

**Título del Trabajo:**

Diseño y Desarrollo de Monitor de Polisomnografía con Protocolo de Comunicación MQTT para Visualización Web

**Título del Trabajo en Inglés:**

Design and Development of Polysomnography Monitor with MQTT Communication Protocol for Web Viewing

**Nombre:** ARNOLDO

**Apellidos:** DIAZ

**ORCID:** 0009-0008-7251-3303

**País de Residencia:** MEXICO

**Área de Investigación:** TECNOLÓGICA

**Institución a la que Pertenece:** UNIVERSIDAD LA SALLE MÉXICO

**Área de Adscripción:** Departamento de Ingeniería Biomédica

**Correo Electrónico:** a.dr@lasallistas.org.mx

**Datos de los(as) coautores(as) del Trabajo**

Brenda Daniela Cazabal Rodríguez, Alerto Isaac Perez Sanpablo, José Ambrosio Bastián

Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad La Salle México, MEXICO, brendacazabal@lasallistas.org.mx, 0009-0007-4599- 8272

Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación, MEXICO, albperrez@inr.gob.mx, 0000-0003-0550-928X

Grupos de Sistemas Inteligentes Aplicados y Robótica Colaborativa de Asistencia, Universidad La Salle México, MEXICO, jose.ambrosio@lasalle.mx, 0000-0001-7326-3440

**Palabras en Español:**

Polisomnografía, Protocolo de Comunicación MQTT, Desarrollo Web, Internet de las Cosas

**Palabras en Inglés:**

Polysomnography, MQTT Communication Protocol, Web Development, Internet of Things

**Título del Trabajo:**

Diseño y Desarrollo de Monitor de Polisomnografía con Protocolo de Comunicación MQTT para Visualización Web

**Título del Trabajo en Inglés:**

Design and Development of Polysomnography Monitor with MQTT Communication Protocol for Web Viewing

**Área de Investigación:**

Departamento de Ingeniería Biomédica

**Introducción:**

En México 40 millones de personas sufren de desórdenes del sueño. La polisomnografía es un estudio no invasivo e indoloro necesario para diagnosticar y tratar los desórdenes del sueño, sin embargo, el estudio se realiza en clínicas donde especialistas observan y monitorean los patrones de sueño del paciente, o en el hogar sin monitoreo ni control del estudio. Por eso la necesidad un método que permita la monitorización remota. El protocolo MQTT, ideal para el Internet de las Cosas (IoT) ofrece una solución para la comunicación entre varios dispositivos y facilita la transmisión en tiempo real de las bioseñales logrando que la realización en casa del estudio sea monitoreada a distancia.

**Objetivo:**

Desarrollar y validar un sistema que use MQTT para transmitir señales de electrocardiograma (ECG) y electroencefalograma (EEG) del estudio de polisomnografía manteniendo sus características como la forma, tiempo y frecuencia de la señal dentro con una diferencia de 4 segundos de transmisión y un 95% de certeza para demostrar la efectividad de MQTT.

**Metodología:**

Se desarrollan los canales de instrumentación de ECG y EEG para la adquisición de las señales fisiológicas, conformados por etapas de preamplificación, filtrado, amplificación fina adecuamiento y digitalización. Estos canales se calibraron usando señales de referencia con características de frecuencia y amplitud similares a las fisiológicas y ajustando las etapas para su adecuamiento para la digitalización. Con el uso de librerías de código abierto MQTT.js y PubSubClient se crearon códigos en C++ y HTML, CSS, JS para establecer clientes capaces de transmitir datos con MQTT, se hizo uso de EMQX como Broker MQTT para intermediar los datos y la página se subió a github pages para residirla en un servidor web. Tras esto se realizaron pruebas de validación de tiempos, sustrayendo la diferencia entre estampas de tiempo de cada mensaje recibido. Finalmente los datos transmitidos se analizaron para confirmar la retención de las características de las señales fisiológicas.

**Resultados:**

Un sistema que asegura la transmisión y visualización en tiempo real de señales fisiológicas. El ECG retiene su forma al transmitirse, pudiendo distinguir las ondas que lo componen y manteniendo la frecuencia y amplitud con la que se trasmite la señal. Los datos del EEG revelan un análisis de la densidad espectral de potencia con la forma característica de exponencial descendente, y mantiene características de tiempo y frecuencia. La estampa de tiempo generada para medir el intervalo entre

mensajes muestra una diferencia promedio de 0.6 milisegundos, de igual forma los datos mantienen una precisión mayor al 95% después de su transmisión. Además se hizo que la comunicación cumpliera con normas de protección de datos ISO/IEC 27001, HIPAA y GDPR, con el uso de protocolos web https y wss.

**Conclusiones:**

El estudio logró desarrollar y validar un sistema remoto de monitorización para ECG y EEG con el uso de MQTT, logrando visualización en tiempo real dentro de 4 segundo de diferencia y 95% de certeza. Los resultados confirman que el sistema mantiene la integridad de la señal atendiendo a la necesidad de monitorización remota.