



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:  
UN COMPROMISO PARA EL  
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18  
DE SEPTIEMBRE

20  
20

[www.acofi.edu.co/eiei2020](http://www.acofi.edu.co/eiei2020)

# DISEÑO DE UN PROTOTIPO WEB PORTABLE PARA EL SENSADO, ADQUISICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DIFERENTES SEÑALES VÍA REMOTA

**Juan Camilo Mesa Agudelo, Carolina Rodríguez López, María Bernarda Salazar Sánchez**

**Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia**

## Resumen

En la actualidad, la conexión a la internet de tecnologías de uso cotidiano (Internet de las cosas, IoT), ha surgido como una novedosa alternativa para diversas aplicaciones en áreas del conocimiento tales como ingeniería, ciencias de la computación, o telemedicina. Para poder implementar esta interconexión se requiere del uso de sistemas embebidos, sensores y el desarrollo de software, algunas veces específico para cada aplicación. Es así como, en el presente proyecto, se presenta el diseño de un prototipo Web portable para la adquisición de señales de forma remota. Se interconectaron el dispositivo Onion Omega 2, sensores de comunicación I2C y salidas analógicas, administrados desde una aplicación Web que incorpora el almacenamiento de los datos de forma relacional (MySQL). El prototipo final tiene la capacidad de obtener información de los diferentes sensores a través de una aplicación Web, a la cual se puede acceder remotamente desde cualquier dispositivo conectado a la red Wi-Fi del sistema embebido.

**Palabras clave:** internet de las cosas; Onion Omega 2; sensado

## Abstract

*Currently, the connection of daily usage things to the internet (Internet of Things, IoT) has emerged as a breakthrough alternative for several applications in plenty of knowledge fields, such as engineering, computer science, or telemedicine. In order to implement that interconnection, the use of embedded systems, sensors, and software development is required for each specific application. In the present project, the design of a wearable prototype using Onion Omega for the signal acquisition remotely is presented. The IoT device is interconnected to some sensors with I2C*

*communication and analog outputs. These tools are managed using a website application that handles the resources and stores the information recorded from several sensors into a relational database (MySQL). The final prototype can record the sensors' output throughout any device connected to the Wi-Fi network, which is embedded into the IoT device.*

**Keywords:** *internet of things; Onion Omega 2; sensing*

## 1. Introducción

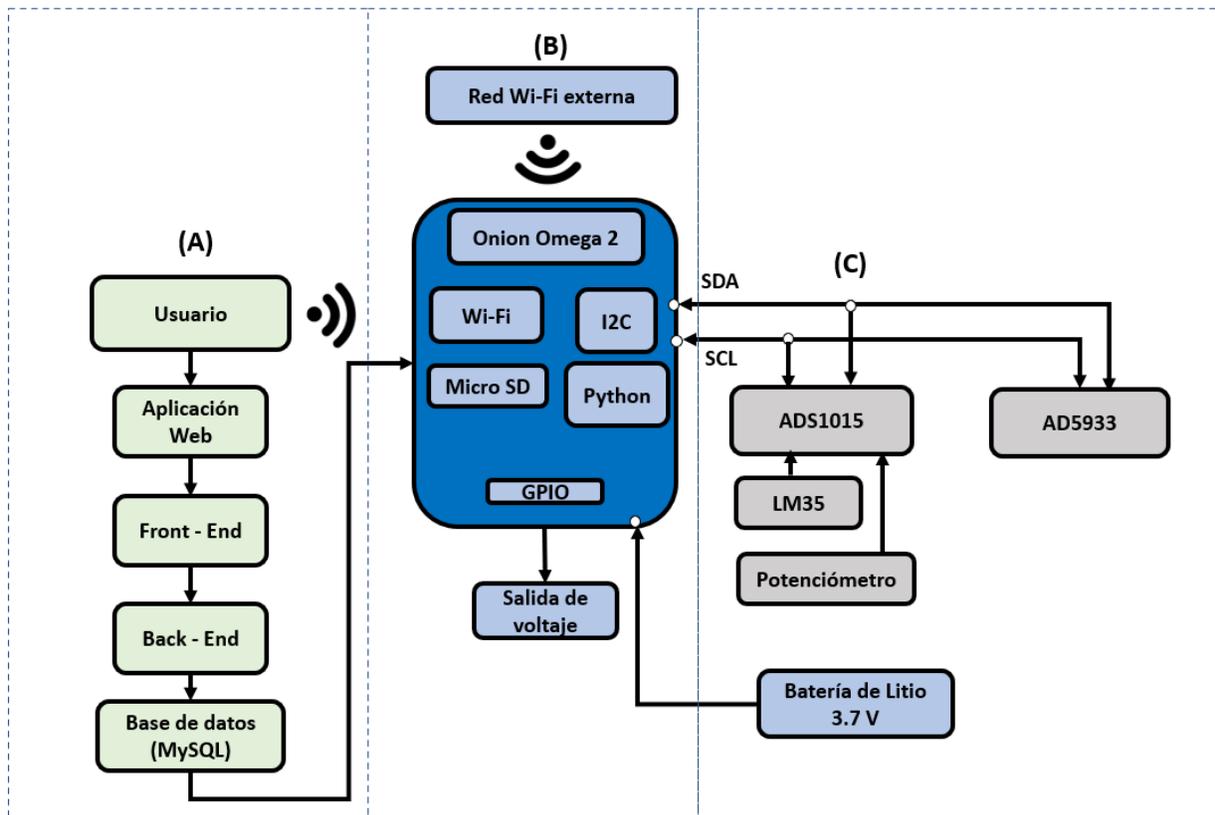
Actualmente, el uso e implementación del Internet de las Cosas (IoT) presenta múltiples aplicaciones en distintas áreas del conocimiento. La expansión de su uso en la vida del ser humano ha alcanzado la dimensión personal, profesional y social, siendo así el nuevo enfoque en los desarrollos tecnológicos que buscan facilitar, mejorar e incluso reemplazar diferentes actividades de la vida diaria mediante la interconexión de dispositivos a una red determinada (Miraz et al. 2015). Esta idea es compartida por diferentes autores (PremSankar, Di Francesco, and Taleb 2018) y constituye un cambio radical en la calidad de vida de las personas, ya que ofrecen innovadoras soluciones como (Pan and McElhannon 2018): Asistencia en viajes, compras, transporte, educación y psicológica, por mencionar algunas. Sin embargo, para la incorporación de dichas herramientas, es necesario hacer uso de diferentes recursos tecnológicos, en particular, para interconectar el desarrollo de aplicaciones web y móviles con el monitoreo y sensado de diferentes variables fisiológicas y biológicas como: temperatura, saturación de oxígeno, pH o humedad. Algunos autores (Aldein Mohammed and Ali Ahmed 2017; Bonilla Fabela et al. 2016) exponen la necesidad de integrar sistemas electrónicos embebidos como microcontroladores, sensores o actuadores, los cuales operan en conjunto para la adquisición, el procesamiento y la visualización de información de interés en tiempo real. El seguimiento de variables relacionadas con la condición de salud de una persona, permitiría detectar afecciones e incluso predecir la aparición de enfermedades (Cervantes, Reyes, and Bracho 2017).

En este sentido, el presente proyecto consistió en el desarrollo de un prototipo Web portable, que integra los recursos de los sistemas embebidos en un dispositivo compacto y eficaz, para la adquisición, almacenamiento y visualización de señales registradas a través de diferentes sensores con protocolo de comunicación I2C. La plataforma cuenta con un servidor integrado que permite conexión Wi-Fi a una red determinada para la interconexión de diferentes dispositivos, tales como computadores, tabletas y teléfonos inteligentes a través de una aplicación Web. Se hizo uso del dispositivo IoT Onion Omega 2, el cual tiene un sistema operativo Linux, sobre el cual fue instalado un servidor MySQL para el almacenamiento de la información en una base de datos relacional. Con esta implementación se obtuvo un prototipo funcional que puede adquirir, visualizar y almacenar los valores de temperatura (sensor LM35), voltaje (sensor I2C ADS1015) e impedancia (sensor I2C AD5933). Todos los sensores se pueden controlar de forma remota a través de la página Web, siendo así una opción atractiva para futuras aplicaciones en medicina y telemonitoreo.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Interfaz de usuario y diseño de la aplicación Web

La interacción entre el usuario y el sistema embebido se realiza a través de una aplicación Web responsiva (ver Figura 1 A), es decir, esta se ajusta a los tamaños de la pantalla de los diferentes dispositivos (tabletas, celulares, computadores), tal que sea una aplicación agradable a nivel visual para los usuarios. El desarrollo de la aplicación fue dividido en dos etapas principales: primero el Front-End, el cual fue programado a través del uso del editor de código del Onion Omega 2, donde se usaron herramientas como HTML (para el marcado de la aplicación Web), CSS y Bootstrap (para el diseño gráfico tales como colores, tamaños, botones, entre otros). En la segunda etapa se abordó el Back-End de la aplicación, programado en PHP y Python, haciendo uso de datos JSON (JavaScript Object Notation) para facilitar la comunicación entre los actores involucrados, es decir, Front-End, Back-End y base de datos MySQL.



**Figura 1.** Diagrama de bloques del sistema embebido. A) Interfaz de usuario, este hace referencia a la interacción entre usuario-sistema embebido, el cual es manejado a través de la una aplicación Web. B) Configuración del Onion Omega 2, este hace referencia a los programas y entes involucrados en el sistema embebido. C) Sensores, esta etapa está constituida por los sensores I2C (ADS1015 y ADS933) y sensores analógicos (Potenciometro y LM35) involucrados en el sistema.

## 2.2 Configuración del dispositivo IoT (Onion Omega 2)

El dispositivo embebido es conectado a una red Wi-Fi para establecer el Onion Omega como un nodo, es decir, para que el usuario se conectará directamente al sistema embebido usando así los recursos de la red configurada por defecto. En la Figura 1 B, se muestran los bloques incluidos en el sistema embebido, allí se evidencia la Micro SD, la cual fue integrada al sistema embebido, buscando que el dispositivo ejecutara las acciones a una velocidad adecuada sin tener limitaciones de almacenamiento. Por último, se configuraron las redes a usar por el dispositivo y las contraseñas para acceder a la red Wi-Fi del Onion Omega desde cualquier dispositivo, con el fin de proteger la información del dispositivo. Sin embargo, existen otros métodos para la protección del sistema embebido, pero no fueron implementados debido al alto consumo de memoria y procesamiento.

## 2.3 Integración de los sensores I2C

En la Figura 1 C, se muestran los sensores incorporados para el desarrollo del presente proyecto. El primero de ellos fue un ADC de 12 bits (ADS1015) de cuatro canales, al que se conectaron las salidas de voltaje de dos sensores analógicos (LM35 y Potenciómetro) y el sensor I2C para aplicaciones electroquímicas (ADS5933). Los valores sensados son enviados en tiempo real a la base de datos MySQL instalada en el dispositivo embebido.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Aplicación Web y visualización de información

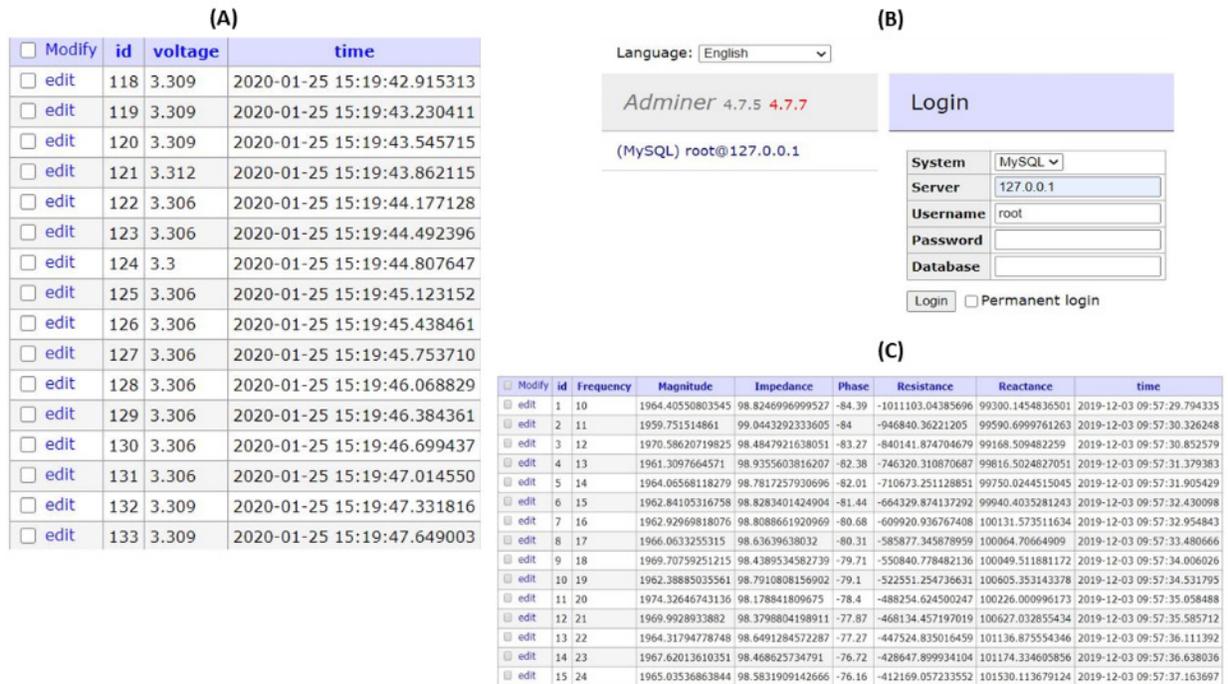
Al ingresar a la dirección [http://192.168.3.1/GIBIC\\_UdeA/](http://192.168.3.1/GIBIC_UdeA/) desde el navegador de preferencia se visualiza la aplicación Web desarrollada en el sistema embebido (ver Figura 2). Esta consta de cuatro partes principales: Visualización de los datos obtenidos por los sensores en tiempo real, tres botones que permiten iniciar, detener la conversión de información y acceder a la base de datos, respectivamente. Este último botón dirige al usuario al gestor de bases de datos MySQL (Adminer). Por último, se cuenta con dos botones para la administración de los valores de voltaje de salida del Onion Omega 2.



**Figura 2.** Aplicación Web desarrollada. (A) Región para la visualización de los datos en tiempo real. (B) Botones para la gestión de la visualización de la información. (C) Espacio destinado para el manejo de la salida de voltaje del pin del Onion Omega 2 (D) Botones para administrar los valores de voltaje de los pines.

Es importante resaltar que la aplicación no presenta retardos temporales considerables para el usuario cuando se está graficando la información en tiempo real y al mismo tiempo se activa o desactiva la salida de voltaje en un pin específico del Onion Omega 2. Lo anteriormente mencionado, evidencia la pertinencia de visualizar en tiempo real la información proporcionada por los diferentes sensores de manera remota, con la posibilidad de acceder a la base de datos desde el mismo sistema embebido, sin necesidad de requerir información desde otro servidor. Lo anterior, de acuerdo con Kalid et al. brinda una herramienta muy útil en el área de la salud, particularmente en la telemedicina, dado que ofrece soluciones innovadoras ante la ausencia de dispositivos portables económicos para el sensado remoto de algunas mediciones biológicas como pH o glucosa (Kalid et al. 2018). Es así como se han implementado desarrollos IoT en sistemas de monitoreo, los cuales permiten al personal asistencial obtener información sobre los pacientes desde cualquier lugar y en cualquier momento, facilitando el seguimiento de su estado de salud y la priorización en la atención (Kalid et al. 2018).

Al acceder a la base de datos es posible evidenciar las salidas de los sensores usados junto con la información temporal de su adquisición (ver Figura 3). En la parte superior izquierda de la Figura 3 se muestran algunos valores de voltaje leídos con el ADC (ADS1015) simulados con un potenciómetro y el sensor de temperatura LM35; En la parte superior derecha de la misma figura se muestra la interfaz principal del gestor de la base de datos MySQL, y, por último, en la parte inferior derecha se muestran los datos proporcionados por el sensor AD5933, donde se puede comprobar la capacidad del Onion Omega 2 para el manejo de diferentes sensores I2C.



**Figura 3.** Bases de datos MySQL instalada en el Onion Omega 2. (A) Valores de voltaje leídos por el ADS1015. (B) Interfaz principal del gestor Adminer. (C) Datos proporcionados por el sensor AD5933.

El prototipo diseñado ofrece una aplicación en el área de la instrumentación, puesto que se cuenta con un servidor de bases de datos (MySQL) y una página web, ambos instalados localmente en el Onion Omega 2. Algunos estudios y proyectos desarrollados con este dispositivo IoT (Demin et al. 2020) no reportan el uso de un servidor de bases de datos instalado localmente en los dispositivos. Lo cual es una ventaja tecnológica y económica. Tecnológica, al considerar que el auge de las bases de datos hoy en día ha permitido el desarrollo de soportes bibliográficos para la investigación y gestión médica, ya que se pueden registrar actos médicos y administrativos, como altas hospitalarias, registros de prescripciones y suministro de medicamentos (Avanesova and Shamliyan 2019). Económica, porque en la mayoría de proyectos hacen uso de otros servidores para el manejo de las páginas web y bases de datos, lo cual representa un incremento en los gastos que se deben asumir para la administración de diferentes servicios y recursos en la Web. El hecho de contar con una nueva alternativa funcional y de bajo costo, permite garantizar el acceso a un mayor número de la población interesada incluso en regiones menos favorecidas, fortaleciendo la relación entre los usuarios y las redes hospitalarias, brindando un servicio confiable y de calidad. Desarrollar dispositivos compactos, portables y de fácil acceso para el público en general, permitirá en el futuro fortalecer el desarrollo de dispositivos vestibles, como el propuesto por algunos autores (Chen et al. 2017), para interactuar y hacer seguimiento continuo al usuario o paciente.

Por otra parte, aunque el Onion Omega 2 presenta limitaciones en su capacidad de almacenamiento y procesamiento, resulta conveniente la estrategia planteada en este trabajo, ya que el uso de servidores externos para la administración de los recursos y de la información siempre y cuando sean necesarios, disminuirá en alguna medida los costos de operación. Agregando que, la activación remota de las salidas permite controlar otros circuitos conectados a dicho sistema,

como lo son alarmas visuales o sonoras en el contexto de aplicaciones para asistencia remota de pacientes.

Finalmente, es importante destacar que para acceder a la información consignada en la base de datos se debe tener acceso a las credenciales de diseño de la aplicación web: Usuario y contraseña, esto con el fin de hacer frente al inconveniente de seguridad cibernética mencionado por algunos autores (Asghari, Rahmani, and Javadi 2019).

#### 4. Conclusión

La incorporación de un novedoso sistema embebido de la familia IoT (Onion Omega 2) para el sensado de diferentes señales vía remota, con posibilidad del almacenamiento de la información en tiempo real en una base de datos y gestionado a partir del uso de una aplicación Web, surge como una herramienta pertinente para aplicaciones en diferentes áreas de la ingeniería y la medicina, debido a la posibilidad que se tiene de manejar diferentes sensores I2C de manera remota, los cuales son útiles en los sistemas usados para el sensado de variables tales como temperatura, pH, nivel de glucosa, entre otras. Asimismo, la administración de las salidas de voltaje de manera remota es una alternativa viable a implementar para el control de otros circuitos y/o sistemas acoplados a los sistemas embebidos. Por tanto, el prototipo presentado en el presente proyecto es una opción adecuada para aplicaciones de sensado y envío de información vía remota. Sin embargo, existen limitaciones, puesto a que el manejo de los datos se da de manera local; aunque esto puede ser corregido a partir de la intervención de un servidor, donde puede ser enviada la información de manera remota usando el prototipo desarrollado.

#### 5. Agradecimientos

El presente trabajo fue patrocinado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Universidad de Antioquia y el Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica, bajo el proyecto "Invitación para la conformación de un banco de propuestas elegibles, para el Fortalecimiento de Programas y Proyectos de Investigación en Ciencias Médicas y de la Salud, con Talento Joven e Impacto Regional" (ID 752-2018).

#### 6. Referencias

- Aldein Mohammed, Zeinab Kamal, and Elmustafa Sayed Ali Ahmed. 2017. "Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies." *World Scientific News* 67 (2): 126–48.
- Asghari, Parvaneh, Amir Masoud Rahmani, and Hamid Haj Seyyed Javadi. 2019. "Internet of Things Applications: A Systematic Review." *Computer Networks* 148: 241–61. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.12.008>.
- Avanesova, Anna A., and Tatyana A. Shamliyan. 2019. "Worldwide Implementation of Telemedicine Programs in Association with Research Performance and Health Policy." *Health*

- Policy and Technology* 8 (2): 179–91. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2019.04.001>.
- Bonilla Fabela, Isaias, Arturo Tavizon Salazar, Luz Tania Morales Escobar, Melisa Guajardo Muñoz, and Cristina Isabel Laines Alamina. 2016. "IoT, El Internet De Las Cosas Y La Innovación De Sus Aplicaciones." *VinculaTégica EFAN*, no. 1: 2313–40.
  - Cervantes, José, José Reyes, and Giovanni Bracho. 2017. "Desarrollo de Un Prototipo Para Su Uso Como Herramienta de Apoyo Al Personal Médico En La Gradación de Triage Para Pacientes En Los Servicios de Urgencias Basado En Sus Signos Vitales." *Revista Investigaciones Andina* 19 (34): 1829–43. <https://doi.org/10.33132/01248146.936>.
  - Chen, Min, Yujun Ma, Yong Li, Di Wu, Yin Zhang, and Chan Hyun Youn. 2017. "Wearable 2.0: Enabling Human-Cloud Integration in Next Generation Healthcare Systems." *IEEE Communications Magazine* 55 (1): 54–61. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600410CM>.
  - Demin, Lazar, Gabriel Ongpauco, Zheng Han, and James Liu. 2020. "IoT Projects | Onion Omega2." Project Book Vol. 1. 2020. <https://docs.onion.io/omega2-project-book-vol1/iot-projects.html>.
  - Kalid, Naser, A. A. Zaidan, B. B. Zaidan, Omar H. Salman, M. Hashim, O. S. Albahri, and A. S. Albahri. 2018. "Based on Real Time Remote Health Monitoring Systems: A New Approach for Prioritization 'Large Scales Data' Patients with Chronic Heart Diseases Using Body Sensors and Communication Technology." *Journal of Medical Systems* 42 (4). <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0916-7>.
  - Miraz, Mahdi H., Maaruf Ali, Peter S. Excell, and Rich Picking. 2015. "A Review on Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE) and Internet of Nano Things (IoNT)." *2015 Internet Technologies and Applications, ITA 2015 - Proceedings of the 6th International Conference*, 219–24. <https://doi.org/10.1109/ITechA.2015.7317398>.
  - Pan, Jianli, and James McElhannon. 2018. "Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications." *IEEE Internet of Things Journal* 5 (1): 439–49. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2767608>.
  - Premsankar, Gopika, Mario Di Francesco, and Tarik Taleb. 2018. "Edge Computing for the Internet of Things: A Case Study." *IEEE Internet of Things Journal* 5 (2): 1275–84. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2805263>.

## Sobre los autores

- **Juan Camilo Mesa Agudelo:** Estudiante de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Joven Investigador grupo GIBIC. [camilo.mesa@udea.edu.co](mailto:camilo.mesa@udea.edu.co)
- **Carolina Rodríguez López:** Estudiante de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Joven Investigadora grupo GIBIC. [carolina.rodriguez@udea.edu.co](mailto:carolina.rodriguez@udea.edu.co)
- **María Bernarda Salazar Sánchez:** Bioingeniera, Doctora en ingeniería electrónica de la Universidad de Antioquia, Docente Ocasional, Investigadora grupo GIBIC. [bernarda.salazar@udea.edu.co](mailto:bernarda.salazar@udea.edu.co)

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)