

Sistema para Monitorizar Entornos Marinos basado en Redes Sensores Inalámbricas

C. Albaladejo, J.A. López, H. Navarro, J. Rubio.

DSIE, Universidad Politécnica de Cartagena, Campus Muralla del Mar s/n 30202 Cartagena (Murcia)

Teléfono: 968326543

E-mail: cristina.albaladejo@upct.es

Resumen. *En el presente trabajo se propone un prototipo de boya oceanográfica como elemento constitutivo básico de una red de sensores inalámbrica para la monitorización del medio marino. Se describe el nodo sensor o mote que permite leer los datos de varios sensores oceanográficos y transmitirlos inalámbricamente hasta un servidor de datos accesible a través de Internet. Además, es necesario embarcar la electrónica en una boya que se adapte a las condiciones del medio marino. El diseño de dicha estructura mecánica no es una tarea trivial. Este trabajo describe también el diseño mecánico de la boya propuesta. La aplicación de usuario desarrollada permite la visualización de los datos de una forma intuitiva mediante la representación gráfica de los mismos y utilizando Google Maps. Por último, se describen las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio y en el mar en condiciones reales de funcionamiento.*

1 Introducción

En el ámbito marino, la influencia de la actividad humana debido al desarrollo industrial, turístico y urbanístico hacen que los sistemas marinos costeros sean particularmente vulnerables. Las tecnologías de la información y las comunicaciones ofrecen soluciones, desde redes a pequeña escala hasta complejos sistemas de observación costeros, para la monitorización en tiempo real de estos ecosistemas. Dentro de las redes a pequeña escala, las WSNs (Wireless Sensor Networks) constituyen una solución muy atractiva por su facilidad de despliegue, operación y repliegue, así como por su reducido coste. Existen además sistemas de observación de mayor complejidad que incluyen la electrónica adecuada para soportar la instrumentación oceanográfica requerida.

Este trabajo se centra en el desarrollo de una boya que puede formar parte de una WSNs a pequeña escala para la monitorización del medio marino. En la edición anterior de esta revista [1] se presentó una solución global para la implementación de un sistema de observación costero basada en WSNs. El diseño, implementación y despliegue de una WSN para aplicaciones oceanográficas ofrece nuevos retos frente al caso terrestre ya que el impacto del medio marino sobre la red de sensores limita y condiciona su desarrollo [2]. Es por ello necesario la dedicación de un apartado al diseño de la estructura mecánica de la boya. En el apartado 3 se muestran los avances del mote respecto al prototipo inicialmente desarrollado. El apartado 4 se dedica a la aplicación de usuario desarrollada. Las pruebas realizadas se describen en el apartado 5. Finalmente, en el apartado 6 se citan las conclusiones y futuros trabajos previstos.

2 Descripción de la estructura mecánica de la boya

La estructura mecánica diseñada cumple con una serie de requisitos de los cuales, algunos de ellos vienen impuestos por las propias características del medio marino, y otros han sido objetivos fijados en el diseño de la boya. La visibilidad de la boya al tráfico marítimo, una estructura formada por materiales no contaminantes, capaz de reducir los efectos de la condensación y la estabilidad de la boya ante condiciones atmosféricas adversas son requisitos que debe cumplir la boya oceanográfica por el hecho de estar en el mar. Un bajo coste, peso ligero y la estanqueidad han sido principales requisitos a tener en cuenta en el diseño propuesto. Teniendo en cuenta los elementos habituales utilizados en el diseño e implementación de un nodo sensor para una WSN citados en [2], en este apartado se realiza la descripción de la estructura mecánica de la boya oceanográfica mostrada en la Fig. 1.

Se trata de una estructura vertical formada por un tubo de acero inoxidable de 3 m de longitud y 25 mm de diámetro. Este tubo atraviesa un flotador de 40 cm de diámetro dejando 1.5 m sobre dicho flotador y 1.5 m bajo éste. En la parte superior de la boya se ubican los siguientes elementos: una caja estanca IP-68 de dimensiones 12x12x7 cm, la antena de comunicaciones de 8 dB y una baliza luminosa. La caja contiene la electrónica junto con la alimentación de la boya. Debajo de la caja estanca se sitúan dos paneles solares con una inclinación de 45° respecto al tubo vertical como se indica en la Fig 1. En la parte inferior de la estructura hay un peso de 7 kg que dota de estabilidad a la boya manteniendo la estructura en posición vertical.

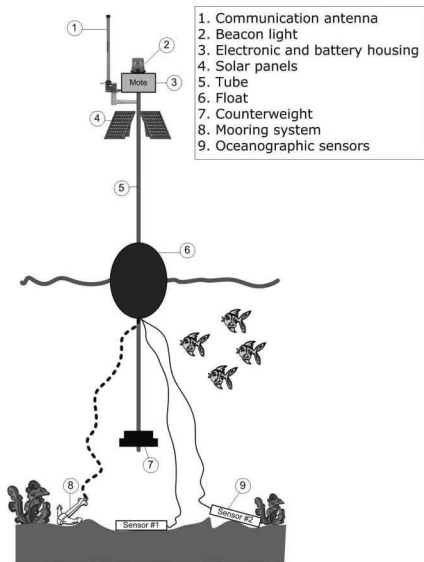


Fig. 1: Estructura mecánica de la boya

Además, habrá un peso muerto en el fondo del mar y sujeto al centro de masas de la boya. Éste actuará de ancla para evitar grandes desplazamientos provocados por el movimiento del agua. La altura de la antena sobre el elemento de flotación que sostiene el nodo ha sido un factor determinante en el diseño propuesto. En grandes distancias no es suficiente tener línea de visión directa entre emisor y receptor para una correcta propagación debido a la atenuación y reflexiones en el medio. Por tanto es necesaria obtener línea de visión RF. El alcance entre nodos está condicionado por dicha altura según la Zona de Fresnel la cual nos indica que para una línea de visión RF correcta, el radio de la Zona de Fresnel debe ser menor que la combinación de las alturas de las antenas [3]. Por tanto, se tuvo que llegar a un compromiso entre la cobertura entre dos nodos y la altura de las antenas ya que, a mayor altura de la antena, mayor alcance en la comunicación inalámbrica pero por el contrario, la estabilidad de la boya disminuía. Finalmente, los sensores oceanográficos, ubicados en el fondo del mar, serán conectados mediante un cable a la electrónica en la parte superior.

3 Diseño electrónico del nodo

El diseño electrónico del nodo sensor es una evolución del presentado en la edición anterior [1]. El objetivo fue desarrollar una placa multi-funcional que pueda ser usada para diferentes aplicaciones de WSN y una placa de interfaz diseñada acorde a cada Proyecto. La placa principal (ver Fig. 2), denominada *MEWiN Main-Board* (*MultiEnvironmental Wireless Node Main-Board*), contiene los componentes usuales que se pueden encontrar en cualquier mote sensor [2]. Algunos de ellos son: un micro procesador de baja potencia encargado de gestionar la operación del mote, módulos de radio que permitan la comunicación inalámbrica entre dos nodos, un reloj en tiempo real y un interfaz SD.

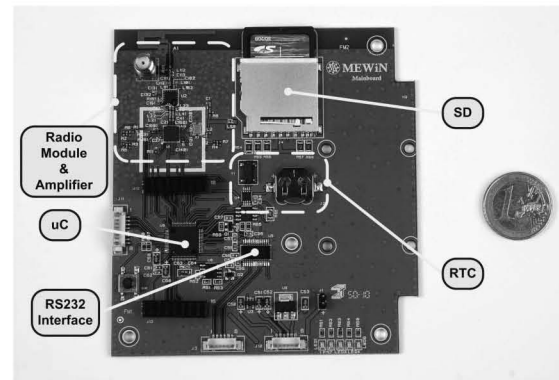


Fig. 2: MEWiN Main-Board

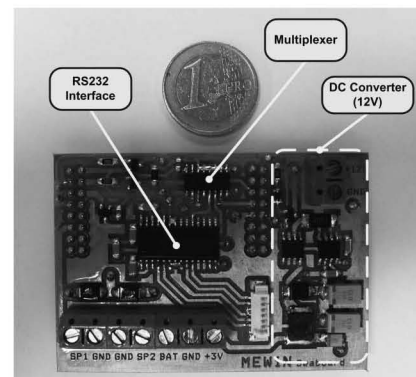


Fig. 3: MEWiN Sea-Board

La placa específica, *MEWiN Sea-Board* (ver Fig. 3), ha sido desarrollada ad-hoc para este Proyecto. Está formada por un interfaz RS232 que permite conectar dos sensores oceanográficos y un multiplexor, que gestionado desde el micro controlador, selecciona el sensor adecuado. Además se incluye un sensor de temperatura ambiente. La placa *MEWiN Sea-Board* se conecta a *MEWiN Main-Board* a través de conectores de expansión.

4 Aplicación de usuario

La aplicación de usuario ha sido desarrollada en *LabVIEW* 2010. Algunas de las vistas de la aplicación desarrollada se muestran en las Fig. 4 y 5. Ésta permite visualizar el despliegue y la posición geográfica de cada uno de los nodos que lo forman haciendo uso del API de Google Maps (ver Fig. 4). Los marcadores representan los nodos de las distintas redes identificados con su ID y su color correspondiente dependiendo de la red a la que pertenezcan. Haciendo clic en un marcador se puede visualizar la información del último mensaje recibido por el nodo seleccionado. Además, la aplicación incluye una opción para la representación gráfica de los datos (ver Fig. 5). El usuario debe seleccionar el ID de la red, el ID del nodo y el intervalo de tiempo del que desea obtener la evolución de los datos.

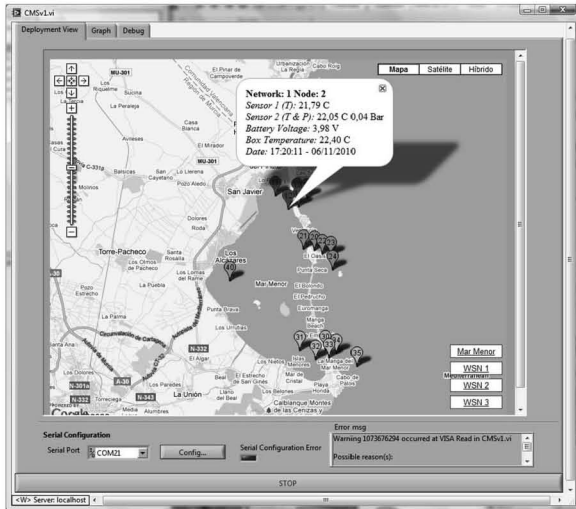


Fig. 4: Aplicación de usuario, opción “Deployment View”

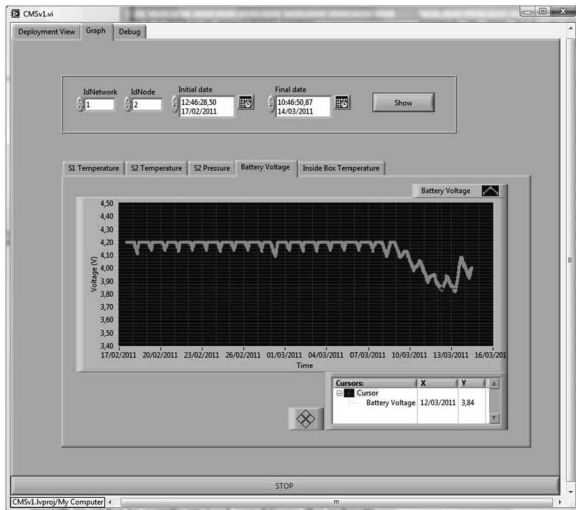


Fig. 5: Aplicación de usuario, opción “Graph”

5 Pruebas realizadas

Con objeto de evaluar el correcto funcionamiento de la solución propuesta se ha planteado una metodología basada en dos fases experimentales: pruebas en el laboratorio y pruebas en condiciones reales.

5.1 Pruebas en el laboratorio

Debido al alto grado de integración de las placas desarrolladas es necesario chequear el correcto funcionamiento de las mismas en el laboratorio. En estas pruebas se obtuvieron comportamientos anómalos de las placas y consumos indeseados debido a soldaduras frías. Una vez solventados, se decidió realizar pruebas in situ en el Puerto de Cartagena.

5.2 Pruebas en condiciones reales.

La boya junto con la electrónica fueron desplegadas en el Puerto de Cartagena durante un mes para verificar en condiciones reales la robustez de la boya y el comportamiento de las baterías junto al *harvesting system*. Otro objetivo fue validar la

eficiencia de la comunicación entre dos nodos. La distancia entre ellos fue 110 m.

La gráfica de la Fig. 5 muestra el comportamiento de la batería durante 1 mes. Fue instalada con la tensión nominal máxima. El *harvesting system* funcionó correctamente logrando su máxima carga, 4.2 V, en días soleados. Se puede observar cómo la descarga de la batería se acentuó durante la noche, esto es debido al consumo de la baliza luminosa. Además, se obtuvieron periodos de gran descargar durante el día y la noche en días nublados y lluviosos.

Tras este mes de pruebas se ha podido comprobar también la robustez y estanqueidad del sistema, dado que éste ha estado sometido a viento y lluvia, no apreciándose ningún desperfecto en la boya ni resto de humedad en el interior de la caja que contiene el mote.

6 Conclusiones

Se ha presentado el diseño de la estructura mecánica de la boya junto con el diseño electrónico los motes necesarios para llevar a cabo el despliegue de una WSN. Se han realizado pruebas tanto en el laboratorio como en condiciones reales que verifican su correcto funcionamiento. En la siguiente fase de pruebas se conectarán dos sensores oceanográficos al mote verificando su funcionamiento en el Puerto de Cartagena. Posteriormente, se realizará el despliegue de una WSN con topología en estrella en el Mar Menor. Esta segunda fase de pruebas tendrá una duración aproximada de un mes.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado mayoritariamente en el marco del proyecto “Monitorización Costera para el Mar Menor, CMS (463.01-08_CLUSTER)” del Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2007-2010. Los autores quieren también agradecer la ayuda recibida en el marco de los proyectos CICYT EXPLORE (ref TIN2009-08572) del Ministerio de Educación y Ciencia de España, SICORI (08754/PI/08) y MOTE-FRUT (ref 08850/PI/08) de la Fundación Séneca de la Región de Murcia.

Referencias

- [1] C. Albaladejo, F. Soto, J.A. López, A. Iborra, “Arquitectura de una Red de Sensores Inalámbrica para la monitorización de la laguna costera del Mar Menor”, AJICT 2010, 44-46.
- [2] C. Albaladejo, P. Sánchez, A. Iborra, F. Soto, J.A. López, R. Torres, “Wireless Sensor Networks for Oceanographic Monitoring: A Systematic Review”, Sensors 2010, 10(7), 6948-6968.
- [3] Carr, J. Practical Antenna Handbook; McGraw-Hill: New York, NY, USA, 2001; pp. 33-35.