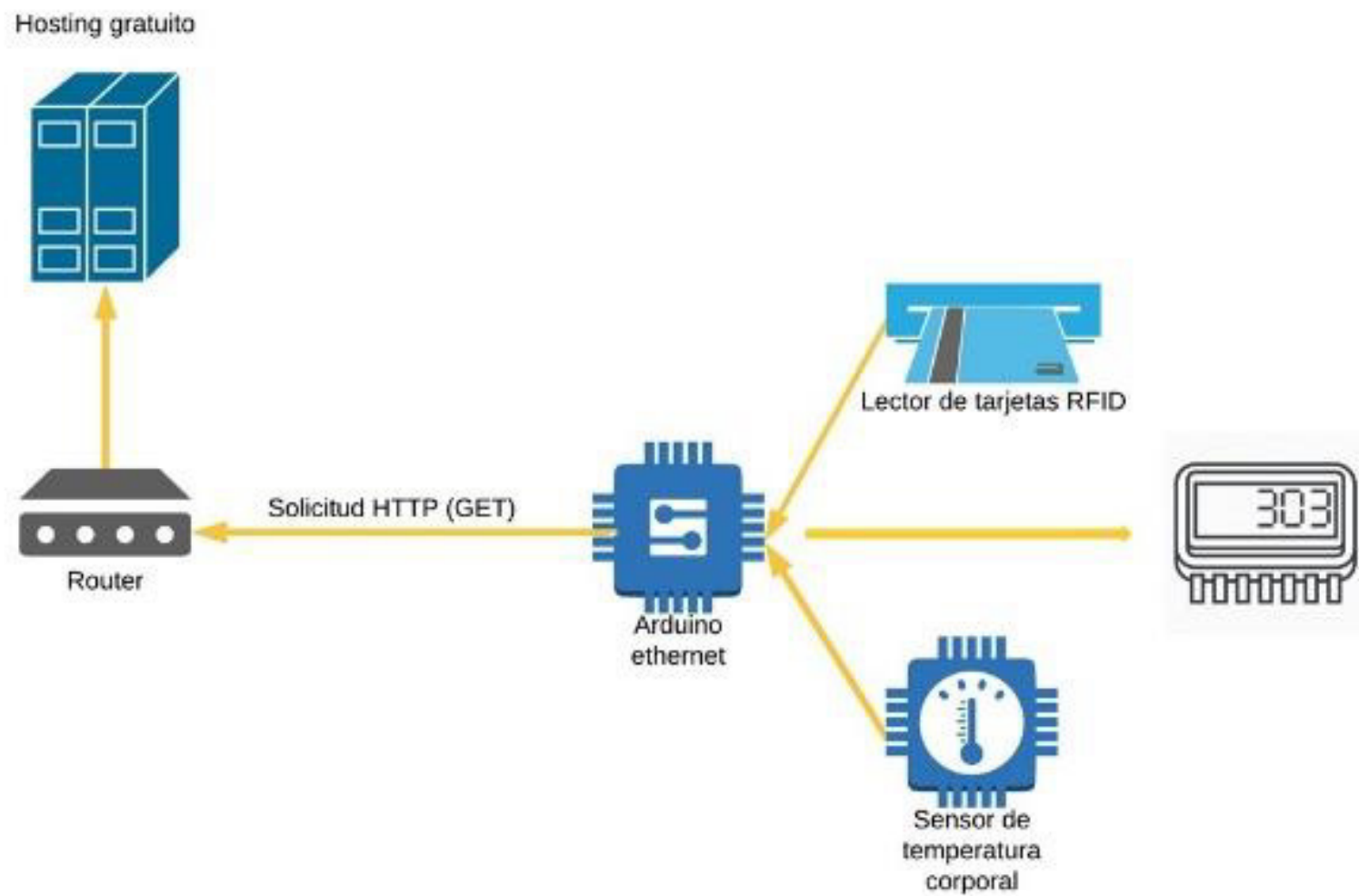


Fig. 9. Adquisición y verificación de datos del usuario en el sistema.  
Fuente: Autores.

El siguiente paso, consiste en colocar el brazo en la posición indicada donde se encuentran los sensores de temperatura y proximidad (Fig. 10). Para llevar a cabo esto, se requiere una espera aproximada de un segundo para realizar correctamente la medición; el dispositivo ejecutará un comando de envío a la base de datos “registro”, y eventualmente se escuchará de nuevo el zumbador indicando si la lectura de temperatura es apta o no para permitir el ingreso de la persona a la organización. El dispositivo repetirá el proceso con cada usuario entrante.

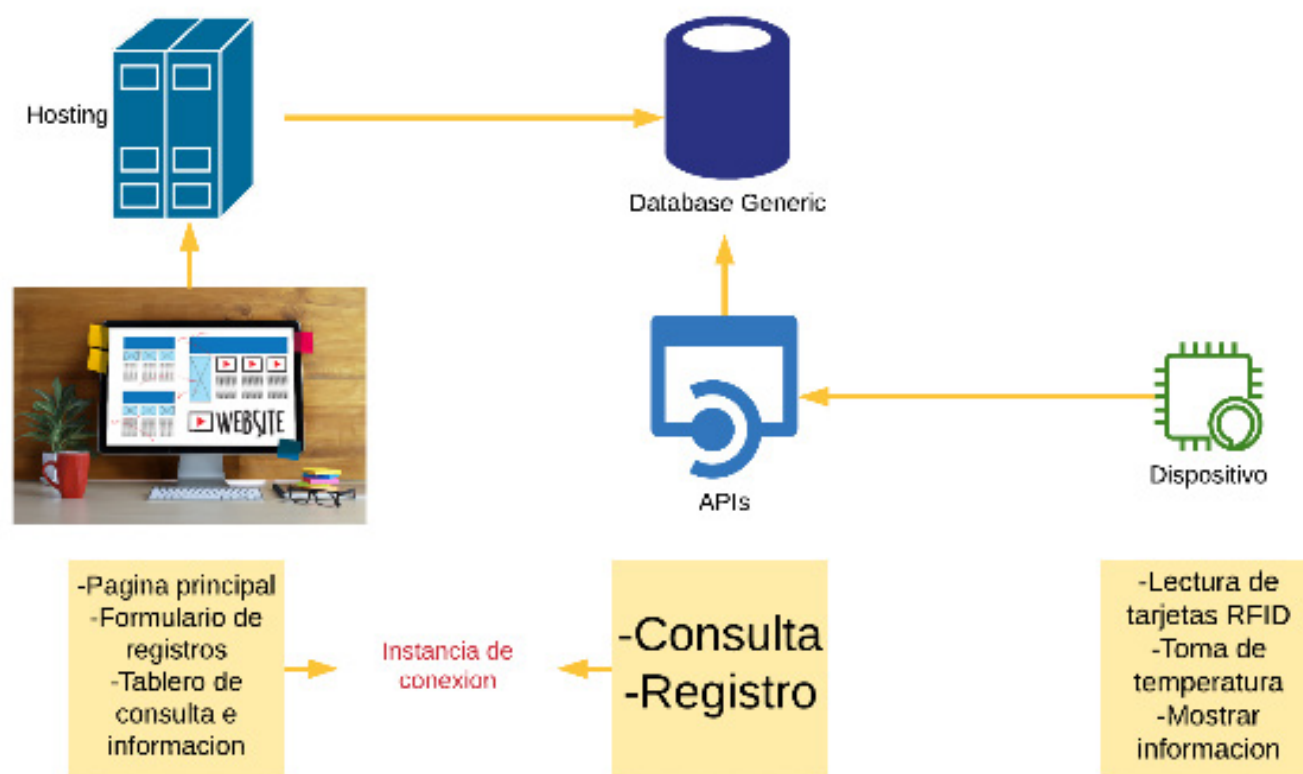


Fig. 10. Funcionamiento del Sistema de Control de Acceso.  
Fuente: Autores.



## V. PROTOTIPO A ESCALA DEL SISTEMA

A continuación, se presenta una implementación del sistema como un prototipo funcional a escala real, utilizando hardware y software libre.

Inicialmente La Fig. 11 y Fig. 12, presentan el case (gabinete) principal del sistema, donde la placa principal (*Arduino MEGA*) se encuentra conectada a la fuente de poder principal, y a todos componentes de entrada y salida del sistema.

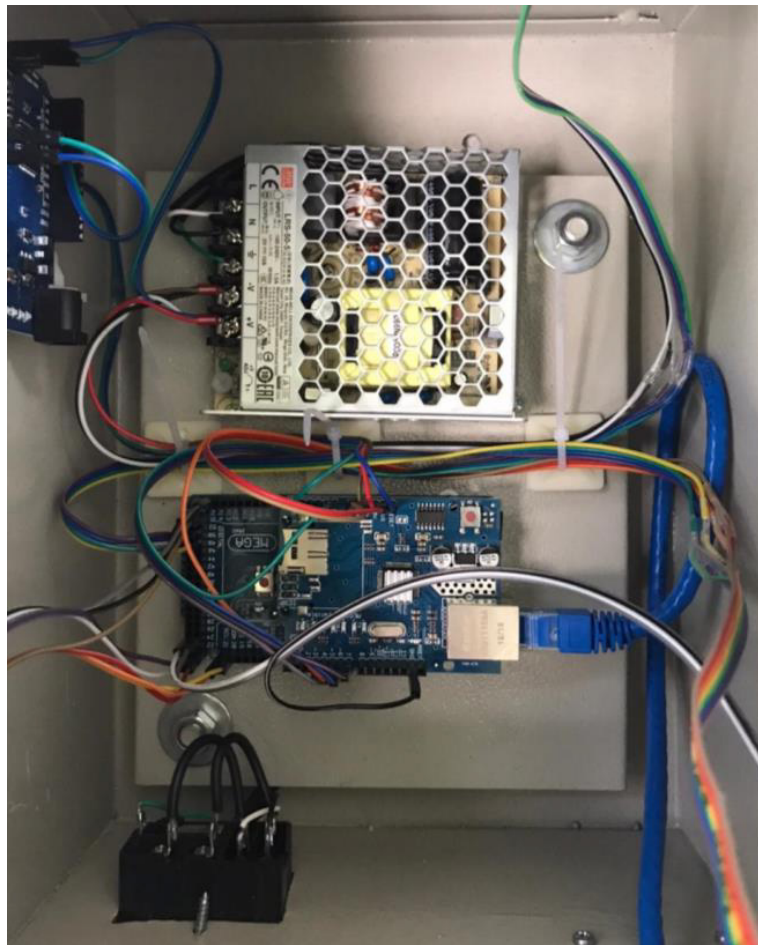


Fig. 11. Fuente de alimentación, cableado y el controlador con interfaz Ethernet.  
Fuente: Autores.

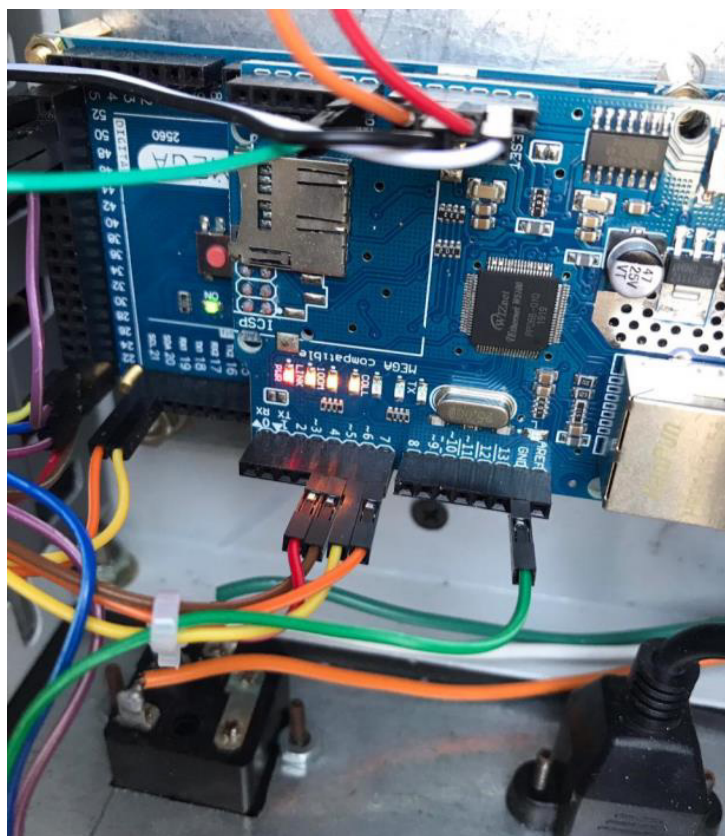


Fig. 12. Conexiones del circuito de control basado en el Arduino MEGA.  
Fuente: Autores.



Por otro lado, la Fig. 13 muestra el gabinete con todos los elementos instalados y conectado a la plataforma administradora, que consta de una página web, formularios de registros, y tablero de consulta de información.



Fig. 13. Configuración del equipo y el case (gabinete) con todos los elementos ensamblados.  
Fuente: Autores.



Fig. 14. Pantalla LCD que muestra la temperatura del trabajador.  
Fuente: Autores.

Finalmente, la Fig. 14 presenta la pantalla que permite visualizar la temperatura de los usuarios, que ha sido leída por los sensores del sistema.

## VI. CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo ha permitido conocer y asociar aspectos inherentes con la pandemia generada por el COVID-19, que van desde los síntomas más comunes que presentan los potenciales infectados, hasta las respuestas tecnológicas que ha realizado la humanidad frente a los retos que ha demandado el confinamiento total u otras restricciones.

Inicialmente, se pudo evidenciar que de los síntomas más importantes que presentan los potenciales contagiados de COVID-19, es la fiebre; por lo tanto, las soluciones tecnológicas se han concentrado en la detección de ese síntoma.

También, se evidenció que las soluciones tecnológicas se han enfocado en el análisis de datos, basados en técnicas de inteligencia artificial para detectar contagiados, recomendar comportamientos humanos después del confinamiento, y detectar afecciones pulmonares por contagio del COVID-19.

Por otra parte, se pudo comprobar que, aunque existan soluciones con más funcionalidades y años de experiencia dominando el sector; pueden crearse soluciones con las mismas y mejores funcionalidades; que ofrecen las mismas funcionalidades a menor costo de diseño y producción en masa. Debido a que, sus componentes están basados en la filosofía del hardware y software libre, que hacen que la solución sea menos costosa que una privativa. Así mismo, lo anterior permite al usuario final poder acceder a desarrollos de alta calidad sin incurrir en altos costos para su organización.

Finalmente, es importante destacar que el software y hardware libre, facilita y motiva la innovación en muchas áreas emergentes de conocimiento, donde el prototipado rápido de soluciones tecnológicas se hace relevante.

#### AGRADECIMIENTOS

Al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia), que se encuentra adscrito al departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica; quien a través de la estrategia Institucional llamada “*Proyecto de Aula*” logró gestar, diseñar, e implementar esta solución.

#### REFERENCIAS

- [1] F. Perrotta, M.G. Matera, M. Cazzola & A. Bianco, “Severe respiratory SARS-CoV2 infection: Does ACE2 receptor matter?,” *Respir Med*, vol. 168, p. 105996–105996, Jul. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.105996>
- [2] OMS, “*Información básica sobre la COVID-19*”. may 13, 2021. Publicado por OMS. <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- [3] M. E. Deming, N. L. Michael, M. Robb, M. S. Cohen & K. M. Neuzil, “Accelerating development of SARS-CoV-2 vaccines—the role for controlled human infection models,” *NEJM*, vol. 383, no. 10, pp. e63–e6(4), Jul. 2020. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2020076>
- [4] M. F. Osuchowski, F. Aletti, J.M. Cavaillon, S. B. Flohé, E. J. Giamarellos-Bourboulis, M. Huber-Lang, B. Relja, T. Skirecki, A. Szabó & M. Maegele, “SARS-CoV-2/COVID-19: evolving reality, global response, knowledge gaps, and opportunities,” *Shock*, vol. 54, no. 4, pp. 416–437, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1097/shk.0000000000001565>
- [5] Coronavirus, “El mundo sobrepasa los 3,2 millones de muertes a causa del coronavirus”, en *Semana*, 09 may, 2021. [Online]. Disponible en <https://www.semana.com/coronavirus/articulo/el-mundo-sobrepasa-las-32-millones-de-muertes-a-causa-del-coronavirus/202158/>
- [6] Redacción Salud, “Estudio afirma que muertes globales por coronavirus son el doble de las oficiales”, *El Espectador*, 10 may, 2021. [Online]. Disponible en [https://www.elespectador.com/salud/estudio-afirma-que-muertes-por-coronavirus-son-el-doble-de-las-oficiales/?cx\\_testVariant=cx\\_1&cx\\_artPos=0&cx\\_testId=20](https://www.elespectador.com/salud/estudio-afirma-que-muertes-por-coronavirus-son-el-doble-de-las-oficiales/?cx_testVariant=cx_1&cx_artPos=0&cx_testId=20)
- [7] R. Challen, E. Brooks-Pollock, J.M. Read, L. Dyson, K. Tsaneva-Atanasova & L. Danon, “Risk of mortality in patients infected with SARS-CoV-2 variant of concern 202012/1: matched cohort study,” *BMJ*, vol. 372, no. 579, pp. 1–10, Mar. 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n579>
- [8] A. Orús, “COVID-19: casos confirmados a nivel mundial por continente en 2021”, *Statista*, 07 May, 2021. Publicado por Statista. Disponible en <https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>
- [9] A.L. Rasmussen & S. V. Popescu, “SARS-CoV-2 transmission without symptoms,” *Science*, vol. 371, no. 6535, pp. 1206–1207, Mar. 2021. <https://doi.org/10.1126/science.abf9569>
- [10] INS, “*COVID-19 en Colombia*”, may 10, 2021. Publicado por INS. <https://www.ins.gov.co/Noticias/paginas/coronavirus.aspx>
- [11] V. KerkhoveS, “Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19),” WHO-China, GVA, *Final Report*, 28 Feb. 2020. Disponible en [https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19))
- [12] A. T. Hanrath, B. A. Payne & C. J. Duncan, “Prior SARS-CoV-2 infection is associated with protection against symptomatic reinfection,” *J Infect*, vol. 82, no. 4, pp. e29–e30, Apr. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.12.023>
- [13] R. Levi, E. Azzolini, C. Pozzi, L. Ubaldi, M. Lagioia, A. Mantovani & M. Rescigno, “One dose of SARS-CoV-2 vaccine exponentially increases antibodies in recovered individuals with symptomatic COVID-19,” *J Clin Invest*, vol. 131, no. 12, pp. 1–5, May, 2021. <https://doi.org/10.1172/JCI149154>
- [14] C. H. Saavedra, “Consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-COV-2/COVID-19 en establecimientos de atención de la salud”, *Infectio*, vol. 24, no. 3, pp. 1–6, Mar. 2020. <http://dx.doi.org/10.22354/in.v24i3.851>
- [15] O. McBride, J. Murphy, M. Shevlin, M. Gibson Miller, J. Hartman, T.K. Hyland, P. Levita, L. Mason, L. Martinez, A. P. McKay & T. V. Stocks, “Monitoring the psychological, social, and economic impact of the COVID-19 pandemic in the population: Context, design and conduct of the longitudinal COVID-19 psychological research consortium (C19PRC) study,” *Int J Methods Psychiatr Res*, vol. 30, no. 1, pp. 1–55, May. 2020. <https://doi.org/10.31234/osf.io/wxe2n>

- [16] J. Verschuur, E. E. Koks & J. W. Hall, “Observed impacts of the COVID-19 pandemic on global trade,” *Nat Hum Behav*, vol. 5, no. 3, pp. 305–307, Feb. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>
- [17] L. R. Snowden & G. Graaf, “COVID-19, social determinants past, present, and future, and African Americans’ health,” *J Racial Ethn Health Disparities*, vol. 8, no. 1, pp. 12–20, Nov. 2021. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs40615-020-00923-3>
- [18] S. A. Sarkodie & P. A. Owusu, “Global assessment of environment, health and economic impact of the novel coronavirus (COVID-19),” *Environ Dev Sustain*, vol. 23, no. 4, pp. 5005–5015, Jun. 2021. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs10668-020-00801-2>
- [19] J. T. Mueller, K. McConnell, P. B. Burow, K. Pofahl, A. A. Merdjanoff & J. Farrell, “Impacts of the COVID-19 pandemic on rural America,” *PNAS*, vol. 118, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2021. <https://doi.org/10.1073/pnas.2019378118>
- [20] J. A. Fuller, A. Hakim, K. R. Victory, K. Date, M. Lynch, B. Dahl, O. Henao & CDC COVID Response Team, “Mitigation policies and COVID-19–associated mortality—37 European countries,” *MMWR*, vol. 70, no. 2, pp. 58–62, Jan. 2020. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7002e4>
- [21] R. A. Rayan, I. Zafar & C. Tsagkaris, “Artificial Intelligence and Big Data Solutions for COVID-19,” in *Intelligent Data Analysis for COVID-19 Pandemic*, M. Niranjnamurthy, S. Bhattacharyya & N. Kumar, Ed., SG: Springer, pp. 115–127, 2021. [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-16-1574-0\\_6](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-16-1574-0_6)
- [22] A. Saood, & I. Hatem, “COVID-19 lung CT image segmentation using deep learning methods: U-Net versus SegNet,” *BMC Med Imaging*, vol. 21, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2021. <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00529-5>
- [23] A. Asadzadeh & L. R. Kalankesh, “A scope of mobile health solutions in COVID-19 pandemics,” *Infor Med Unlocked*, vol. 23, no. 3, pp. 1–8, Apr. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100558>
- [24] M. Jönsson, “TempScanner: An application to detect fever,” *Bachelor Thesis*, TS, DCS MT, MUEP, SE, 2021. Available: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1529926>
- [25] E. Anusuya, A. A. Kumar & P. R. Ranjith, “Technology solution for government schools to fight against Covid-19,” 2021.
- [26] A. Gupta, S. Maurya, N. Mehra & D. Kapil, “COVID-19: Employee Fever detection with Thermal Camera Integrated with Attendance Management System,” presented at *11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering*, Confluence, Noida, IN, pp. 355–361, 28-29 Jan. 2021. <https://doi.org/10.1109/Confluence51648.2021.9377079>
- [27] A. Cortés, D. Salcedo & C. Henríquez, “Renal function panel: an information system for results tests management at the Huila department,” *ARNP J Eng Appl Sci*, vol. 15, no. 19, pp. 2121–2128, Oct. 2020. Available from [http://www.arnpjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2020/jeas\\_1020\\_8335.pdf](http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2020/jeas_1020_8335.pdf)
- [28] A. Cortés, D. Salcedo & I. Avendaño, “Information system to management comprehensive metabolic panel tests in hospitals of Huila-Colombia department,” *ARNP J Eng Appl Sci*, vol. 15, no. 20, pp. 2348–2355, Oct. 2020. Available from [http://www.arnpjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2020/jeas\\_1020\\_8365.pdf](http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2020/jeas_1020_8365.pdf)
- [29] P. A. David, A. Cortés & D. Salcedo, “Design and implementation of an uv radiation monitoring system to the Neiva-Huila municipality,” *ARNP J Eng Appl Sci*, vol. 14, no. 24, pp. 4176–4182, Nov. 2020. Available from [http://www.arnpjournals.org/jeas/research\\_papers/rp\\_2019/jeas\\_1219\\_8043.pdf](http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2019/jeas_1219_8043.pdf)
- [30] W. Boonsong & N. Senajit, “Wireless Automatic Body Temperature Sensing System with Non-Contact Infrared Via the Internet for Medical Promotion,” *PE*, no. 6, pp. 132–135, Jun. 25 2021. <https://doi.org/10.15199/48.2021.06.25>
- [31] L. Ruiqin, T. Wenan, C. Zhenyu, & Qinqin “Design of Face Recognition Access Entrance Guard System with Mask Based on Embedded Development,” presented at *2nd International Conference on Computer Information and Big Data Applications*, vol. 1883, CIBDA, Wuhan, CN, 26-28 Mar. 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1883/1/012156>
- [32] DF Robot, “Gravity: Sensor de temperatura IR sin contacto I2C (MLX90614-DCI),” *Opencircuit*. <https://opencircuit.es/Producto/Gravity-Sensor-temperatura-IR-sin-contacto-I2C> (consultado may 12, 2021).
- [33] Infra Red Thermometer in TO-39, “Datasheet for MLX90614,” *Melexis*, Sep. 2019. <https://www.melexis.com/en/documents/documentation/datasheets/datasheet-mlx90614> (consultado may 12, 2021).
- [34] “Pantalla gráfica LCD 128x64,” *Dualtronica*. <https://dualtronica.com/pantallas/30-pantalla-lcd-grafica-128x64-azul-12864.html> (consultado may 12, 2021).
- [35] MCI05435, “Lector RFID 13.56MHz USB,” *MCI Electronics*. <https://www.mcielectronics.cl/shop/product/lector-rfid-13-56mhz-usb-25512> (consultado may 12, 2021).
- [36] Ingeniería Mecafenix, “Qué es el buzzer y cómo funciona (zumbador),” *Ingeniería Mecafenix*, Oct. 15, 2018. [Online] <https://www.ingmecafenix.com/electronica/el-buzzer/>
- [37] D. Salcedo, D. Suarez, J. Solano y C. Henríquez, “IoT Motors Sistema Inteligente para para la gestión automática de un generador eléctrico basado en la arquitectura del IoT”, *CESTA*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, Nov. 2020. <https://doi.org/10.17981/cesta.01.01.2020.01>
- [38] J. De La Hoz, “Dispositivo de Monitoreo de Consumo para el Ahorro de Energía en el Hogar”, *CESTA*, vol. 2, no. 1, pp. 1–18, Jul. 2021. <https://doi.org/10.17981/cesta.02.01.2021.01>



**Andrés Solano-Escorcía** es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia).

**Diego Valle-Tapia** es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia).

**José Anguila-Anguila** es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia).

**Dixon Salcedo** es Doctor en Ingeniería con énfasis en Telecomunicaciones, otorgado por la Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia). M.Sc. en Software Libre, con énfasis Administración de Redes de Computadores y Sistemas; otorgado por la Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia). Ingeniero de Sistemas de profesión por la Universidad Autónoma del Caribe (Colombia). Actualmente, profesor tiempo completo del programa de formación profesional en Ingeniería de Sistemas, adscrito al departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, miembro del grupo de Investigación de Ingeniería del Software y Redes de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia). Sus intereses de investigación son en el campo de calidad de servicio en redes Internet, ingeniería de tráfico, redes de computadores y protocolos de nueva generación; y temáticas afines con las telecomunicaciones, el desarrollo de software, internet de las cosas e inteligencia artificial.

**Carlos Henríquez Miranda** es Ingeniero de Sistemas. Especialista en estudios pedagógicos. Magister en Ingeniería de Software y PhD en Ingeniería de Sistemas e informática. Profesor de la Universidad del Magdalena (Colombia). Investigador Senior ante Minciencias. áreas de investigación: aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural y análisis de sentimientos. Editor de la revista científica Prospectiva. Líder de grupo de investigación Sistemas inteligentes y nuevas categorías categorizado A. Director de proyectos de software como consultor y profesor. Consultor e instructor en tecnología JAVA (J2EE, J2SE, JavaCard, Android).

**Yesith Ternera-Muñoz** es profesor asociado al departamento de Ciencias de la Computación y la Electrónica, por la Universidad de la Costa-CUC (Colombia). Ingeniero de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia). Sus intereses de investigación son principalmente en el área de redes convergentes y los sistemas operativos.

**Luis Ramos-Barrera** es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia).

**Nicolás Martínez-Herrera** es estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Costa-CUC (Colombia).