

## **Diseño y construcción de una boya oceanográfica con Arduino.**

Arturo Hernández Rosales, Fernando Mireles Arellano, Daniel Sánchez Cruz  
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticomán, México, Distrito Federal  
[ahernandezro@ipn.mx](mailto:ahernandezro@ipn.mx)

Es sabido que el estudio y análisis de las variables atmosféricas en el mar es indispensable, ya que gracias a ello, podemos observar los cambios climáticos que suceden con el transcurso del tiempo en un determinado lugar, aunque hoy en día, pareciera un tanto imposible, debido a la complejidad y los altos costos de los equipos meteorológicos y oceanográficos.

Por esta razón se lleva a cabo el diseño y creación de un prototipo de una boya oceánica llamado **D-OCEAN-F-93**, cuya finalidad es para la adquisición de variables meteorológicas y oceanográficas tales como: temperatura, presión, nivel de oleaje y salinidad (primera etapa), en tiempo real, además; que ofrezca ventajas económicas para su consideración, y que satisfaga las necesidades de obtención de datos puntuales y que funja como una herramienta de apoyo para la investigación y la innovación tecnológica en el desarrollo de prototipos.

Arduino es una herramienta que tiene como fin hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de un ordenador personal. Su lenguaje de programación es amigable y se basa en una implementación de Wiring, una plataforma de computación física para el procesamiento y un entorno de programación multimedia. Hay muchos otros microcontroladores y plataformas disponibles para la computación física. Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT, entre otros que ofrecen funcionalidades similares.

Todas estas herramientas organizan el complicado trabajo de programar un microcontrolador en paquetes fáciles de usar. Arduino, además de simplificar el proceso de trabajar con microcontroladores, ofrece algunas ventajas respecto a otros sistemas operativos. Las placas Arduino son más asequibles comparadas con otras plataformas de Microcontroladores. El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para microcontroladores están limitados a Windows dando le ventaja a Arduino en cuanto a entornos de trabajo.

El entorno de programación de Arduino es fácil de manipular y además, está enfocado para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos de igual forma se puede manipular.

Arduino por su bajo costo y accesibilidad es ideal para crear dispositivos que interactúen con el entorno y adquieran las variables de los sensores que se le agreguen a este (se recomienda no saturar de sensores la placa debido a su sensibilidad en la manipulación de voltaje que necesita para su operación). La placa de arduino está construido bajo los siguientes componentes:

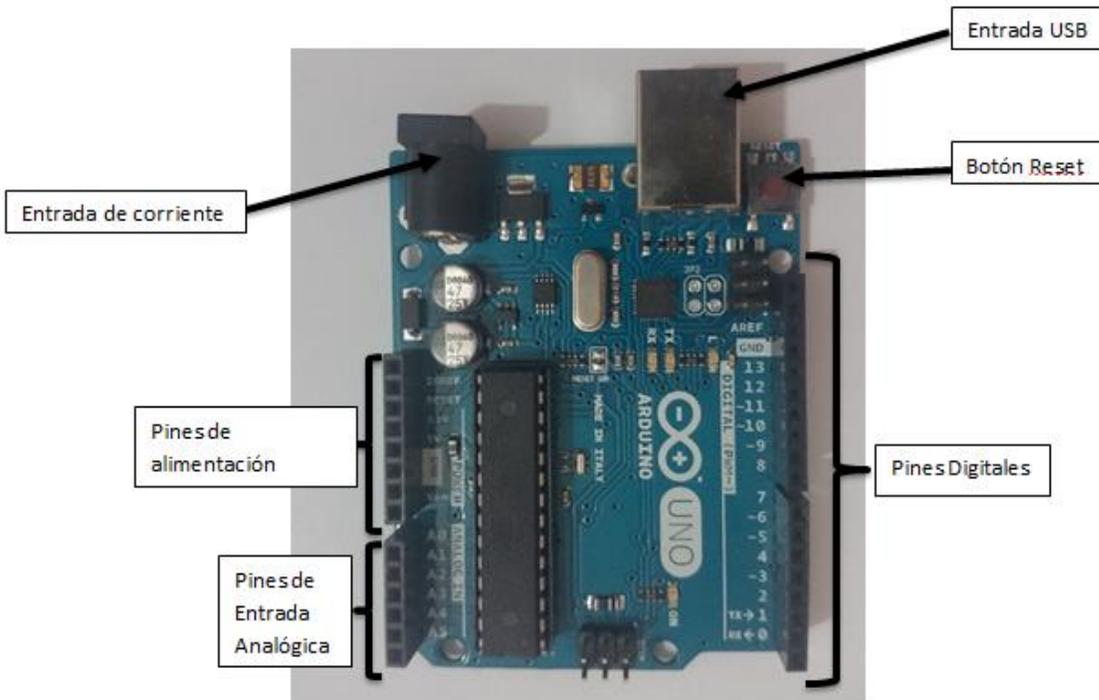


Imagen 1. Tarjeta ARDUINO UNO.

Como podremos notar desde hace tiempo, el uso de boyas oceanográficas hoy en día es indispensable debido a la variación constante del clima, su uso es cada vez más frecuente en el monitoreo de la biosfera marina y variaciones oceanográficas, es por ello que se toma la iniciativa de realizar **D-OCEAN-F-93** con la finalidad de facilitar la toma de datos de estas variables y así volver más accesibles la adquisición de un prototipo de boya para estudios relacionados en el área oceanográfica, estas deben ser competentes en cuestiones de adquisición de variables oceanográficas y para su diseño-construcción se considera lo siguiente:

- Tarjeta ARDUINO UNO
- Sensor de temperatura resistente al agua
- Sensor de presión-altura
- Sensor de salinidad (medidor de resistividad)
- Shield SD
- Protoboard
- Cables conectores
- Tiras de pines
- Esfera (fibra de vidrio)
- Sintra
- Salida de lector de datos



Imagen 2. Instrumentos.

Una boya de uso profesional es sumamente costosa, y esto en algunos aspectos es una desventaja en cuestiones de adquisición, aprovechando la tecnología actual y el uso de softwares libres, se es más accesible realizar prototipos de este tipo capaces de competir con instrumentos de uso profesional y en cuestiones de adquisición de datos en tiempo real.

## Metodología

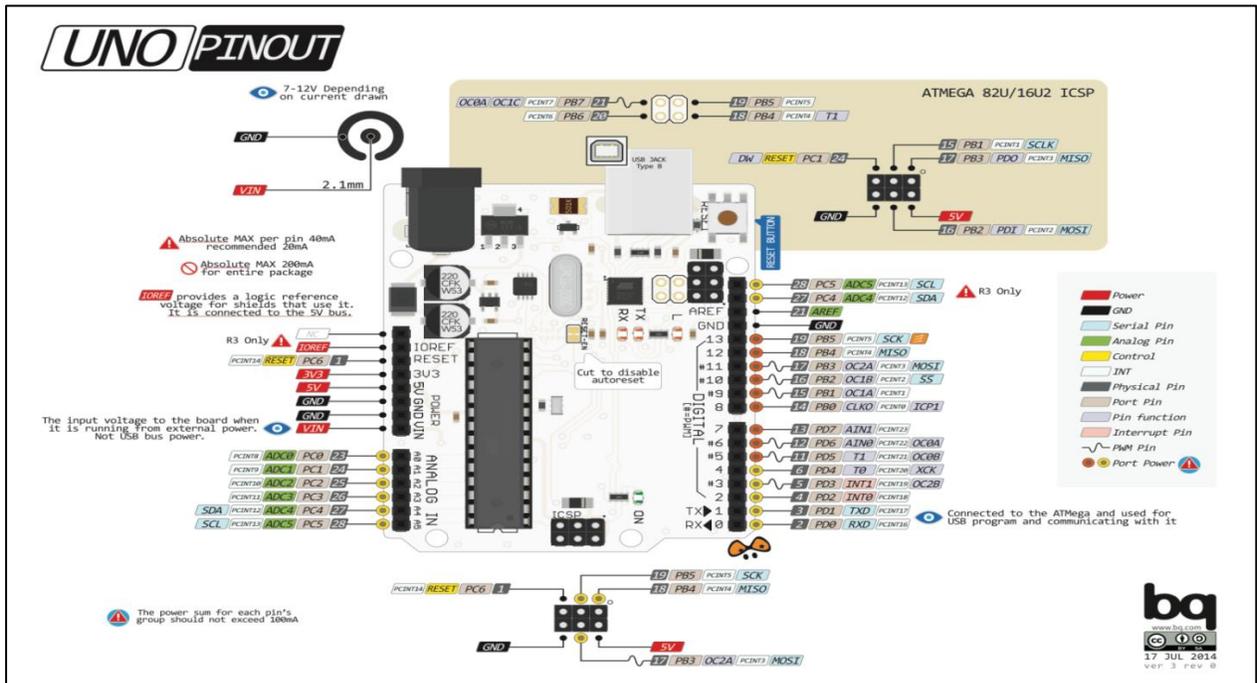
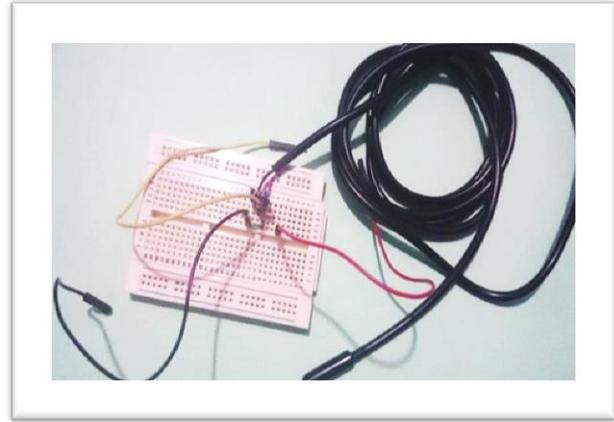


Imagen 4. Circuito ARDUINO UNO R3, especificaciones, entradas y salidas.

Se toma como referencia el circuito mostrado anteriormente para la conexión de los sensores que constituyen **D-OCEAN-F-93**. Se aprovecharon al máximo las salidas con las que cuenta ARDUINO UNO, considerando las características de cada uno de los sensores para su correcto funcionamiento, ocupando conexiones alternas de corriente para el módulo ICSP de donde se tomó una salida a 5v, por otra parte la transferencia de datos se lleva a cabo mediante un puerto USB conectado al ordenador.

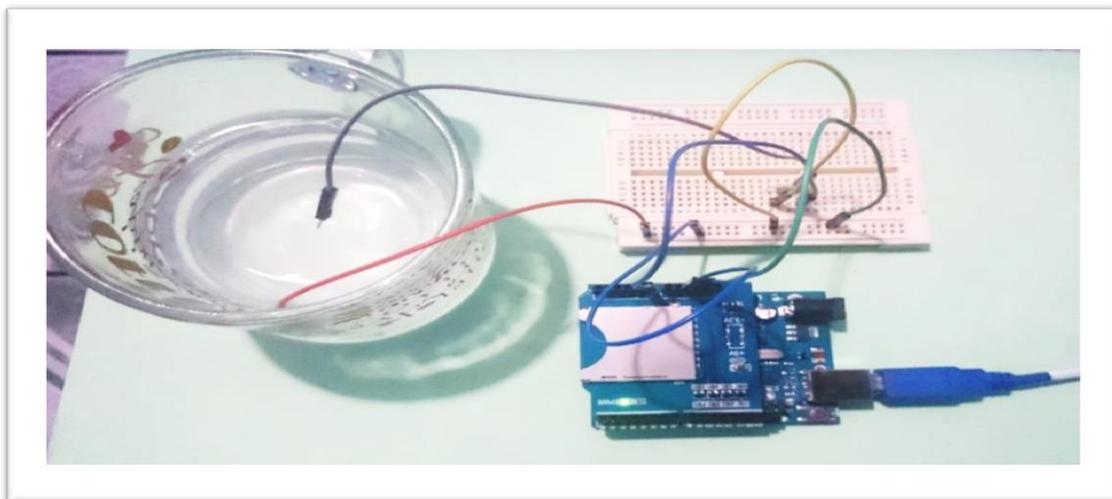


**Imagen 5. Montaje SD Shield sobre ARDUINO UNO.**



**Imagen 6. Conexión sensor de temperatura resistente al agua.**

En la figura anterior (fig. 6) se muestra la conexión del sensor de temperatura resistente al agua aunado a un protoboard, el cual como mostramos solo necesita de tres salidas básicas tales como: una salida salida VCD, salida GROUND y salida de datos. Para su conexión fue necesario utilizar una resistencia de 100 ohms entre la salida de datos y tierra. Una vez hecho esto se procede a conectar en una tarjeta ARDUINO UNO respetando un voltaje de 5v, y el pin 3 como salida de datos y se realiza la toma de datos tal como se muestra en la siguiente imagen:



**Imagen 7. Toma de datos.**

En esta primera etapa de construcción, adaptamos como primera fase este tipo de sensores y una cubierta de fibra de vidrio cerrada de forma circular para su protección, el cual la hará destacar por su ligereza y capacidad de absorción de impactos del oleaje intenso gracias a la elasticidad de los materiales que la conformaran. La calidad medioambiental y resistencia de los materiales con los que se fabrica proporcionan un periodo de vida de servicio en las condiciones marinas más severas y un completo cuidado del medio ambiente en caso de rotura o daños en la boya.

Su estructura se diseñara para que al igual que una boya profesional sea capaz de resistir la salinidad y humedad de la costa. Y a su vez proteger la estructura interna constituida por la Arduino y los sensores para que con el constante golpeteo de las olas no lo desajuste ni dañe.

## Resultados

FECHA Y HORA	TEMPERATURA Å°C	TEMPERATURA Å°F	TEMPERATURA EXTERNA	PRESION	PRESION ATMOSFERICA	ALTURA
2014/10/15 22:6:44	24.19	75.54	23.80deg C	78131 Pa	0.7711	2139.18 M
2014/10/15 22:6:48	24.19	75.54	23.70deg C	78135 Pa	0.7711	2138.77 M
2014/10/15 22:6:53	24.19	75.54	23.70deg C	78138 Pa	0.7712	2138.47 M
2014/10/15 22:7:1	24.19	75.54	23.70deg C	78130 Pa	0.7711	2138.47 M

**Imagen 8. Monitor serial ARDUINO, presentación de resultados.**

Como se observa en la imagen anterior (imagen 8) el prototipo es eficaz y capaz de obtener datos confiables, proporcionando hora y fecha en la cual fueron registradas, en esta imagen se muestran datos de temperatura interna y externa para validación de datos, presión atmosférica, altura y salinidad.

También se pueden visualizar de una manera gráfica cada una de estas variables tal como se muestra en la siguiente imagen del perfil de temperatura, con ayuda del software Octave.

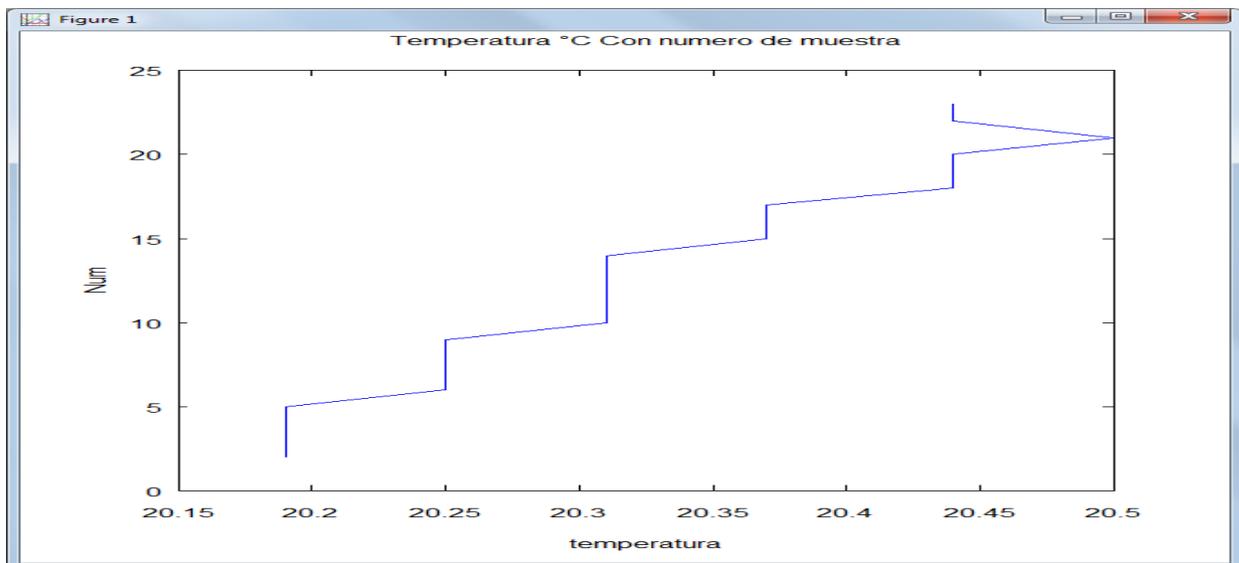


Imagen 9. Perfil de temperatura con OCTAVE.

## Conclusiones

Como se pudo notar en las imágenes mostradas para el diseño del prototipo de boya este es eficaz y capaz de obtener datos confiables, para la cual fue diseñada, además se comprobó que al estar en servicio no tiene complicación alguna que dificulte el funcionamiento en la toma de datos, y que comparada con una boya de uso profesional este es competente (al menos superficial) a la hora de trabajo en mediciones. Nuestro prototipo de boya surge como una idea simple para calcular variables oceanográficas y que a su vez proporcione datos en tiempo real, y da opciones a futuras investigaciones en campañas de medición en zonas costeras en México de nuestro interés.

## Bibliografía

- Javier Díaz, J. Fernando García, Jorge Domínguez, "Arquitectura modular con microcontrolador para la realización de prácticas avanzadas de electrónica", 2012.
- Mediterráneo señales marítimas, "Boya Oceanográfica EBM-OC", Mase mar.
- Oscar Torrente Artero, "ARDUINO curso práctico de formación", Alfa omega.
- Unesco, "Guía de utilización de boyas a la deriva para acopio e intercambio de datos oceanográficos", 1988.
- Víctor Jamil Palma Menjívar, Francisco Rodrigo Ramírez, "Estación Meteorológica Multiparamétrica sincronizada con GPS y monitoreada a través de Internet.", Septiembre 2013.