

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO BASADO EN IOT PARA EL SEGUIMIENTO DE CONTAGIOS DE SARS-CoV-2

IoT-BASED ELECTRONIC DEVICE FOR MONITORING SARS-CoV-2 INFECTIONS

¹Oscar Camilo Fuentes Amín,
²Mariano Esteban Romero Torres,
³Mario Antonio Suarez Pérez

^{1,2,3} Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Recibido: 30/09/2022 Aprobado: 20/10/2022

RESUMEN

Resumen - En aras de implementar tecnologías que faciliten el seguimiento de contagios y así mitigar el impacto del COVID-19, se presenta el desarrollo de un dispositivo electrónico basado en RFID, (tecnología de identificación por radiofrecuencia), el cual se plantea como un instrumento de bioseguridad que puede ser instalado en los sitios de alta interacción social.

El dispositivo se diseñó para ser instalado en la entrada de los almacenes, iglesias, bancos y demás sitios de gran afluencia, es capaz de leer tarjetas o llaveros RFID, los cuales pueden ser portados por los visitantes, permite llevar un seguimiento en la nube de la hora, fecha y lugar donde estas personas entran, se conecta a internet a través de WiFi y realiza el proceso de registro en un tiempo promedio de 5.8 segundos.

Con este desarrollo se pretende ofrecer una herramienta tecnológica que permita a las autoridades sanitarias, plantear estrategias de aislamiento por sectores vulnerables, ya que al detectar una alerta de caso positivo, será posible relacionar un sector de la sociedad que tuvo interacción con la persona en alerta y así actuar con mayor precisión en cuanto a la atención y la implementación de aislamientos sectorizados, con lo que se espera reducir el riesgo de contagio durante la reactivación económica.

Palabras clave: Coronavirus, Nube, RFID, Seguimiento.

Citación: Amín, O. C., Romero Torres, M. E. ., & Suarez Pérez, M. A. . (2022). Dispositivo electrónico basado en IoT para el seguimiento de contagios de SARS-CoV-2. *Publicaciones E Investigación*, 16(4). <https://doi.org/10.22490/25394088.6750>

¹ oscar.fuentes@unad.edu.co - <https://orcid.org/0000-0002-9193-8947>

² mariano.romero@unad.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-8211-5132>

³ mariosp08@hotmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-5041-1486>

<https://doi.10.22490/25394088.6750>

ABSTRACT

In order to implement technologies that facilitate the monitoring of infections and thus mitigate the impact of COVID-19, the development of an electronic device based on RFID (radio frequency identification technology) is presented, which is considered as a biosecurity instrument. that can be installed on sites with high social interaction.

The device was designed to be installed at the entrance of stores, churches, banks and other places with a large influx, it is capable of reading RFID cards or key fobs, which can be carried by visitors, it allows monitoring in the cloud of the time, date and place where these people enter, connect to the internet via WiFi and complete the registration process in an average time of 5.8 seconds.

With this development, it is intended to offer a technological tool that allows the health authorities to propose isolation strategies for vulnerable sectors, since upon detecting a positive case alert, it will be possible to relate a sector of society that had interaction with the person on alert. and thus act with greater precision in terms of care and the implementation of sectorized isolation, which is expected to reduce the risk of contagion during the economic reactivation.

Key words: *Coronavirus, Cloud, RFID, Tracking.*



1. INTRODUCCIÓN

Con la crisis generada a causa del SARS-CoV-2, la economía se ha visto fuertemente afectada, la Organización Mundial de la Salud, OMS, sugirió el aislamiento social como una forma de mitigar la propagación del virus [1]. En este sentido, una de las medidas adoptadas por los gobiernos se basó en el distanciamiento social [2]. El aislamiento, la reducción de los viajes y demás controles adoptados, han provocado una disminución de la población en todos los sectores económicos y la pérdida de muchos puestos de trabajo. Las escuelas han cerrado y la necesidad de productos básicos y manufacturados ha disminuido [3]. Este panorama dejó preocupaciones en los diversos sectores económicos, de manera que los gobiernos empezaron a proponer estrategias para la reactivación económica; en Colombia por ejemplo, el ministerio de salud decretó condiciones para el desarrollo de las actividades económicas, sociales y del estado bajo protocolos de seguridad [4]. Sin embargo, las medidas no han sido suficientes para detener los contagios y, aunque actualmente se cuenta con una vacuna para contrarrestar el virus, la oleada causada por la enfermedad sigue cobrando vidas en muchos países [5].

Desde el comienzo de la crisis sanitaria se han venido planteando todo tipo de técnicas y metodologías, a fin de facilitar las acciones para mitigar el impacto que el virus provoca; esto se viene haciendo desde diferentes sectores, por ejemplo se ha hablado de las cabinas de desinfección, que aunque en muchos sitios se empezaron a implementar, se demostró que no eran tan recomendables [6], por otro lado se vienen trabajando recursos con base tecnológica, algunos de estos enfocados en el monitoreo en línea a través de servicios web [7], [8], [9].

En la actualidad se están desarrollando nuevas tecnologías, como el internet de las cosas, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras, basadas en la conectividad, a raíz de esto se han logrado toda una serie de avances tecnológicos que se conocen como la cuarta revolución industrial [10], [11]. Dentro de las tecnologías emergentes, es preciso mencionar que en los últimos años ha tomado gran importancia la tecnología RFID, o identificación por radiofrecuencia, la cual permite colocar etiquetas electrónicas a los objetos para su identificación. Esta tecnología ha sido muy utilizada en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones, debido a sus buenas prestaciones [12], [13], [14].

Otros estudios realizados, como el de Mohammed y colaboradores en 2020 [15], demuestran que temas enmarcados en la industria 4.0., son de mucha importancia en la emergencia mundial que se vive hoy en día, lo que abre un camino de posibilidades frente a las soluciones que esta industria puede ofrecer. Otro estudio como el de Navas y colaboradores [16], muestra que, mediante una plataforma digital, se pueden poner en contacto las personas con los médicos para recibir información de los síntomas.

Los aportes mencionados anteriormente se encuentran dentro de todo un sin número de investigaciones realizadas por parte de la comunidad científica, de esta manera es válido anotar que las nuevas tecnologías han tomado un rol importante dentro de lo que puede ser la solución de la crisis. Partiendo de estas tecnologías, las cuales han demostrado buenas prestaciones, se propone el desarrollo de un dispositivo basado en tecnología RFID, que a través de un módulo WiFi pueda registrar automáticamente el ingreso de personas en sitios de gran afluencia. A partir de esto, se espera ofrecer a las autoridades sanitarias, una base de datos en línea donde se aloje información de la fecha y hora a la cual las personas ingresan a los sitios de alta afluencia, lo cual es pertinente para realizar acciones de seguimiento y control más precisas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño general

En primer lugar se caracterizaron las tarjetas electrónicas RFID RC522 y WiFi nodemcu ESP8266 respectivamente, con el fin de tener información técnica asociada a sus requerimientos de funcionamiento. Lo anterior facilitó el diseño de un sistema integrado donde se incluyeron elementos como diodos LEDs, pantalla LCD, una fuente de alimentación y finalmente el diseño de una carcasa para su instalación en campo. A continuación se describen algunas características de estos elementos:

Tags y lector RFID:

El sistema RFID consta de dos etapas, un módulo lector y una tarjeta, que luce como un documento de identidad, a su vez una tarjeta se conforma de un pequeño chip y una antena en su interior, el chip contiene un

código único, mientras que la antena es la responsable de transmitir este código. El lector RFID se alimenta con 5 voltios y es capaz de generar un campo electromagnético a través del cual se obtiene información de una tarjeta cuando se acerca, esta información posteriormente es transmitida a un microcontrolador [17]. Una de las ventajas de esta tecnología es su bajo costo y fácil adquisición, según lo propuesto, los visitantes deben portar su respectiva tarjeta para entrar a los sitios de gran afluencia.

Nodemcu ESP8266:

Otra de las tecnologías emergentes, que ha ocupado un rol importante en el campo del internet de las cosas, se basa en la conectividad por Wi-Fi, acrónimo creado a partir del inglés “Wireless Fidelity”. Es el estándar de redes inalámbricas dominante en la actualidad, entre sus múltiples ventajas se encuentran la gran variedad de dispositivos que se pueden adaptar a esta tecnología; la movilidad, la cual permite cambiar de punto de acceso sin interrumpir la conectividad y la escalabilidad que facilita la ampliación de las redes debido a su característica inalámbrica. Por todo lo anterior, esta tecnología goza de una gran popularidad [18].

Una vez analizadas las características de las tecnologías a utilizar, fue posible definir un diseño general del dispositivo, que adicionalmente, integra otros elementos de apoyo como pantalla LCD, indicadores LEDs y fuente de alimentación, ver figura 1.

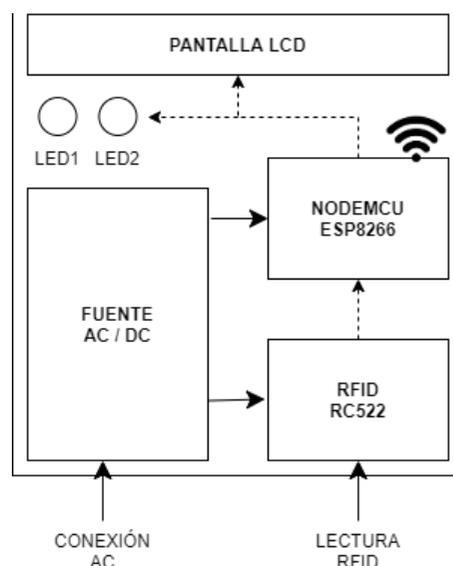


Figura 1. Diagrama general del circuito.

B. Diseño de Circuito Impreso

Se diseñó un circuito impreso, donde el lector RFID, el módulo WiFi nodemcu ESP8266 y otros elementos de apoyo se integraron en una misma base. Para mayor facilidad a la hora de ensamblar los componentes, el circuito base consta de un conector de ocho pines, con el fin de conectar el módulo RFID a través de un bus de datos flexible. De manera similar se incluyó un conector de cuatro pines con el fin de conectar la pantalla LCD a través de un bus de datos flexible, en la figura 2 se muestra el diseño 3D de este circuito.

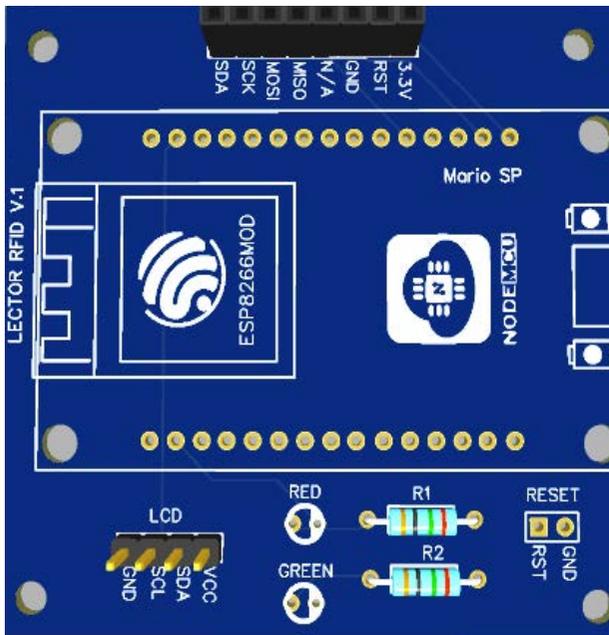


Figura 2. Circuito desarrollado.

C. Diseño de carcasa

Una vez fueron soldados los componentes al circuito base, se realizó la programación del sistema de control, luego se hicieron algunas pruebas de lectura de tarjetas, se verificaron las conexiones y finalmente se diseñó una carcasa para ensamblar las partes y aportar robustez al sistema, ver figura 3.

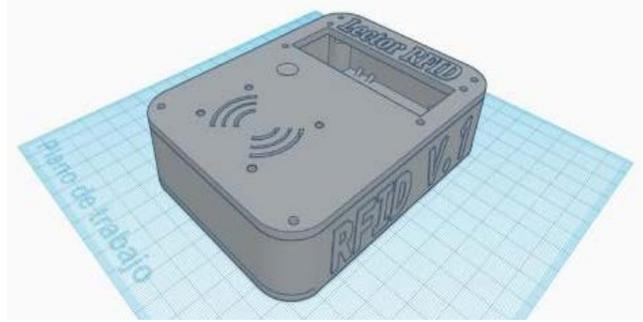


Figura 3. Diseño de carcasa.

Para poder utilizar este dispositivo en los sitios mencionados, se propone la elaboración de un soporte, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Diseño de soporte.

El diseño propuesto aprovecha los pedestales que comúnmente se encuentran en los supermercados, los cuales tienen la finalidad de suministrar un antiséptico a los visitantes.

D. Planificación de pruebas

Con el fin de validar la funcionalidad del dispositivo desarrollado, se planificaron algunas actividades de prueba, las cuales se describen a continuación:

Prueba de lectura de tarjetas:

Esta prueba consistió en acercar tarjetas RFID al dispositivo, en repetidas ocasiones y a diferentes distancias, con el fin de establecer la distancia a la cual las tarjetas son leídas sin ningún problema.

Prueba de conexión WiFi:

Esta prueba consistió en conectar el dispositivo a una red WiFi a una distancia de 1m, seguidamente alejar el dispositivo progresivamente hasta encontrar la distancia a la cual el dispositivo deja de contar con conexión.

Prueba de registros:

Esta última prueba consistió en programar al dispositivo para generar un dato con la fecha, el código único que identifica al módulo WiFi y el código RFID de la tarjeta que se acerque y seguidamente enviar esta información a una base de datos en línea, para finalmente verificar si los datos fueron transmitidos satisfactoriamente a través de WiFi.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 5 se presenta el dispositivo ensamblado, donde se integran las tecnologías RFID y WiFi. El sistema cuenta con un lector de tarjetas RFID RC522, una pantalla LCD, diodos LEDs y un módulo nodemcu ESP8266, responsable del control general.



Figura 5. Sistema ensamblado.

El dispositivo fue validado a través de diferentes pruebas, las cuales se describen a continuación:

A. Prueba de lectura de tarjetas

Se realizaron pruebas de lectura RFID, donde se acercaban las tarjetas al dispositivo para verificar si el dispositivo era capaz de leer los códigos de las mismas. Este proceso se hizo para distancias entre 5cm y 0.5cm; así se pudo comprobar que a una distancia de 1cm el dispositivo fue capaz de leer tarjetas pero con algunas fallas. En este sentido se definió que a la hora de implementar esta tecnología, los visitantes acerquen sus tarjetas a una distancia menor a 0.5cm.

Finalmente, para una distancia de 0.5cm, se realizaron 20 pruebas de lectura y se logró verificar que el dispositivo obtuvo los códigos de forma acertada en los 20 intentos, obteniendo una eficiencia de lectura del 100%.

B. Prueba de conexión WiFi

Al encender el dispositivo, este es capaz de establecer una conexión vía WiFi con un modem. En esta prueba se verificó que el dispositivo se conectara a la red a una distancia de un metro, seguidamente se empezó a alejar, mientras se verificaba la conexión del dispositivo, con lo que se pudo comprobar que el sistema es capaz de conectarse a una distancia máxima de 9 metros respecto al modem de donde toma señal.

C. Prueba de registros

Una vez que el dispositivo se conectó a internet, se procedió a comprobar si este era capaz de registrar en una base de datos en línea la información correspondiente a la fecha, el código único que identifica al módulo WiFi y el código RFID de la tarjeta que se acercara: se hicieron 20 intentos, con un 100% de aciertos, ver figura 6.

	id	fecha_actual	chipID	UID
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	1	2021-06-17 20:39:13	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	2	2021-06-17 20:39:23	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	3	2021-06-17 20:39:32	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	4	2021-06-17 20:39:39	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	5	2021-06-17 20:39:46	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	6	2021-06-17 20:39:52	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	7	2021-06-17 20:39:59	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	8	2021-06-17 20:40:06	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	9	2021-06-17 20:40:16	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	10	2021-06-17 20:40:23	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	11	2021-06-17 20:40:33	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	12	2021-06-17 20:40:47	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	13	2021-06-17 20:40:56	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	14	2021-06-17 20:41:03	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	15	2021-06-17 20:41:12	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	16	2021-06-17 20:41:18	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	17	2021-06-17 20:41:25	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	18	2021-06-17 20:41:39	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	19	2021-06-17 20:41:49	6490034	B94C05C3
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	20	2021-06-17 20:42:02	6490034	B94C05C3

Figura 6. Información registrada en base de datos.

En la figura 6 se pueden ver los tres datos de interés, la fecha, el “chipID”, que corresponde a un código único que tienen los módulos nodemcu ESP8266 y el “UID”, que corresponde al código de la tarjeta RFID y que también es único para cada una. Como dato adicional, el dispositivo tardó en promedio 5.8 segundos desde que se acercaba cada tarjeta hasta que la información quedara registrada en la base de datos. De esta manera, se puede garantizar que no existirían retrasos en caso de implementar esta tecnología en los supermercados y demás sitios de gran afluencia.

4. CONCLUSIONES

Es de gran importancia el hecho de haber obtenido estos resultados, ya que al comprobarse que el dispositivo es capaz de llevar registros de la fecha, el código

único de cada módulo WiFi y el código de cada tarjeta RFID, cada vez que una persona ingrese a un recinto, se puede llevar un seguimiento de posibles contagios.

Este seguimiento es posible realizarlo al relacionar los códigos de los módulos WiFi con los lugares donde sean instalados y así cada vez que una persona alerte sobre síntomas sospechosos, se pueda filtrar la información en la base de datos para identificar a los visitantes que estuvieron en los mismos sitios y fechas que la persona en alerta.

Si se desarrolla una plataforma web que realice estos procesos de seguimiento y filtrado de forma automática, que además cuente con aplicaciones de fácil manejo para los usuarios de los supermercados y demás sitios de alta interacción social y finalmente se genera un protocolo con el cual se pueda llevar a cabo esta operación, sería posible establecer estrategias de aislamiento más precisas, que mantengan a una parte de la población en cuarentena, pero a la vez la otra parte con menor riesgo pueda seguir realizando sus actividades, de manera que la economía se siga reactivando con mayor control.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por su apoyo en la realización de estas actividades.

REFERENCIAS

- B. I. Barrutia, M. H. A. Silva y S. R. M. Sánchez, «Consecuencias económicas y sociales de la inamovilidad humana bajo COVID-19: caso de estudio Perú,» *Lecturas de Economía*, núm. 94, pp. 285-303, 2021.
- W. Smith y D. Freedman, «Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak,» *Journal of Travel Medicine*, vol. 27, n° 2, pp. 1-4, 2020.
- M. Nicola, Z. Alsafi, C. Sohrabi, A. Kerwan, A. Al-Jabir, C. Iosifidis, M. Agha y R. Agha, «The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review,» *International Journal of Surgery*, vol. 78, pp. 185-193, 2020.

- MinSalud, «Resolución 777 de 2021,» 02 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://anato.org/resumen-normativo-gobierno-nacional-covid-19/>.
- J. Pacheco, «La incógnita del coronavirus - Variantes y vacunas - La gestante y su niño,» *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, vol. 67, nº 1, pp. 1-11, 2021.
- M. Calderon, E. Gutierrez, C. Cabezas, N. Reyes y P. Caballero, «Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad,» *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 81, nº 2, pp. 205-210, 2020.
- Amazon, «Amazon Web Services (AWS) data lake for analysis of CoVid-19 dat,» 2020. [En línea]. Available: <https://dj2taa9i652rf.cloudfront.net/>.
- Google, «Google Cloud Platform (GCP) datasets for COVID-19 Research,» 2020. [En línea]. Available: <https://console.cloud.google.com/marketplace/product/bigquery-public-datasets/covid19-public-data-program>.
- American Chemical Society, «CAS CoVid-19 antiviral candidate compounds dataset,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.cas.org/resources/covid19>.
- T. Sung, «Industry 4.0: A Korea perspective,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 132, pp. 40-45, 2018.
- A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista y M. Zorzi, «Internet of Things for Smart Cities,» *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, nº 1, pp. 22-32, 2014.
- K. Domdouz, B. Kumar and C. Anumba, «Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A brief introduction,» *Advanced Engineering Informatics*, vol. 21, no. 4, pp. 350-355, 2007.
- E. Welbourne, L. Battle, G. Cole, K. Gould, K. Rector, S. Raymer and G. Borriello, «Building the Internet of Things Using RFID: The RFID Ecosystem Experience,» *IEEE Internet Computing*, vol. 13, no. 3, pp. 48-55, 2009.
- D. Zhang, L. Yang, M. Chen, S. Zhao, M. Guo y Y. Zhang, «Real-Time Locating Systems Using Active RFID for Internet of Things,» *IEEE Systems Journal*, vol. 10, nº 3, pp. 1226-1235, 2016.
- M. Mohammed, H. Syamsudin, S. Al-Zubaidi, R. Ramli y E. Yusuf, «NOVEL COVID-19 DETECTION AND DIAGNOSIS SYSTEM USING IOT BASED SMART HELMET,» *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, nº 7, pp. 2296-2303, 2020.
- D. Navas, I. Varela, J. Young, G. Oliva, E. Álvarez, G. Amaya y S. Gómez, «Las primeras tres semanas de una clínica de telemedicina gratuita para COVID-19 en Honduras,» *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, vol. 9, nº 1, pp. 8-13, 2020.
- X. Zhu, S. K. Mukhopadhyay and H. Kurata, «A review of RFID technology and its managerial applications in different industries,» *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 29, pp. 152-167, 2020.
- J. Cavas, Estudio experimental de la técnica frequency hopping en redes WiFi, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2020.