



CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

NOMBRE DE LA EMPRESA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO INDUSTRIAL
CIDESI

Proyecto Industrial Terminal

Nombre del proyecto
Diseño conceptual de un vehículo
Autónomo submarino (AUV).
PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD:
“TECNOLOGO EN MECATRONICA”

PRESENTA

Alumno: Márquez Chávez Elizabeth Aidee.

Tutor de Planta: Tomás Salgado

Tutor Académico: Tomás Salgado

QUERETARO, QRO. 2010

006033



1. CONTENIDO

1. <i>Contenido</i>	1
2. <i>Lista de Tablas</i>	3
3. <i>Lista de Figuras</i>	4
Resumen	1
Definición del tema	1
Capítulo 1	1
Descripción y planteamiento del proyecto	1
1.1 <i>Antecedentes</i>	2
1.2 <i>Justificación</i>	9
1.3 <i>Objetivo</i>	10
1.4 <i>Alcances y Limitaciones</i>	10
Capítulo 2	12
Fundamentos teóricos	12
Capítulo 3	21
Desarrollo del proyecto	21
3.1 <i>Selección de componentes</i>	23
3.1.1 <i>Altímetro</i>	23
3.1.2 <i>Sensor de temperatura</i>	24
3.1.3 <i>Sensor de humedad</i>	27
3.1.4 <i>Sonar de contorno</i>	29
3.1.6 <i>Cámara submarina</i>	32
3.1.7 <i>Girómetro</i>	34
3.1.8 <i>Inclinómetro</i>	37
3.1.9 <i>Compass</i>	38
3.1.10 <i>Modem acústico</i>	39
3.1.11 <i>Micro controlador</i>	41
3.1.12 <i>Tarjeta de adquisición de datos</i>	42

3.1.13	PC.....	45
3.1.14	Propulsor.....	46
3.1.15	Localizador de emergencia.....	47
3.2	<i>Banco de baterías.....</i>	49
3.2.1	Terminología.....	49
3.3	<i>Propuesta de diseño mecánico.....</i>	64
3.3.1	Direccionamiento de auv.....	65
Capítulo 4.....		69
Resultados y conclusiones.....		69
4.	<i>Arquitectura electrónica.....</i>	70
4.1.1	Banco de baterías.....	70
4.1.2	Conexiones a la DAQ.....	71
4.1.3	Arquitectura electrónica propuesta.....	73
4.1.4	Costo aproximado de componentes electrónicos.....	74
4.2	<i>Diseño mecánico.....</i>	75
4.2.1	Costo total aproximado.....	78
4.2.2	Ubicación de componentes.....	79
4.3	<i>Conclusiones.....</i>	85
4.3.1	Trabajo futuro.....	85
Bibliografía.....		87
ANEXOS.....		88
Anexo A.....		89
Anexo B.....		123

2. LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Aplicaciones de AUV.....	2
Tabla 1.2 AUV Comerciales.....	6
Tabla 1.3 Relación de características de AUV.....	8
Tabla 1.4 Componentes.....	9
Tabla 3.1 Componentes considerados para el AUV.....	22
Tabla 3.2 Especificaciones de altímetro.....	24
Tabla 3.3 Especificaciones de sonar de contorno.....	30
Tabla 3.4 Especificaciones de profundímetro.....	32
Tabla 3.5 Especificaciones de cámara.....	33
Tabla 3.6 Componentes con salida analógica.....	43
Tabla 3.7 Características de PC.....	45
Tabla 3.8 Comparación de características entre baterías recargables comunes.....	55
Tabla 3.9 Resumen de baterías recargables.....	60
Tabla 3.10 Consumo de energía de componentes propuestos.....	62
Tabla 3.11 Características del arreglo propuesto.....	63
Tabla 3.12 Conexiones entre baterías.....	63
Tabla 3.13 Resumen de voltaje y cargas correspondientes.....	64
Tabla 3.14 de convertidores.....	64
Tabla 3.15 Comparación entre O-rings, sus propiedades y usos mas comunes.....	68
Tabla 4.1 Costo aproximado en dólares americanos.....	74
Tabla 4.2 Costo aproximado en dolares americano por material para fabricación.....	78
Tabla 4.3 Costo total aproximado en dólares americanos, por concepto de electrónica.....	79
Tabla 4.4 Costo total aproximado en dólares americanos, por concepto de diseño mecánico.....	79
Tabla 4.5 Costo total aproximado en dólares americanos por fabricación de AUV.....	79

3. LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 AUV.....	13
FIGURA 2 Imagen obtenida del contorno de una superficie.....	15
FIGURA 3 Dirección y magnitud del vector aceleración de la gravedad de un acelerómetro	16
FIGURA 4 Conexión en paralelo de 2 baterías	17
FIGURA 5 Conexión en serie de 2 baterías.....	17
FIGURA 6 Microcontrolador de la marca MICROCHIP modelo PIC32MX.....	18
FIGURA 7 DAQ modelo USB 6216	18
FIGURA 8 Servomotor desmontado	19
FIGURA 9 Diagrama de ubicación de componentes dentro del servomotor montado.	19
FIGURA 10 Servomotor.	20
FIGURA 11 Altímetro	24
FIGURA 12 LM35	25
FIGURA 13 Diagrama eléctrico de LM35	26
FIGURA 14 Principio de funcionamiento del LM35.....	27
FIGURA 15 Sensor de humedad.	29
FIGURA 16 Sonar de contorno	30
FIGURA 17 Profundímetro.....	32
FIGURA 18 Cámara submarina	33
FIGURA 19 Convertidor de video	34
FIGURA 20 Girómetro,.....	35
FIGURA 21 Principio de funcionamiento de girómetro.....	36
FIGURA 22 Inclinómetro.....	38
FIGURA 23 Plano y detalles de sensor C100 Compass Engine	38
FIGURA 24 Compass C100 KVH.....	39
FIGURA 25 Modem acústico.....	40
FIGURA 26 Esquema de onda acústica enviada por modem.	41
FIGURA 27 PIC32MX 64 PINES.....	41
FIGURA 28 NI-DAC USB-6216	42
FIGURA 29 Pines de la DAQ.....	43
FIGURA 30 Conexiones a NI-DAC USB 6216.....	44
FIGURA 31 Fit-PC2i	45

FIGURA 32 Conexiones a PC.....	46
FIGURA 33 Propulsor.....	47
FIGURA 34 Tarjeta de control ISO-4.....	47
FIGURA 35 Localizador de emergencia ULB-350.....	48
FIGURA 36 Receptor de pulsos.....	48
FIGURA 37 Gráfica comparativa entre baterías recargables comunes.....	54
FIGURA 38 Ultralife modelo UBBL-09.....	58
FIGURA 39 Aspecto de baterías Ultralife modelo UBI 2590 Y UNI-2590 SMBUS.....	58
FIGURA 40 Aspecto de baterías Valence Technology modelos U1-12XP, U24-12XP.....	59
FIGURA 41 Batería modelo U27-12XP.....	59
FIGURA 42 Batería Saft modelo 7s2p MP176065 BLF.....	59
FIGURA 43 Convertidor CD-CD.....	61
FIGURA 44 AUV con forma de torpedo.....	65
FIGURA 45 Servomotor HCAM0308 CS-150.....	66
FIGURA 46 Sistema de propulsión y dirección propuesto.....	66
FIGURA 47 O-ring básico.....	67
FIGURA 48 Arquitectura de banco de baterías.....	70
FIGURA 49 Conexiones a Tarjeta de adquisición de datos.....	71
FIGURA 50 Conexiones a PC.....	72
FIGURA 51 Conexiones a FITPC.....	73
FIGURA 53 Vista isométrica AUV.....	75
FIGURA 54 Vista lateral derecha de AUV.....	75
FIGURA 55 Vista superior de AUV.....	76
FIGURA 56 Vista trasera de AUV.....	76
FIGURA 57 Cuerpo del AUV.....	77
FIGURA 58 Vistas de la cola del AUV, con el propulsor y los alerones de dirección.....	77
FIGURA 59 Vistas del casco del AUV con la cámara y el sonar de contorno.....	78
FIGURA 60 Rack de electrónica.....	80
FIGURA 61 Rack de baterías y PC.....	80
FIGURA 62 Ubicación preliminar de cámara y sonar de contorno.....	80
FIGURA 63 Vista superior, se muestra la ubicación de modem acústico y localizador de emergencia.....	81
FIGURA 64 Vista inferior, se muestra la ubicación de profundímetro y altímetro.....	81

FIGURA 65 Vista isometrica.....	81
FIGURA 66 Vista isométrica de propuesta de AUV.....	82
FIGURA 67 Vista superior de propuesta de AUV.....	82
FIGURA 68 Vista lateral derecha.....	83
FIGURA 69 Vista inferior de AUV.....	83
FIGURA 70 Vista trasera de AUV.....	84
FIGURA 71 Medidas general de AUV.....	84

RESUMEN

Los océanos cubren cerca del 70% de la superficie de nuestro planeta, la vida en todas sus formas se originó en el mar. Además los océanos son un factor predominante en la regulación del clima, en la creación de ciclo del agua dulce, etc. Estos factores han motivado la necesidad de contar con un mejor conocimiento de los océanos.

Existen dos principales retos a los cuales se enfrenta la humanidad para realizar exploración submarina y poder explotar los recursos:

1) Las altas presiones a las cuales están sometidos los equipos cuando estos descienden en profundidad.

2) Las grandes extensiones de superficie submarina.

Con la finalidad de realiza un mejor aprovechamiento de los recursos marinos y de poder contrarrestar las limitantes antes mencionadas, son usados los robots submarinos.

Uno de las principales robots submarinos usados hoy en día para realizar inspección son los llamados vehículos autónomos submarinos,(Autonomous Underwater Vehicle, AUV).

Dado el interés que presenta CIDESI por el desarrollo de este tipo de robots submarinos surge la investigación aquí presentada, en la cual se mencionan los preliminares correspondientes al desarrollo conceptual de un vehículo autónomo

submarino. En este informe se mencionan los puntos básicos necesarios para el desarrollo de un AUV:

- Componentes electrónicos (sensores, baterías, etc.)
- Diseño mecánico preliminar (forma, ubicación de componentes).
- Cotizaciones.

DEFINICIÓN DEL TEMA

El desarrollo de un AUV es complejo por lo cual se requiere una investigación extensa y minuciosa sobre los componentes necesarios para el desarrollo de un robot submarino de este tipo.

El desarrollo conceptual del AUV consta de los siguientes pasos:

- Desarrollo de estudio del arte: investigación y recopilación de lo existente en el mercado correspondiente a AUVs.
 - Listado de componentes necesarios para el AUV.
 - Elección de componentes que serán implementados en el AUV.
 - Elección de al menos 5 componentes más para cada componente del listado desarrollado.
 - Comparación y elección entre componentes.
 - Cotización de componentes seleccionados.
 - Diseño mecánico: definir forma y tamaño preliminar, realizar el dibujo en SOLIDWORKS de cada componente a utilizar, proponer la ubicación preliminar para cada componente.
-

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN Y

PLANTEAMIENTO DEL

PROYECTO.

1.1 ANTECEDENTES

La revisión del Estado del Arte mostró que hoy en día existe un gran número de AUVs comerciales, los cuales tienen como objetivo principal la inspección de zonas marinas profundas de difícil alcance para buzos. Es de vital importancia el mencionar las aplicaciones de un AUV, con la finalidad de lograr entender la importancia de iniciar a incursionar en este campo de la tecnología. .

APLICACIONES	AGUA SOMERAS	AGUAS PROFUNDAS
- Inspección de tuberías submarinas.		
- Apoyo durante la perforación de pozos.		
- Muestreo geográfico.		
- Estudios geológicos..		
- Operaciones de búsqueda		
- Búsqueda de minas		

Tabla1.1 Aplicaciones de AUV.






La importancia en el uso y desarrollo de AUVs se desglosa esencialmente de las ventajas que estos proporcionan al utilizarlos, en donde algunas de estas son las siguientes:

- No arriesgan vidas humanas en cualquiera de sus aplicaciones.
- No están limitados por las capacidades humanas
- No están sujetos a ninguna necesidad ergonómica.
- Operan en tiempo real.

- Reduce el tiempo de entrenamiento.
- Alta adaptabilidad.
- Gran maniobrabilidad y poder de acceso a sitios inaccesibles para vehículos tripulados, o para buzos.
- Menor impacto ambiental.
- Menor coste de mantenimiento y elevada relación coste/eficiencia.
- Elevada movilidad.

Hoy en día existe gran cantidad de empresas y Universidades en el mundo que han incursionado en el tema de AUVs sin embargo en México existe un rezago en este tema. Considerando estos factores y tomando conciencia de la importancia que tiene la investigación y conocimiento del océano, surge la idea de CIDESI para incursionar en este tema.

En seguida se muestra una tabla que enlista, los AUVs comerciales y de investigación que se han desarrollado a lo largo de estos años.

NOMBRE	FABRICANTE	IMAGEN
Jaguar		
Abe		
Puma	<p>WOOD HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION</p>	
SeaBed		
Sea Glider	<p>i Robot Corporation</p>	

Ranger		
Maridan 600	ATLAS MARIDAN APS	
SeaOtter MkI		
Seawolf A	ATLAS MARIDAN APS	
Bluefin-21	BLUEFIN	
Ocean explorer (OEX)	FLORIDA ATLANTIC UNIVERSITY	
Taipan	LIRMM	





<p>Odyssey</p>	<p>MIT AUV LABORATORY</p>	
<p>Iver2</p>	<p>YELLOW SPRINGS INSTITUTE</p>	
<p>Maya</p>	<p>NATIONAL INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY</p>	
<p>Sea-horse</p>	<p>PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY APPLIED RESEARCH</p>	

Tabla 1.2 AUV Comerciales.

Al realizar un análisis sobre las hojas de datos que otorgan los fabricantes de cada uno de los AUV de la Tabla 1.2 , se puede observar que aun cuando son de diferentes fabricantes, comparten varias especificaciones técnicas. Por lo que en la siguiente tabla se enlistan características físicas de estos.

NOMBRE	FORMA	MATERIAL	DIMENSIONES		PROFUNDIDAD
<p>Jaguar</p>	<p>Torpedo</p>	<p>Aluminio 6061</p>	Largo	3m	<p>4500m</p>
			Ancho	2m	
			Alto	2.5m	
<p>Abe</p>	<p>Torpedo</p>	<p>Aluminio 6061</p>	Largo	3m	<p>4500m</p>
			Ancho	2m	
			Alto	2m	
			Largo	1.6m	

Remus	Torpedo	Aluminio 6061	Ancho	0.19m	100m
			Alto	0.19m	
			Largo	2.9m	
Seabed	Torpedo	Aluminio 6061	Ancho	2m	2000m
			Alto	2m	
			Largo	3.3m	
Seaglide	Torpedo	Fibra de vidrio	Ancho	1m	1000m
			Alto	0.4m	
			Largo	0.86m	
Ranger	Torpedo	Fibra de vidrio	Ancho	0.09m	1000m
			Alto	0.09m	
			Largo	4.5m	
Maridan	Rectangular	Fibra de vidrio	Ancho	2m	600m
			Alto	0.6m	
			Largo	4.5m	
SeaOtter Mkl	Rectangular	HDPE	Ancho	1.2m	600m
			Alto	0.6m	
			Largo	2m	
Seawolf A	Torpedo	HDPE	Ancho	0.3m	300m
			Alto	0.5m	
			Largo	1.83m	
Bluefin-21	Torpedo	Fibra de vidrio	Ancho	0.53m	6000m
			Alto	0.53m	
			Largo	2.13m	
Ocean Explorer (OEX)	Torpedo	Fibra de vidrio	Ancho	0.58m	300m
			Alto	0.58m	
			Largo	1.8m	
Taipan	Torpedo	Fibra de carbono	Ancho	0.15m	200m
			Alto	0.15m	
			Largo	2.15m	
Odisea	Teardrop	Aluminio 6061	Ancho	0.59m	6000m
			Alto	0.59m	
			Largo	1.53m	
Iver2	Torpedo	Fibra de carbono	Ancho	0.28m	200m
			Alto	0.34m	
			Largo		

Maya	Torpedo	Aluminio 6061	Largo	1.74m	200m
			Ancho	0.23m	
			Alto	0.23	
Seahorse	Torpedo	Aluminio 6061	Largo	8.66m	1000m
			Ancho	0.97m	
			Alto	0.97m	

Tabla 1.3 Relación de características de AUV.

Al igual que algunas especificaciones físicas son compartidas entre los AUVs, también son compartidos muchos componentes, puesto que para los fines que son usados los AUVs no son muy diferentes, como para implicar un cambio de configuración o una instrumentación especial. A continuación se muestra la relación de sensores y componentes más utilizados entre los AUVs comerciales y de investigación.

Sensores y componentes.
1. Altimetro
2. Sensor de Temperatura
3. Velocidad del agua
4. Sensor de Salinidad
5. Efecto-Doppler
6. Sonar de contorno
7. Profundímetro
8. Cámara submarina
9. Girómetro
10. Inclinómetro
11. Compass
12. Modem acústico
13. Propulsores
14. Baterías
15. Sensor de conductividad
16. GPS
17. Sistema de navegación inercial
18. Localizador de emergencia
19. Sensor de conductividad
20. Sensor de PH

Tabla 1.4 Componentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Todo proyecto implica un desarrollo conceptual como base, el cual provee la mayor parte de información necesaria para iniciar a abordar dicho desarrollo y realizar su conceptualización física y diseño de detalle. El diseño conceptual implica la investigación generalizada de todo lo existente en el mercado sobre el proyecto a desarrollar.

Dada la importancia de este paso en el desarrollo de un proyecto surge la importancia de este informe, puesto que el desarrollo de un AUV es un nuevo interés de CIDESI es necesaria sentar y presentar las bases que se requieren conocer para iniciar el proyecto, para que CIDESI determine la viabilidad de invertir tiempo y se negocien los recursos financieros para el proyecto

1.3 OBJETIVO

Desarrollo de diseño conceptual para el AUV contemplando:

- Propuestas sobre componentes electrónicos.
- Propuesta de configuración de baterías.
- Propuesta de diseño mecánico (arreglo de componentes, forma).
- Cotizaciones generales.
- Propuesta de arreglo de conexiones entre componentes.
- Desarrollo de dibujos técnicos en Solid-Works de cada componente propuesto y del AUV.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Los alcances de este proyecto son conceptuales puesto que el desarrollo del diseño conceptual como su nombre lo dice consiste en conceptualizar toda la información necesaria para el desarrollo de un AUV, por lo tanto el alcance de este informe quedará sentado en propuestas, que en su momento deberán ser evaluadas por el personal interesado en desarrollar el proyecto.

El alcance de este informe implica:

- Propuesta de componentes eléctricos.
- Propuesta de arreglo de conexiones entre componentes.
- Propuesta de ubicación de componentes y forma del AUV.
- Dibujos desarrollados en Solid-Works de cada componente propuesto.

- Cotizaciones de cada componente.

Al mismo tiempo que se han dado a conocer los alcances del proyecto, es necesario dar a conocer de igual forma las limitaciones de este mismo, las cuales son:

- El proyecto quedara conceptualizado de manera teórica.

Dado que el tiempo para desarrollar el diseño es limitado, esto impide profundizar en el tema.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

AUV: es un robot autónomo que se desplaza bajo el agua. En aplicaciones militares, los vehículos autónomos submarinos son también conocidos como vehículos submarinos no tripulados (UUVs). Los AUV constituyen parte de un grupo más amplio de los sistemas submarinos conocidos como aviones no tripulados bajo el agua.



FIGURA 1 AUV

Sensor: los sensores son dispositivos capaces de medir magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, PH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Sensor de profundidad (barómetro): para conocer la posición del AUV una vez sumergido es necesario conocer la altitud del objeto con respecto al suelo, de aquí surge la necesidad de la utilización de un sensor de profundidad, el cual es una herramienta de navegación que se encarga de medir la profundidad a la que se encuentra el objeto con respecto a la superficie, tomando como referencia el nivel del mar.

El profundímetro que se propone utilizar es del fabricante APPLIED MEASUREMENTS LIMITED con modelo PI9930, el cual tiene la capacidad de censar hasta 20bar.

Altímetro: instrumento de medición que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado el objeto y un punto de referencia; habitualmente se

utiliza para conocer la altura sobre el nivel del mar de un punto u objeto. Existen 2 tipos de altímetros

- **Altímetro barométrico:** es el más común, su funcionamiento esta basado en la relación entre presión y altitud, la presión atmosféricas desciende con la altitud, aproximadamente, 1hPa por cada 27 pies (8,2 metros) de altitud. Toman como base de referencia el nivel del mar, pero su funcionamiento está condicionado a los cambios meteorológicos, por lo que un altímetro de cierta calidad debería permitir compensar las variaciones de presión provocadas por el clima. Estos altímetros tienen un funcionamiento irregular si el cambio de altitud es muy brusco, ya que tardan en responder y captar la presión atmosférica; tampoco funcionan bien si, por ejemplo, se realiza la ascensión en un coche con las ventanillas cerradas, ya que en el interior del coche con las ventanillas cerradas la presión será muy diferente a la del exterior.
- **Altímetro radioeléctrico:** Estos aparatos son pequeños radares que miden la distancia con respecto al suelo, este se usa sobre todo en bombas, aviones, submarinos, misiles, etc. El funcionamiento del altímetro radioeléctrico es diferente al del altímetro barométrico. Miden la distancia mediante la emisión de pulsos electromagnéticos y el registro del tiempo transcurrido desde la emisión del pulso, y la recepción del eco de retorno de la señal. Como las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz, el cálculo de la distancia es inmediato, teniendo en cuenta que el tiempo medido es doble y por tanto ha de dividirse entre 2.

Sonar de contorno: dispositivo electrónico que por medio de la emisión de una onda acústica en una frecuencia determinada, es capaz de recuperar una línea de contorno que corresponde a la forma de la superficie, una vez que se posee dicha línea es posible determinar aspectos básicos en la forma de la superficie.



FIGURA 2 Imagen obtenida del contorno de una superficie.

El rango de muestreo puede ir desde 360 °, en la FIGURA 2 Imagen obtenida del contorno de una superficie. FIGURA 2 se muestra una muestra tomada en el rango de 360° dentro de un túnel submarino.

Modem acústico: Un módem acústico se usa para transmitir datos bajo el agua, tanto como los módems telefónicos se utilizan para transmitir datos a través de líneas telefónicas. Un módem acústico convierte los datos digitales en señales acústicas especiales bajo el agua. Estas señales son recibidas por un segundo módem acústico y convertidas de nuevo en datos digitales.

Los módems acústicos se pueden utilizar para la telemetría de submarinos, ROV, mando de AUV, control, comunicaciones con buzos, control bajo el agua, registro de datos y otras aplicaciones que requieren comunicaciones inalámbricas bajo el agua.

Se propone la implementación de módems acústicos dado que una vez que el AUV a iniciado su misión es la única forma de comunicación que se puede tener con él, y de este modo conocer parámetros importantes como:

- Ubicación.
- Conocimiento de emergencias dentro del sistema.
- Monitoreo del estado del AUV en términos generales.

PC: una computadora es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información útil. Una computadora es una colección de circuitos integrados y otros componentes relacionados que puede ejecutar con exactitud, rapidez y de acuerdo a lo indicado por un usuario o automáticamente por otro programa, una

gran variedad de secuencias o rutinas de instrucciones que ordenadas organizadas y sistematizadas funciona en una amplia gama de aplicaciones prácticas .

Se requiere la implementación de una PC en el sistema de mando, dado que la recopilación de datos obtenidos por los sensores implementados requieren ser manipulados y esto se puede lograr con una programación la cual estará albergada en la PC y esta será la encargada de enviar las instrucciones a los actuadores.

Compass (brújula electrónica): instrumento de navegación para determinar la dirección con respecto a los polos de la tierra. Consiste en un puntero magnetizado (por lo general está marcado en el extremo norte) libre de alinearse con el campo magnético de la Tierra. La brújula ha mejorado enormemente la seguridad y la eficiencia de los viajes, especialmente los viajes oceánicos.

Girómetro La función principal del girómetro es medir la velocidad de rotación de un objeto en

Inclinómetro Para medir la inclinación, se mide el campo gravitatorio estático de la Tierra. Se conoce la aceleración en la tierra, que es de $9.8 \text{ m/s}^2 = 1g$. Si se cambia la inclinación (a lo largo del eje sensible de un acelerómetro) se cambia el vector de aceleración:

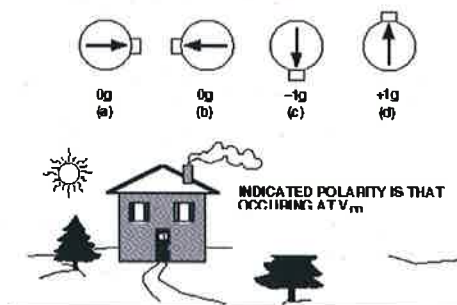


FIGURA 3 Dirección y magnitud del vector aceleración de la gravedad de un acelerómetro

Batería: Dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. Un conjunto de baterías o pilas (al menos dos) pueden ser conectadas en diferentes configuraciones como:

- **Conexión en paralelo:** Para obtener mayor amperios-hora (Ah) valoraciones, dos o más células se conectan en paralelo. La alternativa a la conexión en paralelo es utilizar una celda más grande. Esta opción no siempre está disponible debido a la selección de células limitada. Además, la célula de tamaños voluminosos no son óptimas en su implementación. La mayoría de las baterías independientemente de su química permiten la conexión en paralelo.

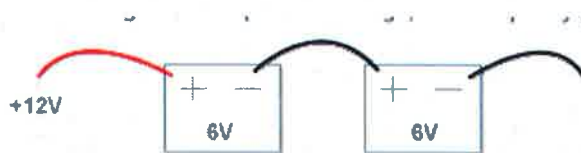


FIGURA 4 Conexión en paralelo de 2 baterías

Con la conexión en paralelo se mantiene la tensión y se aumenta la capacidad de corriente.

- **Conexión en serie:** Al conectar las baterías en serie, se están duplicando la tensión mientras la capacidad de corriente del arreglo es la misma que la de una batería sola.

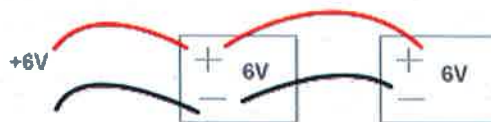


FIGURA 5 Conexión en serie de 2 baterías.

Micro-controlador: es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida). Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

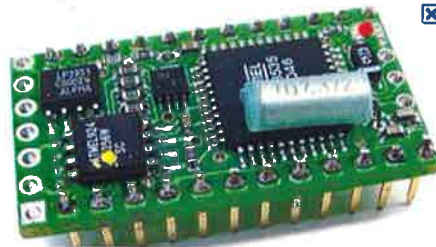


FIGURA 6 Microcontrolador de la marca MICROCHIP modelo PIC32MX

Tarjeta de adquisición de datos (DAQ): consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ) FIGURA 7.



FIGURA 7 DAQ modelo USB 6216

Servomotor: dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada.

Mientras la señal codificada se mantenga el servomotor mantendrá la posición angular del engranaje, cuando la señal codificada cambia la posición angular de los piñones cambia.

El funcionamiento de un servomotor consta en un motor y algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servomotor. Este potenciómetro permite a la circuitería de control supervisar el ángulo actual del servomotor, si el eje esta en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado, si el circuito determina que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto.



FIGURA 8 Servomotor desmontado.

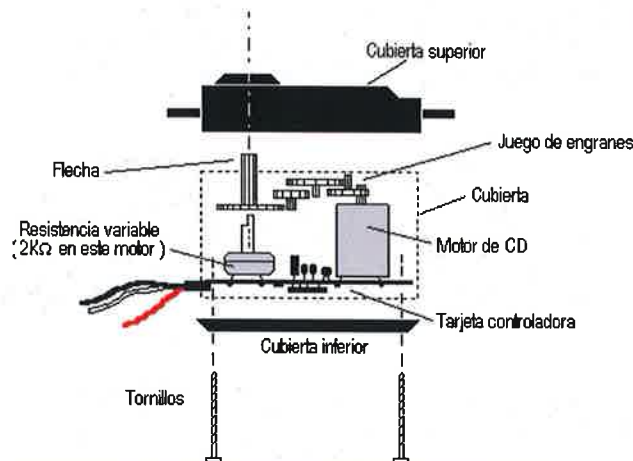


FIGURA 9 Diagrama de ubicación de componentes dentro del servomotor montado.

La cantidad de voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda

velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor correrá a una velocidad más lenta. A esto se le llama control proporcional.



FIGURA 10 Servomotor.

Ventajas del uso de servomotores:

- Poco peso
- Alta potencia (par de fuerza).
- Fiabilidad.
- Alta precisión.
- Resistentes a la vibración.
- Bajo consumo de energía.
- Versatilidad
- Bajo costo.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto tiene su inicio al finalizar el estudio del estado del arte, puesto que este otorga las bases para iniciar a conceptualizar nuestro AUV y dado que la conceptualización debe ser considerando la inversión económica más reducida, se realizó un análisis; del cual se obtuvieron las características necesarias para el funcionamiento correcto de un AUV.

Partiendo de la Tabla 1.4 se llevó a cabo el análisis y partiendo del parámetro más importante que es el objetivo final del AUV el cual será utilizado para “Inspección visual de tuberías”, los componentes de la Tabla 1.4 se ven reducidos en significancia

Sensores y componentes.	
1.	Altimetro
2.	Sensor de Temperatura
3.	Sensor de humedad.
4.	Sonar de contorno
5.	Profundímetro
6.	Cámara submarina
7.	Girómetro
8.	Inclinometro
9.	Compass
10.	Modem acústico
11.	Propulsores
12.	Baterías
13.	Localizador de emergencia
14.	Microcontrolador.
15.	Servomotores
16.	Unidad de procesamiento central.
17.	Tarjeta de adquisición de datos (DAQ)

Tabla 3.1 Componentes considerados para el AUV.

La tabla anterior muestra los componentes que serán considerados como partes esenciales del AUV.

3.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES.

Una vez establecidos los componentes necesarios para integrarse al AUV se llevo a cabo la búsqueda de varios componentes comerciales del mismo, para realizar la comparación y de este modo lograr hacer la mejor elección posible de componentes.

3.1.1 ALTÍMETRO.

Una vez que se encuentra sumergido el AUV es necesario conocer la distancia que existe entre el suelo marino y el AUV, el componente que realiza esta tarea se conoce como Altímetro.

El altímetro que se utilizará será un altímetro sónico, el cual mide distancia absoluta con respecto al suelo, mediante la emisión de pulsos sónicos y el registro del tiempo transcurrido desde la emisión del pulso, y la recepción del eco de retorno de la señal.

El altímetro que se selecciono fue el del fabricante TRITECH con modelo PA200, ya que al realizar la comparación con los otros encontrados, se considero que era el más apropiado para la aplicación. Enseguida se enlistan las razones principales para su elección:

- Dimensiones pequeñas.
- Consumo de corriente de 80mA este la cual es pequeña en comparación con los alternos encontrados. Parámetro que evidentemente es de gran importancia para la selección de componentes puesto que se requiere bajo consumo de corriente por componente para lograr optimizar el banco de baterías a utilizar.
- Protocolo de comunicación optimo para la aplicación a realizar.
- Posee un alto grado de precisión, en comparación con los otros ya que solo tiene una diferencia en precisión de $\pm 0.01\%$ diferencia poco significativa y permite centrar la elección en este parámetro.


Marca	Modelo	Frecuencia de operación	Resolución	Precisión	Alimentación	Consumo de corriente	Comunicación	Dimensiones (mm)
	PA200	200 KHz	1mm	0.03%	24VDC	80mA	RS232	Diámetro 47 Longitud 160

Tabla 3.2 Especificaciones de altímetro.



FIGURA 11 Altímetro

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.2 SENSOR DE TEMPERATURA.

Es necesario conocer diversos parámetros físicos una vez que el AUV ah sido sellado y ha iniciado su misión, uno de los parámetros que es importante monitorear es la temperatura, ya que por medio de este parámetro es posible determinar si existe algún componente que se esté sobrecalentando, por lo cual el sensor que se utiliza para medir dicho parámetro es el más común y de fácil implementación LM35.

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Puede medir temperaturas en el rango que abarca desde -55° a + 150°C. La salida es muy lineal y cada grado centígrado equivale a 10 mV en la salida.

Sus características más relevantes son:

- Precisión de ~1,5°C (peor caso), 0.5°C garantizados a 25°C.
- No linealidad de ~0,5°C (peor caso).
- Baja corriente de alimentación (60µA).
- Amplio rango de funcionamiento (desde -55° a + 150°C).
- Bajo costo.
- Baja impedancia de salida.
- Fácil implementación en sistemas de control.

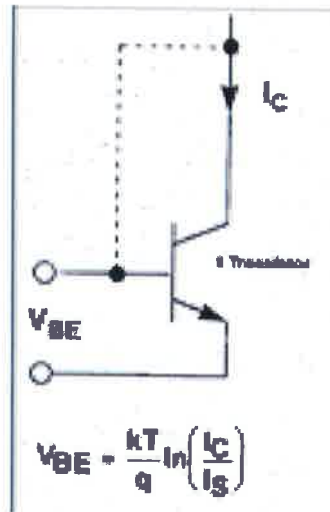


FIGURA 13 Diagrama eléctrico de LM35

Donde:

q = carga del electrón.

k = constante de Boltmann.

T = temperatura.

I_S = corriente de saturación.

De esta ecuación se desprende que, a corriente constante, la tensión varía a razón de - 2.2 mV por cada grado centígrado (°C). Pero además de la variación con T , mantiene una fuerte dependencia de I_S con la temperatura, lo que hace que no sea directamente utilizable debido a la compleja forma de dependencia con la temperatura. Si se toman N transistores idénticos al primero sobre los que se reparte igualmente la misma corriente I_C .

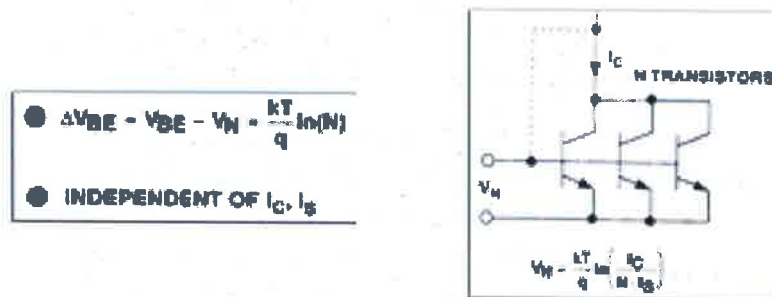


FIGURA 14 Principio de funcionamiento del LM35

Si se toma la diferencia de tensión entre ambos conjuntos, se tendrá una tensión proporcional a la temperatura absoluta pero sin tener dependencia alguna con I_{sat} .

De esta manera, puede construirse un circuito conteniendo $N+1$ transistores NPN, un espejo de corriente PNP y una resistencia estable con la temperatura, cuya corriente será proporcional a la temperatura absoluta, como lo será igualmente la caída de tensión sobre la resistencia R , la ecuación de la temperatura entre BE queda de la siguiente forma.

$$\Delta V_{BE} = V_{BE} - V_n = \frac{kT}{q} \ln \left[\frac{\left(\frac{I_c}{I_s} \right)}{\left(\frac{I_c}{N * I_s} \right)} \right] = \frac{kT}{q} \ln(N)$$

Ecuación 2

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.3 SENSOR DE HUMEDAD.

Existe otro parámetro importante que es necesario controlar y este es el de la humedad, la humedad es un fenómeno natural, que se presenta a nivel molecular y se encuentra básicamente relacionada con la cantidad de moléculas de agua presentes en una

determinada sustancia, la cual puede estar en estado sólido o gaseoso. Si bien el grado de concentración de agua en el ambiente, no influye mayormente sobre la vida normal de un ser humano (salvo en el confort), sabemos que sí resulta relevante para ciertos procesos, ya sean químicos, físicos o biológicos, por lo anterior y tomando conciencia de que el AUV está en contacto directamente con el agua y que en su interior contiene elementos electrónicos que no pueden ser expuestos a altos grados de humedad por el riesgo a la generación de conductividad o estar en contacto directo con el agua, lo cual arruinaría en su totalidad o significativamente algunos componentes del AUV, por ello se plantea el uso de un par de sensores de humedad de la marca LINPICCO con modelo A05 BASIC, el cual es un sensor capacitivo de humedad. Es un sensor de bajo costo y alta fidelidad.

Este sensor entrega un voltaje de 0.5V proporcional a la humedad 0% a 100% de humedad. Opera en rangos de temperatura de -25 a 85° C, se alimenta con un voltaje de 8 a 32volts. Su señal de salida es de 0 a 5V (0... 100% RH).

El principio de funcionamiento está basado en el cambio que sufre la capacidad (C en [Farad]) de un condensador al variar la constante dieléctrica del mismo. Si se utiliza la mezcla gaseosa como dieléctrico entre las placas del condensador, el valor de este estará determinado por:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Ecuación 3

Donde:

C , es el valor de la capacidad.

ϵ , es la constante dieléctrica.

A , el área de las placas del condensador.

D , la distancia entre las placas del condensador.

Enseguida se enlistan algunas de las ventajas al utilizar este sensor:

- Libre de calibración.
- Alta precisión.

- Dimensiones pequeñas
- Bajo costo.
- Mecánica robusta y fácil a integrar
- Rápida implementación.



FIGURA 15 Sensor de humedad.

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.4 SONAR DE CONTORNO.

El sonar que se eligió es del fabricante MARINE ELECTRONICS, con el modelo 1512 USB. El modelo 1512 Sonar proporciona el método para crear perfiles de los interiores de objetos sumergido en liquido o perforaciones

El equipo consta de una Unidad de escaneo submarino y una compacta unidad de interfaz USB.

Tiene como principales características:

- Exploración continúa en tiempo real con un escaneo de hasta 360° por segundo.
- Funciona en plataforma "Windows" su software de fácil uso, otorga una fácil, rápida y eficaz adquisición de imágenes para almacenamiento en disco duro.
- Seguimiento de doble precisión de las mediciones en la pantalla Interior.
- Sensores internos en Pitch y Roll

- Tamaño compacto.
- Fácil de implementar.

Las características por las cuales se decidió el uso de este sonar son:

- Fácil implementación.
- Capacidad de escaneo.
- Tamaño compacto.
- Resolución de 0.1°.

Frecuencia	Resolución	Rango mínimo de detección	Máxima profundidad	Alimentación	Dimensiones (mm)		Comunicación
					DIAMETRO	LONGITUD	
2MHZ	0.1°	125mm	150m	24VDC a 1A	50	178	USB 2.0

Tabla 3.3 Especificaciones de sonar de contorno



FIGURA 16 Sonar de contorno

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.5 PROFUNDÍMETRO.

Es necesario conocer el desplazamiento del AUV en el eje z la cual será medida por presión, ya que el descenso o ascenso en un fluido provoca una variación de presión sobre los objetos. El sensor de profundidad que se propone es el del fabricante APPLIED MEASUREMENTS LTD, con modelo PI9930 el cual soporta hasta una presión de 20bar, es necesaria la implementación de este sensor ya que sus mediciones nos proporcionarían la información correspondiente al desplazamiento en el eje Z del AUV.,

Las razones por las cuales se decidió utilizar este sensor son las siguientes:

- Excelente estabilidad y desempeño.
- Alta precisión de 0.1%.
- Tolerancia a altas temperaturas.
- Rango de medición.
- Salida analógica.
- Dimensiones pequeñas.

Precisión	Rango		Dimensiones (mm)		Comunicación.
	mínimo de detección	Alimentación	DIAMETRO	LONGITUD	
0.01%	125mm	24VDC a 10mA	25	150	Salida analógica

Tabla 3.4 Especificaciones de profundímetro



FIGURA 17 Profundímetro

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.6 CÁMARA SUBMARINA.

La cámara que se propone es del fabricante DEEPPSEA POWER&LIGTH MODELO 2060, que soporta una profundidad máxima de trabajo de 3000m y entrega imágenes en color, las razones por las que se eligió esta cámara son las siguientes:

- Dimensiones pequeñas.
- Rango de trabajo suficiente para la aplicación.
- Tiene integrada una lámpara, por lo que utilizando esta, no se requiere la implementación de ningún sistema de iluminación extra.

- Entrega video en señal analógica que puede ser codificada fácilmente por medio de un convertidor analógico-digital con salida de USB, por lo tanto otorga facilidad de acoplamiento a la PC de mando.
- Eficiencia y buen funcionamiento, esto se a comprobado ya que una cámara similar a sido utilizada en proyectos de CIDESI.
- No se requiere integrar tarjeta de video al equipo.

Rango de profundidad	Escaneo	Resolución	Numero de pixeles por imagen.	Alimentación	Dimensiones (cm)		Comunicación.
300m	77 deg. (H) x 59 deg. (V) x 98 deg. (D)	400+TV lines horizontal.	537 (H) x 505 (V) (EIA); 537 (H) x 595 (V) (CCIR)	24VDC a 110mA	DIAMETRO	4.74	Salida analógica
					LONGITUD	10.6	

Tabla 3.5 Especificaciones de cámara.



FIGURA 18 Cámara submarina

Por lo tanto dado que la salida de video es Analógica se requiere la implementación de un convertidor ANALOGICO-DIGITAL para lograr capturar las imágenes en la PC de mando, a continuación se muestra el convertidor propuesto para realizar dicha función.

Se propone utilizar un convertidor del fabricante USBGear, con número de parte USBG-VX1, este adaptador de VIDEO-USB funciona como interfaz para convertir la salida de video de fuentes analógicas a digital.



FIGURA 19 Convertidor de video

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.7 .GIRÓMETRO

Los girómetros, son dispositivos que miden la velocidad angular de giro de un objeto. Hay muchos tipos de girómetros con estructuras muy diversas y complejas, pero todos se basan en el mismo principio, en las propiedades inerciales.

Cuando se somete el giroscopio a un momento de fuerza que tiende a cambiar la orientación del eje de rotación su comportamiento es aparentemente paradójico ya que el eje de rotación, en lugar de cambiar de dirección como lo haría un cuerpo que no girase, cambia de orientación en una dirección perpendicular a la dirección "intuitiva". Basándose en este principio, los giroscopios son capaces de medir el ángulo de giro de un objeto.

El girómetro que se propone es del fabricante KVH Industries con modelo DSP-3000, el cual brinda ángulos de fase en los 3 ejes coordinados del sistema (roll, pitch, yaw), este sensor es de vital importancia para el sistema de localización y estado del AUV.



FIGURA 20 Girómetro,

El principio de funcionamiento del girómetro propuesto para este diseño conceptual parte del uso de la fibra óptica y el efecto SAGNAC, el cual consiste en la emisión de dos ondas de luz, (punto rojo y azul), las cuales recorren en direcciones opuestas el anillo formado por la fibra óptica en el cual pueden darse dos casos:

- Caso 1: el objeto está estacionario y por lo tanto el detector al final del sistema detecta al mismo tiempo ambas ondas de luz.
- Caso 2: el objeto tiene una velocidad angular y cada haz de luz es detectado en diferente tiempo.

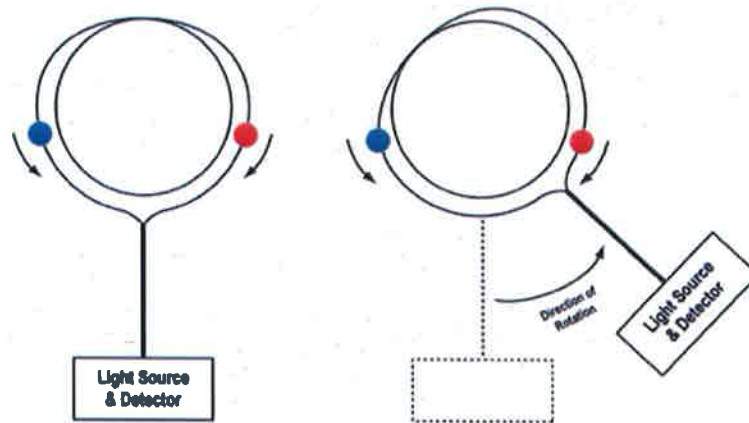


FIGURA 21 Principio de funcionamiento de girómetro.

Las principales ventajas de este girómetro con respecto a otros son:

- Dado que utiliza la emisión de luz para detección de giro, no utiliza ningún sistema mecánico que se pueda ir desgastando a cada detección.
- Alta durabilidad.
- No le afecta el campo magnético o estática generada por otros componentes.
- Alta precisión.
- Bajo mantenimiento.
- Resistente a errores causados por vibración.

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.8 INCLINÓMETRO

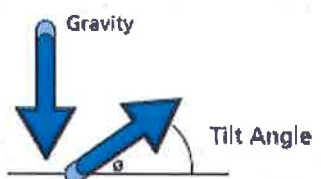
Se considera la implementación de un inclinómetro, con la finalidad de detectar el valor proporcional a la inclinación del AUV y de este modo asegurar la orientación correcta del prototipo, ya que este conserva su orientación de manera normal al campo magnético de la tierra.

El inclinómetro que se da como propuesta es el de la marca MEMSIC, el cual es un inclinómetro de estado sólido con modelo CXTA02 con una precisión de $<2^\circ$ y una salida analógica,

El funcionamiento del sensor está basado en la integración de un acelerómetro en ambos ejes de medición x, y (roll y pitch) los cuales otorgan inclinación en relación a la gravedad.

La respuesta del sensor depende de la magnitud de la gravedad en paralelo con el sensor, la salida del sensor es la tensión de offset más la respuesta de tensión proporcional a la cantidad de gravedad medida por el sensor, la cual es proporcional al seno del ángulo de inclinación detectado.

El ángulo de inclinación está dado por la siguiente ecuación:


$$\theta = \sin^{-1} \left[\frac{V_{out} (V) - \text{Zero Angle Voltage (V)}}{\text{Sensitivity (V/rad)}} \right]$$

Ecuación 4 Cálculo de ángulo de inclinación.



FIGURA 22 Inclinometro

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.9 COMPASS

Para determinar la dirección del AUV se requirió la implementación de una brújula electrónica (compass), el cual corresponde al modelo C100 Compass Engine de la marca KVH industries,

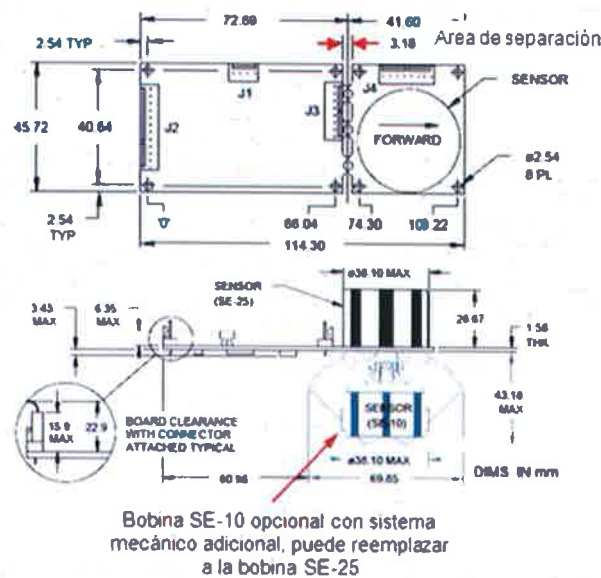


FIGURA 23 Plano y detalles de sensor C100 Compass Engine

El sensor consiste de un elemento sensor fluxgate toroidal separable y una pequeña tarjeta electrónica, como se muestra en la figura 20. El elemento sensor fluxgate es un núcleo anillado saturable, flota libremente en un fluido inerte dentro de un cilindro

Lexan. El propósito del anillo flotante es mantener el elemento de medición en forma horizontal con respecto a la tierra, la razón de esto es que existen núcleos montados de manera solida y al verse inclinados llegan a tener demasiados errores (hasta 3 grados de error por cada grado de inclinación). La cubierta Lexan está rodeada por corrientes que conducen eléctricamente a la bobina a la saturación. Los pulsos, cuya amplitud es proporcional a la medición de la componente horizontal del campo magnético de la tierra, son detectados por dos corrientes secundarias. El sensor fluxgate toma diez muestras del campo magnético de la tierra cada segundo. Cada medida consiste de treinta y dos muestras de ambos pulsos "X" y "Y" de las bobinas del sensor. Estas señales son convertidas a niveles de DC, digitalizadas, y mandadas al microprocesador, los cuales usan algoritmos del fabricante para trasladar las medidas a información de dirección extremadamente precisa. El sensor contiene un factor automático de compensación, para evitar desviaciones causadas por campos electromagnéticos en materiales ferro magnéticos. Cabe señalar que como el sensor C100 Compass Engine tiene compensación automática, responde de manera dinámica en locaciones donde se tiene campos electromagnéticos

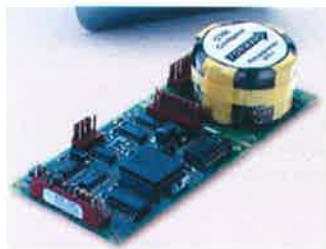


FIGURA 24 Compass C100 KVH

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.10 MODEM ACÚSTICO

Una vez que el AUV se ha sumergido, será imposible tener comunicación con él, por lo que es necesario encontrar un medio de comunicación con este para estar monitoreando cuestiones básicas de funcionamiento, emergencias del sistema, consumo de energía, posición, etc.

Para resolver dicha situación se propone la implementación de un MODEM ACUSTICO el cual tiene como aplicación principal la transmisión de datos a través del agua.

El funcionamiento de un modem acústico se basa en la conversión de datos digitales a señales acústicas en una frecuencia determinada las cuales viajan a través del agua y son captadas por otro modem en la superficie. La información transmitida puede ser observada al ser conectado el modem receptor a una PC, el modem que se propone corresponde al del fabricante LinkQuest, INC con modelo UWM2000 con las siguientes características:

- Modem de 2 vías con un protocolo de comunicación HALF-DUPLEX, contiene memoria interna para almacenamiento de datos, proporciona interfaz RS-232 a cualquier instrumento o PC.
- Contiene 900k bytes de buffer de entrada de datos. Esto es para asegurar que los datos de la línea RS-232 no se pierdan en el módem acústico en caso de que el canal de comunicación entre los dos módems se encuentra temporalmente degradado.



FIGURA 25 Modem acústico.

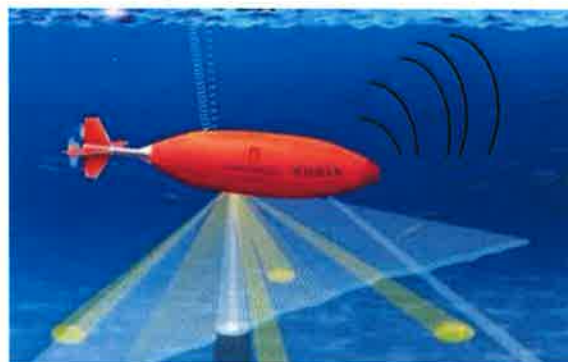


FIGURA 26 Esquema de onda acustica enviada por modem.

La imagen anterior ilustra la emisión de la onda acústica enviada por el modem que se encuentra dentro del AUV, la cual será recibida por un Modem acústico igual en la superficie.

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.11 MICRO CONTROLADOR

Una vez que se han seleccionado todos los componentes de posicionamiento, aun cuando este diseño conceptual no implica más que la propuesta de los componentes necesarios para la operación del AUV, es necesario contemplar la integración de un sistema que permita el monitorio y control en tiempo real de algunos parámetros; parámetros que son necesarios para el desarrollo posterior de la NAVEGACIÓN INERCIAL del AUV, por ello se propone la implementación del PIC-32MX, del fabricante MICROCHIP, el cual ofrece muchas ventajas con respecto a otros microcontroladores anteriormente contemplados

La principal ventaja que presento este micro controlador fue la capacidad que tiene en memoria flash la cual puede ser hasta de 512Kb y la memoria de datos que puede ser de hasta 32Kb, los cuales son parámetros importantes ya que al contener más capacidad en estos dos parámetros es posible realizar una programación más extensa sin necesidad de recurrir a funciones complejas del micro controlador.



FIGURA 27 PIC32MX 64 PINES

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.12 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Una vez propuestos los componentes de control necesarios para la operación del AUV, es evidente que hay muchos sensores que entregan señales analógicas por lo cual es necesario realizar el acoplamiento de señales, es decir realizar el cambio de señales analógicas a señales digitales para de este modo lograr la interpretación y toma de decisiones de otros componentes en base a las señales otorgadas por dichos sensores.

Para lo cual se propone el uso de una Tarjeta de adquisición de datos de la marca National Instruments modelo USB-6216, la cual proporciona 16 entradas analógicas y 16 entradas digitales, entre otras capacidades.



FIGURA 28 NI-DAC USB-6216

NI USB-6216

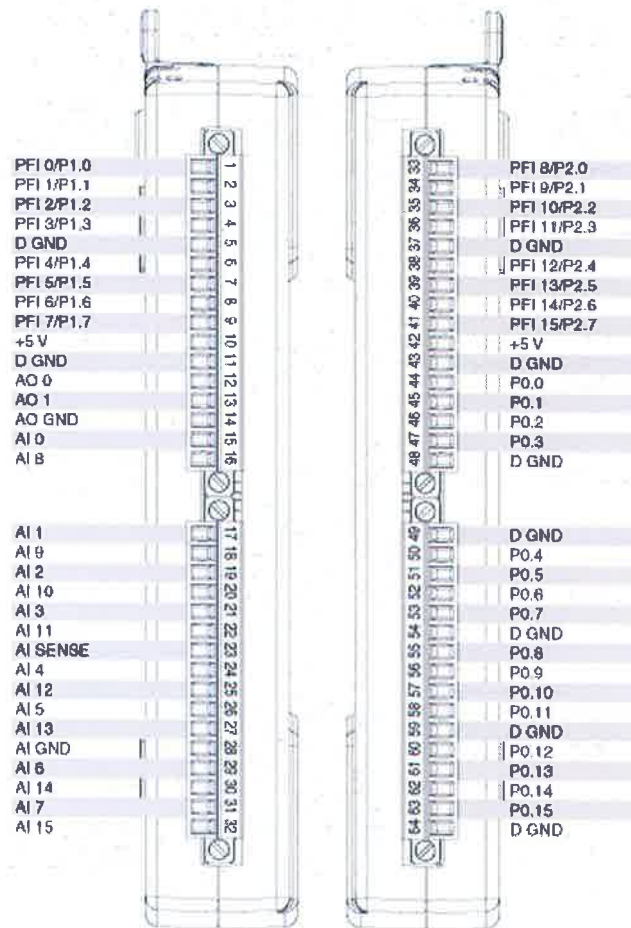


FIGURA 29 Pines de la DAQ

Enseguida se muestra la relación de componentes que otorgan salidas analógicas:

Componente	Cantidad	Salida
LM35	2	Analógica
Sensor de humedad	2	Analógica
Inclinometro	1	Analógica
Profundimetro	1	Analógica
Compass	1	Analógica
Altímetro	1	Analógica
Girómetro	2	Analógica

Tabla 3.6 Componentes con salida analógica

En base a la relación anterior se proporciona un diagrama de conexiones correspondiente a la NI-DAC USB6216.

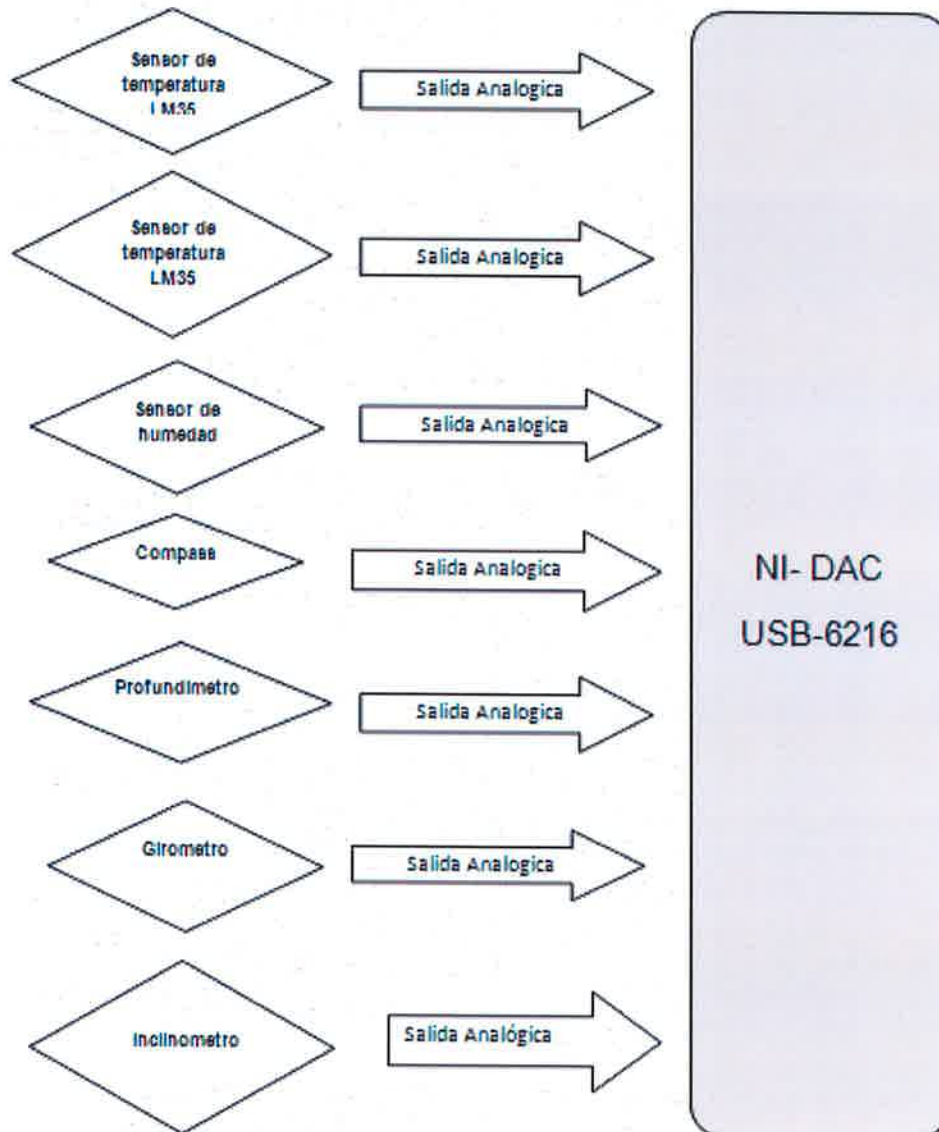


FIGURA 30 Conexiones a NI-DAC USB 6216

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.13 PC

Una vez determinado como se acondicionarían las señales analógicas, es necesario pensar en una computadora de mando ya que la mayoría de las lecturas de los sensores y demás componentes es necesario registrarlas y realizar su transmisión a tierra por medio del sonar acústico, para conocer el estado del AUV

La computadora que se propone utilizar es una computadora industrial pequeña pero con la capacidad necesaria para la aplicación, la cual es del fabricante COMPULAB con modelo FIT-PC2I con procesador Intel's Atom Z530 a 1.6 Ghz, con capacidad en disco duro de 160GB, 4 puertos USB, 1 puesto RS232, con compatibilidad para trabajar con sistema operativo Windows XP, Windows 7 y Linux.



FIGURA 31 Fit-PC2i

PROCESSOR	HARDDISK	USB 2.0 PORT	RS232 PORT	ETHERNET PORT	POWER CONSUMPTION	DIMENSIONS	SYSTEM COMPABILITY
Intel's Atom Z530 @ 1.6 GHz	160GB	4	1	2	12V supply, 6W	115 x 101 x 27mm	Windows XP, Windows 7 and Linux

Tabla 3.7 Características de PC

Enseguida se muestra el diagrama de conexiones propuesto para la PC

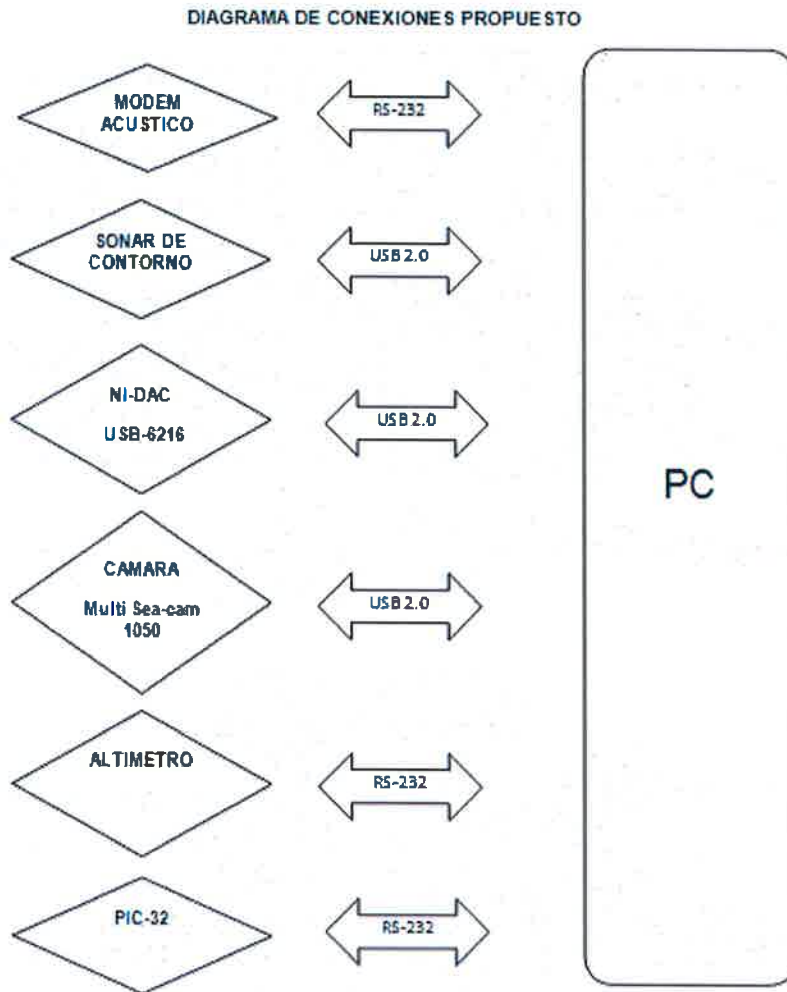


FIGURA 32 Conexiones a PC

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.14 PROPULSOR

Para proporcionar movimiento al AUV se utilizará un propulsor del fabricante TECNADYNE modelo 260, con una propulsión de 3.6kg hacia delante y 2.7 kg en reversa, que requiere voltaje de alimentación de 24 a 28v, este deberá ser controlado a través de una de las salidas de la DAQ NI-USB 6216, con un voltaje ± 5 volts que es el encargado de dar las señales de control para la dirección y velocidad del propulsor.



FIGURA 33 Propulsor

La señal de control entra a la tarjeta ISO-4 al mismo tiempo que esta entrega en sus 4 canales un voltaje aislado de +12 volts, el cual debe de ser implementado como protección para los demás componentes y para la propia protección del propulsor.



FIGURA 34 Tarjeta de control ISO-4

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.1.15 LOCALIZADOR DE EMERGENCIA.

Es preciso pensar en los peores panoramas para el desempeño del AUV uno de los cuales considerados para este diseño conceptual es el caso en el que el AUV se quede sin batería durante su misión o que se atore en alguna red estas situaciones podrían evitar que se tenga comunicación con el robot y esto podría implicar la pérdida del AUV por completo, por lo anterior se considera la propuesta de implementar un sistema localizador de emergencia, el cual evidentemente tendrá que poseer una fuente de alimentación propia.

Por lo anterior se propone el uso de un "Location Beacon" (localizador de emergencia), de la marca RJE con modelo ULB-350, el cual consiste en la emisión de un pulso acústico que será emitido en una frecuencia programable entre 9 o 45kHz y con una periodicidad de 1 pulso por segundo y un ancho de 10 ms, este localizador tiene su propia fuente de alimentación la cual consta en una batería 9 Volts, El localizador cuenta con suficiente potencia para que funcione perfectamente durante 20 días o 40 días, dependiendo la química de la batería utilizada, el rango máximo de profundidad al cual puede trabajar el localizador es de 1,216m.



FIGURA 35 Localizador de emergencia ULB-350

Al implementar este sistema de localización es necesario el sistema de recepción que será utilizado para la recepción de dicho pulso, por lo tanto el que se propone utilizar es el que corresponde al modelo DPR-275 este receptor es capaz de detectar cualquier pulso acústico que opere entre las frecuencias 5 y 80Khz, el cual puede funcionar al sumergirlo hasta 200m en el agua.



FIGURA 36 Receptor de pulsos

Las hojas de datos del componente aquí propuesto se proporciona en el ANEXO A.

3.2 BANCO DE BATERÍAS.

Una vez que se han propuesto todos los componentes a utilizar es necesario determinar el banco de baterías el cual será el encargado de alimentar toda la circuitería que será incluida dentro del AUV, se debe de establecer como premisa principal que las baterías a utilizar deben ser recargables .

El desempeño de una batería depende totalmente de la química de esta por lo que enseguida se mencionan los tipos de materiales para baterías comercialmente utilizadas:

- Baterías ácidas y alcalinas de óxido de manganeso.
- Baterías de níquel-cadmio recargable.
 - Ofrecen un mejor rendimiento, pero tienen un precio demasiado elevado.
 - El electrolito que utilizan es un alcalino. Tienen un bajo coeficiente de auto descarga, la carga ronda el 80%.
- Baterías de plomo ácido.
 - Bajo costo.
- Baterías de oxido de mercurio.

Es posible realizar una comparación entre baterías simplemente basándose en su composición.

3.2.1 TERMINOLOGÍA

Existe una terminología básica que describe las características principales de las baterías recargables y a su vez las denota como un grupo independiente de las baterías convencionales. A continuación se definen los términos de mayor relevancia.

- Batería – Dos o más celdas interconectadas mediante un arreglo adecuado serie/paralelo para proporcionar el voltaje de operación y el nivel de corriente requeridos. En la práctica común, la palabra “batería” se aplica también a las celdas individuales.

- Capacidad – Número total de amperes-hora que pueden extraerse de una celda/batería totalmente cargada bajo las condiciones especificadas de descarga.
- Celda – Unidad electroquímica básica usada para generar o almacenar energía eléctrica.
- Carga nominal – Corriente de carga o descarga, en amperes, expresada en múltiplos de la capacidad nominal, por ejemplo, una corriente de descarga de C/10 para una celda de capacidad nominal de 1.5 Ah es: 1.5 Ah/10, o 15 mA.
- Ciclo de vida – Es el número de ciclos disponibles en una batería recargable antes de que deje de proporcionar los criterios de comportamiento especificados.
- Energía – Capacidad de salida de una celda/batería, por lo común expresada en watt-hora.
- Densidad de energía. Relación de la energía disponible en una celda/batería con respecto a su volumen (Wh/L) o peso (Wh/kg).
- Memoria/Efecto memoria – Fenómeno que reduce la capacidad de las baterías con cargas incompletas. Se produce cuando se carga una batería sin haber sido descargada totalmente: se crean unos cristales en el interior de estas baterías, a causa de una reacción química al calentarse la batería.
- Batería primaria – Es una batería no recargable o convencional.
- Batería secundaria – Es una batería recargable.
- Auto descarga – Es la pérdida de capacidad de una celda/batería durante su almacenamiento debida a la acción de la química interna.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS RECARGABLES.

Aunque la densidad de energía se considera primordial, otros atributos importantes son la vida de servicio, las características de carga, los requerimientos de mantenimiento, los costos de auto descarga y la seguridad.

❖ Níquel-Cadmio

Desarrollada en 1899 por el sueco Waldmir Jungner. En el ámbito de las baterías recargables la batería de níquel-cadmio fue la primera en tener un tamaño lo suficientemente pequeño como para considerarse práctico y se convirtió en un estándar

de comparación para las otras químicas de baterías. Debido a lo anterior cuenta con diseños ya bien desarrollados pero con densidades de energía moderadas. La química níquel-cadmio es aplicada donde la vida de servicio prolongada, la tasa de descarga alta y los rangos de temperatura amplios son importantes.

A diferencia de otras químicas, el níquel-cadmio es la única batería que tiene su funcionamiento óptimo en condiciones de trabajo rigurosas. Algunas de sus aplicaciones son los radios de dos vías, equipo biomédico y herramientas de potencia. Sus principales desventajas es que presenta efecto memoria, contiene metales tóxicos y tiene una tasa elevada de auto descarga

❖ **.Plomo-Ácido**

La química de plomo-ácido es la de mayor tiempo de existencia. Inventada por el físico francés Gaston Planté en 1859, fue la primera batería recargable de uso comercial. Es la química más económica para aplicaciones de gran potencia donde el peso no es una variable de importancia. Aún hoy en día es la opción preferida para aplicaciones tales como automóviles, sillas de ruedas y sistemas de energía no interrumpibles.

Ventajas:

- Barata y de fácil manufactura.
- Diseño maduro.
- Su nivel de auto descarga es el menor entre todas las químicas de baterías.
- No tiene efecto memoria.

Desventajas:

- Baja densidad de energía.
- Sólo permite un número limitado de ciclos de descarga completos.
- Su contenido de plomo la hace tóxica.

❖ **Níquel-Metal-Hidruro (NiMH)**

Desarrollada en la década de los 70s y perfeccionada en los 80s, surgió como medio de almacenamiento de hidrogeno para las baterías de níquel-hidrógeno. El NiMH es una química que tiene una mayor densidad de energía comparada con la química de níquel-cadmio (30 a 40% mayor) a expensas de un número limitado de ciclos de vida (limitado a un rango de 200-300 ciclos). Algunas de las aplicaciones típicas de esta química son

los teléfonos móviles y las laptops. El NiMH es considerado como el paso previo hacia los sistemas basados en litio y una de sus principales ventajas es que no contiene metales tóxicos. También presenta efecto de memoria aunque menor al existente en el níquel-cadmio.

❖ Ion-litio

El litio es el metal más ligero, tiene un gran potencial electromecánico y proporciona la mayor densidad de energía por peso. Los primeros intentos para desarrollar baterías recargables basadas en litio fallaron debido a problemas relacionados con la seguridad de su manejo. Pero la sensibilidad inherente del litio metálico, en especial durante la carga, inclinó los trabajos de investigación hacia baterías de litio no metálico mediante la aplicación de iones de litio.

Aunque los trabajos con litio comenzaron en 1912, la primera batería comercial de ion-litio fue comercializada por Sony hasta 1991. El sistema de baterías ion litio es el de crecimiento más rápido, ofrece una gran densidad de energía y bajo peso. Requiere de circuitos de protección para limitar el voltaje y la corriente por cuestiones de seguridad. Las aplicaciones que suelen utilizar baterías de esta química son los celulares y las laptops. Existen versiones de alta corriente para herramientas de potencia y dispositivos médicos.

La densidad de energía del ion-litio duplica la del níquel-cadmio, con potenciales inclusive superiores. El alto voltaje de celda de 3.6 volts permite diseños de baterías con una sola celda.

Ventajas:

- Baja tasa de auto descarga.
- Alta densidad de energía.
- Bajo mantenimiento.
- Celdas especiales pueden proveer elevadas corrientes para herramientas de potencia.
- No tiene efecto memoria.

Desventajas:

- Requiere circuitos de protección para mantener los niveles de corriente y

voltaje en rangos seguros

- Manufactura de costo elevado, 40% más cara que la del níquel cadmio.
- Se enfrenta a restricciones de transporte.

❖ **Polímero de Litio**

Este tipo de química se diferencia de los sistemas de baterías convencionales en el tipo de electrolito que utiliza. El diseño original, data de la década de los 70s, y utilizaba como electrolito un polímero sólido seco.

El diseño de polímero seco ofrecía algunas ventajas como un proceso de fabricación sencillo, seguridad elevada y una geometría muy delgada. Desafortunadamente, este polímero poseía de una conductividad muy limitada. Esta limitante fue resuelta con la aplicación de un polímero en forma de gel.

Ventajas:

- Bajo perfil (muy delgadas) y por lo tanto ligera.
- Fabricación flexible a muchas geometrías.
- Alto nivel de seguridad.

Desventajas:

- Densidad de energía ligeramente menor a las químicas de ion-litio convencionales.
- Costo elevado de manufactura.
- Tamaños no estándares.
- Mayor relación costo-energía que el ion-litio.

Con base en la teoría del apartado anterior, información de fuentes bibliográficas y datos de baterías comerciales, se generó la siguiente tabla. Esta tabla muestra una comparación entre las características de las químicas de baterías recargables más comunes. Los datos se basan en capacidades promedio. La química de ion-litio se divide en tres versiones: la tradicional basada en cobalto que es comúnmente utilizada en los teléfonos celulares, cámaras y laptops; la basada en manganeso (spinel) utilizada en aplicaciones de gran potencia y la más reciente basada en fosfato que compite con la spinel. No se enlista la química de polímero de ion-litio como un sistema

separado, ya que su construcción se realiza de la misma forma que la de ion-litio con base de cobalto.

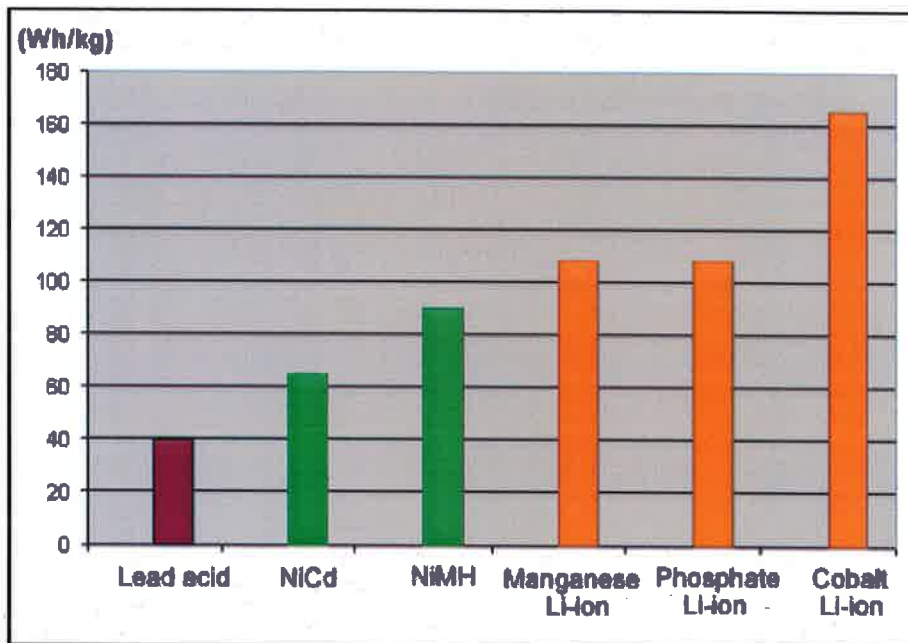


FIGURA 37 Gráfica comparativa entre baterías recargables comunes:

	Níquel-Cadmio	Níquel-Metal-Hidruro	Plomo-Ácido (sellada)	Ion-Litio (cobalto)	Ion-Litio (manganeso)	Ion-Litio (fosfato)	
Densidad de energía gravimétrica (Wh/kg)	45-80	60-120	30-50	150-190	100-135	90-120	
Resistencia interna (mΩ)	100 a 200 ¹ (paquete de 6V)	200 a 300 ¹ (paquete de 6V)	<100 ¹ paquete de 12V	150-300 ¹ por paquete 100-130 por celda	25-75 ² por celda	25-50 ² por celda	
Ciclos de vida (hasta 80% de la capacidad nominal)	1500 ²	300 a 500 ^{3,4}	200 a 300 ³	300 a 500 ³	Mayor a 300-500 ⁴	>1000 en condiciones de laboratorio	
Tiempo de carga rápida (horas)	1 típica	2 a 4	8 a 16	1.5 a 3	1 o menos	1 o menos	
Tolerancia a la sobrecarga	moderada	baja	alta	baja: no puede tolerar carga lenta			
Auto descarga / mes	20% ⁶	30% ⁶	5%	<10% ⁶			
Voltaje de celda (V)	Nominal	1.25 ⁷	1.25 ⁷	2	3.6 3.7 ⁸	3.6 3.8 ⁸	3.3
	Pico	20 C	5 C	5 C ⁸	< 3 C	> 30 C	> 30 C
Corriente de carga	Mejor resultado 1 C	0.5 C o menor	0.2 C	1 C o menor	10 C o menor	10 C o menor	
Temperatura de operación ¹⁰ (descarga solamente)	- 40 a 60 ° C	- 20 a 60 ° C	- 20 a 60 ° C	- 20 a 60 ° C			
Requerimientos de mantenimiento (periodicidad)	30 a 60 días	60 a 90 días	3 a 6 meses ¹¹	No requerido			
Seguridad	Térmicamente estable, se recomienda usar fusibles	Térmicamente estable, se recomienda usar fusibles	Térmicamente estable	Circuito de protección obligatorio, estable hasta 150° C	Circuito de protección recomendado, estable hasta 250° C	Circuito de protección recomendado, estable hasta 250° C	
Usada comercialmente desde	1950	1990	1970	1991	1996	2006	
Toxicidad	Altamente tóxica, nociva al ambiente	De toxicidad relativamente baja, debe reciclarse	Plomo tóxico y ácido, nociva al ambiente	Baja toxicidad, puede ser desechada en cantidades pequeñas			
Efecto memoria	Elevado	Moderado	No tiene				

Tabla 3.8 Comparación de características entre baterías recargables comunes.

1. La resistencia interna de un paquete varía con la capacidad en mAh, alambrado y número de celdas. El circuito de protección de Ion-Litio agrega aproximadamente 100 mW.
2. Con base en un tamaño de celda 18650. El tamaño de la celda y su diseño determinan la resistencia interna. Las celdas de mayor tamaño tienen una impedancia menor a 15mL.

3. El número de ciclos de vida se determina tomando en cuenta que la batería es sometida al mantenimiento adecuado. El no aplicar periódicamente ciclos de descarga completos puede reducir el número total de ciclos de vida por un factor de tres.
4. El número de ciclos de vida se basa en la profundidad de descarga. Las descargas someras proporcionan más ciclos que las descargas profundas.
5. La auto descarga es mayor inmediatamente después de la carga, y a continuación, disminuye. La pérdida de capacidad del níquel-cadmio es 10% menor en las primeras 24 horas, después declina alrededor del 10% cada treinta días. Las temperaturas elevadas incrementan la auto descarga.
6. Por lo común los circuitos internos de protección consumen 3% de la energía almacenada por mes.
7. El voltaje nominal tradicional es 1.25 V; es más comúnmente aplicado el voltaje de 1.2 V para armonizar con la batería de ion-litio (3 celdas en serie de 1.2 V).
8. El ion-litio por lo común tiene la capacidad de entregar voltajes mayores a los 3.6 nominales. Con base en el voltaje promedio con carga.
9. Capaz de soportar pulsos de alta corriente; necesita tiempo de recuperación.
10. Solamente aplica al tiempo de descarga; el rango de temperatura de carga es más limitado. Proporciona menor capacidad a temperaturas menores.
11. El mantenimiento puede ser de la forma de carga de "igualamiento" o de "relleno" para prevenir la sulfatación.

La comparación realizada entre las características principales de la química de baterías recargables comunes muestra que la química que brinda mejor rendimiento es la de litio con base cobalto, tal es el caso de la de polímero de litio. Sin embargo, a pesar de sus características superiores, su nivel de desarrollo aun es inferior al que presentan las químicas de litio con base de manganeso y fosfato. Por lo tanto a partir de lo anterior se

puede concluir que las baterías con química de ion litio son las que otorgaran mejor rendimiento y desempeño para el banco de baterías del AUV, ya que el nivel de desarrollo de las baterías de ion litio permite seleccionar modelos comerciales, de baterías acorde a las necesidades de la aplicación en cuestión.

3.2.3 CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS DE LAS BATERÍAS RECARGABLES PARA EL AUV.

Dado que el AUV operara en un ambiente con condiciones un tanto extremas, y se pretende un nivel de autonomía elevado, no será posible realizar inspecciones frecuentes a las baterías seleccionadas. Por lo tanto es deseable que las baterías de ion litio seleccionadas cuenten con las siguientes características:

- Alta capacidad. Para facilitar el diseño de un banco de baterías que proporcione alto nivel de autonomía.
- Diseño sellado. Para evitar derrames de las sustancias químicas en casos de condiciones de falla.
- Alto nivel de seguridad. Que cuenten con los circuitos de protección mínimos.
- Diseños de grado industrial o militar. Diseños robustos que tengan la capacidad de soportar movimientos bruscos, temperaturas extremas, impactos moderados, etc.

3.2.4 MARCAS FABRICANTES DE BATERÍAS RECARGABLES DE ION-LITIO.

Con base en las características antes mencionadas, se procedió a buscar marcas de baterías de ion-litio. La búsqueda arrojó marcas con base en Estados Unidos, Inglaterra y China principalmente. Las marcas de origen Chino se descartaron por la escasa información técnica publicada de ellas y la nula evidencia de su aplicación. Las marcas de origen inglés, aunque si publican información técnica suficiente de sus productos,

presentan características inferiores a las marcas de Estados Unidos, además de tener el inconveniente de que los costos de su importación serían mayores.

Las marcas de Estados Unidos seleccionadas como potenciales propuestas de baterías son las siguientes:

- Ultralife
- Valence Technology, Inc.
- Saft

Modelos de baterías marca Ultralife considerados.

Las baterías de ion-litio marca Ultralife son del tipo prismáticas (rectangulares y cilíndricas) con base de dióxido de manganeso-litio y son diseñadas principalmente para equipo electrónico de aplicaciones militares e industriales. Poseen una alta densidad de energía, ciclo de vida elevado y no presentan efecto memoria. Operan en un amplio rango de temperaturas, por lo que son ideales para equipo que operan en condiciones extremas. A continuación se muestran algunos modelos de baterías recargables de la marca evaluados.



FIGURA 38 Ultralife modelo UBBL-09



FIGURA 39 Aspecto de baterías Ultralife modelo UBI 2590 Y UNI-2590 SMBUS

Modelos de baterías marca Valence Technology considerados.

Valence Technology desarrolla baterías de ion-litio con base de fosfato, lo cual se traduce en un alto nivel de seguridad y un excelente nivel de ciclo de vida. Esta marca desarrolla baterías para aplicaciones de grado industrial y militar.

A continuación se muestran los modelos de baterías recargables de la marca Valence Technology evaluados.



FIGURA 40 Aspecto de baterías Valence Technology modelos U1-12XP, U24-12XP.



FIGURA 41 Batería modelo U27-12XP

Modelo d batería marca Saft considerado.

Saft desarrolla baterías de ion-litio con base de cobalto para una gran gama de potencias, además de circuitos de protección y circuitos de monitoreo. Las baterías son desarrolladas para una gran gama de aplicaciones, dentro de las que se destacan los AUVs, robótica en general, aplicaciones de grado militar e industrial y vehículos aeroespaciales.

A continuación se muestran el modelo de batería recargable de la marca Saft evaluado



FIGURA 42 Batería Saft modelo 7s2p MP176065 BLF.

Con base en lo anterior realizada, se generó un resumen de las características principales de cada una de las baterías indicadas en el apartado anterior y que permite realizar comparaciones directas entre los modelos de diferentes marcas. Estas baterías se consideran elegibles para formar el banco de baterías que hará la función de fuente de energía del AUV.

Marca	Modelo	Química	Voltaje Nominal (V)	Capacidad (Ah)	Energía Específica (Wh/kg)	Peso (kg)	Energía (Wh)
Valence Technology	U1-12XP	Lithium-Phosphate	12.8	40	79	6.1	110
	U27-12XP			128	89	19.5	124
Ultralife	UBBL-09	Lithium-ion	24	9.2	142	1.44	204.48
	UBI-2590		15	12	120	1.44	172.8
	UBI-2591 SMBUS		33	6.8	143	1.44	205.92
Saft	7s2p MP 176065 BLF	Lithium-ion	26.25	14	167.05	2.2	367.5

Tabla 3.9 Resumen de baterías recargables.

Del cuadro anterior destacan los modelos de la marca Ultralife por el bajo peso y dimensiones que maneja, ya que para la propuesta el peso es de vital importancia.

3.2.5 CRITERIOS DE DISEÑO DEL BANCO DE BATERÍAS A PROPONER.

Los criterios establecidos para seleccionar la configuración del banco de baterías preliminar son los siguientes:

1. Si las baterías tienen valores de energía, peso y dimensiones elevados, el banco de baterías será formado sólo por una batería.
2. Para baterías de peso moderado y niveles de energía medios, la configuración del banco de baterías consistirá de más de una batería, siendo el número máximo de baterías limitado por el peso límite, dimensiones y los parámetros eléctricos resultantes.
3. Por el momento se considera tener niveles de voltaje para suministrar energía a las distintas cargas del sistema robotizado: 12v y 24v. Por lo tanto, el banco de baterías debe entregar alguno de los valores de voltaje considerados o un valor

muy cercano. Los dos valores de voltaje faltantes se obtendrán con convertidores de CD-CD.



FIGURA 43 Convertidor CD-CD

4. El primer objetivo es obtener un nivel de energía similar o superior al valor de referencia, con base en el número total de baterías por banco.
5. Una vez determinados los bancos de baterías que tienen niveles energéticos similares o superiores al valor de referencia, se procede a proponer distintas conexiones internas del banco de baterías.

Para poder elegir el modelo de batería que será propuesto para ser integrado en el banco de batería es necesario analizar el valor de voltaje que requiere cada componente.

Componente	Cantidad	ALIMENTACION (V)		Consumo de corriente (A)	Consumo de potencia (W)	Potencia total (W)	
		Rango	Voltaje a utilizar			Unitario	Total
Modem acustico	1	12-24	24	0.0333	0.8	0.8	0.8
Sonar de contorno	1	12	12	1	14	14	14
Computadora	1	12	12	0.5	6	6	6
Girometro	1	5	5	0.6	3	15	15
Compass	1	8-18	12	0.04	0.72	0.72	0.72
Profundimetro	1	13-32	24	0.01	0.32	0.32	0.32
Inclinometro	1	6-30	24	0.004	0.83	0.83	0.83
Altimetro	1	24	24	0.08	1.92	1.92	1.92
Pic32-XXX	1	2.5-3.6	3	0.2	0.72	0.72	0.72
Lm35 Temperatura	2	4-30	3	0.01	0.3	0.3	0.6
Linnpicco Humedad	2	8-32	24	0.003	0.096	0.096	0.192
Dac	1	5.25	n/a	0.0016	0.084	0.084	0.084
Propulsor	1	24-28	24	2	144	144	144
Camara	1	11-30	24	0.11	3.3	3.3	3.3
Servomotor	4	4.8-6	5	0.7	3.5	3.5	14
TOTALES	20	N/A	N/A	5.2919	179.59	N/A	202.486

Tabla 3.10 Consumo de energía de componentes propuestos

De la tabla anterior se puede observar que el voltaje propuesto a utilizar para los componentes que tienen rango desde 8 hasta 32 volts se han seleccionado como voltaje de operación el de 24volts esto por optimización del banco de baterías y también para asegurar el bajo consumo de corriente, pues como se sabe a mas voltaje menos consumo de corriente otra razón por la cual es adecuado el establecer este valor como voltaje principal es que ningún componente requiere una alimentación más elevada. Ya establecido este parámetro se puede iniciar a proponer tipos de conexiones y cantidad de baterías a utilizar, de antemano hasta este punto se ha decidido que las baterías más aptas para implementar sería alguna de la marca ULTRALIFE por la simple razón de que su peso es el de menor magnitud en comparación con las otras analizadas. Dado que el voltaje máximo de alimentación es de 24v y de las baterías analizadas de esta marca solo la batería con modelo UBBL-09 puede ser utilizada en configuración de

24 o 12 volts como voltaje nominal esta será la considerada para establecer el banco de baterías a proponer.

Modelo	Voltaje nominal (V)	Capacidad (Ah)	Energía específica (Wh/kg)	Arreglo propuesto (numero de baterías)	Energía Wh del arreglo	Peso (kg)	
						Unitario	Arreglo
UBBL09	24	9.2	142	4	817.92	1.44	5.76

Tabla 3.11 Características del arreglo propuesto

Como se puede observar en la Tabla 3.11 anterior se propone el uso de 4 baterías del modelo UBBL09, ya que con esta cantidad de baterías se obtiene 4 veces el consumo total potencia de los componentes propuestos. Una vez determinado la cantidad exacta de baterías a utilizar para el banco de baterías del AUV es necesario establecer qué tipo de conexión existirá entre ellas.

Modelo	Voltaje nominal (V)	Capacidad (Ah)	Tipo de conexión.	Voltaje Resultante (V)	Capacidad nominal del arreglo (Ah)
UBBL09	24	9.2	4p	24	36.8
	24	9.2	2s2p	48	18.4
	24	9.2	4s	72	9.2

Tabla 3.12 Conexiones entre baterías.

De la Tabla 3.12 se puede observar que al realizar los diferentes tipos de conexiones con la batería propuesta se aumenta ya sea voltaje o la capacidad nominal del arreglo. Y tomando en cuenta que no se requiere aumentar el voltaje suministrado por las baterías, sin embargo si es viable y optimo el aumentar la capacidad de estas, por lo tanto se puede concluir que la mejor propuesta para el banco de baterías sera la siguiente:

- A base de 4 baterías de la marca ULTRALIFE con modelo UBBL-09 y una conexión entre ella en paralelo el cual proporcionará.
 - Energía total de 817.92 Wh
 - Voltaje de salida de 24V
 - Corriente máxima de descarga de 24 A.
 - 4 batería en paralelo.

3.2.6 CONVERTIDORES CD-CD.

Aun cuando la mayoría de los componentes requieren alimentación de 24 volts hay algunos que no, por lo que se requieren convertidores de CD-CD para ajustar el voltaje de las baterías al voltaje de operación del componente.

Componente	Nivel de voltaje (VCD)	Potencia (W)	Corriente (A)
Sonar de contorno	12	14	1
Computadora	12	6	0.5
Girómetro	5	3	0.6
Compass	12	0.72	0.04
Pic32-XXX	3	0.72	0.2
Lm35	3	0.3	0.01
Servomotores	5	3.5	0.7

Tabla 3.13 Resumen de voltaje y cargas correspondientes.

Nivel de voltaje (VCD)	Potencia (W)	Cantidad	Consumo en (A)	Voltaje de entrada (VCD)	Voltaje de salida	Corriente entregada (A)	Marca
12	20	2	1.5	24	12	2.1	Eta-power
±5	6.5	2	1.3	24	5	2	Eta-power
±12	n/a	2	n/a	24	±12	0.45	Eta-power
±5	6.5	2	1.3	24	5	2	Eta-power
3	1.1	1	0.21	24	3	.0025	MORNSUN

Tabla 3.14 de convertidores.

Estos son los convertidores que se propone utilizar se agregan un par convertidores de ±12 y ±5v para componentes futuros que se puedan implementar al AUV.

Las hojas de datos de los componentes aquí propuestos se proporcionan en el ANEXO A.

3.3 PROPUESTA DE DISEÑO MECÁNICO.

Para llevar a cabo un diseño mecánico a mayor detalle del AUV se requiere más tiempo del otorgado para la realización de este diseño conceptual, razón por la cual en este punto del diseño conceptual solo se contempla la propuesta del diseño del AUV, es decir proponer la forma más adecuada que podría tener el AUV.

La propuesta será un poco superficial ya que para dar una justificación precisa sobre la forma que será más apropiada para el AUV se requiere el estudio más afondo de la Hidrodinámica esto por mencionar alguna rama de la cual se debe hacer uso para justificar adecuadamente la forma de un objeto para uso submarino.

Es posible realizar una propuesta de forma para el AUV ya que el estudio del estado del arte dejo entrever que la mayoría de los AUVs comerciales que existen hoy en día aparte de compartir el uso de componentes eléctricos similares, también muchos de ellos comparten el diseño exterior pues la forma más común entre AUVs es la forma de torpedo y esto debido a que esta forma reduce significativamente el arrastre hidrodinámico, aun cuando no es muy optimo para la navegación en superficie ya que el oleaje le afecta mucho hablando en términos de estabilidad y arrastre, pero esta última condición no nos afectara puesto que el AUV trabajará bajo el agua.

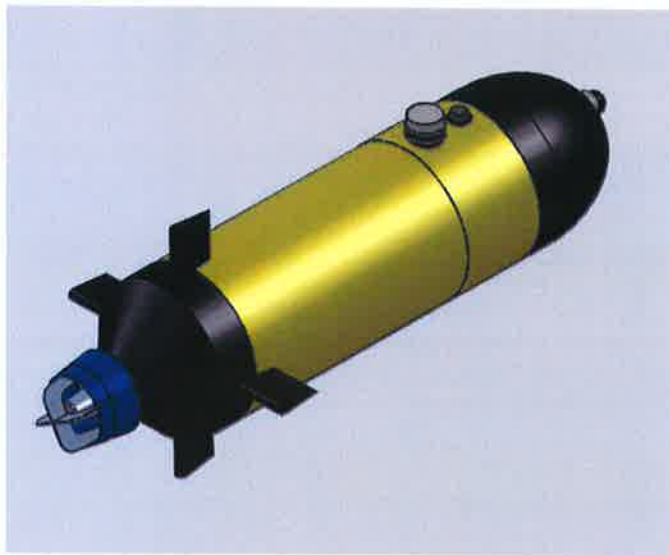


FIGURA 44 AUV con forma de torpedo.

3.3.1 DIRECCIONAMIENTO DE AUV.

Ya propuesta la forma del AUV se debe proponer un sistema de direccionamiento es decir, un sistema mecánico que proporcione la propulsión y por otro lado un subsistema con el cual se le otorgue dirección al AUV.

Para satisfacer los requisitos anteriormente descritos, el sistema mecánico encargado de otorgar propulsión al AUV será un propulsor Tecnadyne precedentemente descrito

hasta este punto se ha cubierto solo un requerimiento de los 2 anteriormente descritos. El siguiente requisito a cubrir es el de proponer el sistema con cual se realizará el control de dirección.

El sistema propuesto para resolver este requisito será un juego de 4 aletas las cuales obtendrán movimiento mediante 4 servomotores que estarán perfectamente acoplados a ellas los cuales serán controlador por medio de señales de control.

Los servomotores propuestos son los del fabricante HOBIBICO con modelo HCAM0308 CS-150 los cuales pueden ser alimentados desde 4.8v hasta 6v y otorgan un torque de 12 a 14 kg.cm.



FIGURA 45 Servomotor HCAM0308 CS-150

El mecanismo preliminar para la propulsión y dirección quedando de la siguiente forma.

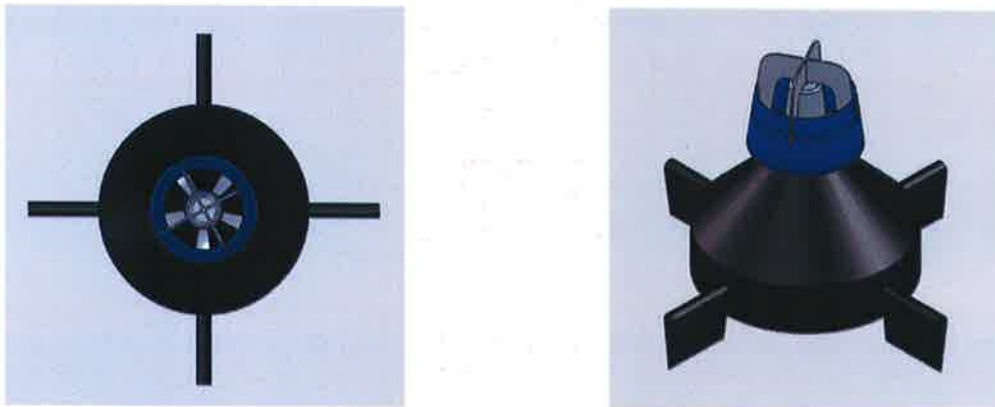


FIGURA 46 Sistema de propulsión y dirección propuesto.

3.3.2 HERMETICIDAD DEL AUV

En esta propuesta de diseño mecánico como se comentó anteriormente no es posible detallar, establecer y justificar adecuadamente los componentes aquí propuestos. De la misma manera surge el problema de la hermeticidad puesto que el AUV estará en contacto directo con el agua no es posible permitir el paso de agua a su interior, ya que esto tendría como consecuencia el colapso total del sistema, para resolver este punto se propone el uso de sellos herméticos comúnmente conocidos como O-RINGS de la marca PARKER.



FIGURA 47 O-ring básico

Se propone el uso de O-RINGS por sus ventajas mecánicas las cuales son:

- Sellan en un amplio rango de presión y temperatura.
- Bajo o nulo mantenimiento.
- Requieren poco espacio para ser utilizados.
- Bajos en peso.
- La falla del sello es gradual y fácilmente de identificar.
- Reemplazo rápido.
- Bajo costo.
- Alta eficiencia.

Para llevar a cabo la elección correcta de los O-RINGS a utilizar se requiere de algunos cálculos, por razones de tiempo del trabajo aquí no se propone alguno en particular,

enseguida se proporciona una tabla con los diferentes tipos de O-RINGS la cual incluye propiedades y sus aplicaciones más comunes.

Comparison of Properties of Commonly Used Elastomers
(P = Poor - F = Fair - G = Good - E = Excellent)

Elastomer Type (Polymer)	Parker Compound Prefix Letter	Abrasion Resistance	Acid Resistance	Chemical Resistance	Cold Resistance	Dynamic Properties	Electrical Properties	Flame Resistance	Heat Resistance	Impenmeability	Oil Resistance	Ozone Resistance	Set Resistance	Tear Resistance	Tensile Strength	Water/Steam Resistance	Weather Resistance
AFLAS (TFE/Prop)	V	GE	E	E	P	G	E	E	E	G	E	E	PF	PF	FG	GE	E
Butadiene		E	FG	FG	G	F	G	P	F	F	P	P	G	GE	E	FG	F
Butyl	B	FG	G	E	G	F	G	P	G	E	P	GE	FG	G	G	G	GE
Chlorinated Polyethylene		G	F	FG	PF	G	G	GE	G	G	FG	E	F	FG	G	F	E
Chlorosulfonated Polyethylene		G	G	E	FG	F	F	G	G	G	F	E	F	G	F	F	E
Epichlorohydrin	Y	G	FG	G	GE	G	F	FG	FG	GE	E	E	PF	G	G	F	E
Ethylene Acrylic	A	F	F	FG	G	F	F	P	E	E	F	E	G	F	G	PF	E
Ethylene Propylene	E	GE	G	E	GE	GE	G	P	G	G	P	E	GE	GE	GE	E	E
Fluorocarbon	V	G	E	E	PF	GE	F	E	E	G	E	E	E	F	GE	F	E
Fluorosilicone	L	P	FG	E	GE	P	E	G	E	P	G	E	G	P	F	F	E
Isoprene		E	FG	FG	G	F	G	P	F	F	P	P	G	GE	E	FG	F
Natural Rubber		E	FG	FG	G	E	G	P	F	F	P	P	G	GE	E	FG	F
Neoprene	C	G	FG	FG	FG	F	F	G	G	G	FG	GE	F	FG	G	F	E
HNBR	N, K	G	E	FG	G	GE	F	P	E	G	E	G	GE	FG	E	E	G
Nitrile or Buna N	N	G	F	FG	G	GE	F	P	G	G	E	P	GE	FG	GE	FG	F
Perfluorinated Fluoroelastomer	V, F	P	E	E	PF	F	E	E	E	G	E	E	G	PF	FG	GE	E
Polyacrylate	A	G	P	P	P	F	F	P	E	E	E	E	F	FG	F	P	E
Polysulfide		P	P	G	G	F	F	P	P	E	E	E	P	P	F	F	E
Polyurethane	P	E	P	FG	G	E	FG	P	F	G	G	E	F	GE	E	P	E
SBR or Buna S		G	F	FG	G	G	G	P	FG	F	P	P	G	FG	GE	FG	F
Silicone	S	P	FG	GE	E	P	E	F	E	P	FG	E	GE	P	P	F	E

Tabla 3.15 Comparación entre O-rings, sus propiedades y usos mas comunes.

En el anexo B se muestra el HANDBOOK de O-Rings marca PARKER.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4. ARQUITECTURA ELECTRÓNICA.

Una vez que se realizó la propuesta para los componentes electrónicos a utilizar para el desarrollo de un AUV de bajo costo, se llevó a cabo la propuesta de arquitectura electrónica la cual tendrá.

- Banco de baterías
- Conjunto de sensores
- PC
- Modem acústico.

Enseguida se exponen los diagramas propuestos para la arquitectura electrónica.

4.1.1 BANCO DE BATERÍAS

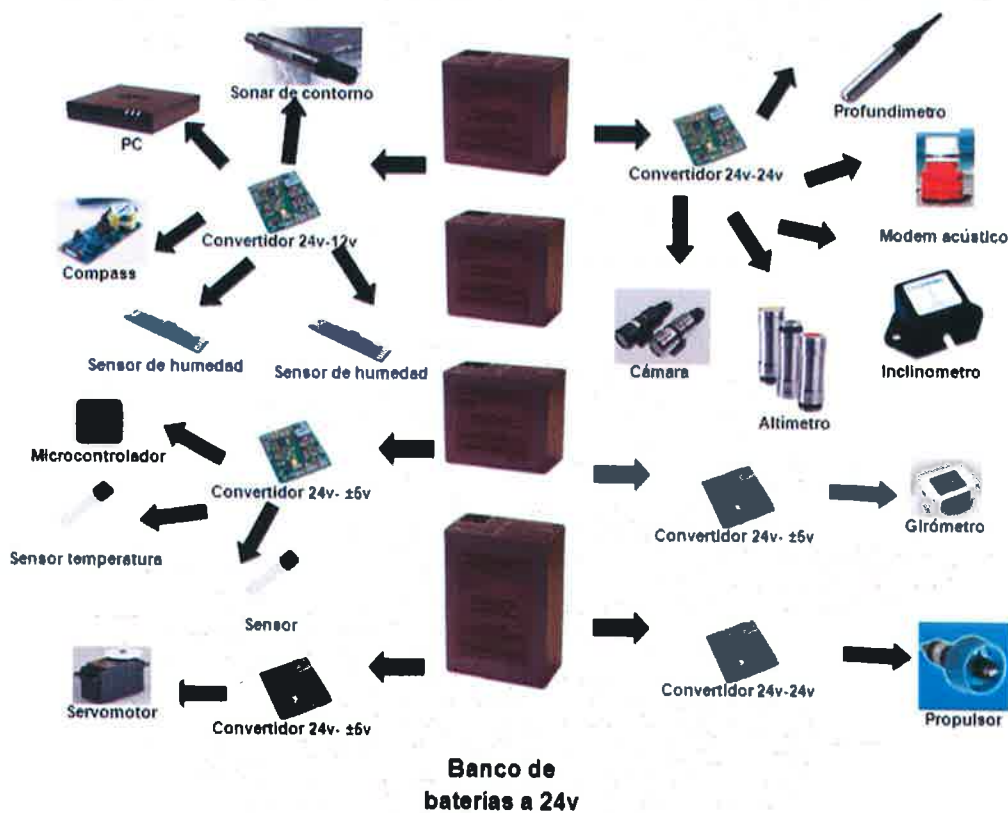


FIGURA 48 Arquitectura de banco de baterías

4.1.2 CONEXIONES A LA DAQ

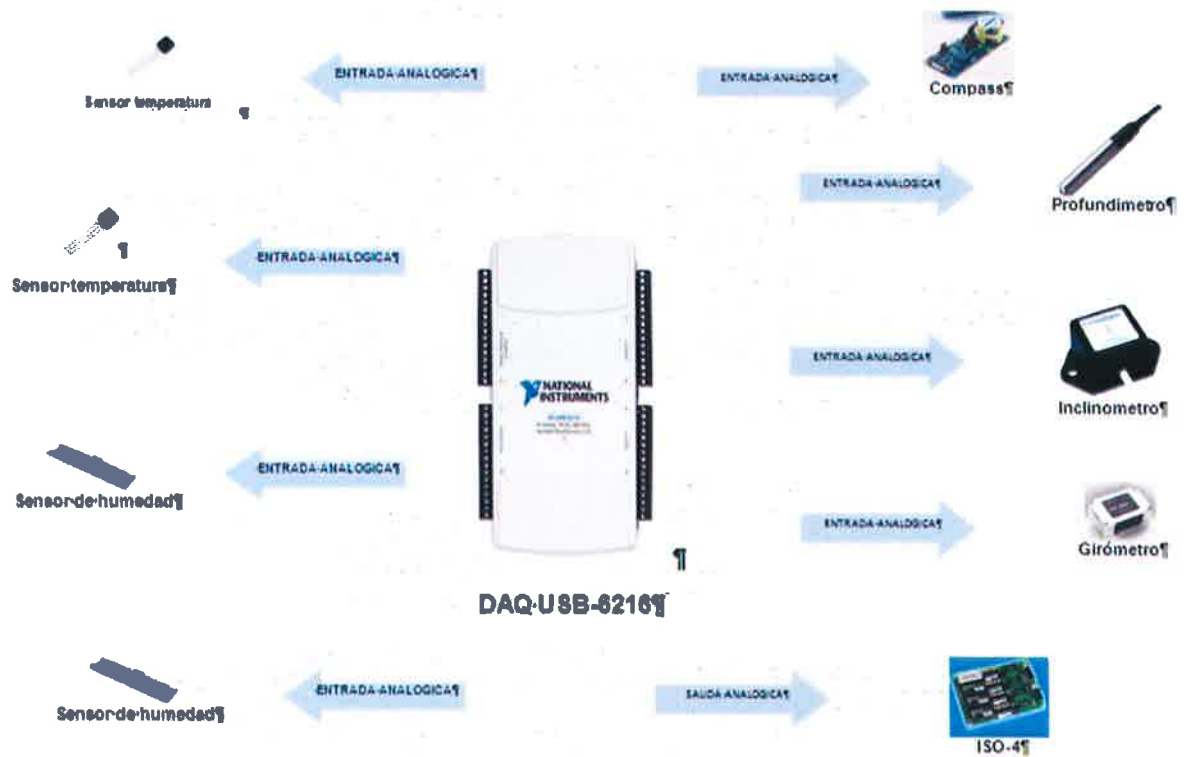


FIGURA 49 Conexiones a Tarjeta de adquisición de datos.

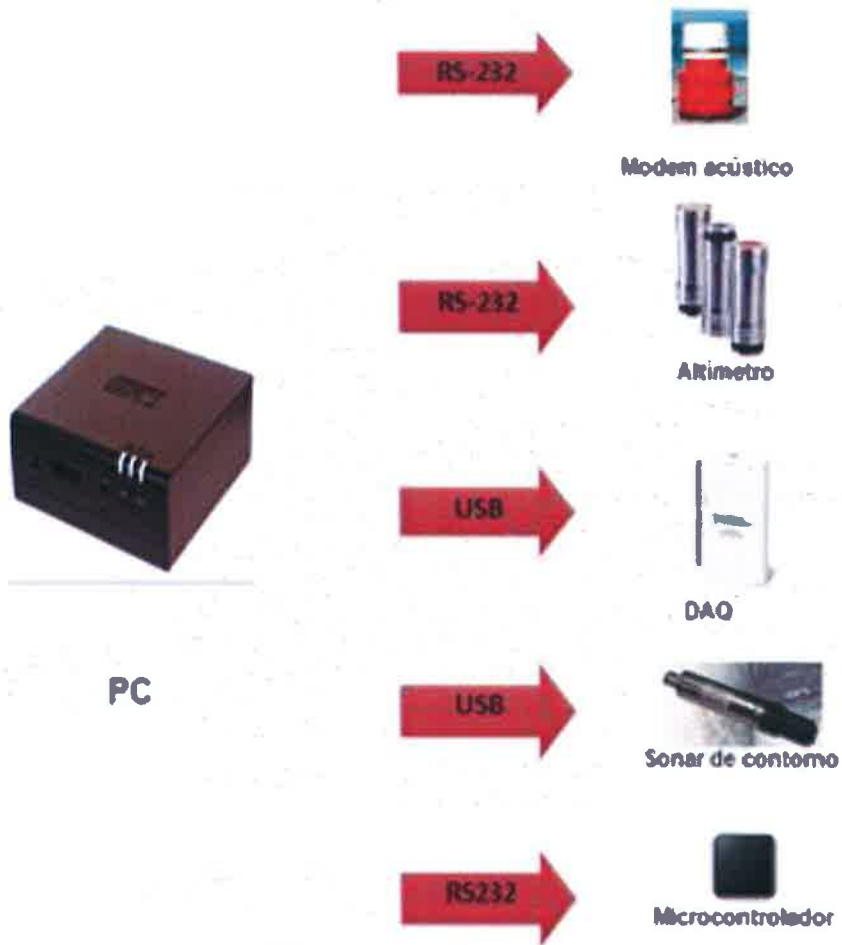


FIGURA 50 Conexiones a PC

4.1.3 ARQUITECTURA ELECTRÓNICA PROPUESTA

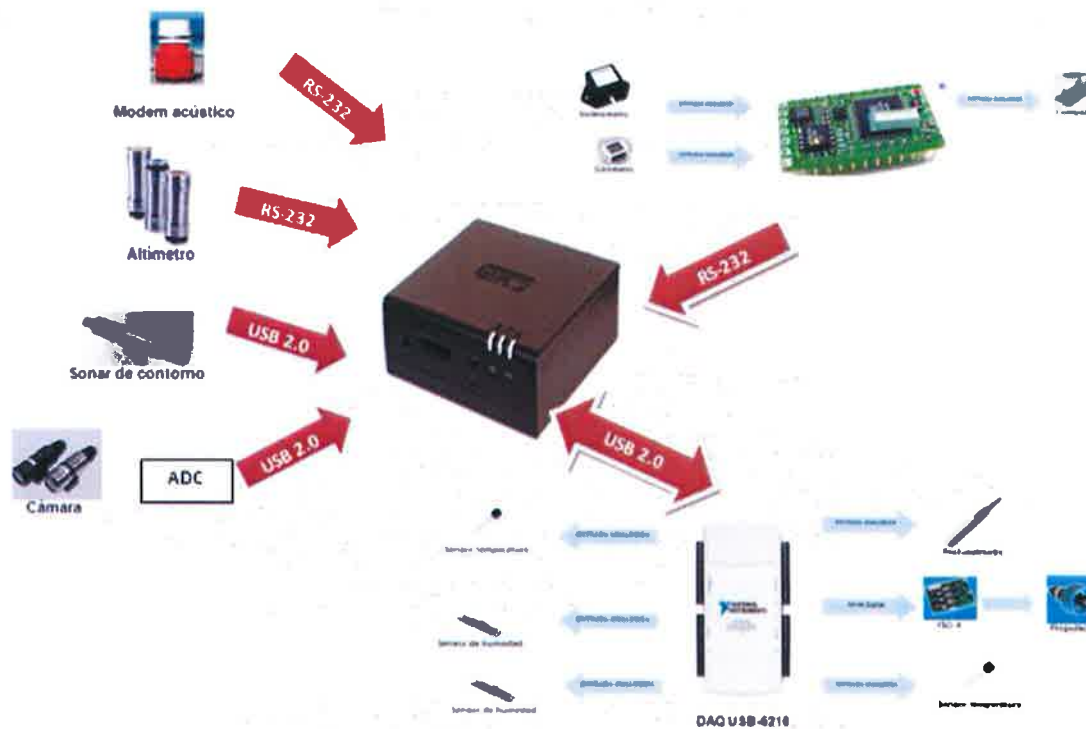


FIGURA 51 Conexiones a FITPC.

4.1.4 COSTO APROXIMADO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS.

Uno de los objetivos finales de este diseño conceptual es el llevar a cabo una aproximación en el costo de los componentes que se proponen para formar parte de nuestro AUV. Por lo que enseguida se muestra la cotización en dólares americanos correspondiente a los componentes electrónicos ya descritos.

COSTO TOTAL APROXIMADO POR ELECTRONICA		
COMPONENTE	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Sonar de contorno	1	\$21,320.27
Altimetro	1	\$3,621.51
Propulsor	1	\$4,099.70
Modem acustico	2	\$17,094.00
NI-DAC-6216	1	\$2,110.80
Sensor de humedad	2	\$193.91
Compass	1	\$884.70
Inclinometro	1	\$5,465.00
Girometro	1	\$5,110.30
Profundimetro	1	\$536.94
PIC-32	1	\$15.00
Receptor de pulsos acústicos	1	\$5,265.00
PC	1	\$723.69
LM35	2	\$3.56
Camara	1	\$2,581.65
Servomotores	4	\$228.29
Baterias	4	\$11,980.00
Convertidores	5	\$1,500.00
TOTAL		\$82,734.32

Tabla 4.1 Costo aproximado en dólares americanos.

En la Tabla 4.1 se muestra la inversión aproximada necesaria para adquirir la electrónica aquí presentada como elementos esenciales para el funcionamiento del AUV a desarrollar, esta inversión esta mostrada en dólares con una cantidad de **\$82,734.32** lo cual tomando un tipo de cambio de \$13.00 MN por dólar este costo aproximado en pesos ascendería a un monto de **\$1,080,876.52 MN**.

Las cotizaciones por separado de los componentes aquí mencionados se muestran en el ANEXO C.

4.2 DISEÑO MECÁNICO

El diseño mecánico consistió en realizar la propuesta en la forma y tamaño que será apto para el AUV al mismo tiempo que se debe de realizar el diseño preliminar en Solid-Works, el cual a continuación se muestra.



FIGURA 52 Vista isométrica AUV.

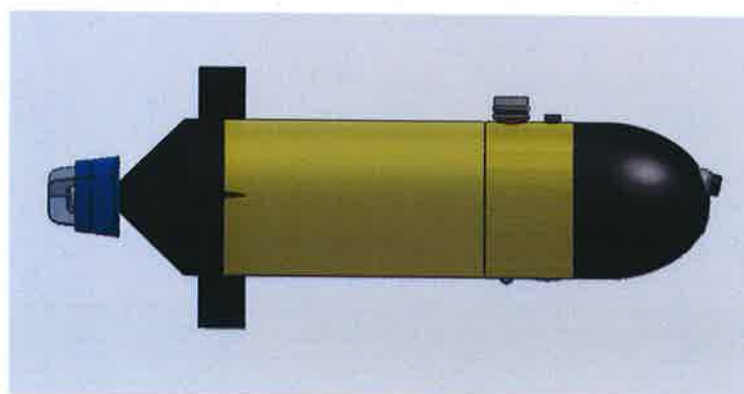


FIGURA 53 Vista lateral derecha de AUV.

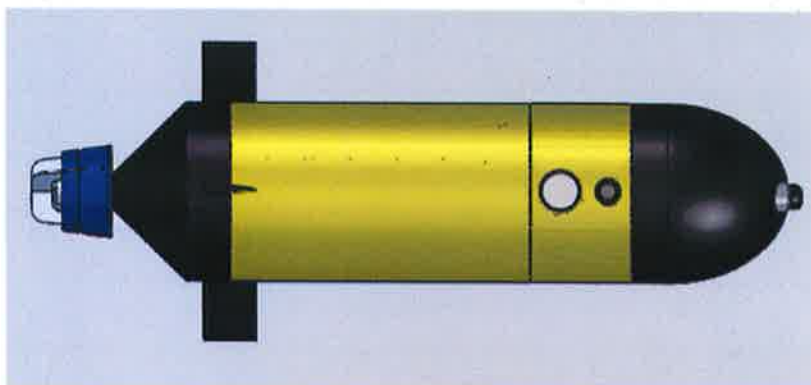


FIGURA 54 Vista superior de AUV.



FIGURA 55 Vista trasera de AUV.

El diámetro propuesto para este diseño es de 30cm con una longitud aproximada de 1 metro con 20 cm, el material que se propone utilizar para la fabricación de este AUV :

1. Para el cuerpo que mide aproximadamente 67 cm, realizarlo con ALUMINIO 6061, se pensó la posibilidad de realizarlo con algún tubo que cumpliera con las medidas. La limitante para esta idea fue que las medidas que se necesitan no son comerciales, se plantea la posibilidad de realizar el rolado de una lamina de este material con un espesor de 0.5cm.



FIGURA 56 Cuerpo del AUV.

2. Para el casco y la parte posterior del AUV se propone que se fabrique con NYLOMAQ "SL" por sus buenas propiedades mecánicas, rigidez, dureza, tenacidad bajo coeficiente de fricción, resistencia al desgaste y facilidad de maquinado.



FIGURA 57 Vistas de la cola del AUV, con el propulsor y los alerones de dirección.

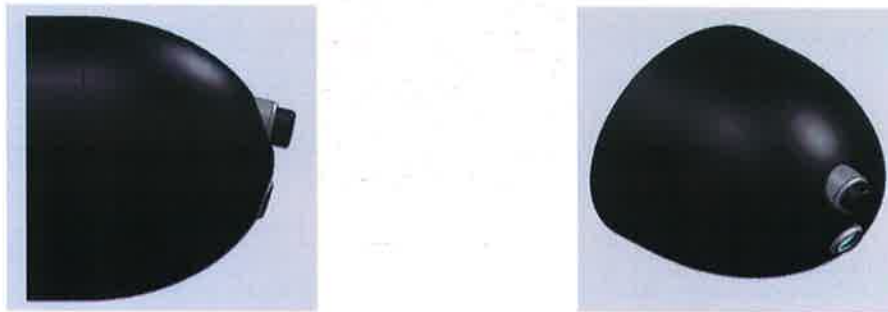


FIGURA 58 Vistas del casco del AUV con la cámara y el sonar de contorno.

El costo aproximado del material para la fabricación de estos componentes es:

MATERIAL	DIMENSIONES		COSTO
Lamina de aluminio 6061	Largo	1.5m	\$3500
	Ancho	1m	
	Espesor	0.5cm	
Nylomaq "SL"	Diámetro	40cm	\$2500
	Longitud	50cm	
TOTAL			\$6000

Tabla 4.2 Costo aproximado en dolares americano por material para fabricación.

El costo aproximado por material para fabricación del AUV será de \$6000 dólares lo cual tomando un tipo de cambio de \$13.00 MN por dólar este costo aproximado en pesos ascendería a un monto de **\$78,862.13 MXN**.

Las cotizaciones por separado del material para fabricación se muestra en el ANEXO C.

4.2.1 COSTO TOTAL APROXIMADO

Anteriormente se presentaron los costos aproximados por material electrónico y material para fabricación, a estos costos es necesario agregar el costo por horas de ingeniería.

CONCEPTO	COSTO
Componentes electrónicos	\$82,734.52
Horas de ingeniería por diseño electrónico	\$ 15,369.59
TOTAL	\$98,104.11

Tabla 4.3 Costo total aproximado en dólares americanos, por concepto de electrónica.

CONCEPTO	COSTO
Material para fabricación	\$7000
Horas de ingeniería por diseño mecánico	\$30,730.53
TOTAL	\$37730.53

Tabla 4.4 Costo total aproximado en dólares americanos, por concepto de diseño mecánico.

CONCEPTO	COSTO
Diseño electrónico	\$98,104.11
Diseño mecánico	\$37,730.53
Pruebas y ajustes	\$30,730.53
TOTAL	\$166,565.17

Tabla 4.5 Costo total aproximado en dólares americanos por fabricación de AUV.

Por lo que el costo total en pesos mexicanos por la fabricación y desarrollo del AUV asciende a \$ 2,191,191.32 MXN.

4.2.2 UBICACIÓN DE COMPONENTES

En base a la forma y tamaño anteriormente designado se procedió a realizar un preliminar de los componentes que conformaran el AUV, cabe mencionar que este arreglo es básicamente ilustrativo ya que para el acomodo final se requiere hacer el cálculo del centro de gravedad del AUV y en base a este ir realizando movimiento de componentes.

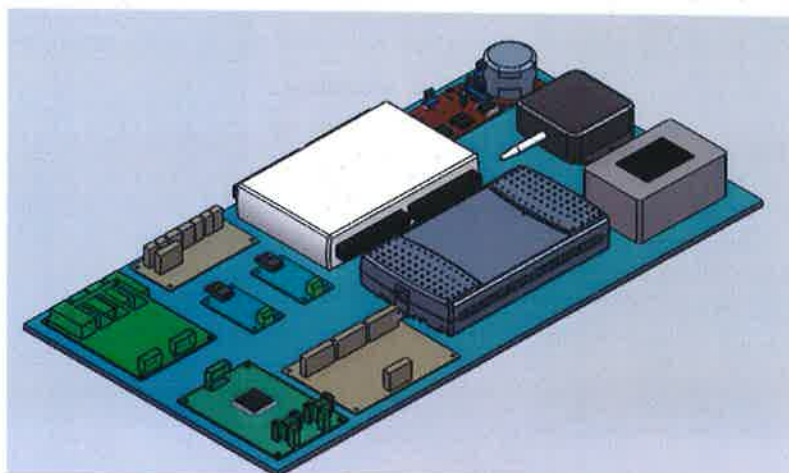


FIGURA 59 Rack de electrónica.

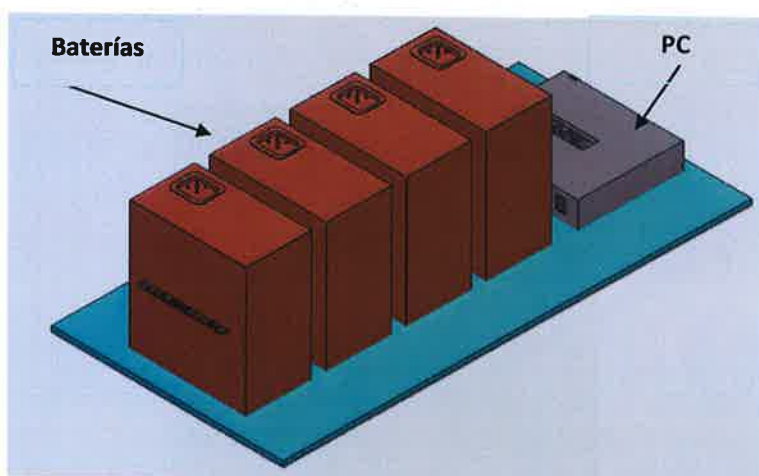


FIGURA 60 Rack de baterías y PC.

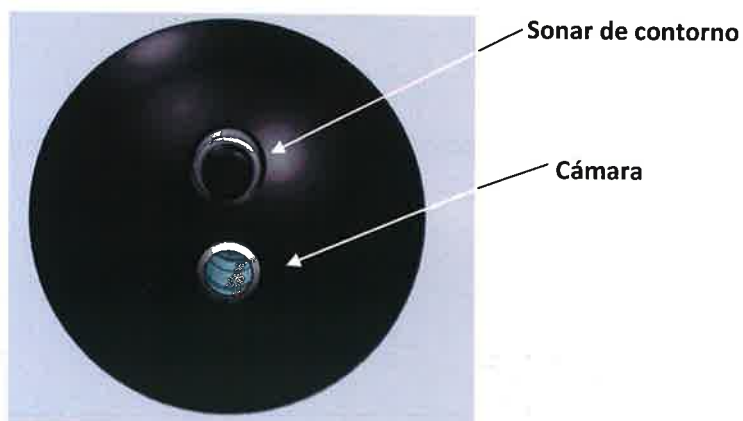


FIGURA 61 Ubicación preliminar de cámara y sonar de contorno.

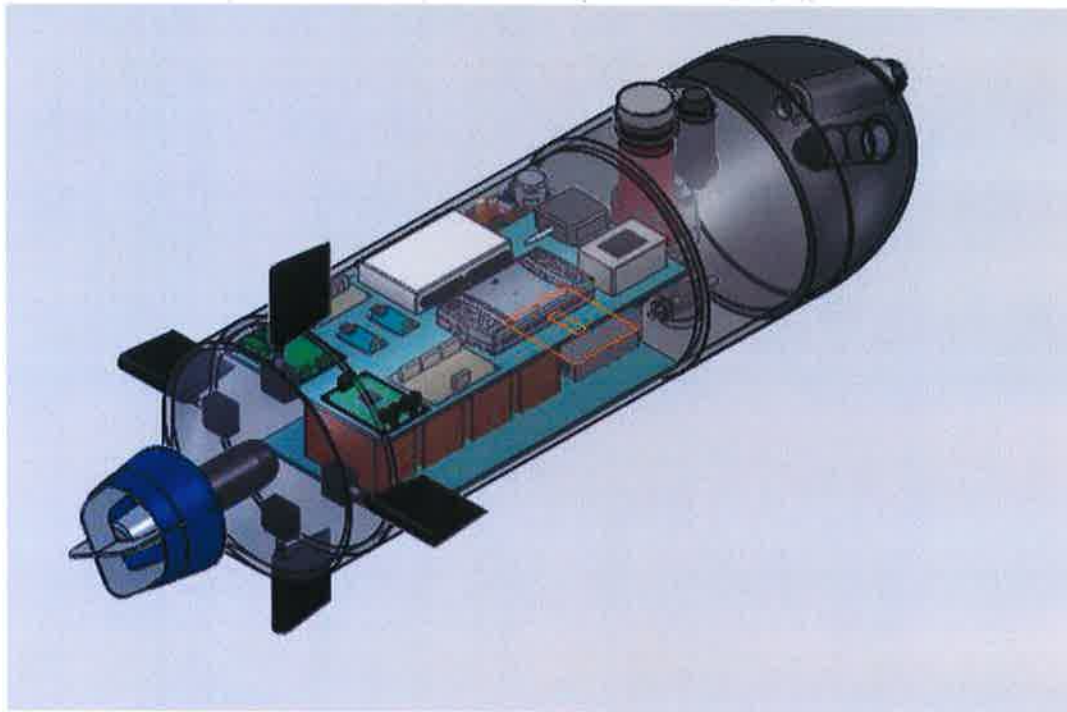


FIGURA 65 Vista isométrica de propuesta de AUV.

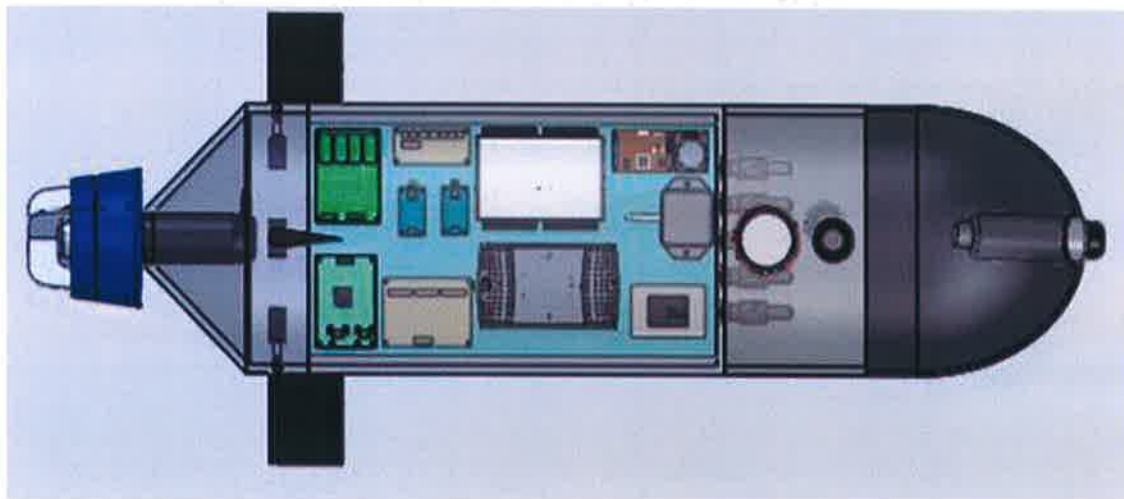


FIGURA 66 Vista superior de propuesta de AUV.

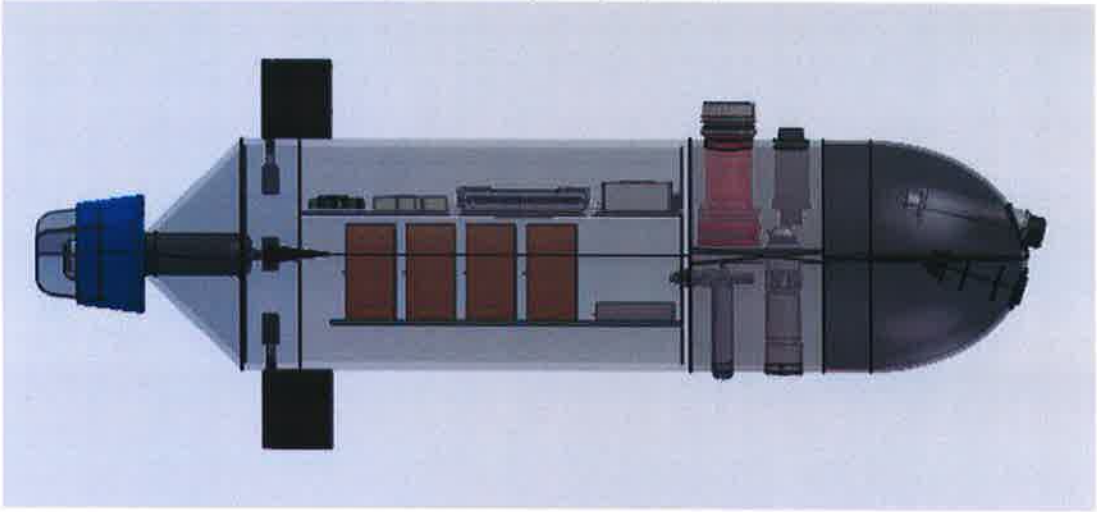


FIGURA 67 Vista lateral derecha.

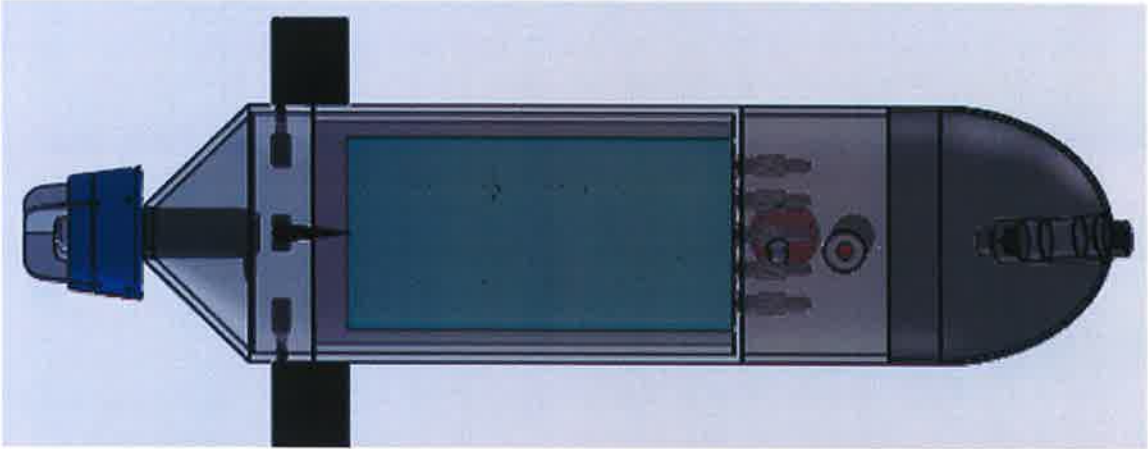


FIGURA 68 Vista inferior de AUV.

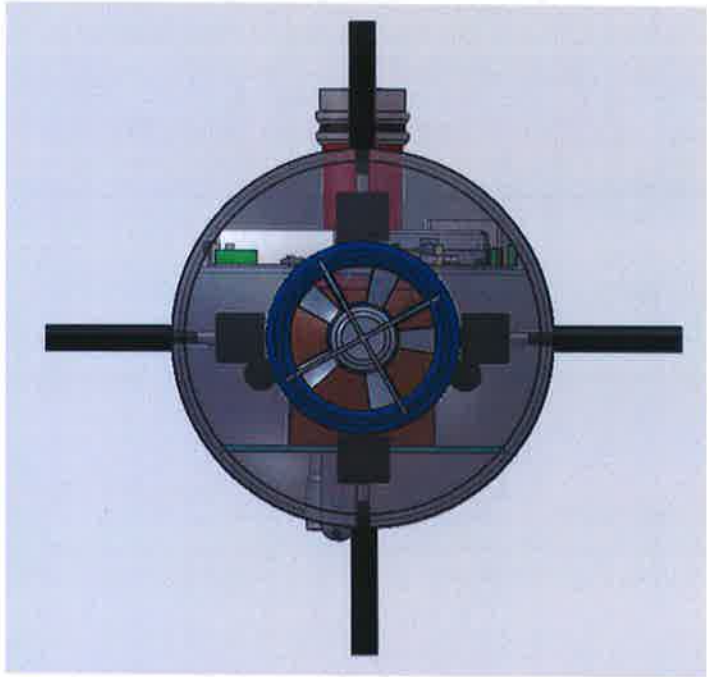


FIGURA 69 Vista trasera de AUV.

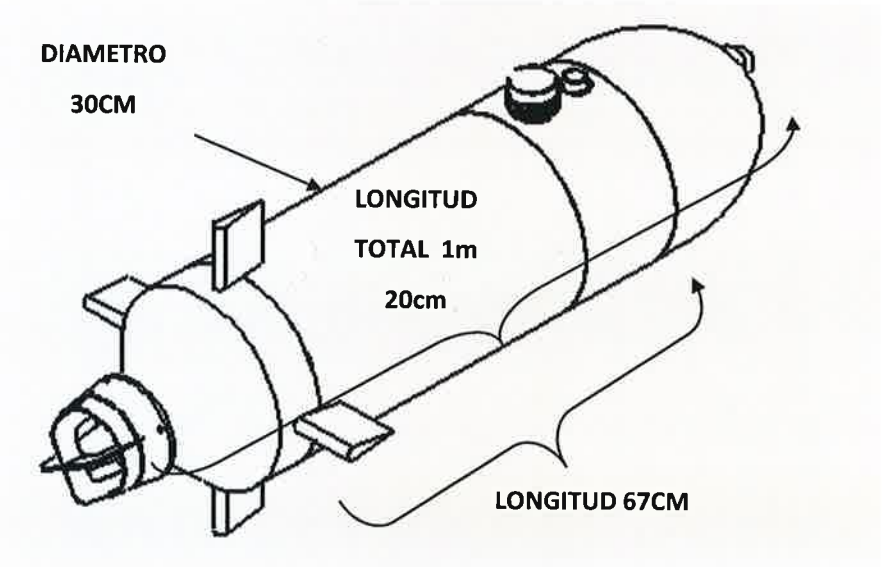


FIGURA 70 Medidas general de AUV.

4.3 CONCLUSIONES

México posee 49,510 de aguas nacionales las cuales no son explotadas a su máxima capacidad como consecuencia del rezago tecnológico que existe, esto representa pérdidas millonarias para el país; por ejemplo hoy en día existen países que gracias a la inversión que han hecho en tecnología submarina (desarrollo de AUVs) están descubriendo y explotando al máximo sus yacimiento de petróleo y las ganancias generadas por estos descubrimientos se quedan dentro del mismo país. En México la mayoría de los descubrimientos de yacimientos de petróleo son hechos con tecnología extranjera con costos muy elevados.

Por lo anterior es de gran importancia la inversión económica en el desarrollo de tecnologías submarinas.

La principal limitante para el desarrollo de este diseño conceptual fue el corto tiempo con el que se contaba para realizarlo, por lo cual no fue posible profundizar en muchos aspectos importantes sobre los AUVs, al igual existieron más limitantes de la cual es de relevancia mencionar que existe una gran deficiencia en información de este tipo de tecnología.

La conclusión al finalizar este diseño conceptual es que aun cuando el diseño de un AUV es complejo es posible realizarlo, y el desarrollo de este sería una gran aportación al país hablando en términos de tecnología submarina, la inversión económica necesaria para realizar un desarrollo de este tipo es elevada, pero los beneficios de realizar esta inversión son aún mayores, ya que el contar con un AUV propio, se podría proporcionar al país una herramienta más para desarrollo.

4.3.1 TRABAJO FUTURO

Para la realización de trabajos futuros se propone lo siguiente:

- El diseño mecánico del AUV es complicado. Realizar una estrategia para no tener problemas en la construcción del mismo.
- Realizar análisis de riesgo de la construcción del AUV.
- Análisis de fluidos para optimizar la forma aquí propuesta.

- Análisis estructural utilizando el software ANSIS.

BIBLIOGRAFÍA

<http://auvlab.mit.edu/research/kemonaut/>

<http://auvac.org/>

<http://www.transit-port.net/Lists/AUVs.Org.html>

<http://www.whoi.edu/page.do?pid=7016>

<http://www.hydro-international.com/productsurvey/id4-AUVs.html>

[http://www.rdinstruments.com/pdfs/Development of Multi-AUV SLAM UofM.pdf](http://www.rdinstruments.com/pdfs/Development_of_Multi-AUV_SLAM_UofM.pdf)

<http://www.utem.edu.my/myweb/hyreil/Research/MUCEETAUV.pdf>

<http://www.dnr.sc.gov/water/hydro/PubsDNRrep.htm>

<http://www.mbari.org/default.htm>

ANEXOS

ANEXO A

Hojas de datos de componentes propuestos.



innovative underwater technology

www.tritech.co.uk

Digital Precision Altimeters PA200 and PA500

Features

- Analogue only outputs
- Digital only output
- Simultaneous analogue and digital outputs
- Noise immunity
- Can be field reconfigured for different applications
- Free-running outputs
- Interrogated outputs
- Low operating voltage options
- 4000 metre standard depth rating

Applications

- ROV and AUV auto-altitude and under-ice measurement
- Integration to CTD & oceanographic sensor packages
- Low-cost hydrographic surveying of rivers and canals
- Integration to bathymetric packages
- Touchdown monitoring of subsea structures
- Wave height measurement
- Monitoring of scouring around bridge supports



Tritech PA200 and PA500 Digital Precision Altimeters are based on the same high performance electronics found in the proven, industry standard SeaKing sensor and profiler systems.

The range of compact Tritech PA200 and PA500 Digital Precision Altimeters provide exceptionally accurate height off seabed and subsea distance measurements.

Full digital synthesis of transmit and receive frequencies, together with greatly improved input dynamic range, offer unsurpassed levels of performance from a compact unit.

The units may be supplied with simultaneous analogue and digital outputs allowing them to be interfaced to a wide range of PC devices, data loggers, ROV telemetry systems and multiplexers.

OEM configurations including low magnetic signature, rigid polyurethane housings or right-angled heads are available on request.

Control of the altimeters may be performed in many ways including :

- Direct from a PC running DOS
- Direct from a PC running Windows
- Direct from a satellite control system
- Part of a multiplex network

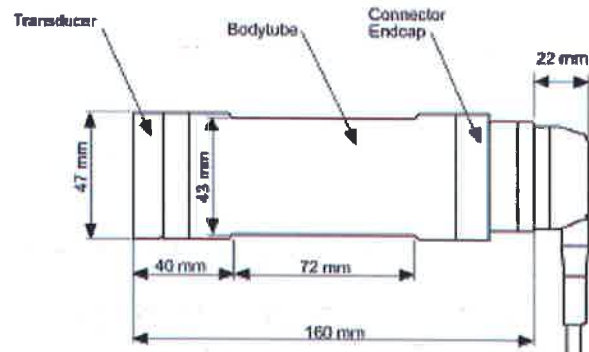
the finest range of high technology subsea products in the world



Innovative underwater technology

www.tritech.co.uk

Specifications



All measurements in mm

	PA200-20	PA000-0
Operating frequency	200 kHz	600 kHz
Beamwidth	20° Conical	8° Conical
Operating range	1 to 100 metres 0.7 to 80 metres	0.3 to 50 metres 0.1 to 10 metres
Standard power supply	24 VDC @ 80 mA, or 12 VDC @ 160 mA	
Standard analogue output	0 to 10 VDC (24 VDC units only) 0 to 5 VDC or 4 - 20 mA	
Digital resolution	1mm on all ranges	
Analogue resolution	0.025% of range	
Data communication options	Serial RS232, or Serial RS485	
Output modes	Free running, Interrogated, or multidrop network	
Serial output format	ASCII, 9600, 1, 8, n, 1	
Length	160mm	
Outside diameter	47mm	
Standard depth rating (stainless steel body)	4,000 m	
Optional depth ratings	700m and 8,800m	
Weight in air	1.1 kg	
Weight in water	0.8 kg	
Operating temperature range	-10 to +40 °C	
Dry storage temperature range	-20 to +70 °C	

All specifications are subject to change in line with Tritech's policy of continual product development.

Ref. IS06-AL3-002 M



Tritech International Limited
Fawcett Road • Westhill Business Park • Aberdeen
AB32 6UL • United Kingdom

Marketed by:



August 1999

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in $^{\circ}$ Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}$ C at room temperature and $\pm 1/2^{\circ}$ C over a full -55 to $+150^{\circ}$ C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 μ A from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1° C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}$ C temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}$ C range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in

hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0$ mV/ $^{\circ}$ C scale factor
- 0.5° C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}$ C)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}$ C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 μ A current drain
- Low self-heating, 0.08° C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}$ C typical
- Low impedance output, 0.1 Ω for 1 mA load

Typical Applications

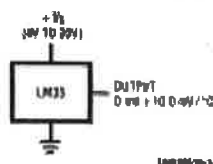
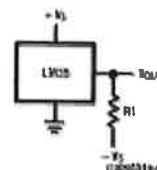


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
(-2° C to $+150^{\circ}$ C)



Choose $R_1 = -V_2/20 \mu\text{A}$
 $V_{\text{out}} = +1.500 \text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$
 $= +250 \text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$
 $= -500 \text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

TM-37470[®] is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

© 2000 National Semiconductor Corporation D80266-16

www.national.com

LM358

Connection Diagrams

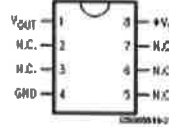
**TO-46
Metal Can Package***



001709 1158
©2005-2011 TI

*Case is connected to negative pin (GND)
Order Number LM358, LM358AH, LM358CH, LM358CAH or LM358DH
See NS Package Number H03H

**SO-8
Small Outline Molded Package**



000899 11-07
©2005-2011 TI

N.C. = No Connection
Top View
Order Number LM358DM
See NS Package Number M08A

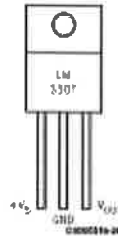
**TO-92
Plastic Package**



001709 1158
©2005-2011 TI

Order Number LM358CZ, LM358CAZ or LM358DZ
See NS Package Number Z03A

**TO-220
Plastic Package***



000899 11-07
©2005-2011 TI

*Tab is connected to the negative pin (GND).
Note: The LM358DT pinout is different than the discontinued LM358DP.
Order Number LM358DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)		TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)		260°C				
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.		SO Package (Note 12)		215°C				
Supply Voltage		+35V to -0.2V		Vapor Phase (60 seconds)				
Output Voltage		+5V to -1.0V		Infrared (15 seconds)				
Output Current		10 mA		ESD Susceptibility (Note 11)				
Storage Temp.:				Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)				
TO-46 Package,		-60°C to +160°C		LM35, LM35A				
TO-92 Package,		-60°C to +150°C		LM35C, LM35CA				
SO-8 Package,		-65°C to +150°C		LM35D				
TO-220 Package,		-65°C to +150°C		-55°C to +150°C				
Lead Temp.:				-40°C to +110°C				
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)		300°C		0°C to +100°C				
Electrical Characteristics (Notes 1, 6)								
Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	°C
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		°C
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 10.0	$+9.9,$ $+10.1$		± 10.0		$-9.9,$ $+10.1$	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $I_{OCL} \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.06		± 0.01	± 0.05		mV/V
	$4V \leq V_{DS} \leq 30V$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_{DS} = +5V, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		µA
	$V_{DS} = +5V$	105		131	91		114	µA
	$V_{DS} = +30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	66		56.2	66		µA
	$V_{DS} = +30V$	105.5		133	91.5		116	µA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_{DS} \leq 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		µA
	$4V \leq V_{DS} \leq 30V$	0.5		2.0	0.5		2.0	µA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		-0.5	$+0.39$		-0.5	µA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_O = 0$	+1.5		-2.0	+1.5		-2.0	°C
Long Term Stability	$T_A = T_{MAX}$ for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C



LinPicco™ A05 Basic Capacitive Humidity Module Analog 0...5 Volt

Product

Within the markets Measurement, HVAC, Building and Control, and Home Appliances/White Goods, humidity modules are required which are capable to translate the signals of the robust IST humidity sensors into commonly used standards and provide a calibrated sensor signal.

In their current form factor the modules of the LinPicco series deliver. Contrary to existing humidity modules or fully integrated solutions the LinPicco series unifies advantages of both worlds, avoiding their disadvantages: The high precision measurement of humidity with discrete sensors (high stability due to wide active sensor area) combined with calibrated and linearized output signal.

Advantages

- Calibration free
- Ready to use
- Precise humidity measurement
- Drift stable thanks to wide sensor area
- Available with optional temperature sensor
- Smallest dimensions
- Mechanical robust and easy to integrate
- Different output options on request



Technical Data

Sensor Type:	P14 BMD
Measurement principle:	Capacitive humidity sensor
Mechanical dimensions:	W=10 x L=47 x T=2.8mm
Humidity measurement range:	0 ... 100 % RH (max. DP = 85 deg C)
Operating temperature range:	-25 ... +85 deg C
Operating voltage:	8...32 Volts DC (recommended 9 Volts)
Current consumption:	< 3 mA
Output signal:	0...5 Volts (0...100% RH)
Temperature sensor:	optional PT100/PT1000, loop-through, not suited for BMD or through-hole mounting
Storage temperature range:	-40...+100 deg C / @ max. 95% RH non condensing
Accuracy:	< 3 %RH (15 ... 85% RH @ 23 degC)
Terminal connectors:	Soldering terminals for VCC, Analog Out, Loop-through of optional temperature sensor



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY

ISTAG, Industriestrasse 2, CH-9630 Waltwil, Switzerland, Phone: (+41 71 987 73 73, Fax: (+41 71 987 73 77
e-mail: info@ist-ag.com, www.ist-ag.com



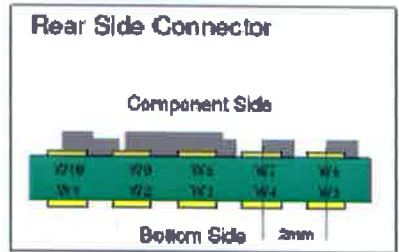
LinPicco™ A05 Basic

Capacitive Humidity Module

Analog 0...5 Volt

Pin Designation

W1	reserved
W2	reserved
W3	reserved
W4	reserved
W5	PT100/PT1000 opt.
W6	PT100/PT1000 opt.
W7	Signal GND
W8	GND
W9	Analog Out
W10	VCC -



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



ISTAG, Industriestrasse 2, CH-8630 Waltwil, Switzerland, Phone (+41 71 987 73 73, Fax (+41 71 987 73 77
 e-mail info@ist-ag.com, www.ist-ag.com

All rights reserved. This document contains all the necessary information for the use of the product. Any other use, reproduction, distribution, or modification of this document is prohibited. Product liability is subject to change without notice.
 ISTAG 001/04

Miniature Pipe Profiling Sonar

Model 2512USB



The Model 2512 Pipe Profiling Sonar provides an acoustic method for profiling the interiors of liquid filled pipes or boreholes. This method does not require draining of the pipes as with camera surveys and provides accurate quantified data which can not be obtained from a camera display alone.

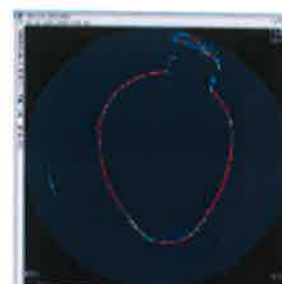
The equipment comprises of an underwater Scanning Unit (which may be skid, float, tractor or ROV mounted) and a compact USB Interface Unit. To complete the system a "Windows" P.C. with a USB port is required to run the 2512 system software.

The Scanning Unit is a rugged stainless steel cylinder with a pressure balanced polyurethane transducer housing at one end, and the umbilical cable connector at the other. The standard Scanning Unit is rated at 100m operational depth. Two lead-acid batteries could be used to power the Scanning Unit together with a notebook P.C. for a completely portable solution. Internal Pitch and Roll sensors display, in analogue and digital form, the orientation of the sonar in the pipe.

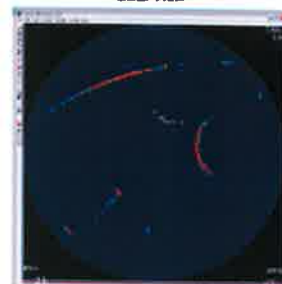
The USB Interface Unit connects to either a USB1.1 or USB2.0 port on a host P.C. running under the "Windows" operating system. (Win98 upwards is supported). The USB interface has inputs for a cable payout encoder so that the distance travelled may be displayed to 0.1m resolution allowing accurate determination of where flaws exist in the pipe relative to the deployment position. The USB interface is self-powered from the P.C.

FEATURES INCLUDE

- Real Time continuous scanning over a full 360° in 1 second
- Windows user-friendly software with USB hardware minimises training time
- Direct capture to Hard Disk for high resolution image save and restore
- Dual tracking cursor for accurate on-screen measurements
- 340° Internal Pitch and Roll sensors
- Quadrature and compatible cable counter interfaces built in
- 500m cable drive as standard, fibre-optic system optional
- Automatic profile detection and output in ASCII format for import into third party 3D modelling software



Data View



High resolution image capture



AC-DC Power Supply with USB Interface Unit



Stand-alone USB Interface Unit



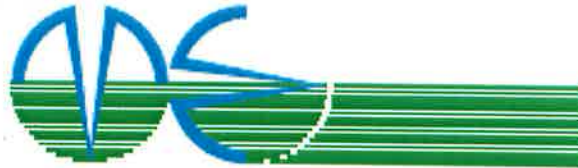
Marine Electronics Ltd.
Unit 12,
Dartford Lane Industrial Estate,
Vale, Gwent, G1
Q9 5GG
Tel: +44 (0)1461 253181
Fax: +44 (0)1461 253182
Email: sales@marine-electronics.co.uk
Web: www.marine-electronics.co.uk



Miniature Pipe Profiling Sonar



Model 2512USB

The resolution and update speed of the Model 2512 Pipe Profiling Sonar is second to none in the field of mechanically scanned sonar's. The 2MHz acoustic signal is amplified and logarithmically compressed prior to being digitised by a Flash A/D converter.

The angular resolution of the system is 0.9° which gives 400 sectors per revolution. For each sector the data is over sampled and peak detected to arrive at 250 range cells.

The digitally generated graphics display uses 256 colours to represent the signal amplitude. At a minimum full-scale range of 125mm this gives a range resolution of 0.5mm and at 2m range the resolution is 8mm.

The acoustic beamwidth of 1.8° ensures that the finest detail from the pipe surface is recorded. Pitch and Roll sensors inside the scanner record the attitude of the sonar to a resolution of 0.1°.

The sonar has been engineered for extended operations in hostile environments. The transducer and drive motor are totally enclosed in an oil-filled pressure balanced housing which is hermetically sealed from the stainless steel electronics pod.

The system has many applications other than inside pipes where short range high precision measurements are required with a rapid screen update.

Marine Electronics Model 2512 Pipe Profiling System

Software Features

Display Modes:	Polar - full 360° coverage Sector - 30° to 270° arc width at 30° to 330° centre angles in 30° steps
Range Settings (mm):	125, 167, 250, 375, 500, 750, 1000 1500, 2000
Range Settings (m):	5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80
Range Resolution:	1/250 of full scale range eg. 0.5mm at 125mm
Minimum Range:	50mm
Angular Resolution:	0.9 degrees
Tx Pulse Length:	Variable 4µsec to 20µsec
Display Resolution:	400 sectors of 250 range cells
Colour Control:	8bit multiple palettes with min, max and step control to optimise dynamic range
ASCII Output:	NMEA style profile string via RS232
Autostart:	May be used autonomously without keyboard, mouse or display for remote data capture when it is not possible to use a cable
Viewer Program:	A separate viewer program is available to allow clients to post process and print stored images
Operating System:	Windows '98, ME, 2000, NT, XP

Options include:

- AC to DC power Supply with USB Interface Unit
- Cable drum with slip rings (various lengths)
- Fibre-optic drive modules for extended cable length

Underwater unit

Acoustic Frequency:	2MHz
Beam Width:	1.8 degrees conical
Receiver:	Logarithmic
Bandwidth:	500kHz
Pitch/Roll Sensors:	Micromachined accelerometers resolution 0.1 degrees
Power Requirements:	+14VDC at 1A maximum
Overall Length:	178mm
Diameter:	50mm
Finish:	Stainless Steel 316 with polyurethane transducer housing
Operating Depth:	100m
Operating Temp:	0 to + 40 degrees C
Storage Temp:	-20 to +70 degrees C
Weight in Water:	0.4 kg
Weight in Air:	0.75 kg
USB Interface	
Protocols:	USB 1.1 and USB 2.0
Cable Payout Input:	+5V Quadrature or Pearpoint
Power Requirements:	+5VDC at 200mA typical (self-powered from USB port)
Dimensions:	Width: 110mm Depth: 165mm Height: 35mm



Marine Electronics Ltd.
 Unit 10
 Banat Lane Industrial Estate
 Vale, Gwent, C.S.
 GY5 3DQ
 Tel: +44 (0)1481 253181
 Fax: +44 (0)1481 253182
 Email: sales@me-electronics.co.uk
 Web: www.marine-electronics.co.uk

Specifications are subject to change without notice.

Submersible Ø25mm
Fixed Range
DEPTH SENSOR

Pi993
Series



- Depth Ranges
0.5mWG to 200mWG
- Full Submersible Integrity
- Factory Scaled/Calibrated Output
- Ø25mm Diameter Body
- Lightning (Surge) Protection
- Excellent Long Term Stability
- Temperature Compensated
- Outstanding Performance
- Seawater Compatible Version
Available - Duplex Stainless Steel
- **3 YEAR WARRANTY**

Options Available

Special Ranging Available (consult factory)

Inernal P T100 temperature sensor

Extended Temperature Ranges Available

OnDemand Cable Lengths

Higher Accuracy 0.1% Versions Available

DESCRIPTION

The Pi993 series of submersible transducers/transmitters are manufactured from Stainless Steel and utilize a ceramic sensing element (Stainless Steel on ranges below 2.5mWG). The robust body and polyurethane cable with vent tube and strain wire provide a high integrity waterproof assembly suitable, as standard, to withstand the environmental pressures of up to 20bar (200mWG). A high-grade stainless steel version is available for seawater and brackish applications.

The Pi993 sensor and electronics are protected against the effects of power surges created by lightning strikes, offering distinct advantages over competitive products.

The Pi993 series offer rugged construction, excellent long term stability and performance. To further support our claim of long term reliability we offer the product as standard with a 3-year warranty.

Transducer Specialists...

APPLIED MEASUREMENTS LIMITED

3 MERCURY HOUSE - CALLEVA PARK - ALDERMASTON - BERKSHIRE - RG7 8PN - UK

Tel: (+44)0118 981 7339 Fax: (+44)0118 981 9121 email: info@applied.co.uk internet: www.applied.co.uk

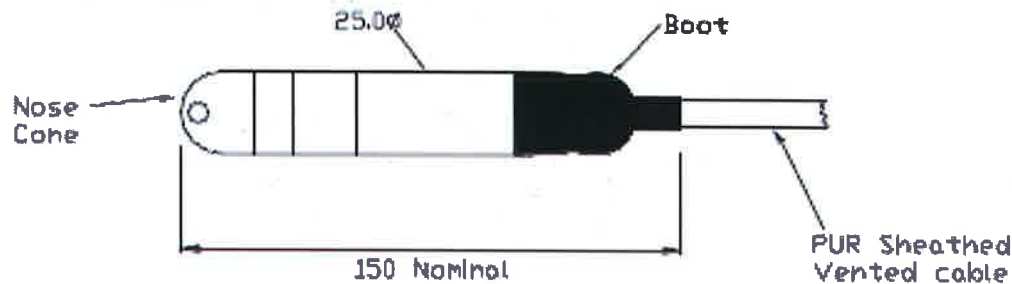


SPECIFICATION

CHARACTERISTIC	P1990	P1991	P1993	UNITS
Pressure Range:	0.5, 1, 2.5, 5, 10, 20, 25, 50, 75, 100, 150, 200			metres Water Gauge (mWG)
Burst Pressure:	150			%Pressure Range
Baric Pressure:	300			%Pressure Range
Supply Voltage:	3 mVn/10 nom./15 max.	9 mVn/32 max.	10 mVn/ 32 max.	Volts DC
Load Driving Capacity:	N/A	1000	N/A	Ohms at Max. Supply Voltage
Rated Output:	0.0-2.0mV/V	4-20mA	0-10Vdc	±1%rated output
Wiring Configuration:	4-wire	2-wire	3-wire	
Electrical Connections:	Screened polyurethane sheathed cable with vent tube, Strain and Drain Wires			
Accuracy:	±0.25 (0.1% Optional)			±%Pressure Range
Temperature Range Operating:	-10 to +80			°C
Compensated:	-10 to +80			°C
Temperature Effect On Output:	±0.04			±%/°C
On Zero:	±0.04 (0.02 or 0.01 optional)			±%/rated output/°C
Environmental Protection:	IP68 to 200mWG (2.0bar)			
Weight:	250 approx. (excluding cable)			grams
Construction:	316L Stainless (SAF2205 optional), Al ₂ O ₃ Ceramic (2.5mWG only) & Wren			
Electrical Protection:	EMC Immune to EN50082-1 & Surge (Upfront) Protected to IEC 1000-4-3			

0-10Vdc, ±0Vdc @ 500V supplied voltage output option available if agreed, please check with the factory for details.

All dimensions in mm



Ordering Information	
The product part number is coded to assist with ordering, as follows:	
P19930	316L Stainless Steel body with 10mV/V output
P19931	316L Stainless Steel body with 4-20mA output
P19933	316L Stainless Steel body with 0-10Vdc output
S	SAF2205 Duplex Stainless Steel body (optional)
SmWG	Scaled measuring range in metres water gauge
C10	Cable length in metres - i.e. 10 metres
N	Denotes nose cone fitting.
Alternative types include T for tapping to pipeline (normal fitting, for tapping, is 1/4" BSPP male)	

APPLIED MEASUREMENTS LIMITED

Continuous product development may result in minor changes to published specifications.



Multi-SeaCam®

SPEC. REV. A 2/2010

The Multi-SeaCam is a versatile camera designed to meet all your needs, whether for deep or shallow applications. Our housing and mounting system accepts three different video camera cartridges, black & white, low light black and white, or color models. This enables you to standardize all your applications with one electrical and mechanical interface. Best of all, you can easily change camera cartridges in the field by removing a snap ring, allowing you to upgrade or repair in minutes.

Identification of camera features in the field is simplified by the use of a label under the supply port that indicates such features as model type, depth rating, video format, and pin-out. It's essentially a "manual on a label." Serial numbers are laser-engraved on the housing for inventory tracking.

For diver applications, the Multi-SeaCam can be mounted on a SuperLite 17 or 27 helmet using DeepSea's Universal Helmet Mounting Bracket. It also mounts to DeepSea's Universal Head Strap for hand-held operation. Working in tandem with any of DeepSea's world-class underwater lights (such as the LED Multi-SeaLite or LED Mini-SeaLite), the Multi-SeaCam provides the optimal underwater video solution.

	Multi-SeaCam® 1060	Multi-SeaCam® 1080	Multi-SeaCam® 2080
Mechanical	Black and White	Low light black and white	color
Housing	Delrin or Titanium	Delrin or Titanium	Delrin or Titanium
Port	Sapphire	Sapphire	Sapphire
Case Diameter	4.74 cm (1.87 in.)	4.74 cm (1.87 in.)	4.74 cm (1.87 in.)
Overall Length/w/o camera	10.66 cm (4.19 in.)	12.83 cm (5.05 in.)	10.63 cm (4.18 in.)
Weight in Air - Camera	266 g (9.38 oz.)	266 g (9.38 oz.)	266 g (9.38 oz.)
Weight in Air - Titanium	456 g (16.08 oz.)	456 g (16.08 oz.)	456 g (16.08 oz.)
Weight in Water - Delrin	56 g (2 oz.)	56 g (2 oz.)	56 g (2 oz.)
Weight in Water - Titanium	112 g (4 oz.)	112 g (4 oz.)	112 g (4 oz.)
Environmental			
Rated Depth	Delrin: 300 meters Titanium: 6,000 meters	Delrin: 300 meters Titanium: 6,000 meters	Delrin: 300 meters Titanium: 6,000 meters
Operating Temperature	-23 deg. C to +40 deg. C	-10 deg. C to +43 deg. C	-30 deg. C to +40 deg. C
Optical			
Lens	2.8 mm, f2.8	3 mm, f2.8	3.6 mm, f2.8
Focus	Fixed focus, wide angle	Fixed focus	Fixed focus, wide angle
Depth of Field	10 cm (4 in.) to infinity	33 cm (12 in.) to infinity	10 cm (4 in.) to infinity
Field of View in Air	100 deg. (H) x 70 deg. (V) x 140 deg. (D)	77 deg. (H) x 16 deg. (V) x 150 deg. (D)	69 deg. (H) x 75 deg. (V) x 130 deg. (D)
Field of View in Water	77 deg. (H) x 33 deg. (V) x 80 deg. (D)	67 deg. (H) x 25 deg. (V) x 71 deg. (D)	75 deg. (H) x 66 deg. (V) x 66 deg. (D)
Video			
Image Sensor	1/3-inch CCD image sensor	1/3-inch CCD image sensor	1/3-inch CCD image sensor
Number of Pixels	817 (H) x 525 (V) (PAL); 627 (H) x 588 (V) (CCIR)	811 (H) x 508 (V) (PAL); 785 (H) x 566 (V) (CCIR)	788 (H) x 486 (V) (NTSC); 752 (H) x 582 (V) (PAL)
Resolution	400+ TV lines horizontal	510 TV lines horizontal	460 TV lines horizontal
Scene Illumination	5.29 lux at f2.8	0.31 lux at f2.8	1.1 lux at f2.8
Signal to Noise	More than 45 dB	45 dB	More than 45 dB
Video Output	1.0 volt peak-to-peak into 75 ohms	1.0 volt peak-to-peak into 75 ohms	1.0 volt peak-to-peak into 75 ohms
Video Format	EA (RS170), CCIR	EA (RG173), CCIR	NTSC, PAL, composite standard
Electrical			
Power	11-30 Vdc DC	11-23 Vdc CC	11-30 Vdc CC
Current	110 mA	160 mA	200 mA
Accessories			

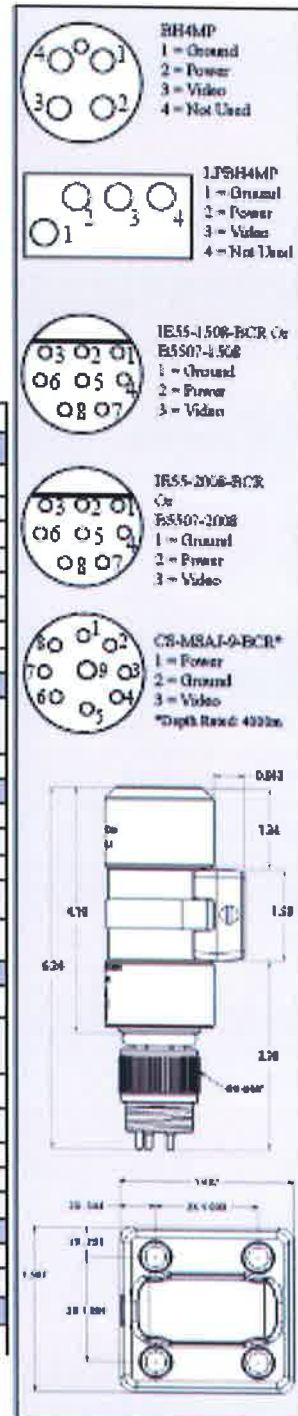
(If camera lens is used with UV Block Lens (1), only reduce field of view somewhat.)

Specifications subject to change without notice.



4033 Ruffin Road
San Diego, CA 92123
ph: (858) 578-1281

www.deepsea.com
info@deepsea.com
fax: (858) 578-0219



13NP1-ENK1 740-024, 044

DSP-3000 FOG



High-performance, Single Axis Fiber Optic Gyro



Key Features

- Patented Digital Signal Processing
- Exceptional bias stability and linearity
- Excellent reliability
- Choice of analog, digital, or RS-232 output
- Single axis, modular design for multi-axis configurations
- Commercial Off-the-Shelf (COTS) product

Applications

- Antenna/radar/optics stabilization
- Gun/turret stabilization
- IMU, GPS/INS integration
- AHRB integration



Many mobile as well as communication antennas rely on the KVH DSP-3000 FOG for accurate pointing and stabilization.

Superior Performance in a Single Package

The workhorse of KVH's single-axis Fiber Optic Gyro (FOG) series, KVH's original DSP-3000 offers proven performance in a wide range of applications. Its compact and robust design, coupled with a choice of analog, digital, and RS-232 outputs, makes the DSP-3000 the most versatile fiber optic gyro available and an ideal solution for guidance and stabilization, low-cost inertial measurement units (IMUs), integrated GPS/INS, and AHRB.

The DSP-3000 uses KVH's patented Digital Signal Processing (DSP) electronics. KVH's breakthrough DSP design overcomes the limitations of analog signal processing, virtually eliminating temperature-sensitive drift and rotation errors. In addition, KVH's DSP technology offers significant performance improvements in such critical areas as scale factor and bias stability, scale factor linearity, turn-on to turn-on repeatability, and maximum input rate. Exceptional low noise (ARW), insensitivity to cross-axis error, and shock and vibration robustness make the DSP-3000 a perfect fit for demanding industrial applications. This performance, combined with the inherent simplicity and reliability of our mature all-fiber optical circuit, establish the DSP-3000 as an outstanding and affordable solution for motion sensing, stabilization, navigation, and precision pointing applications.

Cameras mounted on aircraft require special stabilization to create clear images for motion pictures, surveillance, and other applications. The KVH DSP-3000 FOG is an essential part of many of these systems.



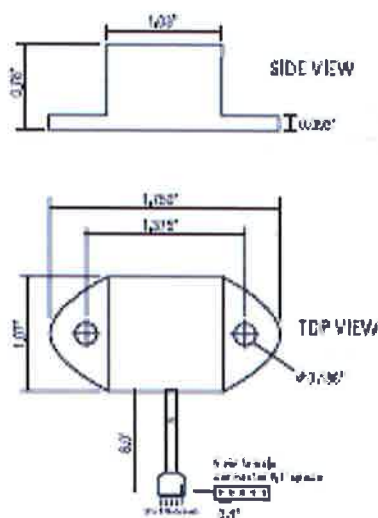
CXTA

SOLID STATE, ANALOG SERIES

- Small, Low-Cost, Rugged
- Rapid Response
- $\pm 75^\circ$ Range
- Fully Conditioned Analog Outputs

Applications

- Scissor Lifts
- Static Platforms
- Survey Leveling Equipment
- Laser Leveling



Micro-machined Tilt Sensor Element



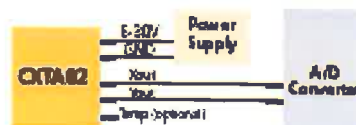
CXTA01, CXTA02

The CXTA single- and dual-axis analog tilt sensors offer resolution, accuracy, and fast response in an inexpensive, easy-to-use package. The CXTA series design centers on a highly stable silicon micro-machined capacitive inclination sensor element. The CXTA series is fully signal conditioned with high level analog output(s), and optional analog temperature signal.

Micro-machined devices, perfected in automotive safety applications, offer several distinct advantages over fluid, electrolytic, and pendulum-based sensors. Like other solid-state devices, they are more reliable than their mechanical counterparts. In a package smaller than many pendulum or fluid raw sensing elements, completely integrated electronics eliminate the need for external components.

Unlike other micro-machined devices, the CXTA Series maintains its accuracy and stability over temperature: $\pm 2^\circ$ of arc over the range 0° to 70° C. The output can be user corrected for temperature with the T option, yielding accuracy to within $\pm 0.5^\circ$ over the angular range.

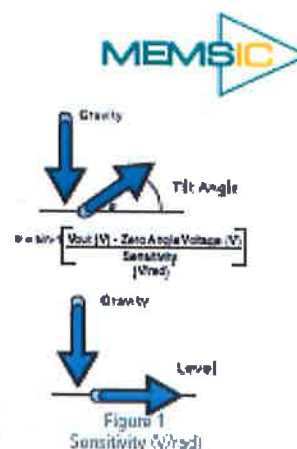
A typical configuration using CXTA sensors is shown below. Each module is factory calibrated, tested and includes a calibration sheet. The module can be securely attached using screws or adhesive. The CXTA is available in a standard nylon or high temperature aluminum package.



Typical CXTA02 Configuration

Specifications	CXTA01	CXTA02	Remarks
Performance			
Linear Angular Range (°)	± 30	± 30	
Full Angular Range (°)	± 75	± 75	
Angular Resolution (° rms)	0.05	0.05	
Sensitivity - small angles (mV/°)	35 ± 2	35 ± 2	Actual value provided with sensor
Sensitivity Drift (mV/°C)	0.01	0.01	
Zero Angle Voltage (V ₀)	2.5 ± 0.15	2.5 ± 0.15	Actual value provided with sensor
Zero Angle Drift (mV/°C)	1.0	1.0	Typical
Zero Angle Drift (µV/°C)	0.03	0.03	Typical
Non-linearity (°)	± 0.4	± 0.4	Over ± 20° not including Arcsine Error
Bandwidth (Hz)	50	50	
Sensing Time (sec)	0.2	0.2	
Alignment (°)	± 1	± 1	Typical
Cross-axis Sensitivity (%)	± 5	± 5	Inclusive of alignment error
Environment			
Storage Temperature (°C)	-55 to +85	-55 to +85	Nylon Package
Operating Temperature (°C)	-40 to +85	-40 to +85	Nylon Package
Storage Temperature (°C)	-55 to +105	-55 to +105	-AL High Temperature Package
Operating Temperature (°C)	-40 to +105	-40 to +105	-AL High Temperature Package
Non-Operating Vibration (g rms)	10	10	20-2 kHz random
Shock (g)	2000	2000	1 ms, half sine
Electrical			
Supply Voltage (VDC)	5 - 30	5 - 30	Unregulated
Current (mA)	4	5	
Physical			
Size (Nylon Package)	.78 ± 1.75 × 1.00"	1.08 ± 4.45 × 2.72 cm	
Size (Aluminum Package)	.95 × 2.00 × 1.20"	2.41 × 5.08 × 3.05 cm	
Weight (Nylon Package)	1.38 or 148 g/ml		
Weight (Aluminum Package)	2.08 or 165 g/ml		

Specifications subject to change without notice



Principle of Operation

The CXTA Series Tilt Sensors use a micro-machined acceleration sensing element with a DC response to measure inclination relative to gravity. The response of the tilt sensor depends on the magnitude of gravity parallel to the sensor element. The output of the tilt sensor will be an offset voltage plus the voltage response proportional to the amount of gravity measured by the sensor.

Using the CXTA Sensor

The voltage response of the CXTA is proportional to the sine of the tilt angle.

Accurately measuring tilt angle involves solving the equation shown in Figure 1. To solve this equation the Zero Angle Voltage and Sensitivity must be determined prior to use, and the sensitivity must be converted to V/rad. MEMSIC provides this information on a calibration sheet with its CXTA products.

$$\theta = \left[\frac{V_{out} - \text{Zero Angle Voltage}}{\text{Sensitivity}} \right]$$

For angles less than 20°, the sine function can be approximated by a linear relationship between the V_{out} and the tilt angle in degrees. Thus the simplified equation for small angle in degrees is:

When the tilt angle is less than 20°, the error from linear approximation will be less than 2%. This is convenient when you don't have or want the computing power to calculate an inverse sine function.

Pin	Color	Function
1	Red	Power
2	Black	Ground
3	White	Roll
4	Yellow	Tilt
5	Green	Temp

Pin Diagram



Optional Aluminum Package

Ordering Information

Model	Axes	Linear Range	Full Range	Resolution
CXTA01	X	± 20°	± 75°	0.05°
CXTA02	X,Y	± 30°	± 75°	0.05°
OPTIONS				
-T	Temperature Sensor Internal			
-AL	High Temperature Aluminum Package			

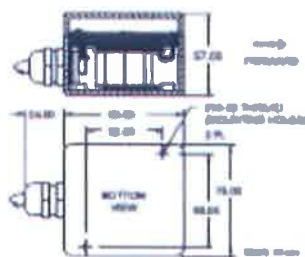
CALL FACTORY FOR OTHER CONFIGURATIONS

MEMSIC Inc. | San Jose, California | www.memsic.com | 6020-0013-02 Rev A



KVH's C100™ Compass Engine is an innovative stand-alone design offering small size, low cost, and system flexibility to meet your demanding heading sensor applications.

KVH C100™ Compass Engine Technical Specifications



Optional aluminum housing

Physical

Dimensions	114 mm(l) x 46 mm(w) x 28 mm(h) (4.5" x 1.8" x 1.1")
Weight	64 grams (2.25 oz.) - with SE-25 coil
Input Voltage	+8 to +18VDC or +18 to +28VDC (user selectable)
Current Drain	40 mA DC, maximum

Optional Aluminum Housing*

Dimensions	80 mm(l) x 75 mm(w) x 57 mm(h) (3.15" x 2.95" x 2.25")
Weight	400 grams (14 oz.) including cable

Performance

Accuracy†	±0.5° or ±10 mils RMS (SE-25 coil assembly and digital outputs)
Repeatability	±0.2° or ±5 mils (SE-25 coil assembly and digital outputs)
Resolution	0.1° or 1 mil
Dip Angle	±80° (maintains stated accuracy after auto-compensation up to ±80° magnetic dip angle)
Tilt Angle	±16°; Dev. = ±0.3° RMS (SE-25) ±45°; Dev. = ±0.5° RMS (SE-10)
Declination/Variation	±180.0° adjustment range (offset) (user selectable)
Index Error Correction	±180.0° adjustment range (offset) (user selectable)
Response Time	0.1 to 24 seconds (user selectable)

Environmental

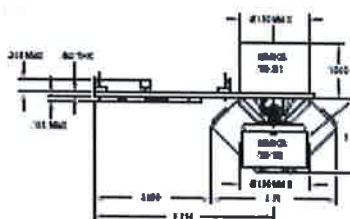
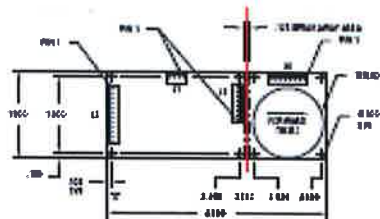
Operating Temp	-40° C to +65° C (-40° F to +150° F)
Storage Temp	-57° C to +71° C (-71° F to +160° F)
Shock/Vibration	Designed to meet MIL-STD-810 shock and vibration requirements
Altitude	Designed to meet 12,192 meters (40,000 ft.) MSL (operating/non operating)
Reliability	MTBF calculated to >30,000 hours

KVH C100™ Specifications

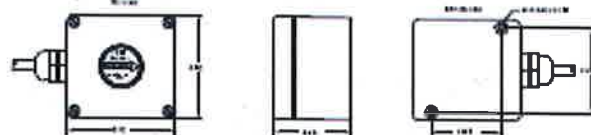
System Diagram

Unhoused Units (SE-16 coil not shown)

Do not be misled as to the size of element; may be broken away from the electronic portion for a side reading.



Aluminum Housed Unit (SE-25 coil only)



Coil Operating Tilt Ranges:

- SE-25: $\pm 15^\circ$
- SE-15: $\pm 20^\circ$
- SE-10: $\pm 45^\circ$

Technical Specifications

Physical

Dimensions:	4.5"(H) x 1.6"(W) x 1.1"(H)
Weight (unhoused):	2.25 oz. (64 grams) - with SE-25 coil
Input Voltage:	+8 to +18 VDC or +18 to +28 VDC (user-selectable)
Current Drain:	40 mA DC; maximum

Optional Aluminum Housing*

Dimensions:	3.15"(H) x 2.95"(W) x 2.25"(H)
Weight (housed):	14 oz. (400 grams) - including cable

Environmental

Operating Temperature:	-40°C to +65°C (-40°F to +160°F)
Storage Temperature:	-57°C to +71°C (-71°F to +160°F)
Shock/Vibration:	Designed to meet MIL-STD-810 shock and vibration requirements
Altitude:	Designed to meet 12,192 meters (40,000 ft.) MSL
Reliability:	MTBF calculated to >30,000 hours

Performance

Accuracy ¹ :	$\pm 0.6^\circ$ or ± 10 mils RMS (SE-25 coil and digital outputs)
Repeatability:	$\pm 0.2^\circ$ or ± 5 mils RMS (SE-25 coil and digital outputs)
Resolution:	0.1° or 1 mil
Dip Angle:	$\pm 90^\circ$ (maintains stated accuracy after auto-compensation up to $\pm 80^\circ$ magnetic dip angle)
Tilt Angle:	$\pm 15^\circ$; Dev = $\pm 0.2^\circ$ RMS (SE-25) $\pm 20^\circ$; Dev = $\pm 0.5^\circ$ RMS (SE-15) $\pm 45^\circ$; Dev = $\pm 0.5^\circ$ RMS (SE-10)
Response Time:	0.1 to 24 seconds (user-selectable)

Digital Interface²

RS232 Compatible:	Bidirectional Serial Data, UART format w/ASCII characters, 200-9600 baud (user-selectable)
Serial Input:	Accepts RS232 levels or 0 to +5V logic levels
Serial Output:	Same as RS232 except for 0 to +5V logic levels; (Logic "0" = +5V) 10K Ohm - min. load
Inv. Serial Output:	Same as Serial Output except logic "1" = +5V
NMEA 0183:	NMEA 0183 compatible bidirectional data/levels/formats
Synchronous:	Strobe Input: Ground momentarily to obtain data output
	Clock Output: 0 to +5V sq. wave @ 10 KHz rate
	Data Output: 0 to +5V levels
	Data Format: 4 digit BCD, 16 bit binary or 16 bit serial gray code - user selectable through serial port
	10K Ohm minimum load on output signals

Analog Outputs

Sine/Cosine:	Output Voltage: $\pm 1.5V \pm 1.0V$ Reference Voltage: ± 1.5 VDC 20K Ohm minimum load capability
Linear Voltage:	0.1 to 1.0VDC into 20K Ohm minimum load

¹ SE-25 coil option only

² Accuracy measurements apply to a level compass module after compensation in a free magnetic field. After installation and auto-compensation, typical accuracy of $\pm 0.5^\circ$ is achievable on most platforms.

³ Digital outputs can be user-configured to provide strobed or free running data at up to a 10 Hz message rate.



KVH
Visit www.kvh.com



E-900_Datasheet12DP

KVH Industries, Inc. • 50 Enterprise Center • Middletown, RI 02842-6279 • U.S.A. • Phone: +1 401 647-3327 • Fax: +1 401 645-2410

© 2000 KVH Industries, Inc.

06/00 01/00/02/00/03/00/04/00/05/00/06/00

1000-0000-0000-0000-0000-0000-0000-0000

**LinkQuest Underwater Acoustic Modems
UWM2000H Specifications**

RS-232 data rate:	1500 bits/second
Payload data rate:	300 to 1200 bits/second
Acoustic link:	17.8 kbits/second
Bit error rate:	less than 10^{-9}
Working range:	1200 meters (omni-directional) 1500 meters (narrow beam)
Maximum depth:	2000 meters
Transmit mode power consumption:	2 or 8 Watts
Receive mode power consumption:	0.8 Watt
Sleep mode power consumption:	8 mW
Beam width of transducer:	70 degrees (narrow beam) or 210 degrees (omni-directional)
Operating Frequency:	26.77 to 44.62 kHz
RS-232 Configuration:	9600 baud, 1 start bit, 1 stop bit, no parity bit, and no flow control
RS-232 input data buffer:	500 kbytes
Voltage:	9 to 24 volts (narrow beam) or 12 to 24 volts (omni-directional)
Operating temperature:	-5 to 45°C
Storage temperature:	-25 to 75°C
Overall length:	249.7 mm
Housing diameter:	87.2 to 126.2 mm
Weight out of water:	4.8 kg
Weight in water:	2.6 kg
Options:	Data Fusion, Higher Transmit Power



PIC32MX FAMILY

64/100-Pin General Purpose, 32-Bit Flash Microcontrollers

High-Performance RISC CPU:

- MIPB32[®] M4K™ 32-Bit Core with 5-Stage Pipeline
- Single-Cycle Multiply and High-Performance Divide Unit
- MIPB16e™ Made for Up to 40% Smaller Code Size
- User and Kernel Modes to Enable Robust Embedded System
- Two 32-Bit Core Register Files to Reduce Interrupt Latency
- Prefetch Cache Module to Speed Execution from Flash

Special Microcontroller Features:

- Operating Voltage Range of 2.5V to 3.6V
- 32-512K Flash and 8-32K Data Memory
- Additional 12 KB of Boot Flash Memory
- Pin-Compatible with most PIC24/PIC30 Devices
- Multiple Power Management Modes
- Multiple Interrupt Vectors with Individually Programmable Priority
- Fail-Safe Clock Monitor Mode
- Configurable Watchdog Timer with On-Chip, Low-Power RC Oscillator for Reliable Operation
- Two Programming and Debugging Interfaces:
 - 2-wire interface with unintrusive access and real-time data exchange with application
 - 4-wire MIPB standard enhanced JTAG interface
- Unintrusive Hardware-Based Instruction Trace
- IEEE Std 1149.2 Compatible (JTAG) Boundary Scan

Analog Features:

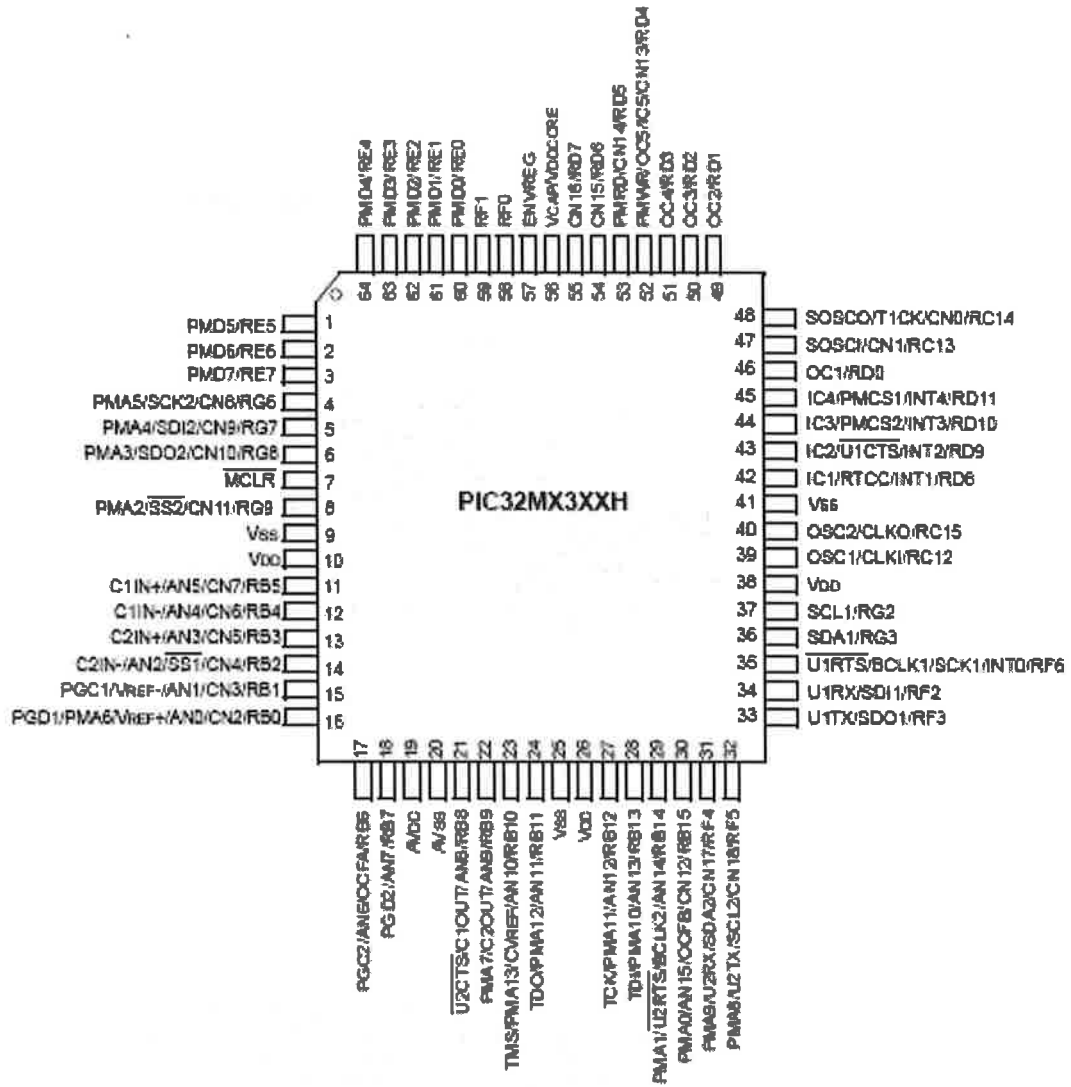
- Up to 16-Channel 10-Bit Analog-to-Digital Converter:
 - 400 ksp/s conversion rate
 - Conversion available during Sleep, Idle
- Two Analog Comparators

Peripheral Features:

- Atomic SET, CLEAR and INVERT Operation on Select Peripheral Registers
- Up to 4-Channel Hardware DMA Controller with Automatic Data Size Detection
- Two I²C™ Modules
- Two UART Modules with:
 - RS-232, RS-485 and LIN 1.2 support
 - IrDA[®] with on-chip hardware encoder and decoder
- Parallel Master and Slave Port (PMP/PSP) with 8-Bit and 16-Bit Data and Up to 16 Address Lines
- Hardware Real-Time Clock/Calendar (RTCC)
- Five 16-Bit Timers/Counters (two 16-bit pairs combine to create two 32-bit timers)
- Five Capture Inputs
- Five Compare/PWM Outputs
- Five External Interrupt pins
- 5V Tolerant Input Pins
- 8 mA Sink/Source on Select I/O Pins
- Configurable Open-Drain Output on Digital I/O Pins

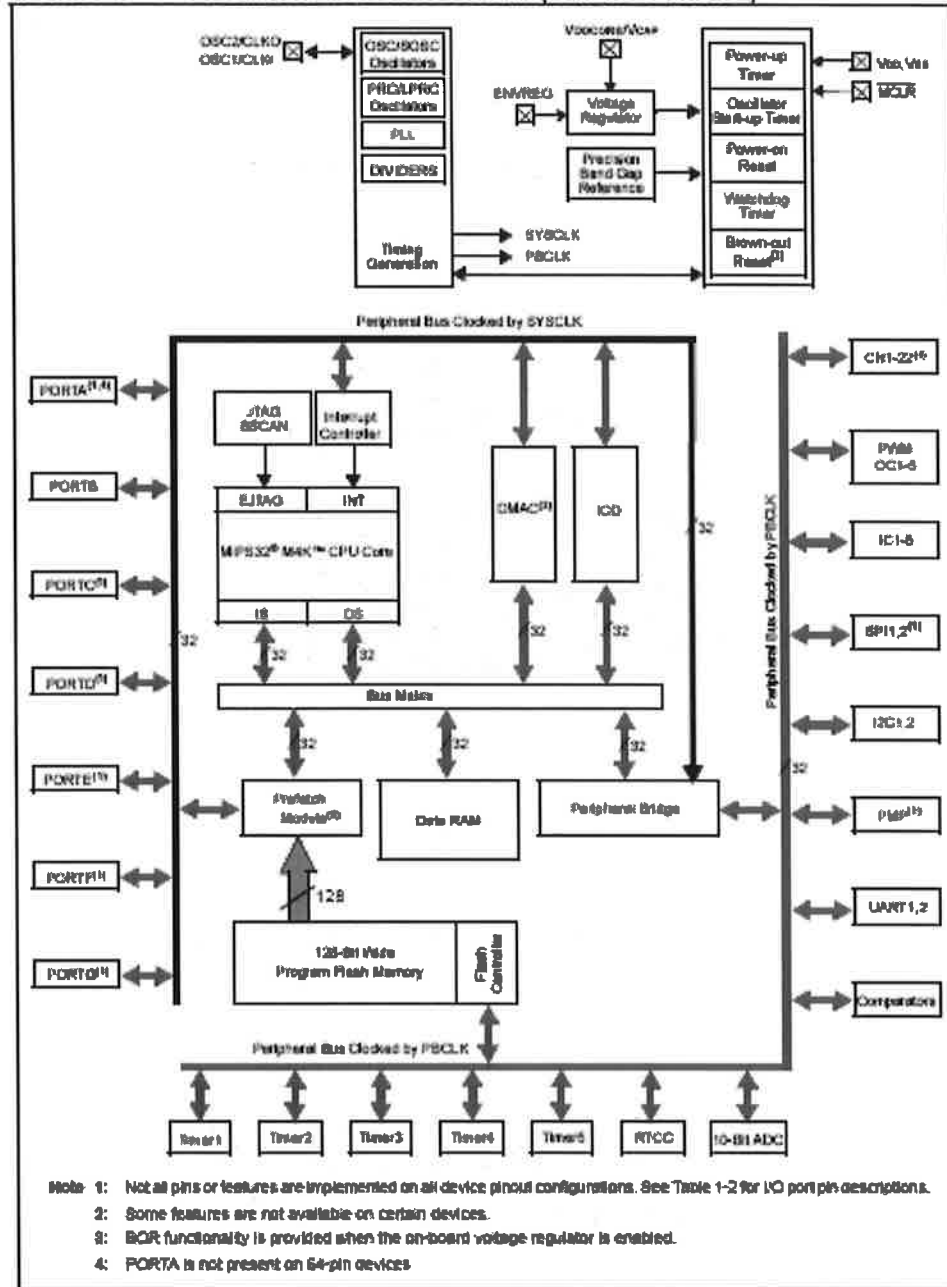
General Purpose												
Device	Pins	Program/ Data Memory (KB)	Timers/ Capture/ Compare	DMA Channels	VRSS	Prefetch Cache	Trace	EUART/ SPI/ I ² C [®]	10-BIT A/D (bits)	Comparators	PMP/PSP	JTAG
PIC32MX320FP32H	64	32/8	5/5/5	0	Yes	No	No	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX320FP64H	64	64/16	5/5/5	0	Yes	Yes	No	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX320FP128H	64	128/16	5/5/5	0	Yes	Yes	No	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX340FP256H	64	256/32	5/5/5	4	Yes	Yes	No	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX320FP128L	100	128/16	5/5/5	0	Yes	Yes	No	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX360FP256L	100	256/32	5/5/5	4	Yes	Yes	Yes	2/2/2	16	2	Yes	Yes
PIC32MX360FP512L	100	512/32	5/5/5	4	Yes	Yes	Yes	2/2/2	16	2	Yes	Yes

64-Pin TQFP (General Purpose)



PIC32MX FAMILY

FIGURE 1-1: PIC32MX FAMILY BLOCK DIAGRAM (GENERAL PURPOSE)



- Note:
- 1: Not all pins or features are implemented on all device pinout configurations. See Table 1-2 for I/O port pin descriptions.
 - 2: Some features are not available on certain devices.
 - 3: BOR functionality is provided when the on-board voltage regulator is enabled.
 - 4: PORTA is not present on 64-pin devices.

PIC32MX FAMILY

TABLE 1-2: PIC32MX FAMILY PINOUT DESCRIPTIONS – GENERAL PURPOSE

Function	Pin Number		I/O	Input Buffer	Description
	64-pin	100-pin			
AN0	16	25	I	ANA	A/D Analog Inputs.
AN1	15	24	I	ANA	
AN2	14	23	I	ANA	
AN3	13	22	I	ANA	
AN4	12	21	I	ANA	
AN5	11	20	I	ANA	
AN6	17	26	I	ANA	
AN7	18	27	I	ANA	
AN8	21	32	I	ANA	
AN9	22	33	I	ANA	
AN10	23	34	I	ANA	
AN11	24	35	I	ANA	
AN12	27	41	I	ANA	
AN13	28	42	I	ANA	
AN14	29	43	I	ANA	
AN15	30	44	I	ANA	
AVcc	19	30	P	—	Positive Supply for Analog Modules.
AVss	20	31	P	—	Ground Reference for Analog Modules.
BCLK1	25	48	O	—	UART1 IrDA [®] Baud Clock.
BCLK2	29	39	O	—	UART2 IrDA Baud Clock.
C1IN-	12	21	I	ANA	Comparator 1 Negative Input.
C1IN+	11	20	I	ANA	Comparator 1 Positive Input.
C1OUT	21	32	O	—	Comparator 1 Output.
C2IN-	14	23	I	ANA	Comparator 2 Negative Input.
C2IN+	13	22	I	ANA	Comparator 2 Positive Input.
C2OUT	22	33	O	—	Comparator 2 Output.
CLKI	39	63	I	ANA	Main Clock Input Connection.
CLKO	40	64	O	—	System Clock Output.
CN0	48	74	I	ST	Interrupt-on-Change Inputs.
CN1	47	73	I	ST	
CN2	16	25	I	ST	
CN3	15	24	I	ST	
CN4	14	23	I	ST	
CN5	13	22	I	ST	
CN6	12	21	I	ST	
CN7	11	20	I	ST	
CN8	4	10	I	ST	
CN9	5	11	I	ST	
CN10	6	12	I	ST	
CN11	8	14	I	ST	
CN12	20	44	I	ST	
CN13	52	81	I	ST	
CN14	53	82	I	ST	
CN15	54	83	I	ST	
CN16	55	84	I	ST	
CN17	31	49	I	ST	

Legend: TTL = TTL input buffer
ANA = Analog level input/output

ST = Schmitt Trigger input buffer
ICM = I²C/Manchester input buffer

PIC32MX FAMILY

TABLE 1-2: PIC32MX FAMILY PINOUT DESCRIPTIONS – GENERAL PURPOSE (CONTINUED)

Function	Pin Number		I/O	Input Buffer	Description
	64-pin	100-pin			
CN18	32	50	I	ST	Interrupt-on-Change Inputs.
CN19	—	50	I	ST	
CN20	—	47	I	ST	
CN21	—	48	I	ST	
CVRREF	23	34	O	ANA	Comparator Voltage Reference Output.
ENVREG	57	86	I	ST	Enable for On-Chip Voltage Regulator.
IC1	42	68	I	ST	Input Capture Inputs.
IC2	43	68	I	ST	
IC3	44	70	I	ST	
IC4	45	74	I	ST	
IC5	52	79	I	ST	
INT0	35	55	I	ST	External Interrupt Inputs.
INT1	42	18	I	ST	
INT2	43	19	I	ST	
INT3	44	66	I	ST	
INT4	45	67	I	ST	
MCLR	7	13	I	ST	Master Clear (Device Reset) Input. Bring this line low to cause a Reset.
OC1	46	72	O	—	Output Compare/PWM Outputs.
OC2	49	76	O	—	
OC3	50	77	O	—	
OC4	51	78	O	—	
OC5	52	81	O	—	
OCFA	17	26	I	ST	Output Compare Fault A Input.
OCFB	30	44	I	ST	Output Compare Fault B Input.
OBC1	39	63	I	ANA	Main Oscillator Input Connection.
OBC2	40	64	O	ANA	Main Oscillator Output Connection.
PGC1	15	24	I/O	ST	In-Circuit Debugger and ICSP™ Programming Clock.
PGD1	16	25	I/O	ST	In-Circuit Debugger and ICSP Programming Data.
PGC2	17	26	I/O	ST	In-Circuit Debugger and ICSP™ Programming Clock.
PGD2	18	27	I/O	ST	In-Circuit Debugger and ICSP Programming Data.
PMA0/ PMALL	30	44	I/O	ST	Parallel Master Port Address Bit 0 Input (Buffered Slave modes) and Output (Master modes). Parallel Master Port Address Latch Enable low-byte (Multiplexed Master modes).
PMA1/ PMALH	29	43	I/O	ST	Parallel Master Port Address Bit 1 Input (Buffered Slave modes) and Output (Master modes). Parallel Master Port Address Latch Enable high-byte (Multiplexed Master modes).

Legend: TTL = TTL input buffer
ANA = Analog level input/output

ST = Schmitt Trigger input buffer
ICSP™ = I²C/SMBus input buffer

Bus-Powered M Series Multifunction DAQ for USB — 16-Bit, up to 400 kS/s, up to 32 Analog Inputs, Isolation

NI USB-6210, NI USB-6211, NI USB-6212, NI USB-6215, NI USB-6216, NI USB-6218

- Up to 32 analog inputs at 16 bits, up to 400 kS/s (250 kS/s scanning)
- Up to 2 analog outputs at 16 bits
- Up to 32 TTL/CMOS digital I/O lines
- Two 32-bit, 80 MHz counter/timers
- Digital triggering
- NI-PGIA 2 and NI-ADC1 calibration technology for improved measurement accuracy
- NI signal streaming for 4 high-speed data streams on USB
- Bus-powered
- Available with CAT I isolation
- 1-year warranty
- Additional warranty and calibration services available

Operating Systems

- Windows Vista (32- and 64-bit)/XP/2000
- Mac OS X¹
- Linux²

Recommended Software

- LabVIEW
- LabVIEW SignalExpress
- LabWindows/CVI
- Measurement Studio

Other Compatible Software

- C#, Visual Basic .NET
- ANSI C/C++

Measurement Services Software (included)

- NI-DAQmx or NI-DAQmx Base driver software
- Measurement & Automation Explorer configuration utility³
- LabVIEW SignalExpress LSE



Mac OS X and Linux kits are not available for USB-6212 and USB-6216

¹Windows RT is only

Family	Bus	Connector	Analog Inputs	Resolution (bit)	Max Rate (kS/s)	Analog Outputs	Analog Input Resolutions (bit)	Max Ports (kV)	Range (V)	Digital I/O	16-Bit Counter	Isolation
USB-6210	USB	Socket	16	16	250 kS/s	0	15	250 k	±10	4 D/A DQ	2	—
USB-6211	USB	Socket	16	16	250 kS/s	2	15	250 k	±10	4 D/A DQ	2	—
USB-6212	USB	Screen/14-pin SCSI	16	16	400 kS/s	2	15	250 k	±10	32 DQ*	2	—
USB-6215	USB	Socket	16	16	250 kS/s	2	15	250 k	±10	4 D/A DQ	2	BOV CAT I
USB-6216	USB	Screen/14-pin SCSI	16	16	400 kS/s	2	15	250 k	±10	32 DQ*	2	BOV CAT I
USB-6218	USB	Socket	32	16	250 kS/s	2	15	250 k	±10	8 D/A DQ	2	BOV CAT I

* 24 digital I/O for 55-pin SCSI analog terminal versions

Table 1. NI USB-621x Data Point Table

Overview and Applications

With recent bandwidth improvements and new innovations from National Instruments, USB has evolved into a core bus of choice for measurement and automation applications. NI M Series devices for USB deliver high-performance data acquisition in an easy-to-use and portable form factor through USB ports on laptop computers and other portable computing platforms. NI designed a new and innovative patent-pending NI signal streaming technology that enables sustained bidirectional high-speed data streams on USB. The new technology combined with advanced external synchronization and isolation, helps engineers and scientists achieve high-performance applications on USB.

NI M Series bus-powered multifunction data acquisition (DAQ) devices for USB are optimized for superior accuracy in a small form factor. They provide an onboard NI-PGIA 2 amplifier designed for fast settling times at high scanning rates, ensuring 16-bit accuracy even when measuring all available channels at maximum speed.

All bus-powered devices have a minimum of 16 analog inputs, digital triggering, and two counter/timers. USB M Series devices are ideal for test, control, and design applications including:

- Portable data logging – log environmental or voltage data quickly and easily
- Field-monitoring applications
- Embedded OEM applications
- In-vehicle data acquisition
- Academic lab use – academic discounts available

NI Signal Streaming

To optimize the use of the Universal Serial Bus (USB) and deliver high-performance data acquisition, National Instruments created several key technologies to push the limits of USB throughput and latency. NI signal streaming combines three innovative hardware- and software-level design elements to enable sustained high-speed and bidirectional data streams over USB. For more information, visit ni.com/usb.



Bus-Powered M Series Multifunction DAQ for USB — 16-Bit, up to 400 kS/s, up to 32 Analog Inputs, Isolation

Specifications

Refer to the *M USB-62xx Specifications* manual at ni.com/manuals for more detailed information. Specifications listed below are typical at 25 °C unless otherwise noted.

Analog Input

Number of channels	
USB-6210/6211/6212/6215/6216..	8 differential or 16 single ended
USB-6218	16 differential or 32 single ended
ADC resolution 16 bits	
Sampling rate	
USB-6210/6211/6212/6215/6216	250 kS/s single channel, 250 kS/s multichannel (aggregable)
USB-6212/6216	400 kS/s single channel, 400 kS/s multichannel (aggregable)
Input coupling DC	
Input range	
USB-6210/6211/6212/ 6215/6216/6218	± 1.0 , ± 5 , ± 1 , ± 0.2 V
Maximum working voltage for analog inputs (signal + common mode) ± 10.4 V of AI GND	
Input impedance	
Device on	
AI+ to AI GND	>10 G Ω in parallel with 100 pF
AI- to AI GND	>10 G Ω in parallel with 100 pF
Device off	
AI+ to AI GND	1200 Ω
AI- to AI GND	1200 Ω
Input bias current ± 100 pA	
Crosstalk (at 100 kHz)	
Adjacent channels	-75 dB
Nonadjacent channels	-90 dB
Input FIFO size 4,096 samples	
Scan list memory 4,096 entries	
Data transfers NI signal streaming on USB, programmed I/O	

Analog Output

Number of channels	
USB-6210	0
USB-6211/6212/6215/6216/6218..	2
DAC resolution 16 bits	
Maximum update rate	
1 channel	250 kS/s
2 channels	250 kS/s per channel
Timing accuracy 50 ppm of sample rate	
Timing resolution 50 ns	
Output range ± 10 V	
Output coupling DC	
Output impedance 0.2 Ω	
Output current drive ± 2 mA	

Output FIFO size	8,191 samples shared among channels used
Data transfers	NI signal streaming on USB, programmed I/O

Calibration (AI and AO)

Recommended warm-up time	15 minutes
Calibration interval	1 year

Digital I/O/PFI

Static Characteristics

Number of channels	
Digital input	
USB-6210/6211/6215.....	4
USB-6218.....	8
Digital output	
USB-6210/6211/6215.....	4
USB-6218.....	8
Digital input/output	
USB-6212/6216 screw terminal....	32
USB-6212/6216 mass terminal....	24
Ground reference D GND	
Direction control Each terminal individually programmable as input or output	
Pull-down resistor	
USB-6210/6211/6215/6218	47 k Ω $\pm 1\%$
USB-6212/6216	50 k Ω typical, 20 k Ω minimum

PFI Functionality

USB-6210/6211/6215/6218	
Functionality	Static digital input, static digital output, timing input, timing output
Timing output sources	Many AI, AO, counter, DI, DO timing signals
Debounce filter settings	125 ns, 6.425 μ s, 2.56 ms, disable; high and low transitions; selectable per input

USB-6212/6216

Functionality	Static digital input, static digital output, timing input, timing output
Timing output sources	Many AI, AO, counter timing signals
Debounce filter settings	125 ns, 6.425 μ s, 2.56 ms, disable; high and low transitions; selectable per input timing signals

General-Purpose Counter/Timers

Number of counter/timers	2
Counter measurements	Edge counting, pulse, semiperiod, period, two-edge separation



fit-PC2i Highlights

- ▶ Full-featured PC, tiny and power saving
- ▶ Intel Atom Z530 CPU @ 1.6 GHz
- ▶ Intel U315W chipset
- ▶ Up to 2GB DDR2
- ▶ 4GB SSD (flash disk)
- ▶ 160GB SATA harddisk, easily upgradeable
- ▶ DVI & LVDS display interfaces, up to 1920x1080.
- ▶ HD Audio, line-out 2.0 / mic in / line-in
- ▶ Two 1000Mbps Ethernet port
- ▶ 802.11g WiFi
- ▶ Four USB 2.0 ports
- ▶ RS-232 serial port
- ▶ miniSD and mini PCI Express sockets
- ▶ IR receiver
- ▶ Phoenix BIOS
- ▶ Single 12V supply, 6W, fanless operation
- ▶ Dimensions - 115 x 101 x 27mm
- ▶ Runs Windows XP, Windows 7 and Linux
- ▶ Also available as [single board computer](#) without enclosure

The fit-PC2i is a tiny FC computer based on Intel's Atom Z530 processor and U315W chipset. It runs all standard operating systems and software packages, including Linux, Windows XP and Windows 7. The fit-PC2i's unique advantages include exceptionally small size, quiet, fanless operation and very low power consumption. fit-PC2i is an extension of original fit-PC2 product, enriching its features with additions required for embedded applications:

- * Two 1000Mbps Ethernet ports
- ▶ RS-232 serial port
- ▶ On-board 4GB solid state disk
- ▶ LVDS interface

The fit-PC2i enclosure is made from aluminum - durable and splash / dust resistant.

MODEL 260 DC BRUSHLESS THRUSTERS



Proven in the world's harshest subsea environments, Tecnadyne's thrusters have been at the forefront of propulsion technology for over 20 years. The Model 260 thruster, a 1/4hp unit with over 5kg forward thrust, is ideally suited for small ROVs, AUV's and other subsea applications. Over 450 Model 260's (including the earlier Model 250) have been delivered to customers worldwide.

The propeller of the Model 260 is magnetically coupled using a design perfected by Tecnadyne. With this design, a magnet array in the hub of the propeller is driven by a matching magnet array attached to the drive motor. By eliminating the rotating drive shaft and shaft seals that always seem to leak over time, the Model 260 achieves extremely high reliability. Additionally, the magnetic coupling will ratchet if overloaded, preventing damage caused by objects jammed in the propeller. And since the water lubricated propeller bearings are external to the pressure housing, they can be easily replaced in several minutes.

Employing a high RPM, low inertia DC brushless motor, coupled to a 6/1 ratio planetary gearbox, the Model 260 delivers maximum reliability, high efficiency and high power in an extremely compact, lightweight and easy to maintain package. A Nylon propeller and Korf nozzle combine to give the Model 260 extremely high Bollard thrust and open water efficiency. An optional bronze propeller gives improved bidirectional performance.

For depths to 1,500 meters, the power and control electronics are housed within the hard anodized aluminum motor casing, greatly simplifying the installation and electrical interface. For full ocean depth rating, the electronics are installed in a remote, one atmosphere housing (either the customer's housing or one supplied by Tecnadyne) and the thruster is oil filled for pressure tolerance.

The Model 260 is available for operation at voltages from 24vdc to 330vdc (150vdc standard) supplied by a well filtered battery bank, rectified and filtered AC or a DC power supply. In addition to the main power, the thruster requires isolated 12vdc instrumentation power and a +/-5v analog speed and direction control signal. Alternately, a full servo RS232 or RS485 input controller is available but this must be installed in a remote, one atmosphere housing. Please refer to the Tecnadyne website for detailed installation and interface instructions.

The standard depth rating of the Model 260 is 850 meters - 1,500 meters and full ocean depth are available options. Customer specified subsea connectors and cables, stainless steel or titanium housings and custom mountings are also available.

MODEL 260 SPECIFICATIONS

Bollard Output

12lbf (5.4kg) forward
4lbf (1.8kg) reverse
w/ Nylon propeller
8lbf (3.6kg) forward
6lbf (2.7kg) reverse
w/ bronze propeller

Input

150vdc, 2.1A power
(325 watts at alternate
voltages)
+12v, 200mA isolated
instrumentation power
+/-5v analog speed
command

Weight

2.0lb (0.9kg) in air
1.5lb (0.7kg) in water
w/ Nylon propeller
2.2lb (1.0kg) in air
1.6lb (0.7kg) in water
w/ bronze propeller

Depth Rating

2,800ft (850m) standard,
5,000ft (1,500m) & full
ocean depth (oil filled)
optional
(1,000m & greater depth subject to
US Govt. export approval)

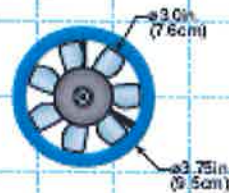
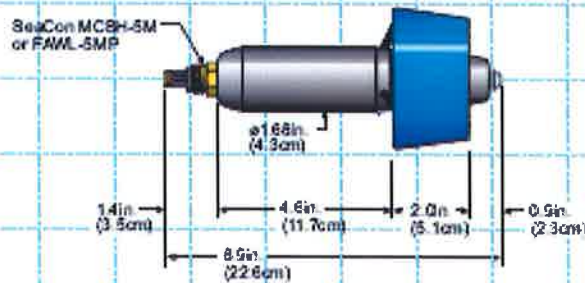
TECNADYNE
A TECNIVA INC. COMPANY

MODEL 260 DC BRUSHLESS THRUSTERS

Part Number: 260 -

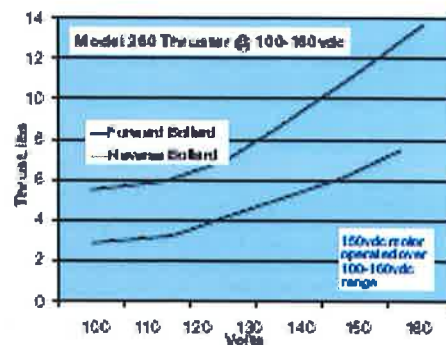
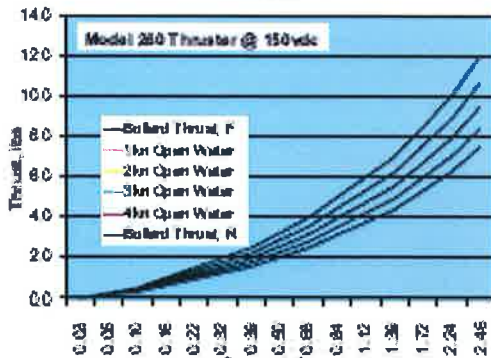
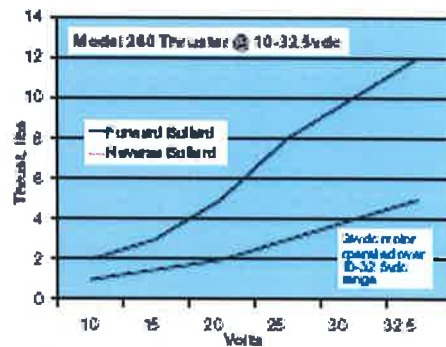
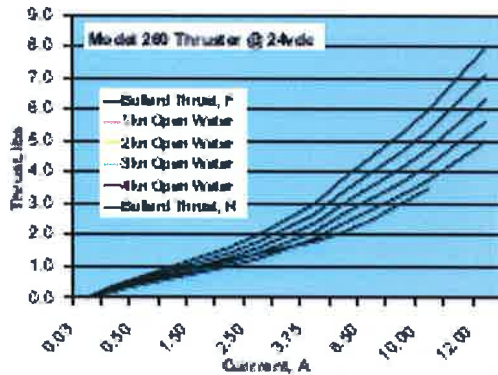
- (24-28vdc) 024
- (48-95vdc) 048
- (68-75vdc) 070
- (85-95vdc) 090
- (100-110vdc) 105
- (145-165vdc) 150
- (200-230vdc) 210
- (250-280vdc) 260

- N (Nylon prop)
- B (bronze prop)
- 0850 (850m depth)
- 1500 (1500m depth)
- OFRE (of the ramco electronics)
- M (SeaCon MCBH-5M)
- F (SeaCon FAWL-5P-BC-RA)
- Lri (SeaCon LMG-6PB w/cable length of n meters)
- Lrn (SeaCon LMG-6MP w/cable length of n meters)
- X (Customer specified connector)



SCALE 1:4

Note: Due to motor tolerances, voltage required to achieve rated Bullard Thrust can vary +/-5%. Specifications subject to change without notice.





ULB-350 SERIES UNDERWATER BEACON

The *ULB-350* Underwater Beacon is a small, rugged and reliable acoustic signaling device used for marking equipment and underwater sites. Ideal for applications where size and weight are an issue, the *ULB-350* offers flexible features that allow you to tailor it to your requirement.

Factory selectable acoustic power outputs, frequencies, and time delays give you the ability to order the *ULB-350* in many configurations. The ability of using an off-the-shelf 9 volt battery adds the advantage of cost effective maintenance. The *ULB-350* continuously sends out an acoustic signal for up to 40 days.

SPECIFICATIONS

* Operating Frequency	9 or 45kHz +/- 1kHz
Acoustic Output	163db at 1 meter
Pulse Repetition Rate	1 Pulse Per Second
Pulse Length	10 ms
Activation	Water Switch (Other Options Available)
Power Source	9 V Alkaline or Lithium Battery
Operating Life	20 Days with Alkaline Battery 40 Days with Lithium Battery
Operating Depth	4000 Feet (1,216m)
Weight	7.0 oz (217g)
Housing Dimensions	
Length	3.1 in. (7.9cm)
Diameter	1.7 in. (4.3 cm)

*Specify at time of order.

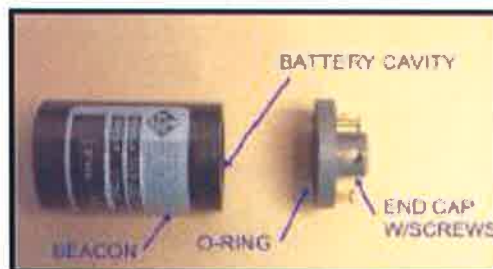
NOTE: Non-standard frequencies and acoustic power outputs available.

Specifications are subject to change without notice.



Options

- Factory set Frequencies from 9 to 45Khz.
- Time Delays from 1 minute to 3 months
- Extended operational life



RJE International, Inc.

11175 Ramsey Parkway, Suite 8101, Tulsa, OK 74118

ULB-350 (Rev. 8/1998)



PINGER RECEIVER LOCATION SYSTEMS

The DPR-275 Diver Operated Pinger Receiver is extremely rugged, reliable, and intended for use in the hostile marine environment. Used by both military and commercial customers worldwide, the DPR-275 can track and locate any underwater acoustic beacons operating between 5 to 80 kHz.

The DPR-275 Diver Pinger Receiver can be converted to operate from the surface quickly by removing the hydrophone for the DPR-275 and attaching it to the adjustable surface hydrophone assembly. The hydrophone's sensitivity and directionality allows the operator to swiftly and effectively navigate a vessel to any beacon source. Converting the DPR-275 back to a diver configuration completes the recovery operation.

The PRS-275 Pinger Receiver System consists of the DPR-275 Diver Pinger Receiver, Surface Hydrophone Housing, Staff Assembly, Underwater Headset, and Carrying Case.

SPECIFICATIONS

Frequency Range	5 to 80 kHz
Bandwidth	1 kHz
Sensitivity	80db
Hydrophone Directivity	Typically 30° at 3db Limits
Transducer Beam Pattern	30° @ 27KHz 23° @ 37.5KHz
LCD Display	Frequency and Low Battery Indication
LED Display	Signal Strength Meter
Power Source	Two Alkaline "C" Cells
Battery Life	30 Hours
Hydrophone Staff Assembly	PVC, Length 5FR. (152cm)
Hydrophone Cable Length	20R (6m)
Operating Depth	660 ft (200 m)
Weight in Air	6.5 lbs (2.9 kg)
Weight in Water	12 oz. (190 gr)
Housing Material	Corrosion Resistant Aluminum
Housing Dimension	Length 9.75 in. (24.8 cm) Diameter 4.5 in. (11.4 cm)

Specifications are subject to change without notice



Operating the DPR-275 is simple!

- 1 The diver tunes in the frequency of the beacon to be located and adjusts the volume and sensitivity controls to the maximum position.
- 2 Then, the operator scans the area by moving the DPR-275 through the water while listening for the beacon's signal and monitoring the signal strength indicator.
- 3 Once a signal is detected, the operator adjusts the sensitivity control for optimal directionality to determine the pinger's true bearing and then moves in the direction of the strongest signal.

ULTRALIFE

UBBL09

Technical Datasheet

SMART
CIRCUITSM



FEATURES

- Rugged, military tough case construction
- SmartCircuitSM technology - implements
- SMBus v1.1 smart battery technology
- High energy density
- Wide operating temperature range
- Lightweight

APPLICATIONS

- Rugged, Portable Electronics
- Robotics
- Communication Devices
- AUVs and UAVs

OPTIONAL CHARGERS

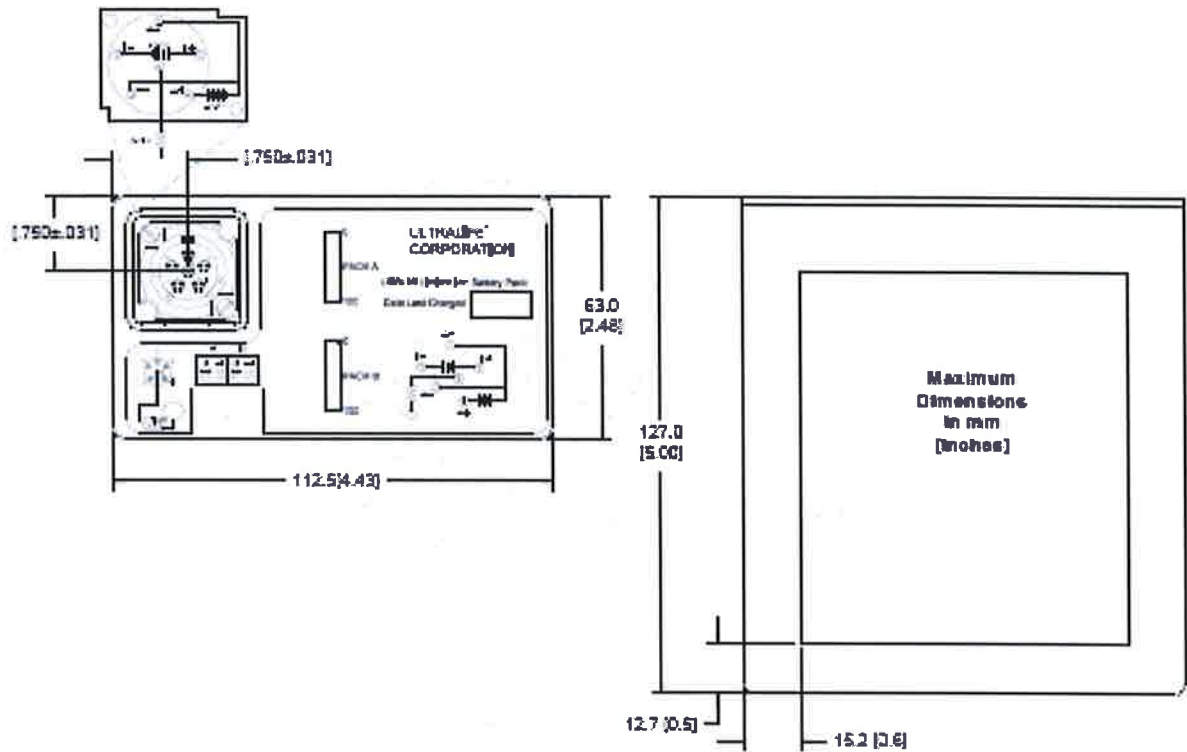
- CHG014: Desktop Charger

OPTIONAL CABLES

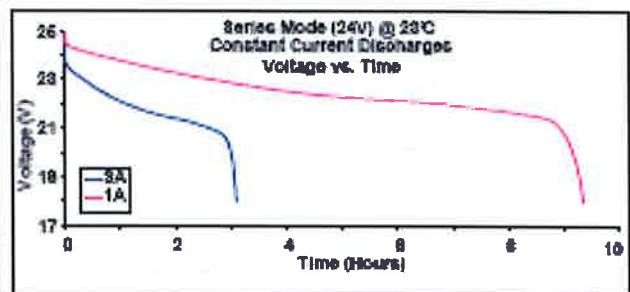
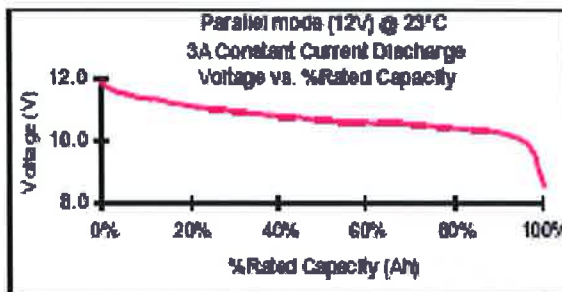
- CA0002: 4 Conductor Cable
- CA0003: Vehicle Adapter
- CA0006: 24V, 2 Conductor Cable
- CA0007: 12V, 2 Conductor Cable
- CA0008: 12/24V, 4 Conductor Cable

SPECIFICATIONS

Part No	UBBL09
Voltage Range	24V Mode: 18.0 to 25.2 Volts 12V Mode: 9.0 to 12.6 Volts
Average Voltage	24V Mode: 22.2 Volts 12V Mode: 11.1 Volts
Nominal Capacity	24V Mode: 9.2Ah @ 500mA @ 23°C 12V Mode: 18.4Ah @ 1.0A @ 23°C
Max. Discharge	24V Mode: 6A Continuous 12V Mode: 12A Continuous
Max. Pulse Discharge	24V Mode: 18.0A for 5 seconds 12V Mode: 36.0A for 5 seconds
Energy	204Wh
Energy Density	142Wh/kg, 227Wh/l
Weight	1440 grams
Cycle Life	> 300 cycles @ C/5 to 80% of initial capacity
Memory	No Memory Effect
Operating Temp	-32°C to 60°C
Storage Temp	-32°C to 60°C
Self-Discharge	< 5% per month
Exterior/Housing	Hard plastic
Terminal/Connector	BC-C-179485
State of Charge Indicator	LCD Display
Safety	Material Safety Datasheet - MDS0399 Safety Guide UBI-5112
Transportation	Class 9 International and within US unless shipped by motorcar or rail within the US (see note)
Protection Circuit Mode and Fuse	Over Voltage Limit: 4.25V (per cell) Under Voltage Limit: 2.30V (per cell) Over Current Protection: 19.0A One-time thermal fuse 91*07-4°C
Charging	Maximum charge rate is 3.0A to maximum voltage of 12.6V in a temperature range of 0°C to 45°C. Refer also to Safety Guide UBI-5112
Note	Complete description of transportation regulations, lithium weights and transportation classifications is available on the Ultralife Website. Ultralife Transportation Regulations and information



PERFORMANCE GRAPHS



ANEXO B



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	PA200-20	Digital precision Altimeter Standard 1m connector	\$3,462.42	\$3,462.42
			SHIPPING COST	\$159.09
			SUBTOTAL	\$3,621.51
			TOTAL	USD 3,621.51

Conditions: Delivery around two to three weeks from order.

TRITHEC payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
2	LM35	Temperature Sensor IC	\$1.78	\$3.56
			SHIPPING COST	n/a
			SUBTOTAL	\$3.56
			TOTAL	USD 3.56

Conditions: N/A

LinPicco™ Axxx Basic

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
2	83K3481	LINPICCO (TM) BASIC A05	\$62.71	\$125.42
			SHIPPING COST	\$68.49
			SUBTOTAL	\$193.91
			TOTAL	# REF

Conditions: Delivery is 6-10 weeks from receipt of the order, exworks.

LINPICCO payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.



MARINE ELECTRONICS LTD.

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	2512	Profiling Sonar Model 2512 1-USB interface unit 2- Cable mount Connector 3- Windows software CD to run on WIN '98 or XP 4- Operation Manual 5- USB A/B lead to connect item 2 to your host PC. 6- Mating Connectors for USB Interface Unit	\$20,964.43	\$20,964.43
			SHIPPING COST	\$355.83
			SUBTOTAL	\$21,320.27
			TOTAL	USD 21,320.27

Conditions: Delivery time at present is 1 to 2 weeks from receipt of order

Marine Electronics payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

NOTES: Item 2, the USB interface Unit, can include an AC to variable DC supply for the Underwater Sonar Unit which increases the price to £14950 per system.
Other options include:-

- a) Supply 200m cable on a drum with slip rings and payout encoder will be £7450.
- b) Supply 300m cable on a drum with slip rings and payout encoder will be £7950.
- c) Supply Lap Top PC with Software and USB drivers installed £950.

Transducer Specialists...

APPLIED MEASUREMENTS LIMITED

3 MERCURY HOUSE - CALLEVA PARK - ALDERMASTON - BERKSHIRE - RG7 8PN - UK



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	PI9931	DEPTH SENSOR 2 metres of cable, Nosecone	\$437.24	\$437.24
			SHIPPING COST	\$99.69
			SUBTOTAL	\$536.94
			TOTAL	USD 536.94

Conditions: Delivery 2 weeks from date of order to date

APPLIED MEASUREMENTS LIMITED payment terms are 50% with order and 50% before



DEEPSEA
POWER & LIGHT

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	Multi Seacam 2060	Black & White camera with Delrin , body depth rated to 300 meters. 1.BH4MP connector	USD 2,340.00	\$2,340.00
1	VIDEO CONVERTER	USB-VX1	USD 67.65	\$67.65
			SHIPPING COST	\$174.00
			SUBTOTAL	\$2,681.66
			TOTAL	\$2,681.66



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	DSP-3000	GYROMETER	\$4,860.00	\$4,860.00
1	02-1222-03	Analog, 100 Hz Differential	\$178.80	\$178.80
			SHIPPING COST	\$71.60
			SUBTOTAL	\$5,110.30
			TOTAL	USD 5,110.30

Conditions: Delivery is 4-6 weeks from receipt of the order, exworks.



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	CXTA	INCLINOMETRO	\$5,110.30	\$5,110.30
			SHIPPING COST	\$71.60
			SUBTOTAL	\$5,181.80
			TOTAL	USD 5,181.80

Conditions: Delivery is 4-6 weeks from receipt of the order, exworks.

KVH payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

NOTE All prices quoted are in USD and valid through December 31 2010.



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	KVH-C-100 PN 01-0141	COMPASS Unhoused	\$835.20	\$835.20
			SHIPPING COST	\$49.50
			SUBTOTAL	\$884.70
			TOTAL	USD 884.70

Conditions: Delivery is 1 weeks from receipt of the order, exworks.

KVH payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

NOTE All prices quoted are in USD and valid through December 31 2010.

LinkQuest Inc.

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
2	UWM2000H	ACUSTIC MODEM	\$7,794.00	\$15,588.00
1		Modem cable	\$480.00	\$480.00
2		2m modem cable	\$185.00	\$370.00
			SHIPPING COST	\$286.00
			SUBTOTAL	\$16,724.00
			TOTAL	USD 17,094.00

Conditions: Delivery time is 20 days A.R.O.

LINK QUEST payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

NOTES This quotation is valid for 120 days.



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	PIC32MX320F0 32H-40I/MR	32-Bit Microcontroller IC	USD 15.00	\$15.00
			SHIPPING COST	n/a
			SUBTOTAL	\$15.00
			TOTAL	\$15.00

Conditions: N/A



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	780108-01	NI USB-6216 16-Bit, 400 kB/s Isolated M Series MIO DAQ, Bus-Powered	\$1,798.80	\$1,798.80
			SHIPPING COST	\$312.00
			SUBTOTAL	\$2,110.80
			TOTAL	\$!REF!

Conditions: Delivery around two to three weeks from order.

All payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

NOTES: This quotation is valid for 30 days



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	1	FITPC-2I	\$655	\$655
			SHIPPING COST	\$68.49
			SUBTOTAL	\$723.69
			TOTAL	\$723.69

Conditions: Delivery 2 weeks from date of order to date

COMPULAB payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.



QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1	260-024	DC BRUSHLESS THRUSTERS	\$3,907.20	\$3,907.20
1	ISO-04	ANALOG ISOLATION CARD	\$1,000.00	\$1,000.00
			SHIPPING COST	\$192.50
			SUBTOTAL	\$5,099.70
			TOTAL	USD 5,099.70

Conditions: Delivery is 6-10 weeks from receipt of the order, exworks.

TECNADYNE payment terms are 50% with order and 50% before delivery by electronics bank transfer.

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
4	SERVOMOTORES	Hitec 60.0g HS-5645MG Metal Gear Digital High Torque RC Servo	USD 54.99	\$54.99
			SHIPPING COST	\$174.00
			SUBTOTAL	\$228.99
			TOTAL	\$228.99

QUANTITY	PART #	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
4	UBLL09	Rechargeable battery	USD 2,095.00	\$8,380.00
1	CH0014	Desktop charger	USD 3,250.00	\$3,250.00
			SHIPPING COST	\$350.00
			SUBTOTAL	\$11,980.00
			TOTAL	\$11,980.00