

**Información General**

Facultad: CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA		
Programa Académico: INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES	Grupo(s) de Investigación: GNET	
Nombre del semillero /Sigla: Semillero en sistemas de Telecomunicaciones/ SISTEL	Fecha creación: 12 febrero de 2015	
	Regional: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Internet de las cosas y Dispositivos Programables		
Áreas del saber *		
1. Ciencias Naturales	2. Ingeniería y Tecnologías	
3. Ciencias Médicas y de la Salud	4. Ciencias Agrícolas	
5. Ciencias sociales	6. Humanidades	

**Información del Director del Proyecto**

Nombre: Johan Leandro Tellez Garzon	No. de identificación: 1101753049	Lugar de expedición: Velez
Nivel de Formación Académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): Ingeniero en Telecomunicaciones / Maestría en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones / Doctorado en Ingeniería Eléctrica / <a href="https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000812790">https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000812790</a>		
Celular 3017023213	Correo Electrónico: <a href="mailto:jtellez@correo.uts.edu.co">jtellez@correo.uts.edu.co</a>	

**Información de los autores**

Nombre	No. de Identificación y lugar de expedición		Celular	Correo Electrónico
Andrés Felipe Ramírez Blanco	1098774077	B/manga	3167629167	andresram1023@gmail.com
Helen Stefany Salamanca Melo	1098789254	B/manga	3188472215	helensalamanca24@hotmail.com

**Proyecto**

1. Título del Proyecto: DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA ADQUISICIÓN, ALMACENAMIENTO Y MONITORIZACIÓN DE SIGNOS VITALES EN TIEMPO REAL MEDIANTE IOT	Modalidad del Proyecto **				
	PA	PI	TG	RE	Otra. ¿Cuál?

## 2. Resumen del trabajo:

El propósito principal del proyecto fue realizar un dispositivo wearable que permite capturar datos de temperatura corporal, ritmo cardíaco y saturación de oxígeno en sangre, alojando dichos valores en una base de datos web e interconectándola con un aplicativo móvil, esto con el fin de monitorizar los signos vitales de una persona de manera remota y por ende facilitar la atención oportuna de ser requerido.

Para ello, se diseñó y configuró un dispositivo electrónico que posteriormente fue enlazado a firebase, una base de datos web desarrollada por Google, la cual otorga la posibilidad de visualizar en tiempo real los datos que están siendo almacenados; por otra parte, el desarrollo del aplicativo móvil se efectuó bajo el SDK de flutter, este fue escogido ya que al igual que la base de datos fue creada por Google, lo que facilita la comunicación entre si y por ende permite la visualización de los signos vitales en tiempo real.

A lo largo de este proyecto se puede observar que se cumplió con el objetivo general planteado inicialmente, en el cual se indicó que el dispositivo wearable realizaría la captura de datos de los signos vitales por medio de sensores para posteriormente ser visualizados en un aplicativo móvil, de forma remota.

## 3. Objetivo General y Objetivos específicos:

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un dispositivo wearable que capture y almacene datos mediante sensores de temperatura, ritmo cardíaco y porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, teniendo una posterior visualización en una aplicación móvil en tiempo real para mejorar la atención oportuna de los usuarios.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un dispositivo electrónico por medio de sensores de temperatura, ritmo cardíaco y porcentaje de saturación de oxígeno.
- Realizar el ensamblaje y configuración respectiva de cada uno de los sensores que se utilizaran para la recolección de los signos vitales.
- Programar la base de datos web para alojar los datos obtenidos del dispositivo electrónico, y a su vez realizar la conexión con el mismo.
- Crear el aplicativo móvil para la visualización de los signos vitales, que posteriormente será interconectado con la base de datos web.

## 4. Análisis de resultados:

El diagrama de la figura anterior permite observar cómo se realiza la comunicación entre el dispositivo wearable, firebase y el aplicativo móvil. Inicialmente este diagrama se compone de un dispositivo electrónico el cual posee una tarjeta de desarrollo NodeMCU ESP8266 y dos periféricos los cuales son el MAX30102 y DS18B20. El sensor MAX30102 es el encargado de la captura de saturación de oxígeno en sangre y ritmo cardíaco, este sensor utiliza la librería `#include <Wire.h>` para establecer comunicación i2c con la tarjeta de desarrollo utilizando las líneas SDA para datos y SCL para el reloj, también implementa la librería `#include "MAX30100_PulseOximeter.h"`, la cual informa a la tarjeta que este sensor utiliza la comunicación i2c e indica cual es el algoritmo a usar para la captura de datos.

El sensor DS18B20 es el encargado de realizar la toma de temperatura, para realizar la conexión entre este sensor y la tarjeta se utilizan las librerías `#include <OneWire.h>` y `#include <DallasTemperature.h>`. Ya con los datos obtenidos se procede a realizar la conexión de la plataforma de firebase con Arduino, para llevar a cabo esta conexión se deben implementar las siguientes librerías en la plataforma de Arduino `#include <FirebaseArduino.h>`, `#include <SoftwareSerial.h>`, `#include <ArduinoJson.h>` y a su vez agregar la dirección y contraseña establecida por defecto al momento de crear la base de datos en firebase, este desarrollo se puede observar en la programación de la base de datos web; finalmente para enviar los datos a firebase se utilizan las variables de `Firestore.setFloat` y `Firestore.pushFloat` las cuales modifican y almacenan el dato en tiempo real, esto con el fin de evidenciar en el aplicativo móvil el dato actual y a su vez visualizar el historial de datos obtenidos en un archivo .Json; la captura de estos datos se realiza cada seis segundos, este tiempo de captura se define en la variable `const long interval`.

Ya realizada la conexión de Arduino con la base de datos, se procede a realizar la conexión de la base de datos con el aplicativo móvil, este proceso se encuentra más detallado en la programación de la base de datos web. En el aplicativo móvil inicialmente se agrega la extensión de `firebase_database`, la cual nos permite importar y visualizar los datos almacenados en firebase, esta importación de datos se realiza ya que previamente se creó una constante llamada `dbRef`, la cual se encuentra asociada a la base de datos como una instancia de referencia, esta constante tiene una variable llamada `Dato` donde se almacenan las variables de temperatura, SpO2 y ritmo cardíaco. Para visualizar los datos se implementa la línea `snapshot.data.snapshot.value`, en la cual se especifica el valor que se quiere visualizar desde la base de datos.

Durante el desarrollo del proyecto se realizó la verificación y los ajustes pertinentes que requería cada proceso establecido, como la comunicación entre los sensores, la base de datos y el aplicativo móvil, ya que, al no tener un funcionamiento adecuado, el sistema en general no cumpliría con el objetivo de establecer la comunicación correcta y asertiva entre las 3 plataformas (Arduino, Firebase y Flutter).

## 5. Conclusiones:

La IoT promete abrir la puerta a un mundo revolucionario, un mundo "inteligente" totalmente interconectado en el cual las relaciones entre los objetos y su entorno y las personas se entrelazarán aún más. La perspectiva de la Internet de las Cosas como una matriz omnipresente de dispositivos conectados a Internet podría cambiar radicalmente la definición de lo que significa estar "en línea".

Los dispositivos y plataformas que se utilicen para la implementación de IoT deben garantizar interconectividad e interoperabilidad entre ellas facilitando su correcto funcionamiento.

Actualmente se pueden realizar implementaciones de IoT debido a que la mayor parte de los avances tecnológicos necesarios para ello ya se han hecho, y algunos fabricantes y los organismos han comenzado a implementar una versión a pequeña escala de la misma.

La implementación de IoT va más allá de la instalación de tecnología en un área concreta, es importante encontrar las necesidades y desarrollar servicios a partir de las mismas teniendo en cuenta la concepción de las personas con el fin de determinar qué población necesita IoT y para que la necesita.

## 6. Recomendaciones:

Para optimizar el funcionamiento del dispositivo wearable se podría implementar el MAX30105 ya que este sensor es más estable que el utilizado en este proyecto, a su vez es más práctico y no necesita ubicarse específicamente en el dedo índice derecho, porque puede portarse en la muñeca y tomar lectura de datos de la misma manera. Respecto al sensor de temperatura para centralizar la recolección de

los datos se puede implementar un sensor termómetro infrarrojo MLX90614 ya que este tiene alta precisión; estos sensores cuentan con mayor precisión y versatilidad aumentando su costo y por lo tanto el del dispositivo electrónico

La protección de la información de una persona es muy importante, más aún cuando se trata de la condición de salud, por lo tanto, se recomienda personalizar el inicio del aplicativo móvil, para que la persona que utilice este aplicativo ingrese con la cuenta de correo google. De igual manera se puede adjuntar el historial médico, como base para el análisis, seguimiento y monitoreo de los parámetros normales en los signos vitales del usuario.

A futuro el dispositivo sirve como base para la implementación de nuevas inteligencias artificiales que le permitan ampliar el campo de estudio y a su vez detectar a tiempo irregularidades que ameriten ser tratadas. Una de estas implementaciones puede ser IFTTT el cual nos permite la creación de alertas basados en parámetros específicos, teniendo en cuenta el historial de los signos vitales del paciente.

#### 7. Bibliografía:

AITANA Soluciones ERP y CRM. (16 de Octubre de 2018). AITANA . Obtenido de Vival Studio Code: Funcionalidades y extensiones: <https://blog.aitana.es/2018/10/16/visual-studio-code/>

Bedolla Pallares, A., & Sánchez Mora, L. (2008). Diseño y construcción de un sistema de monitoreo para la saturación de oxígeno por medios digitales. México D.C.

Cigna + Salud . (25 de Octubre de 2019). CENIE. Obtenido de La importancia de la telemedicina en las enfermedades crónicas: <https://cenie.eu/es/blog/la-importancia-de-la-telemedicina-en-las-enfermedades-cronicas>

del Valle Hernandez, L. (s.f.). Proframarfacil.com. Obtenido de DS18B20 sensor de temperatura para líquidos con arduino : <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ds18b20-sensor-temperatura-arduino/>

Divi, V. (s.f.). inLabFIB. Obtenido de ¿Qué es el lenguaje de programación Dart?: <https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart>

Dr. Fagel, B. (s.f.). DISCAPNET. Obtenido de <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/salud/recursos/diagnostico-medico-incorrecto-las-negligencia-medica-mas-comun>

Drager. (2013). La importancia de la temperatura corporal central . Lubeck: Drager Medical GmbH.

Dutta, S. S. (18 de Junio de 2020). News Medical Life Sciences. Obtenido de ¿Cuál es saturación de oxígeno?: [https://www.news-medical.net/health/What-is-Oxygen-Saturation-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Oxygen-Saturation-(Spanish).aspx)

ElectronicLab. (5 de Noviembre de 2020). ElectronicLab. Obtenido de MAX30102 - Sensor de concentración de Oxígeno y Ritmo cardíaco: <https://electronilab.co/tienda/max30100-sensor-de-concentracion-de-oxigeno-y-ritmo-cardiaco/#:~:text=El%20MAX30102%20es%20un%20dispositivo,hasta%201000%20muestras%20por%20segundo>

ElectroniLab. (6 de Noviembre de 2020). ElectroniLab. Obtenido de Módulo Cargador Batería de LiPo 1A Micro Usb 5V - TP4056: <https://electronilab.co/tienda/modulo-cargador-bateria-de-lipo-1a-micro-usb-5v/>

Electronilab. (s.f.). Electronilab. Obtenido de MAX30102: <https://electronilab.co/tienda/max30100-sensor-de-concentracion-de-oxigeno-y-ritmo-cardiaco/>

E-Pulse. (s.f.). BricoGeek. Obtenido de Sensor DS18B20 estanco: <https://tienda.bricogeek.com/sensores-temperatura/510-sensor-ds18b20-estanco.html>

Equipo Ascenso. (21 de Mayo de 2017). Ascenso. Obtenido de ¿Qué es Firebase Realtime Database?:

<https://ascenso.org/categoria/actualidad-digital/que-es-firebase-realtime-database/>

Fahy, B., Lareau, S., & Sockrider, M. (2013). Oximetría de pulso. Obtenido de <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/pulse-oximetry.pdf>

Felipe. (10 de Julio de 2020). hostingplus. Obtenido de Lenguaje de programación Dart: para qué sirve:

<https://www.hostingplus.com.co/blog/lenguaje-de-programacion-dart-para-que-sirve/>

Firebase. (03 de Diciembre de 2019). Obtenido de Firebase Realtime Database: <https://firebase.google.com/docs/database>

Firebase. (09 de Septiembre de 2020). Obtenido de Firebase Realtime Database: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=es>

Gonzalo. (17 de Diciembre de 2018). Dos pediatras en casa. Obtenido de ¿Qué es la saturación de oxígeno?:

<https://dospediatrasencasa.org/2018/12/17/que-es-la-saturacion-de-oxigeno/>

Laborda, J. (1 de Octubre de 2016). Github. Obtenido de Introducción al ESP8266 y NodeMCU: <https://github.com/jaimelaborda/Planta-Twittera/wiki/1.-Introducci%C3%B3n-al-ESP8266-y-NodeMCU>

Luis Llamas. (1 de Junio de 2018). Obtenido de NodeMCU, la popular placa de desarrollo con ESP8266:

<https://www.luisllamas.es/esp8266-nodemcu/>

MacGill, M. (21 de Enero de 2016). Medical News Today. Obtenido de ¿Cuál debería ser mi frecuencia cardíaca?:

<https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/291182>

Navarro-Pelay Láinez , M. d. (6 de Noviembre de 2020). Clinic Clouds. Obtenido de Qué es la telemedicina: definición y tipos: <https://clinic-cloud.com/blog/que-es-telemedicina-definicion-tipos/>

Naylamp Mechatronics. (5 de Noviembre de 2020). Naylamp Mechatronics. Obtenido de Pulsioxímetro MAX30102:

<https://naylampmechatronics.com/biomedico/444-pulsioximetro-max30102.html>

Pérez Cardona, M. (14 de Octubre de 2016). IEBS. Obtenido de Firebase, qué es y para qué sirve la plataforma de Google:

<https://www.iebschool.com/blog/firebase-que-es-para-que-sirve-la-plataforma-desarrolladores-google-seo-sem/>

Pérez, R. (s.f.). Vitonica. Obtenido de Es importante conocer cuales son tus pulsaciones en reposo:

<https://www.vitonica.com/prevencion/por-que-es-importante-conocer-cuales-son-tus-pulsaciones-en-reposo>

Personal de Healthwise. (26 de Junio de 2019). Cigna. Obtenido de Temperatura Corporal: <https://www.cigna.com/individuals-families/health-wellness/hw-en-espanol/pruebas-medicas/temperatura-corporal-hw198785>

Robotics. (6 de Noviembre de 2020). Robotics Tecnología & Robotica. Obtenido de Pulsador 6 pines con led:

<https://www.ecrobotics.com.bo/producto/pulsador-6-pines-con-led/>

Ruiz, M. (09 de Agosto de 2017). OpenWebinars. Obtenido de ¿Qué es firebase de Google?: <https://openwebinars.net/blog/que-es-firebase-de-google/>

sabana, U. d. (12 de Mayo de 2016). blu radio. Obtenido de <https://www.bluradio.com/salud/180-mil-colombianos-hospitalizados-mueren-al-ano-por-mala-atencion-estudio-104473>

Samamé, I., Gómez, M., & Castillo, J. (2011). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA LA MEDICIÓN DEL PULSO CARDIACO USANDO TÉCNICASPLETISMOGRÁFICAS. Lima peru.

Sein - Echaluze García, M. G. (Junio de 2019). Pulsioxímetro con registro de datos en IOT y generación de alertas. Zaragoza.  
Shenshen Pkcell Battery CO., LTD. (s.f.). Li-Polymer 803860 2000mAh 3.7V with PCM. Shenzhen Guangfong, China.  
Tarazona, C. P. (2019). Dispositivo wearable wifi con registro de temperatura IOT. Bucaramanga.

8. Anexos: Corresponde a las evidencias de realización y resultados de proyecto y a las herramientas desarrolladas y/o utilizadas en su ejecución.

\* *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)*

\*\* *PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE:Reda*