

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**“Estudios Técnicos para la Instalación de
un Faro - Radar en Punta Chapoyas
Golfo de Guayaquil”**

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIDAD : ELECTRONICA

PRESENTADA POR:

Carlos Francisco Ortíz Suárez

Guayaquil - Ecuador

1. 9 8 6

A G R A D E C I M I E N T O

AL ING. FREDDY VILLAGO QUEZADA,
Director de Tesis, por su ayuda
y colaboración para la realización
de este trabajo.

A) Instituto Oceanográfico de
la Armada, por la gentil ayuda
prestada.-

DEDICATORIA

Con todo cariño a mis padres, a mi esposa, a mi hija, y a mis hermanos. Ya que gracias a su valioso aporte moral y material pude culminar el presente trabajo.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ES POL).



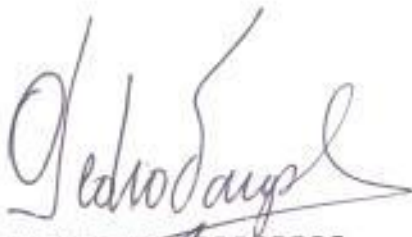
CARLOS FRANCISCO ORTIZ SUAREZ



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES
PRESIDENTE



ING. FREDDY VILLAO Q.
DIRECTOR DE TESIS



ING. PEDRO VARGAS G.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. CARLOS BECERRA E.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN

Debido al incremento del tráfico marítimo en nuestro mar territorial, en especial en la ruta de entrada al Golfo de Guayaquil, es que se hace necesaria la presencia de un equipo de ayuda a la navegación de elevada precisión, tal como un faro-radar.

Básicamente su forma de operar es de la siguiente característica:

Cuando las ondas radiadas por la antena del radar del buque son receptadas por las antenas del faro-radar, este se activa y al cabo de 0,4 ms., envía la información requerida sincronizada con los pulsos de radar y codificadas en clave morse, la cual aparece en la pantalla del radar del buque.

El faro-radar puede servir a un número ilimitado de buques, discriminando la frecuencia a la que operan cada uno de estos.

En el presente trabajo se analizará brevemente las más

importantes ayudas visuales y electrónicas existentes, para poder explicar el principio de operación del faro-radar y las ventajas de su utilización, también dejaré establecido los requerimientos técnicos mínimos que debe cumplir el faro-radar, así como los diferentes aspectos que deben considerarse para la instalación y mantenimiento del equipo.

Se incluye además un estudio de factibilidad, mediante el cual se selecciona a Punta Chapoyas, como el sitio más apropiado para la instalación del faro-radar.

Finalmente se hará un programa de ejecución para el proyecto en cuestión, con su respectivo presupuesto económico.

INDICE GENERAL

	<u>PAG.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XIII
INTRODUCCION -----	15
CAPITULO I	
AYUDAS A LA NAVEGACION MARITIMA	
1.1. AYUDAS VISUALES -----	17
1.1.1. Definición -----	17
1.1.2. Clases de ayudas visuales a la navega- ción marítima -----	17
1.1.3. Limitaciones de las ayudas lumínicas	20
1.2. SISTEMAS DE RADIO AYUDAS -----	23
1.2.1. Definición -----	23

1.2.2. Clases de sistemas de radio-ayudas --	23
1.2.2.1. SISTEMAS DE RADIO-FARO-----	24
1.2.2.2. SISTEMAS DE RADIO - AYUDA LORAN--	25
1.2.2.3. SISTEMAS DECCA -----	27
1.2.2.4. SISTEMA CONSOL -----	28
1.2.2.5. SISTEMA OMEGA -----	29
1.2.2.6. SISTEMA DE NAVEGACION POR SATELI-	
TE -----	30
1.2.2.7. CONCLUSIONES -----	30
1.3. SISTEMA DE NAVEGACION POR RADAR -----	32
1.3.1. Definición -----	32
1.3.2. Fundamentos de radar -----	32
1.3.3. Componente del radar y resumen de sus	
funciones -----	39
1.3.4. Constantes del sistema de radar -----	43
1.3.5. Limitaciones del radar -----	46
1.4. EL FARO-RADAR -----	48
1.4.1. Definición -----	48
1.4.2. Principios de operación del faro-radar---	49
1.4.3. Ventaja del faro-radar como equipo auxi-	49a
liar a la navegación marítima por radar---	49a

CAPITULO II

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.1. NECESIDAD DE DISPONER DE UN EQUIPO DE AYUDA A LA NAVEGACION QUE BRINDE UNA MAYOR SEGURIDAD Y EXACTITUD AL TRAFICO MARITIMO -----	54
2.2. UBICACION GENERAL DE FARO-RADAR -----	55
2.3. UBICACION GEOGRAFICA -----	55
2.3.1. Localización y código de identificación	55
2.3.2. Cobertura óptima aproximada -----	56
2.4. VIAS DE ACCESO -----	56
2.5. CONDICIONES DE HABITABILIDAD -----	56
2.6. CARACTERISTICAS DEL TERRENO -----	57
2.6.1. Topografía -----	57
2.6.2. Calidad del terreno y área disponible--	57
2.7. AYUDAS A LA NAVEGACION EXISTENTE EN EL AREA---	58

CAPITULO III

EL FARO - RADAR

3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO -----	59
3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES Y DESCRIPCION FUNCIONAL--	66
3.3. FORMA OPERACIONAL -----	68
3.3.1. Recepción -----	68
3.3.2. Regeneración de frecuencias -----	71
3.3.3. Emisión -----	73
3.3.4. Codificación -----	75
3.4. UNIDADES -----	79

3.4.1.	Antenas -----	79
3.4.2.	Unidad de Banda X -----	80
3.4.3.	Unidad de Banda S -----	81
3.4.4.	Unidad de Control Lógico -----	81
3.4.5.	Unidad de memoria de lóbulos laterales -----	84
3.4.6.	Convertidor -----	85
3.5.	MODOS DE OPERACION -----	85
3.6.	CARACTERISTICAS TECNICAS PRINCIPALES DEL FARO-RADAR -----	90

CAPITULO IV

4.	INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL FARO-RADAR ----	
4.1.	CONSTRUCCION DE LA BASE O SOPORTE DEL FARO-RADAR -----	93
4.2.	MONTAJE, INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL FARO-RADAR -----	96
	4.2.1. Montaje sobre el soporte -----	96
	4.2.2. Alimentación principal -----	101
	4.2.3. Chequeo preliminar y puesta en marcha -----	101
4.3.	MANTENIMIENTO -----	102
4.4.	INSTRUCCIONES DE REPARACION -----	102

CAPITULO V

	PROGRAMA DE EJECUCION -----	104
5.1.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO -----	104

	<u>PAGS.</u>
5.2. PRESUPUESTO ESTIMADO -----	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	106
APENDICE -----	111
BIBLIOGRAFIA -----	113

INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS.</u>
CAPITULO I		
1.1.	DIAGRAMA DE ALCANCE LUMINICO-----	21
1.2.	FUNDAMENTO DEL RADAR -----	34
1.3.	RAZON DE REPETICION DE PULSO -----	35
1.4.	TIPOS DE REFLECTORES -----	37
1.5.	DIAGRAMA TIPICO DE ANTENA -----	40
1.6.	DIAGRAMA FUNCIONAL DEL RADAR -----	41
1.7.	CONSTANTE DEL RADAR -----	47
1.8.	PRINCIPIO DE OPERACION DEL RACON (FARO-RADAR)	50
1.9.	ALCANCES CALCULADOS EN FUNCION DE LA AL TURA DE INSTALACION DEL RACON -----	51
CAPITULO III		
3.1.	FARO RADAR (RACON)-----	60
3.2.	VISTA FRONTAL DEL FARO - RADAR -----	61
3.3.	VISTA SUPERIOR DEL FARO - RADAR -----	62
3.4.	DIAGRAMA FUNCIONAL DEL FARO - RADAR -----	67

<u>Nº</u>		<u>PAGS.</u>
3.5.	RECEPCION -----	70
3.6.	REGENERACION DE FRECUENCIA -----	72
3.7.	EMISION -----	74
3.8.	CODIFICACION MORSE DE LETRA "E" -----	76
3.9.	REDUCCION DE LA SENSIBILIDAD DEL FARO-RADAR ANTE LA PRESENCIA DE BUQUES CERCANOS--	77 77
3.10.	PROGRAMACION DE LA UNIDAD DE CONTROL - LOGICO A CLAVE MORSE -----	83 83
3.11.	EFFECTOS DE LOS LOBULOS LATERALES EN LA RESPUESTA DEL RACON -----	85
3.12.	RESPUESTA DEL FARO-RADAR CON AMORTIGUACION	
3.13.	MODOS DE OPERACION DEL FARO - RADAR ---	87
 CAPITULO IV		
4.1.a.	VISTA SUPERIOR DE LA BASE -----	94
4.1.b.	VISTA EN PERSPECTIVA DE LA BASE -----	95
4.2.	VISTA DEL FARO - RADAR MONTADO EN SU BASE--	97
4.3.	VISTA FRONTAL Y LATERAL DEL PANEL DE ENER GIA SOLAR -----	100
4.4.	VISTA GENERAL DE LA INSTALACION DEL FA RO - RADAR Y PANEL DE ENERGIA SOLAR SOBRE - LA TORRE -----	100a

INTRODUCCION

El objetivo primordial de la señalización náutica es proporcionar los medios necesarios a los navegantes para que determinen su posición e indicarle los peligros mayores en las proximidades de las costas, por medio de señales adecuadas, ya sean estas visuales, radioeléctricas o sonoras.

Dentro de los sistemas de ayudas visuales, podemos mencionar: faros, faroletes, boyas, enfiladas y luces de puerto.

Dentro de las ayudas a la navegación que operan con señales radioeléctricas podemos citar: Radiofaros marítimos, sistemas hiperbólicos (DECCA, LORAN, CONSOL Y OMEGA), sistema de Radar y Navegación por satélite.

La tendencia a aumentar el tráfico de buques de gran tonelaje dentro de las rutas marítimas, ha

acentuado la necesidad de contar con equipos auxiliares. Es así que se han desarrollado equipos auxiliares tales como: Detectores de niebla, reflectores de radar, silbatos y un equipo auxiliar-electrónico de gran importancia, que es el faro de radar (RACON). Siendo la instalación del mismo en Punta Chapoyas, motivo de la presente tesis.

C A P I T U L O I

AYUDAS A LA NAVEGACION MARITIMA

1.1. AYUDAS VISUALES

1.1.1. Definición

Una ayuda visual puede ser definida como un dispositivo visual que sirve para asistir a la seguridad y facil movimiento de las embarcaciones.

1.1.2. Clases de ayudas visuales a la navegación marítima

Dentro de las ayudas visuales a la navegación marítima podemos considerar como de mayor importancia, a las ayudas visuales lumínicas.

Las ayudas visuales lumínicas pueden ser,

fijas o flotantes. Entre las fijas tenemos a los faros, faroletes, enfiladas y luces de puerto. En las flotantes se incluyen las boyas.

Los faros, faroletes y enfiladas, son luces que se colocan en determinados puntos de la costa o de islas de una manera -tal que pueden ser reconocidas por los navegantes y determinen su situación o posición con relación a ellos y sobre las cartas náuticas.

Las luces de puerto son de características similares a las de las boyas, se las coloca en los morros de los diques de abrigo y en los extremos de los muelles de una forma -tal que un barco que entre o salga durante la noche, pueda reconocer fácilmente la ruta a seguir. También las luces señalan los límites de las zonas dragadas o con calados determinados.

Las boyas que son de menor alcance lumínico que los faros se disponen sobre torretas pa

ra señalar peligros para la navegación - ocultos o no, o para demarcar las margenes de los canales navegables, puntos avanzados de la costa y puntos singulares próximos a las aguas navegables, en especial - en la entrada de puertos donde no existen los faros.

Existen también las boyas y balizas ciegas, denominadas así, ya que carecen de luz, se las usa de manera general para indicar las zonas donde se encuentran buques zozobrados, y estas pueden ser fijas o flotantes. Las boyas y balizas pueden dotarse de dispositivos acústicos, tales como gongs o silbatos, en cuyo caso su período propio de oscilación está en resonancia con el oleaje, haciendo sonar el silbato o gongs.

Otro tipo de ayuda que puede emplearse - adaptándoles en las boyas o balizas, es el reflector de Radar, el cual consiste en un apéndice de forma poliédrica, cuyas caras tienen la propiedad de reflejar per

fectamente las ondas emitidas por el radar, con lo cual la boya o baliza aparecen en la pantalla del radar.

1.1.3. Limitaciones de las ayudas lumínicas

Uno de los principales inconvenientes de los sistemas de ayuda lumínica es la limitación de su alcance, acentuándose más aún en condiciones meteorológicas desfavorables, en cuyos casos son difíciles de localizarlas.

Por otra parte, para poder determinar la distancia aproximada a la que puede verse una luz en la noche, con la visibilidad meteorológica existente, hay que hacer uso del diagrama de alcance lumínico, el cual se muestra en la figura N° 1.1.

Esta distancia se determina tomando la potencia lumínica del faro.

Las millas indicadas en cada curva representan la visibilidad meteorológica estimada en el momento de la observación y los alcance

ALCANCE (NOMINAL) EN MILLAS NAUTICAS

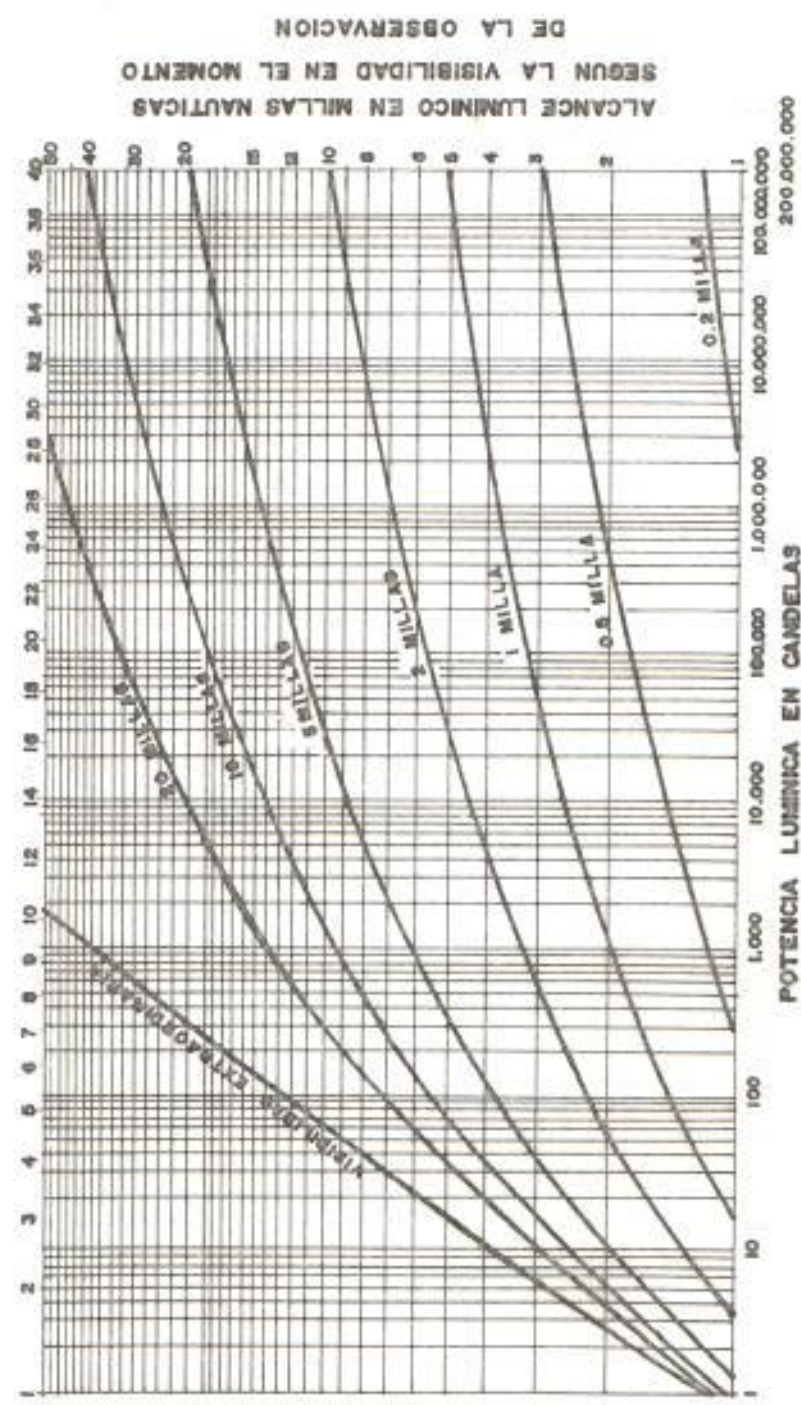


FIG. LI DIAGRAMA DE ALCANCE LUMINICO

ces lumínicos en esta condición aparecen en el eje de coordenadas a la izquierda.

Al emplear el diagrama de alcance lumínico deberá tenerse presente que:

- 1. Los alcances lumínicos son aproximados.
- 2. La transferencia atmosférica entre el observador y la luz no es necesariamente uniforme.
- 3. El reflejo de luces cercanas puede reducir notablemente el alcance lumínico de los faros.

De las observaciones anteriormente mencionadas se puede concluir que todas las mediciones y cálculos son aproximados. En cuanto a los reflectores de radar, el eco producido puede ser enmascarado por el ruido y reflejos de la superficie del mar. Lo que en rutas marítimas bastantes tráficas no sería deseable, requiriendo estos casos sistemas de ayudas de mayor precisión, tal como lo son los sistemas de radio - ayudas.

1.2. SISTEMA DE RADIO-AYUDAS

1.2.1. Definición

Se define como sistema de radio-ayudas a un sistema electrónico de radio, cuyas emisiones están destinadas a permitir a una estación móvil, a determinar su posicionamiento (marcación) o su dirección con relación al sistema de radio-ayuda.

1.2.2. Clases de sistemas de radio-ayudas

Los sistemas de radio-ayudas, normalmente se clasifican por sus rangos y alcances. Las clasificaciones de rango más generalmente usados son: rango corto, intermedio o medio y largo.

Los sistemas de rango corto son comunmente usados e incluyen:

Radios faros, radar y decca.

Los sistemas de rango medio incluyen: Loran A, Decca y cierto tipo de radar.

Los sistemas de rango largo incluyen: Loran C, Consol, Omega y Navegación por satélite.

1.2.2.1. SISTEMA DE RADIO-FARO:

Un radio-faro marítimo es una estación del servicio de radio navegación, cuyas emisiones están destinadas a permitir a una estación móvil determinar su posición o dirección con relación a la estación del radio-faro. A los radio-faros marítimos se les ha asignado internacionalmente las frecuencias comprendidas entre 285 y 315 Khz.

Los radio-faros han sido divididos en tres clases específicas:

Radio-faros circulares, cuyas emisiones se irradian con igual intensidad en todas las direcciones del horizonte.

Radio-faros direccionales; que emiten un haz de ondas dirigidas den

tro de estrechos límites, en una dirección o en un sector determinado.

Radio-faros rotarios, que emiten uno o varios haces de ondas, dotados de un movimiento constante de rotación. Los radio-faros transmiten su señal en código Morse y está compuesta generalmente por dos letras del alfabeto morse.

1.2.2.2. SISTEMA DE RADIO-AYUDA LORAN :

Loran es la designación para un sistema de posicionamiento que tiene como principio de operación la medición de la diferencia de tiempo de arribo de señales pulsantes desde varias estaciones transmisoras. Un par de estaciones transmisoras Loran produce una familia de líneas de posicionamiento únicas determinadas en el espacio.

Estas líneas de posicionamiento ,

o líneas de igual diferencia de tiempo son hipérbolas. El nombre de Loran se deriva de las palabras Long Range Navigator.

Se conocen varios sistemas Loran, entre los que podemos mencionar : Loran A, Loran B, Loran C, Loran D, siendo de mayor uso Loran A, y Loran C.

Loran A.- Es el sistema Loran stan dar que opera a frecuencias de - 2000 Khz. Las diferentes lecturas se obtienen de las envolventes de los pulsos transmitidos y la deter minación de la posición requiere - de 2 a 3 minutos. Su alcance es de 1.400 millas náuticas en la noche, y de 600-900 millas náuticas en el día, dependiendo de la potencia del transmisor.

Loran C.- Es una nueva edición de la familia Loran. Este sistema ope ra en una frecuencia de 100 Khz, du

rante el día su alcance es de - aproximadamente 2.300 millas náu- ticas y hasta 3.000 millas naúti- cas durante las noches. A más de su cobertura, Loran C, tiene mejor exactitud que el Loran A, aproximadamente 500 metros para distancias de 1.000 millas naúti- cas desde las estaciones transmi- soras. Para el posicionamiento se efectúan mediciones de fase - de los pulsos de radio-frecuencias recibidos en el receptor.

1.2.2.3. SISTEMA DECCA:

Es similar al Loran C, debido a que cada cadena utiliza una esta- ción maestra en combinación con hasta 3 estaciones esclavas, pe- ro los sistemas difieren en que el Decca emplea ondas continuas no moduladas, antes que las on- das pulsantes del Loran. El pa- trón característico de grilla hi

perbólico se forma por comparación de fase de las señales transmitidas, maestra y esclava. Todas las estaciones en el sistema Decca transmiten en frecuencias que están entre 70 - 130 Khz. El alcance nominal del Decca es considerado ser de 240 millas náuticas desde la estación maestra.

1.2.2.4. SISTEMA CONSOL:

Es un sistema hiperbólico con longitudes extremadamente cortas de la línea base, tal que se forman un modelo hiperbólico "degenerado o aplastado". Las posiciones - curvas de la hipérbola cerca a las estaciones de transmisión no se usan, solamente las partes asintóticas de las hipérbolas se emplean como marcaciones a los sitios de transmisión, así el sistema se usa en la práctica considerando como si las estaciones - Consol fueran radio-faros de ex

tremadamente largo alcance.

El sistema Consol emplea 3 torres en cada sitio de transmisión: ellas están localizadas en línea y espaciadas 3 longitudes de onda aparte y transmiten en frecuencia FM, entre 250 y 270 Khz. El alcance mínimo, al que el sistema puede ser usado es alrededor de 20 millas náuticas.

1.2.2.5. SISTEMA OMEGA:

Consiste de 8 estaciones apartadas 5.000 a 6.000 millas náuticas transmitiendo en frecuencia en la banda VLF de 10 a 14 Khz, a una potencia de 10 Kw. La cobertura del sistema será de amplitud mundial en cualquier posición de la tierra, por lo menos 4 estaciones serán receptables, las señales combinadas de las cuales producirán un total de 6 posibles lops con ángulos de intersección de casi 60°. La banda

de frecuencia de 10-14 KHz fue es
cogida específicamente para sacar
ventaja de algunas características
favorables de propagación.

1.2.2.6. SISTEMA DE NAVEGACION POR SATELITE:

Se necesita de por lo menos 4 saté
lites operacionales en órbitas po
lares igualmente espaciados para
proveer cubrimiento en cualquier -
lugar de la tierra cada 90 minutos.

La operación del sistema se basa en
el efecto Doppler de 2 frecuencias
150 y 400 Mhz, transmitidas simultá
neamente por cada satélite moviéndo
se en una órbita a una velocidad -
tangencial de casi 5 millas por se
gundos.

1.2.2.7. CONCLUSIONES:

Como se puede apreciar todos los
sistemas de radio-ayudas menciona
dos requieren de más de dos estacioo

nes para su servicio, lo cual involucra un costo muy elevado para su adquisición y mantenimiento.

Refiriéndonos a los radio-faros - circulares, en la mayoría de los - sistemas de radio-ayuda, las radio marcaciones no pueden ser leídas - directamente de un receptor, ni - graficadas en una carta náutica, - por lo que las radiomarcaciones de ben ser convertidas a línea de rum bo antes de ser graficadas a los sistemas de radio-ayuda hiperbólicos (Loran, Decca, Consol, Omega) ocurre algo similar.

A pesar de estos inconvenientes , los sistemas de radio-ayudas hasta aquí mencionados constituyen una - gran ayuda a la navegación marítima dentro de la región oceánica y parte de las costera.

Pero debido al incremento paulatino del tráfico marítimo en las re

giones citadas, y más aún la región que comprende los estuarios o aguas interiores, donde la probabilidad de colisión es mayor, se hace necesario la presencia de un sistema de fácil maniobra que brinde una mayor seguridad y exactitud a los navegantes, tal como lo es el sistema de radar.

1.3. SISTEMA DE NAVEGACION POR RADAR

1.3.1. Definición

Es un sistema de radiolocalización en el cual la transmisión y recepción se realiza en el mismo punto, i que utiliza las propiedades de reflexión de los objetos para determinar la posición de estos (ángulo i distancia). La palabra Radar proviene de las palabras Radio Detecting and Ranging.

1.3.2. Fundamentos del Radar

El sistema de radar genera una serie rápida de pulsos extremadamente cortos, los cuales

son irradiados por la antena de una unidad exploradora, que es un tipo especial de antena. Si los pulsos chocan con un objeto - que está dentro del alcance del radar, una pequeña parte de la energía es reflejada - hacia la unidad exploradora y receptora - (Ver figura N° 1.2.). Como la velocidad - de las ondas de radio es constante, el - tiempo tomado por un pulso en ir i ser re - flejado desde el objeto dá una medida segu - ra de la distancia hacia el objeto. Para hacer al pulso bastante potente, cada pul - so es extremadamente corto. La duración de un pulso es del orden de 0,1 microsegundos. La razón de repetición de pulsos es cerca de 1.000 pulsos por segundos (ver figura - N° 1.3). La velocidad de los pulsos en el espacio libre es cerca de 300.000 kilóme - tros por segundos. Además el tiempo de - ida y regreso de un pulso desde un objeto, debe ser bastante grande, antes que el pró - ximo pulso sea enviado.

El blanco al ser alcanzado por el haz, re - fleja parte del haz a la antena i por el guía - ondas, el eco va al grupo transcep -

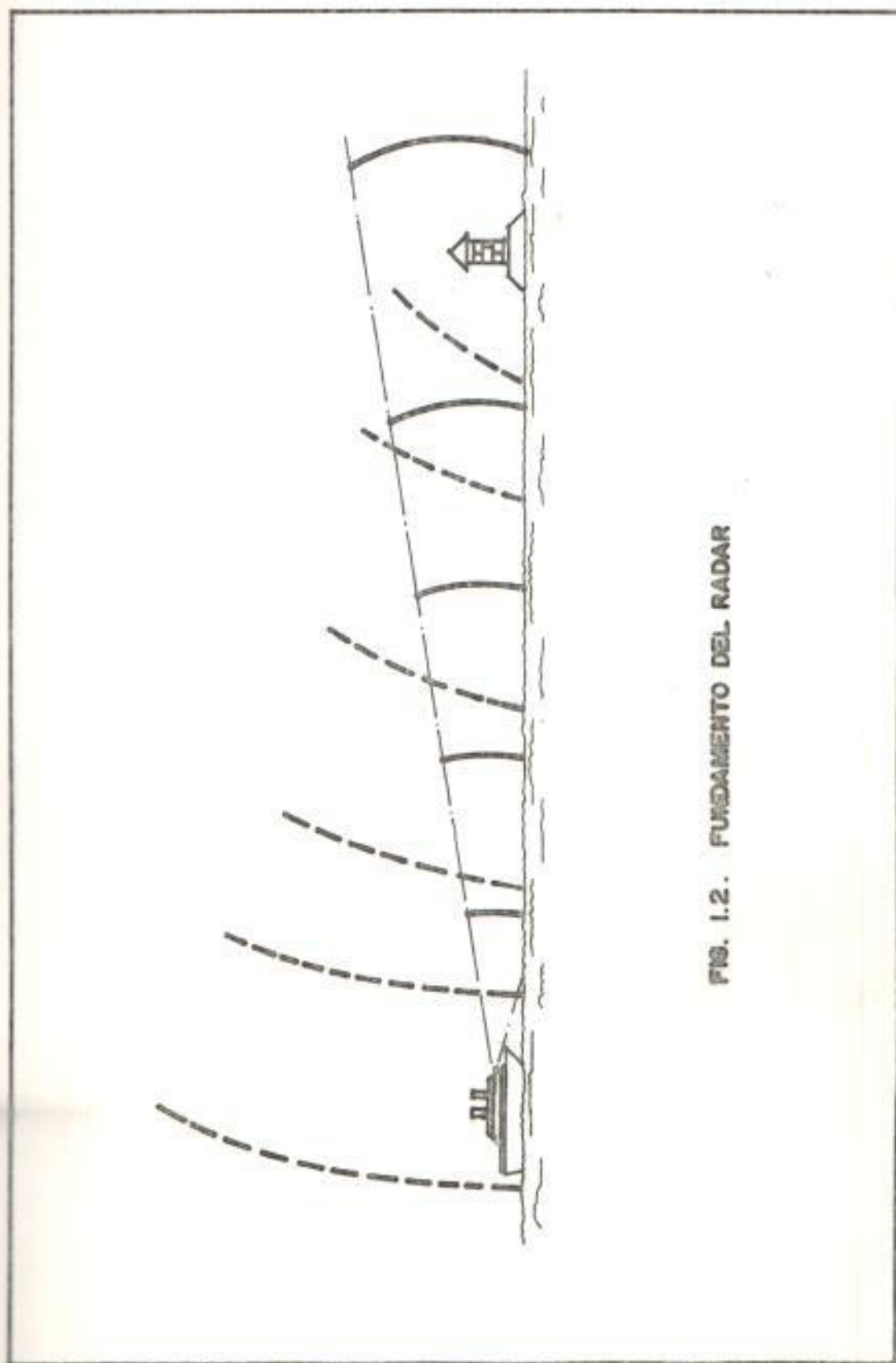


FIG. 1.2. FUNDAMENTO DEL RADAR

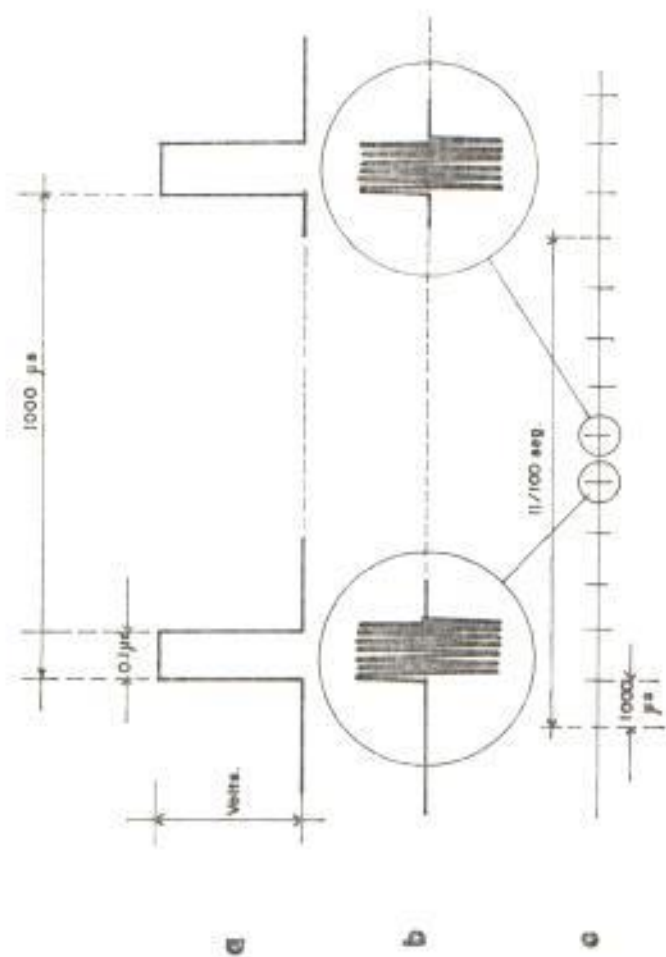
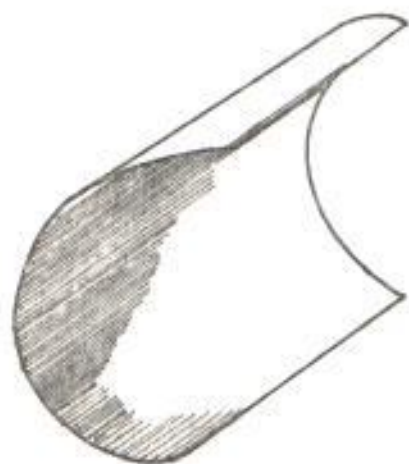


FIG. 1.3 RAZON DE REPETICION DE PULSO

tor, donde la señal se transforma para que pueda ser visible en el PPI o sea el indicador plano de posición.

En la pantalla del PPI aparece una línea - que va desde el centro a la periferia i en la misma dirección que marca la antena exploradora. La intensidad de la luz en esta línea se intensifica con la señal del eco del blanco, i de este modo marca al - blanco en la pantalla. La marcación viene dada por la dirección de la línea desde el centro de la pantalla i la distancia del blanco por la distancia del eco al centro de la pantalla.

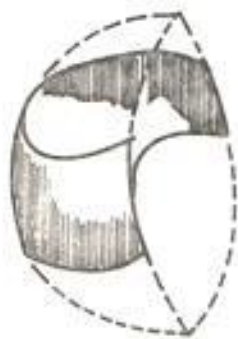
Las antenas de los equipos de radar suelen ser giratorias y direccionales, estándó - constituidas según las características del equipo, por orden de dipolos o por un dípolo con un sistema reflector, que puede ser: parabólico cilíndrico, parabólico, la sección truncada de un parabolide, un reflector en ángulo tal como se muestra en la figura N° 1.4. En los radares de investigicación las antenas suelen adoptar las for-



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG.1.4 TIPOS DE REFLECTORES

mas típicas de medio queso, de queso, de doble queso y parabólica cilíndrica; y girar a una velocidad que oscila entre 15 y 30 revoluciones por minuto. En todas ellas el diagrama de radiación horizontal tiene una abertura de 1,2 a 6°; y el diagrama de radiación vertical tiene una abertura de unos 15 a 30°. La posición de la antena en el momento de recibir el eco, según el sistema de exploración utilizado, determina las coordenadas angulares del blanco; mientras el intervalo de tiempo transcurrido entre la emisión del impulso y la recepción del eco, fija la distancia del blanco.

En los radares marinos hay principalmente dos frecuencias usadas. La más común es la banda X que comprende del rango de 9.300 - 9.500 Mhz y la otra es la banda S que está en el rango de 2.900 - 3.100 Mhz.

Para conseguir una buena resolución angular y precisión en el rumbo, las antenas de radar deben ser grandes. Los buques

grandes tienen generalmente antenas de 3 a 4 metros con anchuras de lóbulos menores de 1° grado, mientras que los barcos pequeños tienen antenas de 1 metro con anchuras de lóbulos de 2 a 3 grados. (Ver figura N^o 1.5.), representa un diagrama típico de antena con lóbulos menores los denominados lóbulos laterales, en direcciones diferentes de la deseada.

Cuanto menor sea la antena tanto peor será la relación entre lóbulo principal y lateral.

1.3.3. Componente del radar y resumen de sus funciones

La actividad funcional de un básico pulso modulado de un sistema de radar, incluye 6 componentes principales como se muestra en la figura N^o 1.6. Las funciones de los componentes pueden ser resumidos como sigue:

Fuente de alimentación: Proporciona los -

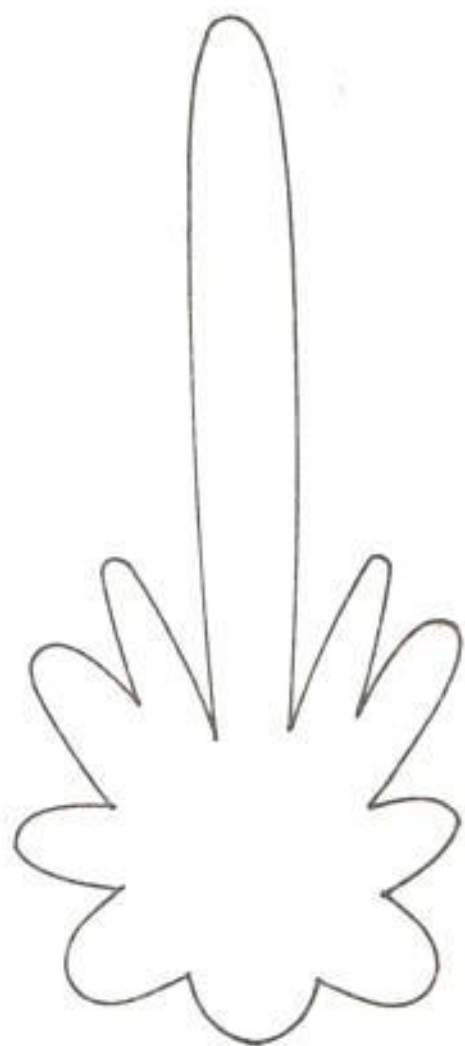


FIG. 1.5 DIAGRAMA TIPICO DE ANTENA

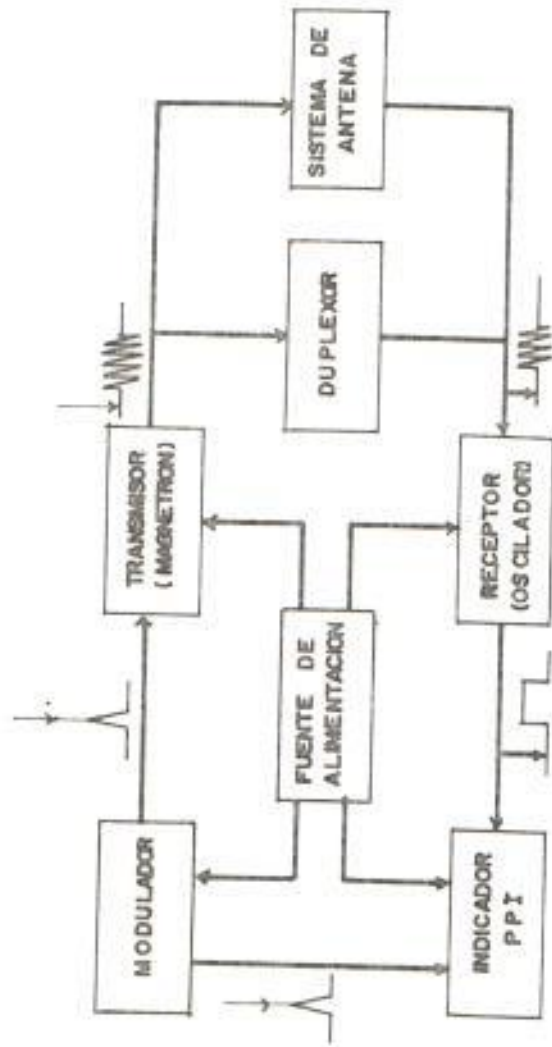


FIG.1.6 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL RADAR

dos voltajes AC y DC necesarios para la operación de los componentes del sistema.

Modulador: El modulador produce la sincronización de señales que disparan al transmisor en este caso al generador de pulsos (magnetron).

Transmisor: El transmisor genera la energía de radio frecuencia en forma de un corto pulso potente.

Sistema de antena: Toma la energía de radio-frecuencia desde el transmisor, radiándola en forma de un rayo altamente direccional. Recibe varios ecos, y pasa esos ecos al receptor.

Receptor: El receptor amplifica un débil pulso de radio frecuencia (ecos) que han sido reflejados por el blanco reproduciéndolos como pulsos de video pasándolos al indicador (PPI).

Indicador: El indicador produce una indicación visual de los pulsos del eco de una

manera que proporciona la información deseada.

Duplexor: Que se encarga de bloquear la transmisión o recepción. Es decir no se transmite y recepta al mismo tiempo.

1.3.4. Constantes del sistema de radar

Las constantes asociadas con los sistemas de radar son las siguientes:

Frecuencia portadora: La frecuencia portadora, es la frecuencia a la cual la energía de radio-frecuencia es generada. Los factores principales que influyen en la selección de la frecuencia portadora son la directividad deseada, la generación y recepción de la energía de radio-frecuencia.

Razón de repetición de pulso: Es el número de pulsos transmitidos por segundos. Esto es, deberá haber un tiempo suficiente entre cada pulso transmitido que permita a un eco regresar de algún blanco. De otro modo la recepción de los ecos desde la distancia del

blanco podría ser bloqueada por la transmisión de pulsos sucesivos.

Longitud de pulsos: La longitud de pulsos medida en microsegundos, es el tiempo de transmisión de un solo pulso de energía de radio-frecuencia. El rango mínimo de tiempo en el cual un blanco puede ser detectado, está determinado en gran parte por la longitud de pulso.

Relación de Potencia: Definimos como relación de potencia a la relación existente entre la potencia promedio disipada sobre un extenso período de tiempo y la potencia pico desarrollada durante el tiempo de pulso. Es decir:

$$PR = \frac{\text{potencia promedio}}{\text{potencia pico}}$$

La potencia útil de la transmisión que está contenida en los pulsos radiados, es llamada potencia pico del sistema. La potencia es normalmente medida como un valor promedio sobre un período relativamen

te largo de tiempo. Por que la transmisión del radar está restringida por un tiempo que es largo con respecto al tiempo de operación, la potencia desarrollada durante un ciclo de operación es relativamente baja comparada con la potencia pico disponible en el tiempo de duración del pulso.

Tiempo de repetición de pulso: Se lo define como el recíproco de la razón de repetición de pulso (PRR).

$$\text{Tiempo de repetición de pulso} = \frac{1}{\text{PRR}}$$

Ciclo de trabajo: Es el ciclo de operación del transmisor del radar descrito en términos de la fracción del tiempo total que la energía de radio-frecuencia es irradiada. Así:

$$\text{Ciclo de trabajo} = \frac{\text{Potencia promedio}}{\text{potencia pico}}$$

ó

$$\text{Ciclo de trabajo} = \frac{\text{Longitud de pulso}}{\text{Tiempo de repetición de pulso}}$$

En la figura N° 1.7., se muestra de manera general estas relaciones.

1.3.5. Limitaciones del radar

El radar es un auxiliar inestimable de la navegación. En condiciones meteorológicas difíciles y con visibilidad escasa, el radar es a menudo el único instrumento que permite la navegación en rutas marítimas traficadas. El alcance de un gran radar de abordo es generalmente de más de 60 millas náuticas lo cual permite adoptar las medidas necesarias con la suficiente anticipación.

El radar tiene sin embargo ciertas limitaciones. Los ecos de pequeñas boyas y balizas quedan enmascarados a menudo por el ruido y reflejos de la superficie y en parajes complicados puede ser difícil interpretar la imagen de radar.

Desde que se inventó el radar se ha sentido la necesidad de algún equipo que pueda mejorar la detección e identificación de objetivos específicos. Se idearon pronto reflec

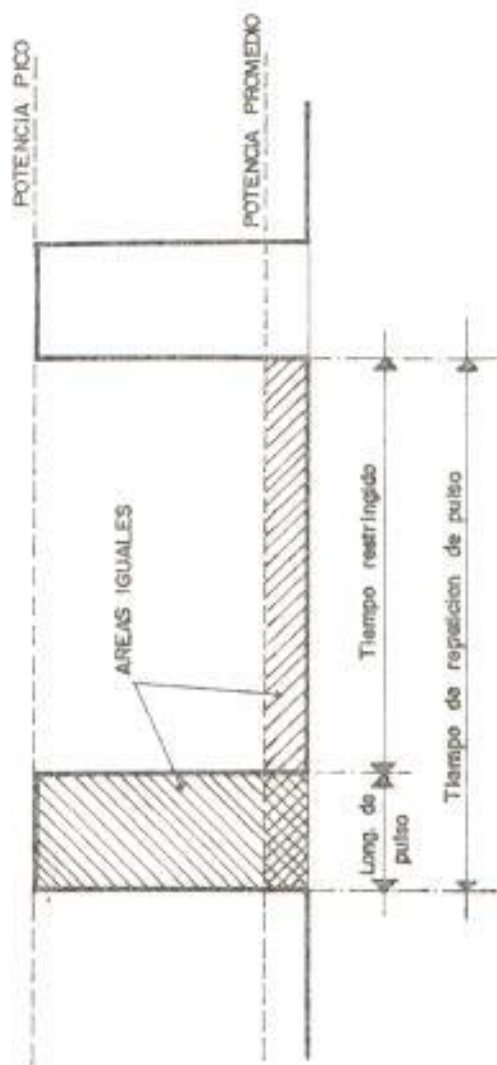


FIG. 1.7 CONSTANTES DEL RADAR

tores pasivos que presentan una mayor área de objetivo los cuales continúan empleándose pero estos reflectores dan solamente un eco más fuerte y no facilitan la identificación.

Para satisfacer ambas demandas se necesita algún tipo de equipo activo que pueda responder a la frecuencia propia del radar, - con alguna forma de codificación o modulación. Se esbozaron y se probaron muchas soluciones diferentes dándose a este tipo de equipo la denominación de faro de radar.

1.4. EL FARO - RADAR

1.4.1. Definición

El faro - radar es un auxiliar a la ayuda de la navegación marítima por radar, que facilita la identificación de un objetivo de una manera clara y precisa, permitiendo una mayor seguridad a los navegantes en las rutas marítimas. Técnicamente se lo conoce como RACON, que significa Faro respondedor.

1.4.2. Principios de operación del Faro-Radar

El principio de operación del Faro-radar, se basa en la técnica del radar, y es ex tremadamente simple. Cuando los pulsos - de energía de radio que sale de la antena del radar es receptada por la antena omni direccional del faro-radar, tal como se muestra en la figura N° 1.8. Estos son amplificados, para luego proceder a hacer la discriminación o selección de la fre cuencia a la cual ha llegado el pulso de radar recibido. Una vez realizado este - proceso , la señal recibida es nuevamente amplificada y enviada a través de la ante na omnidireccional del Faro-radar recibi do.

El alcance del faro - radar, está determi_ nado por la altura a la que están coloca- dos el faro y la antena del radar, y por la potencia de salida del radar. En la - figura N° 1.9., se muestra el alcance de un faro-radar en función de la altura de instalación de cuatro diferentes radares -

de abordó.

1.4.3. Ventaja del faro-radar como equipo auxiliar a la navegación marítima por radar.

Habíamos mencionado que el radar operando por sí solo está expuesto a una serie de inconvenientes que dan como resultados una difícil interpretación de la imagen de un objetivo específico en la pantalla del radar.

El radar operando conjuntamente con el faro - radar, puede quedar exento de todos estos inconvenientes, ya que con el se podría obtener una clara detección e identificación de los objetivos, ofreciendo mayor grado de disponibilidad aún en condiciones de mal tiempo con menor riesgos de interferencias.

Debido a su principio de funcionamiento el cual es la de determinar la frecuencia del pulso de radar recibido y la de responder a la misma frecuencia, el faro - radar

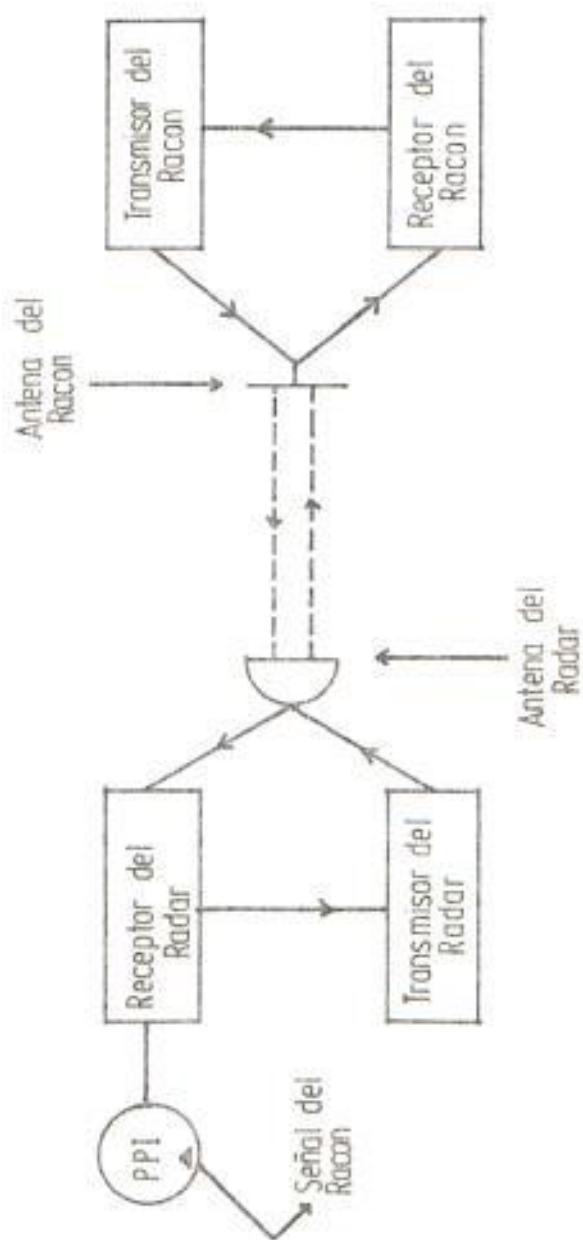


FIG. 1.8 PRINCIPIO DE OPERACION DEL RACON
(FARO - RADAR)

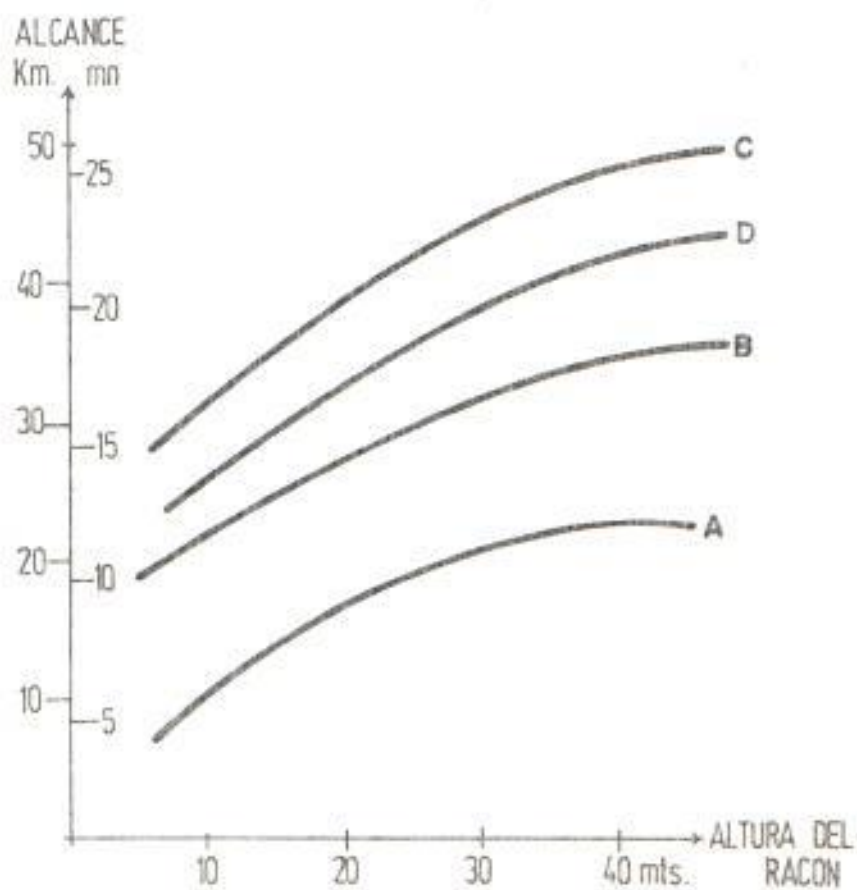


FIG.1.9 ALCANCES CALCULADOS EN FUNCION DE LA ALTURA DE INSTALACION DEL RACON

proporciona su señal de respuesta durante cada revolución de la antena.

Por otro lado debido a que cada pulso de radar recibido se elabora individualmente, el faro - radar puede servir a un número - ilimitado de buques.

El faro-radar puede dar información desde cortas distancias, menos de cien metros, hasta el horizonte del radar sin enmascarar - la imagen de radar de los buques con respuestas de lóbulos laterales.

Debido a todas estas características el faro - radar hace posible la navegación en rutas angostas y parajes complicados, donde debido a la multitud de escollos, islotes pequeños y barcos, la interpretación - de la imagen del radar sería difícil, ya que la posición de las balizas equipadas - con faro - radar serían determinadas inequívocamente.

También las zonas donde existen bancos de

arenas movedizas o buques naufragados, pueden marcarse con boyas equipadas con faro-radar.

En zonas con explotaciones petrolíferas, resulta difícil a menudo identificar objetivos específicos: los buques anclados y plataformas fijas dan ecos similares en la pantalla del radar. Las posiciones entre las diferentes instalaciones pueden también cambiar. Así las plataformas equipadas con faro-radar proporcionan puntos de referencias fácilmente identificables, reduciendo el riesgo de maniobrar con consecuencia catastróficas. En caso de fugas de gas u otras situaciones de peligro un faro-radar con un código de respuesta específico puede avisar a buques que se aproximan.

C A P I T U L O I I

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.1. NECESIDAD DE DISPONER DE UN EQUIPO DE AYUDA A LA NAVEGACION QUE BRINDE UNA MAYOR SEGURIDAD Y EXACTITUD AL TRAFICO MARITIMO

Considerando el creciente tráfico marítimo - tanto nacional como internacional para nuestro mar territorial, así como también la rápida ex - pansion de la flota pesquera nacional, resulta - de mucha importancia dotar al país de una radio - ayuda local de mayor exactitud y precisión que cubra áreas peligrosas como la entrada al Golfo de Guayaquil, así como regiones de gran actividad pesquera y parte de la ruta de la costa continen - tal hasta las Islas Galápagos, lo cual asegura - un confiable tráfico naviero, evitando de esta forma accidentes que pueden poner en peligro la flora y fauna de nuestro mar territorial, en una

supuesta colisión de algún superbuque que transporte petróleo, sustancias químicas, etc.

2.2. UBICACION GENERAL DEL FARO - RADAR

Con el fin de mejorar las ayudas a la navegación existente, y por encontrarse en un punto estratégico, es que se ha seleccionado a Punta Chapoyas, como el sitio en que debe instalarse el faro-radar, ya que desde ahí se tendrá cobertura con la ruta - al canal del Morro, que es la más traficada, ya que conduce al puerto de Guayaquil. También se cubrirá zonas densamente traficadas por barcos pesqueros. La ubicación geográfica puede apreciarse en la carta náutica IOA 3 escala 1:1'000.000.

2.3. UBICACION GEOGRAFICA

2.3.1. Localización y código de identificación

Con la finalidad de lograr una buena cobertura es preferible instalar el faro-radar, en el sitio donde está ubicado el faro-Chapoyas, Carta Náutica IOA.3. En escala 1:1'000.000, cuyo caso la ubicación será :

Latitud 02°38' 13" Sur
 Longitud 080°25' 57" Oeste

Para la identificación en el PPI del radar se lo hará mediante el Código en morse de las letras FC.

2.3.2. Cobertura óptima aproximada

Ubicando al faro - radar en este punto, se obtendrá una cobertura aproximada del NO-SE. De acuerdo con la Carta Náutica - IOA. 3 escala 1:100.000.

2.4. VIAS DE ACCESO

Punta Chapoyas es accesible por tierra o mar

Viajando por tierra, desde el Balneario de Playas se tarda aproximadamente unos 15'.

También es accesible por mar, ya que se puede llegar hasta ahí bordeando la playa en bote.

2.5. CONDICIONES DE HABITABILIDAD

Actualmente Punta Chapoyas no cuenta con redes de distribución eléctrica, ni con red de agua po

table, sin embargo se espera que en un futuro no muy lejano, el sector esté bastante poblado, y con ello el servicio de energía eléctrica y agua potable se haga realidad, ya que actualmente existen varias viviendas habitadas las cuales se proveen de agua potable por medio del servicio - que prestan los carros tanque, que vienen de Playas, lo cual permite que se pueda hacer la instalación del equipo, con su respectiva vigilancia para su cuidado.

2.6. CARACTERISTICA DEL TERRENO

2.6.1. Topografía

El sector es bastante irregular, por lo que se aprovechará una pequeña colina, para instalar el Faro-Radar, que es el mismo sitio donde está el Faro-Chapoyas.

2.6.2. Calidad del terreno y área disponible

el terreno es bastante rocoso, y con poca vegetación, tiene un área acorde con las dimensiones del faro-radar, ya que presenta una

superficie aproximada de 20 m².

2.7. AYUDAS A LA NAVEGACION EXISTENTE EN EL AREA

Las ayudas a la navegación más importante que existen en el área son de tipo lumínico y estas son el faro-Chapoyas, una boya con silbato y reflector de radar que indica la entrada al Canal del Morro, Carta Náutica 10 a 109 Escala 1:120.000.

El faro - Chapoyas, presenta las siguientes características:

Alcance Geográfico	14 millas
Alcance Nominal	7 millas
Potencia Lumínica	240 cd

Está ubicado a una altura de 22 metros sobre el nivel del mar, en una torre metálica de 12 metros de altura.

C A P I T U L O I I I

EL FARO RADAR

3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO

El faro-radar, empleado en la presente tesis, posee cinco unidades (ver figura N°3.1), cuyas dimensiones se ilustran en las figuras N°s.3.2 y 3.3. Presenta las siguientes características.

El faro - radar responde directamente a todos los pulsos de radar recibidos. La señal de respuesta es transmitida a la misma frecuencia de los pulsos de radar y con una alta seguridad para ser claramente presentada en el PPI del radar.

El ancho de bande de recepción de este faro - radar detecta no solamente el nivel de los pulsos de radar sino también su frecuencia. El transmisor es

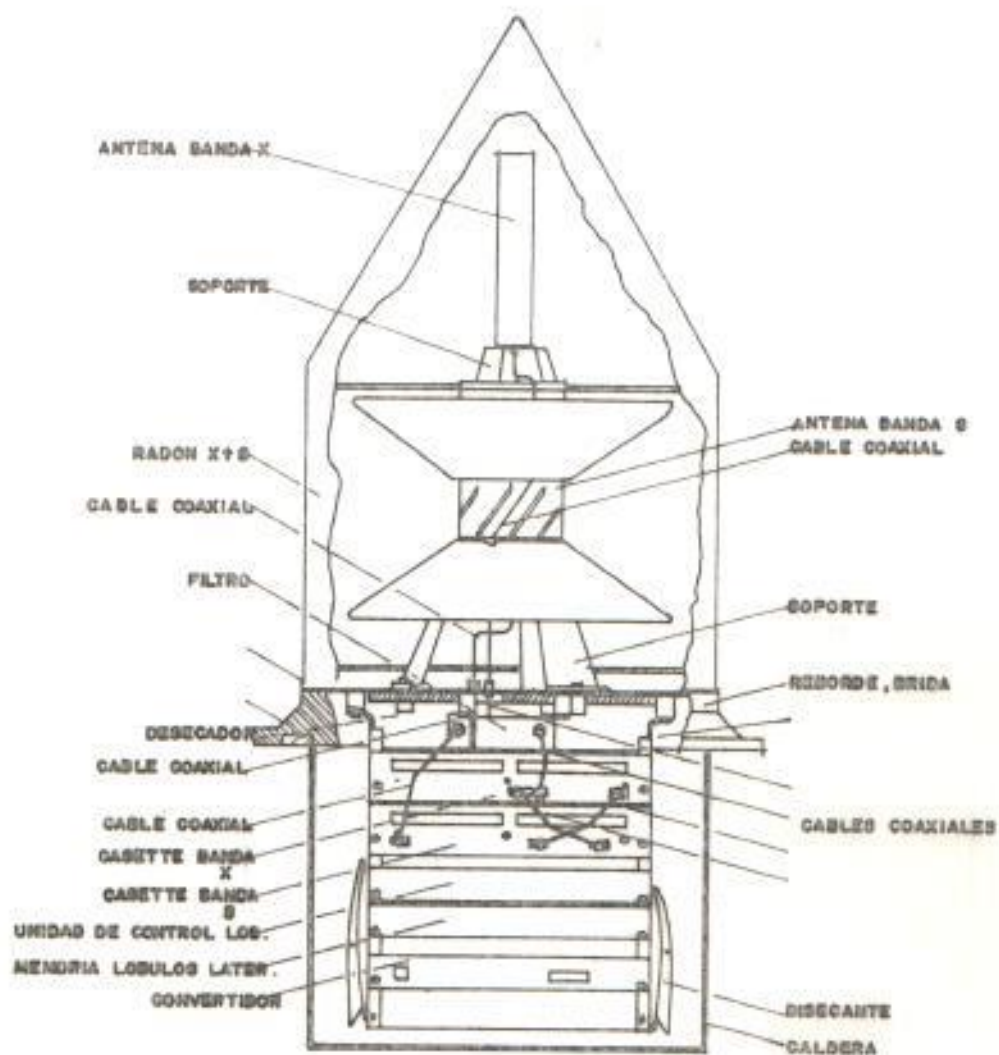
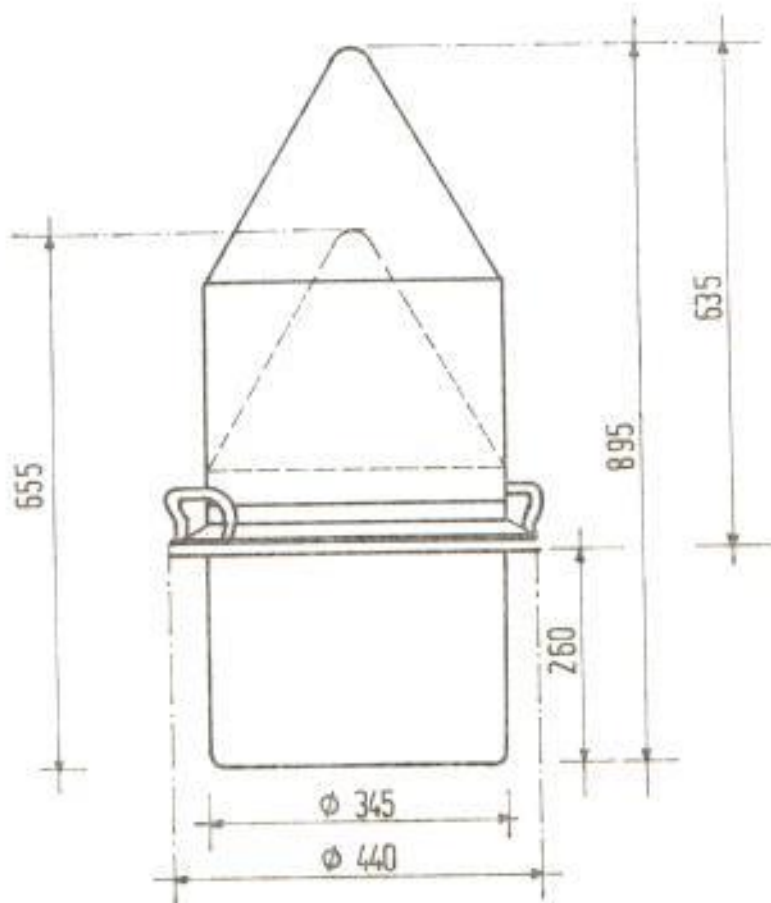


FIG. 3.1 FARO DE RADAR (Navegación)



Las medidas estan dadas en mm.

FIG. 3.2 VISTA FRONTAL DEL FARO-RADAR

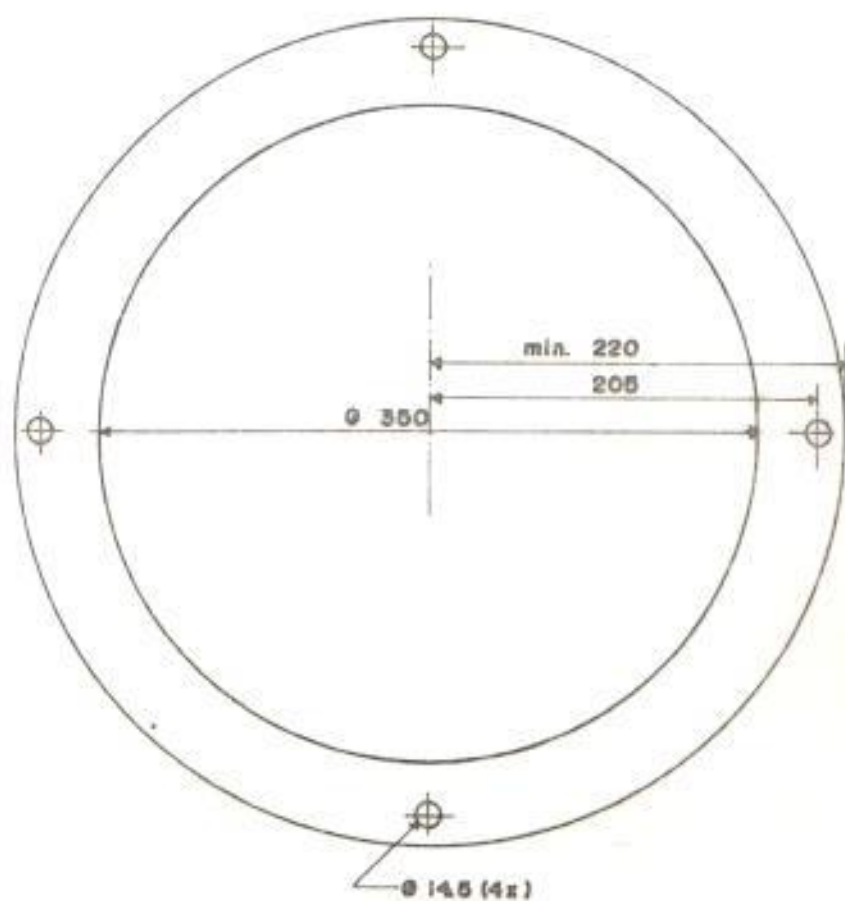


FIG. 3.3 VISTA SUPERIOR DEL FARO-RADAR

rápidamente sintonizado a la frecuencia de los pulsos de radar recibidos antes que el faro-radar transmita su señal de respuesta. La exactitud de la frecuencia es independiente del ancho de los pulsos recibidos y de la frecuencia de los pulsos interrogadores.

La respuesta del faro - radar es instantánea para todos los pulsos interrogadores del radar en la frecuencia correcta, asegurando un máximo de potencia en la recepción del radar, y eliminando los tiempos de esperas comunes, con la frecuencia de barrido del faro-radar.

El faro - radar puede ser programado no solamente para transmitir durante una longitud preseleccionada de tiempo, es decir posee varios modos de operación. Esto permite a los navegantes garantizar que la respuesta del faro-radar no oculta otros ecos de interés.

La señal de respuesta puede ser codificada a un signo Morse o a otro código positivamente identificable en el PPI del radar.

El faro-radar responde a los radares de Banda X y

Banda S. También posee una unidad de memoria de lóbulos laterales, esto es, responde únicamente a pulsos principales, evitando disturbios de ecos - falsos.

En cuanto a la técnica de diseño empleada, las unidades van montadas en un almacén de electrónica - con cableado en el plano posterior para las conexiones de RF al sistema de antena y entre las cajas de microondas se emplean cables semirígidos. El almacén de electrónica está fijo por la parte inferior en una robusta brida de aluminio anodizado que tiene pasos para el cable de alimentación de corriente y para los cables coaxiales para el sistema de antena. El almacén de electrónica queda protegido por un recipiente de aluminio - anodizado, resistente a golpes, atornillado a la brida y con junta toroidal hermética.

En la brida hay además un cartucho con producto desecante y con un indicador de color. Las antenas están fijas a la parte superior de la brida y cubiertas por una cúpula de plástico celular.

Las funciones de electrónica de las unidades de

microondas están diseñadas en placas de conductores de sustrato blando en técnica microstrip. Un circuito, el discriminador de frecuencia está construido sobre un sustrato cerámico.

Todos los amplificadores y el oscilador de la unidad de banda X están compuestos por transistores FET de Ga As, componentes semiconductores que no han aparecido en el mercado sino hasta los últimos años. Con estos transistores se han mejorado considerablemente las bases para una elaboración avanzada de la señal a las altas frecuencias de microondas a un costo razonable.

En la unidad de banda S se emplean transistores bipolares como amplificadores. El oscilador local de esta unidad, tiene un resonador de dieléctrico que proporciona una alta estabilidad de frecuencia con pequeñas dimensiones. Los componentes de la unidad de memoria de lóbulos laterales de la unidad de control y del convertidor de tensión están montados sobre las placas estandar de circuitos impresos del tipo de construcción BYB con orificios metalizados y esmalte de protección en el lado de circuitos y de componentes. Los micro-circuitos digitales están -

encapsulados en cerámica con pocas excepciones

3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES Y DESCRIPCION FUNCIONAL

El esquema de bloques de la figura N° 3.4., representa a grandes rasgos el flujo de la señal entre los diferentes bloques funcionales del faro-radar.

La unidad de Banda X, contiene circuitos de recepción para detectar el nivel y la frecuencia de los pulsos de radar recibidos, así como funciones para generar la señal de respuesta a la frecuencia del pulso de radar recibido.

La unidad de Banda S, convierte los pulsos de banda S recibidos a la banda X en la que tiene lugar el análisis de señal y generación de frecuencia - después de lo cual la señal de respuesta se convierte de nuevo a la banda S, se amplifica y se emite a través de la antena omnidireccional de banda S.

La unidad de Control, contiene los circuitos programables para generar el código de respuesta, así

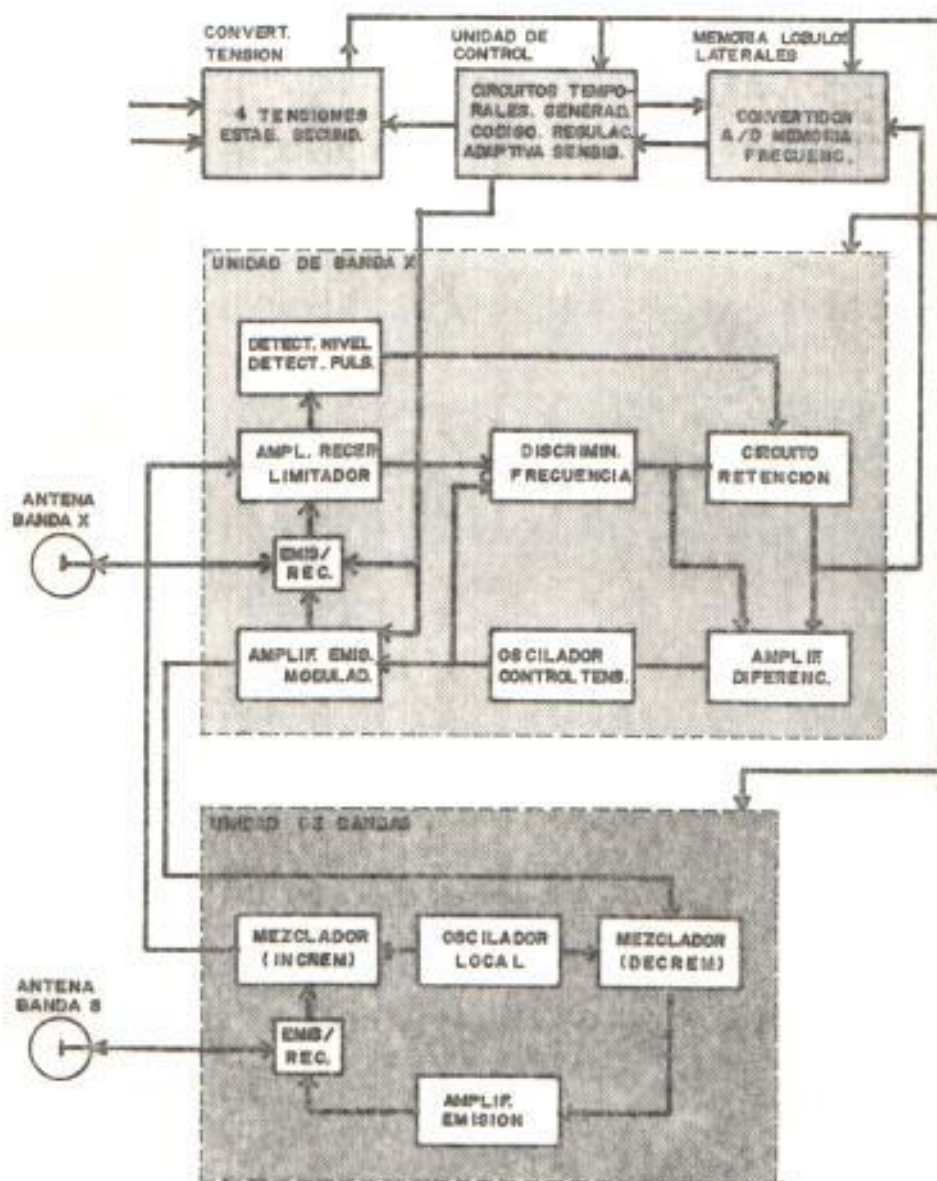


FIG. 3.4 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL FARO-RADAR

como los circuitos de control para regulación adaptiva de la sensibilidad del receptor.

La unidad de memoria de lóbulos laterales se emplea para impedir que el faro de radar responda a pulsos de radar emitidos en los lóbulos laterales de la antena del buque. A cada buque en la ve cindad del faro se le da una identidad de frecuencia, que se almacena en una memoria especial de frecuencias. Según sea el nivel de potencia y frecuencia de los pulsos recibidos y el status de la memoria se decide si ha de emitirse señal de respuesta o no.

El convertidor de c.c., sirve para convertir una tensión primaria de 9-35 V a cuatro tensiones se cundarias estabilizadas.

3.3. FORMA OPERACIONAL

3.3.1. Recepción

El faro de radar, recibe a través de antenas omnidireccionales, pulsos de radar des de los buques que se encuentran en su zona.

Estos pulsos se amplifican en varias etapas limitadoras (ver figura N°3.5) y se aplican a un discriminador de frecuencia. Este proporciona una tensión analógica - proporcional a la frecuencia del pulso de radar recibido. Al principio de la cadena amplificadora se deriva y se detecta una parte de la potencia del pulso de radar y su nivel se detecta en dos circuitos umbral. El umbral inferior TRLL, determina el nivel de activación del faro mientras que el umbral superior TRLH, controla la supresión del lóbulo lateral del faro. La diferencia en valores umbrales corresponde aproximadamente a la relación entre nivel de lóbulo principal y de lóbulos laterales de antenas de radar de buques. En un instante determinado después de la detección del pulso de radar, 0.05 us, se almacena en un circuito de retención el valor presente en la salida del discriminador de frecuencia. El valor de tensión almacenado es una medida de la frecuencia del pulso de radar recibido.

3.3.2. Regeneración de frecuencias

Al mismo tiempo que se almacena el valor de frecuencia, cesa de operar la primera parte de la cadena de amplificación y comienza a funcionar un oscilador controlado por tensión (ver figura Nº 3.6). Una parte de la potencia de salida de este oscilador se conecta a través de las últimas etapas amplificadores de la cadena de recepción al discriminador de frecuencia cuya tensión analógica de salida corresponde a la frecuencia momentánea del oscilador. La señal de salida del discriminador se compara en un amplificador diferencial con el valor almacenado de frecuencia. La señal de salida resultante controla la frecuencia del oscilador sintonizable hasta que la señal diferencia en la entrada del amplificador es cero. La frecuencia del oscilador coincide entonces con la frecuencia del pulso de radar recibido. Este proceso de regeneración de frecuencia ocupa unos 0,30 μ s y este tiempo es independiente de la frecuencia de los pulsos anteriormente recibidos.

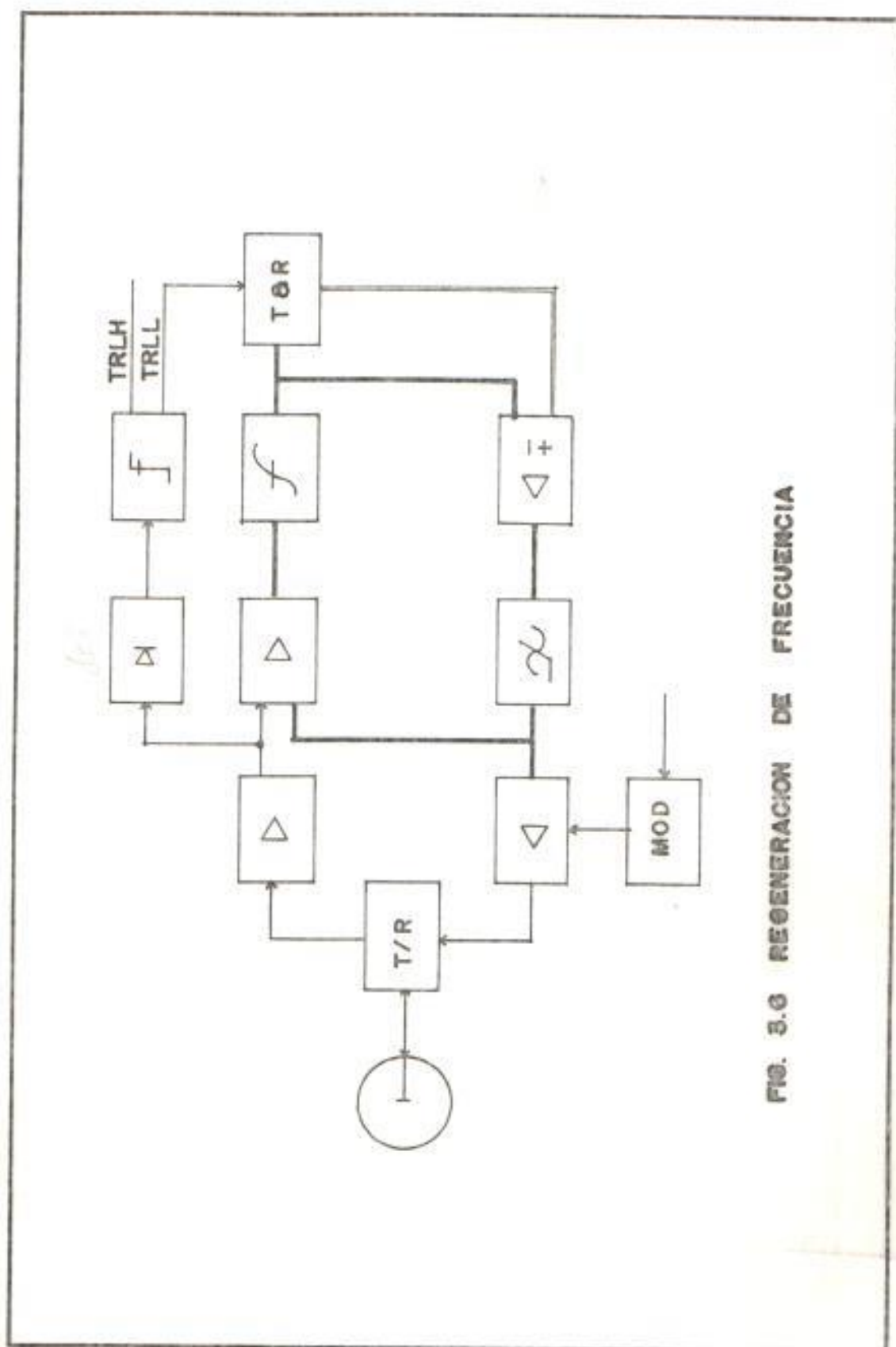


FIG. 3.0 REGENERACION DE FRECUENCIA

3.3.3. Emisión

A través del amplificador de emisión (ver figura N° 3.7), se aplica a la antena omnidireccional, la señal de salida del oscilador de forma que unos 0,4 us., después de haberse recibido el pulso de radar, el faro puede responder con un pulso prolongado a la frecuencia recibida y con un nivel de potencia incrementado. El retardo de 0,4 us., corresponde a un error de distancia de 60 m. lo que en la mayoría de casos es despreciable. El pulso de respuesta, cuya duración se ha limitado a un máximo de 25 us., se presenta en la pantalla de radar de abordo como un trazo radial de longitud correspondiente a dos millas marinas.

Para impedir que se autodispere, el receptor está fuera de operación durante 75 us., después de emitirse el pulso de respuesta. El faro puede por tanto determinar la frecuencia y responder a los pulsos radar recibidos a un ritmo de 10.000 pulsos por segundos.

3.3.4. Codificación

La respuesta del faro de radar puede codificarse (ver figura N°3.8), a un signo morse o a un gran número de combinaciones de signos morse. La duración de 25 us de la respuesta se considera dividida en 16 intervalos de tiempo que pueden programarse individualmente.

La programación se hace en la unidad de control del faro radar. La representación de la contestación del faro-radar en la figura N° 3.8., está codificada al signo morse "W". El faro - radar emplea regulación adaptiva de la sensibilidad del receptor para evitar respuestas ocasionadas por lóbulos laterales. Los buques cercanos originan altos niveles en el receptor del faro.

Cuando un buque se ha aproximado tanto que sus pulsos sobrepasan el nivel umbral superior TRLH existe el riesgo de disparo causado por lóbulos laterales (ver figura N°3.9). La señal de salida del circuito umbral se

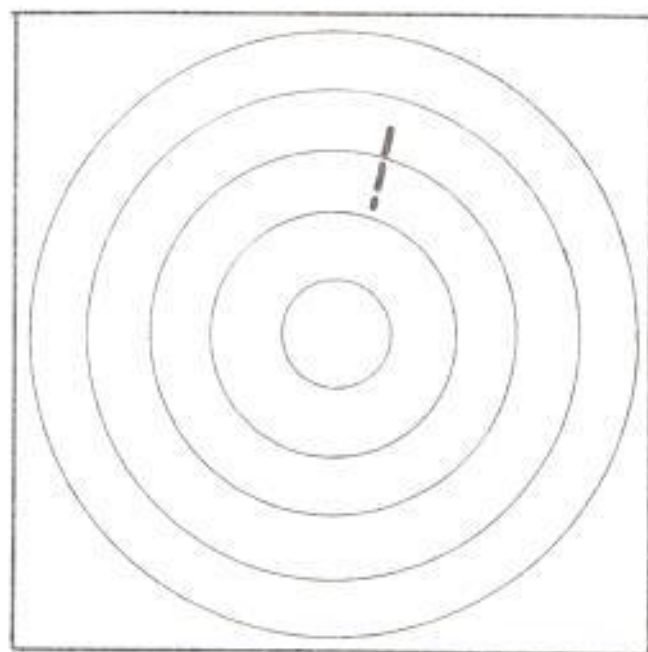


FIG. 3.8 CODIFICACION MORSE DE
LETRA "W"

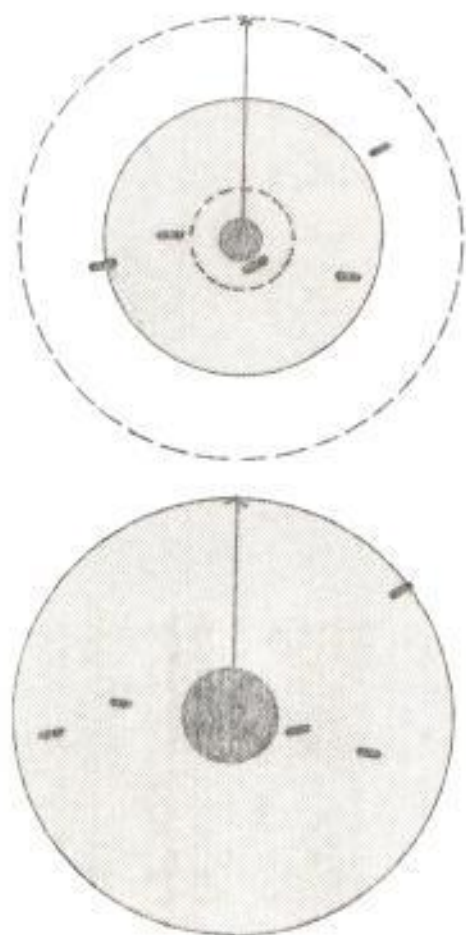


FIG. 3.9 REDUCCION DE LA SENSIBILIDAD DEL FARO-RADAR ANTE LA PRESENCIA DE BUQUES CERCANOS.

íntegra y excita un atenuador controlado por tensión de los circuitos de entrada del receptor; la atenuación persiste hasta que no se detectan ya pulsos por encima del nivel umbral superior. Esta reducción de la sensibilidad del faro, significa que se reduce temporalmente su distancia de cobertura; el alcance se reduce a aproximadamente 20 veces la distancia al buque más próximo. Una vez que el buque cercano ha pasado, la sensibilidad retorna a la nominal después de un tiempo determinado.

Si por razones operativas se exige un alcance máximo durante el tiempo en que algún buque pase muy cerca el faro-radar emplea una memoria especial de lóbulos laterales. A los buques que quedan dentro de la zona de alcance del faro, se les asigna una identidad basada en la frecuencia de los pulsos recibidos. el valor analógico de frecuencia de la salida del discriminador se convierte a forma digital de 8 bits, y si el pulso recibido sobrepasa el umbral superior TRLH, el valor digital de

frecuencia se almacena en una memoria es
pecial. Al recibirse pulsos que solamente
sobrepasan el umbral inferior TRLL se ha
ce una lectura en la memoria y si la fre
cuencia en cuestión se encuentra en la me
moria se bloquea la señal de respuesta. La
memoria de frecuencia se borra y se actua
liza dos veces por minuto.

3.4. UNIDADES

3.4.1. Antenas

El faro de radar tiene una antena de banda
X, y una antena de Banda S, hay un tipo de
guía de onda ranuda y montada en la parte
superior del almacén electrónico.

La antena de Banda X, está polarizada hori-
zontalmente, mientras que la antena de Ban-
da S, está polarizada horizontalmente y -
verticalmente.

La antena de Banda X que está montada en la
parte superior de la antena de Banda S.

3.4.2. Unidad de Banda X

La unidad de Banda X está construída con la tecnología de circuitos integrados de microondas.

La señal de la antena de Banda X, es amplificada y detectada por circuitos detectores de pulsos.

La frecuencia recibida es medida, y un oscilador (VCO) es activado para transmitir en la frecuencia medida después de los 0,4 us de la llegada del flanco del primer pulsos de radar.

De esta manera, el faro-radar responde empezando dentro de 60 m., desde la posición del faro-radar extendido radialmente fuera del PPI.

La transmisión de la señal puede ser codificada y controlada desde la unidad de control lógico. La máxima longitud de la respuesta codificada es de 25 us o aproximadamente dos

millas náuticas sobre el PPI.

3.4.3. Unidad de Banda S

La unidad de Banda S, está construída con la tecnología de circuitos integrados de microondas.

La señal de la antena de Banda S, pasa filtrada y convertida a Banda X por un mezclador con la señal de un oscilador local (Lo).

La señal de Banda X, es entonces alimentada al cassette de Banda X, en la que tiene lugar el análisis de señal y generación de frecuencia, después de lo cual la señal de respuesta se convierte de nuevo a la Banda S, por el mezclador con la misma señal del oscilador local (Lo), para luego ser amplificada y transmitida a través de la antena de Banda S.

3.4.4. Unidad de control lógico

La unidad de control lógico contiene circuitos digitales que sincronizan la operación

del faro-radar.

La codificación de la señal de respuesta - es hecha por 2 DIL - Switches montados so bre el tablero del circuito. La duración - de la respuesta disponible es de 25 Mseg.

La duración de este tiempo es dividido en 16 intervalos de tiempo que pueden codifi- carse individualmente para mostrar una - "marca" (potencia de salida) o "Espacio" (no hay potencia de salida). La primera parte es siempre codificada para una marca, pe- ro los 15 restantes intervalos son contro- lados por los DIL - Switches como se mues- tra en la figura N° 3.10.

Por ejemplo para programar la respuesta del faro-radar a signo morse "W", las po siciones 1 (siempre una Marca) 3-5 y 7-9 , podrían ser codificadas como una marca y los restantes intervalos como un espacio , y los switches son puestos según la figura N° 3.10., y la respuesta del faro-radar , mostrada en el PPI del radar es como se

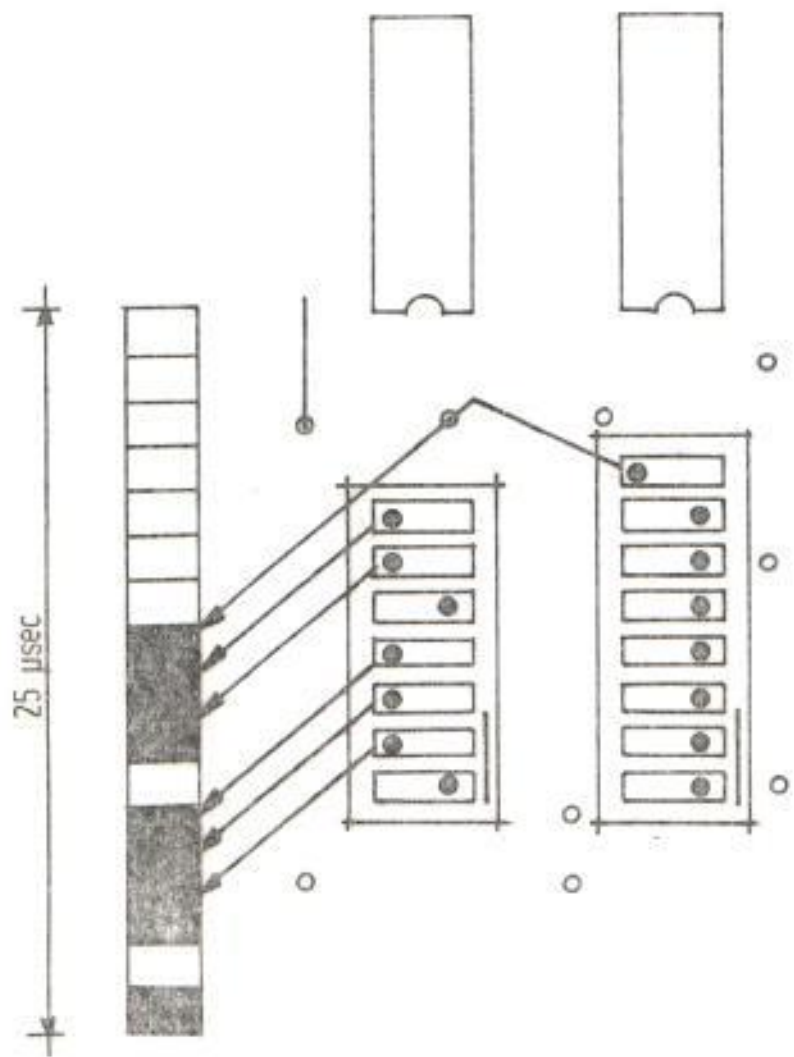


FIG. 3.10 PROGRAMACION DE LA UNIDAD DE CONTROL LOGICO A CLAVE MORSE

muestra en la figura N° 3.8.

3.4.5. Unidad de memoria de lóbulos laterales

Cuando un radar está operando muy cerca del faro-radar no solamente son transmitidos los pulsos de radar, correspondientes al lóbulo principal, si no que también son transmitidos los lóbulos laterales que son bastantes fuertes para ser detectados por el faro-radar, esto es - llamado disparo de lóbulos laterales y pueden causar serias obstrucciones al uso normal del radar un argumento convincente de lo que ocasionará el disparo de lóbulos laterales es mostrado en la figura N° 3.11.

La unidad SLS mantiene la frecuencia y amplitud de los pulsos de radar recibidos. Pulsos transmitidos por un radar con la misma frecuencia son aceptados.

La amplitud de los pulsos de lóbulos principal del radar son significativamente -

más grande que la de los lóbulos laterales (ver figura N°1.5.). El faro-radar responderá únicamente a fuertes pulsos por cada revolución de la antena de radar y la respuesta del faro-radar se presentará en el PPI del radar, tal como se muestra en la figura N° 3.12.

Por tanto la unidad básica SLS es empleada - para reducir la sensibilidad del faro - radar cuando fuertes pulsos de radar estén presentes.

3.4.6. Convertidor

El convertidor DC-Dc opera con una alimentación de entrada de 9-35 v.

El convertidor entrega energía a todas las subunidades.

3.5. Modos de operación

El faro-radar puede programarse para diferentes modos de operación que satisfacen di

ferentes requisitos. El faro-radar es pasivo durante por lo menos 9 segundos cada Intervalo de 30 segundos para garantizar ecos de interés. Este período pasivo puede aumentarse en pasos de 3 segundos hasta 24 segundos. Durante el período activo el faro responde atenuando las respuestas de lóbulos laterales. La regulación adaptiva de sensibilidad implica que los buques lejanos puedan perder por el momento el contacto con el faro cuando otro buque pasa cerca del mismo. El faro puede por tanto programarse a un "modo de operación no restrictivo", durante 3 o 6 segundos de cada minuto. Esta medida garantiza una accesibilidad básica para todos los buques dentro de la zona de cobertura nominal del faro, aunque los buques cercanos pueden entonces estar sometidos a interferencias de lóbulos laterales (ver figura N^o3.13).

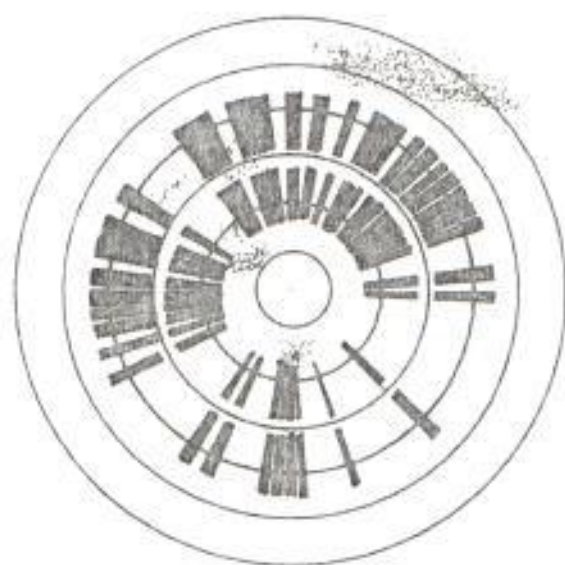


FIG. 3.11 EFECTOS DE LOS LOBULOS
LATERALES EN LA REPUESTA
DEL RACON

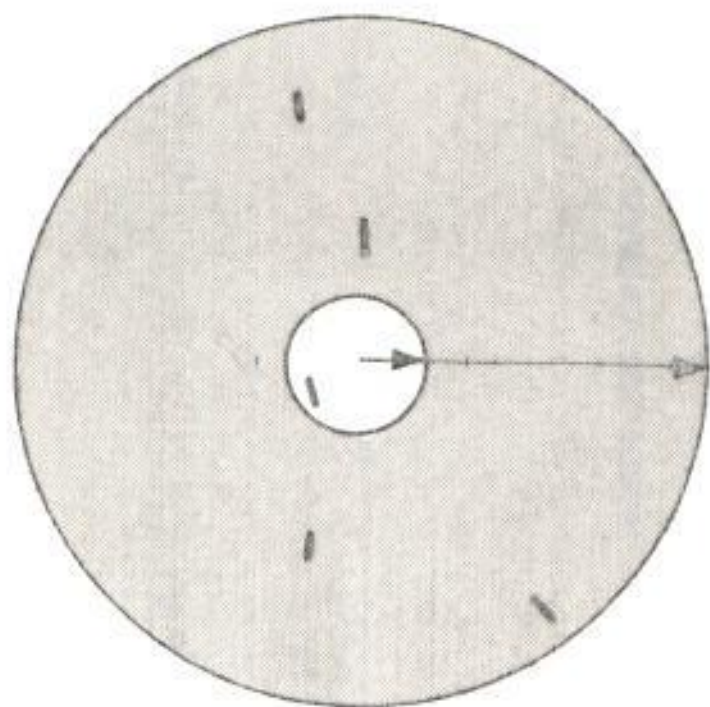


FIG. 3.12 REPUESTA DEL FARO-RADAR CON
AMORTIGUACION DE LOBULOS LATERALES

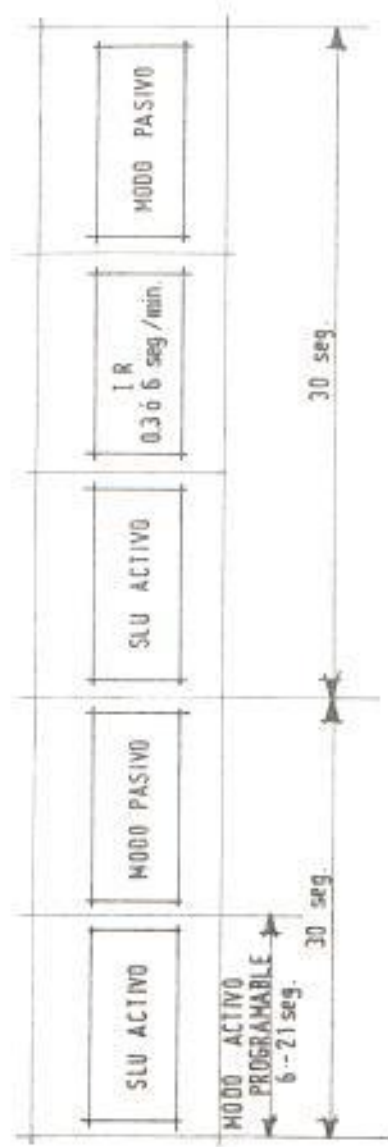


FIG. 3.13 MODOS DE OPERACION DEL FARO-RADAR

3.6. CARACTERISTICAS TECNICAS PRINCIPALES DEL FARO-RADAR.

Bandas de frecuencias	Banda X: 9320-9500 MHZ Banda S: 2920-3100 MHZ
Precisión de frecuencias.	2 MHZ
Potencia de salida	Banda X : 1 W Banda S : 0,5W
Sensibilidad	Banda X : -40dBm Banda S : -33dBm
Cobertura de antena horizontal	Banda X : 360° Banda S : 360°
Cobertura de antena Vertical	Banda X : 20° a -3dB Banda S : 20° a -3dB
Polarización de antena	Banda X : Horizontal Banda S : Horizontal y vertical.
Ganancia de antena	Banda X : 4 dB Banda S : 0 dB

Modos operacionales	Cada período de un <u>mi</u> nuto puede ser <u>progra</u> mado en intervalos de 3 segundos para Modo pasivo, modo pasivo - de supresión de lóbu- los laterales y modo irrestrictivo.
Respuesta codificada	Dividido en 16 partes programables para có- digo morse u otro <u>có</u> digo. Longitud total 25 us correspondiente aproximadamente a 2 millas náuticas.
Dimensiones	Diámetro 440 mm. Altura, Banda X+S 895mm. (Banda X solo 655 mm)
Ritmo máximo de respuesta	Banda X: 10.000 pul/s Banda S: 10.000 pul/s
Dirección	Banda X y Banda S <u>Omní</u> dir.

Angulo	Banda X: 18°
Lóbulo Vert.	Banda S: 20°
Peso	Banda X+S23 Kg (Banda X solo Kg).
Tensión	Banda X y S 9-35 V.cc
Potencia de consumo	0,5-7W (depende del modo de operación).

C A P I T U L O I V

INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL FARO - RA DAR

4.1. CONSTRUCCION DE LA BASE O SOPORTE DEL FARO-RA DAR

La base se la construirá sobre la torre que actualmente existe y sobre la cual está ubicado el faro-Chapoyas.

La base estará constituida por una mesa de las siguientes características.

1 plancha de hierro circular de \varnothing 600 mm. x 0,5cm.
y una abertura circular de diámetro de \varnothing 350 mm.,
con cuatro orificios para sujetar la base del fa
ro - radar de 14,5 mm. 3 platinas de 80 cm. x
126 cm. x 0,3 cm.

En las figuras N^o 4.1.a y 4.1.b., se aprecia la

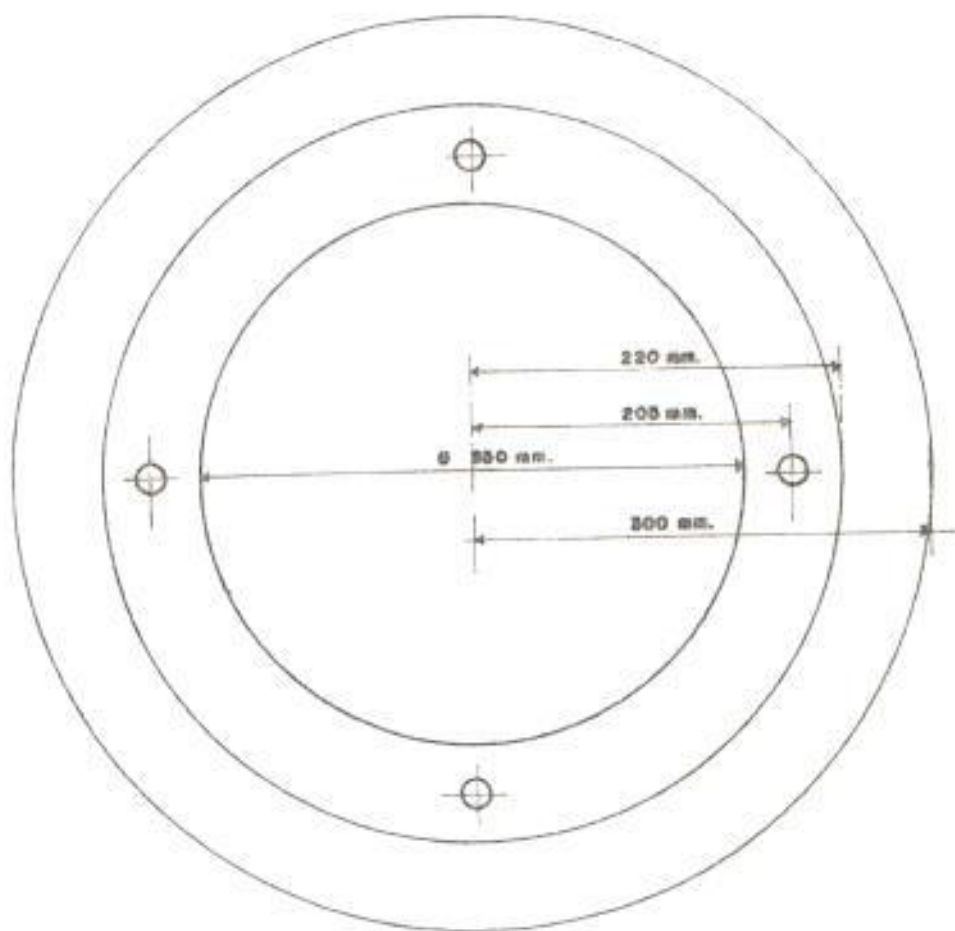


FIG. 4.1a. VISTA SUPERIOR DE LA BASE

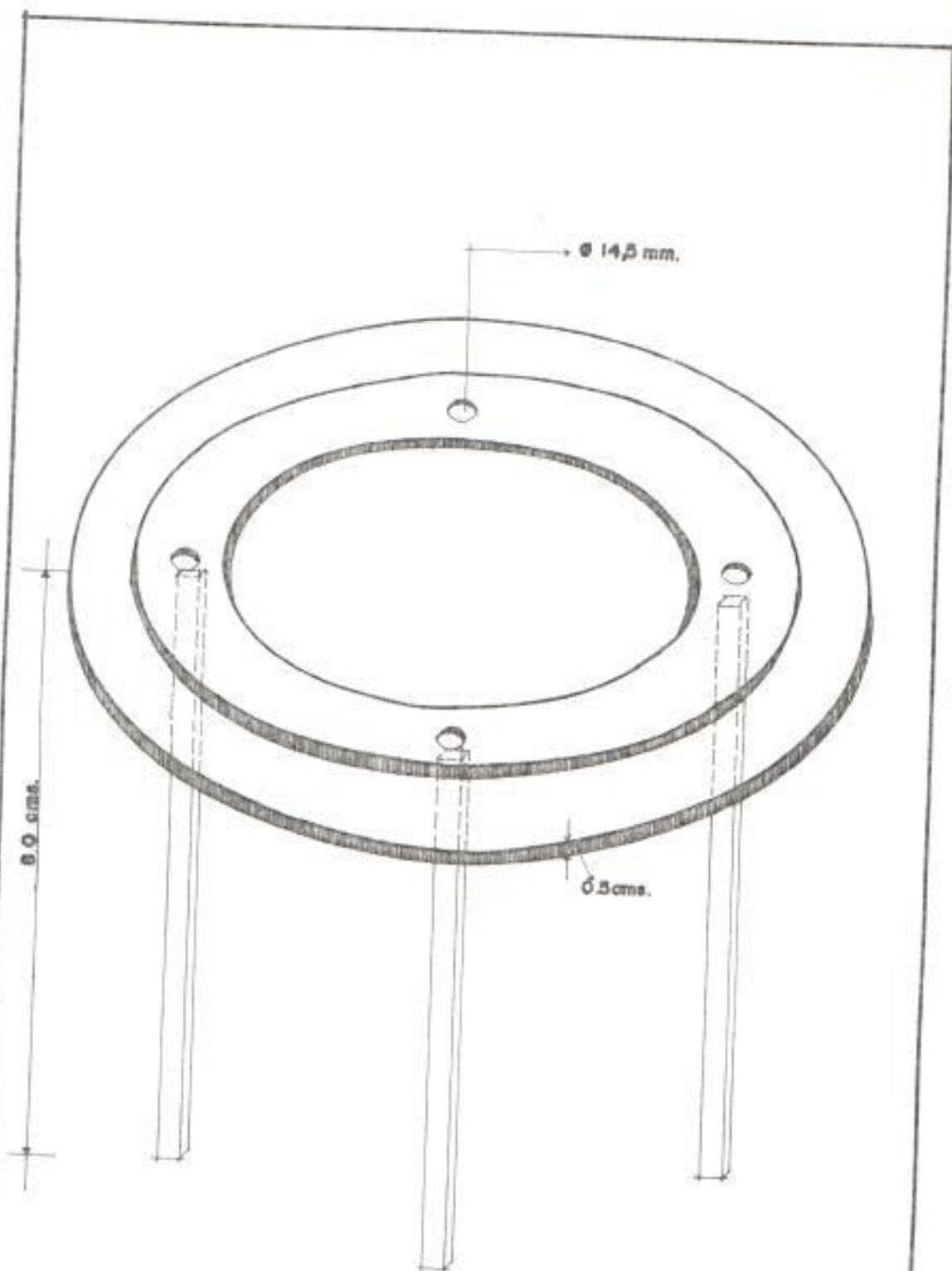


FIG. 4.1 b VISTA EN PERSPECTIVA DE
LA BASE

base con sus respectivas vistas y dimensiones.

4.2. MONTAJE, INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO - DEL FARO - RADAR.

4.2.1. Montaje sobre el soporte

Al colocar el faro-radar sobre el soporte, este quedará sujeto a través de 4 pernos. En la figura N° 4.2., se muestra el faro-radar sobre su base.

4.2.2. Alimentación principal

La alimentación para el faro-radar puede ser hecha de tres formas:

- Utilizando panel de energía solar
- Usando batería descartables
- Tomando la energía eléctrica directamente de la red del poste más cercano.

Para la primera alternativa que es la más aconsejable tanto desde el punto de vista económico, fiabilidad, y técnica. El panel será de las siguientes características, de

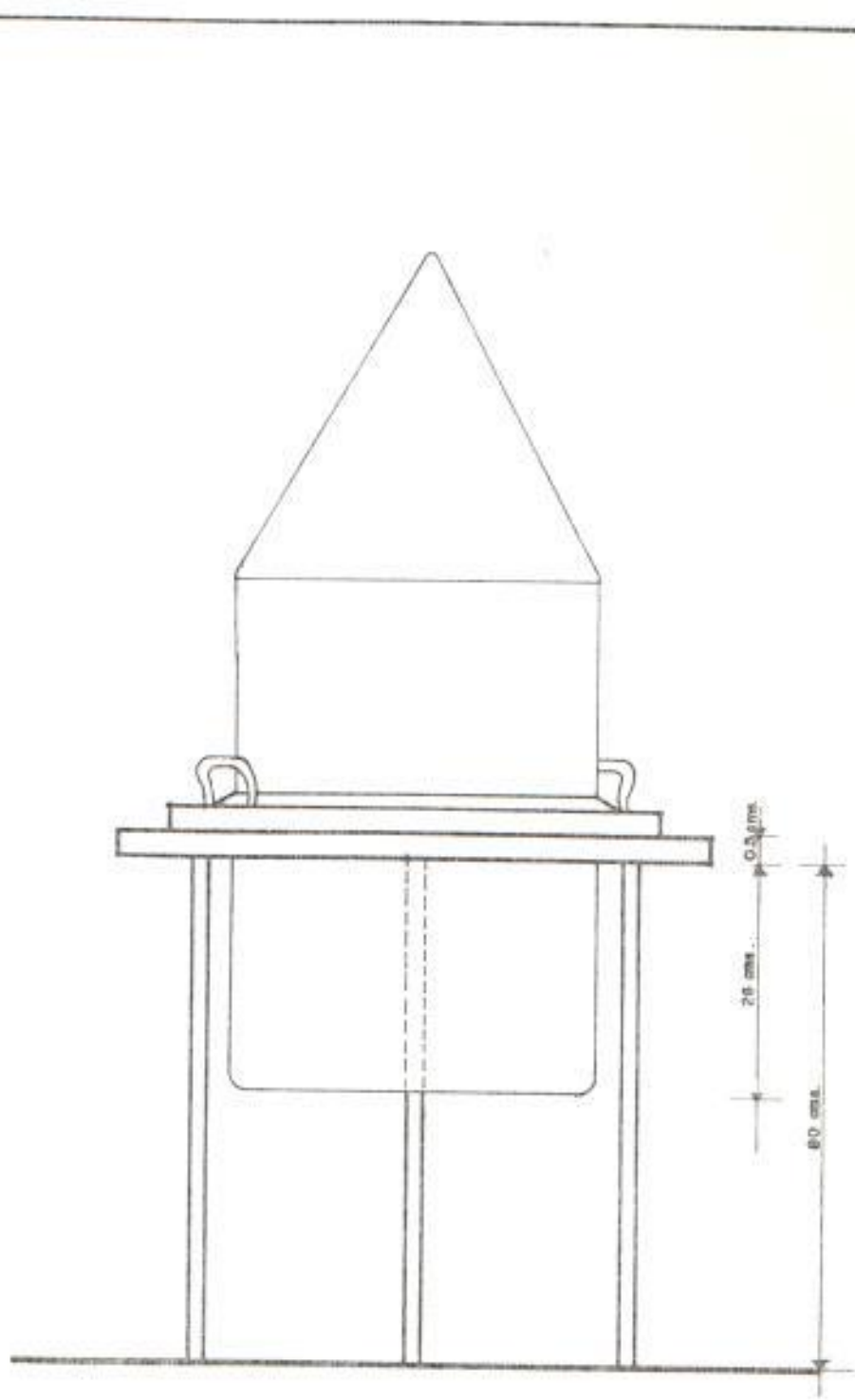


FIG. 4.2 VISTA DEL FARO - RADAR MONTADO EN SU BASE

acuerdo a la tabla 1:

Modelo SB-12-41 L

Configuración del panel 22 x 20w

Total de vatios picos del sistema 40w

Capacidad de la batería 100 ah

Peso neto: 133 kg.

El cable a utilizarse será un cable concéntrico 2 en 1, N° 2 forrado de plástico. La figura N°4.3., muestra vistas lateral y posterior del panel.

El panel irá sujeto en la parte superior de la torre, a través de pernos en su soporte, con ángulo de inclinación de 10°.

En la figura N° 4.4., se muestra la instalación completa.

T A B L A I

MODELO	CONFIGURACION PANEL	VATIOS TOTAL	PICOS DEL SISTEMA	CAPACIDAD BATERIA	PESO NETO
SA-12-11	1 x 10W	10 W		100 Ah	76 Kg.
SA-12-21	1 x 20W	20 W		200 Ah	78 Kg.
SB-12-41	2 x 20W	40 W		100 Ah	133 Kg.
SB-12-42	2 x 20W	40 W		200 Ah	160 Kg.
SB-12-62	3 x 20W	60 W		200 Ah	164 Kg.
SC-12-82	4 x 20W	80 W		200 Ah	250 Kg.
SC-12-83	4 x 20W	80 W		300 Ah	277 Kg.
SC-12-103	5 x 20W	100 W		300 Ah	320 Kg.
SC-12-104	5 x 20W	100 W		400 Ah	347 Kg.
SC-12-123	6 x 20W	120 W		300 Ah	324 Kg.
SC-12-124	6 x 20W	120 W		400 Ah	351 Kg.

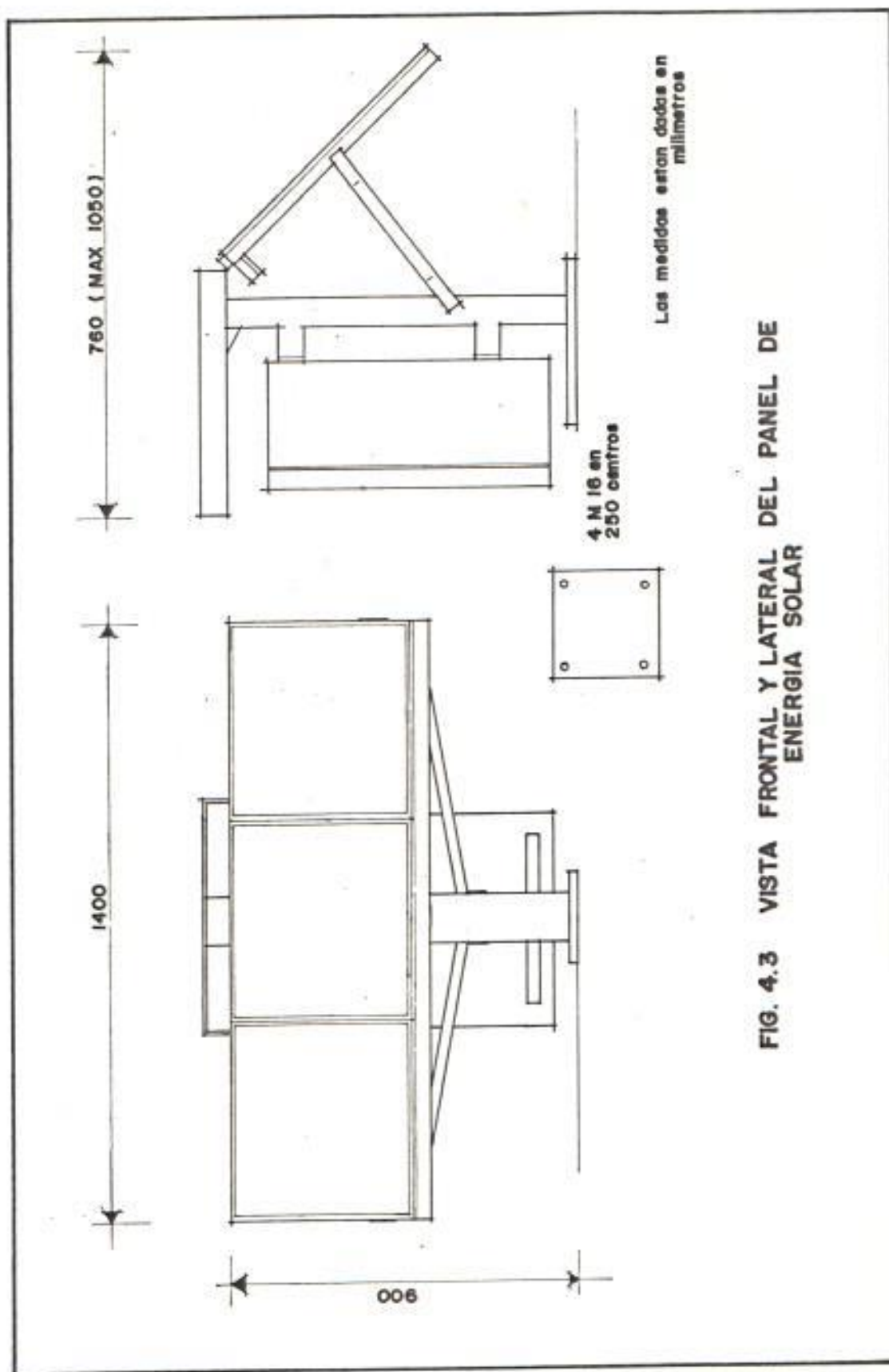


FIG. 4.3 VISTA FRONTAL Y LATERAL DEL PANEL DE ENERGIA SOLAR

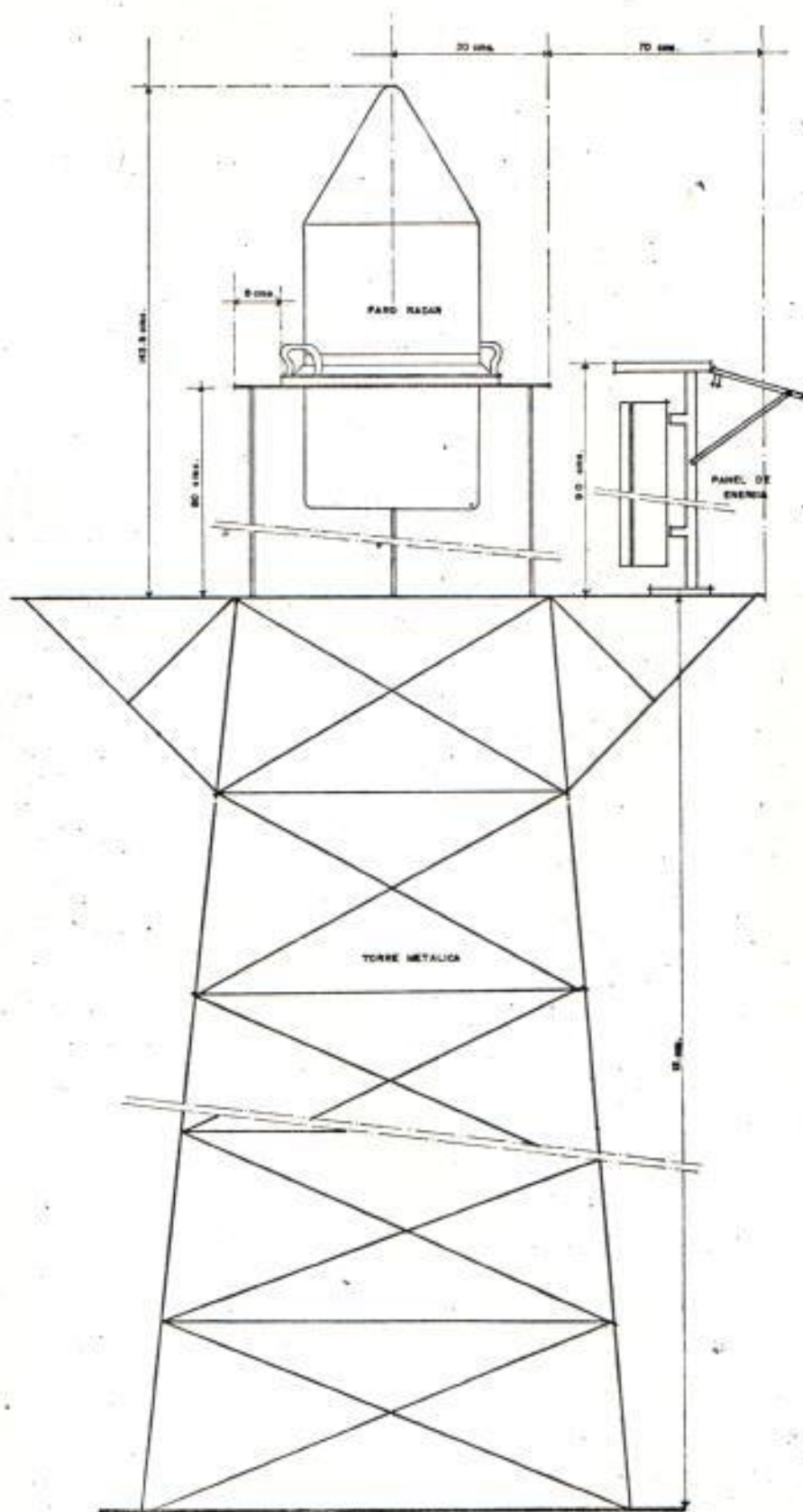


FIG. 4.4. VISTA GENERAL DE LA INSTALACION DEL FARO-RADAR Y PANEL DE ENERGIA SOBRE LA TORRE.

4.2.3. Chequeo preliminar y puesta en marcha

Existe una unidad de prueba que puede ser usado para saber si el Racon está trabajando adecuadamente una vez que ha sido instalado.

Esta unidad de prueba, está constituida en una pequeña caja con un transmisor en banda X que debe ser controlado con el medidor del Racon, cuando se activa transmite una señal y un diodo emite luz mostrando si el Racon responde.

Esta unidad de prueba podría ser completada con una unidad de banda S si es necesario.

Es necesario indicar que cuando se intercambien las unidades de cassettes, los conectores SMA no deben estar sujetos por toques superiores a 1.1 Nm; una vez realizado este chequeo se procederá a poner en funcionamiento el Racon de acuerdo con el modo de operación deseado.

4.3. MANTENIMIENTO

El Racon necesita muy poco mantenimiento, solamente se hará un chequeo regular al estado del desecador.

El color del desecador en los rebordes del Racon se vuelve azul o rosado cuando necesita reactivarse.

Lo mismo se hará con el saquito del desecante en el interior del Racon, el cual se esparcerá fuera del saquito.

Por otra parte es conveniente una limpieza ocasional de la membrana de la cúpula que cubre las antenas del Racon así como también del panel de energía solar, ya que tanto el polvo o hacinamiento de cualquier materia, ya sea esta depositada por las aves o por el ambiente natural de la región podrían obstaculizar su buen funcionamiento.

4.4. INSTRUCCIONES DE REPARACION

Como se había indicado anteriormente, para comprobar el Racon, que esté trabajando adecuada-

mente, se utiliza una pequeña unidad de prueba, la unidad se activa con el Racon y un diodo Led indica si está trabajando o no.

En el caso de que ocurriera alguna falla, el Led no se prenderá y el Racon deberá ser llevado al taller, donde un adaptador es insertado en el espacio vacío del almacén de electrónica. El adaptador contiene terminales de servicios para hacer mediciones con el osciloscopio y voltímetros, las cuales deberán concordar con las del manual de prueba entonces las unidades defectuosas pueden ser fácilmente identificadas y reemplazadas.

Es necesario recordar que al intercambiar los cassettes debe notarse que los conectores de los cables coaxiales no deben estar sujetos por torques mayores que 1.1 Nm.

C A P I T U L O . V

PROGRAMA DE EJECUCION

5.1. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Si tomamos en cuenta que la torre donde irá el Faro radar con su base, ya está hecha , el tiempo total de ejecución del proyecto consistirá esencialmente de:

Tiempo que se tomaría para la construcción de la base o soporte y su instalación en la torre.

Tiempo de instalación del faro-radar en su base , tanto mecánica como eléctrica, esto es considerando ya el tiempo de instalación del panel de energía solar en la torre.

El tiempo para la construcción de la base y la instalación de la misma en la torre, no tomará más de una semana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DE LA PRESENTE TESIS SE CONCLUYE:

1. Que los sistemas de ayuda a la navegación marítima actualmente existentes, sean estos sistemas de ra di os, o los visuales convencionales tales como fa ro s, bo ya s y ba li za s presentan limitaciones, ya sean estas de tipo técnico o económico.

El radar por sí solo tiene como principal limitación de que su imagen puede ser enmascarada por ecos de pequeñas boyas y balizas, ó también por el ruido y reflejos de la superficie, de tal forma que en parajes complicados puede ser difícil interpretar la imagen de radar.

Por otro lado los sistemas de ayudas visuales se ven limitados en condiciones metereológicas desfavorables, ya que su alcance lumínico se verá reducido.

De lo anteriormente mencionado deducimos que es necesario contar con un equipo de elevada precisión, tal como lo es el faro-radar, que nos permita en una forma fácil y directa, verificar y localizar un determinado objetivo y que complementado con los actuales existentes, elevará el grado de seguridad de las rutas marítimas por muy traficadas o difíciles que sean.

2. Que debido al incremento paulatino del tráfico marítimo por nuestro mar territorial y en especial en la ruta de entrada al Golfo de Guayaquil, es que se la ha considerado como la zona a la cual se la debe dotar a ésta de un equipo que brinde una extremada seguridad a la navegación como es el caso del faro-radar.

Con la finalidad de lograr optimizar la cobertura del faro-radar y de aprovechar el servicio del faro que actualmente existe, se seleccionó a punta Chapoyas como el sitio donde debe instalarse dicho sistema.

3. Que por estar construido el Faro-radar, con alta tecnología electrónica, necesita de poco mantenimiento. Debido a sus dimensiones y estructura modular,

se puede hacer una fácil instalación en cualquier lugar, e incluso pueden equiparse las balizas con faro-radar, de tal forma que su posición e identi
dad pueden determinarse inequívocamente.

Debido a que el Faro-radar puede programarse para diferentes modos de operación, esto permitirá sa
tisfacer diferentes necesidades del usuario, y de
pendiendo del Modo de Operación programado su di
sipación media de potencia variará, teniendo como máximo 10 w.

4. Que el costo del equipo relativamente bajo, así -
como también el costo variante de acuerdo a una
de las diferentes alternativas de alimentación e
instalación que se seleccione, hace posible que
nuestro país tenga la posibilidad de beneficiarse
con este dispositivo de ayuda a la navegación -
construido con la alta tecnología de la electróni-
ca moderna.
5. Que es necesario que se lleve a efecto este proyec-
to en un futuro cercano, debido a la imperiosa ne-
cesidad de precautelar la seguridad de las naves
que transitan nuestro mar territorial y particular-
mente la ruta de entrada al Golfo de Guayaquil.

RECOMENDACIONES:

1. Debido a la gran importancia que constituye el Faro-radar como ayuda a la Navegación Marítima, se recomienda mejorar las vías de acceso al lugar donde estará instalado el Faro-radar para facilitar la instalación y mantenimiento del equipo.
2. Se recomienda además el cambio del faro actualmente instalado por un faro-eléctrico, de tal forma que complementado con la ayuda del faro-radar, elevaría el grado de seguridad a los navegantes, pues tendrían ayuda radio-eléctrica y lumínica.

En cuanto a la alimentación se sugiere utilizar la misma alimentación para ambos, teniendo presente que el panel de energía solar no será el mismo e n cuyo caso el panel será seleccionado de acuerdo a la carga que representen ambos equipos.

3. Debido a las grandes posibilidades de que en un tiempo corto, el sector esté dotado de energía eléctrica, se sugiere tomar la alimentación directamente de la red, manteniendo de emergencia el panel de energía solar en caso de algún corte de energía eléctrica.

A P E N D I C E

CODIGO MORSE

Debido a que el código morse es el usualmente empleado y es el que se lo considera en el desarrollo del presente trabajo, por lo que a continuación se muestra el alfabeto y numeración morse.

ALFABETO MORSE

A.-	J.---	R.-.
B-...	K-.-	S...
C-.-	L-...	U..-
D-..	M--	V....
E.	N-.	W.--
F...-	O---	X-...-
G--.	P,--.	Y-...-
H....	Q-...-	Z-...-

NUMERACION MORSE

1.----

2..---

3...--

4....-

5.....

6-.....

7.--

8---..

9-----

0-----

PERIODO .-.-.-

INTERROGACION ..-.-..

-.-.-

ESPERA .-....

FIN DE MENSAJE .

FIN DE TRANSMISION...-.-

B I B L I O G R A F I A

- 1.- TESIS DE GRADO " INSTALACION DE UN RA-
DIO-FARO MARITIMO EN LA ISLA SAN CRIS-
TOBAL-PROVINCIA DE GALAPAGOS".
ING. FREDDY VILLOAO Q.
- 2.- TESIS DE GRADO " INSTALACION DE UN SIS-
TEMA LORAN C., EN LAS AGUAS TERRITORIA
LES ECUATORIANAS, COBERTURA CONTINEN -
TAL E INSULAR ".
ING. CARLOS GUZMAN BUSTOS.
- 3.- REVISTA ERICSSON.
"THE AGA-ERICON, OPENS NEW HORIZONTS" .
MI/KM MORWINGIT HEDSTROM.
- 4.- LISTA DE FAROS DE LA REPUBLICA DEL ECUA
DOR .
INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA DEL
ECUADOR.
- 5.- ONDAS ELECTROMAGNETICAS Y SISTEMAS RADIAN
TES.
EDWARD C. JORDAN / KEITH G. BALMAIN.

- 6.- HAND BOOK OF CONICAL
ANTENAS AND SCATTERS
NEW YORK, GORDON & BREACH
- 7.- CONNOR F.
ANTENAS LONDONS, EDWARD ARNOLD 1972
- 8.- SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARITIMO
AISM-IALA.
INSTITUTO OCEANOGRAFICO DEL ECUADOR.