

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA

DE

MEXICO

LIBERADOR ACUSTICO

POR

ARTURO GUILLERMO RAMIREZ RAMIREZ.

DIRECTOR

ING. EDUARDO RAMIREZ SANCHEZ

MEXICO D.F.

DICIEMBRE DE 1989

VEJIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	PAG.
RECONOCIMIENTO	4
ANTECEDENTES	5
OBJETIVO	6
RESUMEN	6
CAPITULO I	
ACUSTICA MARINA	10
CONCEPTOS BASICOS DE LA TRANSMISION DEL SONIDO	10
NATURALEZA DEL CAMPO ACUSTICO	13
RUIDO	20
REFLEXION Y REFRACCION	21
CAPITULO II	
TRANSDUCTORES E HIDROFONOS	22
CIRCUITOS EQUIVALENTES	30
HIDROFONOS O RECEPTORES PIEZO-ELECTRICOS	32
CAVITACION	
INTERFACE ACUSTICA	28
CAPITULO III	
SELECCION DEL SISTEMA	29
TRANSMISOR	
CARACTERISTICAS DEL TRANSMISOR	
CODIGO MORSE	
MODULACION Y CODIFICACION DE LA SEÑAL	
FRECUENCIA DE RESONANCIA E IMPEDANCIA DEL TRANSD.	58
OSCILADOR DE CRISTAL	
GENERADOR DE TONO	47
CAPITULO IV	
ETAPA RECEPTORA	48
CARACTERISTICAS DEL RECEPTOR	
DEMODULACION Y DECODIFICACION	
CIRCUITO DE RECONOCIMIENTO	
MECANISMO DE LIBERACION.	
CIRCUITO RECEPTOR Y FUENTE DE ALIMENTACION	
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	81

ANTECEDENTES

Los recursos marinos constituyen una fuente potencial de riqueza energética. Para su estudio científico y para determinar su interés económico se requiere de intenso y prolongado estudio Oceanográfico, por lo que es necesario contar con el equipo más adecuado destinados a la investigación Oceanográfica, para tener una adquisición eficiente de datos que permitan a los Oceanógrafos anclar por tiempos prolongados equipo sumergido para analizar la estructura del mar, lo que implica el uso de un liberador acústico que opere bajo condiciones muy extremas predominantes en el medio marino.

Para cubrir esta necesidad se ha estado utilizando liberadores acústicos de manufactura importada, con inconveniencias debido a que no existen distribuidores de estos equipos en nuestro país, así mismo sus componentes o partes, lo que origina demora para adquirir algún equipo de éstos y trae como consecuencia el sostenimiento de la dependencia tecnológica que va en detrimento de nuestra economía.

Para abatir esto, se sugiere la elaboración de un modelo prototipo de un liberador acústico que pueda ser fabricado con tecnología propia y de fácil manejo. Este es un dispositivo que se utiliza para la recuperación de equipo de adquisición de datos oceanográficos, con función de encendido automático al recibir pulsos codificados transmitidos desde un barco en la superficie

marina, este hace su reconocimiento para activar un mecanismo que lo libera del ancla. El uso de este dispositivo simplifica la operación, disminuye riesgos y reduce costos, porque no se necesita de la utilización de buzos y además permite mayor libertad en la captura de información marina.

OBJETIVO

El objetivo de esta tesis, es el de diseñar para el desarrollo de un modelo prototipo de un liberador acústico que se pueda fabricar en nuestro país. Con esto lo que se pretende es fabricarlo en serie para su uso, que tiene como finalidad satisfacer una necesidad específica y evitar en lo posible la compra de equipo importado, cuyos costos de adquisición y mantenimiento son elevados.

RESUMEN

Esta tesis presenta el diseño de un liberador acústico para aplicaciones marinas: El liberador acústico anclado durante un periodo de tiempo prolongado en ciertas zonas a diferentes profundidades marinas, permite la liberación de equipo acoplado a este, al recibir una señal modulada de 40 kHz. generada con cierto código desde el transmisor del barco.

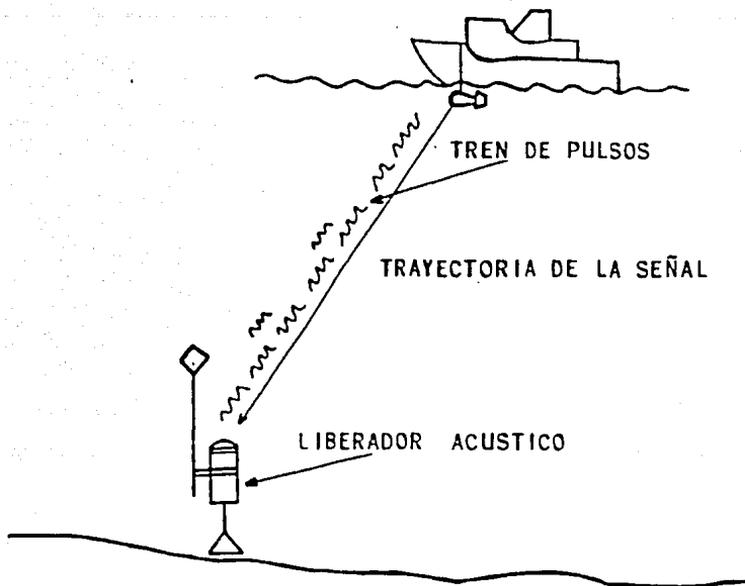


Fig.1 Ilustración del Modo de Transmisión

El liberar un dispositivo a control remoto en el mar, está restringido por las propiedades de propagación del sonido en el mismo y las características de los transductores usados.

La propagación del sonido es afectado en dos formas: primeramente el nivel de la señal es reducida por absorción y propagación; segundo por la reflexión y refracción, debido a que

la misma señal puede arribar de diferentes trayectorias y mostrar confusión.

La absorción, definida como la razón de atenuación exponencial de la potencia de una señal varia con la frecuencia, aproximadamente 1/100 dB. por kilometro por kHz, o bien 1 dB por kilometro en 10 kHz y 100 dB por kilometro en 100 kHz como se muestra en la gráfica observandose que el doble de potencia es requerido para sobreponerse 3 dB de potencia perdida. [4]

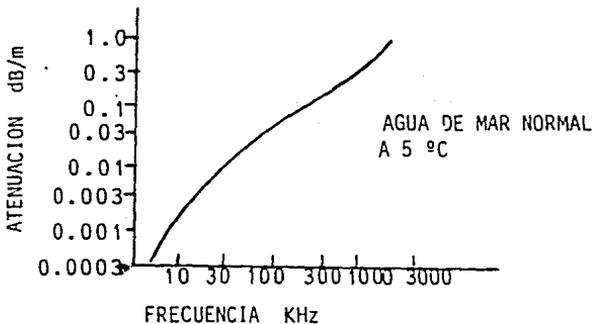


Fig. 2 Gráfica de la absorción

Las pérdidas de potencia debido a la propagación surgen desde que la fuente omnidireccional empieza a dispersarse en el área y si se incrementa la distancia desde la fuente, las pérdidas pueden describirse por una simple fórmula geométrica

representando el área de una esfera en aguas profundas o de un cilindro en poca profundidad . En aguas profundas la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, por lo tanto cuatro veces la potencia original es requerido para alcanzar la distancia contemplada. En aguas poco profundas la intensidad es inversamente proporcional a la distancia por ello menos del doble de potencia se necesita para cubrir la distancia.

Las señales transmitidas siguen trayectorias alternadas debido a las reflexiones y son atenuadas ligeramente; las refracciones son originadas por las variaciones de la velocidad del sonido en el océano causado por la temperatura, salinidad y la presión. Los efectos de refracción y reflexión son muy significativos en la práctica donde hay poco ángulo de recepción (menor de 15 grados).

Para tener una descripción básica sobre la transmisión del sonido en el agua, se describe el comportamiento de las ondas acústicas en el medio acuoso, características de los transductores y un análisis y formulación matemática sobre los factores de acoplamiento electro-acústica y electro-mecánico.

Se describe el desarrollo de la simulación del transmisor, utilizando un transductor transmisor-receptor de cristal y algunos comentarios sobre técnicas de liberación , así como su importancia acústica y mecánica.

CAPÍTULO 1

ACUSTICA MARINA

CONCEPTOS BASICOS DE LA TRANSMISION DEL SONIDO

El concepto básico de la transmisión del sonido es muy simple, el sonido es la propagación de disturbios mecánicos en un medio. La presión y la densidad en las fluctuaciones de las partículas en movimiento están asociadas con este disturbio. Un modelo simple utilizado para pequeñas amplitudes de onda es la combinación de la ecuación de movimiento, continuidad y estado, dando como resultado la ecuación conocida como de onda. [1]

Para tener los elementos básicos del sonido en el mar, es necesario tener un entendimiento claro de la naturaleza del campo sonoro. Una descripción simple del campo sonoro, es la solución de la ecuación de onda en una dimensión en términos de una onda plana senoidal como sigue:

$$P(x,t) = P_0 \sin(2\pi\lambda - 2\pi ft - \phi) \dots\dots\dots E.1$$

Donde:

P_0 : es la amplitud de la presión.

λ : es la longitud de onda en ft.

f : es la frecuencia.

ϕ : es el ángulo de fase

El argumento de la función seno es llamado fase. La cantidad $f\lambda$ es conocida como velocidad de fase (10).

Las refracciones y reflexiones sucesivas de una fuente de sonido, generan ondas que viajan y puede notarse que cada una de ellas es una réplica de la otra y es repetidas a intervalos regulares. La distancia entre puntos similares en ondas adyacentes se le llama longitud de onda (λ) a la velocidad (c) en la cual la onda se mueve de un punto a otro en un tiempo dado a una frecuencia (f). Ejemplo: Si comparamos la longitud de onda en el aire $\lambda = c/f$. Si tenemos en el aire una señal de 1000 hz, la longitud de onda es de $(1100 / 1000)$ o sea de 1.1 ft. Con esto la longitud de onda en el agua es de $440 / 1000 = 0.44$ que es igual a 4.4 ft. notamos que la longitud de onda en esta frecuencia es alrededor de 4 veces mayor en el agua que en el aire.

La cantidad de resistencia que se debe vencer para propagar una onda acústica en un medio, es denominado como la impedancia acústica, esta cantidad es producto de la densidad (ρ) del medio y de la velocidad del sonido (c) (8) por lo que tenemos:

$$Z = \rho c$$

El problema de acoplamiento de impedancias se debe a dos

razones.

Primero, a que la transmisión del sonido de un medio a otro es bastante atenuado. La intensidad de una onda de sonido que pasa del aire al agua o del agua al aire es reducida por un factor de 0.0010 aproximadamente, a una presión de 10 dB de transmisión.

Segundo que la alta impedancia del agua origina que ésta sea mucho más resistente a la propagación del sonido en el agua que en el aire. Para producir el mismo efecto en el aire y en el agua, el nivel de presión del sonido SPL (expresado en dB con referencia a 1 microbar) debe ser mucho mayor. Esto es, se necesita mucho más potencia para transmitir el sonido en el agua que en el aire.[7]

A continuación se presenta una tabla comparativa de los puntos más importantes con sus limitantes, entre los medios de transmisión en condiciones de aire-agua.

- * La velocidad del sonido en el agua es pequeña comparada con la velocidad de las ondas electromagnéticas en el aire, en un factor de 1×10^8 .
- * Las altas frecuencias son fuertemente atenuadas, el rango más usual es el comprendido entre 15 y 30 KHz, así los datos transmitidos son menos.
- * La longitud de onda es mayor, debido a éste es mucho menor la resolución.
- * El gradiente de la velocidad del sonido en el agua es

mucha más fuerte que el gradiente de la velocidad de la luz en el aire, esto hace más fuerte la refracción del sonido el radio de la curvatura de los rayos es del orden de las 10 millas, de modo que la información es menor formal.

- * El ruido y la reverberación en el mar es mayor, de aquí que las frecuencias se expanden fuertemente y la θ es menor, esto hace que la detección de información tenga límites más severos.
- * En el agua se tiene una limitante muy fuerte que es la presión y la profundidad del proyector, del cual depende la potencia de transmisión muy directamente.

Estas comparaciones son hechas partiendo de la base de que la función primordial de la acústica submarina es transmitir información.

CAMPO ACUSTICO

Sabemos que un campo acústico puede ser descrito por una variación de presión $P(x,y,z,t)$ y que en ciertos casos, ésta variación de presión puede representarse por una onda plana sinusoidal (11) como:

$$P(x,t) = P_0 \sin(kx - \omega t + \phi) \dots\dots\dots I.2$$

La onda plana sinusoidal puede obtenerse en tres dimensiones reemplazando KX por $(\vec{k} \cdot \vec{r})$ donde K es el vector de propagación con magnitud $(2\pi/\lambda)$ y tiene la misma dirección que la onda propagada, y \vec{r} es el vector de posición de un punto cualesquiera con origen arbitrario.

Donde la onda angular (k) y la frecuencia angular (ω) han sido definidas por $(k = 2\pi/\lambda)$ y $(\omega = 2\pi f)$. Se observa que la velocidad ($c = f\lambda$), está dada por $c = \omega/k$.

La onda plana general en una dimensión, es descrita por la siguiente función:

$$P(x,t) = f(kx - \omega t) \dots\dots\dots I.3$$

Una onda plana puede ser formada por una suma algebraica de ondas planas senoidales, por ejemplo.

$$P(x,t) = \sum_1^n P_i \sin(k_i x - \omega_i t + \phi_i) \dots\dots I.4$$

Donde :

- n puede ser cualquier número.
- P_i es la amplitud de onda.
- ω_i es la frecuencia angular
- k_i es el número de ondas
- ϕ_i es el corrimiento de fase.

La velocidad de cada componente de onda está dada por .

$$c = w / K$$

Si la velocidad de todas las componentes es la misma, se dice que se trata de un medio no dispersivo, en caso contrario es dispersivo. Para efectos prácticos el agua es considerado como un medio no dispersivo para las ondas acústicas.

Para muchas aplicaciones, la intensidad promedio del campo acústico es más útil y más fácilmente cuantificable que la presión. La intensidad es la cantidad de energía (potencia) que fluye a través de una área perpendicular en la dirección de propagación de la onda:

La potencia promedio emitida por una fuente sonora, se obtiene por integración de la intensidad $I(\vec{r})$ sobre una área cerrada, en cuyo interior se encuentra la fuente.

$$P(\vec{r}) = \int I(\vec{r}) ds$$

La potencia que fluye a través de la fuente, considerandola como una esfera de radio r es función de la intensidad y esta dada por:

$$P = 4\pi I r^2$$

La intensidad de la fuente, es la intensidad de sonido producido en un punto sónico en la dirección de máxima

Propagación sonora.

Las pérdidas en la transmisión se definen como:

$$TL = 10 \log(I_1 / I_2)$$

La atenuación del sonido en el mar está caracterizado por cuatro coeficientes de atenuación. El rango de frecuencias para cada uno de estos coeficientes está dado en la siguiente tabla.

coef.	rango de frec.	rango de at. (db/kyd)	Proceso
	500khz - arriba	100 - arriba	viscosidad
	10khz - 500 khz	1 - 100	salinidad
	200hz - 10khz	0.1 - 1	propagación
	16hz - 200hz	0.001 - 0.01	efectos posiol

Lo que se concluye que para un disturbio, a una presión dada, el desplazamiento y la velocidad es alrededor de 4000 veces mayor en el aire que en el agua; la presión en el agua es 4000 veces mayor que en el aire.

Esto significa que las características de un hidrófono o proyector debe ser considerablemente diferente al de un microfono o a una bocina y la interface aire - agua representa una considerable discontinuidad para la propagación de sonido y por lo tanto es un buen reflector.

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

Las leyes que gobiernan la reflexión y refracción del sonido en medios sólidos y líquidos son análogas a las que gobiernan la luz. La reflexión puede ocurrir cuando existe una frontera bien definida, existiendo cambios abruptos en la impedancia acústica específica, otra condición necesaria para la reflexión es que la superficie en frontera sea plana, y la rugosidad existente sea grande comparada con la longitud de onda que genera el sonido.

En ecosondas, el ángulo de incidencia entre los rayos de interés y las fronteras horizontales, generalmente es siempre cercano a 90 grados, por tal condición la refracción es mínima y no se considera para efectos prácticos.

RUIDO

Generalmente el ruido que se observa en el mar se ha dividido en categorías: el que se provoca al realizar ciertas mediciones en el seno del mar, ruido de plataforma, ruido debido a la fauna marina y de los barcos etc.

El nivel de ruido (N) es el nivel de intensidad medido por un hidrófono operando en un ancho de banda específico. Este nivel es expresado en decibeles referido a una onda plana de 1 dyn/cm^2 rms de presión. El nivel tratado es un nivel de

espectro (por unidad de ancho de banda) Para que el efecto de ancho de banda pueda ser eliminado. El nivel de ruido esta dado por.

$$N_L = N_{Linz} + 10 \log W$$

Donde:

W es el ancho de banda

Las principales fuentes de ruido ambiente son :

- * Radiación de sonido asociado con ondas ,olas ,lluvias
- * Cambios de presión debido a turbulencias oceanicas
- * Grupos de animales marinos
- * Actividad termica molecular

La tabla que a continuación se presenta muestra los rangos de frecuencia y las condiciones que predominan en las principales fuentes de ruido .(iii)

FRECUENCIA	Hz	CONDICION DOMINANTE
1 - 10		TURBULENCIAS OCEANICAS
10 - 100		EMBARCACIONES
100 - 50,000		VEL. DEL VIENTO, OLAS,ERUPION
50,000 - 100,000		ACTIVIDAD MOLECULAR

El modelo de direccionamiento en el ruido de la superficie marina no es conocido totalmente . hasta ahora se ha asumido que

es de la forma siguiente $(\cos \theta)^m$ donde $m = 0, 1, \text{ o } 2$ fig. 3

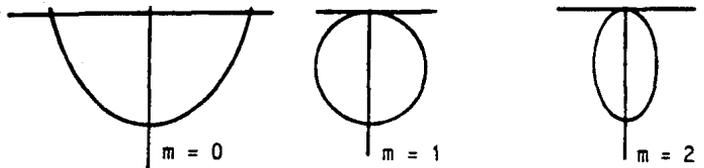


Fig. 3 Ilustración de la Dependencia del Ruido

Se ha encontrado que en los casos mostrados con anterioridad el ruido ambiente decrementa con la profundidad debido primeramente a la atenuación, esta situación siempre tendrá mayor dependencia de la profundidad para las altas frecuencias en contra parte con las bajas, experimentalmente se ha confirmado esto.

El ruido en el océano no es isentropico predominando

las bajas frecuencias en el eje horizontal y las altas frecuencias desde la superficie como a continuación se muestra en la figura 4.

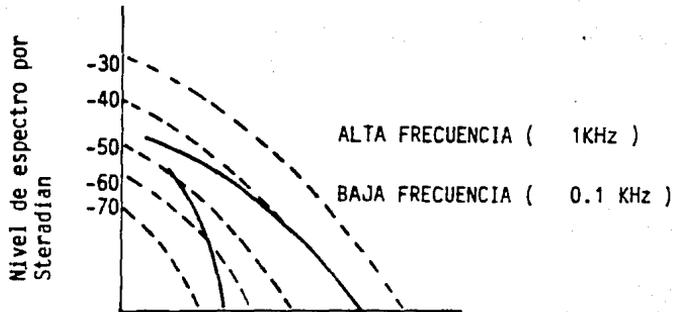


Fig. 4 Comportamiento del Ruido en el Océano

Esto es de acuerdo a los fenómenos de atenuación en las altas frecuencias y el dominio de bajos espectros de frecuencias debido a embarcaciones.

El ruido debido a la reverberación, difiere al ruido del fondo marino y está relacionado con el pulso transmitido y su proporción de barrido, dado que resulta de la energía dispersa de retorno que origina una propagación acústica. La utilización de grandes potencias en la transmisión produce una señal fuerte en

los primeros cien pies o más de profundidad, esto debido a la reverberación. Cuando se opera en poca profundidad, la reverberación del ruido puede saturar al receptor y bloquear totalmente el eco (señal) del fondo.

La relación señal-ruido se optimiza si se incluye en el receptor un filtro paso banda. Este filtro debe tener la banda de frecuencias incluidas en el pulso transmitido. Su frecuencia central será la misma frecuencia que la señal portadora, así mismo su ancho de banda tiene que ser inversamente proporcional a la duración del pulso.

CAPITULO II

TRANSDUCTORES ELECTROACUSTICOS

Como una definición de un transductor, es un dispositivo que convierte la energía de una forma a otra, en el caso de un transductor electroacústico como su nombre lo indica es la conversión de energía eléctrica en acústica.

La razón por la cual los transductores, que trabajan en el aire no pueden trabajar eficientemente en el agua, es que están diseñados para acoplarse a la impedancia acústica del aire. Debido a la alta impedancia acústica del agua, los transductores abajo del agua deben operar con 60 veces la fuerza y 1/60 del desplazamiento de un transductor en el aire. Sin duda alguna, una de las más importantes características de un material transductor es el factor de acoplamiento electromecánico, este factor es relación de la energía mecánica y eléctrica total almacenada y la impedancia acústica de acoplamiento.

CARACTERISTICAS DE LOS TRANSDUCTORES

En la práctica transducción electro-acústica bajo el agua está asociada de dos funciones que son: Electrostricción y Magnetostricción.

ELECTROSTRICCIÓN .- es la conversión de energía acústica a eléctrica por medio de una dependencia entre campos eléctricos y desplazamiento de partículas de material ferro-eléctrico

cerámica ferro-eléctrica) y piezo-eléctrico (cristales piezo-eléctricos).

MAGNETOSTRICCION. -Es la conversión entre la energía acústica por medio de una dependencia entre campos magnéticos y desplazamiento de partículas en materiales ferromagnéticos.

PIEDO-ELECTRICIDAD .- es un fenómeno que sin forzar el estado de las rejillas de un cristal, representan éstos un estado eléctricamente neutro. cuando ciertas rejillas son forzadas un campo eléctrico se manifiesta a través del material. causando un exceso de cargas en el área frontal del cristal. Para esta forma de electrostricción el desplazamiento y el campo eléctrico son proporcionales y por lo tanto la frecuencia acústica y eléctrica es la misma.

La ventaja en los cristales piezo-eléctricos es que son uniformes en su composición y lineal en la relación desplazamiento frecuencia, aunque la desventaja es su alta impedancia eléctrica (por lo⁴ consiguiente requiere de alto voltage de operación, el cual limita la potencia debido a la caída dieléctrica).

FERRRO-ELECTRICIDAD .- Es un fenómeno eléctrico análogo al ferromagnético, pero sin involucrar materiales férricos. Un material ferro-eléctrico es el cual una polarización eléctrica permanente pueda ser establecida sin alterar el material. En los

materiales ferroeléctricos el desplazamiento es proporcional al cuadrado del campo aplicado. Por lo tanto en un material ferroeléctrico en estado natural al ser aplicado un campo eléctrico senoidal $E_0 \sin \omega t$ efectúa un desplazamiento senoidal con el doble de la frecuencia (11).

$$\Delta d \propto \sin^2 \omega t = 1/2 (1 - \cos 2\omega t) \quad \dots\dots\dots \text{II.1}$$

Para reducir los efectos indeseables y permitir el uso del material como receptor, una polarización eléctrica permanente es establecida en la cerámica.

Así, cuando un campo eléctrico $E_0 \sin \omega t$ es aplicado, esto se suma a un campo efectivo de C.C. (E_{DC}) teniendo:

$$E_{\text{total}} = E_{DC} + E_0 \sin \omega t \quad \dots\dots\dots \text{II.2}$$

Si E_{DC} es mucho mayor que E_0 resolviendo el binomio, el primer término es sin importancia y así el campo de D.C. no produce una variación en el desplazamiento con el doble de la frecuencia.

$$\Delta d \propto 2 E_{DC} E_0 \sin \omega t \quad \dots\dots\dots \text{II.3}$$

La cerámica ferroeléctrica tiene la desventaja de ser un material bastante débil y variable en sus propiedades, generalmente cuando limita su potencia de salida. Una de las

mejores ventajas de este material es que los transductores pueden hacerse de algun perfil y tamaño deseado.

CIRCUITOS EQUIVALENTES

Se presenta una relacion generalizada entre los elementos mecanicos y electricos de un transductor, esta relacion es conocida como ecuacion de cuatro polos, porque de acuerdo a este analisis, el transductor esta representado por una malla de cuatro terminales con dos entradas electricas y dos mecanicas como se muestra en la figura 5.

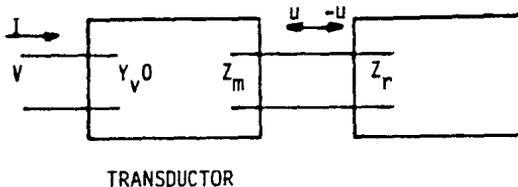


Fig. 5. Circuito Equivalente de un Transductor

La corriente que fluye en el circuito está relacionada con el voltaje V y la velocidad U del transductor.

$$I = Y_v V - \phi U \dots\dots\dots II.4$$

Donde:

V es el bloque de impedancias de entrada correspondiente a $U = 0$

ϕ es la razón de transformación relacionando la corriente a circuito corto en el lado eléctrico del transductor para $v = 0$.

U es la velocidad en la parte mecánica

Desde otro punto de vista, encontramos que la fuerza F actuando sobre el transductor está relacionado con la velocidad y el voltage producido en la parte eléctrica tenemos:

$$F = \phi V + Z_m U \quad \text{.....II.5}$$

Donde:

Z_m es la impedancia mecánica a corto circuito, el _m

El sistema acoplado está determinado cuando $V = 0$, ahora llamada impedancia mecánica a corto circuito. Pasando a la próxima rama del circuito, encontramos que la fuerza opuesta a la superficie de transductor puede ser calculada de.

,

$$F = - Z_m U \quad \text{.....II.6}$$

El signo negativo es debido a la fuerza de reacción, que se ejerce a la salida del transductor. usando las ecs. II.4 y II.5 para eliminar a F por sustitución.

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad \dots \text{II.7}$$

A continuación se describe la configuración del transductor MHIII que fue diseñado para acoplarse al ecosonda de precisión MARK III SYSTEM. El transductor MH III empaquetado en dos versiones en aluminio y la otra en titanio y niobtrón. Para reducir la corrosión, tiene un ancho de banda de 2.1 khz centrado en 10.2 khz, Q de 4.5, este puede operar a 40 watts de potencia acústica en la superficie y 60 en una profundidad de 5 a 10 mts. eficiencia del 90 % y con una sensibilidad bastante uniforme simétricamente distribuida sobre la base de un cono de 90 grados perpendicular a la superficie final fig 6.

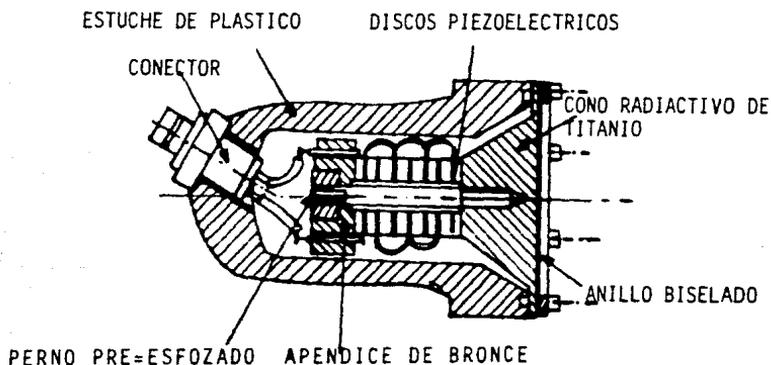


Figura 6 Corte transversal de un transductor.

La estructura de este tipo de transductores generalmente conocido como de émbolo, está basada en el análisis a bajas frecuencias. La estructura básica de oscilación consiste esencialmente en dos masas: una elástica y otra que se interpone. La masa que está en contacto con el agua se comporta entre $1/2$ y $3/4$ de la longitud de onda en el agua, la otra actúa como una contramasa. El flujo de energía es un piezoeléctrico el proporciona acoplamiento mecánico y eléctrico entre la energía almacenada, esto también puede ser de material piezomagnético. El flujo dirigido de energía bajo condiciones de alta potencia conduce al material piezoeléctrico comprimiéndolo.

El criterio de diseño de estos transductores está orientado a un amplio ancho de banda y alto coeficiente de acoplamiento, aun que esto puede ser decidido por las necesidades. Es ventajoso permitir amplia tolerancia en la frecuencia de resonancia y alto coeficiente de acoplamiento desde el punto de vista de condiciones eléctricas.

Una importante característica para una eficiente radiación es que el área radiante se puede comportar como un pistón rígido, este material puede ser de aluminio o titanio.

CAPITULO III

DISEÑO DEL DISPOSITIVO

Antes de comenzar el diseño de nuestro equipo es importante citar algunos factores que intervienen.

- * Profundidad
- * Resolución
- * Exactitud
- * Formalidad en la detección

Profundidad.- La profundidad en una área de operación, ambos son funciones que dependen del nivel de la fuente, características de los transductores y frecuencia de operación, la calidad de información (resolución) considerados como prioritaria.

Resolución.- La resolución está determinada en parte por la longitud del pulso de la señal transmitida o amplitud del pulso, y es además influenciado por el ancho del rayo de la señal transmitida. La relación entre el tiempo de resolución y la profundidad está dada por (10).

$$\Delta D = (c/2) \Delta T$$

Donde:

- ΔD = resolución profunda en (fta.)
- c = velocidad del sonido en el agua (fta./seg.)
- ΔT = tiempo de resolución.

un pulso de ancho de banda amplio y de larga duración proporciona excelente profundidad.

EXACTITUD

La exactitud está relacionada con el valor absoluto de la información. Así la exactitud es determinada por el tiempo de arribo y el tiempo de error acompañado de los componentes del equipo y estos asociados con la trayectoria del agua.

En el cálculo de la distancia se usa el tiempo de arribo y un valor supuesto de la velocidad del sonido.

La velocidad del sonido en el agua puede ser calculado por.

$$c = 1449 + 4.62T - 0.0546T^2 + 1.091(s-35) + 0.017D$$

Donde:

- c es la velocidad del sonido (m/seg.)
- T es la temperatura en $^{\circ}C$
- s es la salinidad en partes por ciento
- D es la profundidad en (m).

TRANSMISOR

CARACTERISTICAS

Existen en la actualidad dos formatos patrones para la transmision de datos que citamos a continuacion: asincrono y sincrono.

Para nuestro objetivo el modo de transmision asincrono es el optimo para transmision en baja velocidad. Esto es debido a que el transmisor no comparte el mismo reloj con el receptor. El procedimiento normal para transmitir caracteres en modo asincrono es enviar al senda dos bits adicionales por cada caracter.

En control y monitoreo de instrumentacion remota hay dos importantes limitaciones para este uso del sonido en profundidades del oceano

Primero, la velocidad del sonido en el mar es aproximadamente 1500 m/seg.

donde $V = d/t$

Lo que implica que un comando para localizar a un instrumento localizado a 9 km. toma seis segundos en alcanzar a

este.

Segundo. el ancho de banda del sonido usado para la transmisión de datos.

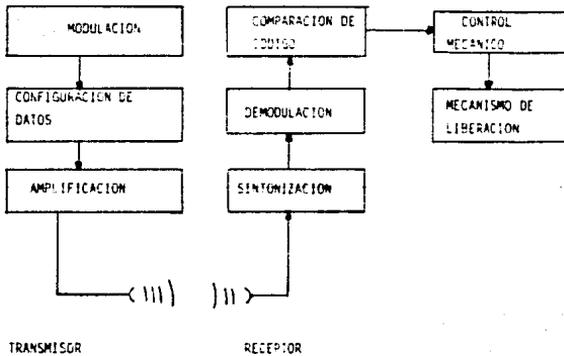
La velocidad de respuesta para un comando controlado esta restringido por la seguridad requerida y el numero de comandos por el ancho de banda y su inmunidad al ruido.

El circuito eléctrico en la presente unidad marina está diseñado para consumo a muy baja potencia, que será acoplado a una etapa de amplificación, sobre un rango de temperatura de 0 a 40 grados centígrados.

Las señales producidas para generar la transmisión son impulsos, la duración de cada impulso es 3.5 mseg. Estos impulsos están dentro del rango de frecuencias audibles.

La ventaja de un impulso de frecuencia variable, tanto en radar como en sonar, es que da una resolución mucho mayor que un impulso de frecuencia fija de la misma duración. Es importante recalcar que la longitud del impulso es un factor importante en la resolución, y este mejora al disminuir la longitud del impulso y como consecuencia el consumo de potencia es menor, a continuación se muestra el perfil de Comunicación Acústica fig. 7

Fig 7 Perfil de comunicación acústica



DISEÑO DEL TRANSMISOR

El transmisor principalmente está formado por: dos osciladores, un transductor y una fuente de potencia. Los osciladores generan pulsos en frecuencias que representan una serie unos o ceros (puntos y rayas) para ser modulada a una frecuencia de 40 khz. Semejante al usado por INTERNATIONAL MORSE CODE, por lo que adoptamos el código Morse del cual se tratará más adelante. Una portadora estable no conduce información por sí mismo. Por esto el proceso de modulación es el que da inteligencia a la portadora y es modulada como una simple aproximación de unos y ceros.

CODIGO MORSE

El Código Internacional Morse utilizado por Profesionales en comunicación y Operadores de Radio Amateurs, está compuesto de puntos y raya (dots and dashes). Un punto se hace oprimiendo una tecla y dejando que vuelva rápidamente a su posición normal. La longitud del PUNTO es la unidad básica de tiempo del código; una RAYA se hace oprimiendo la tecla y manteniéndolo durante tres unidades básicas de tiempo; en una letra, la separación entre dos PUNTOS o entre PUNTO y RAYA es igual a una unidad básica, en una palabra la separación entre dos letras es de tres unidades básicas y en dos palabras la separación es de siete unidades.

Para transmitir una letra del alfabeto que corresponde al mensaje más largo es la letra J o Y. Para transmitir la letra J tenemos el siguiente código . - - - ; y utilizando una unidad de tiempo para iniciar el mensaje y tres para terminarlo, tenemos figura.

Son 18 unidades de tiempo que se necesitan para generar el dato.

Como una medida para su fácil interpretación de la información, para transmitir identificamos una frecuencia que representa un 0 y otra a un 1 como un tren de pulsos y un pulso para sincronizar el reloj. La longitud del punto (.) es la unidad básica del tiempo, una raya se compone de tres unidades básicas .

El tiempo máximo de duración de los impulsos es de 3.5 mseg. por lo tanto el tiempo máximo de duración por unidad será:

$$t_{M/U} = (\text{ tiempo máx.}) / (n \text{ unidades}) = 3.5/18 \text{ [mseg.]}$$

$$t_{M/U} = 0.1944 \text{ [mseg/unid.]}$$

El resultado obtenido es un dato muy importante que nos ayudará a determinar la frecuencia base f_b y la frecuencia de transmisión f_t , del teorema de Nyquist tenemos.

$$f_t \geq f_b$$

Lo que garantiza que si la señal en banda limitada es muestreada a una frecuencia mayor que la razón de Nyquist, ésta puede ser completamente reconstruida.

$$f_t > 2f_b$$

si

$$f = \frac{1}{T_b}$$

y

$$f = \frac{1}{nT_t}$$

entonces

$$\frac{1}{T_b} = \frac{2}{nT_t}$$

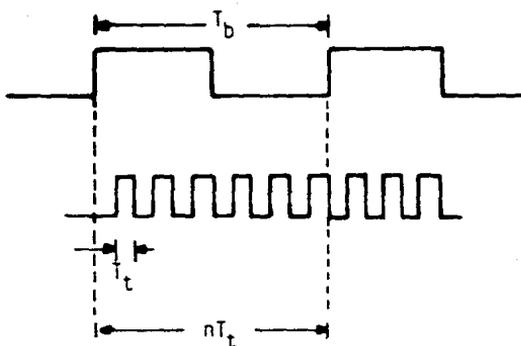


Fig. 8 Diagrama de Tiempo

$$f = \frac{1}{0.1944} = 5.144 \text{ kHz}$$

Es el valor de la frecuencia base mínima, para no reducir la duración máxima de los pulsos. Para garantizar esto se elige una frecuencia de 5.5 kHz que dará una duración por unidad de t

= 0.1818 mség.

Para continuar con el diseño es preciso definir la frecuencia de transmisión de 40 KHz en la cual los transductores operan, por lo que se debe cumplir el teorema de Nyquist.

$$40 \text{ kHz} \geq 2 (11 \text{ kHz})$$

$$40/2 \geq f_{\text{base}}$$

Se observa, que el límite superior de la frecuencia base es menor a los 20 kHz, para una frecuencia de transmisión de 40 KHz, entonces,

$$11 \text{ kHz} < f_{\text{base}} < 20 \text{ kHz}$$

FRECUENCIA DE RESONANCIA E IMPEDANCIA DEL TRANSDUCTOR

Cálculo de la frecuencia de resonancia del transductor e impedancia acústica, utilizamos la siguiente configuración figura 9.

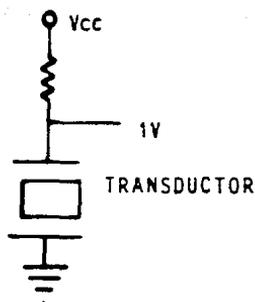


Fig.9 Transductor de Cristal

Polarizando con una fuente de C.D. de 11.2 volts y una resistencia R de 47 kohms, obtenemos el voltage de caída, y con ello la impedancia Z del transductor.

$$Z_t = V/I$$

$$Z_t = 1 / (0.217 \times 10^{-3}) = 4.6 \text{ kohms.}$$

Debido a la alta impedancia del transductor no se necesita algún factor de acoplamiento entre el transductor y la etapa de amplificación del transductor.

CALCULO DE LA FRECUENCIA OPTIMA DEL TRANSDUCTOR " CRISTAL".

Para calcular la frecuencia de resonancia serie y Paralelo, a la siguiente configuración figura 10. Se polarisa con una señal de a.c. de 5 volts, generando un barrido de frecuencias se encontro que la frecuencia de resonancia serie es de 38 khz. y la frecuencia de resonancia paralelo es de 43 KHz. con ello calculamos el factor de calidad.

$$Q = 40 / (43 - 38) = 8$$

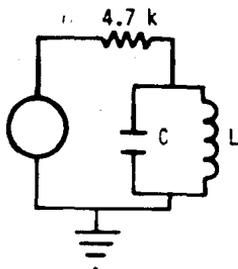


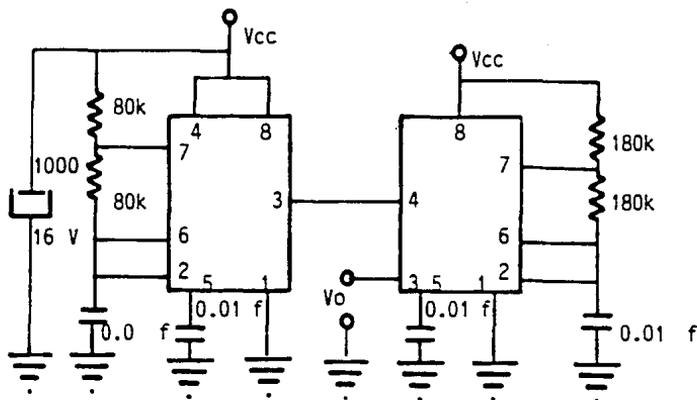
Fig.10 Frecuencia de Resonancia del Cristal

OSCILADOR GENERADOR DE TONO.

Para iniciar la transmisión, con un oscilador excitador de frecuencia variable, es proporcionado por un temporizador monostable (oblie UM 555), fácil de usar y de bajo costo. En el circuito con capacidad de producir intervalos de tiempo.

El voltage de salida conmuta de un estado alto a un estado bajo, el tiempo de salida es determinado por una malla resistiva-capacitiva conectada externamente al C.I. 555. El temporizador A oscila a una frecuencia lenta 0.1 Hz alternado niveles altos y bajos de voltage al pin de restablecimiento del temporizador B que hace que funcione como un multivibrador de libre corrimiento.

Quando el reset del temporizador B está en nivel bajo, este no oscila y cuando esta a nivel alto oscila, esto da origen a que temporizador B oscile en tono de disparo. La salida del generador de tono de disparo es es V_o en el temporizador B figura 11.



GENERACION DE CODIGO

Para generar el patron de datos transmitidos utilizamos un C.I. CI4021 de ocho etapas asincrono entrada paralelo salida serie. El proposito de la aplicacion de este registro es que requiere de bajo consumo de potencia y alta inmunidad al ruido, una entrada de reloj y una sola entrada de datos serie, acompañada con entradas individuales en paralelo y una señal común de control paralelo-serie.

La transferencia paralelo depende de la señal de control, al computer este a un nivel alto, en modo asincrono con el reloj mientras que el funcionamiento serie se mantiene en sincronia con el reloj.

OSCILADOR DE CRISTAL

Para obtener la frecuencia de transmision, se uso un oscilador de cristal que genera una frecuencia de 1.03 Mhz.

El desempeño de este circuito oscilador usando una malia de realimentacion con un cristal de cuarzo es de generar una señal de maxima estabilidad en la frecuencia, un factor de calidad muy alto Q y bajo consumo de potencia, proporciona el tiempo de regulacion desido. Esta señal es preamplificada y posteriormente

amplificada para ser acoplado a un transductor de potencia.

Los valores optimos de los componentes que son usados como elementos de realimentacion con inversores CMOS y dependen de la seleccion del cristal, cuando está operando en frecuencia de resonancia serie. Esto ocurre cuando la impedancia del cristal es puramente resistiva $X = 0$. La frecuencia es menos dependiente de C a medida que se aproxima a la frecuencia de resonancia f_s .

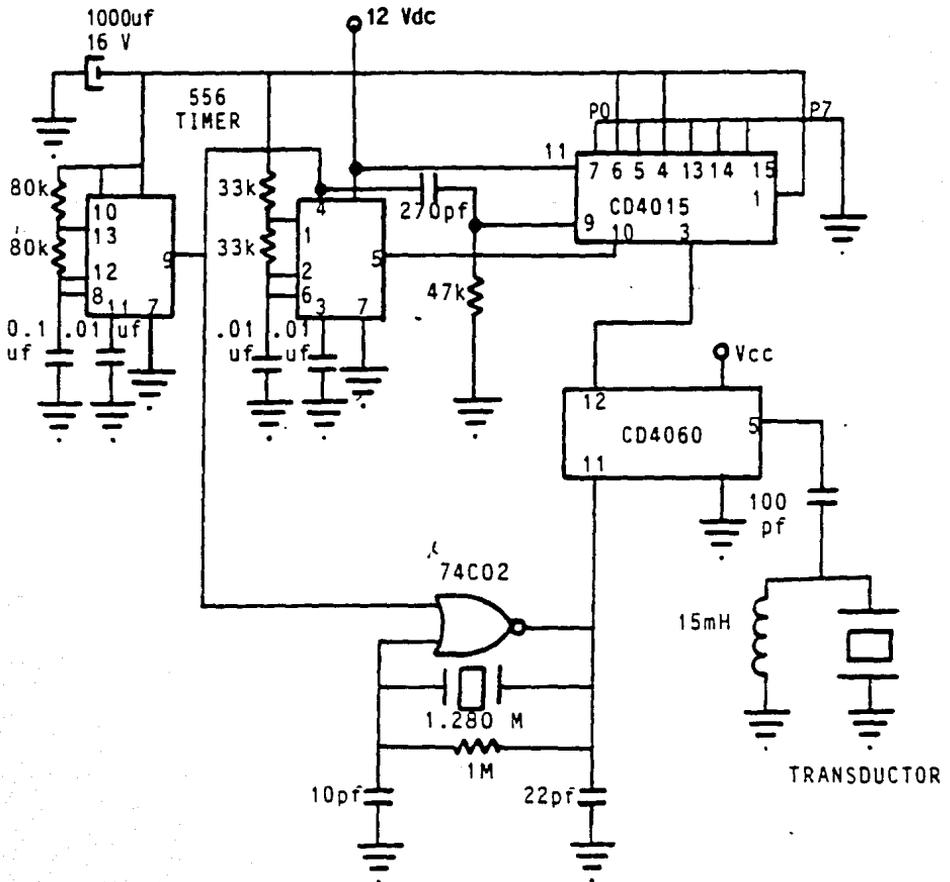
El valor de la capacitancia C es importante en términos de consumo de potencia y estabilidad de la frecuencia. Un valor recomendable es de 10 a 20 pf. Esta señal, es pasada por un divisor binario como una manera conveniente para sostener una frecuencia estable de 40 khz. La frecuencia fundamental f_0 determinada por la frecuencia resonante del cristal es conectado a la entrada del contador binario para obtener una salida Q3, ésta es la señal que nos interesa para acoplarla al transductor. La frecuencia modulada de 40 khz es la señal de comando para generar las frecuencias adecuadas para sincronizar el transmisor con el receptor.⁶

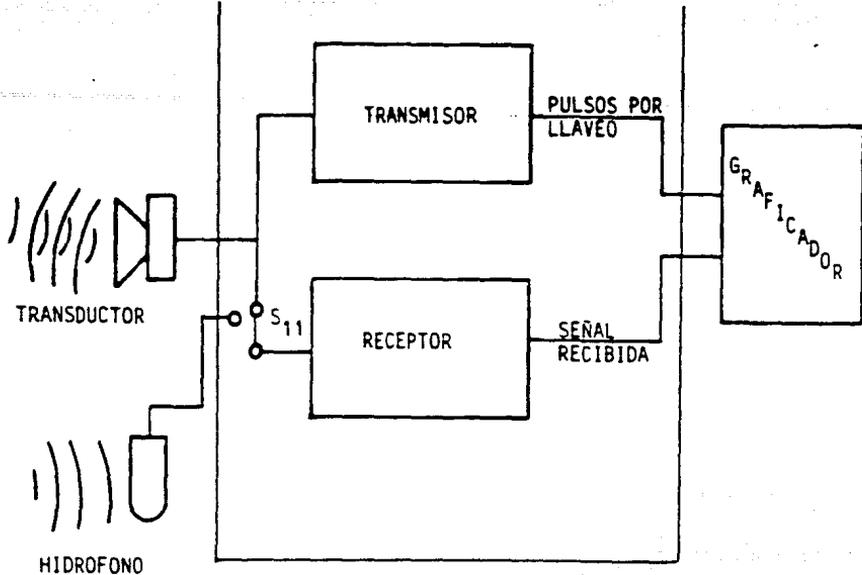
La señal es activada a un transductor de cristal de 40 khz, $Q = 8$. Funcionó en optimas condiciones a una distancia de 3 mts transmitiendo en el aire direccionado el ancho del rayo a un transductor receptor de las mismas características. No hubo la necesidad de calcular el factor de acoplamiento del transductor, debido a la alta impedancia que presenta, diagrama del transmisor

Figura 12.

El suministro de potencia es tomado de la línea de 127 V a.c.v. entregada por un transformador y rectificadas. Esta señal es regulada a 12 V D.C.

Fig. 12 Circuito Transmisor





Con la finalidad de aprovechar recursos y compartirlos se puede utilizar parte de la red de transmisión del ECOSONDA de los barcos, como sería la etapa de potencia y el transductor. Esto es compatible con la red de potencia de los barcos de Petroleos Mexicanos, Sria. de Marina y UNAM.

Para tener una idea de como funcionan las partes del ECOSONDA se muestra un diagrama de bloques de la distribución de [13] fig. 13

La ecosonda se divide en tres unidades básicas: graficador de cartas, transmisor receptor y transductor.

El graficador o registrador controla el tiempo, este genera pulsos FSK para hacer la transmisión en el inicio de cada barrido. El transiver 248E determina la frecuencia, potencia y longitud del pulso de sondeo, este transmite un pulso sonoro por cada pulso recibido generado en el graficador. Este opera en un amplio ancho de banda para estudios oceanográficos, puede ser

usado como un bloque modular para:

- Sistemas de Sondeo Profundo
- Sistemas de Perfiles en Suroeste
- Sistemas de Navegación
- Sistemas de Comandos Acústicos
- Sistemas de Atención Pasiva

Las frecuencias de operación son seleccionadas de un rango de 1.5 a 40 KHz. Potencia de salida continuamente variable a 1 k Watts, controlando la longitud de los pulsos de salida interna o externa compatible con toda precisión a un amplio rango de transductores, así como de graficadores.

Para transmitir se utilizan las teclas de control externo en el amplificador 246E, la señal transmitida es generada en forma digital en lugar del graficador y aplicado al conector J2 figura 2.3. 2.4 y 7.1 pagina 7-1 del manual de instrucciones EDO WESTERN CORPORATION'S. El 246E esta configurado con dos salidas auxiliares en el frente del panel: transmisión y recepción, estas dos salidas pueden ser usadas en un amplio rango de aplicaciones.

Para acoplarlo al transceiver del ECOSONDA en el amplificador en modo externo, como se muestra en la figura 14.

Fig. 23 Del manual de operaciones

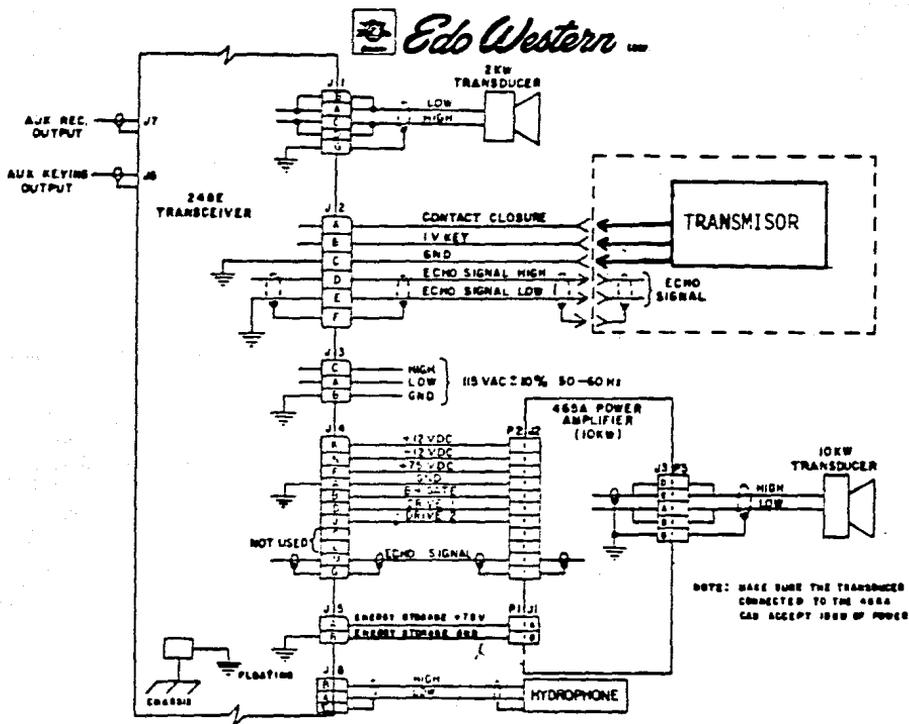
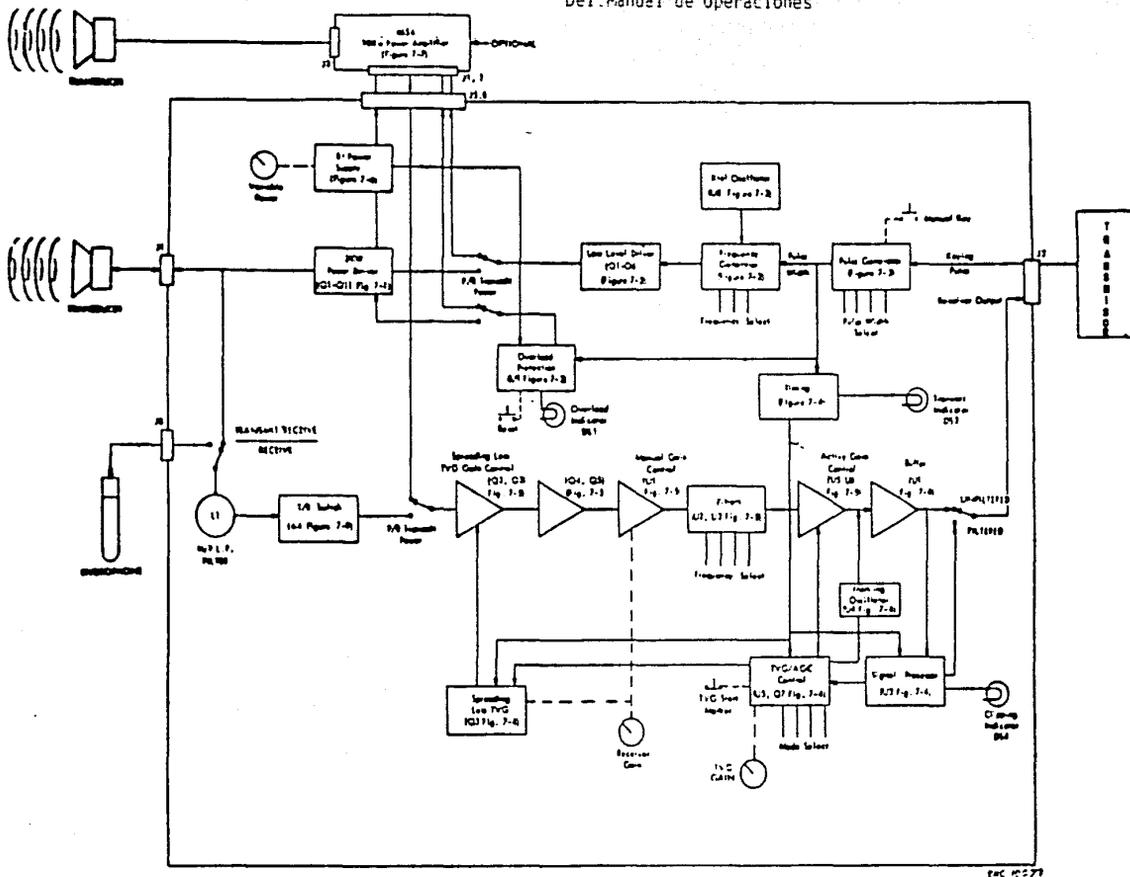


FIGURE 2-4



ENC 10279

FIGURE 4-3
MODEL 248E FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM 47

CAPITULO IV

RECEPTOR

CARACTERISTICAS

La parte complementaria del sistema tiene como función principal interpretar la señal transmitida, hacer el reconocimiento de la señal enviada y posteriormente accionar un mecanismo de liberador. Esto es lo que conforma el modelo prototipo del liberador acústico.

La transmisión de datos es en código Morse a una frecuencia comercial F.M. en 40 KHz. El micrófono empleado es análogo al del transmisor y caracterizado en la misma forma. Los problemas que más se presentan generalmente en circuitos discretos son de sintonización en el micrófono del receptor.

La selectividad requerida es proporcionada por una malla LC para realizar sobrecedargas de comportamiento pasivo fig.15. este malla requiere ajuste, esta contenido dentro del ancho de banda del transductor.

El transductor está acoplado capacitivamente al receptor con un valor pequeño $C_A = 100$ pf. La alta reactancia del capacitor limita la corriente de entrada. La caída de voltage a través del transductor reduce el tiempo de recuperación fig. 15

La señal acústica de entrada en el transductor es transformada a señal eléctrica por este y depositada a la entrada del preamplificador C.I. 1349, solo que para que haya mayor discriminamiento se utilizo como un factor de acoplamiento una malla LC.

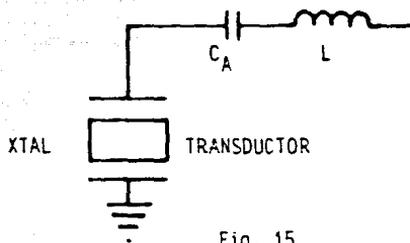


Fig. 15

$$f = 33 \text{ kHz}$$

CE

$$f = 47 \text{ kHz}$$

PE

$$f = 1 \text{ (LC)}$$

r

Para $C = 100 \text{ pf}$

a

La señal es preamplificada por el C.I. 1145. Este es utilizado convencionalmente por el proceso que debe tenerse de entrada, con buena ganancia útil para configuraciones de entrada desdoblada. En la sección de amplificación de I.F., la entrada y salida son de ganancia controlada en el C.I. MC1348. La reducción de ganancia de AGC en la entrada del amplificador decrece solamente unos cuantos db, en cuanto a la sección de salida decrece 15 db. La reducción de ganancia está sostenida por una resistencia serie de 5.6 Ω en la pata 5, esto mismo es utilizado para la sensibilidad en el voltage y la temperatura en AGC. La finalidad de poner un capacitor de paso a la pata 2 es debido a la función cual que realiza el amplificador en las frecuencias: I.F. y bajas frecuencias figura 16.

DETECCION DE TONO

La señal es capturada por el demodulador del C.I. S1211 demodulador FSK. Este circuito consiste un phase-locked loop, consta de un filtro paso banda y un detector de fase en cuadratura, el cual proporciona la detección de la portadora y un comparador de voltage que proporciona la demodulación FSK. Las componentes externas R_0 y C_0 son usadas para sostener la frecuencia central, R_1 el ancho de banda y C_1 el retardo a la

salida. El voltage interno de referencia V es proporcional al suministro de potencia y de una relación con variación para bajo suministro de potencia. La señal pasa al demodulador a través del capacitor C en la pata 2 que tiene la función de proporcionar un nivel de D.C. que corresponde a la frecuencia de la señal de entrada. El C.I. XR 2211 cuenta con un preamplificador a la entrada para levantar la señal de 2 milivoltas rms a una señal de alto nivel y un multiplexor detector de fase que actúa como una compuerta digital NOR con salidas open collector.

La detección de amarre consiste en mantener activa una salida cuando la señal está dentro del rango de frecuencias calculadas. Las componentes externas de regulación C y R determinan las frecuencias de libre corrimiento de VCO. C debe ser del tipo no polarizadas y R del tipo CERMET que no presenta variaciones por temperatura. La adecuada selección de estos parámetros reditúa una buena estabilidad.

Al conectar una resistencia R en serie con R en la pata 12 es con la finalidad de ajustar la frecuencia del VCO, para propósitos de ajuste. la frecuencia de libre corrimiento f es medida en la pata 3 (con C desconectada) sin entrada y con la pata dos en corto circuito con la 10 y ajustar a f a 40.5 khz con el potenciómetro.

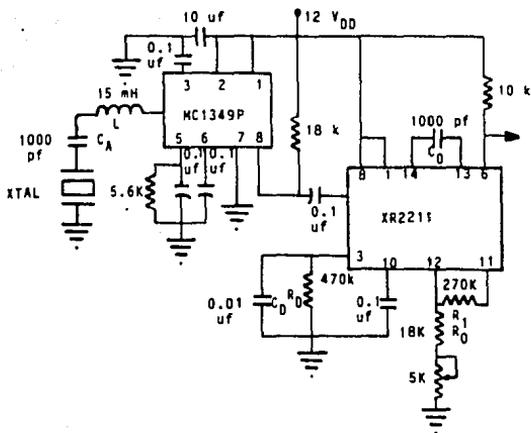


Figura 16

Cálculo de parámetros para la frecuencia de amarra.

1)

$$f_1 = 38 \text{ KHz}$$

1

$$f_2 = 43 \text{ KHz}$$

1

$$f_0 = (38 + 43) / 2 = 40.5 \text{ KHz}$$

0

$$f = (43 - 38) / 2 = 2.5 \text{ KHz}$$

2)

La selección de R será en el rango de 15ka a 100k.

0

para $R_0 = 18 \text{ k}$

3)

Cálculo de C_0 (fig 6 [14]), para fijar la frecuencia central $f_0 = f_s$.

$$f_0 = 1 / R_0 C_0$$

$$C_0 = 137.1 \text{ valor comercial } 100\text{pf}$$

4) Cálculo de R_1 para fijar el ancho de banda $+ - f_1$

$$f_0 / f_1 = R_1 / R_0$$

$$R_1 = 251.6 \text{ valor comercial de } 270 \text{ k}$$

5) Cálculo de la malla de amortiguamiento.

$$= 1/4 (C_0 / C_1) \text{ constante de tiempo}$$

El fabricante recomienda $= 1/2$

Para

$$C_1 = 1000 \text{ pf}$$

$$C_1 = 250 \text{ pf} \quad \text{valor comercial de } 0.1 \text{ uf}$$

Para el filtro a la entrada del detector de fase se fija a :

$$R_D = 470 \text{ k}$$

$$C_D (\text{uf}) \gg 16 / \text{rango de captura} = 16 / (2.5 \times 10^3) \\ = 6.4 \times 10^{-3} \text{ uf}$$

Cuando el demodulador está en condiciones de amarre, entre el ancho de banda diseñado, la salida de detección de amarre pasa a un estado bajo. Esta salida condiciona a un oscilador inversor schmitt trigger estable a un solo tiempo.

$$f = K / RC$$

K es una constante.

La función principal de este circuito es sostener la señal contra variaciones de voltage.

CIRCUITO DE RECONOCIMIENTO

La información es recibida en una memoria estática C.I.CD4015, compuesto de dos registros de 4 bits cada uno, entrada serie / salida paralelo . El 4015 conectado en cascada es

expandido a un registro de ocho etapas, los datos son corridos en forma paralela a través del registro para ser reconocido por dos C.I. CD4063 comparador binario de cuatro bits conectados en cascada, esto determina que la información recibida es válida.

MECANISMO DE LIBERACION

El switch usado para indicar movimiento es un transistor que emite la señal por adhesión directa del circuito normal de entrada C-MOS cuando abre proporciona un nivel de 12 volts para el circuito y cuando cierra presenta un nivel a tierra, para operar al solenoide. La inductancia del solenoide limita el flujo de corriente cuando está energizado. Como la corriente incrementa la fuerza viene siendo lo suficiente para inicializar movimiento de la armadura. Al llegar a la posición final la fuerza electromotriz decrece, resultando un decremento en el flujo de corriente. Después la armadura regresa a su posición original.

En ambos estados la energía que disipa depende del tiempo de conmutación y de la frecuencia.

$$f_T = 3 \text{ M} / 2\pi C_{95} \quad \text{frecuencia de corte}$$

$$T = 1 / 2\pi f \quad \text{tiempo de conmutación}$$

Hay técnicas modernas para proporcionar precisión en movimientos mecánicos, en nuestro caso utilizamos un mecanismo de deslizamiento, es un dispositivo electromagnético con una cavidad dentro de la bobina, una flecha de hierro es insertada en la cavidad y sostenida ligeramente por un arrancador, este proporciona movimiento lineal cuando un voltaje es aplicado a la bobina del solenoide para jalar la flecha proporcionando el deslizamiento, el campo magnético producido por la bobina de excitación ejerce una fuerza mecánica en la flecha, la fuerza requerida para mantener a la flecha en posición abierta, es igual y opuesta a la fuerza de atracción del campo magnético. Fig. 17.

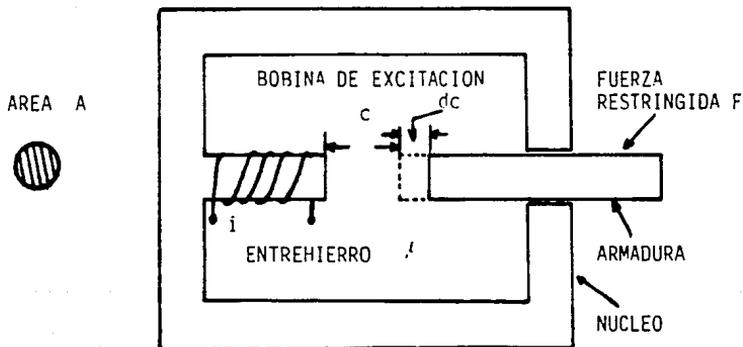


Figura 17

La relación de balance de energía está dado por:

$$W_{\text{elé}} = W_{\text{mec.}} - W_{\phi}$$

Como la densidad de flujo se mantiene constante durante el movimiento de la flecha no hay entrada al sistema durante este período ya que el voltaje inducido es cero. Por lo consiguiente el balance de energía, llega a ser para un pequeño dc en la dirección de F (6).

$$F = -\frac{1}{2} i^2 \frac{dL}{dc} = \frac{1}{2} i^2 N^2 \frac{A \mu_0}{c^2}$$

- F es la fuerza de atracción del campo magnético en New
- R(c) es la reluctancia del entrehierro
- L inductancia del entrehierro
- c es la longitud del entrehierro
- N es el número de vueltas de la bobina
- A es el área de sección de la sección transversal del entrehierro en términos de H. (fmm por unidad de longitud trayectoria magnética) como $R = N^2/c$

$$F/A = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} \quad !$$

El diagrama del circuito receptor se muestra en la figura 18. La batería como fuente de alimentación de nuestro equipo es

de 24 V para energizar al solenoide. la regulación a 12 V es
dc dc
para alimentar la tarjeta lógica figura 13 b.

HIDROFONO PROPUESTO

A continuación describiremos un transductor modelo TR-1016
Masa Products Corporation. Con capacidad de operación como
receptor sobre un rango de frecuencias de 10 a 80 khz. la máxima
eficiencia de transmisión es cuando opera a 70 khz. las
características de direccionamiento son equivalentes a una línea
de 3". Este proporciona un cable de 30' de longitud para ser
conectado. se sugiere por tener un amplio rango de frecuencias
de trabajo.

ESPECIFICACIONES

Potencia nominal de 80 khz	100 watts 10% del ciclo de duración
Respuesta receptiva (10 a 80 khz)	- 104 dB vs 1v/ubar
Respuesta de transmisión (10 a 80 khz)	+ 80 dB 1ubar 1 ya.
Capacitancia a 1 khz	0.04 uF
Máxima Profundidad de operación	1000 ft
Directividad horizontal	omnidireccional

Directividad vertical 20 khz

30 grados toroidal

-3 dB ángulo total

Peso

21lb

tamaño

1-1/4 " diam. x 10"

CONSIDERACIONES MECANICAS

El medio ambiente en el mar limita el libre mecanismo de los instrumentos. Debido a la presión, temperatura, corrosión, desgaste y a los organismos marinos.

Estos materiales y su diseño deben ser lo suficientemente fuerte para funcionar correctamente a la presión esperada y ser aislada. la cubierta tratada y diseñada para minimizar la influencia de la corrosión, desgaste e impurezas en su funcionamiento.

En las interconexiones eléctricas y acústicas se debe prever de que estén bien impermeabilizadas y a prueba de presión.

Las operaciones mecánicas las hay por giro, por deslizamiento o por fuerzas explosivas. La rotación de una flecha es la mas común y la más fácil, pero tiene inconvenientes que se presentan problemas en el sellado, efectos térmicos, corrosión e impurezas.

OTRAS FORMAS DE LIBERACION

Fuentes explosivas, como una forma de liberar equipo anclado las hay por generación de calor para fundir la leva o por generación de gas para estallar el contenedor y mover un pistón. La desventaja de estos es que operan una sola vez.

Existen liberadores con capacidad de carga : 2000 - 5000 - 10,000 - 20,000 - 45,000 kg.

Empaquetados en acero inoxidable (3161) para trabajo en intervalos cortos de tiempo, hasta un año de vida útil.

Acero inoxidable (uranio 77) recomendable para altas profundidades hasta de 10,000 mts. muy resistente a la corrosión.

Aleación Aluminio-Cobre para largos periodos de desarrollo, resistente a la corrosión.

Aluminio anodizado para largos periodos de desarrollo a bajo costo.

EMPAQUETADO

El liberador acústico está agrupado en tres secciones de tal forma que el centro de gravedad se encuentre en la parte inferior, con esto se protege al transductor contra golpes como se muestra en la figura 19. El hidrofono es instalado en la parte superior, el cual puede detectar las señales acústicas enviadas considerado dentro de la sección electrónica que

conjuntamente realiza la detección de las señales. La batería ubicada en la parte inferior proporciona energía al actuador para dar movimiento a la sección mecánica de liberación. A continuación se describen las características de un liberador acústico.

LIBERADOR ACUSTICO AR-131

- * operación profunda 3.000mts
- * carga liberada 2,500 kgs.
- * peso en el aire 33kgs
- * empaquetado en acero inoxidable 316-L
- * baterías alcalinas.

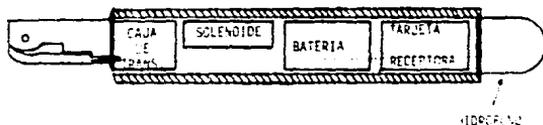
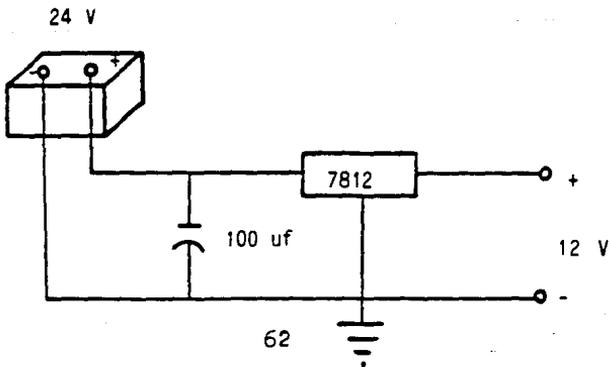
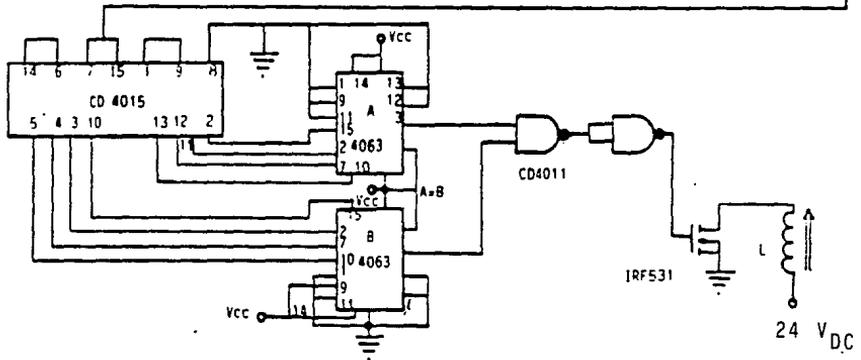
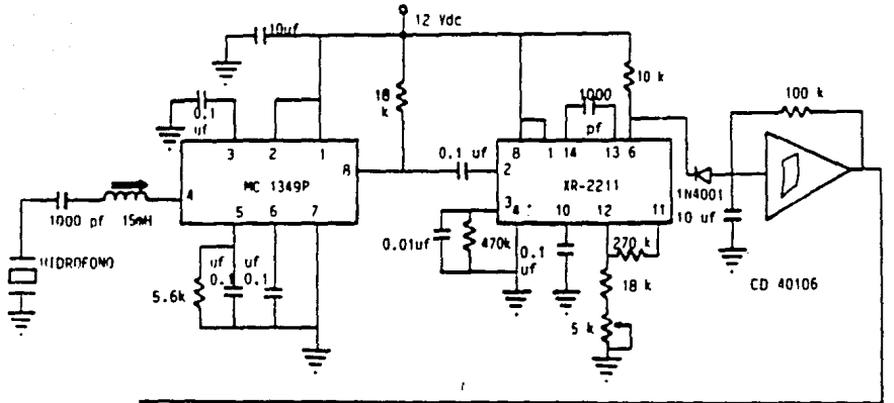


Fig. 19 Ilustración del contenedor seccionado

FIG.20 Circuito receptor y fuente de alimentación



A continuación se hace una sugerencia de la distribución de sus partes en un corte seccional de un contenedor figura 19. El aparato receptor está agrupado en tres secciones: Eléctrica, Batería y la parte Mecánica.

EL hidrofono instalado en la parte superior, el cual puede detectar las señales acústicas enviadas, considerado dentro de la sección electrónica que conjuntamente realizan la detección y el control de las señales acústicas. La Batería ubicada en la parte inferior logrando el centro de gravedad para mantener la verticalidad del contenedor y de esta manera proteger al hidrofono contra golpes. La sección Mecánica comprende al solenoide y la caja de transmisión para activar al mecanismo de liberación. Considerando éste como la parte más importante del prototipo, y sumado el problema de los transductores no fue posible realizar el Modelo para probarlo en el mar.

CONCLUSIONES

Comparando el costo de un liberador acústico comprado que fluctua entre 44,000 Francos Franceses 25,000,000.00 veinte y cinco millones de pesos M.N., desarrollando un modelo del

prototipo cuesta alrededor de 10.000.000,00 M.N. (diez millones de Pesos M.N.)

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fundamentals of acoustics
by Laurence Austin R.
Kinsler - Frey Second Editions John Wiley
- 2.- Introducción al estudio de las Ecosondas
Furuno Electrical Co.LTD Nishinomiya, Japan.
- 3.- CMOS Basic circuit
by Howard M. Berlin
- 4.- The IOS acoustic comand and monitoring system.
Institute of Oceanographic sciens
wormely, Godalming Surrey Gub sub, England.
- 5.- Digital Electronics for Scientists
Malmestadt / Enke
- 6.- Conversión de energía electromecánica
Venbu Gobrishankar
- 7.- Under Water research
E.A.D. Drew, In Lyta
- 8.- Fundamentals of Marine Acoustics
by Jeral W. Caruthers
- 9.- Under wather acoustics
Progress in Under Wather Acoustics
by Harold M. Merklinger.
- 10.- Bathymetric Systems Handbook
Raytheon Ocean System company.
- 11.- Lectures on Marine Acoustics
Texas A and M University Department of Oceanography
by
Jerald W. Caruthers
- 12.- Linear Integrated Circuit Data Book

13. - Instructions Manual by Edo Western Corporations
Model 248 E Solid State Sonar Transceiver
Marzo de 1978.

14. - Data Book Ejar