

Biomedical System in the Remote Monitoring of Hospitalized Patients During the COVID-19 Juncture

Aly E. Pajuelo Chavez, Bachelor¹, Pedro G. Coico Ibáñez, Bachelor¹, and Rolando J. Berrú Beltrán, Master¹

¹ Universidad Privada del Norte, Trujillo, alypajuelo@gmail.com, pedrocoicoibanez.9@gmail.com, rolando.berru@upn.edu.pe

Abstract– The present research work aimed to determine the influence of a biomedical system in the remote monitoring of hospitalized patients during the COVID-19 juncture. The type of analysis has been pre-experimental; with a sample of 10 nurses from the hospitalization area of a clinic in the city of Trujillo. For data collection, three questionnaires and an observation sheet were applied. For data analysis, the Shapiro Wilk normality test and the Student's t hypothesis test were used. Likewise, the parameters included in the monitoring of patients are described, which were the fulfillment of needs, monitoring protocol, usability and accuracy of biomedical data. The results showed that the implementation of the biomedical system obtained an increase of 21.1% in the Fulfillment of Needs, an 18.18% in the Effectiveness of the monitoring protocol, a 25.51% in the Usability and finally we obtained an increase of 14.68% in the Accuracy. of Biomedical Data, compared to classical monitoring. Based on the foregoing, it was concluded that the biomedical system had a positive influence on the monitoring of hospitalized patients during the COVID-19 juncture carried out by nurses from a clinic in the city of Trujillo in 2021.

Keywords-- Biomedical system in patient monitoring, pulse oximetry sensor, embedded system, hospitalization, COVID-19.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.178>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Sistema Biomédico en el Monitoreo Remoto de Pacientes Hospitalizados Durante la Coyuntura del COVID-19

Aly E. Pajuelo Chavez, Bachiller¹, Pedro G. Coico Ibáñez, Bachiller¹, y Rolando J. Berrú Beltrán, Magíster¹
¹ Universidad Privada del Norte, Trujillo, alypajuelo@gmail.com, pedrocoicoibanez.9@gmail.com, rolando.berru@upn.edu.pe

Resumen– *El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de un sistema biomédico en el monitoreo remoto de pacientes hospitalizados durante la coyuntura del COVID-19. El tipo de análisis ha sido preexperimental; con una muestra de 10 enfermeras del área de hospitalización de una clínica de la ciudad de Trujillo. Para la recolección de los datos se aplicó tres cuestionarios y una ficha de observación. Para el análisis de datos, se utilizó la prueba de normalidad Shapiro Wilk y la prueba de contrastación de hipótesis t de Student. Así mismo, se describen los parámetros comprendidos en la monitorización de pacientes que fueron el cumplimiento de necesidades, protocolo de monitoreo, usabilidad y la exactitud de los datos biomédicos. Los resultados demostraron que la implementación del sistema biomédico obtuvo un aumento de 21.1% en el Cumplimiento de Necesidades, un 18.18% en la efectividad del Protocolo de Monitoreo, un 25.51% en la Usabilidad y por último obtuvimos un aumento del 14.68% en la Exactitud de Datos Biomédicos en comparación con el monitoreo clásico. Por lo anteriormente dicho, se concluyó que el sistema biomédico tuvo una influencia positiva en el monitoreo de pacientes hospitalizados durante la coyuntura del COVID-19 llevado a cabo por las enfermeras de una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.*

Palabras Clave-- *Sistema biomédico en monitoreo de pacientes, sensor de pulsioximetría, sistema embebido, hospitalización, COVID-19.*

I. INTRODUCCIÓN

Desde que la OMS declaró la pandemia del COVID -19 en marzo del 2020, se ha puesto aún más en evidencia los déficits de atención hospitalaria a nivel mundial. Cada año se producen cerca de 134 millones de eventos adversos por un mal monitoreo de pacientes lo que provoca alrededor de 2,6 millones de muertes, se estima que alrededor de la mitad de estos eventos pudieron prevenirse [1]. El incumplimiento de las precauciones estándar en los establecimientos sanitarios ha ocasionado que miles profesionales de la salud se hayan infectado, debido a esto, la OMS busca desarrollar sistemas integrados que garanticen la seguridad del paciente y de los trabajadores asegurando la calidad de la atención [2].

Todo sistema de salud debe tener en cuenta la complejidad de los entornos de atención que hace que el personal médico sea más propenso a cometer errores, muchas veces la supervisión no pasa por todos los niveles de atención requeridos haciendo que el proceso no tenga garantías de seguridad, poniendo en peligro la vida del paciente. Otro factor que dificulta un monitoreo adecuado son las patologías infecciosas ya que plantean un peligro directo para los profesionales sanitarios y

los demás internos, se estima 9.2 millones de vidas perdidas por incapacidad y falta de medidas sanitarias [3].

Millones de pacientes crónicos han visto afectado el seguimiento de sus enfermedades debido a la coyuntura del COVID-19, las numerosas restricciones que se han establecido para reducir los riesgos de exposición han afectado el flujo normal de acceso a los servicios de salud lo que ha generado un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad, empeorando la calidad de vida significativamente. Lo mencionado expone la urgencia de plantear un nuevo sistema de salud, un sistema que trascienda más allá de las paredes de los centros sanitarios y que sea capaz de utilizar tecnologías de información (TIC) para el intercambio de datos para el diagnóstico y tratamiento de las diversas patologías [4].

En Perú, el COVID-19 ha infectado a más de un millón de peruanos y ha provocado el deceso de más de 40000 personas. En el 2017, de acuerdo con la Contraloría General de la República, solo el 58% de los nosocomios contaban con el equipamiento básico para brindar una atención eficiente. Por tal motivo, el sistema de salud peruano colapsó y se tuvo la tasa de mortalidad más alta del mundo a lo largo de la primera ola de contagios con un déficit aproximado de 24.000 trabajadores de la salud [5].

En La Libertad, el monitoreo de pacientes fue completamente ineficiente por la situación de colapso que se encontraban la mayoría de los hospitales, esto debido a que se estimó que faltaban cerca de 2.000 profesionales de la salud para realizar una labor exitosa. Asimismo, el control de los pacientes se dificulta porque los nosocomios carecen de tecnología médica y de equipos debidamente implementados, además, la mayoría de estos centros de salud tienen una antigüedad mayor de 50 años lo que significa que toda la composición del sistema de salud se encuentra obsoleta y no es capaz de satisfacer con las necesidades básicas [6].

En los centros hospitalarios de Trujillo se observó que los trabajadores de la salud que estuvieron trabajando durante la coyuntura del COVID-19 estuvieron sujetos a largas horas de trabajo, fatiga, agotamiento ocupacional, lo que ocasionó un desgaste físico y mental, a su vez, esto generó que la calidad de la atención y/o monitoreo disminuya considerablemente.

En este trabajo de investigación se desarrolla un sistema biomédico, el cual obtiene los datos de frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno a través de un sensor de pulsioximetría para monitorear inalámbricamente a pacientes hospitalizados, con este sistema se pretende que las enfermeras encargadas del monitoreo reduzcan el contacto directo con el paciente hospitalizado.

El monitoreo de pacientes se ve principalmente afectado por la falta de tecnología e implementación de los centros sanitarios. Las enfermeras de la clínica en la que se llevó a cabo la presente investigación muchas veces han tenido que visitar los cuartos de los pacientes hospitalizados cada 15 minutos por las constantes fallas de las alarmas de los equipos biomédicos. Teniendo en cuenta la coyuntura actual y los detalles mencionados, el sistema biomédico a diseñar busca optimizar las diferentes actividades que comprenden el proceso de monitoreo.

II. MARCOTEÓRICO

A. Sistema Biomédico

El sistema biomédico se define como un conjunto de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) utilizadas en el campo de la medicina para realizar mejores aportes [7]. Se pueden utilizar para facilitar la cirugía o con fines de diagnóstico. Están diseñados para resolver problemas de visibilidad y accesibilidad [8].

B. Monitoreo de Pacientes

El monitoreo de pacientes es desarrollado por el personal de salud y tiene como objetivo verificar y monitorear los signos vitales de una persona en tiempo real. Por lo tanto, un sistema de monitoreo debe estar equipado con sensores bioquímicos y fisiológicos de alta fidelidad para el diagnóstico y tratamiento continuo del paciente. El monitoreo mejora la calidad de la atención médica al programar prestaciones de atención en cualquier lugar, incluso cuando el proveedor de atención médica está en movimiento [9].

C. Coyuntura de COVID-19

La enfermedad pandémica por COVID-19 ha exigido un elevado costo a personas, familias, sociedades y comunidades de todo el planeta. Las vidas diarias se han transformado de manera significativa, mucha de las políticas económicas y de sanidad pública han entrado en recesión. Mientras está se ha ido expandiendo, sus implicaciones han sido cada vez más significativas perjudicando de forma desproporcionada a los individuos más vulnerables. Muchas poblaciones han experimentado una falta de ingreso a los servicios de salud rutinarios y fundamentales [10].

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Determinar la influencia de un sistema biomédico en el monitoreo de pacientes hospitalizados llevado a cabo por las enfermeras de una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.

B. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de un sistema biomédico en el cumplimiento de las necesidades del monitoreo de pacientes hospitalizados en una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.
- Determinar la influencia de un sistema biomédico en el protocolo del monitoreo de pacientes hospitalizados en una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.
- Determinar la influencia de un sistema biomédico en la usabilidad del monitoreo de pacientes hospitalizados en una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.
- Determinar la influencia de un sistema biomédico en la exactitud de datos biomédicos del monitoreo de pacientes hospitalizados en una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.

IV. METODOLOGÍA

La presente investigación es de carácter Experimental de grado Pre-Experimental. La unidad de estudio estuvo conformada por las enfermeras de una clínica de la ciudad de Trujillo. La muestra se conformó de 10 enfermeras del área de hospitalización de la clínica.

Para medir los resultados de la investigación se emplearon tres cuestionarios y una ficha de observación. Los datos se parametrizaron con la siguiente escala.

TABLA I
ESCALA DE LOS INSTRUMENTOS DE APLICACIÓN.

Puntaje	Interpretación
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno

Con la escala en la tabla I, se pudieron aplicar los cuestionarios y ficha de observación para obtener los resultados de los indicadores.

TABLA II
LISTADO DE PREGUNTAS PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS.

Indicador	Preguntas
Cumplimiento de Necesidades	¿Cómo califica el sistema de monitoreo?
	¿Cómo califica los procedimientos para el monitoreo de pacientes?
	¿Cómo califica la seguridad del sistema de monitoreo?
	¿Cómo califica el impacto del monitoreo en la recuperación de pacientes?
Protocolo de Monitoreo	Nivel de seguridad para evitar contagio.
	Comodidad en el área de monitoreo.
	Procesamiento en la muestra tomada.
	Rapidez del protocolo ante una emergencia.
Usabilidad	¿Siente a gusto trabajando con el sistema de monitoreo?
	¿Siente que el sistema actual facilita su trabajo?
	¿Siente que se utiliza la tecnología adecuada en el monitoreo de pacientes?
	¿El sistema de monitoreo se da abasto para atender a todos los pacientes internados?
Exactitud de Datos Biomédicos	¿Considera que el monitoreo brinda un buen diagnóstico?
	¿El tiempo de toma de datos del monitoreo es adecuado?
	¿Las alertas del sistema de monitoreo funcionan correctamente?
	¿Cómo califica la fiabilidad de los datos recogidos por el sistema de monitoreo?

El diseño e implementación del sistema biomédico en el monitoreo remoto de pacientes hospitalizados se desarrolló bajo la Metodología de Sistemas Embebidos [11], la cual está constituida por 7 ciclos o macroprocesos mencionados a continuación:

A. Macroproceso 1: Administración del ciclo de vida

Se identificó los procedimientos para cada fase de la metodología proyectando el cumplimiento de cada una en plazos determinados.

B. Macroproceso 2: Análisis y diseño

Se analizó las necesidades de la variable dependiente (monitoreo de pacientes) y se planteó el sistema con base en lo requerido. Se realizó el diseño hardware identificando sus componentes y circuitería, así como la lógica de control para el software.

1. Especificación de requerimientos

1.1. Requisitos funcionales

- Realizar la toma de datos biomédicos.
 - Enviar los datos obtenidos a través de radio frecuencia con un rango de 2.4GHz,

esto permite que el envío llegue hasta los 200 m.

- Mostrar las lecturas obtenidas por radio frecuencia en la pantalla OLED.
 - El sistema debe mostrar “Ingrese su dedo” cuando el sensor no detecte un dedo.
 - El sistema debe mostrar “Ingrese su dedo” cuando el sensor obtenga datos erróneos.
 - El sistema debe activar la alarma cuando los valores de saturación y frecuencia cardiaca estén fuera del rango normal.
 - El sistema debe estar alimentado por baterías recargables.
- #### 1.2. Requisitos no funcionales
- El sistema debe ser preciso capturando los datos del sensor.
 - El sistema debe tener una letra visible y clara para el usuario
 - El hardware debe ser rápido y preciso con la ejecución del programa.

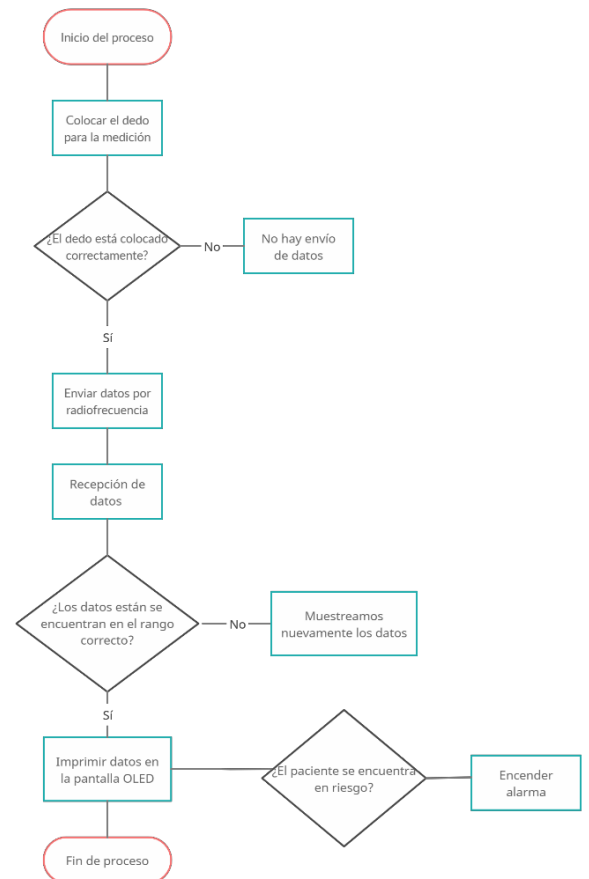


Fig. 1: Diseño de software (Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema biomédico).

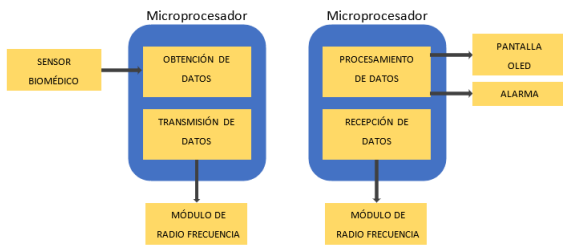


Fig. 2: Arquitectura del sistema embebido.

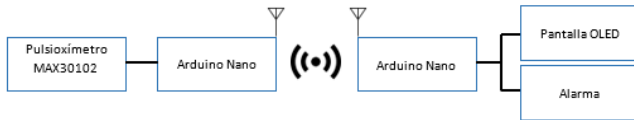


Fig. 3: Diseño de hardware

C. Macroproceso 3: Desarrollo de hardware

El sistema biomédico se basó en la fabricación de dos tarjetas electrónicas, una tarjeta de sensado y transmisión de datos y otra tarjeta de recepción y visualización. En la tarjeta de transmisión se implementó el sensor de pulsioximetría MAX30102, una antena de radiofrecuencia NRF24L01 y el controlador Arduino Nano. Por otro lado, en la tarjeta de recepción se implementó una pantalla OLED de visualización, un buzzer para alarma, una antena de radiofrecuencia NRF24L01 y el controlador Arduino Nano.

1. Proceso estándares del hardware

1.1. Controlador

- Arduino nano: Es el módulo que contiene toda la programación y lógica del sistema biomédico. A este controlador están conectados todos los demás componentes electrónicos del sistema. Recibe los datos del sensor biomédico, para ser enviados y mostrados a la pantalla OLED.

1.2. Sensores

- Sensor biomédico: El sistema está compuesto por un sensor que se encarga de monitorear el ritmo cardíaco y la saturación de oxígeno del paciente.

1.3. Actuadores

- Módulo de Radio frecuencia: Son los encargados de la transmisión de datos, permite la comunicación entre el proceso de obtención hasta el proceso de visualización.
- Pantalla OLED: Es la interfaz gráfica, permite ver los datos que son recolectados por el sensor.

- Buzzer: Es el dispositivo que hace la función de alarma. Se activa cuando los datos biomédicos del paciente están fuera de lo normal.

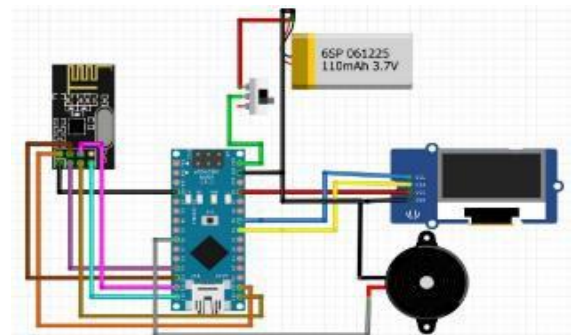
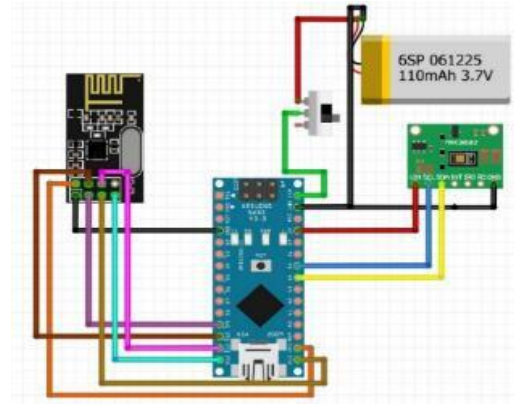


Fig. 4: Diagrama de conexiones del equipo transmisor y receptor.

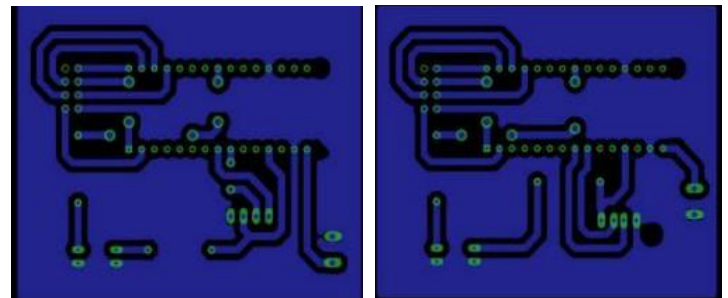


Fig. 5: Diseño de la placa madre del sistema biomédico.

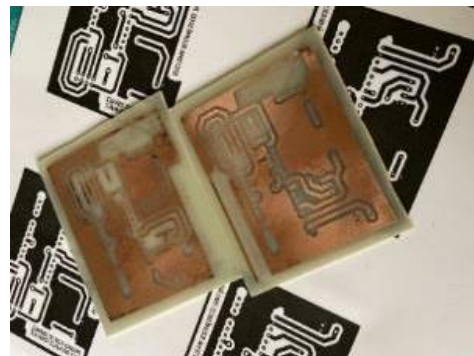


Fig. 6: Impresión de la placa electrónica.

D. Macroproceso 4: Desarrollo de software

El software se realizó en la plataforma de Arduino IDE en donde se desarrolló el algoritmo necesario para controlar eficazmente los componentes del hardware.

```

for (byte i = 0 ; i < 50 ; i++)
{
  while (particleSensor.available() == false)
  particleSensor.check();
  redBuffer[i] = particleSensor.getRed();
  irBuffer[i] = particleSensor.getIR();
  particleSensor.nextSample();
  int pulso = analogRead(A0);
  Serial.println("Muestreado datos...");
}

maxim_heart_rate_and_oxygen_saturation(irBuffer, 50,
redBuffer, &spo2, &validSPO2, &heartRate, &validHeartRate);

while (1)
{
  for (byte i = 25; i < 50; i++)
  {
    redBuffer[i - 25] = redBuffer[i];
    irBuffer[i - 25] = irBuffer[i];
  }
  for (byte i = 25; i < 50; i++)
  {
    while (particleSensor.available() == false)
    +particleSensor.check();
    redBuffer[i] = particleSensor.getRed();
    irBuffer[i] = particleSensor.getIR();
    particleSensor.nextSample();
  }
}

```

Fig. 7: Desarrollo del algoritmo para la recolección de datos biomédicos.

```

datos[0]= BPMF;
datos[1]= spo2;
datos[2]= irBuffer[i];

if (QS == true){
  QS = false;
}
bool ok = radio.write(datos, sizeof(datos));
if(ok)
{
  digitalWrite(En, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(En, LOW);
  delay(100);
}

```

Fig. 8: Desarrollo del algoritmo para la Transmisión de datos biomédicos.

```

radio.read(datos,sizeof(datos));
Serial.print("Datos Recividos = " );
Serial.print("heartRate: ");
Serial.print(datos[0], DEC);
Serial.print(" SPO2: ");
Serial.print(datos[1],DEC);
Serial.print(" irValue: ");
Serial.println(datos[2]);
digitalWrite(En, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(En, LOW);
delay(100);

if (datos[0] < 60 || 60 < datos[1] && datos[1] < 90 ) {
  for(int x=0;x<180;x++){
    sinVal = (sin(x*(3.1412/180)));
    toneVal = 2000+(int(sinVal*1000));
    tone(3, toneVal);}
}
else {
  tone(3, LOW);
}

if (datos[0] < 110 || datos[2] < 10000){
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextCursor(0,20);
  display.print(datos[0]);
  display.setCursor(0,10);
  display.print("PRbpm: ");
  display.setCursor(0,50);
  display.print(datos[1]);
}

```

Fig. 9: Desarrollo del algoritmo para la Recepción de datos biomédicos, alarma y Visualización de datos.

E. Macroproceso 5: Integración y pruebas

Se realizó la integración del desarrollo del hardware y software realizando las pruebas de inicio para la calibración y ajustes del sistema garantizando su buen funcionamiento.

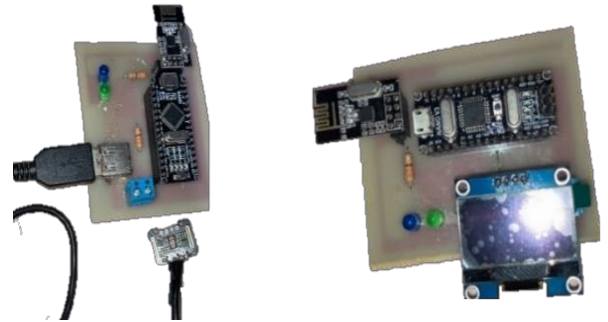


Fig. 10: Resultado final de la tarjeta transmisora y receptora.

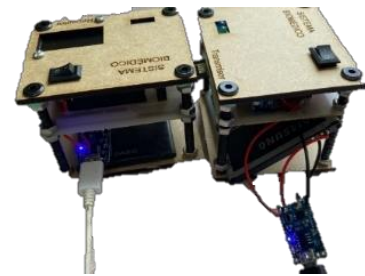


Fig. 11: Integración de software y hardware.



Fig. 12: Visualización de datos.

F. Macroproceso 6: Administración del producto

Se realizó la administración y el control permanente al sistema biomédico.



Fig. 13: Liberación del producto.

G. Macroproceso 7: Manufactura en serie

Se desarrollaron capacitaciones para el uso correcto del sistema biomédico a las enfermeras encargadas del monitoreo de los pacientes hospitalizados.



Fig. 14: Capacitación al personal médico.

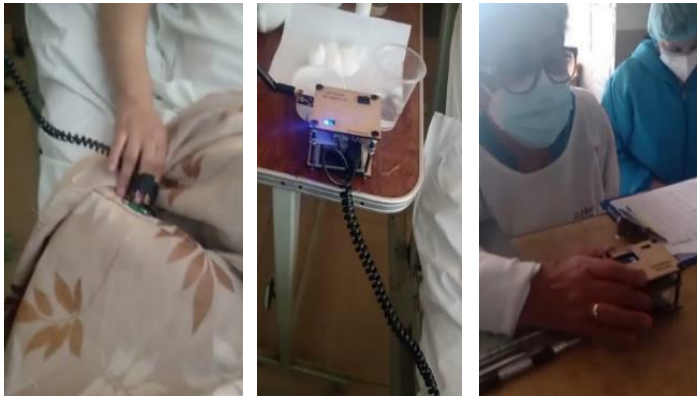


Fig. 15: Implementación en serie.
Toma de datos, transmisión y lectura de datos Biomédicos.

V. RESULTADOS

A continuación, se muestran e interpretan los resultados antes y después de la aplicación del sistema biomédico en el monitoreo de pacientes hospitalizados en una clínica de la ciudad de Trujillo durante el año 2021. La recolección de datos para este estudio se realizó durante una semana, haciendo uso de cuestionarios y ficha de observación con las preguntas mencionadas en la tabla II.

A. ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE NECESIDADES

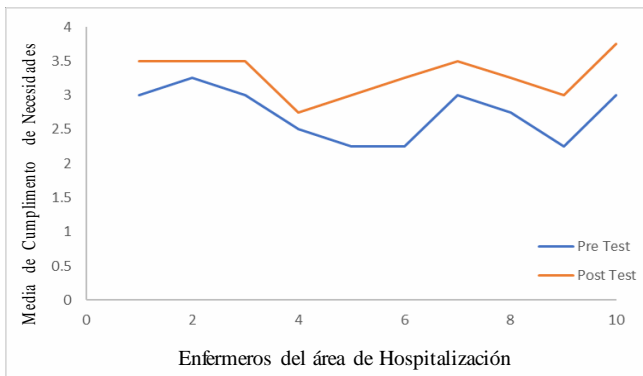


Fig. 16. Comparación del Cumplimiento de Necesidades del Monitoreo Tradicional con el Remoto

En la Fig. 16, se muestra la comparación de la media de las respuestas de cada enfermero mencionadas en la tabla II con la escala de la tabla I, antes y después de aplicar el sistema biomédico, con eso se puede apreciar que el producto elaborado logró un resultado positivo en el monitoreo de pacientes

B. ANÁLISIS PROTOCOLO DEL MONITOREO

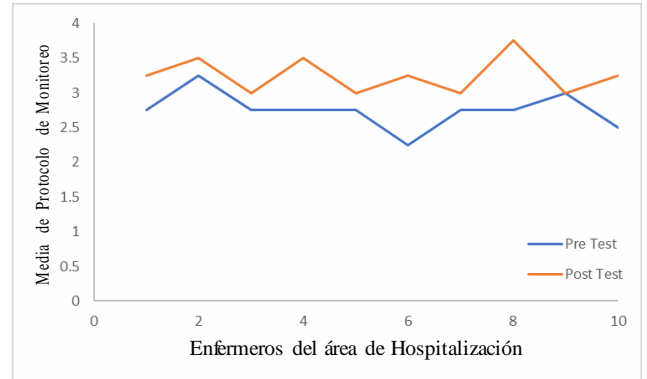


Fig. 17. Comparación del Protocolo del Monitoreo Tradicional con el Remoto

En la Fig. 17, se muestra la comparación de la media de las respuestas de cada enfermero mencionadas en la tabla II con la escala de la tabla I, antes y después de aplicar el sistema biomédico, con eso se puede apreciar que el producto elaborado consiguió un resultado positivo teniendo en cuenta los parámetros antes mencionados

C. ANÁLISIS DE USABILIDAD

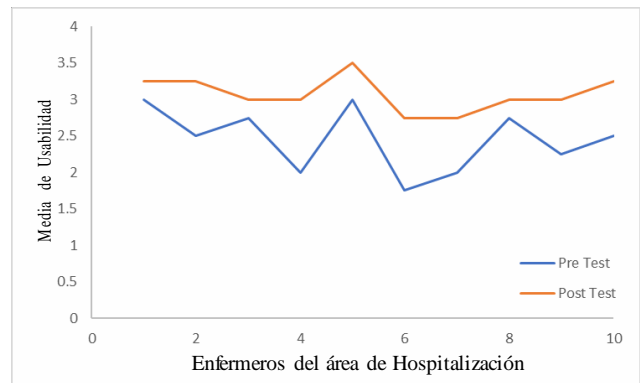


Fig. 18 Comparación de Usabilidad del Monitoreo Tradicional con el Remoto

En la Fig. 18, se muestra la comparación de la media de las respuestas de cada enfermero mencionadas en la tabla II con la escala de la tabla I, antes y después de aplicar el sistema biomédico, con eso se puede apreciar que el producto elaborado logró obtener un resultado positivo, pudiendo mejorar la usabilidad de monitoreo haciendo una media casi estable.

D. ANÁLISIS DE EXACTITUD DE DATOS BIOMÉDICOS

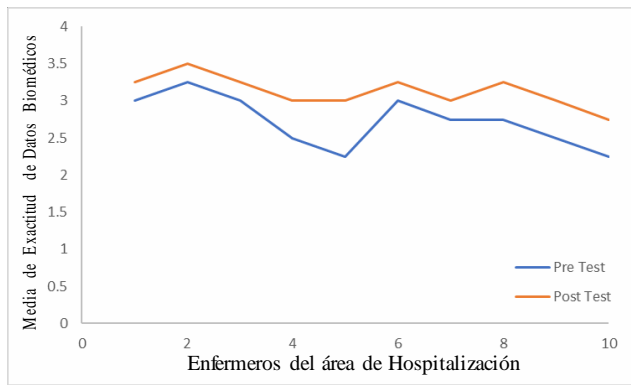


Fig. 19 Comparación de la Exactitud de Datos del Monitoreo Tradicional con el Remoto.

En la Fig. 19, se muestra la comparación de la media de las respuestas de cada enfermero mencionadas en la tabla II con la escala de la tabla I, antes y después de aplicar el sistema biomédico, con eso se puede apreciar que el prototipo elaborado permitió conseguir un resultado positivo.

VI. DISCUSIÓN

En la Fig.16, se observa la media de los datos obtenidos del indicador de cumplimiento de necesidades antes y después de la implementación del sistema biomédico en el monitoreo de pacientes hospitalizados los cuales resultaron con 2.725 y 3.3 correspondientemente, logrando un resultado positivo para nuestra implementación del 21.1 %. Con eso se logró un cumplimiento de necesidades de un 82.5 %, esto se apreció porque se realizó la medición con cuatro parámetros. En comparativa del trabajo de Navarrete, Brecci, Riveros [12], que solo hicieron el análisis con un solo parámetro que fue el proceso de mejora de los pacientes. Esta comparación deja ver que cuando se toma menos parámetros y un número reducido de pacientes, se aprecia un mayor porcentaje de mejora.

En la Fig.17, se contempla la media de los datos obtenidos del indicador protocolo de monitoreo antes y después de la implementación del sistema biomédico, los resultados fueron 2.75 y 3.25 respectivamente, logrando un resultado positivo para nuestra implementación de 18.18 %. Con eso se logró un protocolo de monitoreo de 81.25 %, esto se apreció porque se analizó con los parámetros de seguridad, comodidad, procesamiento y rapidez. En comparación en el trabajo de Navarrete, Brecci, Riveros [12], que emplearon un solo parámetro que fue la recuperación del paciente. Con estas comparaciones se puede apreciar que para lograr un mayor análisis se debe tomar en cuenta entre 2 a 3 parámetros.

En la Fig. 18, se contempla la media de los datos obtenidos del indicador de usabilidad antes y después de la implementación del sistema biomédico los cuales resultaron 2.45 y 3.075 respectivamente, logrando un resultado positivo para nuestra implementación de 25.51 %. Con eso logramos una

usabilidad de 76.875%, esto se pudo apreciar gracias a que se midió el indicador con cuatro parámetros fundamentales para el análisis. En comparativa en el trabajo de Morales, Camargo, Gaona [13], que emplearon dos parámetros. Con estas comparaciones se puede apreciar que para lograr un mayor análisis se deben tener en cuenta más parámetros.

En la Fig. 19, se contempla la media de los datos obtenidos del indicador de exactitud de datos biomédicos antes y después de la implementación del sistema biomédico los cuales resultaron 2.725 y 3.125 respectivamente, logrando un resultado positivo para nuestra implementación de 14.68 %. Con eso se logró una exactitud de datos de 78.125%, esto se debe a que el sensor utilizado es altamente sensible a las corrientes parásitas, por lo que existían momentos en que se leían datos erróneos. En comparación con los datos obtenidos con los antecedentes anteriores, en el trabajo de Alarcó [14], que empleó un sensor que tiene integrado un filtro de ruido. Con estas comparaciones se puede apreciar que los sensores de medición deben tener un filtro adecuado para una mejor eficacia.

VII. CONCLUSIONES

Se logró comprobar que el sistema biomédico influye positivamente en el monitoreo de pacientes hospitalizados llevado a cabo por las enfermeras de una clínica de la ciudad de Trujillo en el año 2021.

Se logró demostrar la predominancia positiva con el uso del sistema biomédico en el cumplimiento de necesidades, aumentando en un 21.10% la apreciación del enfermero.

Se logró demostrar la influencia positiva con el uso del sistema biomédico en el protocolo del monitoreo, aumentando en un 18.18% la apreciación del enfermero.

Se logró verificar la predominancia positiva con el uso del sistema biomédico en la usabilidad, aumentando en un 25.51% la apreciación del enfermero.

Se logró verificar la influencia positiva con el uso del sistema biomédico en la exactitud de datos biomédicos, aumentando en un 14.68% la apreciación del enfermero.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud (2021) Información actualizada sobre la 74.ª Asamblea Mundial de la Salud – 28 de mayo de 2021. Recuperado en: <https://www.who.int/es/news/item/28-05-2021-update-from-the-seventy-fourth-world-health-assembly-28-may-2021>
- [2] Organización Mundial de la Salud (2020) OMS: Garantizar la seguridad de los trabajadores de la salud para preservar la de los pacientes. Recuperado en: <https://www.who.int/es/news/item/17-09-2020-keep-health-workers-safe-to-keep-patients-safe-who>
- [3] Organización Mundial de la Salud (2019) Atención del trabajador de salud expuesto al nuevo coronavirus (SARSCoV-2) en establecimientos de salud. Recuperado en https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52033/PAHOPHEIMCovid1920005_spa.pdf?sequence=5.
- [4] Zamora-Illarionov A. Monitoreo remoto de pacientes: una alternativa para pacientes con enfermedades crónicas afectados durante la pandemia por COVID-19. *Rev Hisp Cienc Salud*. 2021; 7(1):1-2.

- [5] Hueda-Zavaleta M, Copaja-Corzo C, Bardales-Silva F, Flores-Palacios R, Barreto-Rocchetti L, Benites-Zapata VA. Factores asociados a la muerte por COVID-19 en pacientes admitidos en un hospital público en Tacna, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2021;38(2):214-23. doi: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.7158>.
- [6] Gobierno Regional de La Libertad (2016) Sector Salud es prioridad actual en la región La Libertad. Recuperado en https://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/nacionales/6397-sector-salud-es-prioridad-actual-en-la-region-la-libertad?fbclid=IwAR3edB56MjvgPB_RaRD9hc0jO78RGZzMsSJih0N64aoRSJkzz1qB90aVY8Q
- [7] Gámez López, M. de J. (2020). Desarrollo de un sistema biomédico para monitoreo local y remoto de signos vitales de pacientes, utilizando tecnología de Internet de las Cosas IoT. M. Young, *The Technical Writer's Handbook*, Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [8] Chaparro Velasco, M; Vivas Albán, Ó (2016). Robótica quirúrgica, desde los grandes asistentes hasta la nanotecnología. *Scientia Et Technica*, 21(2),182-190. Zamora-Illarionov A. Monitoreo remoto de pacientes: una alternativa parapacientes con enfermedades crónicas afectados durante lapandemia por COVID-19. *Rev Hisp Cienc Salud*. 2021; 7(1): 1-2.
- [9] Campaña, S. E. et al. (). Sistema en tiempo real para el monitoreo de variables médicas en pacientes hospitalizadas con redes WSN. [info:eu-repo/semantics/article, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/29665>. Gobierno Regional de La Libertad (2016) Sector Salud es prioridad actual en la región La Libertad. Recuperado en https://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/nacionales/6397-sector-salud-es-prioridad-actual-en-la-region-la-libertad?fbclid=IwAR3edB56MjvgPB_RaRD9hc0jO78RGZzMsSJih0N64aoRSJkzz1qB90aVY8Q
- [10] Organización Mundial de la Salud (2020) Actualización de la estrategia frente a la COVID-19. Recuperado en: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid-strategy-update-14april2020_es.pdf?emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/critical-preparedness-readiness-and-response-actions-for-COVID-19
- [11] Tomada de “Diagnóstico para la fundamentación de la Maestría en Sistemas Embebidos,” por C. Tellez, 2014, Ciclo del proceso de desarrollo de sistemas embebidos, 1, p. 17.
- [12] Navarrete Hurtado, Solón, & Brecci, Miguel, & Riveros, Fernando, & Lemus Barrios, Gustavo, & Amado, Luisa, & Mera, Katalina (2018). Monitoreo hemodinámico con sensor implantable inalámbrico (CardioMEMS) en pacientes con insuficiencia cardíaca. Primera experiencia en Latinoamérica post aprobación para uso clínico. *INSUFICIENCIA CARDIACA*, 13(3),134-144. [fecha de Consulta 10 de Julio de 2021]. ISSN: 1850-1044. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321958045006>
- [13] Morales Olguer, Camargo López, J. R., & Gaona García, E. E. (2015). Sistema de monitoreo para pacientes de alto riesgo integrando módulos GPS, GSM/GPRS y Zigbee. *Revista Tecnura*, 19, 97-111. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a08 Alarcó Péres, Jorge (2015). Medida del nivel de saturación de oxígeno en sangre: desarrollo de un pulsioxímetro de bajo coste y comparativa con otros sistemas existentes.
- [14] Alarcó Péres, Jorge (2015). Medida del nivel de saturación de oxígeno en sangre: desarrollo de un pulsioxímetro de bajo coste y comparativa con otros sistemas existentes.