



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE INGENIERÍA

**REVISIÓN Y REHABILITACIÓN
DE UNA BOYA MARINA**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

GÓMEZ REALI MIGUEL ANGEL

TUTOR:

ING. RODOLFO PETERS LAMMEL

Ciudad Universitaria, México D. F. 2010





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: M. I. LUIS ARTURO HARO RUIZ

Secretario: ING. GABRIEL ALEJANDRO JARAMILLO MORALES

Vocal: ING. RODOLFO PETERS LAMMEL

1er. Suplente: ING. GLORIA MATA HERNÁNDEZ

2do. Suplente: DR. RODOLFO SILVA CASARÍN

Lugar donde se realizó la tesis:

INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM.

TUTOR DE TESIS:

ING. RODOLFO PETERS LAMMEL

Índice

Antecedentes.....	7
Objetivo	7
Introducción.....	8

1

1. Variables a medir	10
1.1 Temperatura.....	10
1.2 Humedad del aire	11
1.3 Presión atmosférica.....	12
1.4 Viento	12
1.5 Marea.....	17
1.6 Corriente.....	24
1.7 Oleaje.....	27

2

2. Transductores como elementos de entrada a sistemas de instrumentación	29
2.1 Selección de un transductor	30
2.2 Constituyentes o parte del equipo	32
2.3 Instrumentación montada en la boya.....	36

3

3. Sistema de adquisición de datos.....	43
3.1 Interpretación de datos.....	47

4

4. Transmisión y recepción de datos.....	50
4.1 Operación del radio.....	54
4.2 Conexión del receptor usando una hiperterminal.....	56
4.3 Sistema de control de carga de las baterías y seguridad del sistema	59

Conclusiones.....	64
Bibliografía.....	66

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Escala de Beaufort	14
Tabla 1.2 Escala de Douglas.	16
Tabla 1.3 Relación entre causas y efectos de los ciclones.....	29
Tabla 2.1 Configuración del Compás electrónico.....	38
Tabla 2.2 Pines del compás electrónico.....	39
Tabla 2.3 Pruebas Pruebas de calibración.....	41
Tabla 3.1 Comunicación Hiperterminal.....	46
Tabla 4.1 Parámetros Hiperterminal.....	56
Tabla 4.2 Operación de leds en conexión punto a punto.....	57

Índice de Figuras

Figura 1. Boya marina, Puerto Morelos, Quintana Roo.....	6
Figura 1.1 Mareas.....	18
Figura 1.2 Mareas astronómicas.....	18
Figura 1.3 Sistema Tierra Luna.....	19
Figura 1.4 Capa de agua de la Tierra.....	20
Figura 1.5 Eje terrestre.....	20
Figura 1.6 Luna, Tierra y Sol.....	22
Figura 1.7 Mareas vivas y muertas.....	22
Figura 1.8 Principales corrientes del mundo.....	25
Figura 1.9 Oleaje.....	27
Figura 2.1 Instrumentación externa de la boya.....	32
Figura 2.2 Diagrama a bloques de la boya.....	35
Figura 2.3 Instrumentación en la boya.....	36
Figura 2.4 Humedad, presión y temperatura.....	36
Figura 2.5 Compás electrónico.....	37
Figura 2.6 Salida lineal de VDC.....	38
Figura 2.7 Conexión de calibración.....	39
Figura 2.8 Software del compás electrónico.....	40
Figura 2.9 Calibración del compás.....	40
Figura 2.10 Anemómetro de viento sónico.....	42
Figura 2.11 Compás y sensor de viento.....	43
Figura 3.1 Datalogger ZENO-3200.....	44
Figura 3.2 Puertos de entrada y salida del Datalogger.....	45
Figura 3.3 ZENO 3200 Diagrama a bloques.....	46
Figura 3.4 Datos enviados por el datalogger3.....	48
Figura 4.1 Radio módem destruido.....	50
Figura 4.2 Rehabilitación del Radio Módem.....	51
Figura 4.3 Esquema de comunicación.....	51
Figura 4.4 Diagrama a Bloques del Radio Módem.....	51
Figura 4.5 Tarjeta de conmutación.....	52
Figura 4.6 Conexión del Radio Módem.....	52
Figura 4.7 Radio Módem.....	53
Figura 4.8 Protección del radio módem.....	53
Figura 4.9 Pruebas de conexión.....	58

Figura 4.10 Circuito de carga.....	59
Figura 4.11 Control de carga	59
Figura 4.12 Tamaño Panel solar	60
Figura 4.13 Panel Solar.....	60
Figura 4.14 Baterías.....	60
Figura 5. Boya marina, Puerto Morelos, Quintana Roo.....	63

Anexos

<i>Anexo I</i>	Vaisala HUMICAP, sensores de humedad y temperatura
<i>Anexo II</i>	KVW, compás electrónico
<i>Anexo III</i>	Gill, Anemómetro de viento sónico
<i>Anexo IV</i>	ZENO-3200 datalogger
<i>Anexo V</i>	Free Wave, Radio Modem



Figura 1. Boya marina, Puerto Morelos, Quintana Roo

Antecedentes

El grupo de Ingeniería de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería de la UNAM instaló en Puerto Morelos, Quintana Roo, una boya marina para la medición de temperatura, presión barométrica, salinidad, oleaje, humedad, dirección y velocidad de viento. Dicha boya, que fue comprada a la empresa de origen noruego NORTEK, presentó una falla repentina quedando fuera de operación.

El grupo de Ingeniería de Costas y Puertos se ha propuesto reparar y/o reconstruir la boya mencionada.

Objetivo

Revisar la boya para determinar la causa de la falla y proceder al reemplazo o reconstrucción de las partes dañadas e instalar el o los dispositivos que eviten en lo posible una futura falla. Su desarrollo permitirá recabar información más detallada del comportamiento del entorno costero como lo es por ejemplo la influencia de factores físicos (temperatura, humedad, presión, etc.) en los bancos coralinos.

INTRODUCCIÓN

La comprensión del océano y del entorno marino así como del papel que ambos desempeñan en el tiempo y en el clima depende directamente de la capacidad de observar su estructura y variabilidad. Aunque los métodos tradicionales han suministrado, a lo largo de la historia, mediciones marinas valiosas, la necesidad cada vez mayor de contar con datos de todo el mundo sobre el medio marino en tiempo real y en tiempo real aproximado exige que se exploten plenamente todos los avances de la tecnología en materia de sensores, plataformas, redes de medición y telemetría de datos.

Las primeras mediciones mediante boyas a la deriva de que se tiene noticia fueron llevadas a cabo por Leonardo da Vinci (1452-1519), para medir la velocidad del agua de las corrientes lo cual hacía lanzando al agua un simple flotador, consistente en un vástago compensado y una vejiga de flotación, y midiendo la distancia recorrida corriente abajo al cabo de cierto tiempo pudo obtener datos suficientes para calcular el caudal real de la corriente.

La utilización de las boyas a la deriva en oceanografía, principalmente para medir las corrientes, tiene una larga historia, aunque la localización de las boyas ha supuesto siempre dificultades. La concepción e instalación de sistemas seguros de satélites que pueden detectar plataformas superficiales en todo el mundo, significó la posibilidad de realizar mediciones tanto de las corrientes en alta mar como del medio ambiente. En el último decenio la tecnología de los satélites ha progresado de modo tal que hoy en día existen plataformas dotadas de material electrónico de costo relativamente bajo que pueden facilitar datos en tiempo real y sin discontinuidad.

La boya en Puerto Morelos.

Entre los criterios para el diseño de la boya debe incluirse el que esta cuente con un perfil bajo para minimizar la tracción eólica y una baja tracción superficial del casco a fin de poder utilizar la boya en una configuración de ancla flotante con mínimos efectos de la corriente superficial. Por lo común, los casos de las boyas consisten en una pieza moldeada de fibra de vidrio o aluminio con relleno de poliuretano. La energía procede habitualmente de pilas alcalinas, de manganeso o de litio con el apoyo de celdas solares. Para la obtención de datos de meteorología marina en tiempo real la antena debe mantenerse fuera del agua a fin de permitir una telemetría óptima al satélite o radio de comunicación por lo que en la mayoría de los casos las boyas consisten en una pértiga y una anilla de flotación.

La boya que se rehabilito en el desarrollo de este trabajo está compuesta de un flotador de resinas termoplásticas, *foam*, de 61 cm de ancho y 155 cm de diámetro con una estructura de acero

galvanizado de aproximadamente 240 cm de largo y 33 cm de diámetro montada al centro del flotador. En el interior de la estructura de acero se encuentra el compartimiento para albergar todos los componentes electrónicos. La boya tiene una boyancia o flotabilidad de 900 kg. En la parte superior de la boya se encuentra una torre donde se localiza un GPS que transmite su posición vía satélite cada 6 horas. También tiene una luz color ámbar que es visible hasta un radio de 3.7 km. La energía para toda la boya es obtenida de cuatro paneles solares controlados por un regulador de potencia y almacenada en dos paquetes de baterías de gel de 12 V cada una. Todos los sensores con excepción de los sensores de salinidad y temperatura del mar son provistos de energía de 12 V, vía el sistema de la boya.

El equipo que utiliza el sistema se describe brevemente a continuación:

- *Vaisala HUMICAP*, sensores de humedad y temperatura

El intervalo de medición para el sensor de humedad es de 0.8 a 100% de humedad relativa y para la temperatura es de -39°C a +60°C, con una resolución de 0.2°C.

- *Vaisala*, sensor de presión atmosférica

Con un intervalo de muestreo de los 600 hPa a los 1060 hPa.

- *YSI*, sensor de temperatura del aire

Mantiene una tolerancia de $\pm 0.1^\circ\text{C}$, en un intervalo de 0°C a 75°C.

- *Gill*, Anemómetro de viento sónico

El intervalo de velocidad es de 0 m/s a 60 m/s con una resolución de 0.01 m/s y para la dirección el intervalo es de 0° a 359° con una precisión de $\pm 3^\circ$ y una resolución de 1°.

-*KVW*, compás electrónico

Provee de la información necesaria para la orientación del viento en una escala de 0° a 359°, referido al norte magnético.

-*ZENO*, Datalogger

Todos los sensores de la estación meteorológica y los de calidad del agua son reportados en el datalogger.

-*Sea-Bird MicroCAT C-T*, Temperatura y salinidad del agua de mar

Esta unidad es equipada con un sistema de bombeo que empuja el agua dentro de los sensores de temperatura y conductividad.

- *AWAC Nortek*, Perfilador de corrientes acústico y sensor de presión.

A partir de un equipo acústico ubicado en el fondo del mar conocido como *AWAC (Acoustic Wave And Current)*, por sus siglas en inglés) se obtiene todo el perfil de la corriente, así como el espectro del oleaje direccional. Este equipo está comunicado vía módems acústicos marca *Benthos*, con la boya para posterior envío de los datos.

-*Benthos*, Módems Acústicos

El sistema de comunicación acústico es manufacturado por *Benthos*. En el fondo del mar se localiza el módem acústico transmisor montado y conectado al *AWAC*

-*Free Waves*, Radio Módems

El sistema de radio comunicación opera entre las frecuencias de 902 MHz a 928 MHz con un alcance de 96.5 km en línea de vista a través de los protocolos RS232.

1. VARIABLES A MEDIR

El clima es el resultado de numerosos factores que actúan conjuntamente. Los accidentes geográficos, como montañas y mares, influyen decisivamente en sus características.

Para determinar estas características podemos considerar como esenciales un reducido grupo de elementos: la temperatura, la humedad y la presión del aire. Sus combinaciones definen tanto el tiempo meteorológico de un momento concreto como el clima de una zona de la Tierra.

Para definir el proyecto se abordarán de manera general las variables a medir, así como su utilización en las estaciones oceanográficas, estableciendo con esto las necesidades a cubrir con la boya.

A pesar de que no en todas las variables se tomó parte, debido a que durante la revisión del sistema se encontró que únicamente presentan daños los elementos montados propiamente en la boya, descartando principalmente al perfilador de corrientes acústico y sensor de presión así como los módems acústicos ya que estos se manejan de manera independiente estando ubicados al fondo del mar, como ya es mencionado anteriormente en la descripción de estos equipos.

1.1 Temperatura

Posiblemente la temperatura es la medida más común en meteorología. Al ser combinada con otros parámetros como: presión atmosférica, velocidad del viento y humedad; nos da idea de las condiciones exteriores e incluso ayuda en la predicción del estado del tiempo.

La temperatura atmosférica es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. Aunque existen otras escalas para otros usos, la temperatura del aire se suele medir en grados centígrados (°C).

La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares. También depende del tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza del viento, la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la proximidad de masas de agua, etc.

1.2 Humedad del aire

La humedad indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Depende, en parte, de la temperatura, ya que el aire cálido puede soportar mayor humedad que el aire frío. Cuando el aire no es capaz de contener más humedad en una temperatura dada se considera saturado.

La humedad absoluta se refiere a la cantidad de vapor de agua presente en una unidad de volumen de aire y se expresa en gramos por centímetro cúbico (g/cm³).

La saturación es el punto a partir del cual una cantidad de vapor de agua no puede seguir creciendo y mantenerse en estado gaseoso, se convierte en líquido y se precipita.

La humedad relativa se define como el porcentaje de saturación del aire con vapor de agua, es decir, es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión. De tal forma que la humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentre.

$$HR = (\text{presión de vapor actual} / \text{presión de vapor a saturación}) \times (100).$$

Para medir la humedad relativa del aire se utilizan el higrómetro.

Cuando se enfría aire húmedo en ausencia de superficies sólidas sobre las cuales pueda producirse la condensación, la presión parcial del agua puede ser superior a la presión de vapor del agua a esa temperatura, por lo que se dice que el aire está sobresaturado de vapor de agua.

Cuando el sistema está en condiciones de equilibrio y se perturba, se puede provocar una condensación repentina que se manifiesta formando neblina o pequeñas gotas líquidas. Es la temperatura a la cual el aire queda saturado por enfriamiento sin adición de vapor de agua y a presión constante (proceso isobárico). Cualquier disminución posterior de temperatura (enfriamiento) produce condensación, así se forma la niebla y el rocío. También puede decirse que es la temperatura a la que el vapor de agua de la atmósfera empieza a condensarse (la temperatura del termómetro seco y húmedo del psicrómetro son iguales).

Para cualquier temperatura de punto de rocío el contenido de vapor de agua es constante, independientemente de las temperaturas seca y húmeda. Este concepto es muy útil para expresar la humedad atmosférica, ya que se usa para pronosticar la probabilidad de formación de niebla y nubes, etc.

Humedad absoluta es el número de gramos de vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire a una temperatura y presión determinadas. Se expresa en g (de vapor de agua)/m³ (de aire) a una presión y temperatura especificadas.

La humedad específica se expresa en g (de vapor de agua) / kg. (de aire húmedo).

Mezcla de humedad es la relación entre la cantidad (masa) de vapor de agua y la cantidad (masa) de aire seco, y se expresa en g (de vapor de agua) / kg. (de aire seco).

1.3 Presión atmosférica

La presión atmosférica es el peso de la masa de aire por cada unidad de superficie. Por este motivo, la presión suele ser mayor a nivel del mar que en las cumbres de las montañas, aunque no depende únicamente de la altitud.

Dicha presión está relacionada con su densidad, la cual a su vez está vinculada con la temperatura del aire y con la altitud en determinado nivel de la superficie terrestre, la presión "normal" a nivel del mar es de unos 1,013 milibares y disminuye progresivamente a medida que se asciende. Para medir la presión utilizamos el "barómetro".

Las diferencias de presión atmosférica entre distintos puntos de la corteza terrestre hacen que el aire se desplace de un lugar a otro, originando los vientos. En los mapas del tiempo, los distintos puntos con presiones similares se unen formando unas líneas que llamamos "isobaras".

1.4 Viento

Se define al viento, en general, como el movimiento de las masas de aire. Sin embargo, una definición aceptada técnicamente, apoyada en la meteorología, es:

Corriente horizontal de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre; una variación a esta definición está representada por los "vientos orográficos" que circulan en forma ascendente.

El viento se atribuye a las desigualdades de la densidad del aire, y a las presiones bajas y altas. El excesivo calentamiento del aire hace que éste se dilate y se anime de un movimiento ascendente

dejando un lugar vacío en el lugar en donde se dilató, o centro de baja presión barométrica; este vacío se llena con aire más denso que procede de otras regiones o lugares de alta presión.

Atendiendo a su acción los vientos se clasifican en:

- a) Constantes o regulares.- soplan en una dirección todo el año
- b) Periódicos.- invierten su dirección con las estaciones del año o con el día y la noche.
- c) Irregulares.- son los que carecen de periodicidad y soplan en una y otra dirección indiferentemente.

Atendiendo a su extensión se puede clasificar a los vientos en:

- a) Generales o planetarios
- b) Locales

Como ejemplo de los vientos constantes y a su vez generales se encuentran los vientos alisios, contralisios y polares o vientos del Oeste.

El origen de estos vientos se encuentra en la región ecuatorial de la Tierra, en donde existen los mayores motivos de calentamiento y humedad.

A consecuencia de esto el aire se vuelve más ligero y se establece una corriente ascensional de aire caliente y húmedo, este se precipita en forma de copiosas lluvias. Luego el aire ya más seco y pesado se derrama por las capas superiores de la atmósfera en dirección a los polos, a este flujo de vientos se le denomina *Contralisios*. Para llenar el vacío que dicha corriente ascensional deja en extensa zona ecuatorial (de 300 a 1000 km) se mueven por abajo los llamados vientos Alisos que llegan del norte y del sur y vuelven a elevarse formando por lo tanto un cinturón carente de vientos horizontales en el ecuador teórico de la Tierra que recibe el nombre de Calmas Ecuatoriales, nombre dado por los marinos debido a la frecuencia con que los veleros se quedaban estacionados por falta de viento.

Ahora bien, si la tierra no estuviese dotada de movimiento de rotación y no existiesen perturbaciones en la superficie de la misma, la trayectoria de estos vientos (Alisios y Contralisios), coincidiría con los meridianos, pero en virtud de este movimiento de rotación de las moléculas atmosféricas al trasladarse de los polos al ecuador, que es el caso de los vientos alisios, estos van encontrando regiones dotadas de creciente velocidad lineal (la velocidad lineal de la Tierra va en aumento a medida que se va uno acercando de los polos hacia el ecuador) lo que da por resultado que en vez de seguir trayectorias de los polos al ecuador se desvían hacia el Este en el Hemisferio Norte y hacia el Oeste en el Hemisferio Sur, lo que da en la zona ecuatorial vientos del Noreste al Norte del ecuador y vientos del Sureste al Sur de este.

El viento es el principal generador de oleaje y su efecto sobre la costa es permanente, provocando, además, mareas de vientos o de tormenta y fuerzas sobre las estructuras; de ahí la importancia de su estudio desde el punto de vista de las obras marítimas y la ingeniería de costas.

Elementos que caracterizan al viento

Los elementos que caracterizan al viento son tres:

- a) Dirección en la que sopla
- b) Intensidad o velocidad con que sopla
- c) Frecuencia o número de veces que se presenta con determinadas características durante un lapso cualquiera, utilizándose normalmente la hora, el día, mes, estación o año.

Dirección: para definir la dirección se utiliza la denominada “*Rosa de los vientos*“, que no es más que un limbo circular que puede estar dividido en 4, 8, 16, 32 partes. Es decir, la dirección del viento es el punto cardinal de donde sopla; así, por ejemplo, un viento Norte es el que proviene del Norte. Los puntos cardinales comúnmente empleados son ocho: N, NE, E, SE, S, SW, W, y NW.

Intensidad: Es la velocidad con que sopla y se expresa en unidades de longitud sobre las de tiempo (m/s, km/h, nudo). Para su medición se utiliza la escala internacional llamada de *BEAUFORT* (modificada) que se presenta en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Escala de Beaufort			
Grado	Nombre	Velocidad (m/s)	Condiciones del mar
0	Calma	0.0 – 0.2	Mar llana
1	Vetolina	0.3 – 1.5	Ondulación pequeña en la superficie, sin producción de espuma.
2	Flojito	1.6 – 3.3	Olas cortas y bajas que no rompen; mar rizada
3	Flojo	3.4 – 5.4	Oleaje que empieza a romper; poca espuma mar rizada
4	Bonacible	5.5 – 7.9	Olas de poca altura pero de mayor longitud; borregos de espuma; marejadilla.
5	Fresquito	8.0 – 10.7	Se acentúa la longitud de las olas; generalización de borregos de espuma; esporádicamente rociones de espuma; marejada

6	Fresco	10.8 – 13.8	Se inicia la formación de grandes olas, que rompen; rociones de espuma al aire; mar gruesa
7	Frescachón	13.9 – 17.1	Crece la mar; mar muy gruesa
8	Duro	17.2 – 20.7	Olas de altura notable; las crestas despiden espuma pulverizada; mar arbolada
9	Muy duro	20.8 – 24.4	Olas muy grandes; balances pronunciados; la espuma empieza a afectar la visibilidad
10	Temporal	24.5 – 28.4	Olas considerables; mar blanca de espuma, balances fuertes.
11	Borrasca	28.5 – 32.6	Olas extraordinariamente altas; visibilidad escasa a causa de la espuma
12	Huracán	32.7 – 36.9	Atmósfera y mar completamente llena de espuma; visibilidad casi nula

En relación con la intensidad del viento, cabe mencionar la que se usa en los boletines meteorológicos en regiones tropicales (escala Saffir Simpson) de la siguiente forma:

Perturbación tropical: son circulaciones débiles que se presentan en latitudes entre los 5° y 8°.

Depresión tropical: circulación sensiblemente cerrada y centro bien definido; velocidad máxima de 40 kph.

Tormenta tropical: forman nubosidades espesas y algunas perturbaciones se disipan al alcanzar esta clasificación. Las velocidades aumentan, fluctuando entre 60 y 120 kph.

Huracán: velocidades de viento superiores a los 120 kph. la cual tiene cinco sub-categorías.

Relación intensidad del viento – estado del mar.

La mar levantada por el viento, o “mar de viento”, es en realidad fusión creciente de tres variables; la fuerza o intensidad del viento, su persistencia y su fetch.

El fetch es la extensión rectilínea sobre la que sopla un viento de fuerzas teóricamente constantes, es decir es una “zona de generación”. El fetch delimita su longitud en forma paralela

a la dirección del viento, expresándose en kilómetros o millas y, para un viento dado, la altura del mar es creciente. En otras palabras, la altura del oleaje es mayor para un viento dado con fetch largos que con fetch cortos.

Internacionalmente se ha adoptado la escala de Douglas para definir el estado del mar, asociando un nombre característico y correspondiendo a cada uno de los grados de la Beaufort (tabla 1.2).

Tabla 1.2 Escala de Douglas.			
GRADO DOUGLAS	DENOMINACION	EQUIVALENCIA BEAUFORT	ALTURA DE OLA (m)
0	Calma	0	0
1	Llana	1	0-0.1
2	Rizada	2 y 3	0.1-0.5
3	Marejadilla	4	0.5- 1.25
4	Marejada	5	1.25-2.50
5	Gruesa	6	2.50- 4.00
6	Muy gruesa	7 y 8	4 – 6
7	Arbolada	9	6- 9
8	Montañosa	10	9- 14
9	Confusa	11 y 12	Más de 14

Los aparatos más comúnmente usados en la actualidad para determinar las características de los vientos son: anemómetro y anemógrafo.

Anemómetro

Indica la velocidad y dirección del viento en forma simultánea, logrando tal objetivo por medio de un tacómetro que se liga a través de un engranaje a un eje vertical en cuyo extremo superior tienen una serie de aspas cóncavas o copas adosadas a una cruceta (los hay de 3 y 4 copas), llegan a tener una carátula en donde se puede ver directamente tanto la velocidad como la dirección del viento incidente.

Otro tipo de anemómetros muy utilizados son los de tipo sónico que se basa en que la velocidad de propagación del sonido depende de la velocidad del viento. Lo que se mide en este caso es el tiempo que demora una señal de sonido en atravesar una distancia conocida (normalmente unos 20 cm). Este intervalo de tiempo está relacionado con la velocidad del viento en la dirección

entre el emisor y el receptor. Mediante una medición similar, realizada en una dirección perpendicular a la anterior, se puede calcular la velocidad total del viento y su dirección.

Anemógrafo

Este aparato cuenta adicionalmente con un mecanismo de graficación que imprime sus trazos en un papel graduado que va colocado en un tambor que se desplaza mediante un mecanismo de relojería. La graduación vertical define la velocidad y la horizontal el tiempo.

1.5 Marea

El primer acercamiento serio al fenómeno fue hecho por Newton en 1687 en su “Philosophie Naturalis Principia Mathematica”, en la cual mostró la atracción gravitacional entre el Sol, Luna y Tierra. Es decir, Newton obtuvo la teoría que se conoce como “estática”, la cual, aunque imperfecta, proporcionó la noción esencial de la fuerza de atracción que los astros tienen sobre las moléculas líquidas.

Más tarde, en 1799, Laplace presentó más detalles y el panorama fue haciéndose poco a poco más claro (teoría dinámica). Este investigador estableció que el movimiento del nivel del mar en un punto determinado es la consecuencia de: a) oscilaciones libres, en donde las características (periodo y amplitud), son función de las dimensiones del vaso o recipiente que constituyen los océanos; b) oscilaciones forzadas, producto de la acción (atracción) perturbadora de los astros (luna y sol).

Con estas bases, se han hecho muchos progresos a partir del siglo pasado y así en nuestros días el análisis y predicción de las mareas son procedimientos más o menos comunes; en la primera parte de éste, los cálculos se basaron en el uso de métodos semianalíticos, los cuales fueron ejecutados a mano. Para situaciones complicadas se hizo indispensable el soporte de un modelo hidráulico o analógico. Con el desarrollo de las computadoras digitales esto ha cambiado completamente y hoy en día prácticamente todos los análisis de mareas se hacen con ayuda de ellas. Por su parte los modelos físicos para estudiar exclusivamente la dinámica de las mareas son rara vez realizados en la actualidad. Los métodos analíticos son usados solamente en los casos de una primera aproximación para propósitos de control.

Cuando se trate con mareas surgirán dos preguntas:

¿Por qué es importante tener conocimiento acerca de las mareas?

¿Qué es exactamente una marea?

Contestando a la primera pregunta, las razones pueden ser:

- Reclamación de áreas costeras

- Cierre o apertura de bocas
- Problemas de seguridad de estructuras
- Problemas de intrusión salina
- Generación de energía
- Transporte de sedimentos
- Otros

La segunda pregunta se contesta parcialmente observando “Marea es la oscilación de largo periodo del nivel”

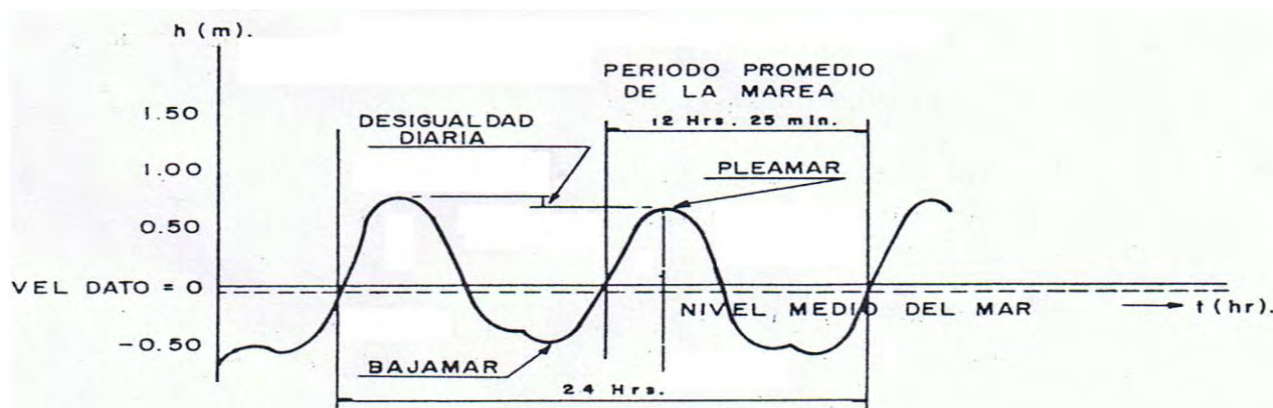


Figura 1.1 Mareas

Antes de explicar algunas de las características de las mareas presentadas en la figura 1.1, se debe primero considerar el origen de las mareas, es decir las causas que las originan.

Mareas astronómicas

Como fue explicado por Newton, las mareas están relacionadas con las fuerzas de atracción del Sol, la Luna y la Tierra.

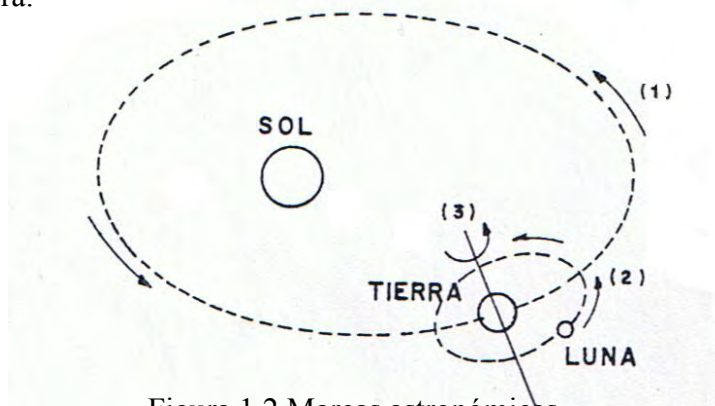


Figura 1.2 Mareas astronómicas

Los movimientos del sistema solar son:

- 1) Tierra alrededor del Sol (365 días)
- 2) Luna alrededor de la Tierra (27.3 días)
- 3) Tierra alrededor de su propio eje (24 horas)

Para simplificar una explicación del fenómeno, sólo se considera el sistema Tierra- Luna, haciéndose las siguientes suposiciones:

- a) La Tierra está cubierta totalmente con una capa de agua
- b) La Luna está en el plano del ecuador de la tierra.
- c) No existe rotación de la Tierra

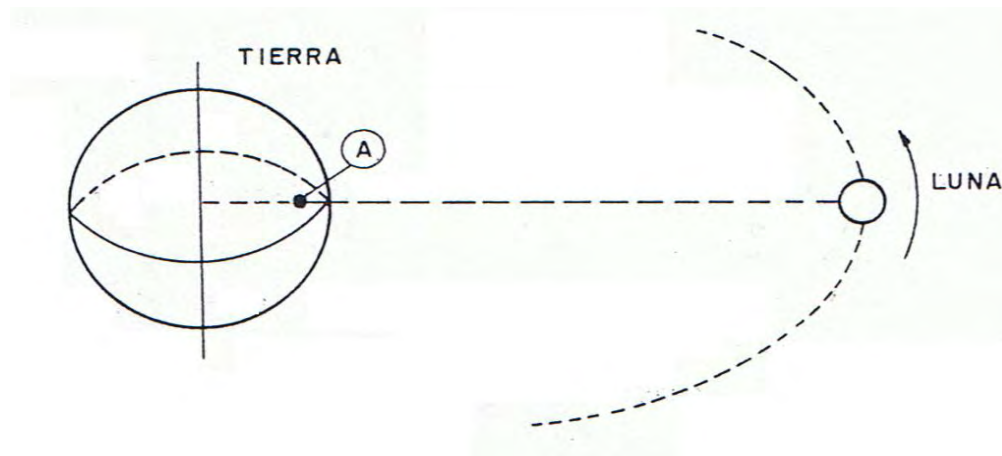


Figura 1.3 Sistema Tierra Luna

El sistema combinado Tierra- Luna tiene su centro de gravedad en el punto A. En otras palabras: el sistema gira alrededor del punto A en aproximadamente 27 días.

Mientras giran, los dos cuerpos ejercen fuerzas gravitacionales entre ellos y por razón de equilibrio estas fuerzas deben ser contrarrestadas por fuerzas centrífugas.

Es obvio que estas fuerzas deformarán la capa de agua que cubre a la Tierra, en la forma indicada en la figura 1.4.

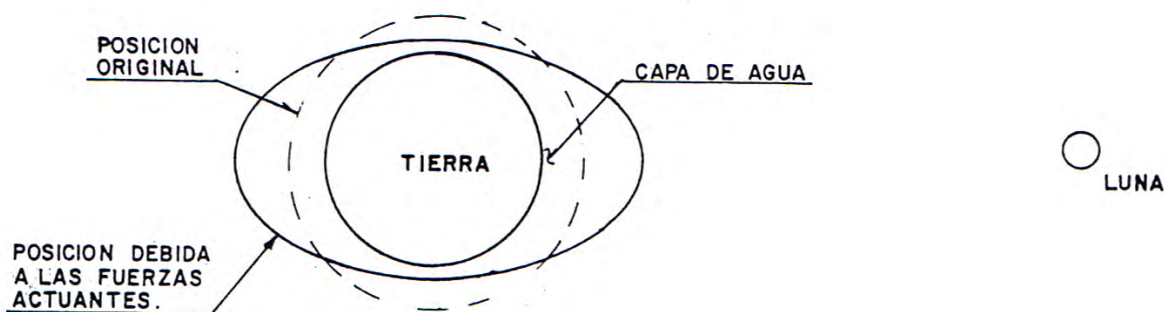


Figura 1.4 Capa de agua de la Tierra

La segunda consideración (la Luna en el plano del ecuador de la Tierra) no se cumple en realidad, debido a que el eje de la Tierra hace un ángulo de 66.5° (valor promedio) con el plano de la Luna. La tercera (no rotación de la Tierra) no es válida tampoco, ya que como es conocido realmente sí tiene movimiento.

Si se aplican las situaciones reales el resultado será como se muestra en la figura 1.5

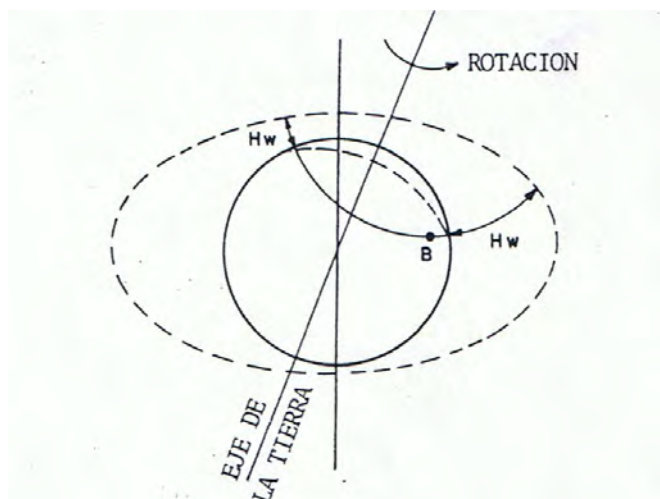


Figura 1.5 Eje terrestre

Esto implica que, por ejemplo, en el punto B de la figura anterior, habrá por lo tanto dos pleamares y dos bajamares en un período de alrededor de 25 horas. La marea en el punto B es llamada “*marea semidiurna*”

Ahora que ha sido genéricamente analizado el principio de la marea lunar, algunas de las características mostradas en la figura 2.4 pueden explicarse

La primera es que el periodo de la marea semidiurna es un poco mayor de 12 horas, lo cual puede entenderse con base en el hecho de que la marea es gobernada por dos movimientos.

- La rotación de la Tierra
- La traslación de la Luna alrededor de la Tierra

Esto quiere decir que en un cierto lugar en la Tierra de cara a la Luna no será visto otra vez hasta después de un giro completo de la Tierra en 24 horas. Dado que la Luna se ha movido también en ese período un total de $1/27.3$ partes de 360° , lo cual es alrededor de 13° , significa que tardará un tiempo adicional de $(13^\circ/360^\circ)*24$ horas, o sea alrededor de 50 minutos para estar en fase con la Luna otra vez y, puesto que el período de la marea semidiurna es la mitad de ese tiempo, implica que sea igual a $(24 \text{ h } 50 \text{ min})/2 = 12 \text{ h } 25 \text{ min.}^*$

Además, debido a la influencia combinada del Sol y la Luna, será un poco menor de 50 minutos en marea viva y ligeramente mayor en marea muerta.

*Este es un valor promedio que no es constante a lo largo de un mes, debido a la órbita elíptica de la Luna.

La segunda característica que se puede observar en la figura 2.4 es la que se denomina desigualdad diaria, lo que induce que tanto las dos pleamares como las bajamares subsecuentes no sean de la misma altura.

Hasta ahora, debido a las simplificaciones, todo ha sido fácil de entender, pero una consideración no ha sido todavía analizada; la suposición de que la Tierra está cubierta por una capa de agua. Esta aseveración no es completamente cierta, puesto que existen los continentes y las demás zonas terrestres. Como sea, existe una angosta faja de agua alrededor de todo el mundo en las cercanías del Polo Sur (63° a 64° latitud Sur), siendo a través de este canal que las mareas se mueven alrededor del globo terrestre.

Además de las mareas semidiurnas existen otros dos tipos: diurna y mixta.

Explicar por qué en un cierto lugar de la Tierra se presenta alguno de los tres tipos es muy difícil. Las mareas, las cuales entran a los océanos por el Sur, son reflejadas por los continentes, amortiguadas debido a los efectos de aguas bajas, incrementadas con mareas que provienen del otro extremo de un continente, etc. Adicionalmente, hasta ahora, solo se ha considerado la influencia de la Luna, pero el Sol tiene un efecto similar sobre las masas de agua de la Tierra, aunque su magnitud es solamente el 46% que la de la Luna. Además. Debido a las órbitas elípticas de la Tierra y de la Luna y a que sus declinaciones no son constantes, se tiene que en un lugar especial se puede tener un tipo de marea diferente que en otro, tanto en su tipo como en su magnitud.

Por ejemplo, Las mareas en el Golfo de México son del tipo diurno o mixto diurno (amplitud media del orden 0.45 m), mientras que en el Pacífico Mexicano se encuentran mareas mixtas semidiurnas (amplitud medida de 1.10 m a 1.60 m) y en la zona del golfo de California, aunque

también son del tipo mixto semidiurno, sus amplitudes son bastantes más grandes (superior a 4.00 m).

Dentro de los tipos de mareas mencionados existen, a su vez, dos variantes que se conocen como mareas muertas, las cuales dependen de la fase de la Luna.

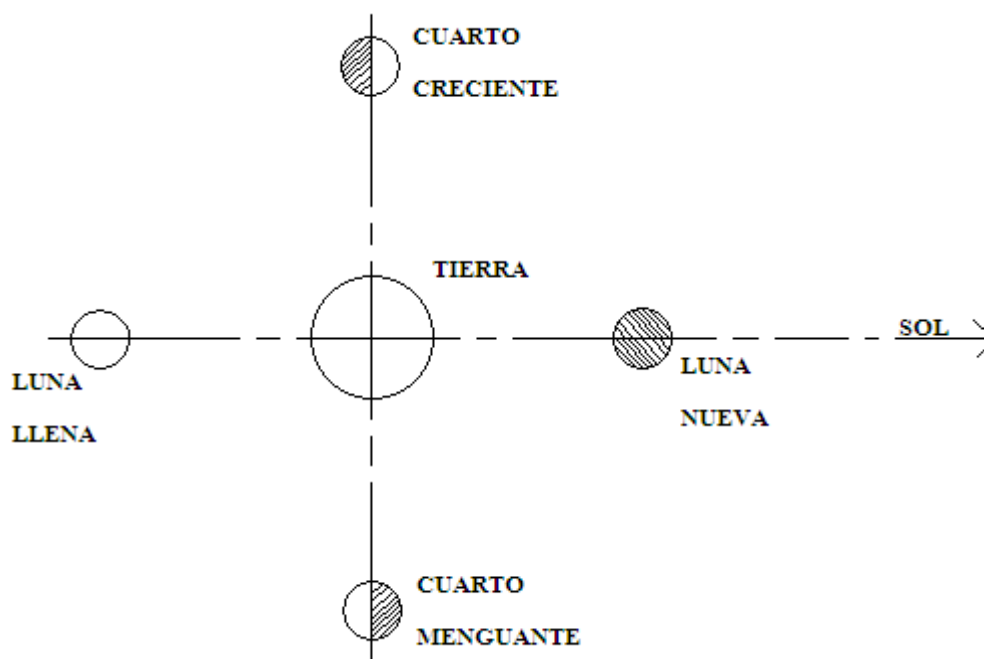


Figura 1.6 Luna, Tierra y Sol

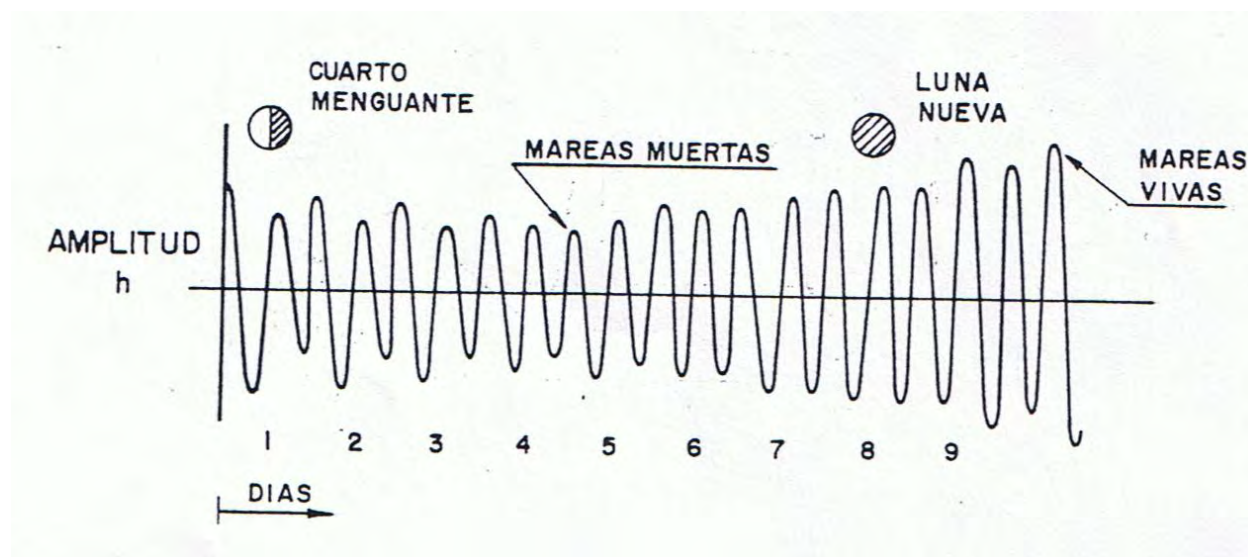


Figura 1.7 Mareas vivas y muertas

De las figuras anteriores se puede observar que:

- En cuarto creciente y cuarto menguante, el Sol y la Luna no se encuentran alineados, no pudiendo sumar sus efectos de atracción sobre las partículas de agua.
- En Luna nueva y llena, el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran alineados provocando niveles más altos de agua que el promedio, mientras que en cuarto creciente y menguante son más bajos los niveles de agua.

Específicamente en la figura 1.7, puede observarse que las mareas vivas y muertas ocurren algún tiempo después que la ocurrencia de la fase de la Luna que las origina. Esto es debido al tiempo de viaje del área del Polo Sur al lugar considerado y a los efectos de amortiguamiento y reflexión, etc. Esta diferencia en tiempo es llamada edad de la marea.

Para un período de un año existe un fenómeno adicional, al cual se le conoce como marea equinoccial en la que se presentan las máximas amplitudes en un año y ocurre para el caso de Luna llena de equinoccio, ya que el Sol se encuentra lo más cercano a la Tierra. A estas mareas se les puede considerar como las máximas mareas vivas durante todo el año, siendo, por consecuencia, las mínimas mareas muertas cuando se presenten el cuarto creciente o menguante en coincidencia, las mínimas mareas muertas se presentan cuando el cuarto creciente o menguante está en coincidencia con el solsticio.

Recapitulación

Las mareas como se dijo pueden ser de los siguientes tipos:

Diurna: un pleamar y una bajamar por ciclo, en un período de 24 h y 50 min (valor promedio).

Semidiurna: dos pleamares y dos bajamares durante dos sucesivos ciclos con período de 12 h y 25 minutos cada uno (valor promedio) las amplitudes de ambas son sensiblemente semejantes.

Mixta: dos pleamares y dos bajamares durante dos ciclos sucesivos, con período de 12 h y 25 min cada uno (valor promedio); las amplitudes de ambas presentan diferencias notorias (desigualdad diaria).

La desigualdad diaria: para mareas semidiurnas y mixtas, es la diferencia en altura entre los niveles de dos pleamares o bajamares sucesivas:

Marea viva: es la máxima amplitud que alcanza la onda en el mes (en realidad el aumento empieza desde la marea muerta), ocurriendo algún tiempo (la edad de la marea) después de aparecida la Luna llena o nueva. Se le denomina marea de “sicigias”.

Marea muerta: es la mínima amplitud que alcanza la onda en el mes (decrece a partir de la marea viva), ocurriendo algún tiempo después que han aparecido los cuartos creciente y menguantes.

Marea equinoccial: es la máxima amplitud alcanzada por la onda durante todo el año, como producto de la atracción de los astros (mareas astronómicas).

Las estaciones que sirven para obtener los registros de los niveles generados por las mareas, cualquiera que sea su índole, se les puede clasificar en primarias y secundarias. Las primarias cuentan con aparatos y/ o instalaciones por un espacio de tiempo relativamente grande, mientras que las secundarias se instalan para cubrir necesidades específicas de algún proyecto de pequeña magnitud, siendo operadas durante corto tiempo.

Por su parte los instrumentos destinados a la medición de ondas de mareas se clasifican en dos: mareómetros y mareógrafos.

1.6 Corriente

En general se pueden definir a las corrientes como el desplazamiento de una masa de agua y normalmente se caracterizan con su dirección y velocidad.

La dirección de una corriente es el rumbo hacia el cual se dirigen, es decir, la forma de designar la dirección de una corriente es contraria a la que se utiliza en los vientos, ya que en éstos se considera de donde sopla y no hacia donde sopla. La velocidad de una corriente se expresa tradicionalmente en nudos, cuando se tratan aspectos relativos a la navegación (1 nudo = 1 milla marítima por hora = 1853 m/ h.) o bien en m/s.

Las corrientes para su estudio se pueden dividir en cuatro apartados: corrientes oceánicas, corrientes inducidas por el viento, corrientes por marea y corrientes en la costa producidas por oleaje. Aunque en relación con su ámbito también pueden clasificarse en corrientes locales y generales, en función de su área relativa de influencia, resultando obvia su diferenciación.

Corrientes Oceánicas

Las causas que generan las corrientes marinas son esencialmente dos: viento y gradiente de densidades.

El viento como elemento generador opera por efecto del arrastre de las moléculas superficiales, las cuales a su vez, por transmisión de momento actúan sobre las moléculas más profundas, según sea la intensidad y persistencia del viento, también, dependiendo de que existan o no elementos que se opongan al mantenimiento del flujo de aguas. Por lo tanto, este tipo de corrientes se pueden decir que en general son prácticamente superficiales y de poca intensidad.

Este tipo de corrientes coinciden en dirección con los vientos generales o planetarios (alisios y contralisios, etc.) y tienen una dirección más o menos constante en el transcurso del año.

El gradiente como elemento productor de las corrientes está determinado por las diferencias de densidad de las masas de agua, la cual es función de la temperatura y la salinidad. Es por ello que algunas corrientes presentan componentes en el plano vertical, que implica el transvase de masas de agua de uno a otro plano potencial o estrato.

Una serie de elementos circunstanciales contribuyen a matizar a las corrientes cualquiera que sea su origen. La configuración litoral y la topografía del fondo son dos de estos elementos; Así mismo, influye la inercia de la misma corriente, una vez generada.

La aportación de agua dulce puede ser también un elemento característico de un esquema de corrientes, tratándose de corrientes que involucran una gran cantidad de masa de agua, la fuerza de Coriolis es otro agente que define un determinado comportamiento.

Si se atiende a la temperatura de las aguas, las corrientes se clasifican como calientes y frías y basan su importancia fundamentalmente en el hecho de que determinan ciertos comportamientos de orden biológico, en relación con la presencia de especies vegetales y animales. Las principales corrientes de este tipo a nivel mundial se presentan en la figura 1.8.

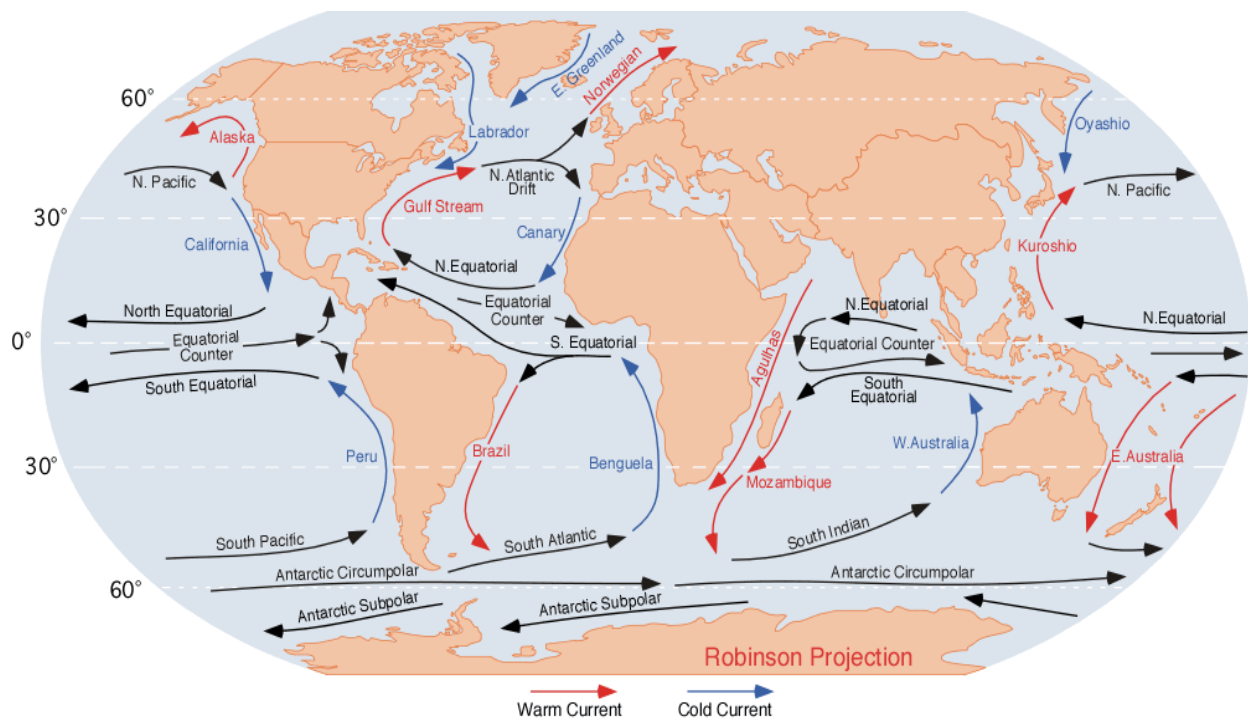


Figura 1.8 Principales corrientes del mundo

Corrientes locales inducidas por viento

Cuando el viento sopla sobre la superficie libre del mar, se produce un esfuerzo cortante sobre el agua y las partículas líquidas que, cuando el viento no actuaba, describían órbitas elípticas casi cerradas al paso de las olas, ahora tendrán una resultante de translación importante.

Corrientes por marea

La elevación y descenso periódico del nivel del agua genera movimientos notables en las masas líquidas, sobre todo en zonas costeras en donde la comunicación con el mar abierto está relativamente restringida (estuarios, bahías, entradas a puerto, desembocaduras, etc.) y genera las llamadas corrientes de marea.

Las características de las corrientes de marea, como es fácil de comprender, cambian de un lugar a otro, dependiendo en primer término del carácter de la marea y en función también de la profundidad y configuración del terreno donde se desarrolla. Por lo tanto no son recomendables las expresiones analíticas para su cálculo, haciendo necesario su medición directa o la utilización de modelos numéricos complejos.

Corrientes producidas por oleaje

Debido al fenómeno del oleaje, para ciertos valores de la profundidad del fondo en relación con la altura de la ola, o bien por su relación de esbeltez ($r = H/L$), ésta tiende a romper, modificando sustancialmente las características del transporte de masa líquida y, en consecuencia, provocando corrientes.

La importancia de las corrientes producidas por el oleaje radica fundamentalmente en el hecho de que son las que originan y regulan, en su mayor parte, el movimiento de los sedimentos costeros.

Para la medición de las corrientes marinas se pueden emplear diferentes dispositivos y aparatos. Uno de los más sencillos y a la vez más utilizados es el flotador de deriva el cual permite conocer la velocidad de las corrientes a la profundidad deseada, así como la dirección o tendencia de la misma. Para tal efecto los flotadores, una vez soltados en el agua, se posicionan desde tierra a cada determinado tiempo con base en puntos conocidos de una poligonal playera.

Los aparatos para medición se denominan corrientómetros y pueden ser del tipo mecánico o electrónico. Estos aparatos se introducen al agua desde una lancha y registran la velocidad con base en una propela calibrada y un contador de revoluciones.

Existen otros corrientómetros electrónicos más complejos, los cuales operan fondeados en el fondo del mar, recuperándose periódicamente la información registrada de velocidad y dirección de las corrientes. Hoy día los perfiladores de corrientes acústicos son los más precisos para

determinar los vectores que caracterizan las corrientes marinas (módulo y dirección) en la columna de agua mediante métodos que aprovechan el efecto doppler en la propagación del sonido en el agua.

1.7 Oleaje

Si una persona se para en la playa y observa el mar, podría ver que arriban a ella olas de diversos períodos y alturas; horas después, en la misma playa, el observador notará que la línea de costa ha retrocedido o avanzado, con respecto a la primera posición vista, debiéndose ello al efecto de la variación del nivel del mar inducida por las mareas, mismas que tienen un relativo largo periodo y no son perceptibles en pequeños lapsos de observación. Las olas, por el contrario, no han variado prácticamente en nada y pueden distinguirse con tan sólo unos instantes de observarlas; ello es debido a que son de “período corto”.

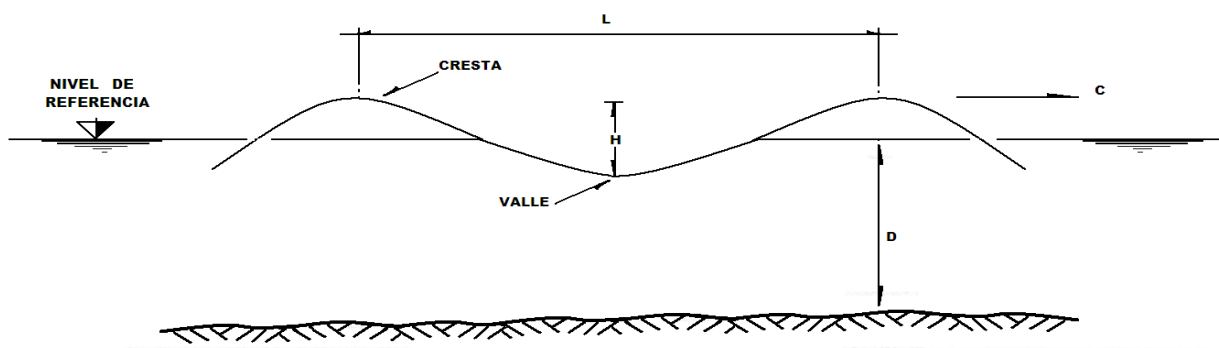


Figura 1.9 Oleaje

La altura de la ola H se define como la distancia vertical entre la cresta y el valle o seno de una ola determinada; por su parte la longitud L es la distancia horizontal medida entre dos crestas o valles consecutivos. Otra característica importante de la onda de oleaje está dada por su período T , el cual se define como el tiempo que tardan en pasar por un punto fijo dos crestas o dos valles consecutivamente; la celeridad C de la onda, es la velocidad con la cual se desplaza la ola, es decir $C = L / T$.

Para definir las características del perfil de una ola, se utiliza la llamada relación de esbeltez $\gamma = H / L$; por su parte, la frecuencia del oleaje queda determinada por el inverso del período: $\omega = 1/T$.

Las olas en el océano son de una amplia gama de períodos, la onda de capilaridad es la que tiene el período más corto, siendo éste menos de 0.07 s, con longitud menor de 1.7 cm y altura máxima entre 1 y 2 mm; la fuerza principal en este tipo de ondas es la tensión superficial. En

todas las demás ondas la principal fuerza de restablecimiento es la gravedad, denominándose en general “ondas de gravedad”

La onda que tiene una mayor concentración de energía es el oleaje producido por el viento, el cual tiene periodos máximos de alrededor de 20 s, habiéndose registrado alturas máximas del orden de 30 m.

Las ondas de largo período se asocian a los Tsunamis, generados por temblores ocurridos en el océano o por la erupción de algún volcán submarino (período de algunos minutos hasta de una hora); onda o marea de tormenta, generada por este tipo de perturbaciones meteorológicas; y la onda de marea astronómica con períodos del orden de las 12 h.

Fuentes de información del oleaje estadístico

La manera más confiable que existe para conocer las características del oleaje para un sitio determinado, sería el realizar mediciones directas durante un lapso que se recomienda no sea menor de 1 año, para lo cual en la actualidad existen diferentes aparatos que permiten llevarlo a cabo.

De esta forma podrían conocerse todas las variables que definirían al oleaje en el sitio en cuestión. Por ejemplo, a partir de una muestra de un determinado número de olas se estaría en posibilidad de definir la altura significativa H_s o lo que es lo mismo la $H_{1/3}$; si se supone una muestra de 9 alturas de ola cuyas ordenadas, de mayor a menor, fueran:

$H_1= 3.7$ m, $H_2= 3.5$ m, $H_3= 3.3$ m, $H_4= 3.1$ m, $H_5= 2.9$ m, $H_6= 2.9$ m, $H_7= 2.8$ m, $H_8= 2.7$ m, $H_9= 2.5$ m

Ya que el número de olas $N= 9$, entonces para $H_{1/3}$

$$1/n \cdot 9 = 1 / 3 \cdot 9 = 3$$

Y como, por definición, se deben considerar las alturas de olas más grandes

$$H_{1/3} = (H_1+H_2+H_3)/3=(3.7+3.5+3.3)/3 = 3.5 \text{ m}$$

Claro está que en este caso sería muy discutible la representatividad de una muestra tan pequeña.

Sin embargo, la medición directa casi nunca es posible realizarla, bien sea por motivos de orden económico o por la necesidad de contar con datos rápidamente, por lo que es común hacer uso de fuentes de información que definen las variables de oleaje en cuanto a período y altura.

Causa	Int	Efectos
Viento	TT	Dificultad en la operación de actividades portuarias de pesca y actividades al aire libre
	H1	Suspensión total de pesca mayor, actividades de descarga y operación en puertos
	H2	Daño en cables, grúas y estructuras expuestas al viento. Rotura de vidrios y ventanas.
	H3	Daño severo en grúas, torres y postes eléctricos. Destrucción en techos y casas de materiales temporales
	H4	Daños en techos de naves industriales, volcaduras de equipos daños en estructuras menores.
	H5	Daños severos en estructuras, colapsos de casas habitación e infraestructura en general.
Oleaje	TT	Suspensión de actividades de pesca menor y en pequeños puertos.
	H1	Suspensión de actividades de pesca mayor y operación portuaria en general.
	H2	Daños en puertos y embarcaciones pequeñas.
	H3	Daños en embarcaciones medianas y destrucción de las pequeñas
	H4	Daños a rompeolas, monoboyas, embarcaciones mayores, erosión playera, daños a muelles.
	H5	Colapso de estructuras de protección, daños severos a embarcaciones mayores y muelles.
Marea de Tormenta	TT	Inundación y erosión de la franja playera.
	H1	Inundación de caminos en zonas bajas y elevación en desembocadura de ríos.
	H2	Inundación en zonas bajas, caminos y planicies cercanas a ríos.
	H3	Inundaciones severas en zonas bajas, fallas en carreteras daño en puertos y marinas.
	H4	Inundaciones severas, daños en estructuras, fallas de tramos carreteros, daño en embarcaciones.
	H5	Inundaciones muy severas, daños en estructuras, puertos, destrucción de embarcaciones grandes

Tabla 1.3 Relación entre causas y efectos de los ciclones

2. TRANSDUCTORES COMO ELEMENTOS DE ENTRADA A SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN

Un sistema de instrumentación electrónico consiste de varios componentes que se utilizan para realizar una medición y registrar el resultado. Por lo general consta de tres elementos principales: un dispositivo de entrada, dispositivo de procesamiento y un dispositivo de salida. El dispositivo de entrada recibe la cantidad por medir y envía una señal eléctrica proporcional al dispositivo de procesamiento. Aquí la señal se amplifica, se filtra o se modifica para ser aceptada por el dispositivo de salida. Este puede ser un simple medidor indicador, un osciloscopio o un registrador para presentación visual, o puede ser una computadora digital para manipulación de los datos o procesos de control. El tipo de sistema depende de qué se va a medir y de qué manera se van a presentar los resultados.

La variable de entrada de la mayoría de los sistemas de instrumentación es no eléctrica. Con el fin de utilizar métodos eléctricos y técnicas de medición, manipulación o control, las cantidades no eléctricas se convierten en una señal eléctrica por medio de un dispositivo llamado transductor. Una definición establece que *“el transductor es un dispositivo que, al ser afectado por la energía de un sistema de transmisión, proporciona energía en la misma forma o en otra a*

*un segundo sistema de transmisión*¹. Esta transmisión de energía puede ser eléctrica, mecánica, química, óptica o térmica.

Esta amplia definición de un transductor incluye dispositivos que convierten fuerza o desplazamiento mecánico en una señal eléctrica. Estos dispositivos forman un grupo muy importante y numeroso de transductores que se encuentran en el área de instrumentación industrial y compete al ingeniero de instrumentación conocer este tipo de conversiones de energía. Muchos otros parámetros físicos (calor, intensidad luminosa, humedad) se pueden convertir en energía eléctrica por medio de transductores. Estos dispositivos proporcionan una señal de salida cuando son estimulados por una entrada no mecánica: un termistor reacciona a variaciones de temperatura, una fotocelda a los cambios de intensidad luminosa, un haz electrónico a los efectos de un campo magnético, etc. En todos los casos, la salida se mide mediante métodos estándares dejando la magnitud de la cantidad de entrada en términos de una medida eléctrica analógica.

2.1 Selección de un transductor

En un sistema de medición el transductor es el elemento de entrada con la importante función de transformar algunas cantidades físicas en una señal eléctrica proporcional. La selección del transductor apropiado es, por consiguiente, el primero y tal vez el paso más importante en la obtención de resultados exactos.

Se deben plantear un número de preguntas básicas antes de seleccionar un transductor, por ejemplo:

- a) ¿Cuál es la cantidad física por medir?
- b) ¿Cuál principio transductor es el mejor para medir esta cantidad?
- c) ¿Qué precisión se requiere en esta medición?

La primera se contesta determinando el tipo y rango de la medición. Para una respuesta apropiada a la segunda se requiere que las características de entrada y de salida del transductor sean compatibles con el sistema de medición y registro. En la mayoría de los casos, estas dos interrogantes se responden fácilmente, al decir que el transductor apropiado se selecciona por la adición de una tolerancia para la precisión. En la práctica esto rara vez es posible debido a la complejidad de los diversos parámetros del transductor que afectan la precisión. Los requerimientos de precisión total del sistema determinan el grado con el cual los factores individuales contribuyen a la precisión que debe ser considerada. Alguno de estos factores son:

¹ "Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición" Alberto D. Helfrick, William D. Cooper

- a) Parámetros fundamentales del transductor: tipo y rango de la medición, sensibilidad, excitación.
- b) Condiciones físicas: conexiones eléctricas y mecánicas, condiciones de montaje, resistencia a la corrosión.
- c) Condiciones de ambiente: efectos de la no linealidad, efectos de histéresis, respuesta en frecuencia, resolución.
- d) Condiciones ambientales: efectos de la temperatura, aceleración, golpes y vibraciones.
- e) Compatibilidad con el equipo asociado: condiciones de balance de peso, tolerancia de la sensibilidad, acoplamiento de impedancias, resistencias de aislamiento.

Las categorías a) y b) comprenden características eléctricas y mecánicas básicas del transductor. La precisión de éste, componente independiente, está contenida en las categorías c) y d). La categoría e) considera la compatibilidad del transductor con el equipo asociado al sistema.

El error de medición total en un sistema activado por transductores se puede reducir para que esté dentro del rango de precisión y por consiguiente de la exactitud requerida, por medio de las siguientes técnicas:

- a) Usando un método de calibración de sistemas con correcciones efectuadas en la reducción de datos.
- b) Monitoreo simultáneo del ambiente, con la consecuente corrección de datos.
- c) Control artificial del ambiente para minimizar los posibles errores.

Algunos errores individuales son previsible y el sistema puede estimar para eliminarlos. Cuando se calibra todo el sistema, estos datos de calibración sirven para corregir datos registrados. Los errores ambientales se corrigen reduciendo los datos si los efectos ambientales se registran al mismo tiempo que los datos reales. Entonces los datos se corrigen aplicando las características ambientales conocidas de los transductores. Estas dos técnicas incrementan de manera significativa la exactitud del sistema.

Otro método para mejorar la exactitud global del sistema es el control artificial del ambiente del transductor. Si se puede conservar sin cambio el ambiente del transductor estos errores se reducen a cero. Dicho tipo de control puede requerir el mover físicamente el transductor a una posición más favorable o aislarlo del medio ambiente mediante una cubierta a prueba de calor, aislamiento de vibraciones o medios similares.

2.2 Constituyentes o partes del equipo

El sistema de adquisición de datos en “tiempo real” de las diferentes variables meteorológicas y oceánicas consiste fundamentalmente de seis partes: La boya superficial, estación meteorológica, sensores de conductividad y temperatura del mar (con estos dos parámetros se puede calcular la salinidad), estado del mar (oleaje y corrientes), comunicación y presentación de los datos en página web.

A continuación se hace mención de las principales características de las seis partes del sistema aunque hay que mencionar que no necesariamente se trabajó con todas ellas.

Estación meteorológica

La estación meteorológica consiste de siete diferentes sensores conectados a un datalogger marca *ZENO*, el cual obtiene las diferentes mediciones de los sensores a un intervalo de muestreo específico y guarda un registro de los datos.



Figura 2.1 Instrumentación externa de la boya

- *Vaisala HUMICAP*, sensores de humedad y temperatura

La principal función de los sensores es medir la humedad relativa, el sensor de temperatura está asociado con el sensor de humedad para su medición correcta. El intervalo de medición para el sensor de humedad es de 0.8 a 100% de humedad relativa y para la temperatura es de -39 a +60°C, con una resolución de 0.2°C.

- *Vaisala*, sensor de presión atmosférica

Este sensor reporta la presión atmosférica a partir de la capacidad absoluta del sensor de presión del silicón *BAROCAP*. Su intervalo de medición va de los 600 a los 1060 hPa.

- *YSI*, sensor de temperatura del aire

Este sensor (Termistor YSI 410) informa la temperatura del aire, tiene una resistencia de 2252 Ω a 25°C y mantiene una tolerancia de $\pm 0.1^\circ\text{C}$, en un intervalo de 0 a 75°C.

- *Gill*, Anemómetro de viento sónico

Este sensor es muy robusto debido a que no presenta partes móviles por lo que es conveniente para condiciones extremas como vientos de tormenta. El principio básico de la obtención de la velocidad y dirección del viento es a partir de los tiempos que toman los pulsos ultra sónicos en viajar de un transductor norte a un transductor sur. El intervalo de velocidad es de 0 a 60 m/s con una resolución de 0.01 m/s y para la dirección el intervalo es de 0 a 359° con una precisión de $\pm 3^\circ$ y una resolución de 1°.

-*KVW*, compás electrónico

Este sensor es un compás electrónico que está integrado a las señales del sensor del viento y provee de la información necesaria para la orientación del viento, referido al norte magnético.

-*ZENO*, Datalogger

Todos los sensores de la estación meteorológica y los de calidad del agua reportan al datalogger. El *ZENO-3200* es programado para registrar y almacenar la información de los distintos sensores cada 15 minutos. Los datos sólo pueden ser extraídos vía un radio módem o conexión directa, que en este caso no es conveniente dado que la boya se encuentra en el agua.

Calidad del agua de mar (temperatura y salinidad)

Sea-Bird MicroCAT C-T, Temperatura y salinidad del agua de mar

Esta unidad es equipada con un sistema de bombeo que hace fluir el agua dentro de los sensores de temperatura y conductividad. Este equipo no depende de la energía que provee la boya y la información es almacenada en memoria sólida. Los datos son recobrados y exportados internamente vía un cable RS232 al datalogger y posteriormente transmitido a la estación base.

Estado del mar (oleaje y corrientes)

AWAC Nortek, Perfilador de corrientes acústico y sensor de presión. A partir de un equipo acústico ubicado en el fondo del mar conocido como *AWAC (Acoustic Wave And Current*, por sus siglas en inglés) se obtiene todo el perfil de la corriente, así como el espectro del oleaje direccional. Este equipo está comunicado vía módems acústicos, marca *Benthos*, con la boya para su posterior envío de los datos por radio módems. El *AWAC* contiene un micro procesador llamado *NIP (Nortek Internal Processor*, por sus siglas en inglés) con el cual se realizan los cálculos del oleaje y la corriente. El sistema tiene su propio suministro de energía y requiere de cambios periódicos de las baterías.

Comunicación

El sistema de comunicación de la boya consta de dos sistemas de transmisión de datos: el sistema sumergible que se utiliza para la comunicación del *AWAC* y la Boya, y el otro es un sistema de comunicación de radio entre la boya y la estación-base.

-Benthos, Módems Acústicos

El sistema de comunicación acústico es manufacturado por *Benthos*. En el fondo del mar se localiza el módem acústico transmisor montado y conectado al *AWAC*, que transmite los datos previamente procesados por el *NIP*. En la parte inferior de la boya (parte sumergida de la boya) se localiza el módem acústico receptor que está conectado al sistema de transmisión de datos del radio módem.

-Free Waves, Radio Módems

El sistema de radio comunicación llamado radio módem de espectro disperso, opera entre las frecuencias de 902 a 928 MHz con un alcance de 96.5 km en línea de vista a través de los protocolos RS232. En la boya se localiza el radio módem denominado esclavo, que transmite la información almacenada en el datalogger *ZENO*, así como la información del *AWAC*. El esclavo

transmite la información cada 15 min al radio módem denominado Maestro, el cual transmite la información a un sistema de cómputo, PC.

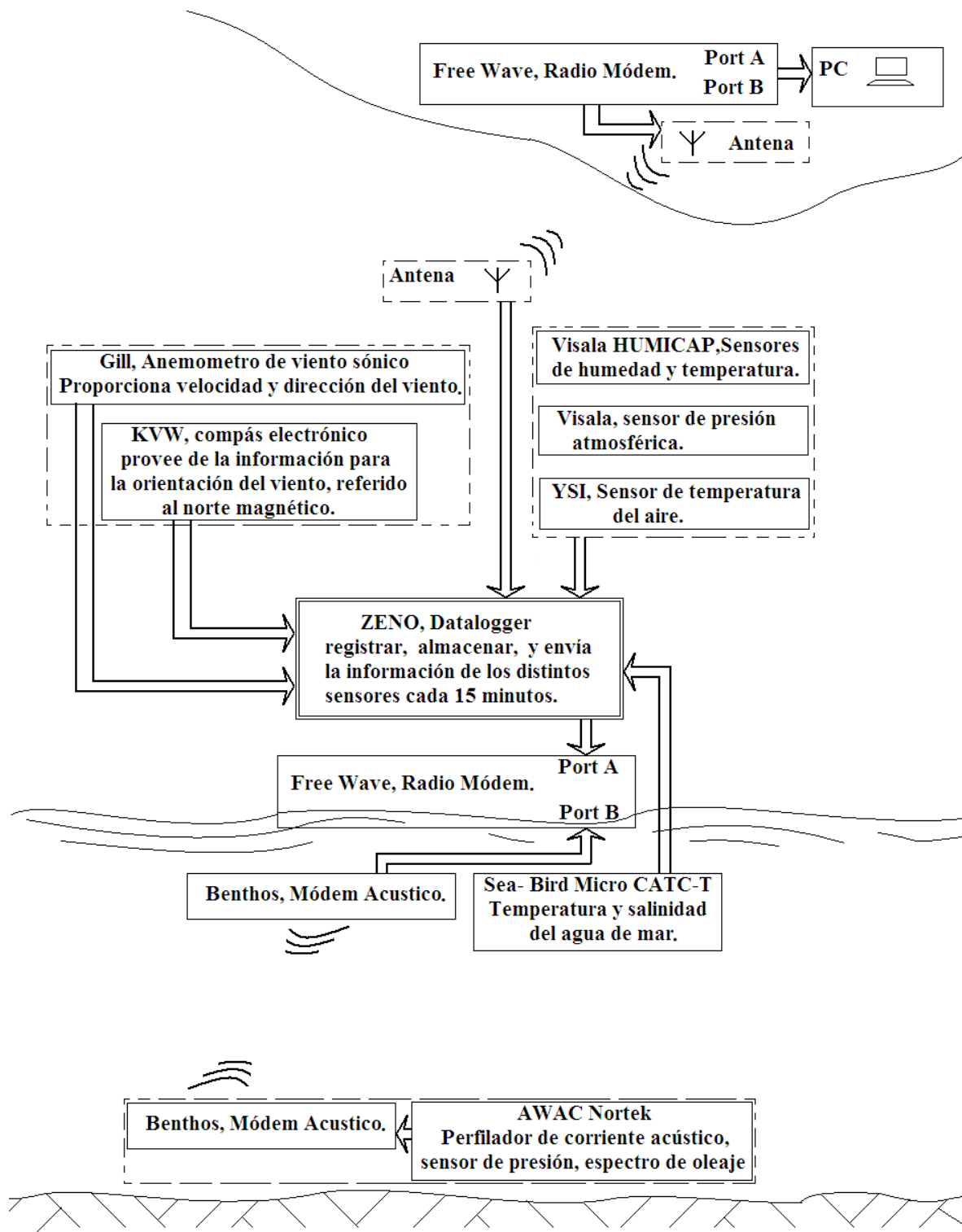


Figura 2.2 Diagrama a bloques de la boya.

2.3 Instrumentación montada en la boya

La instrumentación que a continuación se menciona es aquella que después de cierta revisión del equipo fue requerida alguna clase de intervención o únicamente montaje y prueba del equipo para corroborar su funcionamiento, de manera que como ya se menciona anteriormente hay equipo el cual su funcionamiento es independiente del sistema de la boya, pero aun así esta contemplado en la descripción general del sistema, de manera que específicamente se mencionan como revisados y habilitados los sensores de dirección y velocidad de viento, temperatura, presión y humedad.



Figura 2.3 Instrumentación en la boya

Vaisala sensores de humedad, temperatura y presión.

El sensor de temperatura está asociado con el sensor de humedad para su correcta medición. Las mediciones de la humedad relativa están basadas en una película delgada de un polímetro, y para las mediciones de la temperatura se utiliza la resistividad del platino. El intervalo de medición para el sensor de humedad es de 0.8 a 100% de humedad relativa y para la temperatura es de -40 a +60°C, con una resolución de 0.2°C.

Manual en el Anexo I

En el sensor de humedad (HUMICAP), la salida es de tipo analógica dando un voltaje de DC en un intervalo lineal de 0 a 1 V de manera que es proporcional de 0 a 100% HR, haciendo una equivalencia por el datalogger, para así ser utilizada la información. El otro sensor es el de

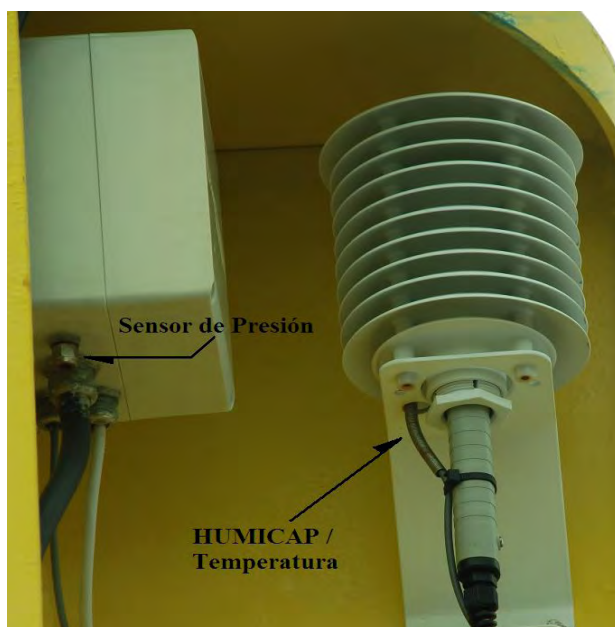


Figura 2.4 Humedad, presión y temperatura

temperatura que de manera similar hace la equivalencia lineal de la temperatura de -40 a 60 °C en una escala de 0 a 1V DC. Soportan voltajes de 7 a 35 VDC, siendo utilizados para 12 volts, de manera que cubre las expectativas en temperatura, humedad y alimentación para el sistema.

El sensor de presión (PTB100B) es un barómetro análogo formado por un BAROCAP capacitivo que mide la presión absoluta, soporta un voltaje de operación de 10 a 30 VDC, con un tiempo de respuesta de 300ms, una resolución de 0.1 hPa y una salida de 0 a 5 VDC. De manera que el voltaje de salida corresponde linealmente con el rango entre 600 a 1060 hPa, que es calculado por el datalogger a partir de:

$$P = 600[hPa] + \frac{460[hPa]}{5[V]} \times U[V]$$

Donde P es la presión barométrica y es medida a partir de la salida de voltaje U

KVW, compás electrónico

Este sensor es un compás electrónico que está en funcionamiento conjunto con el sensor de viento y provee de la información necesaria para la orientación de la boya, referido al norte magnético. Cuenta con diferentes formas de utilización, así como formas calibración (figura 2.7), de manera que el primer paso a seguir para utilizar es establecer comunicación con este instrumento mediante una PC. *Manual en el Anexo II*



Figura 2.5 Compás electrónico

Esta conexión se realiza vía puerto RS232, de manera que permita leer la información en que está configurado actualmente el compás mediante el uso del software que se incluye con éste. En él se puede establecer la opción del puerto a utilizar y la tasa de transmisión, de manera que estableciendo la comunicación se tiene la opción de visualizar las configuraciones. En este caso las que tiene de fábrica el compás, son:

Power up Mode:	Sending
Baud Rate:	4800
Message Rate:	1 Hz Continuous
Message Type:	NMEA
Message Units:	Degrees
Digital Output Type:	Continuous
Digital Output Format:	4 Digital BCD
Analog Output Format:	Linear

Tabla 2.1 Configuración del Compás electrónico

Para el funcionamiento del sistema conjuntamente con el sensor de viento (Windsor), se establece que la salida a utilizar será de tipo analógica y de forma lineal, de manera que se tiene un equivalente de 0° a 360°, en la escala análoga de 0.1 V a 1.9 V respectivamente (figura 2.3) así tendremos la equivalencia de la posición del sistema.

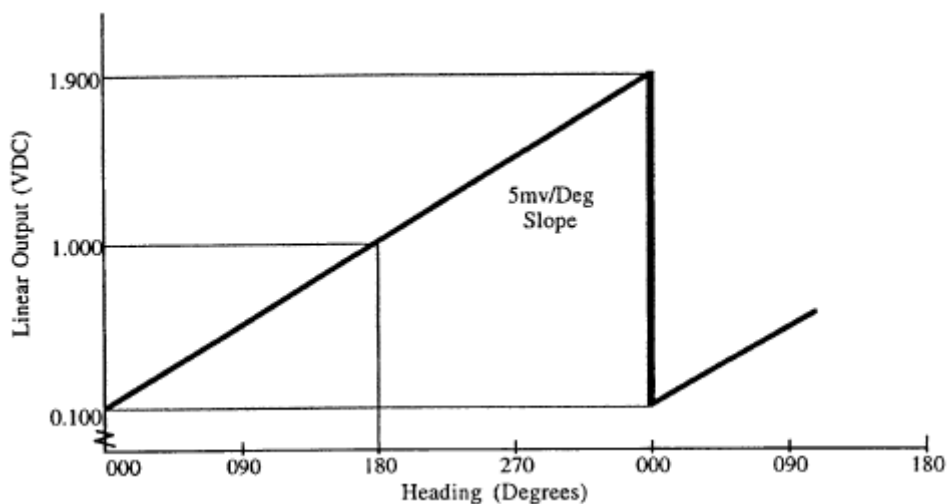


Figura 2.6 Salida lineal de VDC

Posteriormente se tiene que realizar una calibración del compás para así hacer corresponder el norte magnético con el del compás.

La conexión necesaria entre el compás el voltímetro, fuente de alimentación a 12v y una PC es la siguiente:

Pin 1 Conector 2	(BRN) Reference voltage for sine cosine output or Analog Output
Pin 2 Conector 2	(RED) Cosine output
Pin 3 Conector 2	(ORG) Sine output
Pin 4 Conector 2	(YEL) Rxd RS232 input for serial port
Pin 5 Conector 2	(GRN) Ground
Pin 6 Conector 2	(BLK) Ground
Pin 7 Conector 2	No connection
Pin 8 Conector 2	(GRY) Strobe input for digital port
Pin 9 Conector 2	(WHT) Data output for digital port
Pin 10 Conector 2	(BLU) Clock output for digital port
Pin 11 Conector 2	(PNK) Txd, Transmit data output for serial port
Pin 12 Conector 2	(TAN) Inverted Txd, Transmit data output for serial port
Pin 1 Conector 1	+18 to +28 VDC Red
Pin 2 Conector 1	+8 to +18 VDC White
Pin 3 Conector 1	No connection
Pin 4 Conector 1	Gnd, Common Ground

Tabla 2.2 Pines del compás electrónico

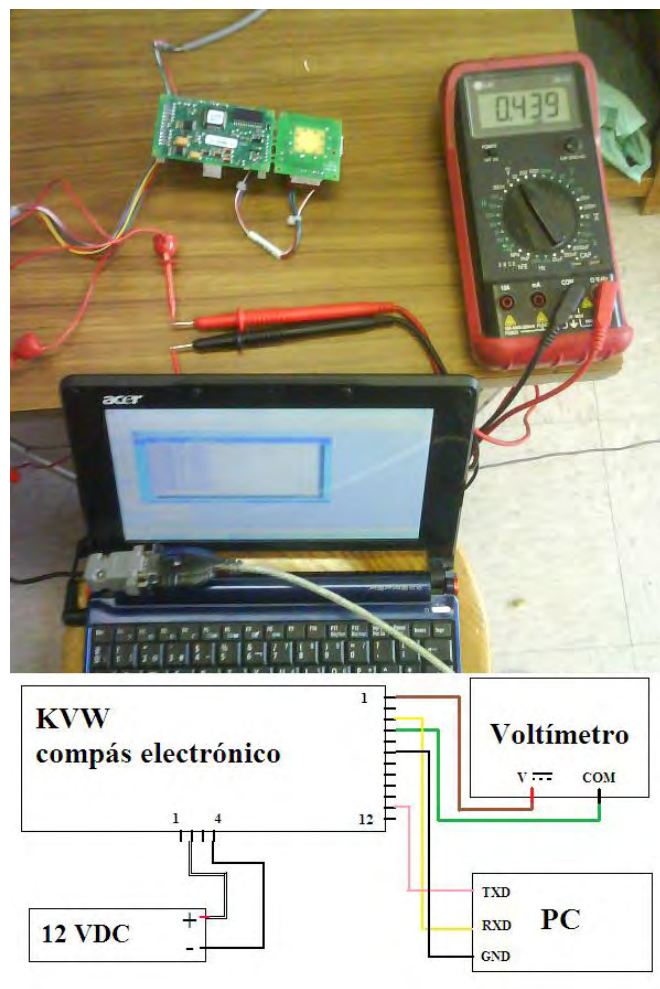


Figura 2.7 Conexión de calibración.

Los pines 4, 6 y 11 fueron conectados a un DB9 para tener comunicación con el puerto RS232 de manera que permita la comunicación antes mencionada. Los pines 3 y 5 son la salida analógica, que en este caso es de configuración lineal, de tal manera que se pueda verificar los datos midiendo el voltaje directamente en estas terminales.

Calibración mediante el software

Hay tres tipos de calibración posible, a 3 puntos, a 8 puntos y de manera circular, estos podemos encontrarlos y realizarlos directamente mediante el propio software del compás, esto mediante una PC.

El software requiere la selección del puerto en el cual se conecta el compás y la velocidad de transmisión en esta ocasión el COM3 y la transmisión es de 9600, haciendo con esto un reconocimiento del circuito permitiendo realizar las calibraciones.

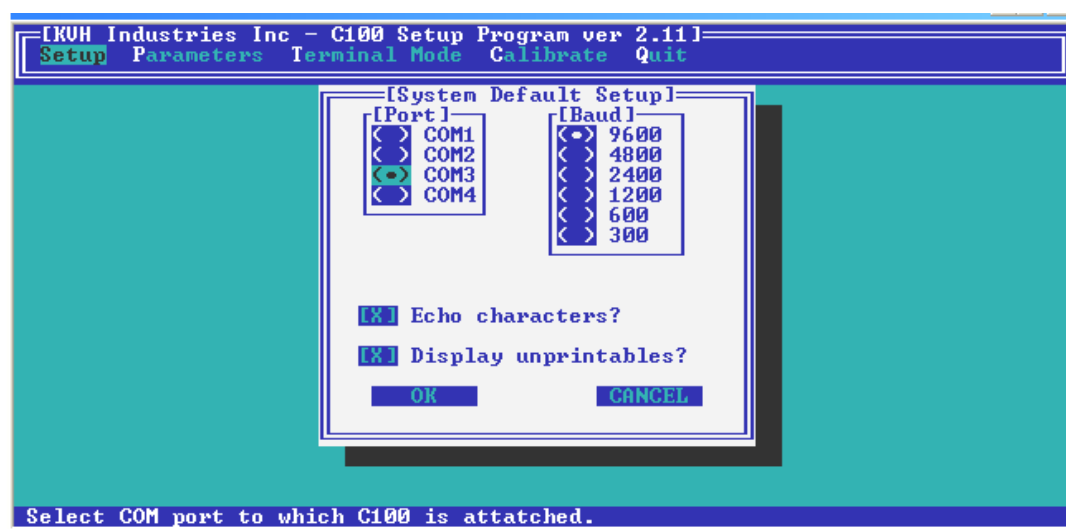


Figura 2.8 Software del compás electrónico

De manera que se selecciona posteriormente el modo de calibración.

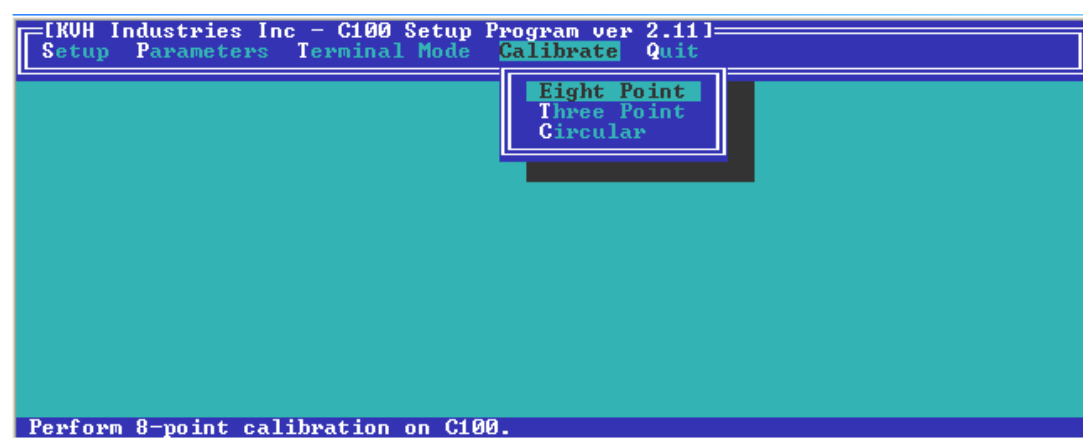


Figura 2.9 Calibración del compás

Una calibración a 3 puntos permite elegir cómodamente los puntos, es decir que se puede elegir donde será para el compás 0° y a partir de este punto indicarle la información, así como

posicionarlo en otros dos puntos cualesquiera. Para calibrar se propusieron 90° y 180°, de manera que sería fácil de acertar con estos puntos.

Ya que se pueden estar recibiendo los datos mediante una Hyperterminal en un CPU, arrojando lecturas directas en grados y así también tener las lecturas de voltaje en su puerto analógico correspondientes a los grados de cada lectura como se mostro en la figura 2.7.

Posteriormente se realizaron una serie de pruebas, obteniendo los siguientes datos:

Angulo	Salida analógica en Volts	Salida analógica en grados	CPU
0°	0.106	1.2°	001.1°
45°	0.332	46.4°	046.4°
90°	0.555	91°	091.1°
135°	0.783	136.6	137.1°
180°	1.001	180.2	180.4°
225°	1.230	226	226.3°
270°	1.455	271	271.1°
315°	1.678	315.6	316.1°

Tabla 2.3 Pruebas de calibración

Estos son muy cercanos a lo esperado de manera que se puede afirmar que la calibración es correcta y se puede proceder a realizar la comunicación entre éste y los demás elementos.

Cabe mencionar que la calibración se realizó en sentido horario de manera que permita ser operado el dato analógico mediante el datalogger y combinado con la información del sensor de viento, permitiendo dar la resolución en la posición correcta.

Gill, Anemómetro de viento sónico

Este sensor es muy robusto debido a que no presenta partes móviles, por lo que es conveniente para condiciones extremas como vientos de tormenta. El principio básico de la obtención de la velocidad y dirección del viento es a partir de los tiempos que toman los pulsos ultra sónicos en viajar de un transductor norte a un transductor sur. El intervalo de velocidad es de 0 a 60 m/s con

una resolución de 0.01 m/s y para la dirección el intervalo es de 0 a 359° con una precisión de $\pm 3^\circ$ y una resolución de 1° . *Manual en el Anexo III*

Este sensor está combinado con el compás y su salida es utilizada en los datos, por medio de un puerto serial, que después son procesados con el auxilio del datalogger para en él realizar la corrección en cuanto a dirección se refiere. Las lecturas de velocidad son realizadas de forma directa, así se puede conocer la dirección correcta a pesar de que el sistema esté en constante movimiento.

La manera de orientar el sensor es mediante una muesca en forma de flecha al frente que indica la dirección del norte magnético, de tal forma que los demás puntos cardinales quedan orientados por sí mismos. Así, con base en esta referencia y contra la comparación de una brújula, que de manera similar se orienta a la par del sensor, se puede obtener una lectura que corrobore los datos obtenidos así como la correcta orientación del mismo.

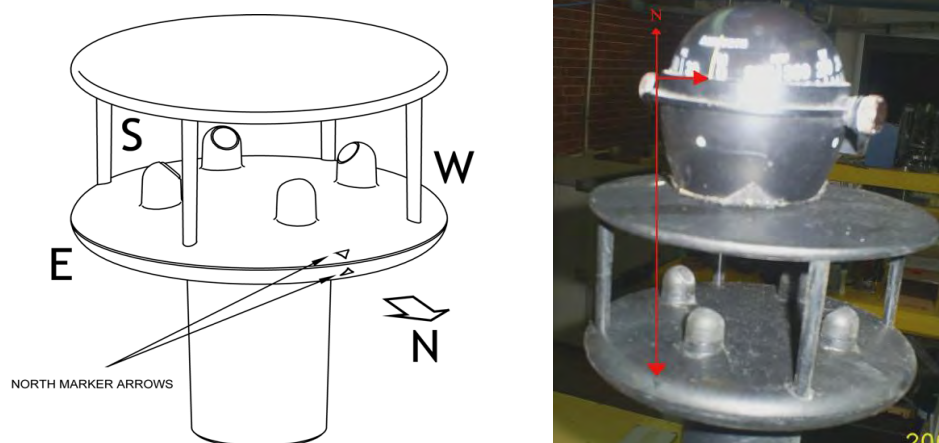


Figura 2.10 Anemómetro de viento sónico

Estos datos serán verificados más tarde y coordinados con el compás para obtener una lectura coherente, a pesar de los efectos de algún movimiento al sensor, y así tener una misma dirección de viento.

Compás y sensor de viento

La combinación de éstos permite dar la orientación correcta del sistema a pesar de la posición que tome, de manera que individualmente se tiene un dato analógico proporcional a la escala en grados de parte del compás y por otra parte el dato de manera serial que es transmitido por el sensor de viento. Estos datos son operados mediante el datalogger que permite dar una configuración para la entrada en sus diferentes puertos y el manejo de estos sensores que han

sido seleccionados, esto hace práctico el funcionamiento de estos tres elementos en conjunto, haciendo una lectura eficaz y que será proporcionada y desplegada junto con toda la demás información en los intervalos que sean indicados por el datalogger. Aun teniendo una buena calibración para el compás así como unas lecturas confiables del sensor de viento es posible realizar alguna corrección de datos a través del datalogger en caso de de ser necesaria, permitiendo dar un offset en los grados ya leídos y procesados que permitan corregir alguna variación presentada al ser montada la instrumentación y que permita verificar que los datos son correctos o requieren de esta corrección.

Teniendo una lectura confiable con una resolución de 1° siendo de 0° a 360° , dando una interpretación de 0° como el Norte y 180° Sur, es decir que la indicación es de donde proviene el viento y que de esta manera se pueda estar en condiciones de interpretar qué dirección tiene.



Figura 2.11 Compás y sensor de viento

3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Todos los sensores de la estación meteorológica y los de calidad del agua son reportados en el datalogger. El *ZENO-3200* está programado para registrar y almacenar la información de los distintos sensores cada 15 minutos.

El *ZENO 3200* es un sistema versátil de bajo consumo, con una adquisición de datos de 32 bits, proceso, almacenaje y transmisión de datos de diferentes sensores. Es un sistema de operación independiente para su uso remoto en diferentes situaciones climáticas que resulta ideal para el uso en el sistema de la boya, soportando las condiciones a las que será expuesto. *Manual en el Anexo IV*

El datalogger contiene una extensa librería de tipos de sensores, procesos de datos y opciones de salidas de datos, que requiere ser configurado según los requerimientos establecidos.



Figura 3.1 Datalogger ZENO-3200

Forma de trabajo del ZENO 3200

El datalogger adquiere las entradas dadas por los sensores y realiza las operaciones necesarias con los datos de acuerdo con su configuración previa.

1. Recopila los datos de los sensores
2. Procesa los datos recopilados
3. Transmite los datos procesados para ser almacenados en la estación.

La configuración del ZENO 3200 define las funciones de los datos mediante las siguientes asignaciones.

- ¿De cuántos sensores se recolectarán datos?
- ¿Cuál es el tipo de sensor?
- ¿Qué proceso se realizará con los datos?
- ¿Qué tipo de valores se definen para simplemente guardar dentro de memoria?
- ¿Cuándo guardar los datos y/o transmitirlos?
- ¿Cuándo generar uno o más mensajes de alerta?
- ¿Qué tipo de conexión se está utilizando para el envío de datos, un radio módem, módem telefónico o celular.

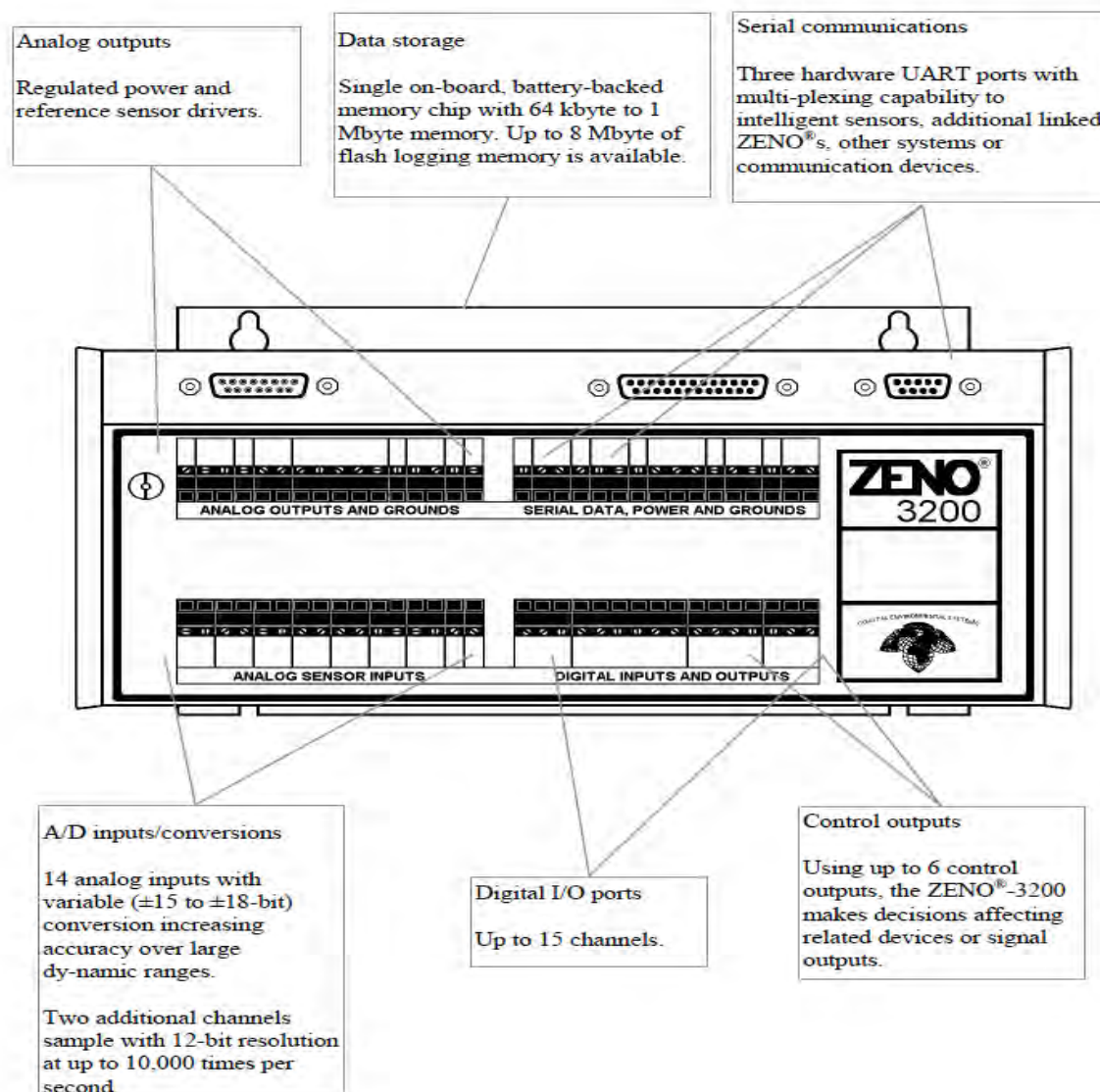


Figura 3.2 Puertos de entrada y salida del Datalogger

Comunicación y encendido con el ZENO 3200

Es necesario establecer comunicación con una PC

1. La comunicación del ZENO 3200 vía PC. Esto puede realizarse con una computadora estándar que tenga acceso a la hiperterminal.
2. Usando el cable de interfaz, conectando a la computadora a través del puerto RS-232 puerto serial, esto con un DB9, hacia el ZENO en el COM 3.

3. Iniciar la emulación con la terminal utilizando de inicio los siguientes datos.

Baud Rate	9600
Data Bits	8
Start Bits	1
Stop Bits	1
Parity	None
Flow Control	None

Tabla 3.1 Configuración Hiperterminal

4. El ZENO 3200 requiere una alimentación entre 10 y 16 VDC. En nuestro caso es aplicada una alimentación de 12 VDC, igual que a la mayoría del sistema.

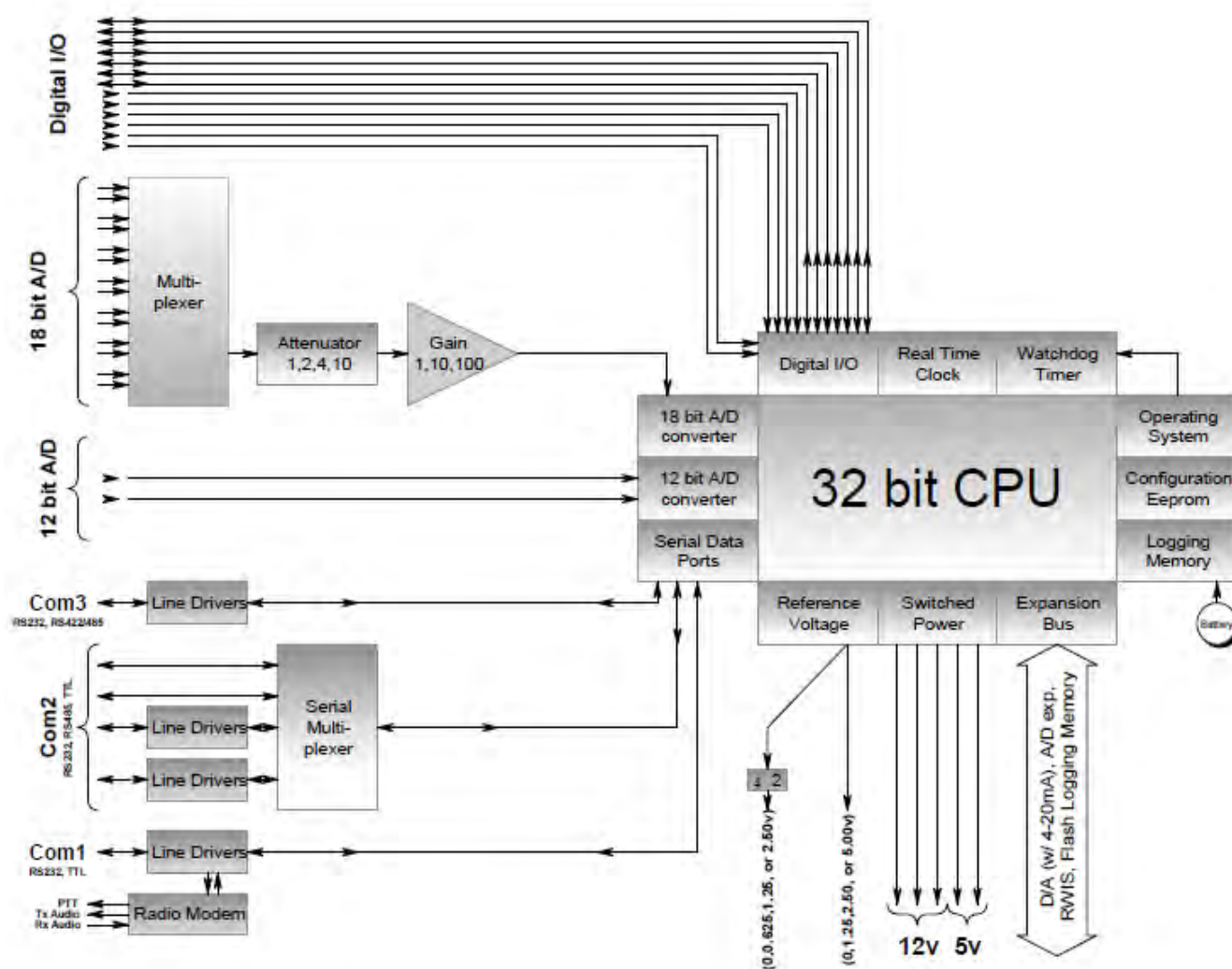


Figura 3.3 ZENO 3200 Diagrama a bloques.

En este diagrama a bloques se pueden observar los puertos de entrada y salida así como la manera de comunicación con el datalogger de tal manera que se pueda identificar la compatibilidad del sistema con el ZENO 3200, ya que permite hacer la conexión y el reconocimiento de todos los sensores requeridos y hacer aún más fácil el funcionamiento en conjunto del sistema, así también es indispensable la comunicación con el radio modem la cual está también cubierta por el datalogger, de manera que facilita mucho el desarrollo, proceso, almacenaje y envío de todos los datos que serán procesados por este elemento, dado que la configuración del mismo se mantendrá para los mismos sensores que ya se tenían contemplados.

3.1 Interpretación de datos

Para comenzar a trabajar con el datalogger Zeno 3200 es conveniente identificar sus partes:

- Contiene 2 sensores , uno monitoriza la temperatura interna, y el otro monitoriza la entrada de voltaje de la batería , estos sensores son leídos una vez por segundo
- Son 2 procesos, uno calcula la diferencia de temperatura interna del datalogger y el segundo hace un cálculo similar para el voltaje de la batería
- Estos datos son grabados con toda la demás información: el tiempo en el que el datalogger está trabajando, el promedio interno de la temperatura y el promedio de entrada de voltaje de la batería.
- El datalogger recolecta y procesa los datos por 55 segundos (ejemplo de duración), la recolección y proceso es preparada durante 60 segundos (ejemplo de intervalo).
- Posteriormente la información del Zeno 3200 es enviada automáticamente a la salida de datos y es almacenada en el datalogger con un intervalo dado.

Al conectar el datalogger a una computadora y encender se presenta un mensaje de encendido en la terminal de emulación que se muestra a continuación:

```
Watchdog Reset
Please wait.../
ZENO-3200 using ZENOSOFT V1.964 Jun 28 2001 15:41:01 CS 96CC
(C)opyright 1995-2001, Coastal Environmental Systems, Seattle, WA, USA.
System Time = 01/07/11 13:47:31
Initializing Zeno 3200 .../
```

```
Zeno 3200 is Data Sampling. Type 'U{ENTER}' to access the User Interface.
01/07/11,13:48:55,22.7,13.8,
01/07/11,13:49:55,22.9,13.8,
01/07/11,13:50:55,23.0,13.8,
01/07/11,13:51:55,23.2,13.8,
```

Posteriormente desplegará los datos procesados por el datalogger

Este mensaje de datos contiene:

El día y hora en que es tomada la medición, usualmente llamado timestamp (para el ejemplo 13 horas del 11 de julio de 2001.

A continuación, se muestran dos mediciones, la de temperatura interna y el promedio de voltaje de la batería. En el ejemplo se muestra como se da la salida de datos teniendo mediciones de valores reales en tiempo y datos.

En una prueba real del uso del datalogger en funcionamiento con el radio modem se obtienen estas líneas directamente en la hiperterminal.

```

Archivo Edición Ver Llamar Transferrir Ayuda
ZEN0-3200 using ZENOSOFT V2.02 Sep 10 2002 11:29:41 CS B97B
(C)opyright 1995-2002, Coastal Environmental Systems, Seattle, WA, USA.
System Time = 09/10/29 16:28:58
Initializing Zeno 3200 .../

Zeno 3200 is Data Sampling. Type 'U'<enter> to access the User Interface.
▪
Watchdog Reset
Please wait.../
ZEN0-3200 using ZENOSOFT V2.02 Sep 10 2002 11:29:41 CS B97B
(C)opyright 1995-2002, Coastal Environmental Systems, Seattle, WA, USA.
System Time = 09/10/29 16:31:22
Initializing Zeno 3200 ...**
Watchdog Reset
Please wait.../
ZEN0-3200 using ZENOSOFT V2.02 Sep 10 2002 11:29:41 CS B97B
(C)opyright 1995-2002, Coastal Environmental Systems, Seattle, WA, USA.
System Time = 09/10/29 16:36:08
Initializing Zeno 3200 .../

Zeno 3200 is Data Sampling. Type 'U'<enter> to access the User Interface.

1,09/10/29,16:46:00,12.7,27.3,uCAT,9999,9999,9999,..WX,0.00,0,9999,16.7,883.3,12

```

Figura 3.4 Datos enviados por el datalogger

Donde ya se tiene la primera línea con fecha del día 29 de octubre de 2009, hora en formato: 24h siendo 16:46, voltaje de la alimentación teniendo 12.7, temperatura del datalogger se encontraba en 27.3°C, seguido de los datos del resto de instrumentación los cuales para esta prueba aún no están en conexión, sin embargo el datalogger ya está configurado para recibirlos, de modo que se envía una bandera de 9's para algunos casos y otra de 0's, así obteniendo solo la información de los instrumentos que se encuentran en conexión y funcionando correctamente, separados por comas.

De tal manera que una línea completa enviada por el datlogger, a manera de ejemplo, sería la siguiente:

1,09/10/29,16:46:00,12.7, 27.3°C,uCAT,15.5820,0.00005,0.0080,29-10-2009,16:46:08,WX,5.90,230,6.09,16.9,1017.2,43

Donde:

1 = El número de lectura enviado

09/10/29,16:46:00 = El tiempo y fecha al que se encuentra el datalogger en formato de AA/MM/DD, para el ejemplo, día 29 de octubre de 2009 y el tiempo es en formato de 24h siendo HH:MM:SS, para el ejemplo 16 horas con 46 minutos.

12.7 = Voltaje de la batería mostrando en escala de volts 12.7V.

27.3 = Temperatura interna del datalogger en grados centígrados.

uCAT = Identificador para los datos obtenidos por el sensor de MicroCAT reportando los datos de de temperatura y salinidad del agua.

15.5820 = Temperatura del agua en grados Centígrados.

0.00005 = Conductividad en Siemens/m.

0.0080 = Salinidad en psu, "Practical Salinity Unit", 0.0080 gramos de sal por kilogramo de agua de mar.

29-10-2009,16:46:08 = Fecha y hora por el sensor de MicroCAT.

WX = Identificador de mediciones atmosféricas

5.90 = Promedio de velocidad de viento en m/s.

230 = Vector promedio de dirección del viento en grados magnéticos.

6.09 = Velocidad máxima en m/s.

16.7 = Promedio de la temperatura del aire en grados centígrados.

883.3 = Promedio de la presión atmosférica en mbar.

12 = Promedio del porcentaje de humedad relativa

4. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS

Free Wave, Radio Módems

El sistema de radio comunicación llamado radio módem de espectro disperso, opera entre las frecuencias de 902 a 928 MHz con un alcance de 96.5 km en línea de vista a través de los protocolos RS232. En la boya se localiza el radio módem denominado esclavo, que transmite la información almacenada en el datalogger *ZENO*, así como la información del *AWAC*. El esclavo transmite la información cada 15 min al radio módem denominado Maestro, el cual transmite la información a un sistema de cómputo o PC. *Manual en el Anexo V*

El instrumento originalmente montado en el sistema se encontró en las siguientes condiciones (figura 4.1), donde se recuperó una tarjeta de conmutación para puertos seriales. Sin embargo el módem, el chasis y la tira de conexiones fueron cambiados. Con algunas modificaciones que permitieran evitar el mismo problema ya que como se puede observar, uno de los componentes más dañados fue éste, lo que provocó que se reacomodaran y distribuyeran las salidas y las piezas dentro y fuera del chasis.



Figura 4.1 Radio módem destruido

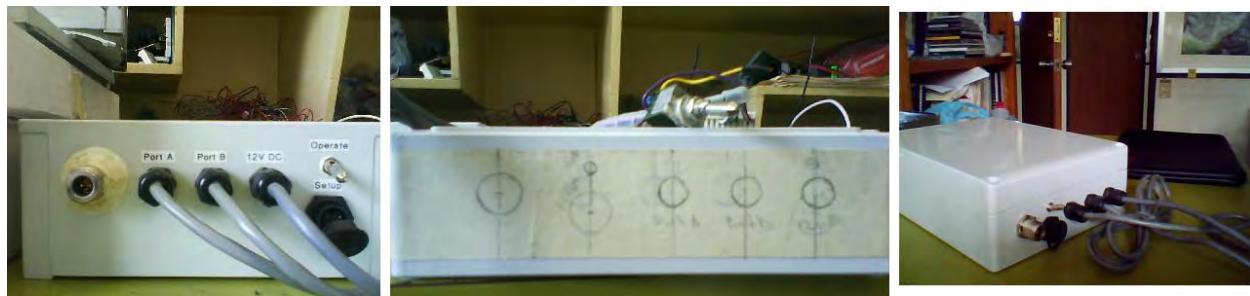


Figura 4.2 Rehabilitación del Radio Módem

Fue necesaria más de una entrada de puerto serial para hacer la transmisión de datos al sistema. Esto es debido a que se previó que el envío de los datos del datalogger fuese mediante uno de estos puertos que es de tipo serial RS232 y el otro del mismo tipo es utilizado por el AWAC que se maneja de manera autónoma y no depende del datalogger para la adquisición de los datos que envía, de manera que los hace llegar directamente al Radio Módem para que sean enviados.

Siendo el esquema de comunicación entre la estación, la boya y el AWAC el siguiente:



Figura 4.3 Esquema de comunicación

En un esquema a bloques en el radio, tenemos la necesidad de lo siguiente:

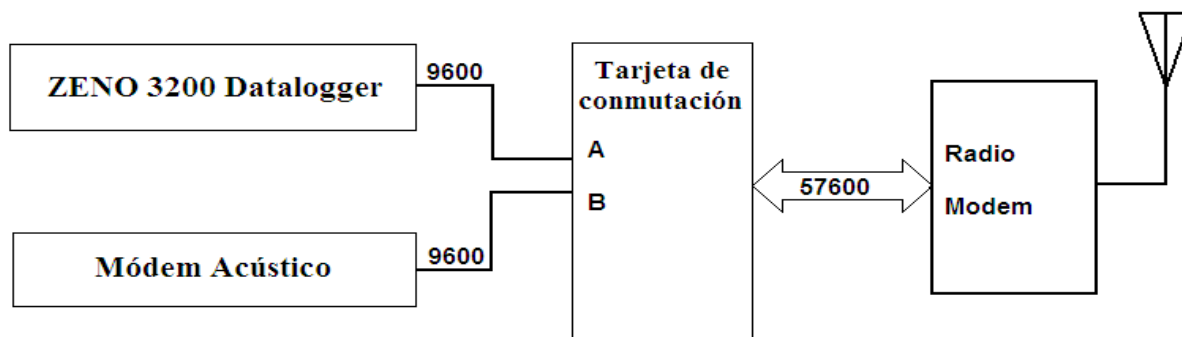


Figura 4.4 Diagrama a bloques del Radio Módem



Figura 4.5 Tarjeta de conmutación

De esta manera se realiza un sistema en conjunto, del datalogger, la tarjeta de radio y la tarjeta que realiza la conmutación entre ambos puertos.

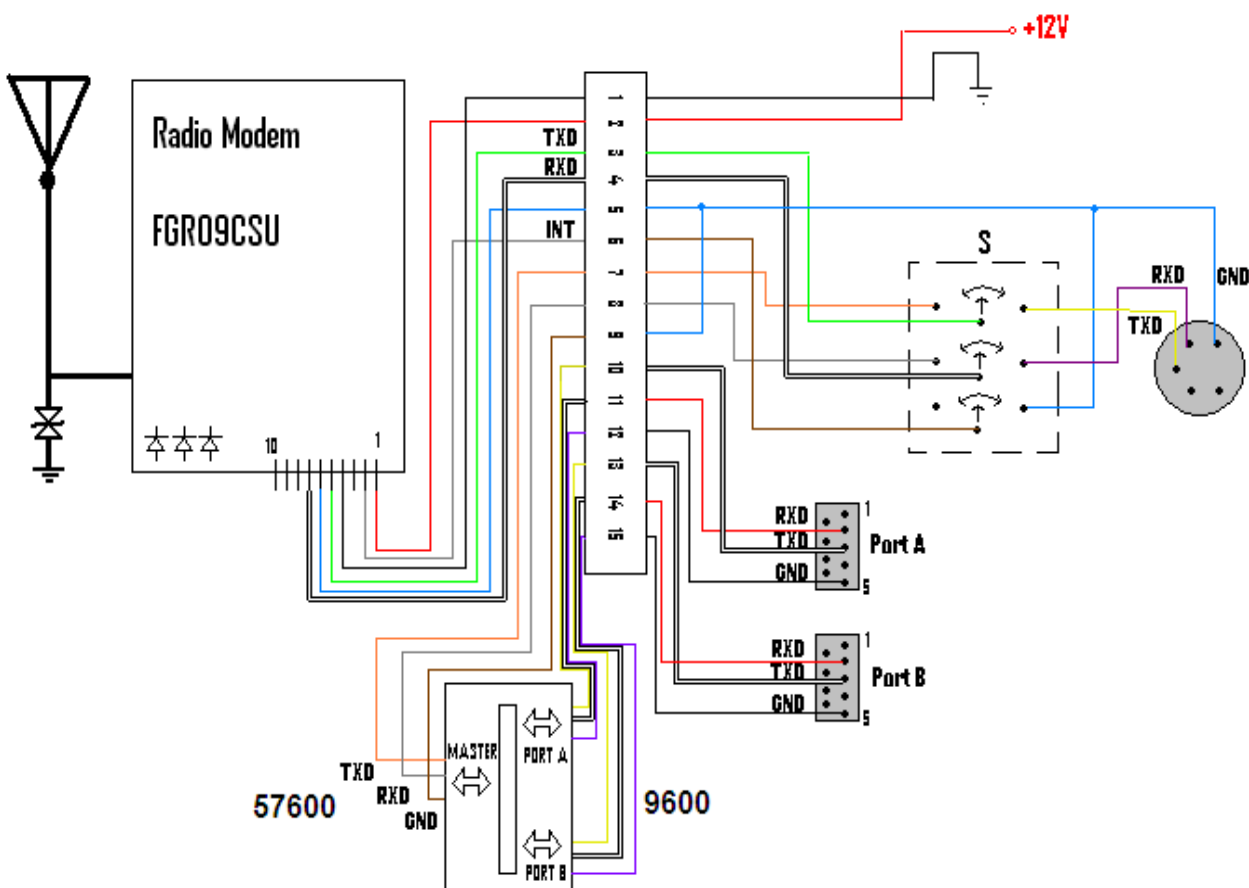


Figura 4.6 Conexión del Radio Módem

También se incluye un interruptor para hacer el cambio de la tarjeta de modo de setup a modo de operación, es decir, se están conmutando tres procesos, primero recibe la transmisión y recepción de la comunicación serial para enviarlas por un conector alterno que permite hacer uso en modo

setup, que es también en modo serial RS232, así también se conecta al pasar a este modo de setup, el pin 2 (identificado en la tarjeta como INT) al común o tierra, enviando la tarjeta de radio a modo setup y con uso del único conector de configuración que será fácil de identificar, ya que los tres leds de la tarjeta estarán en color verde (ver tabla de operación de leds). Así en el modo de operación queda totalmente desconectado el conector para configuración y sólo responde a entradas o salidas de los puestos de transmisión que a este momento ya son dos puertos que se conmutan con la tarjeta anteriormente mencionada. Teniendo entonces el canal A y el canal B para el envío de información desde el esclavo y de manera similar el canal A y canal B para la recepción de datos desde el maestro en la estación.



Figura 4.7 Radio Módem

Dentro de la carcasa del radio módem se incluyó el protector contra transitorios que es básicamente un diodo. Este diodo recibe también el nombre de transorb que deriva del nombre TransZorb registrado por General Semiconductor. Está constituido básicamente por dos diodos de avalancha conectados de manera encontrada y colocados en paralelo con el circuito a proteger. Esto evitará la presencia de descargas electrostáticas por parte de la entrada más directa del exterior que es la antena ya que el diodo solo permite la entrada hasta un cierto nivel. Si apareciera una tensión superior a la permitida y que podría causar ya sea daños a los circuitos o generar un arco el supresor lo evitará.



Figura 4.8 Protección del radio módem

4.1 Operación del radio

Para la utilización de este equipo primero es necesaria la configuración en el modo Setup que permita el reconocimiento simultáneo tanto del equipo montado en la boya como en la estación, de manera que lo primero a elegir es el modo de operación.

Elección de operación punto a punto o punto multipunto

Una red punto a punto es limitada a la transmisión entre un maestro y un esclavo. Se pueden usar hasta 4 repetidores para extender la red, pero solo un maestro y un esclavo.

En una red, punto a multipuntos, se designa un maestro, y éste puede simultáneamente comunicarse con diferentes esclavos. En esta forma, las funciones de la red multipunto, el maestro puede enviar mensajes a todos los esclavos y los esclavos responder al maestro enviando la información que tengan en su conexión de puerto de datos.

Es importante notar la diferencia ente punto a punto y multipunto. En la red punto a punto todos los paquetes se reconocen, tanto el envío de maestro a esclavo como de esclavo a maestro. En red multipunto, las salidas de los paquetes de maestro a repetidor y de repetidor a un esclavo u otro repetidor es enviado el número de veces que es determinado por el usuario. La recepción de la transmisión, esclavo o repetidor, puede aceptar el primer paquete recibido de 32 bits, CRC. Si el paquete no es reconocido, se inicia el regreso al maestro, todos los paquetes se envían a reconocer y retransmitirse.

Usualmente la red multipunto, es usada en aplicaciones de recolección de datos de varios instrumentos y reportados a un sitio de la central. Así mismo la arquitectura de una red punto a punto es diferente también en su aplicación. El número de radios en una red multipunto depende de los siguientes parámetros:

1. Tamaño de los bloques de datos. El largo de los bloques de datos, lo pequeño de la capacidad de la red.
2. La taza de envío
3. La cantidad de contenido entre esclavos, comparando esclavos contra tiempo de esclavos
4. Uso de repetidores. El usar repetidores en el envío en una red multipunto puede reducir la° capacidad sobre toda la red al 50 %

Inicio en red punto a punto.

Para la aplicación realizada en este trabajo fue requerida únicamente una red punto a punto teniendo de fijo una estación con un maestro y el sistema montado en la boya que tendrá el esclavo, de manera que no estará a más de la distancia que logre comunicarse y tendrá una línea de vista entre antenas que permita tener la mejor recepción de los datos.

Cuando se selecciona el par de FreeWave Wireless Data Transceivers, es enviado con un factor de configuración de operación en modo red de punto a punto. La estabilidad entre la comunicación del par punto a punto y la transmisión de datos puede recibirse a través de diferentes factores:

1. Conexión de la transición de instrumentos del cable RS232. El cable suple el cerrado de transmisión, es a 9 pines seriales. Una tarjeta profesional tiene niveles de transmisión y puede necesitar un cable para programación.
2. Envío del módem en modo de transmisión. Se puede seleccionar en el modo punto a punto Maestro (modo 0) y en otro modo punto a punto esclavo (modo 1).
3. Tasa de envío. En la transmisión el encuentro de la tasa de transmisión y el instrumento debe ser igualada. Para este caso se utilizaron 57600 bauds.
4. Editar la llamada al libro. Entrar en el esclavo, el número de serie en el libro de llamadas del maestro (874-2084) e introduciendo en número serial del maestro en el libro de llamadas del esclavo (899-4391).
5. Conectar las antenas de transmisión, todos los Free Wave de transmisión pueden operar en el exterior con el uso de antenas.
6. Poco después del envío de conexión, se establece la conexión de comunicación con la otra y la conexión está completa. Usando la tabla puede uno verificar en qué estado se encuentran operando los radios.

4.2 Conexión del receptor usando una hiperterminal

Es necesario tener la manera de desplegar los datos. Esto lo podemos realizar mediante el uso de una hiperterminal como se muestra:

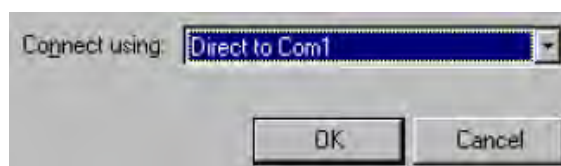
1. Comenzar una sesión de hiperterminal



2. Asignar nombre de icono



3. Seleccionar el com X

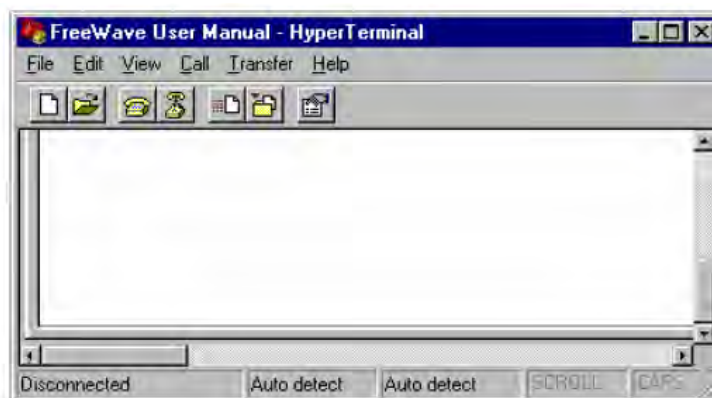


4. Seleccionar los siguientes parámetros

Port Setting	Menu Option to Select
B its per second	19200
D ata bits	8
P arity	None
S top bits	1
F low control	None

Tabla 4.1 Parámetros Hiperterminal

5. Se tendrá la siguiente ventana donde ya podremos desplegar la información recibida



Para conectar la hiperterminal con el transmisor se cambia a la opción de setup, conectando el puerto de diagnóstico.

Cuando es llamado el menú principal del setup del radio MÓDEM, aparece la caja de diálogo en la hiperterminal. Los tres leds en el transmisor deben estar en verde

Se guarda la hiperterminal para llamados posteriores.

A continuación se presenta la tabla de operación de los leds del radio módem para identificar en qué condición se encuentra, ya sea el maestro o esclavo para este caso.

Point-to-Point Operation LEDs

Condition	Master			Slave			Repeater		
	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)
Powered, no link	Solid red bright	Solid red bright	Solid red bright	Solid red bright	Off	Blinking red	Solid red bright	Off	Blinking red
Linked, no Repeater, sending sparse data	Solid green	Intermittent flash red	Intermittent flash red	Solid green	Intermittent flash red	Intermittent flash red	n/a	n/a	n/a
Master calling Slave through Repeater	Solid red bright	Solid red dim	Solid red bright	Solid red bright	Off	Blinking red	Solid red bright	Off	Blinking red
Master linked to Repeater, not to Slave	Flashing orange	Solid red dim	Solid red bright	Solid red bright	Off	Blinking red	Solid red bright	Solid red dim	Solid red bright
Repeater linked to Slave	Solid green	Intermittent flash red	Intermittent flash red	Solid green	Intermittent flash red	Intermittent flash red	Solid green	Intermittent flash red	Intermittent flash red
Mode 6 - waiting for ATD command	Solid red bright	Off	Blinking red	Solid red bright	Off	Blinking red	n/a	n/a	n/a
Setup Mode	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green	Solid green

Tabla 4.2 Operación de leds en conexión punto a punto

De manera que una vez configurado el equipo en el modo setup a través de la hiperterminal, y que también es coincidente con la misma configuración que se tendrá en la estación así como dados los datos de transmisión, operación y números seriales, entonces podemos pasar los módems al modo de operación. Podemos reconocer una vez más en que estado se encuentran los radios, es decir si están buscando la conexión o ya se estableció la conexión, esto por el estado de los leds (tabla 7.2), de manera que podemos comenzar a realizar algunas pruebas de conexión.

Para corroborar el funcionamiento de comunicación se utilizó el que se tenía de la estación. Estas pruebas se realizaron en tierra conectando el sistema, en primera instancia, a una distancia corta para hacer una prueba de conexión y configuración y verificar que fuese correcta, esto mediante el uso de unas cargas de prueba para poder simular las antenas.

Una vez que se montó el módem en el equipo se pudo hacer una prueba más real y extraer el módem de la estación, de manera que se alejara de una posible conexión sin antenas y hacer la conexión total del sistema con la antena unidireccional (tipo yagi) de la estación y la antena de la boya.



Figura 4.9 Pruebas de conexión

Esta prueba se realizó a una distancia de alrededor de 20 metros con línea de vista, ya que no se pudo contar con mayor espacio debido a que no se podía sacar la instrumentación y exponerla al clima, ya que se encontraba en un laboratorio de clima controlado. Se supuso que el equipo condensaría y por consiguiente se humedecería. La prueba de las conexiones fue satisfactoria y la recepción de datos reales de los sensores y de la demás instrumentación se estima que no tendrá problema alguno.

4.3 Sistema de control de carga de las baterías y seguridad del sistema

La energía para toda la boya es obtenida de cuatro paneles solares controlados por un regulador de potencia y almacenada en dos paquetes de baterías de 12 V cada una.

El energización de las baterías es realizada mediante la utilización de los paneles que, por un controlador de carga, mantiene una mayor eficiencia a la carga y descarga de las mismas. El circuito que se utilizó fue el siguiente:

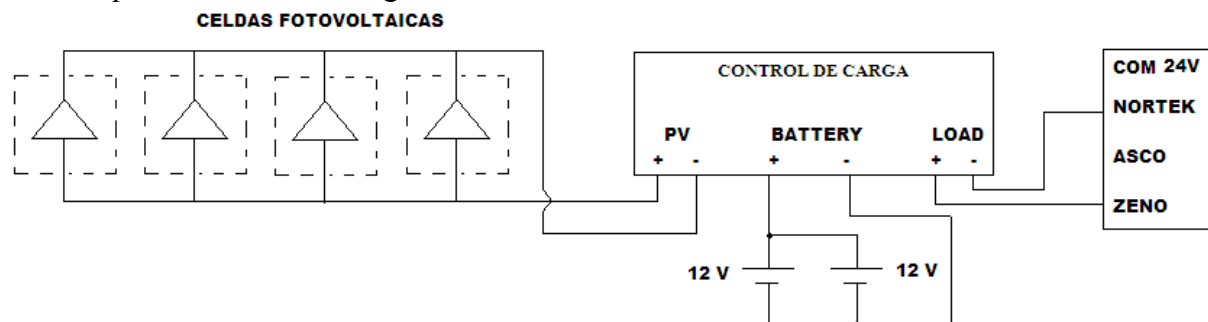


Figura 4.10 Circuito de carga

Se tienen cuatro paneles conectados en paralelo proporcionando un voltaje de carga máximo aproximado de 16.8V, el cual es controlado por el control de carga quien también mantiene bajo control el flujo de corriente, acciones todas realizadas en el módulo de control de carga que proporciona un ancho de pulso a variación del voltaje y corriente que proporcionan los paneles, de manera que se tenga una carga lo más constante para la batería, siendo así que garantice la mejor carga aun en condiciones de poca luz y con esto garantizar la mayor vida útil de los componentes.



Figura 4.11 Control de carga

Celdas fotovoltaicas y baterías

Las celdas fotovoltaicas tienen varias aplicaciones. La celda solar de silicio convierte la energía radiante del Sol en energía eléctrica. La celda solar consiste de una película delgada de un solo cristal de silicio tipo P, hasta de 2 cm^2 , con una capa muy delgada (0.5 micrón) de material tipo

N difundido en ella. La eficacia de la conversión depende del contenido espectral y de la intensidad de la iluminación.

El sistema cuenta con cuatro paneles solares como diseño de fabricación o de origen. Puesto que las condiciones a las que será expuesto el sistema no tendrán necesariamente una orientación fija por lo que se colocan en los cuatro extremos de la misma de manera que cualesquiera dos paneles quedarán orientados en la mejor posición para garantizar la carga de los acumuladores.

El tipo de paneles montados en la boya son:

El módulo fotovoltaico BP SX320 que es parte de la serie de BP Solar SX para cargas de moderada energía de tipo DC, con 36 celdas multicristalinas en serie.

Condiciones de uso:

(P_{max}) 20W
 Tolerancia de Potencia $\pm 10\%$
 Voltaje nominal 12V
 Límite de garantía 12 años

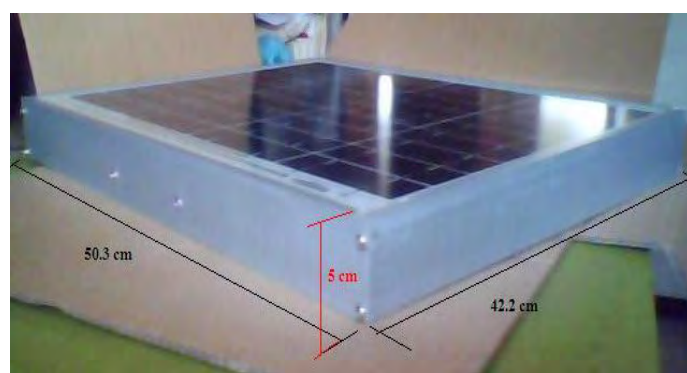


Figura 4.12 Tamaño Panel solar

Características eléctricas SX320:

(P_{máx}) 20W
 Voltaje a la potencia máxima (V_{mp}) 16.8V
 Corriente a la potencia máxima (I_{mp}) 1.19A

Corriente en corto circuito (I_{sc}) 1.29A
 Voltaje circuito abierto (V_{oc}) 21.0V

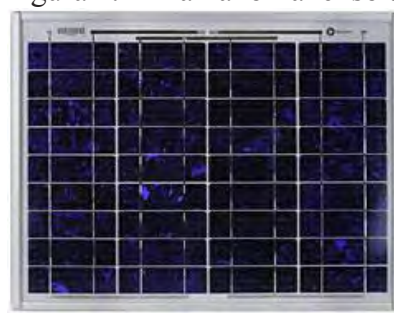


Figura 4.13 Panel Solar

Baterías:

Voltaje nominal : 12 volts
 Capacidad a C/100: 63 AH
 Material de las placas: Plomo-Calcio
 Temperatura de operación : -40°F (-40°C) to 140°F (60°C)
 Peso: 39 lbs (17 kg)
 Dimensiones: LxWxH: 238 x 140 x 235 mm.

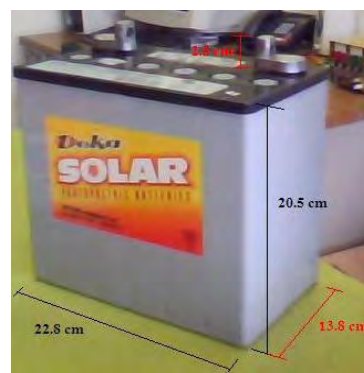


Figura 4.14 Baterías

Efectos de la presencia de gases inflamables

En una instalación fotovoltaica la batería se encuentra normalmente en procesos de carga y descarga casi continuos, siendo en el proceso de carga en el cual la producción y desprendimiento de hidrógeno es mayor.

Una mezcla de 2 volúmenes de hidrógeno y 1 de oxígeno ó 5 de aire atmosférico, encendida por una chispa, da lugar a una fuerte detonación con formación de agua debido a la dilatación del vapor de agua por el calor de reacción.

Una batería no explota por si sola, si no que han de concurrir tres factores:

- Emanación de gases, especialmente el hidrógeno.
- Presencia de oxígeno y/o aire.
- Proximidad de un foco de ignición.

Se produce una explosión en los siguientes casos:

1.-La atmósfera del local en que se encuentra la batería alcanza un contenido de hidrógeno superior al límite de inflamación de la mezcla aire-hidrógeno que se fija en el 3%. Es suficiente entonces una chispa o llama para desencadenar la explosión.

Así pues, los locales en los cuales se produce la carga de baterías deben ventilarse de modo que la concentración de hidrógeno de la atmósfera no alcance nunca el límite inferior de explosividad del 3%

2.-Aún si el local está suficientemente ventilado, la existencia en el vaso, por encima del electrólito, de una mezcla explosiva y la presencia de un cuerpo caliente o de una chispa podrá provocar la explosión del vaso, produciendo su ruptura, y las consecuencias que se pueden prever: proyección de ácido, posibilidades de corto circuito, etc. Estas explosiones, de menor importancia que la anterior, deberán, lógicamente, evitarse.

Para ello basta quitar los tapones de los vasos y ventilar ligeramente en cada uno de ellos para eliminar el hidrógeno. Estando la batería normalmente en reposo, el desprendimiento de hidrógeno será muy pequeño y se evacuará por difusión.

Por el desprendimiento gaseoso y por llevar las burbujas una pequeña cantidad de electrólito que se deposita sobre los vasos o en su vecindad, se debe prohibir instalar baterías en locales habitados.

Riesgo de acumulación de hidrógeno

El hidrógeno que se libera durante el proceso de carga se va acumulando en la atmósfera de la sala de baterías y si ésta no está adecuadamente ventilada se puede llegar a formar una mezcla explosiva. Cualquier llama o chispa puede producir una explosión.

Se recomiendan las siguientes medidas de seguridad:

- Evitar la presencia de llamas o cigarrillos en las cercanías de las baterías.
- Utilizar material eléctrico protegido contra deflagraciones (chispas): lámparas, enchufes, etc.
- Disponer de un sistema de ventilación forzada para mantener la concentración de hidrógeno en el aire a niveles seguros.

Las mezclas de hidrógeno y aire con porcentajes superiores al 4-8% de hidrógeno son explosivas. Se suele considerar como seguras las concentraciones por debajo del 3%. La generación de hidrógeno ocurre principalmente durante la carga y si se mantienen los regímenes de carga adecuados, se alcanza un máximo durante el final de carga.

Válvula de alivio de presión y sales

Dado que el sistema se encuentra contenido dentro de un cilindro sellado con la instrumentación en conjunto con las baterías y el sistema de carga, se ve la necesidad de proporcionar alguna salida para liberar la presión de los gases que posiblemente se generen dentro del sistema y evitar la acumulación de hidrógeno y oxígeno que, como ya se mencionó en el apartado anterior, generarían una mezcla explosiva, y como están en conjunto con el circuito de procesamiento y envío de información es factible que teniendo la combinación de estos tres factores, el oxígeno, el hidrógeno y factor de ignición, podría ocasionarse una explosión por lo que se instala una válvula de alivio en la tapa del compartimiento de los instrumentos.

Esta tiene un intervalo de ajuste de presión de 2 psi a 15 psi, de manera que es ajustable en este rango. Podemos indagar los niveles de presión en los que tenga el sistema un buen funcionamiento y no presente riesgo de contener presencia de gases en exceso. Así también se requerirá la adecuada atención a este componente ya que por el medio al que se someterá, fácilmente puede presentar acumulación de sales que evitarían el buen funcionamiento de la válvula y con ello la liberación de los gases, haciendo un factor de riesgo, de ahí la importancia que hay que brindar a esta válvula por lo que se recomienda un mantenimiento preventivo constante y periódico.



Figura 5. Boya marina, Puerto Morelos, Quintana Roo

CONCLUSIONES

Dada la naturaleza del proyecto se presentaron algunas modificaciones con respecto a los objetivos originales, ya que se plantea un diseño y reconstrucción de la boya marina. Como esta reconstrucción debería cumplir con la utilización de la mayoría de los elementos aun en buen estado, y al comprobar la recuperación del sistema fue posible rescatarlo en su mayoría, a excepción de algunas partes que se reconstruyeron como fue el radio módem y en el caso del control de carga que fue cambiado totalmente, de manera que se conserva el diseño original el cual está descrito en su mayoría en el desarrollo de este documento.

De manera que se encontró conveniente el cambio del título por el actual de “Revisión y rehabilitación de una boya marina”, siendo este mas adecuado al real proceso que se realizo durante el proyecto, ya descrito con anterioridad, haciendo con esto unos ajustes del objetivo ya que implícitamente se dirigió el proyecto desde un inicio a este fin de rehabilitar la boya existente. Esta rehabilitación fue a manera de proteger y prever las condiciones de la boya así como buscar evitar nuevamente el fallo en la instrumentación que provoca la des habilitación del sistema.

Así el objetivo principal fue el de rehabilitar este sistema y buscar un igual o mejor funcionamiento. Esto se ha logrado restando solamente comprobar por operación de la boya que la solución hecha realmente es la idónea no perdiendo de vista el que es de necesidad absoluta el proporcionar un buen mantenimiento de manera preventiva para evitar otra posible falla.

Se comprobó la completa prueba de los elementos montados fuera del mar (variables meteorológicas), como el sistema de carga y el sistema de comunicación y recepción de datos, logrando con ello cumplir con la participación asignada en el proyecto.

La prueba del funcionamiento en el mar del sistema completo será posterior debido a que requiere de condiciones climáticas adecuadas, equipo de carga, así como personal y buceo para instalar la boya y su anclaje al fondo del mar.

Esta etapa será realizada por otro grupo de personas que integran a la coordinación de Ingeniería de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería en Puerto Morelos, a quienes se agradece su cordial invitación y apoyo para participar en este proyecto.

Al revisar el diseño completo de esta boya cabe mencionar que se presentaron algunas propuestas para mejorar el sistema y evitar los problemas con los que se encontraron en este proyecto, ya que al parecer la boya está diseñada específicamente para ciertas condiciones que son similares, pero al ver estas fallas podemos decir que no cumplió con las especificaciones de uso en Puerto Morelos. Así algunas de las sugerencias pueden ser algo extensas pero es fácil de apreciar que uno de los principales problemas es la ubicación y condiciones de la boya, así que de hacer una construcción propia el principal factor que hay que considerar es el acomodo de la instrumentación, el diseño de la flotabilidad y el tamaño ya que la boya actual no es sencilla de maniobrar y poder garantizar con esto que no tengamos los problemas con los que nos

encontramos en este diseño de origen Noruego NORTEK aplicado a las condiciones de uso en Puerto Morelos.

Otro de los aspectos pendientes a partir de las mejoras en el diseño será el desarrollo de un sistema que está como propuesto dentro de este proyecto que es la facilitación de la información obtenida a través de una página web de manera que los datos obtenidos cada 15 min de la boya y del AWAC a través del sistema de comunicación sean mostrados en pantalla, para su posterior publicación en la red web, logrando un rápido acceso a la información y mejor aprovechamiento de los mismos.

Bibliografía

- “Ingeniería de costas “, Armando Frias Valadez, Gonzalo Moreno Cervantes, 1988, Editorial: LIMUSA, S. A. DE C. V.
- “Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición”
Transductores como elementos de entrada
Alberto D. Helfrick, William D. Cooper
- “Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica (volumen I y II) “, SERIE PONENCIAS , Editorial: CIEMAT
- “Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición”
William D. Cooper, Albert D. Helfrick, Editorial: PRENTICE HALL
- “ OCEANOGRAPHIC DATA BUOY ” , USER MANUAL Version 1.1,
NORTEK USA January 11, 2007

Anexo I
HUMICAP
Sensores de Humedad y Temperatura

***HMP45A&HMP45D
HUMIDITY AND
TEMPERATURE PROBES
Operating Manual***

U274en-1.2
29 September 1997
© Vaisala 1997

1. GENERAL

The HMP45A and HMP45D probes are designed for the measurement of relative humidity and temperature. Humidity measurement is based on the capacitive thin film polymer sensor HUMICAP®180. Temperature measurement is based on resistive platinum sensors (Pt 100 and Pt 1000). Both the humidity and temperature sensors are located at the tip of the probe and in standard version protected by a membrane filter. The HMP45A and HMP45D have a similar humidity output, but the temperature output is active in HMP45A (voltage output 0-1V) and passive in HMP45D (resistive output Pt 100).

2. CONNECTIONS

The cable wires are connected as shown in Figure 1.

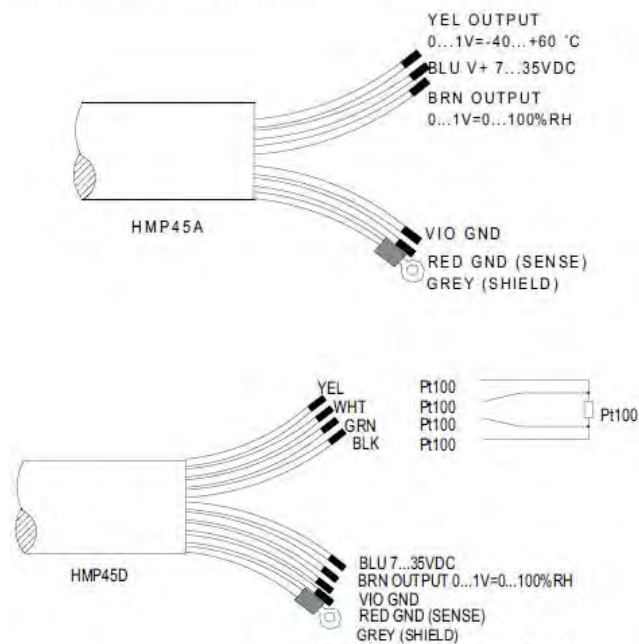


Figure 1 Wire colours

SIGNAL GROUND is used for output signal in a differential measurement. With SIGNAL GROUND, the cable can be extended up to 100 metres without disturbing the measurement accuracy. When outputs are not measured against SIGNAL GROUND, connect GROUND and SIGNAL GROUND to the same point.

3.3 Changing the HUMICAP®180 humidity sensor

Unscrew the filter. Remove the damaged sensor and mount a new HUMICAP®180 humidity sensor in its place. Handle the sensor with care. Calibrate the probe using a two-point calibration procedure. Note that if the probe is not calibrated, the accuracy is still better than ± 7 %RH.

4. SPARE PARTS AND ACCESSORIES

Order code	Description
HUMICAP®180	Humidity sensor
18921	Temperature sensor Pt 1000 IEC 751 1/3 Class B (HMP45A)
19159	Temperature sensor Pt 100 IEC 751 1/3 Class B (HMP45D)
2787HM	Membrane filter (standard)
6685	Sintered filter 37 μ m
6686	Sintered filter 216 μ m
6597	Plastic grid
HMP45ASP	HMP45A probe head
HMP45DSP	HMP45D probe head
HMH45ASP	Probe handle for HMP45A and HMP45D
HMI41	Humidity and temperature indicator
HMH45	Probe handle for HMP45A with a connector to HMI41
HMK11	Humidity Calibrator
HMK13B	Humidity Calibrator

5. TECHNICAL DATA

5.1 Humidity (HMP45A & HMP45D)

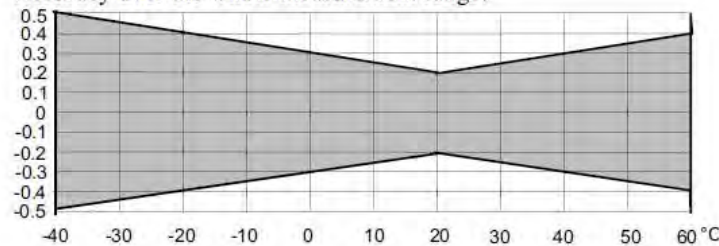
Measurement range 0.8...100 %RH
 Output scale 0...100 %RH equals 0-1 VDC
 Accuracy at +20 °C (including non-linearity and hysteresis):

against factory references	± 1 %RH
field calibration against references	± 2 %RH (0...90 %RH) ± 3 %RH (90...100 %RH)
Typical long-term stability	better than 1 %RH per year
Temperature dependence	± 0.05 %RH/ $^{\circ}$ C
Response time (90%) at +20 $^{\circ}$ C	15 s with membrane filter
Humidity sensor	HUMICAP [®] 180

5.2 Temperature

HMP45A

Measurement range	-39.2...+60 $^{\circ}$ C
Output scale	-40...+60 $^{\circ}$ C equals 0...1 VDC
Accuracy at 20 $^{\circ}$ C	± 0.2 $^{\circ}$ C
Accuracy over the whole measurement range:	



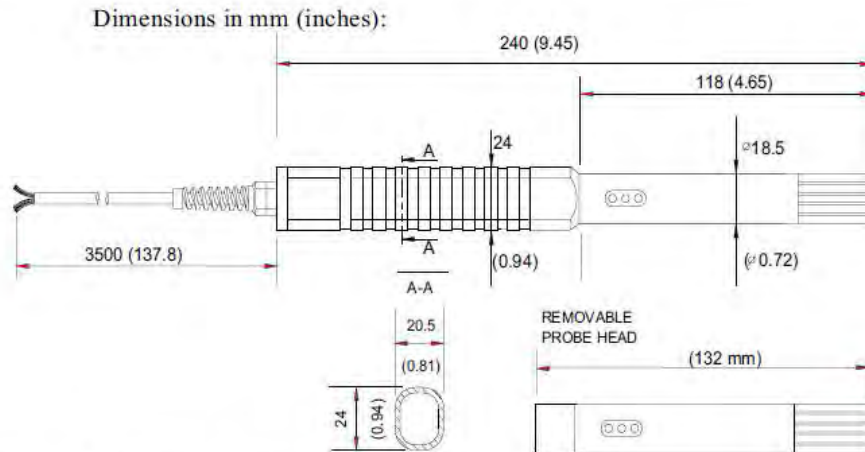
Temperature sensor	Pt 1000 IEC 751 1/3 Class B
--------------------	-----------------------------

HMP45D

Measurement range	-40...+60 $^{\circ}$ C
Output signal	resistive four wire connection
Temperature sensor	Pt 100 IEC 751 1/3 Class B

5.3 General

Operating temperature range	-40...+60 $^{\circ}$ C
Storage temperature range	-40...+80 $^{\circ}$ C
Supply voltage	7...35 VDC
Settling time	500 ms
Power consumption	< 4 mA
Output load	>10 kohm (to ground)
Weight	350 g (including package)
Cable length	3.5 m
Housing material	ABS plastic
Housing classification (electronics)	IP 65 (NEMA 4)
Sensor protection (standard)	membrane filter, part no. 2787HM



5.4 Electromagnetic compatibility

5.4.1 Emissions

Radiated interference, test setup according to EN55022

5.4.2 Immunity

Test:	Test setup according to:	Performance:
Radiated interference	IEC 1000-4-3	HMP45A level 1 (3V/m) HMP45D level 3 (10 V/m)
Electrostatic discharge	IEC 801-4	level 4 (HMP45A&D)



GUARANTEE

Vaisala issues a guarantee for the material and workmanship of this product for one (1) year from the date of delivery. Damage due to exceptional operating conditions, careless handling or misapplication will void the guarantee. Detailed warranty information is given in the Warranty and the Standard Conditions of Sale of Vaisala Oy.

Anexo II
KVW, Compás Electrónico

1. Installation Instructions

1.1 Parts List

The C100 electronic compass consists of a detachable toroidal fluxgate sensing element and a small electronics board.

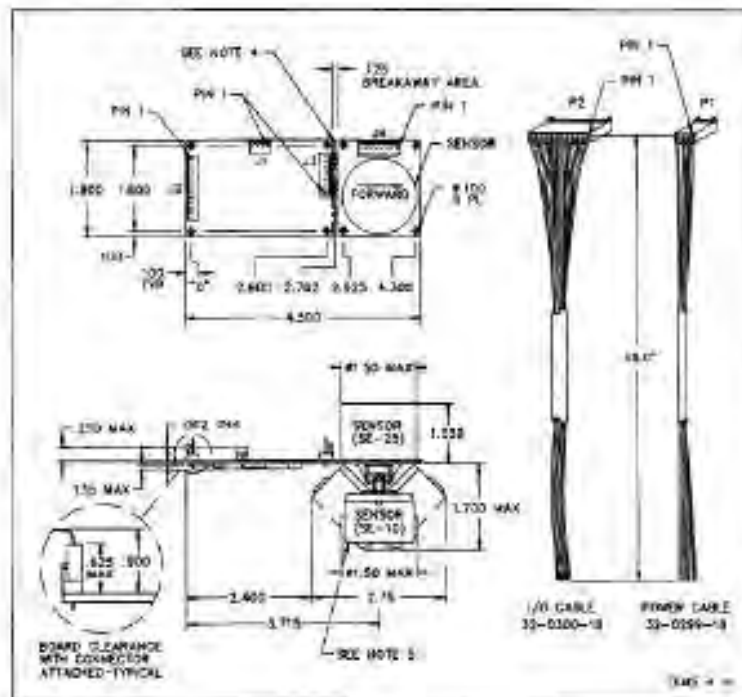


Figure 1. C100 Outline Drawing

Note

1. 18" #24AWG leads supplied with pins crimped and inserted and into mating connector. Remove or cut unused wires from connector.
 2. Component height: Bottom of PCB: 135" max, Top of PCB: 250" max.
 3. Connector Identification: J1 - Power Input, J2 - I/O Data and Control, J3 - Coil, J4 - Coil (If coil board is separated use optional jumper cable between J3 and J4).
 4. To separate the coil board from the circuit board, carefully bend the breakaway joint until the two boards snap apart. Caution! Do not flex electronics board.
 5. The SE-25 sensor is standard. The gimbaleed SE-10 sensor is a no charge option.
 6. Cut gray wire at P2 if strobe is not used. If strobe is used, run strobe wire separately from TXD and RS232-in wires.
 7. Remove or cut unused wires from P2.
-

1.1.1 Sensor Type

Two fluxgate sensors are available.

The SE-25 is the standard sensor provided with the C100. The C100 should be mounted in a level attitude in the host system. This sensor will operate through tilt (pitch and roll) ranges of $\pm 16^\circ$.

The SE-10 is a gimbaleed sensor which will operate through $\pm 45^\circ$ of tilt (pitch and roll). Its circuit board should also be mounted in a level attitude for optimum tilt performance.

A housed version of the C100 with the SE-25 sensor is also available.

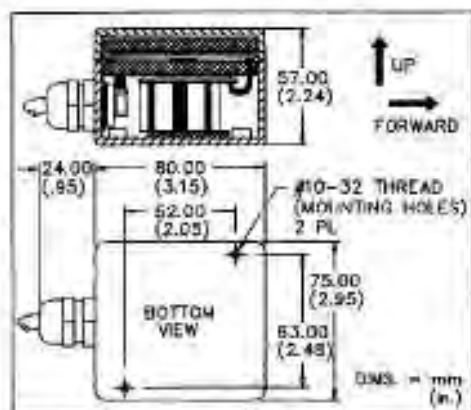


Figure 2. Outline Drawing Housed Version

Following are step-by-step instructions for correct installation. Make sure that whomever is going to install your C100 is familiar with these installation instructions and understands the principles of installation that ensure your sensor has the precision, convenience and usefulness for which it is designed.

1.2 Choosing a Location

Although the C100 can compensate for moderate magnetic interferences, it is important to select a location on the host platform that has the least amount of magnetic interferences. Place the C100 as far away as possible from iron, steel, magnets, motors, and other magnetic material. As a general guideline, a minimum separation of 12 inches should be maintained.

For installation that requires a remotely located sensor, the C100 circuit board is constructed so that the sensor circuit board can be separated from the electronics circuit board. This is easily done by placing a thumb on each side of the break-away joint and carefully bending, until the two boards snap apart.

Caution



Do not flex the electronics circuit board. Support the boards so that the stress is applied only to the break-away joint. Be careful not to damage the fine wires on the coil assembly when handling this unit.

A six inch cable is provided with each C100 compass, unless otherwise specified. Optional cable assemblies up to 48 inches long are available from KVH. The shortest possible cable should be specified to minimize noise pickup in the sensor cable.

For installation near severe hard iron magnetic interference, the offending component can be shielded with a Mu Metal housing. However, some physical separation must still be maintained between the Mu Metal housing and the compass sensor. Since Mu Metal is a form of soft iron interference, comprehensive tests must be made to determine if the Mu Metal changes its magnetic signature over time and operational modes of the host system.

While the C100 can compensate for moderate deviations in a stable magnetic environment, it cannot compensate for magnetic interference that changes. Remember that wires carrying DC current generate a magnetic field. If the DC current changes, the field changes! Battery packs can be another source of changing interference. Every installation is different and the user must evaluate the installation under all expected operating conditions.

1.2.1 Overload Condition

When the compass sensor is exposed to a magnetic field outside of its operational range (either too high or too low) it will indicate this condition in the following way:

1. Serial Port

- NMEA message will indicate a heading of 800.0
- KVH message field will indicate "OL"
- x and y message will not have an error flag

2. Digital Port

- The digital output will indicate 800.0 for degrees and 8000 for mills in the Binary, BCD, and Gray Code Modes. No overload indication is provided in the C100 display or NCSC (CORDIC) Modes.

3. Analog Port

- The sine, cosine, and reference outputs will all indicate the reference voltage (i.e. 1.2 VDC).
- The linear output voltage will change, even if the compass is in the overload condition.

1.3 Mounting the C100

Figure 1: C100 Outline Drawing, page 1, shows the mounting details and the forward orientation of the compass during factory calibration. Either the center of the mounting holes or the edge of the circuit board can be used to orientate the C100 in the host system.

If the sensor cannot be physically aligned with the forward axis of the host system, the C100 can be programmed to cancel any offset using the index error offset feature.

Similarly, the local variation (declination) value can be entered so that the C100 will output true headings. The index and variation corrections are separate and independent functions in the C100.

Figure 2. Outline Drawing Housed Version, page 3, shows the outline drawing for the housed C100.

Note

When any feature of the C100 is selected (such as index offset), the C100 will store this in nonvolatile (EEPROM) memory. When the C100 is again powered up it will remember all the last programmed settings.

1.4 Making the Connections

1.4.1 Standard Units (without housing)

Table 1 defines the Power (P1) and Data I/O (P2) connector interface connections of the C100. All ground terminals are connected together on the circuit board.

Note

The Data I/O connections are functionally grouped and the pin numbers are not sequential.

Refer to *Figure 1. C100 Outline Drawing, page 1, for connector locations.*

We recommend that the serial, digital, and analog output wire groups be either run separately (physically isolated), or run in separate shielded cables using braided shields. The shield should be connected to ground at the I/O Connector (P2) only.

**Table 1. C100 Interface Wiring - SE-25 and SE-10 Sensor
(Standard Unhoused Units)**

<u>Function</u>	<u>Signal</u>	<u>Wire Color</u>	<u>Connector</u>
Serial I/O Port	RXD, RS232 or 0 to +5V Data Input	Yellow	P2-4
	TXD, RS232 or 0 to +5V Data Output	Pink	P2-11
	Inverted TXD, 0 to +5V Data Output	Tan	P2-12
	Grnd, Common Ground	Black	P2-6
Digital I/O Port	Clk, 10kHz 0 to +5V Clock Output	Blue	P2-10
	Data, 0 to +5V Data Output	White	P2-9
	Strobe, 0 to +5V Strobe Input	Gray	P2-8
Analog Outputs	Sin, Sine or Analog Output	Orange	P2-3
	Cos, Cosine or Analog Output	Red	P2-2
	Ref, Reference or Analog Output	Brown	P2-1
	Grnd, Common Ground	Green	P2-5
Power Inputs	+8 to +18 VDC	White	P1-2
	+18 to +28 VDC	Red	P1-1
	Grnd, Common Ground	Black	P1-4

1.4.2 Aluminum Housed Unit (SE-25 sensor)

Table 2 defines the Power and Data interface connections for the housed C100 electronic compass.

Note



The wire colors are different from Table 1.

**Table 2. C100 Interface Wiring - SE-25 Sensor
(Housed Unit Only)**

<u>Function</u>	<u>Signal</u>	<u>Wire Color</u>
Serial I/O Port	RXD, RS232 or 0 to +5V Data Input	Red/Black Tracer
	TXD, RS232 or 0 to +5V Data Output	Blue/Black Tracer
	Inverted TXD, 0 to +5V Data Output	Blue/White Tracer
	Gnd, Common Ground	Black/White Tracer
Digital I/O Port	CLK, 10kHz 0 to +5V Clock Output	Blue
	Data, 0 to +5V Data Output	Orange/Black Tracer
	Strobe, 0 to +5V Strobe Input	Green/Black Tracer
Analog Outputs	Sin, Sine or Analog Output	Orange
	Cos, Cosine or Analog Output	Green
	Ref, Reference or Analog Output	White/Black Tracer
Power Inputs	+8 to +18 VDC	White
	+18 to +28 VDC	Red
	Gnd, Common Ground	Black
Not Used		Green/White Tracer
Not Used		Red/White Tracer

The cable shield is connected to the aluminum housing.

Figure 4. Standard Linear Output shows the regular linear output response.

Note



At 000° heading the output switches abruptly from 1.9 VDC to 0.1 VDC when turning clockwise. When turning counterclockwise, the output voltage will switch from 0.1 VDC to 1.9 VDC.

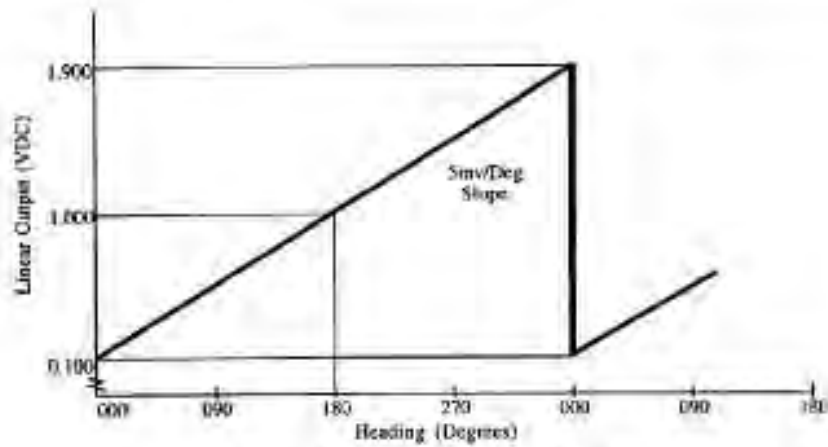


Figure 4. Standard Linear Output.

Appendix C. C100 User Commands

C.1 Introduction

The following is a brief description that will tell the user how to use the "C100". For detailed information, refer to the C100 Technical Manual.

C.1.1 Power Connections

Power is located on the 4 pin Molex™ connector and has the following connections:

- Pin 1 (RED) Power input +18 to +28 Volts
- Pin 2 (WHT) Power input +8 to +18 Volts
- Pin 3 (GRN) No connection
- Pin 4 (BLK) Ground

The red and white wires on the 4 pin Molex™ connector are the power inputs, only "one" input can be used. **Do not connect both inputs at the same time.**

The black wire is the power's return (ground).

Once you have connected to your power supply, the unit will start running automatically. If it is the first time the unit has been powered up since you received it from the factory, it will power up with the factory standard default settings. Custom defaults can be provided on request. Refer to *Section 2.1 Default Values*, page 18, for the standard default settings.

If it is not the first time the unit has been powered up, then the unit will power up with the last configuration saved when the unit was powered down.

C.1.2 I/O Connections

The 12 pin Molex[®] connector contains input and output connections that are used to communicate with, or get information from, the compass.

- Pin 1 (BRN) Reference voltage for sine/cosine output
- Pin 2 (RED) Cosine output
- Pin 3 (ORC) Sine output
- Pin 4 (YEL) RS232 input for serial port
- Pin 5 (GRN) Ground
- Pin 6 (BLK) Ground
- Pin 7 No connection
- Pin 8 (GRY) Strobe input for digital port
- Pin 9 (WHT) Data output for digital port
- Pin 10 (BLU) Clock output for digital port
- Pin 11 (PNK) Txd, Transmit data output for serial port
- Pin 12 (TAN) Inverted Txd, Transmit data output for serial port

C.2 Programming the RS232 Compatible Serial Port

The <er> stands for a carriage return or enter key.

In the message listings below, there is an implied carriage return <er> after all the messages. A prompt character (>) indicates that the message was accepted or an exclamation character (!) indicates that the message was not accepted.

To accommodate a broad range of terminals and communication protocols, an ASCII "line feed" character (0x0a, transmitted by user) will be accepted by the communications message handler in the C100, but it will be ignored.

If the command sent to the compass has a * and two checksum characters (plus er and H) in the message, the command will be checksummed by the compass. The checksum includes from the first character up to the *, but not including the *. If the first character is a \$, it would not be included in the checksum. The checksum is calculated by XOR'ing the ASCII bytes. The checksum is two ASCII bytes. The MSB is sent first. If the message read by the compass does not agree with the checksum received, the compass would send a "?!" and no data will be sent.

Anexo III
Gill, Anemómetro de Viento Sónico



WindSonic

User Manual

Doc No. 1405-PS-0019
Issue 15

Gill Instruments Limited
Saltmarsh Park,
67 Cooper Street,
Lymington,
Hampshire,
SO41 9EG
UK

Tel: +44 (0)1590 613500
Fax: +44 (0)1590 613501
E-mail: anem@gill.co.uk
Website: www.gill.co.uk



1 FOREWORD

Thank you for purchasing the WindSonic manufactured by Gill Instruments Ltd. The unit has no customer serviceable parts and requires no calibration or maintenance. To achieve optimum performance we recommend that you read the whole of this manual before proceeding with use. Do NOT remove black "rubber" transducer caps.

Gill products are in continuous development and therefore specifications may be subject to change and design improvements without prior notice.

The information contained in this manual remains the property of Gill Instruments and should not be copied or reproduced for commercial gain.

2 INTRODUCTION

The Gill WindSonic wind sensor is a very robust, lightweight unit with no moving parts, outputting wind speed and direction. The units of wind speed, output rate and formats are all user selectable.

The WindSonic can be used in conjunction with a PC, datalogger or other device, provided it is compatible with one of the standard communication formats provided by the WindSonic. WindSonic (option 2 or 3 only) is designed to connect directly to the Gill WindDisplay unit to provide a complete wind speed direction system without any configuration by the user.

WindSonic (options 1, 2 and 3) may be configured using WindCom software which is available, free of charge, from the Gill website www.gill.co.uk.

WindSonic (option 4) SDI-12 may not be re-configured in any Gill output format.

The output message format can be configured in Gill format, in Polar or UV (2-axis) format, and to either Polled (requested by host system) or Continuous output. Alternatively, it can be configured in NMEA (0183 Version 3) or SDI-12 (V1.3). These are described in Section 9 MESSAGE FORMATS and Section 11 SDI-12 COMMANDS.

3 FAST TRACK SET-UP

If you are in a hurry to try out the WindSonic (options 1, 2 or 3) and are familiar with Gill equipment and coupling to a PC using RS232, go to the following sections :

- Section 7 INSTALLATION
- Section 9 MESSAGE FORMATS
- Section 10 CONFIGURING

After you have successfully set up the WindSonic, we strongly advise that you then go back and read the rest of the manual to ensure that you get the best results from the WindSonic.

4 PRINCIPLE OF OPERATION

The WindSonic measures the times taken for an ultrasonic pulse of sound to travel from the North transducer to the South transducer, and compares it with the time for a pulse to travel from S to N transducer. Likewise times are compared between West and East, and E and W transducer.

If, for example, a North wind is blowing, then the time taken for the pulse to travel from N to S will be faster than from S to N, whereas the W to E, and E to W times will be the same. The wind speed and direction can then be calculated from the differences in the times of flight on each axis. This calculation is independent of factors such as temperature.

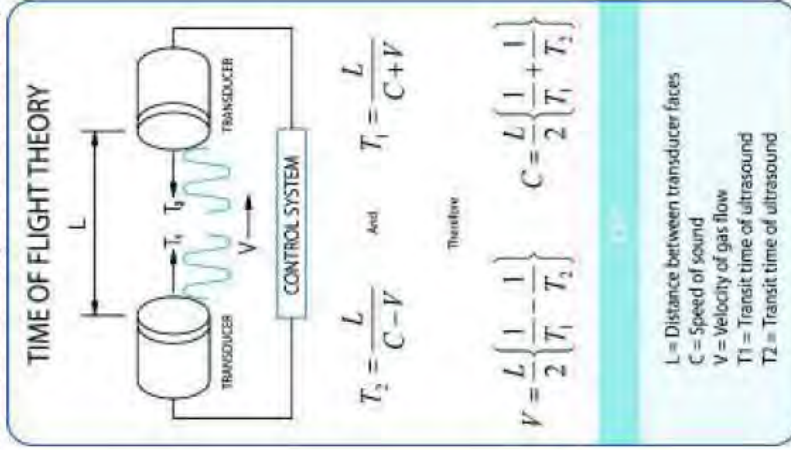


Figure 1 Time of Flight details

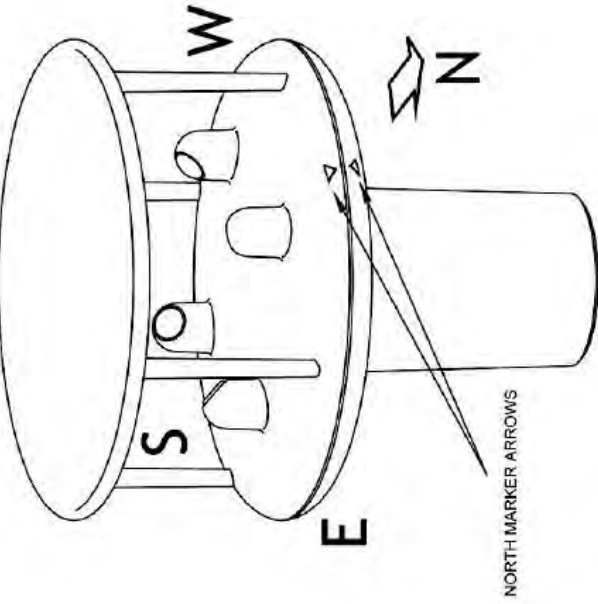



Figure 2 Compass Points

5 SPECIFICATION

Output	Units of measure	Metres/second (m/s), Kilometres per hour (kph), Knots, Miles per hour (mph), Feet per minute (fpm)
Output frequency	1, 2, or 4 outputs per second	
Parameters	Digital	Analogue
or	Polar - Speed and Direction UV - 2 axis, signed Speed	Polar - Speed and Direction Tunnel - U Speed and U Direction
Wind Speed	0 - 60 m/s ± 2% (at 12m/s) 0.01 m/s	0 - 5m/s, 0 - 10m/s, 0 - 20m/s, 0 - 30m/s, 0 - 50m/s, 0 - 60m/s, ± 2% (at 12m/s) 0.01 m/s
Range	0 - 359°	0 - 359° or 0 - 539° (Wraparound mode)
Accuracy	± 3° (20m/s)	± 3° (at 20m/s)
Resolution	1°	1°
Analogue output formats	0-5V 4-20mA	± 1% of full scale N.B. Analogue output impedance = 1KΩ
Digital output formats		
Gill		Continuous or Polled (output on request by host system) Polar (Speed and Direction) or UV (2 axis, signed Speed) NMEA 0183 version 3 SDI-12 V1.3
Marine - NMEA		
Data Logger		
Communication formats	WindSonic Option 1 WindSonic Option 2 WindSonic Option 3 WindSonic Option 4	RS232 RS232, RS422, RS485 RS232, RS422, RS485, and Analogue (0 - 5V or 4 - 20mA) SDI-12
Anemometer status		Note: WindSonic Option 4 is not compatible with WindCom message Status OK and Error codes included as part of standard output message
Environmental	Moisture protection Temperature Humidity EMC	IP65 Operating -35°C to +70°C Storage -40°C to +80°C Operating <5% to 100% EN 61000-6 - 3 (Emissions) EN 61000-6 - 2 (Immunity)
Standards		Manufactured within ISO9001: 2000 quality system

Anexo IV
ZENO-3200 Datalogger



ZENO[®]-3200
User Manual

Version V2.02
June 27, 2003

P/N: 0302116012, Revision C

Michael J. Han (Software Engineer)

COASTAL ENVIRONMENTAL SYSTEMS, Inc.
820 First Avenue South • Seattle, WA 98134
Telephone (206) 682-6048 • Fax (206) 682-5658
Web address: <http://www.coastalenvironmental.com>

Copyright © 2002 by Coastal Environmental Systems, Inc. All rights reserved.

1. INTRODUCTION



Coastal Environmental Systems

ZENOE-3200 User Manual

1.1. WHAT IS THE ZENOE-3200?

The ZENOE-3200 is the world's first intelligent, versatile, low-power, 32-bit data acquisition system, designed to collect, process, store and transmit data from multiple sensors. Its mechanical versatility and low power requirements allow the ZENOE-3200 to operate independently and remotely in a wide range of environmental extremes that include polar ice sheets, ocean buoys and windy mountaintops.

The ZENOE-3200's advanced firmware, ZENOSOFT[®], contains extensive libraries of sensor types, data processes, and data output options that allow each ZENOE-3200 to be configured to meet a variety of requirements. The built-in, help-assisted menus contained in ZENOSOFT[®] let you configure the ZENOE-3200 with ease. The ZENOSOFT[®] libraries are continually being expanded. Contact Coastal Environmental Systems if your particular application is not discussed in this User Manual.

The related Intercept[™] program¹ collects, displays, and forwards all data from the ZENOE-3200. Through Intercept[™], data can be directly shared with other Microsoft Windows[™] application programs. For further information, please refer to Coastal Environmental Systems' Intercept[™] documentation.

1.2. HOW DOES THE ZENOE-3200 WORK?

The ZENOE-3200 carries out three primary functions via its built-in firmware, ZENOSOFT[®], in a regular and timely fashion according to the configuration defined within the ZENOE-3200 memory:

1. Collect data from the sensors.
2. Process the collected data.
3. Log into RAM and/or transmit the processed and collected data.

ZENOSOFT[®] operates within a Real Time Operating System (RTOS) that is controlled by the ZENOE-3200's built-in clock. The RTOS allows multiple tasks to be performed concurrently and deterministically by the ZENOE-3200's single Central Processing Unit (CPU). This ensures that the ZENOE-3200 precisely performs its primary functions in accordance with the user's instructions stored in the configuration.

The ZENOE-3200 configuration is a set of information created by the user that tells the ZENOE-3200:

- How many sensors to collect data from.

¹ Intercept[™], produced by Coastal Environmental Systems, is a Microsoft Windows[™] application.

- What each sensor is.
- When to collect the data from each sensor.
- How to process the collected data.
- Which data values define a single data record to be logged into logging memory.
- When to log into memory and/or transmit the data record.
- Whether to generate one or more alarm messages.
- Which telephone numbers to dial (up to 4 telephone numbers), if an alarm message is to be sent via a telephone modem.
- What (if any) types of communication devices are connected to the ZENO[®]-3200 (a one-way radio, two-way radio, telephone modem, cellular modem, GOES or ARGOS transmitter).

To define the configuration within the ZENO[®]-3200 (and to retrieve data logged), the user interactively communicates with ZENOSOFT[®] using its built-in user interface. The user interface contains a set of interactive menus that allow the user to create a new configuration or modify an existing configuration.

1.3. ZENO[®]-3200 SPECIFICATIONS

1.3.1. Analog Inputs

Seven (7) differential or fourteen (14) single-ended inputs offer choices for sampling performance:

- Ultra-high resolution: ± 18 -bit at up to two channels/second with 50/60 Hz noise rejection.
- High resolution: ± 15 -bit at up to 10 channels/second with 50/60 Hz noise rejection.
- Low resolution: Two (2) channels available at ± 12 -bit A/D at 10,000 conversions/second.

Accuracy and linearity are provided over a wide temperature range as follows:

- Linearity: $\pm 0.001\%$ (-40°C to $+60^{\circ}\text{C}$).
- Basic radiometric accuracy: $\pm 0.05\%$ (-40°C to $+60^{\circ}\text{C}$).
- Wide dynamic input range: ± 5 mV to ± 5 V in 10 ranges.

All analog inputs are fault-protected against shorts, overvoltages, transients and ESD.

- Up to four multiplexer boards can be added, each allowing 32 additional single-ended or 16 differential inputs.

1.3.2. Digital I/O Ports

- Six (6) Schmidt trigger conditioned inputs.
- Two (2) comparator inputs.
- Six (6) general purpose input/output channels (inputs TTL, with pull up resistor, outputs 1 - 5 VDC, high impedance).
- One (1) switch closure (event counter).

Digital inputs can be configured for frequency, period, count, or event counting. Digital outputs can provide control or alarm signals.

- Count inputs: Up to 65536 counts at 0.005% accuracy.

- Frequency inputs: Up to 100 kHz at 0.005% accuracy.

1.3.3. Sensor and Auxiliary Power Outputs

- Sensor excitation: Five switched excitation outputs for software selectable voltages of 1.25, 2.50, 5.00, with basic accuracy of 0.01% at up to 100 mA. Long-term stability of 20 ppm over 1000 hours, with most of the drift occurring within the first 100 hours.
- Reference outputs, one fixed, for sensor signal offsets.
- Power outputs (switched):
 - Three channels of +12V: one channel at 700 mA; two channels at 150 mA.
 - Two channels of +5V at total 600 mA peak, 200 mA mean.
 - Other power output optional.
- Optional digital-to-analog expansion board gives 4 or 8 channels of individually programmable 12-bit analog output at 0 to 5 V.²

1.3.4. Serial Communication Ports

- Three serial communication ports labeled as COM1, COM2 and COM3.
- Baud rates: each serial communications port supports baud rates of 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 and 19,200 bits per second (bps).
- COM1 supports RS232, RS232H³, and unidirectional and bi-directional radio communications.
- COM2 supports RS232, RS232H, RS485, GOES satellite transmitters⁴ and ARGOS satellite transmitters.⁵ COM2 is fully multiplexed.⁶
- COM3 supports RS232, RS232H, RS485 and RS422.

1.3.5. ADC Conversion Rates

The ZENO[®]-3200 has two A/D converters: one referred to as 12-bit, and one referred to as 18-bit. The 12-bit ADC is very fast, with up to 10,000 samples per second. The main limitation on your use of the 12-bit ADC is the fact that only two terminal block connections are available.

A single conversion on the 18-bit ADC requires approximately 100 milliseconds, which equates to 10 samples per second. This always outputs a signed 18-bit value, but the least significant 3 bits are highly susceptible to noise and may not be accurate. Hence, a single sample has 15-bit accuracy. To obtain full 18-bit accuracy, three values must be averaged by setting the Sensor Sample Count in the Sensor Menu to three.⁷ This brings the sample rate down to no more than three samples per second.

Therefore, the maximum possible sample rate -- including all sensors -- is a total of 16 samples per second at an effective 15 bits of resolution, or 2 samples per second at a full 18 bits of resolution.

² Other voltage ranges are optional.

³ RS232H is half-duplex RS232.

⁴ Refer to Section 6.7.

⁵ Refer to Section 6.8.

⁶ Refer to Section 6.1.

⁷ Refer to Section 10.3.

In practice, the best available sample rate is often rather lower than this. If multiple sensors are being read, with different excitation voltages or powers, the ZENO[®]-3200 must wait for the system to settle before beginning a conversion. Because the ZENO[®]-3200 is a multi-tasking system[®], if a great deal of processing or message-transmission is required, then the CPU cannot revisit the ADC task immediately once each conversion is complete. A typical maximum sample rate is 10 samples per second or 15 bits.

2. ZENO[®]-3200 BASICS



Coastal Environmental Systems

ZENO[®]-3200 User Manual

2.1. THE ZENO[®]-3200 FRONT PANEL

The ZENO[®]-3200 Front Panel, illustrated in , allows easy access to nearly all external connections to the ZENO[®]-3200.

Only a 1/8-inch screwdriver² is required to attach wires to connections along the four terminal strips. The four terminal strips organize the external connections into the following groups:

- Analog Outputs and Grounds
- Analog Sensor Inputs
- Serial Data, Power and Grounds
- Digital Inputs and Outputs

The Serial Communications Port that is usually used for computer access, COM3 (a two-row, 9-pin, DE-9 connector), is located on the top, far right-hand side of the front panel. COM3 is sometimes referred to as the Maintenance Port.

The Auxiliary Serial Port (the two-row, 25-pin, DB-25 connector) is located to the left of COM3. Various connections for radio communication (both RS232 and TTL) as well as standard RS232 communications are available on this port. (Details about this port are located in Section 13.5.2 of this User Manual.)

The Analog Expansion Port (the two-row, 15-pin, DA-15 connector), located on the top, far left-hand side of the front panel, is currently not in use.

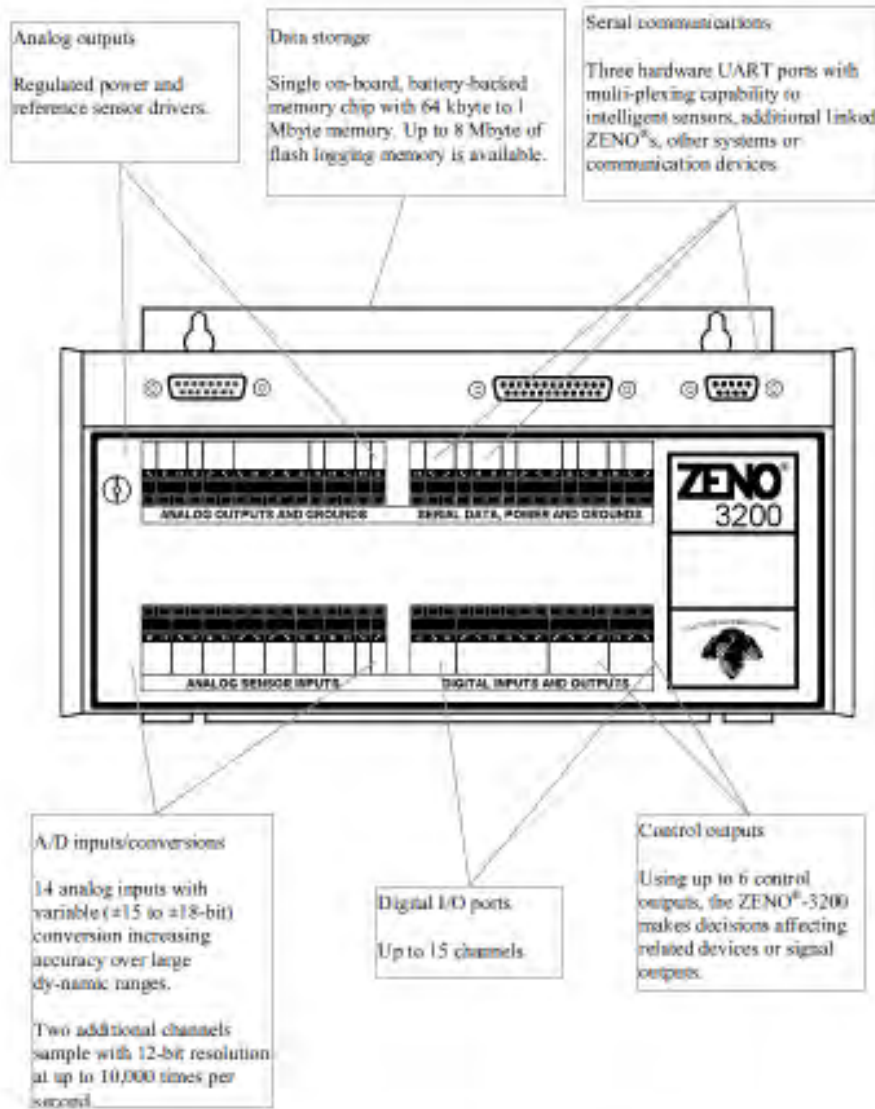


Figure 2-1. ZENO[®]-3200 Front Panel Diagram

2.2. COMMUNICATING WITH AND POWERING UP THE ZENOS-3200

You will need four things to begin communicating with ZENOS-3200:

1. Communication with the ZENOS-3200 is done via a PC, a Macintosh or any other computer running a standard, commercially available terminal emulation program (such as Crosstalk, Mirror, Microsoft Windows[®] Terminal, Microsoft Windows[®] Hyperterminal, or ProComm[®]).
2. Using the interface cable supplied by Coastal Environmental Systems, connect the computer's RS-232 serial port to the DE-9 (9-pin, 2-row connector) located at the top of the ZENOS-3200 faceplate and termed COM3 (refer to Figure 2-2).

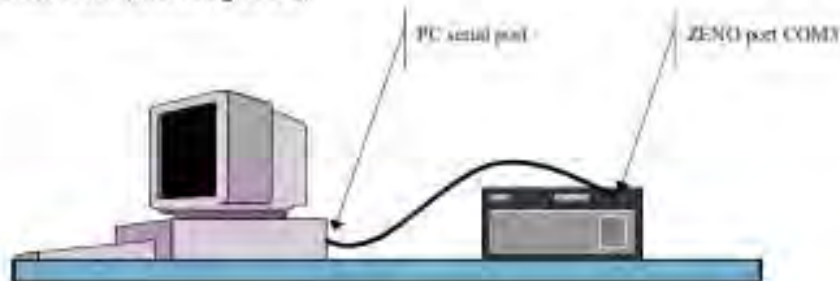


Figure 2-2. Connecting the ZENOS-3200 to your PC.

3. Start the terminal emulation program on your computer and set its communication settings to the ZENOS-3200's COM3 default settings as follows:

Computer's Serial Port Setting	Default ZENOS-3200 Value
Baud Rate	9600
Data Bits	8
Stop Bits	1
Parity	None
Flow Control	None

Anexo V
Free Wave, Radio Modem



**Spread Spectrum
Wireless Data Transceiver
User Manual
Version 6.3**

FreeWave Technologies, Inc.
1880 South Flatiron Court
Boulder, CO 80301
(303) 444-3862
(303) 786-9948 Fax
www.FreeWave.com

Quick Start on a Point-to-Point Network

When purchased as a pair, the FreeWave® Wireless Data Transceivers are shipped from the factory pre-configured to operate in Point-to-Point applications. To establish communications between a pair of FreeWave Wireless Data Transceivers just received from the factory:

1. Connect the transceiver to the instrument with the RS232 cable and also attach power. The cable supplied with enclosed transceivers (except Waterproof) is a 9-pin male serial, professional board level transceivers will need a separate programming cable (sold separately).
2. Set the Modem mode in each transceiver. One should be set as a Point-to-Point Master (Mode 0) and the other set as a Point-to-Point Slave (Mode 1).
3. Set the baud rate on each transceiver to match the baud rate of the instrument to which it is attached. Please note, when setting the transceiver's baud rate, its RS232 data rate is set. The baud rate does not have to be on the same setting for the two transceivers.
4. Edit the Call Book. Enter the Slave serial number in the Master's Call Book. Enter the Master's Serial number in the Slave's Call Book, or disable Slave Security (in the Slave).
5. Connect antennas to the transceiver. Any FreeWave transceiver may be operated without an antenna for bench-top testing without concern for damaging the product. Noise potential may be reduced on the bench by lowering the Xmit power.
6. Shortly after both transceivers are plugged in, they should establish a communications link with each other and the connection is complete. Using the table below, verify that the radios are operating as expected.

Point-to-Point Operation LEDs

Condition	Master			Slave			Repeater		
	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)	Carrier Detect (CD)	Transmit (TX)	Clear to Send (CTS)
Powered, no link	Solid red bright 	Solid red bright 	Solid red bright 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 
Linked, no Repeater, sending sparse data	Solid green 	Intermittent flash red 	Intermittent flash red 	Solid green 	Intermittent flash red 	Intermittent flash red 	na	na	na
Master calling Slave through Repeater	Solid red bright 	Solid red dim 	Solid red bright 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 
Master linked to Repeater, not to Slave	Flashing orange 	Solid red dim 	Solid red bright 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 	Solid red bright 	Solid red dim 	Solid red bright 
Repeater linked to Slave	Solid green 	Intermittent flash red 	Intermittent flash red 	Solid green 	Intermittent flash red 	Intermittent flash red 	Solid green 	Intermittent flash red 	Intermittent flash red 
Mode 0 - waiting for ATD command	Solid red bright 	Off 	Blinking red 	Solid red bright 	Off 	Blinking red 	na	na	na
Setup Mode	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 	Solid green 

Choosing a Location for the Transceivers

Placement of the FreeWave transceiver is likely to have a significant impact on its performance. The key to the overall robustness of the radio link is the height of the antenna. In general, FreeWave units with a higher antenna placement will have a better communication link. In practice, the transceiver should be placed away from computers, telephones, answering machines and other similar equipment. The 6-foot RS232 cable included with the transceiver usually provides ample distance for placement away from other equipment. To improve the data link, FreeWave Technologies offers directional and omnidirectional antennas with cable lengths ranging from 3 to 200 feet. When using an external antenna, placement of that antenna is critical to a solid data link. Other antennas in close proximity are a potential source of interference; use the Radio Statistics to help identify potential problems. The Show Radio Statistics page is found in option 4 in the Main Menu. An adjustment as little as 2 feet in antenna placement can resolve some noise problems. In extreme cases, such as when interference is due to a Pager or Cellular Telephone tower, the band pass filters that FreeWave offers, may reduce this out-of-band noise.

FreeWave also offers a waterproof version of the 900MHz transceivers. This model can be placed outdoors without additional weather protection. The waterproof enclosure requires an external antenna and includes a 6-foot data and power pigtail cable.

RS-422 And RS-485 Full Duplex Pin-Outs

Function	Base Board Pin Number	DE-9 Pin Number
Rx+	7	3
Rx-	8	7
Tx+	5	2
Tx-	10	8
Signal Ground	4 or 6	5

RS-485 Half Duplex Pin-Outs

Function	Base Board Pin Number	DE-9 Pin Number
Wire to both pins for Bus +	Short 5 and 7	Short 2 and 3
Wire to both pins for Bus -	Short 9 and 10	Short 7 and 8
Signal Ground	4 or 6	5

RS232 Pin Assignments

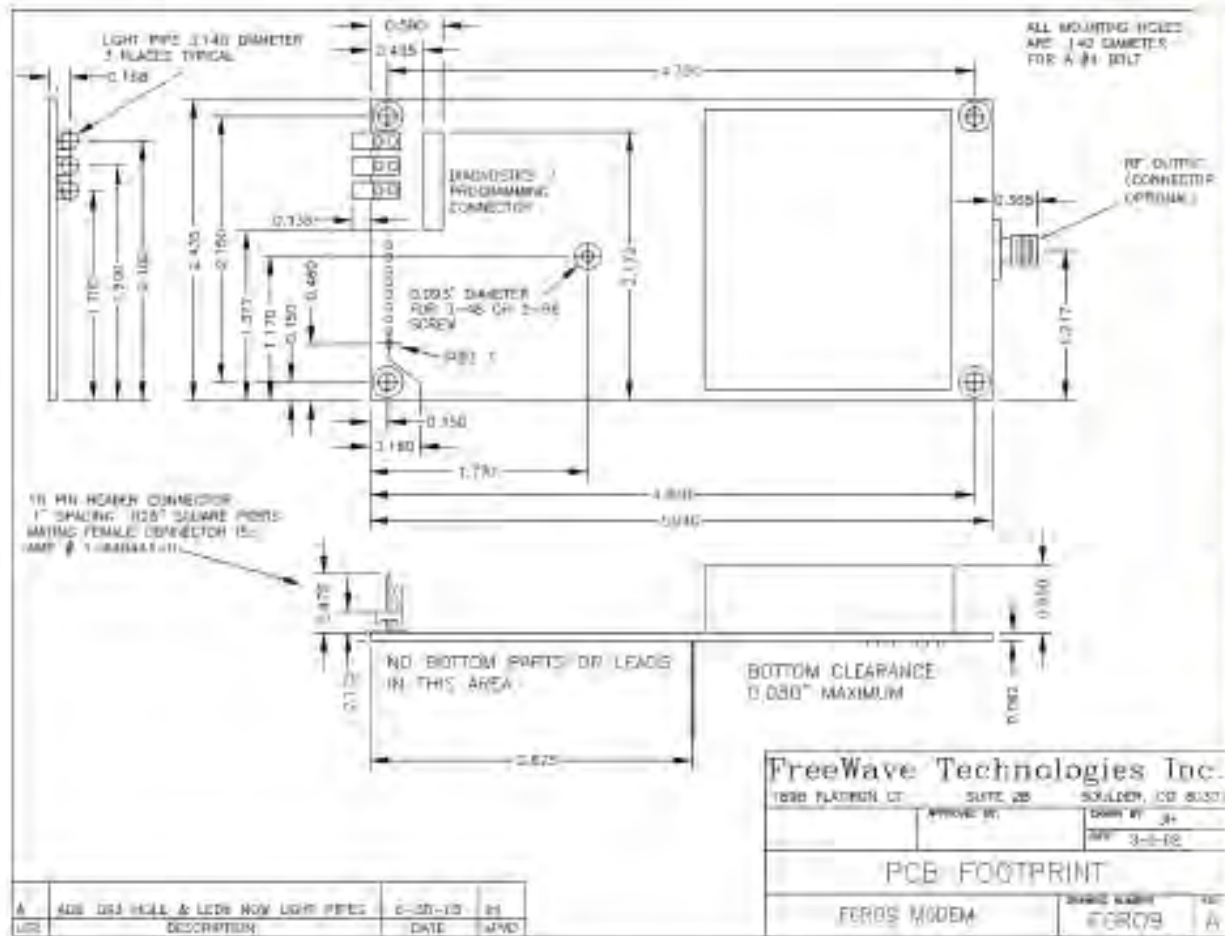
Pin	Assignment	Signal	Definition	
1	CD	Carrier Detect	Output	Used to show an RF connection between transceivers.
2	TX	Transmit Data	Output	Used to transmit data bits serially from the transceivers to the system device.
3	RX	Receive Data	Input	Used to receive data bits serially from the system device connected to the transceivers.
4	DTR	Data Terminal Ready	Input	Used only in transceivers in Point-to-Point Slave/Master switchable mode or for DTR Connect.
5	GND	Ground		Signal return for all signal lines shared with Pin 9.
6	DSR	Data Set Ready	Output	Always high when the radio is powered from the 2.5mm power connector. Indicated power is on to the radio. Also, this pin can be used for +12Volts when powering the transceivers directly through the RS-232 port. Note: This is not used on the GEM module.
7	RTS	Request to Send	Input	The transceiver does not recognize RTS for flow control. RTS is used as a control line in RTS/CTS mode.
8	CTS	Clear to Send	Output	This signal is used to tell the system device connected to the transceiver that the transceiver is ready to receive data. When asserted, the transceiver will accept data, when deasserted the transceiver will not accept data. This should always be used for data rates above 38.4KB or there will be a risk of lost data if an RF link is not very robust.
9	GND	Ground		Signal return for all signal lines shared with Pin 5.

Technical Specifications

900 MHz Transceiver Specifications

Specification	
Frequency	902 to 928 MHz
Transmit	
Output Power	5 mW to 1 W (+30 dBm) See RF transmit power settings.
Range	80 miles Line Of Sight, 0 dB antenna gain
Modulation	Spread spectrum-GFSK, 120 or 170 kbps
Spreading method	Frequency hopping
Occupied bandwidth @ 60dB	230 kHz
Channel Spacing	230 kHz
Receive	
Sensitivity	-110 dBm at 10 ⁻⁴ bit error rate -108 dBm at 10 ⁻⁶ bit error rate
Selectivity	-20 dB at f _c ± 115 kHz -50 dB at f _c ± 145 kHz
System gain	140 dB
Data transmission	
Data rate	115.2 kbps sustained throughput* 57.6 kbps sustained throughput* with Repeaters
Error detection	32 Bit CRC, retransmit on error
Data encryption	Substitution, dynamic key
Max link throughput	115.2 kBaud
Data interface	RS-232/RS485 1200 Baud to 230.4 kBaud, serial; (0) duplex TTL (RF board level only) Ethernet 10BaseT
Power requirements	
Supply voltage	6 to 30 VDC
Transmit current, for 1 W power at 100% duty cycle	6 VDC: 1 A 12 VDC: 500 mA 30 VDC: 300 mA
Receive current	6 VDC: 140 mA 12 VDC: 75 mA 30 VDC: 55 mA
Idle current	6 VDC: 57 mA 12 VDC: 21 mA 30 VDC: 18 mA
Sleep current	6 VDC: 12 mA 12 VDC: 8 mA 30 VDC: 8 mA
Operating modes	Point to Point Point to MultiPoint
Operating environment	-40° C, +75° C, 0 to 95% humidity non-condensing

* At 100% receive success rate. RF data rate setting of 0.



OEM Full Size Board Level Mechanical Drawing

Datos Personales:

Gómez Reali Miguel Angel

Dirección Cda. 5 de Febrero No.12
Col. Santa Apolonia Azcapotzalco
México D. F.

Tel. 5561 0407
Cel. 044 554080 0880

Correo electrónico:

gomreali@hotmail.com
MGomezR@iingen.unam.mx