

# Sistema de Monitoreo Remoto Aplicado a la Seguridad Náutica

Ing Borja, Fernando<sup>1</sup>, Dr. Rodríguez, José Luis<sup>1</sup>, Ing. Oga, Juan<sup>1</sup>, TN Gambetta, Nicolas<sup>1</sup>, CF(RE) López, Claudio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la Defensa Nacional, Facultad de la Armada, SEU ESOA, Av. A la Estación s/nº (8111) – BNPB [fernandoborja@outlook.com](mailto:fernandoborja@outlook.com)

**Resumen.** La supervisión continua de variables físicas como presión, temperatura y niveles de fluidos en equipos y sistemas a bordo de embarcaciones es vital para garantizar su operatividad en niveles óptimos, prolongar su vida útil y prevenir fallos o accidentes. Un sistema de monitoreo que permita la detección temprana de anomalías es esencial para el personal de operación y mantenimiento, como maquinistas y electricistas, encargados de realizar inspecciones periódicas. En la Escuela de Oficiales de la Armada, se está desarrollando un sistema de monitoreo innovador adaptado a las necesidades de embarcaciones, destacándose por su adaptabilidad, escalabilidad y descentralización.

**Palabras clave:** Sistema de Monitoreo, Sensores Remotos, Internet de las Cosas, Seguridad Náutica

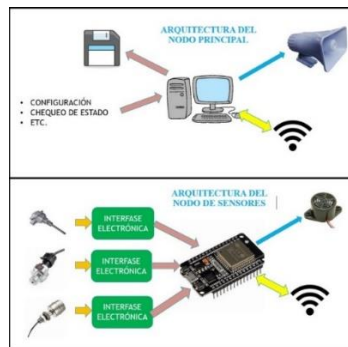
## 1. Introducción

El monitoreo de variables críticas en las embarcaciones es un aspecto fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia en operaciones marítimas. Las embarcaciones modernas dependen de sistemas avanzados que supervisan continuamente el estado de sus componentes para prevenir fallos catastróficos y maximizar la eficiencia operativa [1]. Tradicionalmente, estos sistemas de monitoreo eran predefinidos durante la fabricación de la embarcación, limitando su adaptabilidad a cambios futuros. Con la evolución de tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) [2], es posible desarrollar sistemas de monitoreo más flexibles y escalables, que se ajusten mejor a las demandas operativas actuales.

A continuación se presenta la arquitectura del sistema, que incluye un nodo central y nodos de sensores y se discuten las ventajas operativas y económicas que ofrece su implementación.

## 2. Arquitectura del sistema

La figura 1 representa los componentes principales del sistema: el “*Nodo Principal*” encargado de la configuración de los nodos de sensores, la generación de alarmas, el registro de datos (datalogging) y la verificación permanente del estado del sistema; y los “*Nodos de Sensores*” que procesan los datos adquiridos por los sensores, generan las alarmas locales y comunican las novedades al nodo principal.



**Fig. 1.** Arquitectura de los nodos del sistema de monitoreo

### 2.1. Adaptabilidad y escalabilidad

El sistema puede ajustarse a las necesidades de cada embarcación, permitiendo la incorporación del sensor específico que cubra los requerimientos operativos.

La incorporación dinámica de nodos de sensores posibilita el crecimiento de la infraestructura, sin necesitar una inversión significativa inicial. Esto es valioso para embarcaciones que requieran expandir su capacidad de monitoreo, sin incurrir en costos excesivos.

### 2.2. Descentralización y monitoreo local

Cada nodo de sensores puede generar alarmas locales. En caso de detectar una anomalía, se acciona una alarma en el mismo nodo de sensores, mejorando la capacidad de respuesta del personal a bordo y reduciendo el riesgo de que problemas menores se conviertan en fallos graves.

### 2.3. Ventajas operativas y económicas

La implementación de este sistema de monitoreo ofrece múltiples beneficios operativos y económicos para las embarcaciones:

1. Incremento de la Seguridad: La supervisión continua permite la detección temprana de fallos, minimizando la ocurrencia de situaciones de emergencia que podrían comprometer la seguridad de la embarcación y su tripulación.
2. Atención Rápida a Emergencias: Con la capacidad de monitoreo en tiempo real, el personal puede reaccionar de inmediato ante cualquier anomalía detectada, minimizando riesgos y asegurando la integridad de los recursos humanos y materiales.
3. Optimización de la Eficiencia Operativa: El sistema facilita la implementación de mantenimiento predictivo. Permite realizar reparaciones o reemplazos de piezas basándose en el análisis de datos recopilados.
4. Reducción de Costos: La atención temprana de anomalías reduce los tiempos de inactividad y evita paradas costosas no planificadas. La optimización de las condiciones operativas disminuye el consumo de combustible.

### 3. Estado actual del desarrollo

Habiéndose cumplimentado las etapas de implementación del nodo de sensores (mediante un microcontrolador ESP32 [3]) y definido el protocolo de comunicaciones en forma satisfactoria, actualmente se están desarrollando las funciones del nodo principal, mediante lenguaje Python. Este se implementará en una computadora tipo PC donde se ejecuta, a la vez el servidor de Internet de las cosas.

### 4. Conclusiones

Los ensayos realizados hasta el momento demuestran que la implementación del sistema de monitoreo es altamente factible, combinando tecnología moderna como Internet de las Cosas (IoT) y microcontroladores ESP32, posibilitando un desarrollo que cumpla con los objetivos propuestos a un bajo costo.

### 5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la UNDEF por el subsidio otorgado a través del Programa UNDEFI 2023 (RR 8/2024) para la realización de un prototipo.

### Referencias

1. Siemens AG: SIMOS IMAC 55 Integrated Monitoring, Alarm and Control System – System Description (2002)
2. Eclipse Mosquitto™ An open source MQTT broker <https://mosquitto.org/>
3. ESP32 Series Datasheet Version 4.6  
[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf)