

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)
Universidad Nacional de Asunción (UNA)
Junio – 2018

Comité Permanente: Ciencia, Tecnología e Innovación

**Diseño de Sonda y Sistema de Despliegue para medición a multiniveles
de factores físico-químico de recursos hídricos**

(PARTE MECANICA)

Rodney Rojas
rodrojas@ing.una.py

ORIENTADORES:

Msc. Ing. Mario Arzamendia

LABORATORIO DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS
FACULTAD INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

Palabras Claves — SONDA, CALIDAD DEL AGUA, EMBEBIDO

Resumen:

El trabajo presenta el desarrollo mecánico de una sonda para calidad de agua para un vehículo autónomo de superficie. La sonda debe ser capaz de alojar múltiples sensores de calidad de agua y la electrónica para adquirir las mediciones. Además en el diseño se propone un cabestrante para sumergir a diferentes profundidades de la masa de agua.

Introducción

El agua dulce es el recurso más importante para la humanidad, es un recurso indispensable de todas las actividades sociales, económicas y ambientales, es una condición para toda la vida en nuestro planeta. Debido a la contaminación de múltiples fuentes se generan impactos que alteran la composición y calidad de los recursos hídricos causando grandes daños al medio ambiente y a los ecosistemas en general, todo esto conlleva a una serie de consecuencias y daños de carácter reversibles e irreversibles. En el país, actualmente hay una gran cantidad de fábricas e industrias que expulsan sus aguas residuales a los afluentes sin previos trabajos de depuración en plantas de tratamientos u otros métodos, producto de un gran déficit de fiscalización ambiental.

En este trabajo se plantea el diseño e implementaron de una sonda y sistema de despliegue, consistente en una estructura metal plástico para albergar los sensores de Color, temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, redox de la empresa Altas Scientific, el sistema de despliegue consta de una grúa para la operación a multinivel y el sistema de limpieza y mantenimiento continuo de la sonda. La sonda podrá ser operada de forma independiente, con una base de datos interna, servidor web y autonomía propia. Los datos recolectados se almacenan en una base de datos geo-referenciados, para su posterior análisis en laboratorios.

El trabajo será implementado en el proyecto PINV- 15-177 Vehículo Autónomo de Superficie (ASV) para el Estudio de Calidad del Agua en Lagos y Lagunas

Objetivos

General

Diseñar e implementar un sistema despliegue de sensores para el registro a multiniveles de los parámetros físico químicos de recursos hídricos.

Específicos

1. Desarrollar Sonda Embebida que contendrá a seis sensores Atlas Scientific.
2. Diseñar y fabricar grúa para el ascenso y descenso de la sonda.
3. Diseñar e implementar una base de datos para registro cronológico de los parámetros leídos.

Estado del Arte- Trabajos Relacionados

Torres, D. [1] manifiesta que estudiar las técnicas de medición de los parámetros de calidad de agua y las variaciones de los mismos, permitieron que el sistema electrónico diseñado se tomara como modelo para la medición de los parámetros de calidad de agua.

Albarracín, A. y otros [2], especifican que el desarrollo de este sistema de monitorización de la calidad del agua permitió conocer y almacenar los datos recolectados de los sitios remotos en tiempo real considerando la sincronización entre el tiempo de sleep de los módulos y el tiempo de respuesta de los sensores.

R.G. Jones [3], ha desarrollado un sistema de referencia para la medición de la conductividad del agua, el método se basa en la medición de la resistencia de una columna de agua de di-

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)
Universidad Nacional de Asunción (UNA)
Junio – 2018

mensiones conocidas con precisión. Hay un efecto de polarización del electrodo y la convención es extrapolar la conductividad en función de la frecuencia inversa para encontrar el valor en frecuencia inversa cero. Las mediciones pueden realizarse con una incertidumbre de aproximadamente 0,14 %. El sistema puede ser utilizado para la calibración de los medidores de conductividad.

Andrew J. y otros [4], han desarrollado un sensor de temperatura de bajo costo que puede ser configurado en "cadenas" sumergibles distribuyéndolos a lo largo de un simple cable de tres hilos. El sensor ha demostrado ser capaz de entregar las mediciones de temperatura altamente coincidentes simultáneas a una resolución de unas pocas milésimas de un grado, con una coincidencia mejor que $\pm 0,01$ °C y una incertidumbre de la medición de aproximadamente $\pm 0,05$ °C. Una técnica para generar un recuento estandarizado frente a la curva de temperatura se ha desarrollado utilizando el método de diferencias finitas.

Pedro M. Ramos y otros [5], diseñaron un sensor de cuatro electrodos para mediciones de conductividad del agua de bajo costo, capaz de medir la conductividad en un rango de 50 mS/m a 5 S/m que incluye también un compensador automático de temperatura. En las primeras pruebas hechas pudieron ver cómo la temperatura afecta a la medición de la conductividad. El sistema desarrollado consiste en un prototipo para demostrar la prueba de concepto de la estructura de sensor, así como el acondicionamiento de señales y el procesamiento de señales. Tan lejos como el consumo de energía se refiere (un tipo de parámetro muy importante consume alrededor de 200 mA a 9 V, pero una gran parte de este potencial se utiliza para suministrar los subsistemas kit DSP que no son utilizado en el prototipo de sensor de conductividad. Varias soluciones pueden ser considerado para asegurar una autonomía sistemas extendida. Una solución de alimentación interesante para una estación de monitoreo completa podría ser el uso de fuentes de energía renovables.

Materiales y Métodos

1.Sonda:

La parte interna de la sonda está compuesta por dos piezas principales denominadas anillo y base, que serán fabricadas totalmente en acero inoxidable, y la parte externa será impreso en 3D en material Acrilonitrilo Butadeno Estireno (ABS).

Se optó por un diseño de forma cilíndrica de base circular para la parte interna, para que su construcción en material metálico, acero inoxidable, sea mas rápida y barata.

La parte externa de la sonda será en material ABS, ya que da mas libertad al momento de diseño hidrodinámico, permitiendo formas y figuras mas complejas que será impreso en 3D.

El conjunto de piezas anillo y base, con los sensores forman un cápsula hermética en cuyo interior se encuentran las baterías de alimentación, placas electrónicas y control.

- a.** Controlador: El sistema principal estará gobernado por un computador SoC Raspberry Pi Zero, el cual será el encargado de la coordinar y registrar todos los eventos.
- b.** Sensores: La sonda estará compuesta por un total de 6 sensores, para la medición de Potencial de Hidrogeno (pH), Oxígeno Disuelto (DO), Conductividad Eléctrica (CE), Redox(OPR), Color RGB, fabricados por la empresa Atlas Scientific y Temperatura (T) de la empresa SparkFun.
- c.** Electrónica: Para el funcionamiento de todo el conjunto de sensores, es necesario el diseño de una placa electrónica que hace de interfaz entre el Raspberry y los Drivers de los sensores que utilizan protocolos de comunicaron UART, i2C y 1Wire.
- d.** Alimentación: Compuesto por 1 batería de 2 celdas de Grafeno, por ser menos inflamable que la batería LIPO convencional.

Parte interna de la sonda

En versiones anteriores de la sonda, se utilizó material plástico tipo ABS, pero por su bajo peso para esta versión de la sonda, la estructura base y principal será de material metálico, (acero inoxidable) para que por su propio peso la sonda pueda sumergirse, a los efectos de fabricación se optó por un diseño más sencillo y barato.

La Sonda está compuesta por las siguientes partes

- **Base:** es el lugar donde estar contenido toda la electrónica de los sensores y de control, una característica de esta parte es que tiene que asegurar la hermeticidad.
- **Anillo:** fabricado en materia metálico acero inoxidable, este segmento servirá para mantener en su lugar y posicionar los sensores en forma horizontal. El anillo diseñado está compuesto por 6 perforaciones para contener los sensores de Altas Scientific, además de organizar los sensores este elemento debe sellar herméticamente la base, para que de esta forma no ingrese agua.

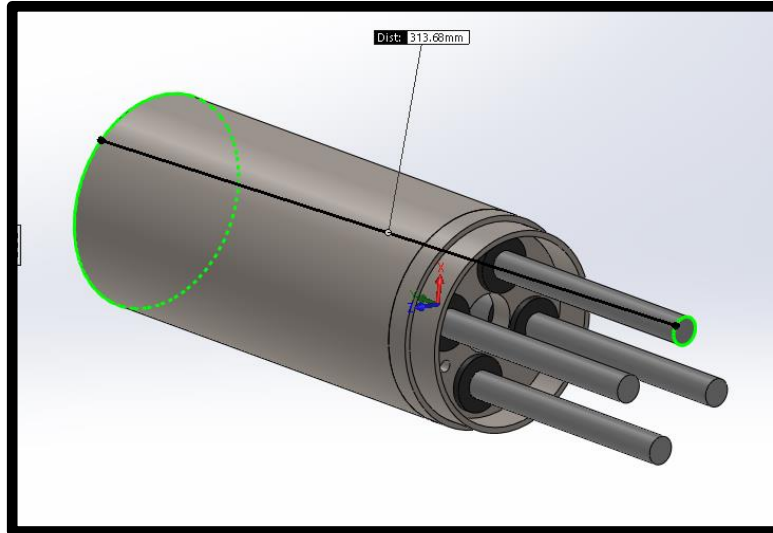


Fig 1. Parte interna de la sonda Embebida con los sensores

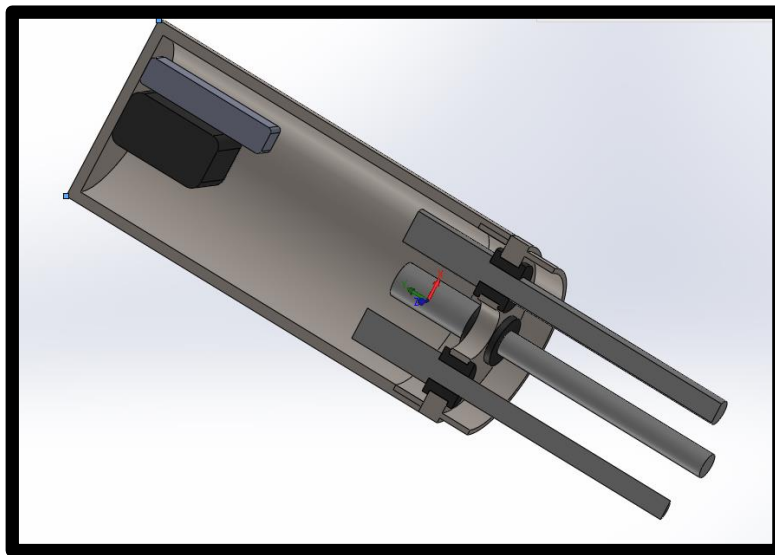


Fig 2. Corte

la parte interna de la sonda.

transversal de

- **Envoltura:**

En el diseño de la partes internas no se tuvieron en cuenta los efectos hidrodinámicos del fluido al momento del diseño de las piezas. Por ello se requiere el diseño de un elemento para protección de las sensores, reducción del rozamiento de la sonda con el fluido mediante geométricas a ser estudiadas, la pieza será impresa en 3D, con material ABS.

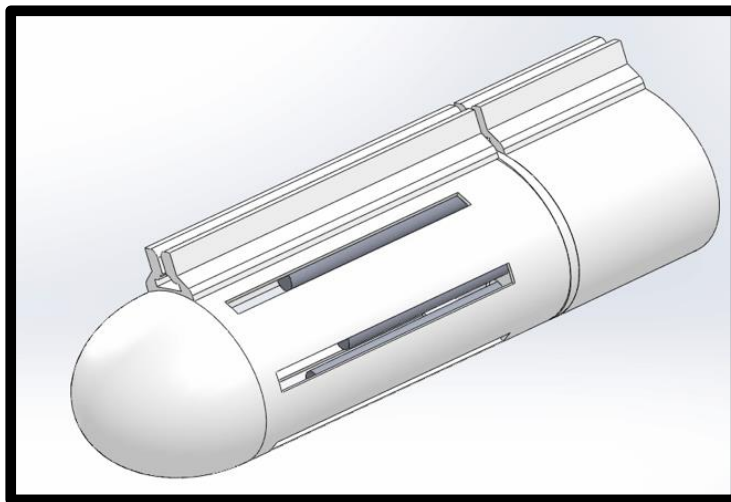


Fig. 3: Sonda completa.

2.Grua

Este elemento será el facilitador para las mediciones a multiniveles, está compuesta por una estructura metálica de tipo pivotante, un conjunto motor-correa y un sistema de limpieza y soporte a la sonda.

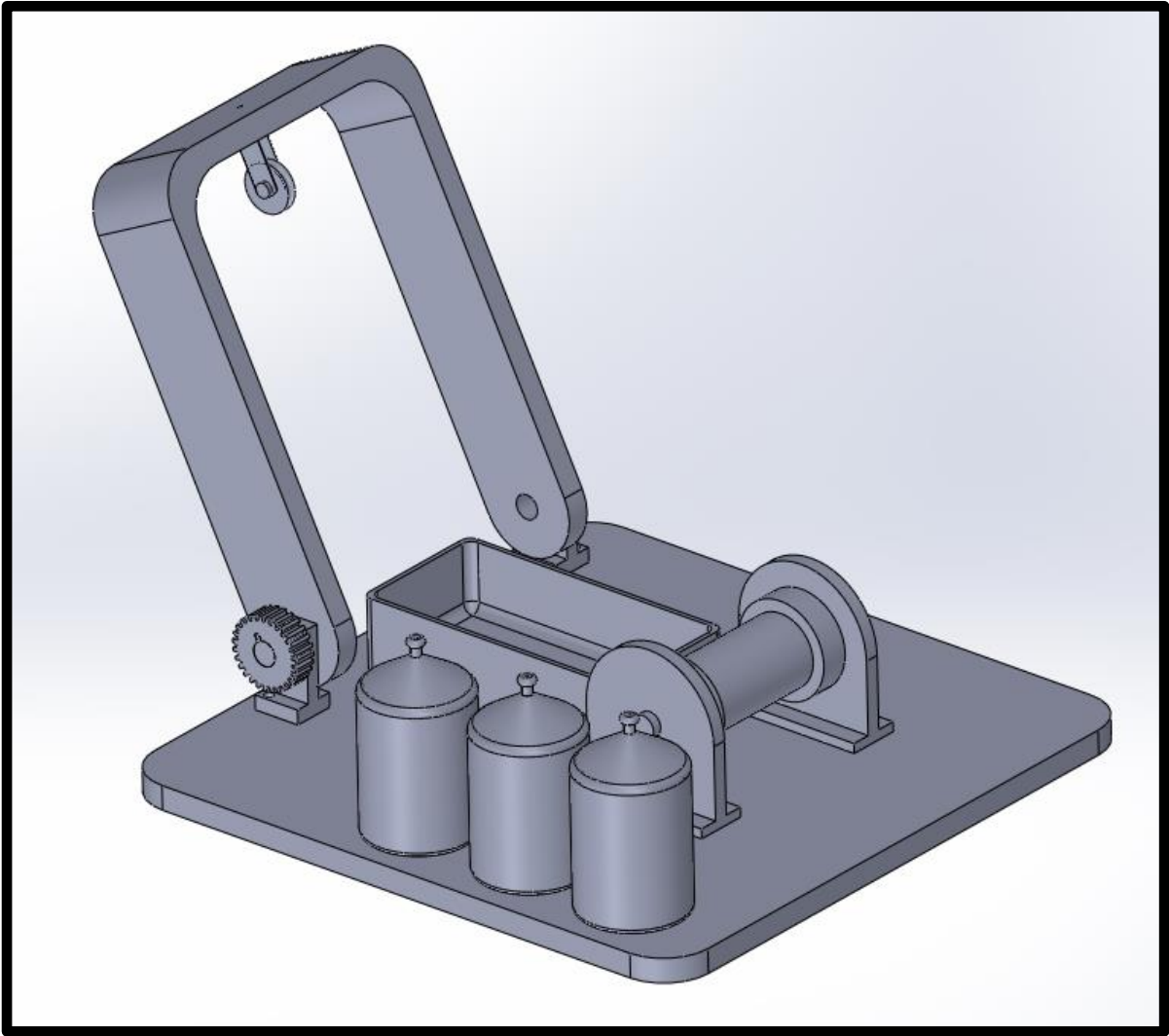


Fig. 4 : Sistema de Ascenso y Descenso mediante una grúa - motor.

Resultados

El diseño de la sonda y su sistema de despliegue esta dividida en varias fases, mecánica, electrónica, control e informático, el presente documento presenta lo referente al diseño mecánico de la sonda.

Actualmente, se está optimizado el diseño para adaptar a los materiales que se pueden encontrar en el mercado.

Conclusión

Se ha propuesto el diseño mecánico de una sonda electrónica para la medición de la calidad de agua. Diferentes parámetros son los que determinan el tamaño y la forma de dicha sonda, como son la cantidad de sensores a alojar y la placa electrónica de control. Además se propuso el cabrestante que sumergirá la sonda en el agua a la profundidad deseada.

Bibliografía

[1] Torres Trujillo, D. A. (2009). Diseño del sistema electrónico para la medición de los parámetros de calidad de agua sobre el río Cauca en la red automática de monitoreo de la CVC.

[2] Albarracín Samaniego, A. B., & Contero Rosero, D. X. (2012). Desarrollo de un prototipo de red inalámbrica sensorial implementada con la tecnología ZIGBEE para monitorización de la calidad del agua (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE/2012)..

[3] JONES, R. G. Measurements of the electrical conductivity of water. En Science, Measurement and Technology, IEE Proceedings-. IET, 2002. p. 320-322.

[4] Skinner, A. J., & Lambert, M. F. (2006). Using smart sensor strings for continuous monitoring of temperature stratification in large water bodies. IEEE Sensors Journal, 6(6), 1473-1481..

XII Jornadas de Jóvenes Investigadores (JJI)
Universidad Nacional de Asunción (UNA)
Junio – 2018

[5] Ramos, P. M., Pereira, J. D., Ramos, H. M. G., & Ribeiro, A. L. (2008). A four-terminal water-quality-monitoring conductivity sensor. *IEEE Transactions on instrumentation and measurement*, 57(3), 577-583.