UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

**División de Electrónica y computación**

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

**Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica**

**PROYECTO MODULAR**

**Vehículo Submarino ECO VAPO**



**Luis Antonio Arreguin Sandoval**

**Ricardo Cenit Maldonado Ortíz**

**Aldo Alexandro Vargas Meza**

Guadalajara, Jalisco, 22 de mayo de 2018

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Existe un gran interés en el desarrollo de robótica submarina en el mundo, tanto desde el punto de vista de la investigación como en el de la industria. Cada vez se hace más común el uso de robots acuáticos. Los Vehículos submarinos Operados Remotamente, ROVs, por sus siglas en inglés (Remotely Operated Vehicle); son robots que navegan bajo el agua a diferentes profundidades, debido a su propósitos, alcances y limitaciones que envían imágenes de video hacia una estación de control en la superficie, muchas veces poseen sensores para monitoreo y manipuladores para tareas específicas.

En la mayoría de las aplicaciones de los ROVs, el vehículo es utilizado para explorar toda un área de interés hasta que el operario encuentre su objetivo; luego, el operario busca que el vehículo permanezca enfocando un objetivo mientras el mismo móvil, u otro equipo, realiza una tarea en particular como la toma de muestras, el manipuleo de herramientas o cualquier otra, dependiendo de la aplicación predefinida.  
Para que el ROV permanezca enfocando en el objetivo, el operario tiene que estar verificando si el vehículo se encuentra correctamente posicionado o no, y realizar las correcciones de posición y orientación del ROV para mantener el enfoque en el objetivo. Esta tarea puede resultar complicada debido a la inercia del vehículo bajo el agua en cada corrección y a las perturbaciones que sufre el ROV (corrientes marinas o turbulencias de las embarcaciones). Además, se puede requerir que el objetivo esté enfocado por largos periodos de tiempo.

Para el presente trabajo se plantea el diseño de un vehículo submarino controlado remotamente que sea capaz de explorar, registrar y recolectar información de sistemas acuáticos enfocado principalmente a los humedales. El nuevo diseño de un sistema automático de estabilización por imagen y video permitirá mejorar el monitoreo de objetivos bajo el agua a pesar de las perturbaciones que afecten al vehículo.

En el presente trabajo se presenta el diseño del ROV, el cual se caracteriza por tener una estructura hermética que pueda alojar a los componentes electrónicos; es capaz de poder navegar con 3 grados de libertad, detenerse y encender luces cuando sea necesario. Además se detallan los sensores y actuadores utilizados para proporcionar la capacidad de adquirir imágenes y autopropulsarse. Por último se detallan las tarjetas y dispositivos de conexión electrónica que controlan a los actuadores y permiten la comunicación con la estación de control.

Los humedales representan zonas donde coexisten en tiempo y espacio los sistemas acuáticos y terrestres, las formas de interacción entre ambos ecosistemas propician una gran diversidad biológica y servicios ambientales vitales para el bienestar humano. Son considerados uno de los ecosistemas biológicamente más diversos. Los humedales son pieza clave en el ciclo hidrológico. La vegetación específicamente adaptada a estas condiciones se denomina hidrófita, y reemplaza a las especies terrestres normales.

Estos ecosistemas actualmente son protegidos dado que se ha reconocido su importancia ambiental. Sin embargo, la falta de intereses y de buenas políticas de manejo no propician el correcto entorno para que los humedales puedan ser estudiados más a fondo. Si se contara con información clave de las condiciones en las que se encuentran los humedales, se desarrollarían mejores estrategias para la protección y aseguramiento de la sustentabilidad del humedal.

Las actividades de monitoreo y observación son fundamentales para la investigación, dado que permiten encontrar patrones, cambios y comparaciones de manera directa. Observar implica obtener información visual del objeto de observación, prestando atención en los elementos previamente mencionados. En el método científico empírico, la observación sirve para generar hipótesis sobre prácticamente cualquier situación.

En un ecosistema, una herramienta de monitoreo permitiría dar un acercamiento a las interacciones de los organismos dependiendo del contacto con el ser humano, la basura, los cambios de temperatura, los cambios en un periodo de tiempo y la modificación del entorno. El monitoreo como actividad para preservar busca como resultado de analizar los organismos, así como el impacto del ser humano, poder obtener datos fiables y actualizados para generar lineamientos para proceder con el uso de los recursos naturales, en este caso, de los humedales.

El estudio de estos ecosistemas puede servir para monitorear las especies presentes, así como su consumo de las poblaciones cercanas, garantizando así que los humanos que dependen de él directa o indirectamente puedan subsistir. Asimismo se podrán elaborar programas de manejo sustentable de estas áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La exploración acuática supone un inmenso desafío para la humanidad ya que aproximadamente sólo conocemos el 5% de estos sistemas y se plantea su utilización como estímulo de vocaciones de los jóvenes hacia las disciplinas técnicas y científicas.

El lago de Chapala siendo el humedal más grande de México y considerado de importancia internacional según la convención Ramsar, se encuentra próximo a ser insuficiente contra las demandas de la población que depende de él. Las causas principales son: la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación de las aguas superficiales así como la falta de programas que aseguren la sustentabilidad del mismo.  
Debido a la contaminación que existe ocasionada principalmente por actividades industriales y la insuficiencia de plantas residuales, el agua del lago de Chapala no es apta completamente para contacto humano. Realizar una investigación de campo involucra una exposición directa con el medio contaminado lo cual dificulta la documentación de la flora, fauna y cambios visibles en zonas de riego. La utilización de un ROV favorece a la investigación sin poner en peligro la vida de los investigadores.   
El vehículo submarino se sumergirá en un medio acuático. Por lo tanto la plataforma deberá soportar diferentes fenómenos físicos, como son la flotabilidad, la presión y la hidrodinámica de los cuales dependerá su desempeño, por lo cual es imprescindible el buen diseño del mismo.

Debido a la contaminación que existe ocasionada principalmente por actividades industriales y la insuficiencia de plantas residuales, el agua del lago de Chapala no es apta completamente para contacto humano. Realizar una investigación de campo involucra una exposición directa con el medio contaminado lo cual dificulta la documentación de la flora, fauna y cambios visibles en zonas de riego.

JUSTIFICACIÓN

El submarino ECO VAPO es una herramienta de investigación, que facilitará el estudio e investigación de la flora y fauna submarina de los humedales, especialmente de el Lago de Chapala, al igual que la exploración de lugares desconocidos o de difícil acceso.

Actualmente es reconocido el valor que tienen los humedales por sus funciones en el régimen hídrico, actuando como auténticos filtros. Además, son altamente productivos para albergar una basta biodiversidad. a diferencia de antes, que se consideraban terrenos insalubres causantes de enfermedades. El lago de Chapala abastece más del 50% de las necesidades de Guadalajara y las zonas aledañas.

Una de las funciones más importantes, es que actúan como filtradores naturales de agua, esto se debe a que los tejidos de las plantas hidrófitas, almacenan y liberan agua, realizando un proceso de filtración. También contribuyen a la protección contra desastres meteorológicos puesto que funcionan como reservorios de líquido.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) elaboró el inventario nacional de humedales (INH), gracias a esto sabemos que México cuenta con 6,331 humedales, de los cuales, por su importancia y caracteristicas, 142 están consideradas dentro de la Convención sobre Humedales de Importancia Internacional (acuerdo RAMSAR), Irán 1971.

Con la aplicación del submarino ECO VAPO se obtendrán datos actualizados y relevantes acerca de las condiciones en las que se encuentra el agua. Estos datos pueden ser sumados para el diseño de un plan de acción para revertir el estado crítico en el que se encuentra este humedal en particular. De aplicarse, se podría asegurar la sustentabilidad de una población que se desarrolla sus actividades aprovechando este recurso natural al mismo tiempo que se mantiene la riqueza de organismos.

OBJETIVO DEL PROYECTO

**GENERAL**

Desarrollar una herramienta tecnológica con una estructura hermética para cubrir los componentes electrónicos y que pueda desempeñar la tarea de recolectar evidencias contundentes, de imagen y video, así como registros y seguimiento de las condiciones y cambios manifestados en los humedales. Al utilizar esta herramienta y combinarla con un trabajo de investigación, será posible realizar el diseño de medidas preventivas y de recuperación del espacio natural. El enfoque ha sido aterrizado en el lago de Chapala, por la cercanía del lugar y por la relación que tiene con la ciudad de Guadalajara y la zona metropolitana.

**PARTICULARES**

Diseño de Sistema de control remoto en un medio inalámbrico compatible con el protocolo TELNET.

Diseño de sistema de navegación y control de estabilidad inercial basado en el modulo MPU6050.

Programación de sistema completo sin fallos para el uso de los actuadores y sensores.

Programar una interfaz de usuario para la interpretación de datos.

Programar un sistema para el uso de actuadores y sensores.  
Diseñar un prototipo con una estructura hermética para cubrir los componentes electrónicos, compatible con inmersión en medios acuáticos.

Cumplir con la acreditación de este proyecto en cuanto a los módulos especificados para la acreditación del proyecto modular en las áreas correspondientes a los módulos de electrónica.

* Comunicaciones
  + Enlace de comunicación a WIFI desde antena flotante utilizando el dispositivo ESP2866.
  + Comunicación serial entre Raspberry PI 3 y Microcontrolador.
  + Adaptación de antena a utilizar.
  + Protocolos utilizados:
    - Protocolo UART para transmisiones entre los microcontroladores
    - Protocolo inalámbrico de los módulos
    - Protocolo de comunicación entre controladores
* Analógico
  + Controladores de Potencia ESC para Motores brushless
  + Diseño de Circuitería en general
  + Conexiones entres PCBS
  + Acondicionamiento de Sensores
* Digital
  + Adquisición y procesamiento de imágenes y datos en general
  + Programación de microcontroladores
  + Manejo de imagen con Cámara HD
  + Detección de objetos OpenCv
  + Diseño de PCBs
* Control
  + Modelado matemático del control de los motores PID
  + Modelado de visión artificial
  + Diseño de Sistema de Navegación
  + Sistema de Corrección de movimiento
  + Movimientos suaves en navegación
  + Ubicación espacial continua

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Debido a que el diseño del ROV como una herramienta de análisis ha sido planeado desde la perspectiva ambiental, es necesario definir más a fondo conceptos fundamentales sobre el entorno que rodea la operación del ROV.

**ROV** <http://www.rovs.es/>

El ROV es un vehículo constituido por módulos funcionales que son operados desde una base en tierra. La base en tierra consiste en un monitor de procesos y valores. Los valores que el ROV muestra al usuario final describen el estado actual del sistema.

Un ROV (acrónimo del inglés Remote Operated Vehicle, (Vehículo operado remotamente) es un robot submarino no tripulado y conectado a una unidad de control en la superficie por medio de un cable umbilical. La energía y los órdenes se envían mediante un mando de control a través del cable al ROV.

Debido a la naturaleza del control remoto, las funciones potenciales que tiene el vehículo serán centralizadas a proteger la integridad del operador. Además, sirve como herramienta ante dificultades para llevar a cabo trabajos de investigación por el ser humano, como lo son: lugares reducidos o de difícil acceso, con condiciones ambientales adversas, entre otras.

El cable umbilical sirve de medio para transmitir también los datos de las camaras de video del ROV, los datos de los sensores y de los sonares a la unidad de control en la superficie.  
Los ROVS pueden llevar una gran variedad de brazos manipuladores, herramientas y sensores para realizar trabajos en las profundidades, al igual que una cámara de video con el fin de captar las imágenes del fondo del mar.  
  
La mayoría de los ROVs están equipados con al menos una cámara de vídeo y luces. El equipo adicional se agrega comúnmente para ampliar las capacidades del vehículo. Estos pueden incluir sonares, magnetómetros, cámara fotográficas, un brazo manipulador, herramienta de corte, sistemas para toma de muestras, e instrumentos para medir parámetros.

Hoy en día pueden realizar numerosas tareas en muchos campos gracias a los avances en los ROV’s. Sus tareas van desde la simple inspección de estructuras submarinas hasta complejas operaciones submarinas vinculadas a un gran campo de sectores, de los los que más destacan por su uso es la

industria de petróleo y gas utiliza la mayoría de ROV. Otras aplicaciones incluyen Oceanografia, investigación, Arqueología submarina Inspecciones, Búsqueda y Salvamento, etc.

**Tipos de ROV**

La importancia en el desarrollo de un ROV submarino radica en las posibilidades que representa. La intención de este proyecto es la de diseñar un ROV que pueda cumplir con las necesidades de la investigación ambiental, el monitoreo de terrenos acuáticos preservados, la observación de especies marinas así como una herramienta que facilite las actividades llevadas bajo el agua en el tema de la preservación de la biodiversidad.

**HUMEDALES**

<https://www.ramsar.org/>,<http://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/iterritorial_notatecnica_01_2013.pdf>

Se le denomina humedal a una zona cuya superficie se inunda de manera intermitente. Al cubrirse de agua el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando a lugar a ecosistema híbrido entre fauna acuática y terrestre.

La categoría biológica de humedal comprende zonas de propiedades geológicas diversas: ciénagas, esteros, marismas, pantanos, turberas, así como las zonas de costa marítima que presentan anegación periódica por el régimen de mareas (manglares).

Se pueden establecer varios criterios para clasificar los humedales, en función de los objetivos que se persiguen o de los estudios en los que se basen: criterio morfológico (general, principalmente para divulgación), hidrogenético (según el origen y usos del agua, para demandas de agua), funcional (ecológico, según sus hábitats, para conservación medioambiental); o los criterios estructurales (desde el punto de vista de gestión), etc.

Los humedales están entre los ecosistemas más diversos y productivos. Proporcionan servicios esenciales y suministran toda nuestra agua potable. Sin embargo, continúa su degradación y conversión para otros usos. Para prevenir estos daños, y recuperar estos terrenos existen distintos organismos, el más importante de ellos es Ramsar.  
  
La Convención Ramsar aplica una definición amplia de los humedales, que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas.

**ESP8266** <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/09/13/programacion-esp8266-con-ide-arduino/>

Se trata de un microcontrolador que integra un procesador RISC de 32 bits que entre sus funciones y optimizaciones logra un consumo mínimo de energía con una velocidad de reloj máxima de 160 MHz. Contiene precargado un sistema operativo en tiempo real (RTOS) al igual que soporte de protocolo WIFI que permite la utilización del 80% de la potencia de procesamiento disponible para la programación y desarrollo de aplicación del usuario.

Hardware

* Utiliza una CPU Tensilica L106 32-bit
* Voltaje de operación entre 3V y 3,6V
* Corriente de operación 80 mA
* Temperatura de operación -40ºC y 125ºC

Conectividad

* Soporta IPv4 y los protocolos TCP/UDP/HTTP/FTP
* No soporta HTTPS en un principio. Si que lo hace mediante software tanto en cliente como servidor TLS1.2. La primera implementación está todavía en desarrollo.

Especificaciones varias

* Tiene 17 puertos GPIO pero solo se pueden usar 9 o 10. El GPIO16 es especial ya que está conectado al RTC (Real Time Clock).
* Pueden ser configurados con resistencia Pull-up o Pull-down.
* Soporta los principales buses de comunicación (SPI, I2C, UART).

Características eléctricas

* Voltaje de trabajo entre 3V y 3,6V.
* Según noticias del propio CEO de Espressif, admite tensiones de entrada de 5V e los puertos GPIO.

Consumo

* Dependerá de diferentes factores como el modo en el que esté trabajando el ESP8266, de los protocolos que estemos utilizando, de la calidad de la señal WiFi y sobre todo de si enviamos o recibimos información a través de la WiFi. Oscilan entre los 0,5 μA (microamperios) cuando el dispositivo está apagado y los 170 mA cuando transmitimos a tope de señal.

Modos de operación

Debido a los sectores a los que va enfocado, wereables, dispositivos del IoT y móviles, el ESP8266 requiere de una gestión de energía eficaz. Dispone de una arquitectura de bajo consumo que trabaja en 3 modos.

* Active mode o modo activo: a pleno rendimiento.
* Sleep mode o modo dormido: solo el RTC (Real Time Clock) está activo para mantener la sincronización. Se queda en modo alerta de los posibles eventos que le hagan despertar. Mantiene en memoria los datos de conexión y así no hace falta volver a establecer la conexión con la WiFi. Consume entre 0,6 mA y 1 mA.
* Deep sleep o modo en sueño profundo: el RTC está encendido pero no operativo. Debe pasar por el modo dormido antes de despertar. Hay que llevar especial cuidado con los datos ya que en este estado es como si estuviera apagado y todos los datos que no estén almacenados se pierden. Consume alrededor de 20 μA.

**PROTOCOLO TELNET** <https://es.ccm.net/contents/283-protocolo-telnet>

Como propósito, el protocolo proporciona un servicio de comunicaciones orientado a bytes de 8 bits en general y bidireccional. Permite un método estándar de comunicar entre si terminales, y procesos orientados a terminales. Está previsto que el protocolo se pueda usar tambien para la comunicación de enlace, así como proceso a proceso.

Consiste en un protocolo de internet estandarizado que permite interconectar terminales y aplicaciones en internet. El protocolo es aplicado a una conexión TCP que permite establecer una comunicación entre un cliente y servidor, por medio de caracteres ASCII, codificado a 8 bits. Por lo tanto brinda un sistema de comunicación bidireccional.

El protocolo se basa en tres conceptos básicos: Paradigma Terminal Virtual de Red (NVT) el principio de opciones negociadas y las reglas de negociación. A este protocolo base se le aplican en conjunto otros protocolos del conjunto TCP/IP: FTP, SMTP, POP3, etc.).

**WIFI**<http://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa_Wi-Fi>

Se trata de un conjunto de especificaciones para redes locales inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11. Su nombre se refiere a una abreviación del término Wireless Fidelity. Es posible implementar redes que conecten una gran variedad de dispositivos compatibles, siempre y cuando estén cercanos geográficamente. Estás redes no utilizan cables, ya que transmiten toda la información por radiofrecuencia.

Estas redes, conocidas como WLANs, posibilitan el acceso a Internet de alta velocidad en radios menores a 100 metros, o sea, áreas relativamente pequeñas. Otra posibilidad es la conexión a través de altas frecuencias, pero en ese caso es necesario la autorización de un organismo competente. Este tipo de conexión, conocido como streaming, es cada vez más utilizado. De esta forma, la tecnología Wireless se presenta como una alternativa a las redes convencionales, ya que posibilita las mismas funcionalidades pero de una forma flexible, de fácil configuración y con buena conectividad.

**JSON** <https://frontendlabs.io/1490--json-que-es-json-parse-json-stringify>

Una Cadena es una secuencia de ceros o más caracteres Unicode. Un Objeto es una colección desordenada de cero o más pares nombre:valor, donde un nombre es una cadena y un valor es una cadena, numero, booleano, nulo, objeto o arreglo. Un Arreglo es una secuencia desordenada de ceros o más valores.

JSON es un formato de datos basado en texto que sigue la sintaxis de objeto de JavaScript, popularizado por Douglas Crockford. Aunque es muy parecido a la sintaxis de objeto literal de JavaScript, puede ser utilizado independientemente de JavaScript, y muchos ambientes de programación poseen la capacidad de leer (analizar; parse) y generar JSON.

Los JSON son cadenas - útiles cuando se quiere transmitir datos a través de una red. Debe ser convertido a un objeto nativo de JavaScript cuando se requiera acceder a sus datos. Ésto no es un problema, dado que JavaScript posee un objeto global JSON que tiene los métodos disponibles para convertir entre ellos. es un formato de texto para la serialización de datos estructurados.

**Ejemplo de JSON**

{  
 "glossary": {  
 "title": "example glossary",  
 "GlossDiv": {  
 "title": "S",  
 "GlossList": {  
 "GlossEntry": {  
 "ID": "SGML",  
 "SortAs": "SGML",  
 "GlossTerm": "Standard Generalized Markup Language",  
 "Acronym": "SGML",  
 "Abbrev": "ISO 8879:1986",  
 "GlossDef": {  
 "para": "A meta-markup language, used to create markup languages such as DocBook.",  
 "GlossSeeAlso": ["GML", "XML"]  
 },  
 "GlossSee": "markup"  
 }  
 }  
 }  
 }  
}

**MPU6050** <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-acelerometro-y-giroscopio-mpu6050-i2c-twi/>

La unidad de procesamiento de movimiento fusiona sensores con 9-ejes, con la propiedad MotionFusion™ probado en el campo de teléfonos móviles, tabletas, aplicaciones, controladores de juegos, mandos a distancia, puntero de movimiento y otros dispositivos de consumo. Tiene integrado un giroscopio MEMS de 3 ejes, un acelerómetro de 3 ejes MEMS, y un procesador digital de movimiento (DMP™) motor acelerador de hardware con un puerto I2C auxiliar. Cuando se conecta a un magnetómetro de 3 ejes, el MPU-60X0 entrega una salida completa de 9 ejes para su primario I2C o puerto SPI.  
Combina la aceleración y el movimiento de rotación más la información de rumbo en un único flujo de datos para la aplicación. Presenta un diseño más compacto y tiene ventajas de costos inherentes en comparación con soluciones discretas de giroscopio más acelerómetro. Está diseñado para interactuar con múltiples sensores digitales no inerciales, tales como sensores de presión, en su bus I2C auxiliar maestro.

Especificaciones técnicas

* Salida digital de 6 ejes.
* Giroscopio con sensibilidad de ±250, ±500, ±1000, y ±2000dps
* Acelerómetro con sensibilidad de ±2g, ±4g, ±8g y ±16g
* Algoritmos embebidos para calibración
* Sensor de temperatura digital
* Entrada digital de video FSYNC
* Interrupciones programables
* Voltaje de alimentación: 2.37 a 3.46V
* Voltaje lógico: 1.8V±5% o VDD
* 10000g tolerancia de aceleración máxima

**SENSOR GIROSCÓPICO**   
Un giroscopio es un dispositivo que funciona para miden velocidades angulares basándose en el mantenimiento del impulso de rotación. Si intentamos hacer girar un objeto que está girando sobre un eje que no es el eje sobre el que está rotando, el objeto ejercerá un momento contrario al movimiento con el fin de preservar el impulso de rotación total.  
El giroscopio muestra el cambio de rango en rotación en sus ejes X, Y y Z.  
 **ACELERÓMETRO**  
Mide la aceleración, inclinación o vibración y transforma la magnitud física de aceleración en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de adquisición estándar. Los rangos de medida van desde las décimas de g, hasta los miles de g.  
El circuito integrado MPU-6050 contiene un acelerómetro y giroscopio MEMS en un solo empaque. Cuenta con una resolución de 16-bits, lo cual significa que divide el rango dinámico en 65536 fracciones, estos aplican para cada eje X, Y y Z al igual que en la velocidad angular. El sensor es ideal para diseñar control de robótica, medición de vibración, sistemas de medición inercial (IMU), detector de caídas, sensor de distancia y velocidad, y muchas cosas más. El MPU-6050 contiene un giroscopio, un acelerómetro, además de un sensor de temperatura, mediante I2C regresa unos valores conocidos como raw o “crudos” según el registro seleccionado.

**QT CREATOR**  
Se trata de un entorno para crear rápidamente y con bajo coste. Permite diseñar, desarrollar, desplegar y mantener software compatible con múltiples dispositivos.

<https://www.qt.io/>

**Características**

* Editor de código con soporte para C+, QML y ECMAscript
* Herramientas para la rápida navegación del código
* Resaltado de sintaxis y auto-completado de código
* Control estático de código y estilo a medida que se escribe
* Soporte para refactoring de código
* Ayuda sensitiva al contexto
* Plegado de código (code folding)
* Paréntesis coincidentes y modos de selección
* Posee un avanzado editor de código C++.
* Además soporta los lenguajes: C#/.NET Languages (Mono), Python: PyQt y PySide, Ada, Pascal, Perl, PHP y Ruby.
* Posee también una GUI integrada y diseñador de formularios.
* Herramienta para proyectos y administración.
* Ayuda sensible al contexto integrada.
* Depurador visual.
* Resaltado y auto-completado de código.
* Soporte para refactorización de código

**LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C++** <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/26/lenguaje-de-programacion-c/>

Creado a mediados de los años 80, y desarrollado por Bjarne Stroustrup diseñado como una extensión del exitoso lenguaje de programación C con mecanismos que permitan la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.  
Posteriormente se añadieron facilidades de programación genérica, que se sumó a los otros dos paradigmas que ya estaban admitidos (programación estructurada y la programación orientada a objetos). Por esto se suele decir que el C++ es un lenguaje de programación multiparadigma. Actualmente existe un estándar, denominado ISO C++, C# es un lenguaje propietario de Microsoft que mezcla las características básicas de C++ simplificandolas al estilo Java y ofreciendo un framework. C# forma parte de la plataforma .NET

**NAVEGACIÓN INERCIAL**

<https://blascarr.com/lessons/introduccion-al-imu-sistemas-de-navegacion-inercial/>

Se trata de una técnica de navegación autónoma que emplea mediciones de acelerómetros y giróscopos, y que permite, a través de cálculos, conocer la velocidad, posición y orientación de una nave a partir de un punto inicial con orientación y velocidad conocidos. Su principio de operación es muy simple: Si medimos la aceleración de un vehículo, podemos integrar la aceleración con respecto al tiempo para obtener la velocidad y luego integrar la velocidad para obtener posición. Por lo tanto, suponiendo que conocemos la posición y la velocidad iniciales, podemos determinar la posición del vehículo en cualquier momento posterior. Por otra parte, a través de los giróscopos podremos conocer el cambio de orientación del vehículo a partir de una orientación inicial. Lo anterior, que en principio parece muy fácil, requiere de mediciones muy precisas de la aceleración en 3 ejes, la orientación del vehículo y, sobre todo del tiempo, ya que al calcular la velocidad y la aceleración de nuestro vehículo, cualquier error en la estimación de las variables anteriores se va acumulando por el proceso de integración, lo que tiende a hacer que el error se vuelva considerable con el paso del tiempo y resulte necesario ajustar el sistema frecuentemente empleando referencias externas.

**PRINCIPIOS DE NAVEGACIÓN SUBMARINA**

Para conocer cómo funciona un submarino en primer lugar, se necesita una comprensión básica del principio de Arquímedes. Este principio establece que la magnitud de la fuerza de flotación siempre es igual al peso del fluido desplazado por el objeto. La fuerza de empuje es la fuerza ejercida por el agua sobre cualquier objeto sumergido, como un submarino. Lo que esto significa es que para que el submarino pueda flotar, la fuerza de flotación tiene que ser igual al peso del submarino. En otras palabras, la densidad de la submarino tiene que ser igual a la densidad del agua a su alrededor para que flote. Se tiene que ser capaz de controlar la densidad del submarino para que pueda emerger y sumergirse a voluntad. Con un conocimiento básico de la fuerza de flotación, podemos discutir cómo un submarino controla su densidad. Esto se hace con tanques en el exterior del submarino llamado tanques de lastre. Cuando el submarino está en la superficie, los tanques de lastre se llenan de aire, por lo que la densidad global es menor que la del agua circundante. En una situación de inmersión, los tanques de lastre se inundan con agua y el aire se ventila al exterior haciendo que la densidad total sea mayor a la del agua y causando que el submarino tienda a hundirse. Los tanques de lastre están abiertos para que el agua salga todo el tiempo, pero cuando los orificios de ventilación están cerrados no pueden entrar agua porque el aire no puede salir.

**UNIDAD DE NAVEGACIÓN INERCIAL**

La Unidad de Medición Inercial IMU es el corazón de todo sistema de navegación inercial, su propósito es suministrar señales de aceleración con respecto a un sistema de referencia. Las unidades de medida (IMU) suelen contener tres giroscopios ortogonales y tres acelerómetros ortogonales que miden la velocidad y aceleración angular y lineal respectivamente. En la Figura 2 se muestra un diagrama esquemático de una Unidad de Medición Inercial.

**SERVOMOTORES**

<http://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html>

Es un motor eléctrico al que podemos controlar tanto la velocidad, como la posición del eje que gira (también llamada dirección del eje o giro del rotor). Los servomotores no gira su eje 360º, como los motores normales, solo giran 180º hacia la izquierda o hacia la derecha (ida y retorno). Las características principales de un servomotor son el par y la velocidad.

* El par fuerza que es capaz de hacer en su eje. El par también se puede llamar torque. Se suele expresar en Kg/cm, por ejemplo 3Kg/cm. A mayor par, mayor corriente de consumo.
* Velocidad: velocidad angular o de rotación.
* Normalmente la tensión de alimentación de los servos en c.c. está entre 4 y 8V (voltios)

**Composición de Servomotor**

* Un motor eléctrico: es el encargado de generar el movimiento, a través de su eje.
* Un sistema de regulación: formado por engranajes, que actúan sobre el motor para regular su velocidad y el par. Mediante estos engranajes, normalmente ruedas dentadas, podemos aumentar la velocidad y el par o disminuirlas.
* Un sistema de control o sensor: circuito electrónico que controla el movimiento del motor mediante el envío de pulsos eléctricos.
* Un potenciómetro: conectado al eje central del motor que nos permite saber en todo momento el ángulo en el que se encuentra el eje del motor. Recuerda que un potenciómetro es una resistencia variable.

**SEÑAL PWM**

<http://www.arduino.utfsm.cl/modulacion-por-ancho-de-pulso-pwm/>

La modulación por ancho o de pulso (o en inglés pulse width modulation PWM) es un tipo de señal de voltaje utilizada para enviar información o para modificar la cantidad de energía que se envía a una carga. Este tipo de señales es muy utilizada en circuitos digitales que necesitan emular una señal analógica.  
Este tipo de señales son de tipo cuadrada o sinusoidales en las cuales se les cambia el ancho relativo respecto al período de la misma, el resultado de este cambio es llamado ciclo de trabajo y sus unidades están representadas en términos de porcentaje. Matemáticamente se tiene que:  
Para emular una señal analógica se cambia el ciclo de trabajo de tal manera que el valor promedio de la señal sea el voltaje aproximado que se desea obtener, pudiendo entonces enviar voltajes entre 0[V] y el máximo que soporte el dispositivo PWM utilizado, en el caso de Arduino es 5[V].  
Las aplicaciones típicas para este tipo de señales son: Controlar intensidad de un LED, mover servomotores, controlar LED RGB, controlar velocidad de motores de corriente continua y controlar motores eléctricos de inducción o asíncronos.

**MOTORES BRUSHLESS**

<http://motores.nichese.com/brushless.htm>

Estos motores sin escobillas permiten que consigamos un gran rendimiento y una gran potencia a cambio de un gran consumo. Debido a esto, tenemos que utilizar baterías Lypo (Polímero de litio), son baterías con poca densidad de energía en comparación con otras pero con una característica única, pueden entregar muchísima potencia ya que los motores brushless necesitan del orden de 10 A a 11 v.

**Funcionamiento del motor brushless**

La corriente eléctrica suministrada por una batería generalmente, pasa directamente por las bobinas dispuestas en el estator. La corriente eléctrica que circula por las bobinas generan pequeños campos magnéticos que obligan al rotor a girar. El rotor está compuesto por imanes permanentes. Estos imanes también pueden ser de ferrita, de hecho los motores brushless de los encendidos electrónicos de las motocicletas se hace con este material. Estos motores van asociados con un variador. El variador lo que hace es enviar la tensión de alimentación a las bobinas de forma secuencial, de este modo , los polos del rotor se van moviendo según el campo magnético generado por las bobinas de forma secuencial. La velocidad del rotor y su eje, dependerá de la velocidad de secuenciación del variador. Pero el variador no se limita solamente a cambiar la velocidad de secuencia de alimentación, sino que además aumenta o disminuye la tensión de alimentación de las bobinas para extraer el máximo rendimiento al motor brushless.

**Ventajas**

* Mayor eficiencia (menos perdida por calor)
* Mayor rendimiento (mayor duración de las baterías para la misma potencia)
* Menor peso para la misma potencia
* Requieren menos mantenimiento al no tener escobillas
* Relación velocidad/par motor es casi una constante
* Mayor potencia para el mismo tamaño
* Mejor disipación de calor
* Rango de velocidad elevado al no tener limitación mecánica.
* Menor ruido electrónico (menos interferencias en otros circuitos)

**Desventajas**

* Mayor costo de construcción
* El control es mediante un circuito caro y complejo
* Siempre hace falta un control electrónico para que funcione (ESC's), que a veces duplica el costo

ENERGÍA

lipo

valores principales

alimentadores

cálculo de energía

CÁMARA USB

compatibilidad

resolucion

detalles

interfaz usb

RASPBERRY PI

raspbian

acondicionamiento

instalacion completa

kit de compilacion

configuracion QT

compilacion cruzada

Ejecución remota del sistema

OPENCV

codigo abierto

librerías

entrenamiento

visualizacion de imagen

guardado de imagen

ARDUINO

control de actuadores

ejecuccion de comandos

respuesta serial

comunicacion inalambrica

CONTROL

tecnicas de control

PID

motores pid y mpu

modelado matematico de algo

HIPÓTESIS

La estructura de submarino puede sumergirse a x metros de profundidad sin poner en riesgo a los componentes internos del submarino, la cámara funciona logrando tomar fotos y video; y permite al usuario observar en tiempo real lo que suceda frente al submarino durante una inmersión.

Utilizada correctamente, la herramienta que diseñamos satisface y facilita la obtención de datos, viables y de primera mano de las condiciones hidrológicas que presenta el lago de Chapala. Al llevar al análisis dichos datos se podría comprender más acerca del deterioro del sistema subacuático, y se podría trabajar en establecer un método de reparación o de frenado del deterioro desmedido, que pueda ocasionar un desabasto de la población dependiente del lago.

METODOLOGÍA

¿Cual fue nuestra forma de detectar un problema y abordarlo?

¿Cual fue nuestra forma de diseñar?

¿Como llegamos a las conclusiones que llegamos?

¿Como nos organizamos para culminar el trabajo?

Selección de la técnica

Metodología Aplicada

DISEÑO DE PROTOTIPO

El proyecto consiste en el diseño y armado de un robot submarino que sea capaz de controlar completamente sus ejes de movimiento y aceleración. Los movimientos del submarino se llevan a cabo por medio de un microcontrolador que se encarga de posicionar servomotores, así como acelerar y mantener motores brushless a prueba de agua, dependiendo de módulos de giroscopio y acelerómetros. Contará con una cámara de alta definición con luces LED, así como sensores fotosensibles, de proximidad, de humedad para monitorear la integridad del sistema.

El submarino estará unido a una antena flotante, que enlazará comunicación con el control del usuario. La unión se lleva a cabo con un cable en el cual se realiza la comunicación serial entre el submarino y la antena flotante. Dicha boya, recibirá datos del submarino y los comunicará bidireccionalmente entre él y el usuario. Los datos que transmitirá son las lecturas de los sensores, así como el estado y la activación de actuadores.

El control del submarino está basado en Raspberry, la cual ejecuta los actuadores del submarino por medio del microcontrolador además recibe los datos de los sensores y envía los datos a una base de operaciones alojada en una PC, incluyendo la imagen en video de la cámara a bordo. La PC se conecta por medio de WIFI con la antena flotante y el submarino está anclado a la boya.

El submarino tendrá múltiples funciones, como la utilización de la cámara en tiempo real para hacer detección de objetos, así como el registro de los valores de los sensores que utiliza. También puede activar el detector de objetos y así reconocer un objetivo el cual será seguido por el submarino de manera autónoma. Las imágenes captadas serán etiquetadas y almacenadas automáticamente en la PC.

**Hotspot**

**Datalogger**

Una serie de eventos generados por el sistema serán registrados por medio del datalogger. Dichos eventos etiquetados con la fecha y hora de ocurrencia serán listados en un archivo y serán almacenados

**Navegación**

El movimiento del ROV será en 3 dimensiones. El sistema de propulsión se encargará de acelerar en ambos sentidos y de manera independiente. Los servomotores, utilizados para posicionamiento de los motores también serán independientes. La velocidad de los propulsores será controlable manualmente con ayuda del sistema de control. La parte posterior del ROV será transparente para poder obtener una imagen lo más clara posible del medio donde se navega. En la parte superior también se encontrará iluminado con Leds ultrabrillantes. Dichos Leds encenderán dependiendo de su accionamiento manual o por las condiciones de su exterior.

**Ubicación**

Debe de tener un sistema de seguridad para saber a qué distancia se encuentra. Debe de mantener el equilibrio en sus 3 ejes, accionando y reposado los propulsores.

**Control Remoto**

Conclusión

Referencias Bibliográficas

Vehículos

* ROV <http://www.rovs.es/>

Programación

* QT <https://www.qt.io/>
* <http://wiki.qt.io/Raspberry_Pi_Beginners_Guide>
* Raspberry <https://www.raspberrypi.org/>

Comunicaciones

* Subacuatico <https://sites.google.com/site/proyectorovsubacuatico/home/sistema-de-comunicaciones/comunicaciones-subacuaticas>

Dispositivos

* Baterias LiPo <https://rogershobbycenter.com/lipoguide/>
* ESP8266 <https://www.esp8266.com/>
* <http://www.instructables.com/id/ESP8266-WiFi-Module-for-Dummies/>
* <https://programarfacil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>
* <https://www.engineersgarage.com/tutorials/esp8266-wifi-hotspot>
* Comandos ESP8266 <https://hetpro-store.com/comandos-at-esp8266-esp8266ex/>

Ejemplos

* MPU6050 + PIC <http://www.electronicwings.com/pic/mpu6050-gyroscope-accelerometer-temperature-interface-with-pic18f4550>
* Brushless + Arduino <http://robotaldajo.blogspot.mx/2013/06/motores-brushless-primera-prueba-con.html>
* <https://underc0de.org/foro/arduino-raspberry-pi/control-de-motor-brushless-con-arduino/>

Ambiente

* Humedales
* <https://www.ramsar.org/>
* <http://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/iterritorial_notatecnica_01_2013.pdf>
* <http://www.milenio.com/jalisco/humedales-Jalisco-liderazgo-recursos_0_238176225.html>
* <https://www.ceajalisco.gob.mx/notas/images/febrero2014/cajititlan_800.png>
* <http://ecoexploratorio.org/vida-en-el-mar/ecosistemas-marinos/humedales/>
* <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>
* <https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/biodiversidad/comite-estatal-humedales/156>
* <http://www.aida-americas.org/es/blog/los-humedales-vitales-y-en-riesgo>
* Chapala <https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/7175/DEFICITDELLAGODECHAPALA.pdf?fd=0>
* <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioChapala.pdf>

OTROS

Fuentes consultadas:

* <https://es.ccm.net/contents/283-protocolo-telnet>
* <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/aplicacion/telnet.html>
* <http://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa_Wi-Fi>
* <https://tecnologia-informatica.com/que-es-red-inalambrica-seguridad-wifi/#Que_es_WiFi>
* <https://programarfacil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>
* <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/09/13/programacion-esp8266-con-ide-arduino/>
* <https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript/Objects/JSON>
* <https://frontendlabs.io/1490--json-que-es-json-parse-json-stringify>
* <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-acelerometro-y-giroscopio-mpu6050-i2c-twi/>
* <https://www1.qt.io/es/>
* <https://wiki.qt.io/Qt_Creator/es>
* <https://www.ecured.cu/Qt_Creator>
* <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/26/lenguaje-de-programacion-c/>
* <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=796>
* <https://blascarr.com/lessons/introduccion-al-imu-sistemas-de-navegacion-inercial/>
* <http://www.arduino.utfsm.cl/modulacion-por-ancho-de-pulso-pwm/>
* <http://www.quadruino.com/guia-2/materiales-necesarios-1/motores-brushless>
* <http://motores.nichese.com/brushless.htm>
* <http://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html>
* <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
* <https://www.ibertronica.es/blog/productos/arduino/>
* <http://utmdavidfisica.blogspot.com/2014/02/la-fisica-de-los-submarinos.html>