

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

INTEGRANTES

Iñiguez Herrera Francheska Dayanna

Jiménez Villegas Jasser Alfredo

PROFESORES

Constantine Macías Alisson

Solís Mesa Ronald

TÉRMINO ACADÉMICO

II PAO 2021

## **Introducción**

### **Justificación**

La monitorización de los signos vitales de personas que presenten alguna afección ya sea en casa o en algún centro de salud, requiere la constante vigilancia de un médico, más aún si son personas que se encuentran en estados críticos, sin embargo, los médicos y enfermeros tienen que velar por la salud de varias personas al mismo tiempo, ocasionando que la vigilancia no sea continua y en cuestión de segundos un paciente puede entrar en estado crítico; y, mientras alguna persona nota su requerimiento hasta que se presente un médico especialista, se estarían perdiendo minutos importantes que pueden costar una vida.

Por lo tanto, el objetivo principal de este proyecto es gestionar de manera automática y en tiempo real la detección de los parámetros vitales del paciente para la optimización de tiempo y recursos.

### **Descripción**

Mediante dos microcontroladores, un atmega32 y un pic18f452 se conectarán los diversos sensores que monitorizarán al paciente, siendo éstos los sensores de temperatura, y frecuencia cardíaca; y, mediante la pantalla display LCD se mostrará la información obtenida.

Además, mediante Raspberry se mantendrá conectado a internet con el módulo Wi-Fi insertado, para que cada minuto se envíen los datos a la plataforma Thingspeak donde serán recolectados para posteriormente ser analizados por el médico encargado.

Mediante los microcontroladores atmega y pic se analizarán los datos a tiempo real comparándolos con valores estándar de temperatura y pulso, si el paciente está fuera de los estándares se procederá a enviar un correo a todos los médicos que se encuentren disponibles en el área para una rápida atención.

## **Especificaciones**

El sistema automatizado de monitorización de la salud de pacientes de UCI basado en IOT, puede ser instalado en salas UCI de hospitales para medir temperatura y frecuencia cardíaca del cuerpo del paciente constantemente. De esta manera, se podrá reducir la mano de obra en los hospitales y además mantener distanciamiento prudencial con pacientes cuyo estado es crítico. Todo esto a un menor costo e igual precisión en comparación con otros sistemas.

Especificaciones de diseño:

- 1 Microcontrolador Atmega32
- 1 Microcontrolador Pic18F452
- 2 Displays LCD 16x2
- 1 Sensor de Pulso
- 1 Sensor de Temperatura LM35
- Raspberry Pi
- Thingspeak: Al usar el sitio ThingSpeak, es posible monitorear los datos y controlar el sistema a través de Internet, utilizando los Canales y páginas web proporcionados por la misma.

## **Antecedentes**

Se han realizado diversos trabajos importantes en el campo de la ciencia médica utilizando IoT para monitorear la salud de los pacientes. Los trabajos asociados en este campo se describen a continuación.

(Saha, et al., 2018), en su investigación titulada “Advanced IOT Based Combined Remote Health Monitoring, Home Automation and Alarm System” utilizaron una Raspberry Pi con el objetivo de medir la frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, movimiento corporal y los niveles de solución salina del paciente, además del envío de alertas con el nombre y la dosis de la medicina prescrita.

Para ello, utilizaron la plataforma e-Health en la que se adquieren y comparten los datos con las unidades de salud y los familiares de forma remota a través de Internet; de esta manera, Raspberry Pi recopila los datos de salud de los pacientes y los almacena en la nube para posteriormente mostrarlos en el sitio web.

El propósito principal de su investigación es poder controlar el estado de salud del paciente no sólo por los doctores, sino también desde el hogar y tomar las medidas necesarias. Además, la probabilidad de error humano al adquirir los datos se reduce efectivamente debido a los sensores utilizados.

Por otro lado, (Menhaz, Shaha, Nayem, & Bourouis, 2021), realizaron una investigación denominada “IoT-Based Smart Health Monitoring System for COVID-19 Patients” en la que se utilizó un sistema basado en Arduino Uno, Bluetooth y Node MCU, con el objetivo de medir valores como temperatura, pulso y saturación de oxígeno en pacientes UCI.

Los datos son enviados a una aplicación móvil denominada SpO2 Analyzer en la que podrán acceder doctores y usuarios para observar los datos en tiempo real de los pacientes separados en dos categorías, pacientes normales y pacientes COVID.

El objetivo de su investigación es beneficiar a los pacientes con COVID-19, así como a quienes padecen otras enfermedades como asma o EPOC (Enfermedad pulmonar obstructiva crónica). Por lo tanto, a través de la aplicación los mismos pacientes pueden analizar sus niveles de oxígeno o temperatura para evitar condiciones críticas de salud.

También, (O'Grady, et al., 2018), presentan una investigación sobre los enfoques existentes de monitoreo de la salud y el comportamiento basado en tecnologías de IoT portátiles, denominado “Wearable IoT Enabled real-time Health Monitoring System”, capaz de medir parámetros como presión, latidos y temperatura.

Éste se desarrolla en base a Arduino integrado con los nodos de sensores capaces de medir los parámetros mencionados anteriormente, también se adoptan varios componentes como un lector RFID portátil para identificar a los diferentes usuarios.

Su propósito principal era innovar el proceso que conlleva un sistema de monitoreo de salud portátil existente, ya que estos requieren de un smartphone como puerta de enlace de procesamiento, visualización y transmisión de datos, lo que de hecho afectará el uso diario normal del mismo.

Sin embargo, se menciona que, para futuras investigaciones, una solución alternativa puede ser una estrategia de transmisión de datos más sofisticada, en la que la frecuencia de transmisión de datos se puede minimizar mientras se mantiene u optimiza el rendimiento general del sistema.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema de monitoreo de salud para adquirir los datos y compartir la información con las unidades de salud mediante el monitoreo remoto a través de internet.

### **Objetivos Específicos**

- Gestionar de manera automática y en tiempo real la detección de los parámetros vitales del paciente para la optimización de tiempo y recursos mediante IoT.
- Recopilar los datos de salud de los pacientes para detectar las condiciones en las que se encuentran mediante ThingSpeak.

### **Descripción del Problema**

El Covid-19 fue declarado pandemia por la OMS el 30 de enero de 2020, después de haber reportado formalmente altos índices de personas contagiadas por el virus, la misma organización informó más de 118,000 casos confirmados y 4,000 muertes.

Además de su gran impacto económico y sanitario, este virus ha cambiado radicalmente la forma de practicar medicina y trajo consigo una serie de nuevas medidas de protección básica para la ciudadanía; muchos profesionales de la salud se enfrentan a la pandemia en condiciones deplorables y se han convertido en uno de los grupos más vulnerables, trabajando largas jornadas en escenarios no óptimos.

La falta de insumos e instrumentos digitales que facilitaran el distanciamiento entre paciente y médico empezó a ser una nueva normalidad, tan solo hasta finales del año 2021, se calculó un aproximado de 700 fallecidos procedentes del área de la salud en el país. (El Universo, 2021).

Inclusive, según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), al menos 2,000 trabajadores de la salud han renunciado debido a los riesgos presentes en la pandemia, mientras el Gobierno menciona que muchos renunciaron para trasladarse al ámbito privado, sin embargo, aun así, existen profesionales y especialistas informando que médicos y enfermeros se encuentran desprotegidos, y debido al temor y estrés los han llevado a retirarse. (Ortega, 2020).

El personal de salud denuncia reiteradamente que no disponen de las condiciones adecuadas de bioseguridad para atender a quienes llegan a los centros de salud, arriesgando no sólo sus vidas, sino la de sus pacientes.

### **¿Por qué se escogió la solución?**

Motivados por la necesidad implícita de valorar el esfuerzo del personal de salud que arriesga sus vidas cada día, se ideó un proyecto que tendría la capacidad de cambiar la situación antes mencionada. SMS, por sus siglas, Sistema de Monitorización de Salud, es un proyecto que por medio de sensores puede ser instalado en salas UCI de hospitales para medir temperatura y frecuencia cardíaca del cuerpo del paciente constantemente, y enviar estos datos a la plataforma en línea ThingSpeak, la cual expone la información del paciente a cada médico en tan solo una pantalla, reduciendo el contacto directo al mínimo con el fin de salvaguardar tanto la vida del médico, como la del paciente.

Ya existen equipos médicos con esta funcionalidad, sin embargo, cada profesional debe ir a cada habitación para visualizar los datos, causando aglomeraciones innecesarias y ocasionando directamente la propagación del virus; por lo que en ese aspecto, el presente proyecto afianza correctamente esa necesidad, sin mencionar que ayudaría a la reducción de personal humanitario, a tener un ambiente más seguro, y menos estresante.

Además, el costo de implementación es menor a los productos ya existentes, ya que todos los elementos tienen un costo de \$135.45, y la plataforma un costo anual de \$960.00; lo cual, en comparación con otros dispositivos que monitorean signos vitales, se encuentran entre \$5,000.00 y \$7,000.00 por unidad.

### Elementos Utilizados

El Sistema Automatizado de Monitorización de la Salud de Pacientes de UCI basado en IoT consta de sensores capaces de medir la temperatura y frecuencia cardíaca del paciente. Este sistema multifunción requiere la implementación de varios componentes descritos a continuación.

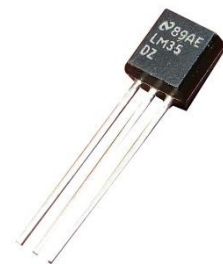
#### - SENSOR DE PULSO

El sensor de pulso es un sensor plug & play diseñado principalmente para placas de Arduino. Usa un sensor de pulso óptico junto con amplificación y cancelación de ruido creando un circuito. Al utilizarlo, es posible obtener lecturas fiables de los latidos del corazón del paciente en tiempo real. Este sensor puede operar con voltajes mínimos de 3 V y máximos de 5.5 V, en rangos de temperatura entre -40 y +85 °C, (Datafruit Industries LLC, 2019).



#### - SENSOR DE TEMPERATURA LM35

El sensor de temperatura LM35 es un tipo de sensor de temperatura de uso común, que se puede utilizar para medir la temperatura en (°C), incluso puede medir la temperatura de una mejor manera que el termistor. Al utilizarlo, es posible obtener la temperatura del paciente en tiempo real. El rango de voltaje de salida de este sensor es de -55° a + 150°C, también tiene un bajo poder de autocalentamiento, y su voltaje operativo es de 4 a 30 V, (Texas Instruments, 2013).





- LCD DISPLAY 16x2

Una pantalla de cristal líquido (LCD) de 16x2 es un módulo de pantalla LCD alfanumérico, es decir, puede mostrar letras y números. Posee 16 columnas y 2 filas, esto es usado para mostrar la frecuencia cardíaca, temperatura y presión. Aquí, cada carácter se muestra en una matriz de 5x8 píxeles. El voltaje de operación es de 4.5 a 5.3 V, y su consumo de corriente es de 1 mA cuando no está iluminado por un fondo, (Components 101, 2021).



- PLATAFORMA THINGSPEAK

ThingSpeak proporciona una herramienta para proyectos que están basados en IoT. Al usar este sitio, es posible monitorear los datos y controlar el sistema a través de internet, utilizando los canales y páginas web proporcionados por la plataforma. Por este medio, es posible observar todos los datos previamente medidos del paciente, (The MathWorks, Inc.).



- RASPBERRY PI 4

Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple. A pesar de su placa reducida, su bajo coste y su sistema operativo de código abierto Raspbian, no deja de ser un ordenador adaptado a unas necesidades de programación muy básicas. Será utilizado para enviar los datos de los sensores hacia la plataforma ThingSpeak, (Santana, 2019).



- PIC18F452

Posee ejecución de instrucción de 100 nanosegundos y es fácil de programar, proporciona una ruta de migración sin problemas del código de software a niveles más altos de integración de hardware. Además, presenta un entorno de desarrollo amigable para el compilador C, (SS Dielect).



- ATMEGA32

Atmega32 es un microcontrolador CMOS de 8 bits de bajo consumo basado en la arquitectura RISC mejorada de AVR. AVR puede ejecutar 1 millón de instrucciones por segundo si la frecuencia del ciclo es 1MHz, (ES.JF)



**Tabla de Componentes**

Componentes	Precio	Link
Microcontrolador Pic18F452	\$9.65	<a href="https://bit.ly/340mtaI">https://bit.ly/340mtaI</a>
Microcontrolador Atmega32	\$5.35	<a href="https://bit.ly/3fJREtG">https://bit.ly/3fJREtG</a>
Raspberry Pi 4	\$110.00	<a href="https://bit.ly/3rJb33H">https://bit.ly/3rJb33H</a>
LCD Display 16x2	\$3.00	<a href="https://bit.ly/3rC5GmQ">https://bit.ly/3rC5GmQ</a>
Sensor de Pulso	\$4.50	<a href="https://bit.ly/3qPnJ9O">https://bit.ly/3qPnJ9O</a>
Sensor de Temperatura LM35	\$1.95	<a href="https://bit.ly/3qOGtWQ">https://bit.ly/3qOGtWQ</a>
Potenciómetro	\$1.00	<a href="https://bit.ly/3AAAgRX">https://bit.ly/3AAAgRX</a>

**Aplicaciones a Futuro**

Inicialmente, se piensa aplicar este sistema en hospitales públicos de Guayaquil cuyos recursos son escasos, sin embargo, este sistema puede ofrecer asistencia adecuada en todo el país e inclusive en otros países de América Latina, enfocándose principalmente en hospitales de escasos recursos.

Además, en un futuro también podrían incorporarse más sensores de tal manera que se puedan monitorear más parámetros fisiológicos del cuerpo, como la presión o el nivel de oxígeno. Finalmente, otro cambio a futuro es la incorporación de alarmas o mensajes enviados a los médicos si el paciente no se encuentra en el rango adecuado de acuerdo con los signos vitales medidos.

### **Conclusiones**

El sistema de monitorización de salud es rentable, no invasivo y versátil, facilitando así la evaluación del bienestar de los pacientes independientemente de dónde se encuentren; además, proporciona información en tiempo real, previniendo así eventos no deseados.

El sistema automatizado de monitorización de la salud de pacientes de UCI basado en IoT, es una alternativa que puede ser usada para ayudar a pacientes que se encuentran graves, así mismo, se pretende mejorar la calidad de vida de los pacientes y no sólo monitorearlos.

El internet de las cosas es considerado como una de las soluciones factibles para el seguimiento remoto de datos, especialmente en el campo de la salud, permitiendo el monitoreo a distancia, y previniendo enfermedades como el Covid-19.

### **Recomendaciones**

Es recomendable manejar más sensores a futuro para un monitoreo de datos completo hacia pacientes que más lo requieran.

Se recomienda el uso de plataformas que permitan subir datos a la nube tales como ThingSpeak o Ubidots, de esta manera, la información de cada paciente podrá verse en tiempo real.

### Referencias

- Components 101. (30 de 05 de 2021). Obtenido de <https://components101.com/displays/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- Datafruit Industries LLC. (2019). Digi-Key. Obtenido de <https://www.digikey.pl/htmldatasheets/production/3024658/0/0/1/pulse-sensor-datasheet.html>
- ES.JF. (s.f.). Es.Jf-Parede.pt. Obtenido de <https://es.jf-parede.pt/types-avr-microcontroller-atmega32-atmega8>
- Espressif Systems IOT Team. (2015). Adafruit. Obtenido de [https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266\\_\\_Datasheet\\_\\_EN\\_v4.3.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf)
- Menhaz, S., Shaha, A., Nayem, M., & Bourouis, S. (2021). IoT-Based Smart Health Monitoring System for COVID-19 Patients. Bangladesh.
- O'Grady, M., Wan, J., Al-awlaqi, M., Li, M., Gu, X., Wang, J., & Cao, N. (2018). Wearable IoT enabled real-time health. NanTong, China: EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking.
- Saha, J., Saha, A., Chatterjee, A., Agrawal, S., Saha, A., Kar, A., & Saha, H. (2018). Advanced IOT based combined remote health monitoring, home automation and alarm system. Kolkata, India.
- Santana, B. (15 de 08 de 2019). Raspberry Pi 4: Para qué sirve y qué podemos hacer con él. Obtenido de <https://es.ign.com/raspberry-pi/153948/feature/raspberry-pi-4-para-que-sirve-y-que-podemos-hacer-con-el>
- SS Dielect. (s.f.). ssdielect. Obtenido de <https://ssdielect.com/cb/pic12-pic16-y-pic18-pic-de-8-bits/442-pic18f452.html>
- Texas Instruments. (07 de 2013). Sophphx. Obtenido de [http://www.sophphx.caltech.edu/Physics\\_5/Data\\_sheets/lm35.pdf](http://www.sophphx.caltech.edu/Physics_5/Data_sheets/lm35.pdf)

The MathWorks, Inc. (s.f.). ThingSpeak. Obtenido de  
[https://thingspeak.com/pages/learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/learn_more)