

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Fundada en 1551

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

E.A.P. DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Sistema de comunicaciones para planta industrial pesquera

TESIS para optar el Título Profesional de: INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR

HERNÁN FELIPE RÍOS MATUTE

ASESOR Ing. CARLOS HEREDIA REYES

LIMA – PERÚ 2004

..	1
RESUMEN .	3
1. INTRODUCCIÓN .	5
1.1 Métodos de Propagación .	7
1.2 El Ruido .	8
2. EL SISTEMA DE COMUNICACIONES .	11
2.1. Aspectos iniciales .	11
2.2. Diseño del Sistema .	13
2.2.1. Clasificación del Sistema: .	14
2.2.2. Sistema de Operación: .	14
2.2.3. Sistema de Comunicación .	16
2.2.4. La Propagación de la Onda de Superficie . .	21
2.2.5. Aspectos Fundamentales del Diseño del Sistema . .	23
2.3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO . .	39
2.3.1. Descripción del Panel de Control .	39
2.3.2. Forma de Operación Básica: .	43
2.3.3. Características del Equipo .	43
2.3.4. Procedimiento para una Radiocomunicación Marítima. .	45
2.3.5. Descripción del Sistema Radiante . .	45
2.4. MARCO NORMATIVO . .	49
2.4.1. Referencias a la Ley de Telecomunicaciones . .	49
2.4.2. Referencias al Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones:	51
2.5. Aspectos Finales .	57
2.5.1. Montaje y Sustentación de Antenas .	57
2.5.2. Instalación de la Antena .	58
2.5.3. Calibración Inicial con el AT-130 .	60

2.5.4. Perfil Técnico del Sistema .	60
2.5.5. Información Adicional . .	61
3. COSTO DEL SISTEMA .	65
3.1. Costo de los Equipos .	65
3.2. Costo de las Autorizaciones y Canon .	66
3.3. Costos Anuales .	66
3.4. Análisis de la Realidad Actual .	66
CONCLUSIONES . .	69
BIBLIOGRAFÍA .	71

DEDICATORIA Dedico muy especialmente este trabajo a mis tres Madres María, a mi señor Padre y a mi hermano, Que sin sus valiosas colaboraciones y apoyo no hubiera sido Posible la realización del mismo.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema de comunicaciones para una planta industrial pesquera, que permita mantener un flujo de información entre las operaciones de pesca en alta mar y las operaciones de procesamiento en la planta en tierra, preservando sobre todo la seguridad en alta mar, a través de un adecuado método se optimizara las operaciones industriales de forma eficaz y competitiva.

Se consideran los últimos métodos de diseño de sistemas de comunicaciones para este tipo de comunicaciones dadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, y adecuado a la actual Ley de Telecomunicaciones, su Reglamento y al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

En todo momento se a tomado en cuenta la contrastación con la realidad, ya que este elemento es el que nos permitirá que el presente trabajo sea realizable en la practica.

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del presente trabajo es diseñar un sistema de comunicaciones para una planta industrial pesquera, que permita mantener un flujo de información entre las operaciones extractivas del recurso pesquero (proceso de pesca en alta mar) y las operaciones de procesamiento de dicho recurso (en la planta, en tierra), los cuales a través de un adecuado método permitirán optimizar las operaciones industriales de forma eficaz y competitiva.

Descripción del Sistema de Comunicaciones Actual

Las embarcaciones que realizan el proceso de extracción del recurso pesquero en alta mar, deben comunicarse eficientemente con tierra, para lo cual hacen uso de un sistema de comunicaciones que los mantiene unidos hasta que llegan a la planta industrial donde se procesa la materia prima que ellos han extraído.

En la citada planta en cuestión se tiene un sistema antiguo de comunicaciones en la cual se presenta problemas para el mantenimiento de los equipos que conforman el sistema de radio dada su antigüedad, y la dificultad para obtener los repuestos para dicho sistema (Transmisor, receptores, accesorios, etc.), (antigüedad mayor a 15 años).

Concepción del sistema no orientado a la realidad actual, debido a la variación que a sufrido el sistema original desde su concepción hasta nuestros tiempos (muchos factores han cambiado desde su puesta en uso, factores climáticos, operativos, normativas técnicas actuales, etc.).

Debido a las condiciones atmosféricas presentes en el lugar de operaciones (en

contacto con atmósfera marina) se presenta corrosión de estructuras metálicas que conforman la infraestructura del sistema (torres, soportes uniones, etc.), considerando además el tiempo de antigüedad del sistema.

Con lo cual se tiene como características finales lo siguiente:

- Operación no constante del sistema de comunicaciones debido a fallas.
- Pérdida de confiabilidad y eficiencia del sistema de comunicaciones.
- Deterioro del sistema por las condiciones atmosféricas.
- No se obtiene un servicio adecuado para las necesidades actuales.

b. La empresa corresponde a una planta industrial pesquera de tamaño mediana con un volumen de producción de 1,500 Tm/diarias (Toneladas métricas diarias) de Harina de Pescado, teniendo como dato que las empresas grandes tienen un volumen de producción de 8,000 Tm/diarias, se debe tener en cuenta que para obtener 1 Tm de harina de pescado se requieren 4,3 Tm de pescado, además la citada planta tiene una flota 30 embarcaciones de diferente capacidad de bodega(entre 30 Tm a 100 Tm) por lo cual se justifica ampliamente la realización del citado proyecto.

c. Solución del Problema:

Según el diseño de investigación científica tendremos lo siguiente:

Teniendo en cuenta la naturaleza del problema descrito en los puntos a y b arriba mencionados, y dando una hipótesis de solución en concordancia a las bases teóricas y los objetivos trazados que son lograr tener un sistema de comunicaciones cien por ciento operativo, confiable, moderno y adecuado a la realidad actual, dado que en 15 años las condiciones técnicas y legales han cambiado; se debe solucionar el problema teniendo en cuenta las variables del sistema y finalmente haciendo el ultimo paso de la investigación científica que es la contrastación con la realidad.

Por lo tanto se tendrá como consecuencia un sistema actualizado de comunicaciones para planta industrial pesquera, que se diseña de acuerdo al esquema básico de la investigación científica.

La hipótesis de solución se basa en aplicar los conocimientos teóricos para el diseño de un nuevo sistema que termine por solucionar los problemas arriba mencionados y que además contemple equipamiento actualizado de acuerdo a la tecnología existente actualmente en la Radiocomunicación, con esto se soluciona la falta de repuestos del antiguo sistema de Radio, para el adecuado mantenimiento, pero el hecho de cambiar el equipo debe responder a una nueva concepción adecuada a un nuevo sistema de comunicaciones, acorde con las condiciones vigentes y que cumpla con las recomendaciones actuales de la UIT-R (Unión Internacional de Telecomunicaciones área de Radiocomunicaciones), con lo cual se enmarca dentro de las disposiciones técnicas en materia de telecomunicaciones internacionales vigentes, además se debe adecuar a la Ley de Telecomunicaciones, su Reglamento y al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias vigentes a la fecha, dando por fin un modelo de solución para que no solamente la empresa en cuestión sino otras varias que presenten similares características puedan hacer uso del presente trabajo.

1.1 Métodos de Propagación

Las ondas de radio desde el punto de vista del modo de propagación, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a) Onda de Superficie
- b) Onda Ionosférica
- c) Onda Directa (Espacial)
- d) Onda de Dispersión

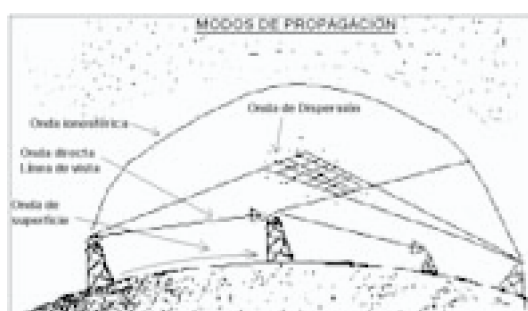


FIGURA 1. MODOS DE PROPAGACIÓN

a) Onda de Superficie

Se propaga por la superficie terrestre, aprovechando la conductividad de la tierra, a mayor conductividad, más alcance, es propicio para las comunicaciones marinas, servicio de radiodifusión sonora, predomina la polarización vertical, empleada en la banda de baja frecuencia (L.F.), y frecuencia media (M.F.), depende de tres parámetros: frecuencia, propiedades eléctricas del suelo, polarización de la onda (debe ser vertical).

b) Onda Ionosférica

Se usa para comunicaciones punto a punto, a grandes distancias, utiliza las capas ionosféricas D, E, y F, de día son bombardeadas por radiaciones solares, radiaciones gamma que cargan a la ionosfera, se comporta como un espejo para determinadas frecuencias cubre toda la tierra por saltos, usada por radioaficionados en la banda de alta frecuencia (H.F.), La ionosfera permite comunicaciones principalmente en la banda de 3 a 30 Mhz. Sin embargo también permite la propagación de las ondas de frecuencias medias de 150 a 1600 Khz, siendo esta propagación más importante por la noche dado que la absorción diurna es muy elevada. Para el caso de frecuencias de VHF hacia arriba estas atraviesan la ionosfera. Sin embargo por el fenómeno de dispersión y bajo ciertas condiciones estas se pueden propagar en la ionosfera, principalmente la capa E esporádica.

c) Onda Directa (Espacial)

Se propaga en la atmósfera a través de la capa llamada troposfera (hasta 9,6 Kilómetros), en esta capa se dan todos los fenómenos climatológicos, atmosféricos, que

afectan este tipo de propagación. Se propaga por línea de vista un poco mas de lo que es el alcance de las antenas no mayor a 60 Kms por la curvatura de la tierra. Entre los problemas que presenta es la presencia de ondas reflejadas, Este tipo de propagación se usa principalmente para la radiodifusión sonora, televisión y servicios móviles, empleada en la banda de muy alta frecuencia (VHF).

d) Onda de Dispersión

La dispersión es la difusión de ondas electromagnéticas en forma aleatoria, es posible utilizarla debido a las masas de aire, permite captar la señal a grandes distancias. Existen 3 tipos de Dispersión: Troposférica, Ionosférica y de meteoros. Se debe a fenómenos de la Atmósfera, no es un sistema para hacer diseños.

d.1) Dispersión Troposférica

La propagación de las ondas de radio son a través de la troposfera con un techo de 11 Kilómetros aproximadamente, puede transmitir cualquier frecuencia, se puede cubrir grandes distancias.

d.2) Dispersión Ionosférica

Se utiliza la capa E baja de la Ionosfera, igual para dispersar las ondas electromagnéticas, también se logra cubrir grandes distancias (0,950 a 2000 kilómetros en frecuencias de 25 Mhz a 100 Mhz), la deficiencia es que se necesita transmisores de alta potencia.

d.3) Dispersión de Meteoros

Forma de propagación dispersa en que los trazos de esta se utilizan, es aleatoria, distancia 400 a 2000 Kilómetros en frecuencias de 30 Mhz a 50 Mhz, se utilizan transmisores promedio de 1 Kilowatt.

1.2 El Ruido

Elemento importante, en las telecomunicaciones que determina la calidad de la señal, para nuestros fines específicos detallaremos el ruido radioeléctrico.

Ruido Radioeléctrico. Son los factores que intervienen en la distorsión de una señal radioeléctrica, es la perturbación radioeléctrica que interfiere perjudicialmente a las señales de radiocomunicación y radiodifusión y pueden ser:

Ruido Interno. Aparece en el receptor depende de la calidad y costo del receptor

Ruido Externo. puede ser cósmico, galáctico, solar, atmosférico, industrial, según la naturaleza hay dos tipos:

a) De impulsos. Sus fases y amplitudes siguen una ley correlativa, por ejemplo: la ignición de motores.

b) De fluctuaciones. Es de naturaleza aleatoria, por ejemplo: el ruido cósmico o atmosférico.

Ruido Atmosférico. Son producidos por los fenómenos atmosféricos como relámpagos, truenos, rayos y en las zonas tropicales valores que afectan las bandas inferiores hasta 30 Mhz, en la banda de 2 a 3 Mhz es superado por el ruido industrial (hecho por el hombre).

Ruido Cósmico y Solar. El ruido Cósmico es producido por constelaciones y estrellas, afectan desde 10 Mhz hasta unos miles de Megahertz. El principio de la astronomía es en función del ruido cósmico y solar afecta desde 600 Mhz a 2 Ghz.

El ruido Solar se presenta en los eclipses solares llegando a desvanecer las comunicaciones de VHF.

Ruido Industrial (Hecho por el Hombre). Se presenta con mayor intensidad en las grandes ciudades, es producto de procesos realizados por el hombre como la producción, el transporte, etc., entre los mas comunes tenemos a los motores eléctricos con un alcance típico de 200 metros, los automóviles con 500 metros, los aviones con 1 kilómetro de alcance y las líneas de alta tensión con 1 a mas kilómetros de alcance típico.

Ruido Térmico. Se produce por la agitación de los electrones libres en los conductores y semiconductores (Ruido Jhonson)

$$P = k T B$$

P: potencia del ruido térmico en watts

K: constante de Boltzman = 1.38×10^{-23} J/°K

B: ancho de banda del sistema en hertz

T: temperatura absoluta en grados kelvin (°K)

Influye este ruido en las altas frecuencias.

Ruido Propio del Receptor. Esta en función directa al diseño, tecnología y costo del equipo, principalmente.

2. EL SISTEMA DE COMUNICACIONES

2.1. Aspectos iniciales

De lo explicado líneas atrás en la Introducción en la cual se presentaba el problema de diseñar un nuevo sistema de radiocomunicación móvil marítimo, para reemplazar al ya existente; se deben plantear una serie de requerimientos que nos expliquen los objetivos del presente trabajo es decir la misión:

1) Diseñar un sistema que nos permita con la tecnología actual tener una cobertura del servicio mejor a la que teníamos.

2) Colocar un equipamiento óptimo, es decir con la tecnología actual, logrando con ello una gran confiabilidad del sistema, teniendo en cuenta por sobre todo la contrastación con la realidad ya que se debe tener presente que el sistema no debe entrar en costos desproporcionados con respecto a la realidad de la empresa.

3) Finalmente conociendo los factores anteriores lograr el diseño de un moderno sistema que cumpla con las normas de la UIT-R, ex CCI-R, adecuado a la actual Ley de Telecomunicaciones, su Reglamento y al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

Luego de fijar claramente nuestros objetivos vamos a analizar cada uno de ellos y la manera de conseguirlos.

a) Para el primer objetivo debemos tener presente la banda de frecuencias en la que vamos a operar.

El antiguo sistema operaba en la banda 6 o frecuencia media, debemos considerar que existen varias bandas de frecuencia en la que podemos realizar el sistema de radiocomunicación móvil:

a.1) Las frecuencias mas bajas, debajo de los 300Khz (muy baja frecuencia y baja frecuencia (VLF-LF)), se usa en comunicaciones de rango muy largo, requieren transmisores de potencia muy alta. En este rango de frecuencia la propagación es sobre el mundo entero (salto de longitud de onda métrica), por lo tanto se puede asignar básicamente una vez (es decir no se puede asignar en otra parte del mundo).

a.2) La banda de frecuencia media (MF), comprendidas entre 300 y 3,000Khz, se ocupan para la radiodifusión y radiocomunicación su efectividad durante el día esta dentro del rango de cientos de kilómetros, es muy estable, su propagación básica es por onda de superficie.

a.3) La banda de alta frecuencia (HF), comprendida entre los 3 a 30 Mhz. Es la banda de ondas cortas, su propagación en distancias largas se hace mediante una o más reflexiones de la capa ionosférica y por lo tanto varía conforme la ionosfera varia con las manchas solares y la hora del día.

a.4) La banda de muy alta frecuencia (VHF), comprendida entre 30 a 300 Mhz, la distancia de propagación se limita aproximadamente a 50 hasta 150 Kilómetros (línea de vista), para aumentar la distancia es necesario instalar repetidoras.

Analizando estas tres bandas de frecuencias podemos mencionar lo siguiente:

Teniendo en consideración que el sistema anterior operaba en la banda 6 (frecuencia media), tenemos que señalar que si diseñamos el sistema para operar en las bandas (4-VLF o 5-LF) se lograría una cobertura mayor pero tendríamos problemas en la asignación de frecuencias, la banda de alta frecuencia (HF) podría ser otra elección pero esta no es estable ya que varia con las manchas solares y la hora del día, además por reflejarse en la ionosfera posee zona de silencio entre el punto transmisor y el punto de recepción, y finalmente la banda de muy alta frecuencia es improcedente ya que su alcance (línea de vista) es mucho menor que el alcance que tenia el sistema anterior, para nuestras finalidades no nos proporciona ninguna ventaja ya que es crucial el alcance para que todas las embarcaciones estén comunicadas, esta es la principal prioridad de nuestro sistema en alta mar. Por lo tanto la elección de la frecuencia de trabajo debe estar comprendida en la banda 6 o frecuencia media entre los 300 a 3000Khz, siendo el modo de propagación la onda de superficie que se favorece enormemente dado que la superficie, es el agua de mar con lo cual el alcance se incrementa este modo de propagación es el adecuado para la radiocomunicación móvil marina de largo alcance.

b) Para el segundo objetivo es de cumplimiento obligatorio revisar la relación actualizada de equipos homologados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que se encuentra en su respectiva pagina Web (www.mtc.gob.pe/) requisito indispensable para obtener las autorizaciones, licencias y permisos necesarios, debiendo primero elegir el equipo según el tipo de uso, en este caso radiocomunicación privada,

específicamente radiocomunicación móvil marítima, para luego elegir el equipo según la banda de frecuencia de operación esta elección se realizó líneas arriba (Punto a), se debe mencionar que en esta relación de equipos homologados se presenta una diversidad de equipos, marcas y modelos; el siguiente paso era obtener los respectivos manuales del fabricante para obtener sus principales características técnicas, para luego hacer un análisis y así realizar la selección mas adecuada, sobre las características técnicas se verán luego en el subtítulo 2.3 Infraestructura y equipo, aquí solo estamos analizando los objetivos del trabajo.

c) Para lograr el tercer objetivo debemos centrarnos primero que este se trata de un sistema de radiocomunicación móvil marítimo para poder enmarcarlo dentro de su marco normativo legal, ya que si no se comenzara por ahí se puede hacer cualquier diseño pero este no se podría realizar en la práctica ya que la Ley de Telecomunicaciones no lo contemplaría por eso es fundamental definir el tipo de servicio que estamos prestando, esto nos sirvió mucho ya que para elegir el tipo de equipo dentro de la relación de equipos homologados del Ministerio de Transportes y Comunicaciones si no teníamos una idea clara del tipo de servicio (radiocomunicación privada), se haría una gran confusión. La ampliación de este punto se da en el Subtítulo 2.4-Marco Normativo en el cual se define claramente todo lo relativo a la parte de la actual Ley de Telecomunicaciones que es un punto de medular importancia para la realización del trabajo.

Sobre la forma de diseño del presente sistema se debe recurrir fundamentalmente a las recomendaciones de la UIT-R, ex CCIR para hacerlo acorde con las más recientes investigaciones científicas sobre esta materia, para que el trabajo sea impecablemente actual en el plano técnico y científico, que es lo que queremos.

2.2. Diseño del Sistema

Un sistema de radiocomunicaciones esta conformado básicamente por un modulador (traductor), una unidad amplificadora, una unidad transmisora tal como muestra la figura 2. El conjunto de estas unidades se ubican simétricamente a cada lado de los puntos de comunicación (origen-destino), para poder establecer comunicaciones simultáneas al mismo tiempo. Antes que nada hay que convertir la energía que contiene la información a una forma eléctrica, para así producir una señal electrónica de información. Esto se logra por medio de un traductor adecuado, término que se da generalmente a cualquier dispositivo que convierte una forma de energía a otras.

En la práctica, los sistemas requieren de dispositivos dispuestos en circuitos específicos como multiplexores, discriminadores, moduladores, demoduladores, mezcladores, oscilador local, amplificadores, receptores, accesorios alimentadores, filtros, branching, alimentadores, acopladores y antena, para tratar que la señal radioeléctrica mantenga su nivel aceptable en las diferentes etapas y elevar la fuerza de la señal electrónica.

En un sistema de radio se requiere un transmisor en el punto de origen de la comunicación para enviar inalámbricamente la señal radioeléctrica a velocidad de la luz.

En el punto de destino se requiere de un receptor para recobrar la señal antes de poder aplicarla. En este punto, es importante hacer notar que en ambos sistemas, el ruido eléctrico producirá interferencia produciéndose distorsión de la señal original. Estos defectos indeseables deberán minimizarse al diseñar un sistema.



FIGURA 2. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN

La radiocomunicación y en particular los sistemas de radio mono canal o radio móvil general presentan diversos aspectos que trataremos a continuación:

2.2.1. Clasificación del Sistema:

a) Radio móvil marítimo: Comunicaciones entre barcos o entre barco y tierra. El propósito de comunicación: Seguridad de navegación, servicio de puertos y servicio de teléfono público.

b) Sistema de radio móvil aeronáutico: Comunicación entre aire y tierra o entre aire y aire. El propósito principal es la seguridad de la aviación.

c) Sistema de radio móvil de tierra: Comunicación entre la base y el móvil o entre móvil y móvil. El propósito de la comunicación es para uso privado, comunicación pública, servicio público, comunicación de prensa, transporte terrestre, etc.

2.2.2. Sistema de Operación:

La información es enviada sólo de un emisor a un receptor. Pertenecen a este sistema la radiodifusión, la radio búsqueda (pocket bell) y la radio multi-destino. Se clasifica de la siguiente manera:

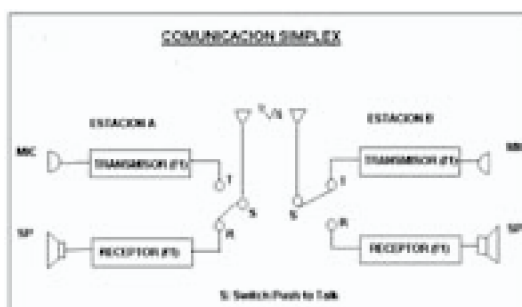


FIGURA 3. COMUNICACIÓN SIMPLEX

2.2.2.1. Símplex:

Las dos estaciones opuestas conversan entre ellas por turnos. Este sistema de comunicación es llamado sistema push-to-talk. En este sistema, se usa una frecuencia entre dos estaciones, y las características son como sigue:

- a) La conmutación de la transmisión y recepción es hecha mediante el switch push-to-talk.
- b) Se usa una antena común para transmisión y recepción.
- c) El consumo de potencia es bajo.
- d) La comunicación entre estaciones móviles es posible independientemente de la ubicación de la estación base.

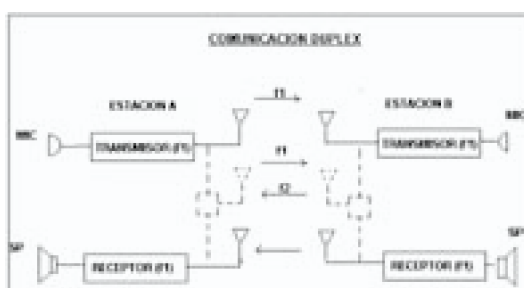


FIGURA 4. COMUNICACIÓN DUPLEX

2.2.2.2. Duplex:

En este sistema la conversación es llevada a cabo en forma simultánea entre las dos estaciones de radio, tal como un teléfono ordinario.

En este sistema se cuenta con dos frecuencias, una para transmisión y otra para recepción. Las ventajas son las siguientes:

- a) Este sistema puede usarse para el sistema de teléfono móvil.
- b) Si existen otros sistemas móviles en la misma área de servicio, se puede eliminar la interferencia mutua adoptando una apropiada separación entre frecuencias de transmisión y recepción.

Las desventajas son las siguientes:

- a) Para el relevo de los enlaces, se necesitan muchas frecuencias y equipos.
- b) Se necesitan dos antenas, una para transmisión y otra para recepción, o un dúplexor de antena para un transmisor - receptor.
- c) Para una estación móvil, se necesita una fuente de alimentación de gran capacidad.

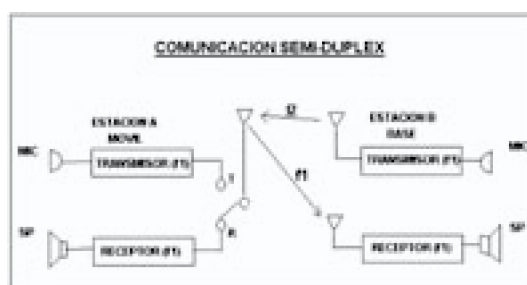


FIGURA 5. COMUNICACIÓN SEMI-DUPLEX

2.2.2.3. Semi-Duplex:

Como se muestra en la figura 5, en este sistema se utilizan dos frecuencias, una para transmisión, y otra para recepción. La estación (A) se emplea como móvil, ya que el subsistema de antena puede hacerse fácilmente y el consumo de potencia es bajo. La estación (B) se usa como estación fija.

2.2.3. Sistema de Comunicación

2.2.3.1. Tipo de Modulación.

Puede usarse: modulación de amplitud (AM), modulación de banda lateral única (SSB), modulación de frecuencia (FM), y modulación de fase (PM).

Modulación de Amplitud (A.M.)

Es el modo más común de transmisión de voz entre las emisoras de radio en Onda Larga, Media y Corta. Como su nombre lo indica este método de modulación utiliza la amplitud de onda para transportar la señal de audio. Como muestra la figura 6, la variación en la amplitud de la señal es resultado de la señal de audio.

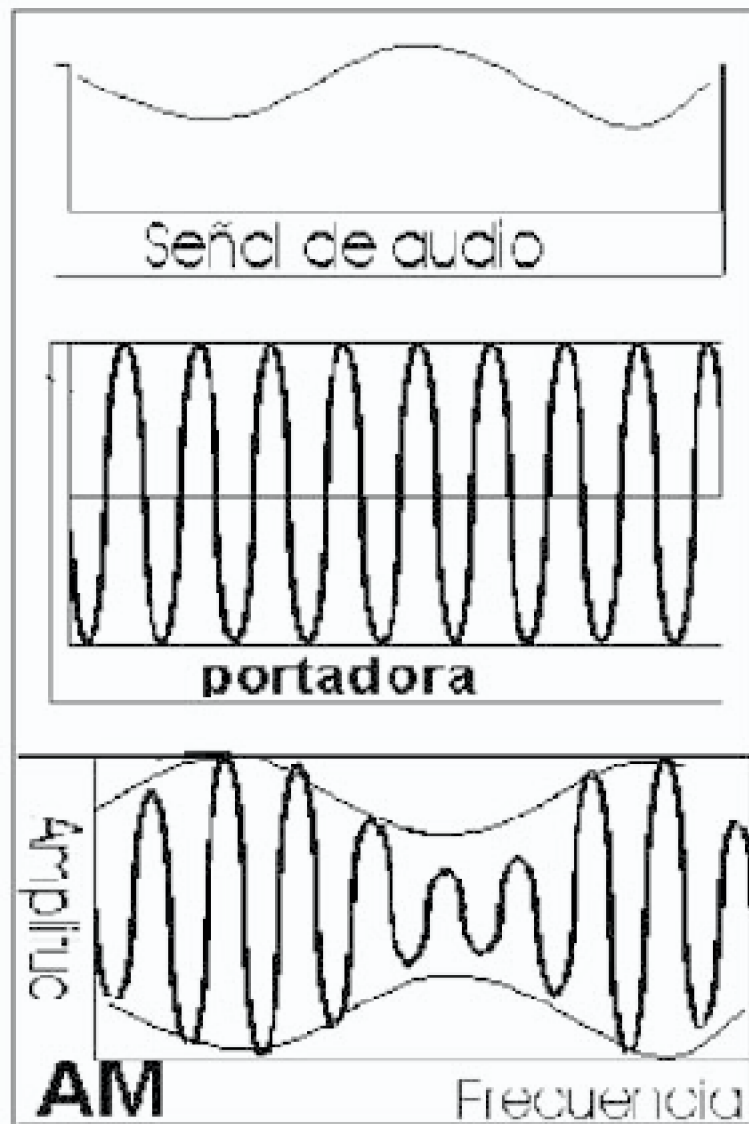


FIGURA 6. MODULACIÓN AM

Frecuencia Modulada (F.M.)

Es el modo utilizado por las emisoras en VHF, canales de TV y muchos “transceptores” portátiles (Walkie_talkie, handy). Modular en FM es variar la frecuencia de la portadora al “ritmo” de la información (audio), lo cual significa que en una señal de F.M., la amplitud y la fase de la señal permanecen constante y la frecuencia cambia en función de los cambios amplitud y frecuencia de la señal que se desea transmitir (audio).

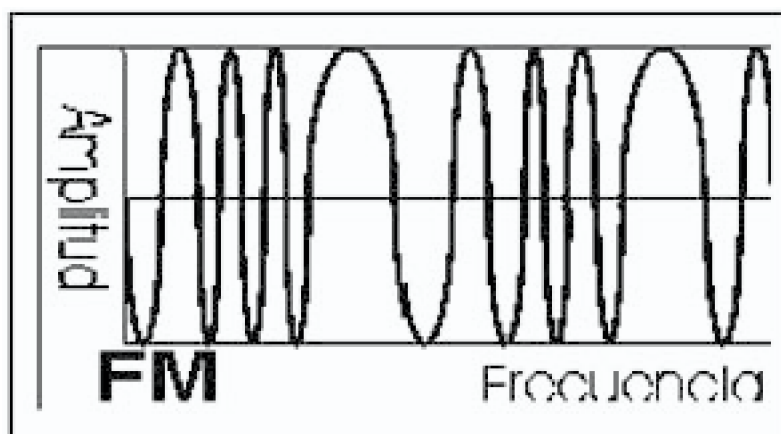


FIGURA 7. MODULACIÓN FM

Banda Lateral Única (SSB - Single Side Band)

En una señal de A.M. existen 3 elementos: la señal portadora y 2 “bandas laterales” que contienen la información (audio) por eso también es conocida como “BLD - Banda Lateral Doble”, o DSB (Double Sideband).

La modulación en BLU o SSB consiste en la supresión de la portadora y una de las bandas laterales con lo cual se transmite solo una banda lateral conteniendo toda la información (ver figura 8). Una vez captada la señal BLU en el receptor, éste reinserta la portadora para poder demodular la señal y transformarla en audio de nuevo.

La ventaja de este sistema sobre la A.M. es su menor ancho de banda requerido; ya que una señal de A.M. transporta 2 bandas laterales y el BLU solo una, por ejemplo una señal que en A.M. requiere 10Khz de ancho de banda, en BLU necesitara de más o menos 5Khz. Además al no requerir portadora. Toda la potencia de transmisión se puede aplicar a una sola banda lateral, lo cual a hecho de este sistema el más popular entre los radioaficionados (los cuales tienen licencias que limitan la potencia de transmisión de sus equipos) y servicios utilitarios de onda corta y media.

Hay que aclarar que existen variantes de este modo de transmisión según las bandas que se supriman:

- Banda Lateral Superior (USB): cuando es suprimida la portadora y la banda lateral inferior.
- Banda Lateral Inferior (LSB): cuando es suprimida la portadora y la banda lateral superior.
- Banda Lateral con Portadora Suprimida: cuando solo se suprime la portadora (SSB-SC, Single Sideband Supressed carrier).

2.2.3.1.1.Consideraciones sobre la Modulación de Banda Lateral Unica (BLU):

Una señal de banda lateral única puede ser descrita como señal de audio elevada (o trasladada) a la frecuencia de radio que se desea. El proceso de traslación puede no dar

por resultado la inversión de las componentes de audiofrecuencia de la señal, dependiendo de la banda lateral elegida (ver figura 8, espectro del traductor). Por ejemplo, un solo tono de audio de 2,000Hz debe ser trasladado o convertido dentro de la señal de BLU a la región de 455KHz, el tono es amplificado y aplicado a una entrada del paso “traductor” (denominado usualmente modulador equilibrado). Es aplicada una portadora de radiofrecuencia al otro terminal de entrada del modulador. En este ejemplo la frecuencia de la portadora es 455KHz. El proceso de traslación tiene lugar en el modulador equilibrado creándose dos bandas laterales situadas respectivamente a uno y otro lado de la portadora, y separadas de ella por la frecuencia de modulación. Dentro del modulador existen, pues 4 señales: la señal de audio de 2,000 hertzios (2KHz), la banda lateral inferior ($455-2=453\text{KHz}$), la portadora (455KHz) y la banda lateral superior ($455+2=457\text{KHz}$). Naturalmente, la portadora ha sido generada por el oscilador local, y las dos bandas laterales son producto del proceso de mezcla que tiene lugar entre la señal audio y la portadora.

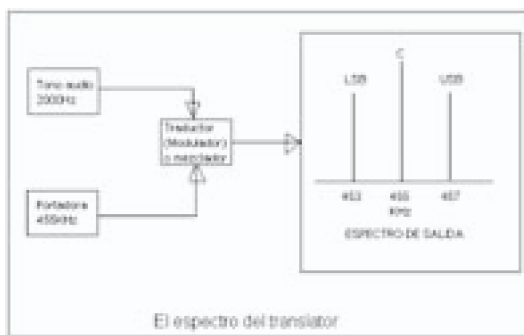


FIGURA 8. ESPECTRO DEL TRANSLATOR

El modulador equilibrado se proyecta ordinariamente para equilibrar (o cancelar) la señal portadora en gran parte, dejando que aparezcan en el circuito de salida únicamente las dos bandas laterales y la señal de audio. Algunos moduladores también suprimen la señal de audio. Así queda realizado parte del proceso de creación de una señal de BLU. Las componentes de alta frecuencia de la señal de salida del modulador equilibrado comprenden una doble banda lateral con señal portadora suprimida. Para crear una señal de BLU falta aún eliminar una de las bandas laterales y reducir a proporciones muy pequeñas cualquier vestigio de la portadora que haya podido pasar por el paso de modulador equilibrado. Esta función la realiza un filtro de banda lateral. En la salida del filtro está la señal de BLU deseada. La banda de paso del filtro debe ser del ancho estrictamente preciso para que deje pasar la información sin que pase la onda portadora o la banda lateral no deseada. Para comunicaciones en fonía estos filtros dejan pasar usualmente una banda de radiofrecuencias de 2 a 3KHz de anchura aproximadamente.

2.2.3.1.2. Ganancia de Potencia en BLU con Respecto a la Amplitud Modulada(AM):

La banda lateral única es una forma muy eficiente de transmisión de la voz por radio. La extensión del espectro de radiofrecuencia ocupado puede no ser mayor que el margen de frecuencia de la señal de audio vocal transmitida, mientras otras formas de transmisión

por radio requieren una extensión del espectro de 2 a 7 veces mayor. La potencia r.f. de la señal BLU transmitida es directamente proporcional a la potencia de la señal de audio original y no se transmite una portadora intensa. Excepto una portadora piloto débil presente en algunas aplicaciones comerciales, no hay salida de r.f. cuando no hay entrada de audio.

La potencia nominal de salida del transmisor BLU se da en potencia de cresta de envolvente (PCE o PEP), que se puede definir como potencia eficaz en la cresta de la envolvente de modulación. La potencia de cresta de envolvente de una señal convencional modulada en amplitud a 100% es cuatro veces la potencia de la portadora. La entrada media de potencia en un transmisor BLU es pues una pequeña fracción de la entrada de potencia de un transmisor convencional modulado en amplitud de la misma potencia nominal.

La banda lateral única es muy adecuada para comunicaciones a larga distancia a causa de su economía de espectro y de potencia y de que es menos susceptible a los efectos de desvanecimiento selectivo y de interferencia de modulación de amplitud. Las principales ventajas de la BLU son consecuencia de la eliminación de la portadora de alta energía y de la ulterior reducción de la potencia de banda lateral que permiten mejor comunicación por BLU en condiciones desfavorables de propagación.

En la presencia de interferencia de banda estrecha de origen artificial, la menor anchura de banda en BLU reduce la probabilidad de efectos destructivos. Un estudio estadístico de la distribución de señales en el aire en función de la intensidad de la señal demuestra la probabilidad de obtener una comunicación satisfactoria si la potencia BLU es igual a la mitad de la potencia de una de las dos bandas laterales de A.M. Así, en BLU se puede obtener una mejora de 0 a 9 dB en diversas condiciones cuando la potencia total de banda lateral es igual en BLU y A.M.. En general, se puede admitir que se obtendrán 3dB de los 9 de posible ventaja en condiciones medias de propagación. En este caso la potencia BLU necesaria en condiciones equivalentes de funcionamiento es igual a la potencia requerida en una de las bandas laterales de A.M.. Por ejemplo, la potencia nominal sería 100W en BLU y de 400W (portadora) en un transmisor de A.M., suponiendo que la anchura de banda del receptor sea suficiente en los dos casos para aceptar la información transmitida.

Para facilitar la evaluación son de utilidad las siguientes consideraciones. En una modulación de amplitud convencional se transmiten dos bandas laterales, cada una de las cuales tiene una potencia de cresta de envolvente igual a $\frac{1}{4}$ de la potencia de portadora. Por ejemplo, una señal de A.M. de 100 vatios tendrá una potencia de cresta de envolvente de 25 vatios en cada banda lateral, o sea un total de 50 vatios. Cuando el receptor detecta esta señal, las tensiones de las dos bandas laterales se suman. La tensión de salida del detector es, pues, equivalente a la señal BLU de 100 vatios. Este método de comparación muestra que un transmisor BLU de 100 vatios equivale exactamente a un transmisor A.M. de 100 vatios. La suposición solo es válida cuando la anchura de banda del receptor BLU utilizado sea la misma que la necesaria para modulación en amplitud (es decir 6 Kilohercios), cuando no hay ruido ni interferencia, excepto el ruido de banda ancha, y cuando la señal de A.M. no se degrada por la propagación. Utilizando la mitad de la anchura de banda para recepción BLU (3

Kilohertzios) el ruido se reduce a 3dB por lo que la señal de BLU de 100 vatios resulta equivalente a una señal portadora de A.M. de 200 vatios. También es posible que la señal de A.M. sea degradada otros 3 dB debido a la interferencia de banda estrecha y a malas condiciones de propagación, confiriendo posible ganancia de potencia de 4 a 1 a la señal de BLU.

Obsérvese que la relación señal/ruido de 3dB se pierde cuando se recibe sólo una banda lateral de la señal de A.M.. El estrechamiento de la banda de recepción reduce el ruido en 3dB, pero la ganancia de 6 dB de la detección se pierde, resultando en definitiva una pérdida de 3dB. Sin embargo la mala propagación degradará esta recepción de “una banda lateral” de una señal de A.M. menos que la recepción de doble banda lateral. Además, en condiciones severas de interferencia de banda estrecha (fuerte señal adyacente) la posibilidad de suprimir toda interferencia a un lado de la portadora supone una gran ventaja.

2.2.3.1.3. Ventaja de la BLU en lo que Respecta al “Fading” (Desvanecimiento) Selectivo:

En los circuitos de comunicación a larga distancia por A.M., el “fading” (desvanecimiento) selectivo suele ser causa de severa distorsión y hace a veces que la señal sea ininteligible. Cuando una de las bandas laterales es mas débil que la otra, se origina distorsión; pero cuando la portadora se debilita y las bandas laterales son fuertes, la distorsión es extremadamente severa y la señal puede sonar como “charla de monos”. Para evitarlo es necesario que la amplitud de la portadora sea por lo menos doble que la de cualquiera de las bandas laterales a fin de demodular correctamente la señal. Para ello se puede hacer uso de la recepción de portadora exaltada en que es amplificada por separado y luego reinsertada antes de demodular o detectar la señal. Esto es muy conveniente, pero la portadora reinsertada debe ser casi de la misma fase que la portadora original. Por ejemplo, si la portadora reinsertada estuviese desfasada 90° con la original, La señal de A.M., se convertiría en señal de modulación de fase y el detector A.M. usual no daría salida.

En recepción de BLU no tiene importancia la fase de la portadora reinsertada ya que utilizando una portadora reinsertada fuerte se obtiene realmente la recepción de portadora exaltada. El desvanecimiento selectivo con una banda lateral cambia simplemente la amplitud y la respuesta de frecuencia del sistema y raras veces hace que la señal sea ininteligible. Por esto las técnicas de recepción que se utilizan con BLU reducen considerablemente la distorsión debida al desvanecimiento selectivo.

2.2.4. La Propagación de la Onda de Superficie

Las ondas electromagnéticas que se propagan por la superficie de la tierra y que no han sido reflejada por la ionosfera dependen de tres parámetros:

- a) Frecuencia
- b) Propiedades eléctricas del suelo

c) Polarización de la onda

Si conocemos estos tres parámetros es fácil hacer un enlace en la práctica, lo conocido es la frecuencia y la polarización que debe ser vertical, en cuanto a las propiedades eléctricas del suelo en este caso estamos hablando del agua de mar.

Las propiedades eléctricas del suelo tienen tres parámetros:

- Permeabilidad relativa μ
- Conductividad σ
- Constante dieléctrica ϵ

La permeabilidad relaciona los otros dos parámetros.

En la práctica la conductividad es fundamental.

La constante dieléctrica ϵ y la conductividad σ , varía proporcionalmente entre ellas. En frecuencias mayores a 10 Mhz. La superficie de la tierra se comporta como un dieléctrico. Y a frecuencias menores a 0,1 Mhz la superficie de la tierra se comporta como un conductor.

La superficie de la tierra reacciona de esta manera ante la frecuencia, la onda se propaga en frecuencias bajas.

Para el agua de mar tenemos una conductividad suelo de 5 S/m y la constante dieléctrica es de 70.

Respecto a la polarización de la onda, esta deberá ser vertical, debido a que la tierra conductora elimina la propagación de las ondas horizontales, en cambio la polarización vertical origina corrientes inducidas que refuerzan la onda de superficie una característica de esto es que la onda que se traslada por la superficie de la tierra, es igual al doble de la propagación espacial. Las ondas de más baja frecuencia son las que tienen mayor profundidad de penetración en el suelo, esto es producido por la conductividad de la tierra, la profundidad de penetración está dado por estratos verticales y horizontales, siendo los verticales los que determinan la profundidad de penetración de la onda de superficie.

Las frecuencias bajas en onda media cubren más que las frecuencias altas por la característica de la tierra.

Entonces se concluye que a mayor penetración más cobertura y a mayor conductividad más cobertura.

Para el cálculo de propagación de la onda de superficie se debe tener en cuenta la curvatura de la tierra y los efectos de difracción, para esto se utiliza la recomendación 368.

Luego de estos aspectos básicos tratados anteriormente vamos a partir desde los objetivos anteriormente planteados para iniciar el diseño en sí del sistema:

Primeramente nombraremos cual es la situación del sistema de comunicaciones actual:

- Sistema antiguo y poco confiable por tener una antigüedad mayor a 15 años sus características técnicas son las siguientes:

- a) sistema análogo de sintonía.
- b) opera en banda de frecuencia media.
- c) modo de operación: Banda lateral única, la mayoría de sus embarcaciones que han renovado equipo cuenta con banda lateral única.
- d) por la falta de repuestos para la estación madre sufre interrupciones.
- e) diseñado bajo técnicas de planificación antiguas.
- f) sistema de canales de voz: Típico sistema de banda marina de gran alcance donde se utiliza principalmente para comunicación privada, dando seguridad en la navegación.

2.2.5. Aspectos Fundamentales del Diseño del Sistema

Para el diseño del sistema se deberán considerar los siguientes aspectos fundamentales:

1. Determinación de la distancia máxima
2. Elección de la frecuencia de trabajo
3. Selección del equipo
4. Determinación de la intensidad de campo
5. Elección del sistema radiante

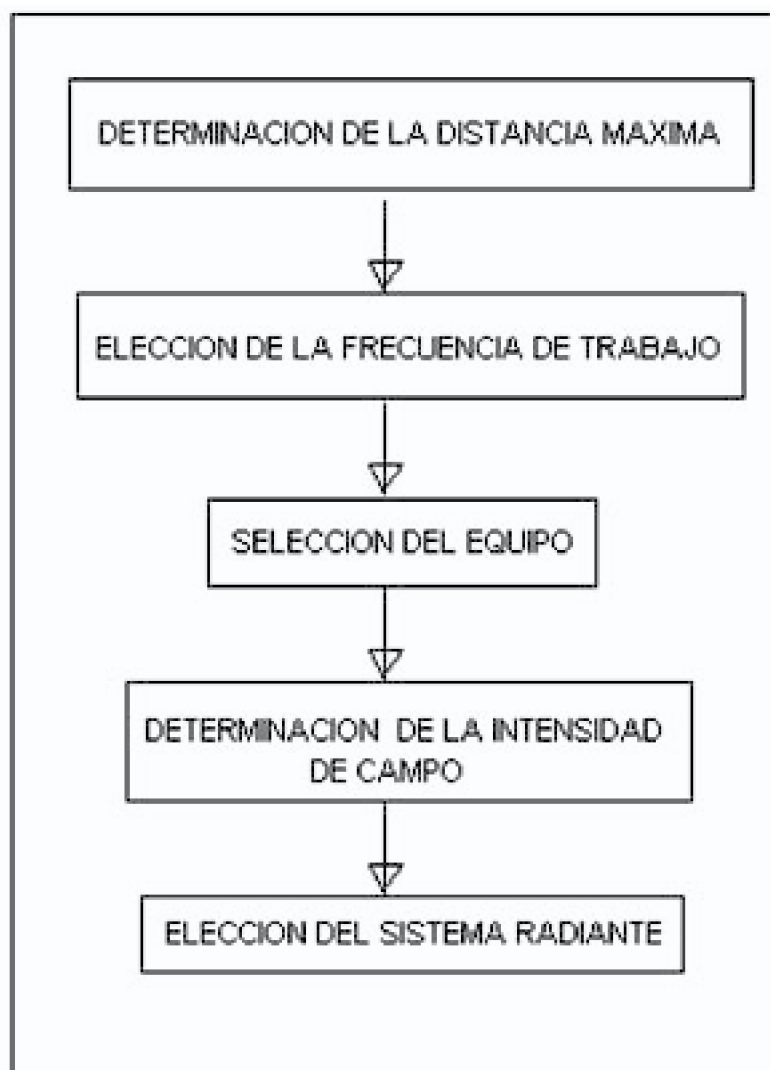


FIGURA 9. DIAGRAMA DE BLOQUES

2.2.5.1. Determinación de la Distancia Máxima:

Como se describió en la introducción la planta industrial pesquera se encuentra ubicada en la ciudad de Chimbote, en el departamento de Ancash.

En la figura 10 se aprecia el área de influencia de la capitanía de puerto de Chimbote, aquí podemos ver el litoral desde donde se realizan las operaciones de extracción de las embarcaciones que trabajan en la citada planta.

Esta planta tiene un volumen de producción de 1,500 Tm/diarias (Toneladas métricas diarias) de harina de pescado, corresponde a una planta de tamaño mediano, como ya se mencionó anteriormente, se debe tener en cuenta que para obtener 1 Tm de harina de pescado se requiere extraer 4,3 Tm de pescado, esto nos da una idea de la cantidad de embarcaciones que operan en la planta, la cual tiene una flota de 30 embarcaciones de diferente capacidad de bodega (entre 30 Tm a 100Tm).

Para realizar sus faenas de pesca ellos pueden internarse mar adentro hasta el límite

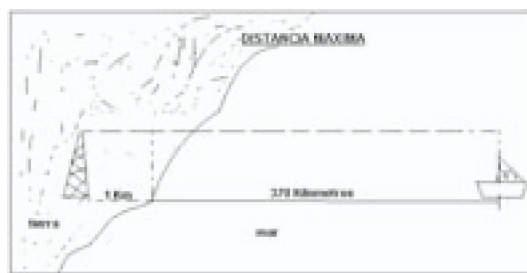


FIGURA 11. DISTANCIA MÁXIMA

Se debe precisar además que las citadas embarcaciones pesqueras por ser para pesca industrial no pueden pescar dentro de las 5 millas marinas cerca de la costa, ya que esta franja del litoral esta reservada para las embarcaciones artesanales que se dedican al consumo humano directo.

2.2.5.2. Elección de la Frecuencia de Trabajo

En el título aspectos iniciales mencionamos algunos aspectos que cabe la pena explicar a continuación:

El sistema anterior operaba en la banda 6 (frecuencia media).

Si diseñamos el sistema para operar en las bandas (4-VLF o 5-LF) se lograría una cobertura mayor pero tendríamos problemas en la asignación de frecuencias ya que la cobertura de esta banda de frecuencia es de alcance mundial y se asignan solo una vez en el mundo, por lo tanto además sería difícil conseguir equipos que operen en esta banda de frecuencias.

La banda de alta frecuencia (HF) podría ser otra elección pero esta no es estable ya que varia con las manchas solares y la hora del día, además por reflejarse en la ionosfera posee zona de silencio entre el punto transmisor y el punto de recepción.

Finalmente la banda de muy alta frecuencia es improcedente ya que su alcance (línea de vista) es mucho menor que el alcance que tenía el sistema anterior, para nuestras finalidades no nos proporciona ninguna ventaja ya que es crucial el alcance para que todas las embarcaciones estén comunicadas, esta es la principal prioridad de nuestro sistema en alta mar.

Por lo tanto la elección de la banda frecuencia de trabajo debe estar comprendida en la banda 6 o frecuencia media entre los 300 a 3000Khz, siendo el modo de propagación la onda de superficie que se favorece enormemente dado que la superficie, es el agua de mar con lo cual el alcance se incrementa este modo de propagación es el adecuado para la radiocomunicación móvil marina de largo alcance.

Se debe tener en cuenta que a menor frecuencia de operación se logra un mayor alcance por onda de superficie, pero a menor frecuencia se requiere una antena de mayor dimensión, en consecuencia se tratara de buscar dentro de lo posible lo más conveniente.

Luego de elegir la banda de frecuencias tenemos que centrarnos en el análisis de un documento fundamental, el cual es el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias o Plan

del mayor interés.

-Sensibilidad: La sensibilidad de un receptor de alta frecuencia se puede definir como aptitud del receptor para detectar una señal débil a través del nivel de ruido general del sistema receptor. Específicamente es el nivel de entrada del receptor, en microvoltios, necesario para que dé una salida de señal más ruido superior en algunos decibelios a la salida del ruido del receptor.

Un receptor perfecto “sin ruido” no generaría ruido interno y la mínima señal detectable estaría únicamente limitada por el ruido térmico del sistema de antena y del ruido exterior en el emplazamiento del receptor. Por debajo de 30 Mhz aproximadamente, el factor limitador en la recepción de señal débil es el ruido externo, y no el ruido interno del receptor.

En general, un moderno receptor de comunicaciones en alta frecuencia (H.F.) debe tener una selectividad de señal mejor que un microvoltio para que dé una relación mejor que 20 dB entre la señal más ruido y el ruido en una banda de paso menor de 1,000 Hz.

La sensibilidad de cualquier receptor se puede aumentar reduciendo el ancho de banda de la respuesta, dentro de los límites impuestos por el modo de transmisión en que se esté recibiendo. La sensibilidad absoluta del receptor también se puede definir, independientemente del ancho de banda del receptor, en función del factor del ruido, el factor de ruido de un receptor expresado en decibelios es:

$$F_n = 10 \log N_2/N_1 \text{ donde:}$$

N_1 y N_2 son las potencias de ruido en vatios y representan la salida de un receptor real (N_2) a 290°K (17,2°C), dividido por la salida de potencia de ruido de un receptor ideal (N_1) a la misma temperatura.

La potencia de ruido es una función de la tensión de ruido (E_n) y se la expresa por:

$$N = K B T \text{ donde:}$$

K = constante de Boltzman,

B = anchura de banda de ruido en Hz,

T = 290° K.

El factor de ruido de un receptor, se puede averiguar por mediciones directas con un generador de ruido. La entrada del receptor se termina con un resistor y en el se inyecta ruido aleatorio de banda ancha, generado por agitación térmica en un generador adecuado. La salida de potencia del receptor se mide sin entrada de ruido y luego se aumenta la salida del generador hasta que se duplique la salida de ruido en el receptor. El factor de ruido del receptor es una función de estos dos niveles, y puede ser calculado por estas medidas.

- **Selectividad:** La selectividad de un receptor de comunicaciones es la aptitud del receptor para separar señales de frecuencias muy próximas o casi adyacentes. La selectividad está determinada por el ancho de banda que ocupa la información que se recibe. Para la recepción de señales de A.M. de doble banda lateral se requiere un ancho de banda de 5Khz aproximadamente. El ancho de banda para recepción en BLU puede ser tan pequeño como 2Khz en fonía o recepción de voz. Para recepción de onda

continúa se debe utilizar anchuras de banda menores de 100 Hz. Cuando se reduce la anchura de banda del circuito, los requisitos de estabilidad del transmisor y el receptor se hacen más estrictos y en la práctica los anchos de banda de los receptores tienen que ser mayores que los mínimos teóricos, para compensar el deslizamiento de frecuencia del equipo.

- **Estabilidad:** La aptitud de un receptor para permanecer sintonizado a una frecuencia elegida es una medida de la estabilidad del receptor. Los cambios ambientales tales como variaciones de la temperatura, de la tensión de alimentación, de la humedad y los choques y vibraciones mecánicas tienden a alterar las características del receptor en un intervalo de tiempo dado. El deslizamiento a largo término se puede manifestar en un período de días, semanas e incluso años, cuando los componentes envejecen o sus características varían gradualmente debido a ciclos de carácter térmico o al uso.

- **Respuestas espurias:** Un buen receptor de comunicaciones debe poder rechazar las señales espurias exteriores a la banda de paso del receptor. Las respuestas espurias tales como señales imagen y gorjeos pueden interferir con la señal recibida, aunque la señal interferente que es causa de la respuesta indeseada esté separada muchos centenares de kilohertzios de la frecuencia de señal. Todos los receptores superheterodinos adolecen de la respuesta imagen que es progresivamente más importante cuando se eleva la frecuencia de la señal. Un diseño cuidadoso del sistema receptor y la elección de las frecuencias F.I. (frecuencias intermedias) y de mezcla pueden reducir al mínimo las señales imagen y los gorjeos.

- **Velocidad de sintonía:** Un buen receptor de comunicaciones debe tener una velocidad lenta de sintonía. Es decir cada revolución del mando o control de sintonía debe representar una moderada variación de frecuencia comparada con el ancho de banda de recepción, o en un receptor digital debe tener una buena resolución para que cada paso de sintonía sea pequeño con respecto al ancho de banda del receptor.

- **El receptor superheterodino:** Convirtiendo la frecuencia de una señal recibida en una frecuencia intermedia fija y más baja antes de la última detección, se puede obtener ganancia y selectividad elevadas con buena estabilidad. Un receptor que realiza este proceso de cambio de frecuencia (heterodinaje) se denomina receptor superheterodino. La figura 13 es el esquema de bloques de un receptor superheterodino típico.

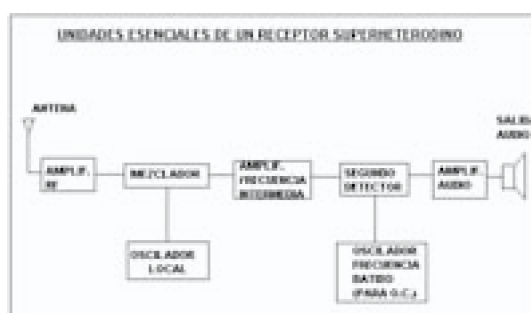


FIGURA 13. RECEPTOR SUPERHETERODINO

La señal que llega es aplicada a un mezclador consistente en una impedancia no lineal tal como un transistor, o un diodo. La señal es mezclada con una señal de frecuencia variable generada localmente, y en la salida del circuito mezclador aparece

una tercera señal que contiene toda la modulación aplicada a la señal original, pero cuya frecuencia es igual a la diferencia entre la frecuencia del oscilador local y la frecuencia de la señal recibida. La salida del mezclador es alimentada al amplificador de frecuencia intermedia de sintonía fija, en el cual es amplificada, detectada y cuya salida es aplicada al amplificador de audio.

- **Doble Conversión:** Como antes dijimos, el uso de frecuencia intermedia más alta mejorará la relación imagen, aunque a costa de la selectividad de F.I., separando la señal deseada y la de frecuencia imagen. Para obtener una buena relación imagen en las frecuencias más altas y buena selectividad en el amplificador de F.I. se emplea algunas veces un sistema llamado de doble conversión. En este sistema la señal recibida se convierte a una frecuencia intermedia bastante alta, luego se la amplifica y se la convierte nuevamente, pero ahora a una frecuencia mucho más baja. La primera frecuencia intermedia suministra la separación necesaria entre la señal imagen y la señal deseada, mientras la segunda proporciona la mayor parte de la selectividad de F.I.

- El transceptor de BLU diagrama de bloques

El transceptor de BLU es una unidad en que se combinan las funciones de transmisión y recepción, permitiendo la operación semiduplex en un solo canal con sustancial reducción del costo y de la complejidad al mismo tiempo que se facilita considerablemente la operación. El transceptor se ha generalizado especialmente para servicio móvil en casos en que sean consideraciones especiales la reducción de volumen, de peso y de consumo de potencia. El uso de los componentes y pasos de transceptor BLU permite una gran reducción del número de elementos de circuitos y facilita la sintonía en una frecuencia común que se desee para comunicación bilateral.

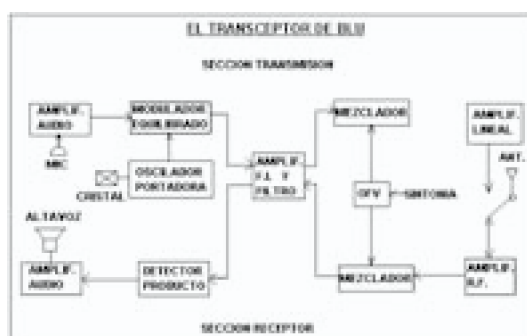


FIGURA 14. TRANSCCEPTOR DE BLU

La figura 14, es el esquema de un circuito básico del transceptor del tipo de filtro. Se utilizan frecuencias comunes de mezclador en cada modo y en el oscilador de frecuencia variable, de alta frecuencia, se utiliza para sintonizar los canales de transmisión y de recepción a la misma frecuencia de funcionamiento. Además se utiliza un sistema común de F.I. y un filtro de banda lateral.

El transceptor es conmutado generalmente de recepción a transmisión mediante un relé de varios contactos que transfiere la antena y suprime la polarización y los pasos activados. Los transceptores son ideales para funcionamiento exento de perturbaciones ya que se puede averiguar la frecuencia correcta sintonizando la señal recibida para que la voz sea inteligible y agradable. Con practica, el transceptor BLU se puede ajustar a una

frecuencia predeterminada con un error de 100 Hz o menos por este sencillo procedimiento.

Finalmente teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado concluimos que el modelo más adecuado para nuestro sistema es el IC-M710RT, en el capítulo de infraestructura y equipo detallaremos más ampliamente la característica de este equipo.

2.2.5.4. Determinación de la Intensidad de Campo

Para resolver adecuadamente este punto nos tenemos que remitir a lo más actualizado para este tipo de problemas sobre ondas de superficie; es decir utilizar la recomendación 368-7 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT.

A continuación reproducimos lo que es de nuestra utilidad:

RECOMENDACIÓN 368-7

CURVAS DE PROPAGACIÓN POR ONDA DE SUPERFICIE PARA FRECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 10 KHz Y 30MHz.

Curvas de propagación y condiciones de validez (trayectos Homogéneos)

Las curvas de la presente recomendación se calculan con arreglo a las hipótesis siguientes:

- La tierra es una esfera homogénea lisa;
- En la troposfera, el índice de refracción disminuye exponencialmente en función de la altura conforme se describe en la recomendación 369;
- Tanto las antenas transmisoras como las receptoras se hallan situadas en tierra;
- El elemento radiante es un monopolo vertical corto. Se supone dicha antena vertical en la superficie de una Tierra plana, perfectamente conductora y excitada de forma que radie 1Kw, en cuyo caso la intensidad de campo a 1 Km de distancia será de 300mV/m; esto corresponde a una fuerza electromotriz de 300V;
- Las curvas se han trazado para distancias medidas siguiendo la curvatura de la tierra;
- Las curvas dan el valor de la componente vertical de la intensidad de campo de radiación, es decir el que puede efectivamente medirse en la región de campo lejano de la antena.

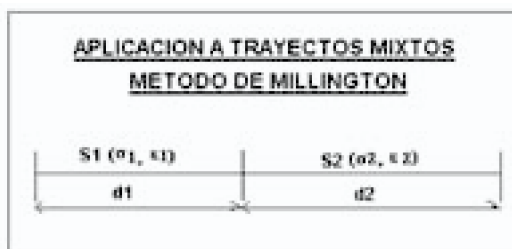


FIGURA 15. MÉTODO DE MILLINGTON

Anexo 2

Aplicación a trayectos mixtos (trayectos inhomogéneos)

Las figuras 14 a 50 de este anexo pueden utilizarse para determinar la propagación por trayectos mixtos (tierra mixta no homogénea), como se indica a continuación:

Estos trayectos pueden estar divididos por las secciones S1, S2, etc., de longitudes d1, d2, etc., cuyas conductividades y permitividad son λ_1 , ϵ_1 , y λ_2 , ϵ_2 , tal como se indica en la figura 15.

El método utilizado en este anexo para determinar la propagación sobre trayectos mixtos, es el más preciso disponible y satisface la condición de reciprocidad. En su aplicación se consideran disponibles las curvas correspondientes a los distintos tipos de terrenos de las secciones S1, S2, etc., supuestas individualmente homogéneas; también se supone dichas curvas trazadas con relación a un mismo origen T, definido, por ejemplo, mediante una curva "inversa de la distancia". Los valores para cualquier otro origen podrán así obtenerse con sólo aplicar un coeficiente.

Se escoge entonces para una determinada frecuencia la curva correspondiente a la sección S1, y se determina el valor de la intensidad de campo E1(d1) en dB(μ V/m) a la distancia d1. Mediante la curva correspondiente a S2 se determinan las intensidades de campo E2(d1) y E2(d1+d2) y, así sucesivamente para mayores secciones.

La ecuación:

$$ER = E1(d1) - E2(d1) + E2(d1+d2).....(1.A.2.)$$

Define así una intensidad de campo recibida ER.

Se invierte luego el procedimiento, denominado R el transmisor y T el receptor, lo que conduce a una intensidad de campo ET definida por la ecuación:

$$ET = E2(d2) - E1(d2) + E1(d1+d2).....(2.A.2.)$$

La intensidad de campo requerida viene dada por:

$$E = (\frac{1}{2}) (ER+ET).....(3.A.2)$$

Siendo evidente la forma de extender el cálculo a un número mayor de secciones.

Luego de esto pasaremos a iniciar el procedimiento de calculo con dichas curvas.

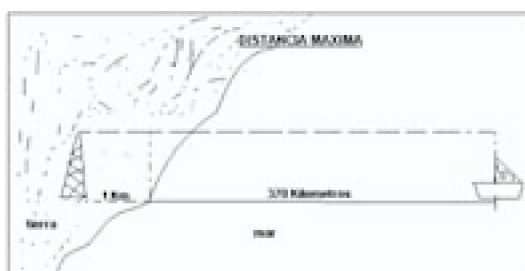


FIGURA 16. TRAYECTORIA A CALCULAR

La superficie d1, con una distancia de 1 Kilómetro, es superficie terrestre con conductividad de 3×10^{-3} S/m y Permitividad de 22.

La superficie d2, con una distancia de 370 Kilómetros, es el agua de mar, entonces estamos ante una salinidad media y una conductividad de 5 S/m.

Buscamos en el conjunto de curvas, la frecuencia elegida de 2,100 Khz, llegando a la pagina 44 de dicha recomendación, en la cual se encuentra la figura 41(de dicha recomendación).

Comenzamos determinando el valor de la intensidad de campo $E_1(d_1)$ a la distancia d_1 . Mediante la curva correspondiente a S2, se determinan las intensidades de campo $E_2(d_1)$ y $E_2(d_1+d_2)$ todas en $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, así tendremos para ER:

$$ER = 104 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) - 109 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) + 48 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = 43 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$$

Invirtiendo el procedimiento denominando R el transmisor y T el receptor, tendremos:

$$ET = 48 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) - (-16 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})) + (-15 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})) = 49 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$$

La intensidad de campo requerida viene dada por:

$$E = (43 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) + 49 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})) / 2 = 46 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$$

Entonces $E = 46 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, sabiendo que $E_o = E = 46 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$.

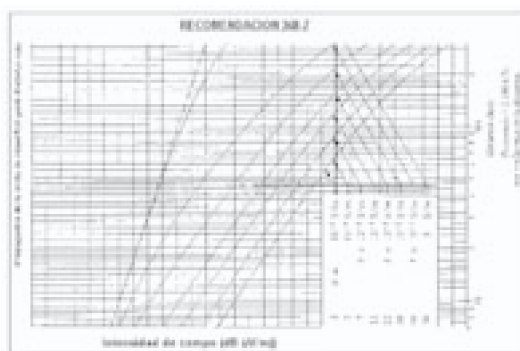


FIGURA 17. CURVAS DE PROPAGACIÓN

Luego de esto debemos hacer la corrección considerando la potencia del equipo de transmisión y el tipo de antena omnidireccional que tiene campo característico distinto que estamos usando, considerando las condiciones de validez de las curvas tenemos:

$$E = (E_o) \times (E_c / 300) \times (\sqrt{P})$$

En donde:

P: Potencia del equipo en Kilowatts.

E_c : Intensidad de campo característico en mV/m .

E_o : Intensidad de campo obtenida de las curvas.

En el siguiente apartado terminaremos de obtener el campo final resultante.

2.2.5.5. Determinación del Sistema Radiante

El sistema radiante esta constituido fundamentalmente por la antena, la altura de esta, la superficie requerida y el cable alimentador; a continuación haremos una breve descripción de los conceptos básicos que debemos conocer para la adecuada determinación del sistema.

La Antena

Una antena convierte la energía eléctrica de alta frecuencia, entregada por el transmisor en ondas electromagnéticas que pueden viajar por el espacio, llevando la información hacia uno o varios receptores.

Cuando Hertz realizó sus primeros experimentos sobre la transmisión inalámbrica de ondas electromagnéticas, empezó a utilizar las antenas. Pero las antenas, tal como las conocemos hoy, se originaron en los experimentos de Marconi y Popov, que desarrollaron las primeras tecnologías sobre este importante aspecto de las radiocomunicaciones.

Una antena es básicamente un pedazo de material conductor que esta conectado al transmisor. Este conductor es generalmente un alambre de cobre o una varilla de aluminio, material muy utilizado debido a su buena resistencia y bajo peso.

Una antena, para que cumpla su función correctamente, debe tener un determinado tamaño, forma y estar construida con materiales especiales.

Funcionamiento de una Antena

Las antenas se basan en el principio de la radiación producida al circular una corriente eléctrica por un conductor. Esta corriente produce un campo, magnético alrededor del conductor, cuyas líneas de fuerza están en ángulo recto con respecto al conductor y su dirección está determinada por la dirección de la corriente.

Este campo magnético es variable y sigue las mismas ondulaciones de la corriente eléctrica de alta frecuencia que se le entrega a la antena.

Cuando el transmisor entrega la señal de corriente alterna, ésta aumenta desde cero voltios hasta su máximo valor. Así al llegar al pico máximo de voltaje, la antena adquiere una carga eléctrica positiva. Esta carga produce a su alrededor un campo eléctrico. Cuando la señal de corriente alterna empieza a decrecer de su máximo valor hacia cero, el campo eléctrico también decrece.

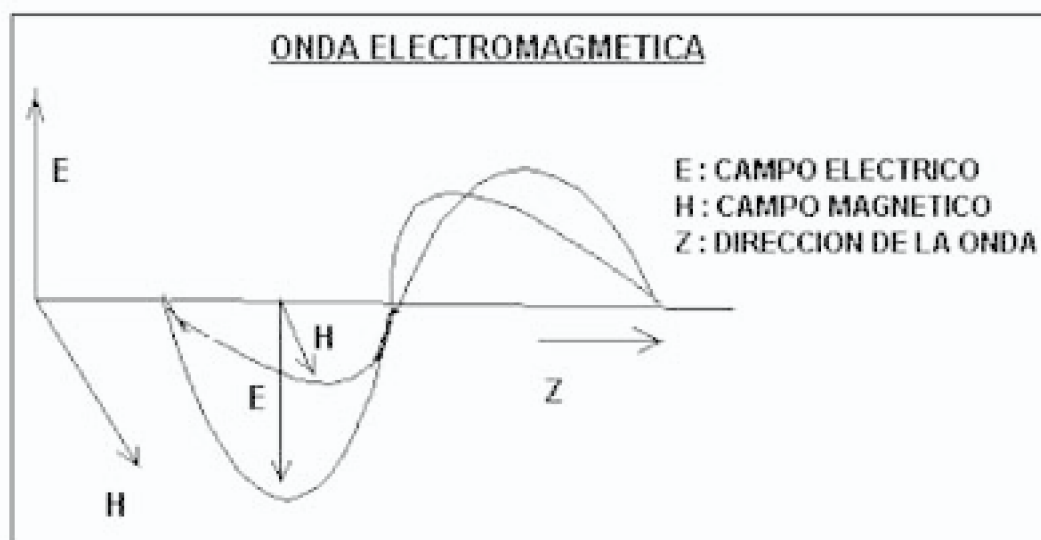


FIGURA 18. CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO

Por lo mismo podemos concluir que en una antena existen un campo eléctrico y un

campo magnético simultáneos que siguen las variaciones de la señal entregada a ella, y que además son perpendiculares entre sí.

Así resulta una radiación de energías eléctrica y magnética que se unen para formar las ondas electromagnéticas.

El tipo de antena más sencillo consiste en un conductor de suficiente longitud para permitir que la carga eléctrica se desplace de un extremo a otro y viceversa durante cada ciclo de la señal de radiofrecuencia. Se dice entonces que ese conductor es una antena de $\frac{1}{2}$ longitud de onda.

Hay dos tipos principales de antenas: La antena tipo Hertz, que consiste en una antena horizontal aislada de la tierra con un tamaño de $\frac{1}{2}$ longitud de onda de la frecuencia que se desea transmitir. Esta antena está formada por dos alambres y recibe popularmente el nombre de antena dipolo.

El otro tipo de antena es el tipo Marconi, que utiliza como uno de sus polos la tierra, y mide $\frac{1}{4}$ de longitud de la onda para transmitir. Este tipo de antena se monta en forma vertical ($\lambda/4$). Por ejemplo, en la frecuencia de 27Mhz le corresponde una longitud de onda de 11 metros. Por lo tanto, la correspondiente antena de varilla de $\lambda/4$ de onda deberá ser de 2.75 metros.

Entonces se deduce que la longitud o tamaño de las antenas está directamente relacionado con la frecuencia de la señal que se va a transmitir. Mientras más alta la frecuencia, menor es la longitud de onda, y más pequeña debe ser la antena.

Las antenas poseen diferentes características con las cuales se puede medir su calidad. Las principales características que se deben tener en cuenta son: directividad, ganancia, polarización, y el ancho de banda.

Impedancia de una Antena

El valor de la impedancia de una antena es la resistencia que ésta presenta en su punto de conexión a la señal de corriente alterna que le llega del transmisor por la línea de transmisión. Esta impedancia debe ser igual a la impedancia de la línea de transmisión para que haya una máxima transferencia de energía.

La impedancia se mide en ohmios y el valor adoptado universalmente para las antenas de los equipos de radio es de 50 ohmios. Cuando la impedancia de la antena es de un valor diferente se utilizan baluns o transformadores con el fin de acoplar esas impedancias.

Directividad

De acuerdo a su posición y forma, una antena irradia la energía entregada por el transmisor en una disposición específica. Esta disposición recibe el nombre de patrón de radiación o directividad. Según este parámetro, existen dos grupos de antenas: Las antenas omnidireccionales, que son las que irradian las ondas en forma casi uniforme en todas las direcciones, y las antenas direccionales, que concentran la energía en una sola dirección. Este patrón de radiación se refiere teóricamente al espacio libre sin tener en cuenta los obstáculos que pueda encontrar la señal.



FIGURA 19. PATRÓN DE RADIACIÓN

Ganancia

Teniendo en cuenta el patrón de radiación, se dice que una antena tiene ganancia no en el sentido que amplifica la señal recibida del transmisor, sino que la concentra hacia una sola dirección, o que hace ver como si la señal fuera emitida con una potencia mayor. Este es el caso de las antenas direccionales que dirigen sus ondas hacia un solo sector, llegando la señal con más fuerza que si fuera emitida por una antena omnidireccional.

La ganancia de las antenas se mide en decibeles, que es la unidad de medida adoptada para este tipo de parámetros. A mayor cantidad de decibeles, mejor calidad de la antena y por consiguiente mejora la propagación. Para determinar la ganancia se establece la intensidad en un punto, irradiada por una antena omnidireccional sin ganancia y la intensidad de la señal emitida por la antena direccional. La relación de estas señales se utiliza para obtener los decibeles de ganancia.

Polarización

La polarización de una antena se refiere a la dirección del campo eléctrico dentro de la onda electromagnética emitida por ésta. Las antenas verticales emiten un campo eléctrico vertical y se dice que están polarizadas verticalmente. Las antenas horizontales tienen, por lo tanto, polarización horizontal.

Tipos de Antenas para HF

Los principales tipos de antenas que se utilizan en esta banda son la dipolo y la vertical.

La antena dipolo es la más sencilla que se puede construir y está derivada de la forma fundamental de antena formada por un solo conductor cuya longitud es igual a la mitad de la longitud de onda de la señal transmitida. Esta antena está formada por dos conductores cuya longitud total es igual a la longitud de media onda de la señal. Los conductores están aislados en los extremos de cualquier superficie conductora y separados en el centro por otro aislador. De estos dos terminales centrales se conecta la línea de transmisión que va al equipo.

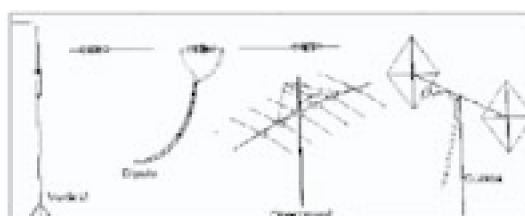


FIGURA 20. TIPOS DE ANTENAS DE HF

Para trabajar en múltiples frecuencias, se puede construir antenas dipolo multibanda,

es decir que funcionen en todas las bandas y que tengan una sola línea de transmisión. Existen básicamente dos formas para fabricar una antena dipolomultibanda: en el primer caso se instalan varios dipolos utilizando los mismos mástiles o soportes y el mismo cable coaxial; y en el segundo caso se utiliza un solo alambre y el sistema de trampas sintonizadas, las cuales corresponden a una serie de bobinas y condensadores.

Las antenas verticales se utilizan principalmente en casos de problemas de espacio o montaje y para uso en vehículos de todo tipo. Existen dos tipos básicos de antenas verticales: la antena vertical conectada a tierra y la antena vertical con plano de tierra. La antena vertical conectada a tierra debe tener una longitud aproximada de media onda y la antena con plano de tierra se puede construir con una longitud de un cuarto de onda, pero además posee en su parte inferior un plano de tierra formado por alambres gruesos o por tubos de aluminio delgados que se distribuyen en forma radial. Este plano de tierra metálico simula o reemplaza el efecto de la superficie de la tierra en el proceso de creación de las ondas electromagnéticas en la antena. Igualmente, estas antenas verticales pueden ser construidas multibanda a través del uso de circuitos resonantes (bobinas y condensadores intercalados) colocados en puntos específicos de la antena.

Tipos de Antena para Ondas Heterométricas

La más inmediata es el mástil radiante arriostrado (ver figura 21). Es una estructura en celosía, aislada en su base. Las riostras están constituidas por cables (de acero o de fibras sintéticas) fijados a anclajes empotrados en bloques de hormigón. Las características tecnológicas del mástil deben tener en cuenta los datos meteorológicos locales (Fuerza del viento, posibilidad de tempestad o ciclón, etc.).

Puede realizarse otro tipo de antena con un mástil de longitud igual a $0,25 \lambda$, sin aislamiento de la base, utilizando las propiedades del dipolo plegado. La antena está constituida por una red de hilos conductores tendidos paralelamente al mástil y conectada eléctricamente al mismo en su parte superior y a la línea de alimentación en su parte inferior (vea la figura 21). En el caso de un transmisor de baja potencia puede ser económico realizar una antena en T. (capa radiante). Este tipo de antena consta de una cortina vertical conectada a un soporte horizontal tendido entre dos mástiles (altura inferior a $0,2 \lambda$). La red de hilos horizontal desempeña en este caso el papel de capacidad, y aumenta la impedancia de la antena.

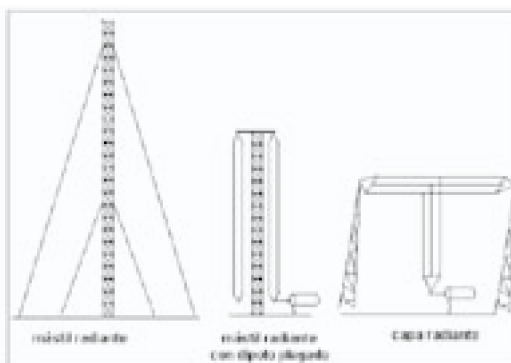


FIGURA 21. TIPOS DE ANTENAS PARA ONDAS HECTOMETRICAS

Luego de estas nociones sobre los tipos de antenas que podemos elegir procedemos

a la selección adecuada.

Para la estación base:

Trataremos de lograr la máxima performance, para ello vamos a usar una antena vertical corta, y un sintonizador automático de antena, tal como lo recomienda el manual del fabricante del equipo (ICOM) para este fin, este sintonizador también es fabricado por ICOM, se trata del sintonizador de antena AT-130 de ICOM, para su conexión directa al equipo.

Para las estaciones móviles (embarcaciones):

Usaremos el mismo equipo para mayor simplicidad y mejores prestaciones.

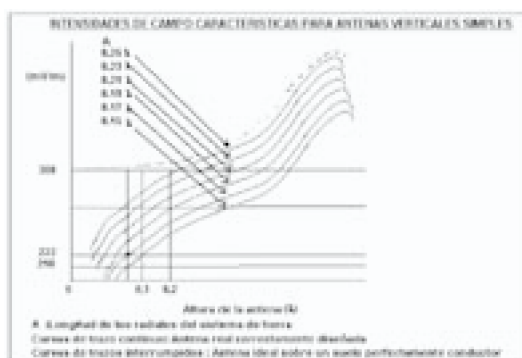


FIGURA 22. INTENSIDAD DE CAMPO CARACTERÍSTICA DE LA ANTENA

Para los completar los cálculos finales debemos referirnos a la curva correspondiente para hallar la intensidad de campo característico teniendo en cuenta el tipo de antena que estamos usando (figura 22), que es una antena vertical omnidireccional, teniendo presente su altura y la longitud de los radiales usados.

Según la curva la intensidad de campo característica sería 222mV/m.

Teniendo este último dato que nos faltaba y conociendo la potencia del transmisor (100 Watts), entonces ya podemos terminar de calcular la intensidad del campo dada líneas arriba en la expresión (1):

$$E = (E_o) \times (E_c / 300) \times (\sqrt{P})$$

En donde:

P: Potencia del equipo en Kilowatts.

Ec: Intensidad de campo característico en mV/m.

Eo: Intensidad de campo obtenida de las curvas.

Entonces $E_o = 46 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$ trasladando a $(\mu\text{V/m})$ sería 199,52 $(\mu\text{V/m})$.

La $E_c = 222 \text{ mV/m}$

Reemplazando valores tenemos:

$$E = (E_o) \times (E_c / 300) \times (\sqrt{P}) = (199,52) \times (222/300) \times (\sqrt{0,1})$$

$$E = (199,52) \times (0,74) \times (0,316) = 46,657 (\mu\text{V/m})$$

Entonces $E = 46,657 (\mu\text{V/m})$

Trasladado a dB ($\mu\text{V/m}$) seria $E \text{ dB}(\mu\text{V/m}) = 33,38 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$.

Calcularemos ahora de la Recomendación 368-7 de la UIT la pérdida básica de transmisión correspondiente a las mismas condiciones en función de las cuales se calcularon las curvas de propagación, y que puede obtenerse a partir del valor de campo $E(\text{dB}(\mu\text{V/m}))$, utilizando la ecuación siguiente:

$$L_b = A_i = 142,0 + 20 \log F (\text{Mhz}) - E \text{ dB}(\mu\text{V/m}) \dots (3)$$

Reemplazando valores tenemos:

$$L_b = A_i = 142,0 + 20 \log(2,1) - 33,38 = 115,064 \text{ dB.}$$

Entonces $L_b = A_i = 115,064 \text{ dB.}$

2.3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO

Equipo de comunicaciones

Como mencionamos anteriormente el fabricante seleccionado era ICOM (Japón). El modelo más adecuado era el IC-M710RT, por sus características profesionales y diseño para trabajo pesado.

A continuación describiremos el IC-M710RT.

2.3.1. Descripción del Panel de Control

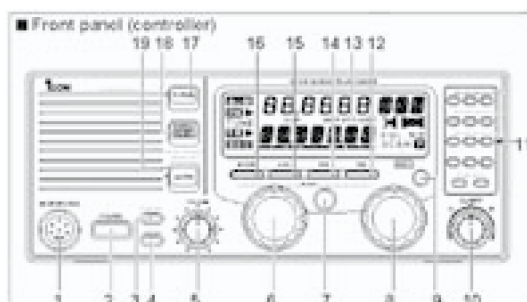


FIGURA 23. PANEL DE CONTROL

1. Conector de micrófono: acepta el micrófono proporcionado con el equipo o uno opcional de mano.

Nota: no existe salida de audio a través del parlante cuando el micrófono no está conectado.

2. Interruptor de encendido

Prende y apaga el equipo.

3. Interruptor de parlante

Prende y apaga el parlante incorporado.

Cualquier parlante externo conectado al panel trasero no esta apagado.

4. Interruptor de intensidad de pantalla (Dimmer)

Prende y apaga la luz trasera de la pantalla.

Mientras se presiona rote [Canal] para ajustar la iluminación trasera a uno de los 4 niveles.

Mientras se presiona rote [GROUP] para ajustar el contraste de pantalla a uno de 10 niveles.

5. Control de volumen

Ajusta el nivel de salida de audio.

El audio no debe venir del parlante cuando un micrófono no esta conectado.

El interruptor [SQL] esta apagado y no se esta recibiendo ninguna señal.

6. Selector de canal de grupo [GROUP]

Selecciona grupos en pasos de 20 canales y grupos de canales marinos ITU.

7. interruptor de sintonizador de antena

Activa el sintonizador de antena cuando esta conectado.

*Se activa solo cuando un sintonizador de antena opcional tal como el ICOM AT-130, esta conectado.

Nota: Cuando se selecciona la sintonía automática, no es necesario presionar el interruptor para sintonizar la antena.

8. Selector de canal

Selecciona un canal de operación dentro del grupo de canales seleccionados, tales como los canales ITU.

Los canales de usuario pueden ser seleccionados de 1 a 160 máximo, en secuencia sin importar el grupo de canal.

Cambia las frecuencias de operación después de que se ha presionado el [CE] (mientras aparece "→").

La frecuencia cambiada no esta programada de esta forma.

9. Interruptor de función

Después de presionar, activa las funciones secundarias de estos interruptores:

- [RESET]..Desactiva el control externo tal como lo hace desde una unidad terminal DSC cuando esta conectado.
- [SQL].. Inicia y detiene la búsqueda.
- [SPEAKER]..Activa la función intercom.
- [RX].. Coloca la ganancia de radiofrecuencia.
- [TX].. Selecciona la potencia de transmisión.

- [CE].. Reprograma el nombre de canal.

10. Control de Claridad

Cambia la frecuencia de recepción ± 150 HZ para recepción clara de una señal de frecuencia apagada.

11 pequeño teclado (KEYPAD)

Tecla RX

Ingresa el numero de canal seleccionado (o frecuencia), para selección de canal directo.

Almacena una frecuencia de recepción dentro de un canal de usuario o canal simplex ITU:

Presionando [CE](aparece“→”)

Ingresando la frecuencia deseada vía el pequeño teclado (KEYPAD).

Presionando y sosteniendo [RX]

Ajusta la ganancia de RF después de presionar [FUNC]para reducir la sensibilidad del receptor.

Tecla TX

Almacena una frecuencia de transmisión dentro de un canal de usuario (excepto versiones generales) cuando:

Presionando[TX] (“TX” parpadea).

Presionando [CE] (aparece“→”).

Ingresando la frecuencia deseada vía el KEYPAD.

Presionando y sosteniendo [TX].

Selecciona la potencia de salida de transmisión después de presionar [FUNC].

Tecla CE

Determina el ingreso del número de canal y la frecuencia de entrada.

Aparece “→” cuando la entrada de frecuencia es seleccionada.

El selector de canal y KEYPAD cambia la frecuencia mientras aparece “→”.

Borra el dígito ingresado y retrocede l canal anterior (o frecuencia), mientras ingresa números.

Ingresa la condición de programación de nombre después de presionar[FUNC], para cambiar el nombre del canal.

Tecla CH/FREQ

Establece las indicaciones de frecuencia y canal.

Ingresa “-”, para canales simplex ITU.

TECLAS del 0 al 9

Ingresa número de canal de hasta 4 o 5 dígitos cuando “→” no aparece.

Ingresa la frecuencia de hasta 6 dígitos, cuando aparece “

12. Interruptor SQUELCH [SQL]

Activa la función squelch de voz para rechazar ruido de fondo no deseado, mientras no se recibe ninguna señal.

El SQUELCH abre solo cuando la señal recibida no contiene voz de componentes FSK.

Inicia y detiene la función de búsqueda después de presionar [FUNC].

13. Interruptor de blanqueador de ruido

Enciende la función de blanqueador de ruido para remover ruido de tipo pulso tal como ruido de ignición de motores.

“NB” aparece cuando la función esta prendida.

14. Interruptor de apagado de AGC (control automático de ganancia)

Desactiva la función AGC para recibir señales débiles bloqueadas por señales adyacentes fuertes.

“AGC” aparece cuando el interruptor AGC esta prendido (se mantiene el AGC desactivado).

15. Interruptor de modo

Selecciona un modo de operación temporalmente. Los modos disponibles varían con la versión.

J3E (banda lateral única), H3E, J2B(AFSK), FSK, R3E y A1A(CW) están disponibles.

El modo temporal es borrado y el modo previo aparece cuando se cambia un canal.

16. Interruptor de frecuencia de transmisión

Muestra en pantalla la frecuencia de transmisión y abre el squelch para chequear y monitorear la frecuencia de transmisión.

17. Interruptor de selección de 2182Khz

[2182Khz=RESET]

Selecciona el canal 0 (2182Khz; frecuencia de llamada de auxilio).

El selector de canal no funciona cuando se selecciona el canal 0.

Ignora el control externo y le da al panel frontal prioridad de control cuando un controlador externo (formato NMEA) es conectado.

18. Interruptor de alarma [ALARM]

Emite una señal de alarma de ayuda desde el parlante.

Transmite una alarma de ayuda o señal de ensayo de alarma cuando se presionan junto con el interruptor [TX FREQ].

Nota: Las versiones generales no están equipadas con este interruptor.

2.3.2. Forma de Operación Básica:

1. Verifique lo siguiente por adelantado:

Que el micrófono este conectado.

Que el interruptor de parlante [SPEAKER] este apagado.

Que el interruptor [SQL], este apagado.

Que el control de claridad este puesto en la posición central.

2. Seleccione el canal que desee recibir con los selectores [CHANNEL] y [GROUP].

Cuando este recibiendo una señal el medidor S muestra la potencia de esta.

3. Ajuste el control de volumen al nivel de audio deseado cuando este recibiendo una señal.

4. Apriete [MODE] para seleccionar el modo de operación deseado, si la señal recibida esta en un modo diferente.

5. Apriete [TUNE], para sintonizar el sintonizador de antena si esta conectado.

Esta operación no es necesaria cuando la sintonía automática se ha prefijado.

6. Para transmitir en el canal, presione y sostenga el interruptor PTT en el micrófono.

La señal "TUNE" parpadea por uno a dos segundos para la primera transmisión en un canal cuando un sintonizador de antena esta conectado.

7. Después que el parpadeo se detenga, hable en el micrófono en su nivel normal de voz.

El medidor de R.F. muestra la potencia de salida de acuerdo a su nivel de voz.

8. libere el interruptor PTT para regresar a recepción.

2.3.3. Características del Equipo

El presente equipo cuenta con las siguientes especificaciones generales:

Cobertura de frecuencia:

Recibe de 500 Khz a 29.999 Mhz.

Transmite de 1.6 a 27.5 Mhz.

Modos de operación:

J3E(banda lateral única), H3E, J2B(AFSK), F1B(FSK), R3E y A1A(CW).

Número de canales:

1138 canales máximo.

160 programables por el usuario. 242 ITU.

SSB duplex, 72 ITU SSB simplex.

662 ITU FSK duplex.

Impedancia de antena:

50 ohmios.

Rango de temperatura de operación:

-30 ° a +60°Centigrados.

Estabilidad de frecuencia (a -20° C hasta +60°C):

0.5 a 14.9999 Mhz $\pm$ 10 Khz.

15 a 29.9999 Mhz $\pm$ 20 Hz.

Requerimientos de energía:

13.6 Voltios DC $\pm$ 15%.

Flujo de Corriente máxima (a 13.8V DC):

30 Amperios (transmitiendo a máxima potencia).

Dimensiones:

292 (Ancho) x 117 (altura) x 317 (profundidad) en milímetros.

Peso:

7.45 Kilogramos.

Las especificaciones del transmisor son:

Potencia de salida:

Debajo de 25 Mhz 100 watts.

Emisiones espurias: -65 dB.

Supresión de portadora: 40dB.

Supresión de la banda lateral no deseada: 55dB.

Impedancia de micrófono: 600 ohmios.

Las especificaciones del receptor son:

Sensibilidad:

J3E, R3E, J2B, A1A, F1B	6,3 μV (0.5 a 1.5999Mhz).
(para 12 dB SINAD)	1.0 μ V (1.6 a 1.799Mhz).
	0.5 μ V (1.8 a 29.9999Mhz).

Relación de rechazo de respuesta espuria:

(1.6 a 29.9999Mhz) mas de 70 dB.

Potencia de salida de audio: 4.5 W (con 10% de distorsión, con una carga de 10 ohmios).

Impedancia de salida de audio: 4 a 8 ohmios.

Rango variable de claridad: ± 150 Hz.

2.3.4. Procedimiento para una Radiocomunicación Marítima.

Procedimientos de llamada

Las llamadas deben ser identificadas apropiadamente y los límites de tiempo deben ser respetados.

1. Dé su señal de llamada cada vez que usted llama a otra nave o estación costera. Si usted no tiene señal de llamada identifique el nombre de su nave y el nombre de la licencia.

2. Dé su señal de llamada al final de cada transmisión que dure más de 3 minutos.

3. Usted debe cortar y dar su señal de llamada por lo menos una vez cada 15 minutos durante las llamadas de nave a orilla largas.

4. Mantenga las llamadas no respondidas por un periodo corto, menos de 30 segundos.

No repita una llamada por 2 minutos.

5. Las transmisiones innecesarias no son permitidas.

Prioridades

1. Lea todas las reglas y regulaciones correspondientes a las prioridades y mantenga un manual de copia actualizado. Las llamadas de seguridad y ayuda tienen prioridad sobre todas las otras.

2. Las llamadas de ayuda fraudulentas o falsas están prohibidas y penadas por ley.

Privacidad

1. La información recepcionada pero no correspondiente a Usted no puede ser legalmente usada de ninguna manera.

2. El lenguaje vulgar o indecente esta prohibido.

Cuaderno de bitácora

1. Todas las llamadas de seguridad, emergencia y ayuda deben ser grabadas en detalle completo. La actividad de datos de campo es usualmente grabada en un tiempo de 24 horas. El tiempo universal (UTC) se usa frecuentemente.

2. Los cambios de frecuencia de canal, reparaciones, ajustes y modificaciones autorizadas que afectan la operación eléctrica del equipo deben ser mantenidos en la bitácora de mantenimiento, los ingresos deben ser firmados por el técnico autorizado que ejecuta o supervisa el trabajo.

2.3.5. Descripción del Sistema Radiante

Este sistema se compone de los siguientes componentes:

1. La antena
2. El sintonizador de antena
3. El cable alimentador de antena

2.3.5.1. La Antena:

Es una antena vertical corta de 7 metros de longitud, tal como lo recomienda el manual del sintonizador de antena.

La intensidad de campo de esta antena omnidireccional está determinada en la curva que se presenta a continuación, en ella consideramos la longitud de la antena y la longitud de los radiales usados, para un sistema de 3 radiales.

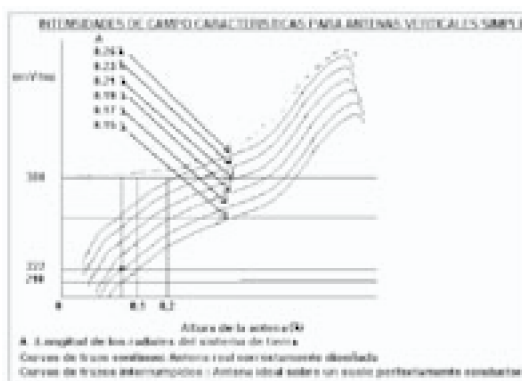


FIGURA 24. INTENSIDAD DE CAMPO CARACTERÍSTICO DE LA ANTENA

Para terminar con todo lo referente a la antena presentamos en la figura 25, su disposición física sobre el terreno así como la alimentación de esta con el sintonizador de antena.

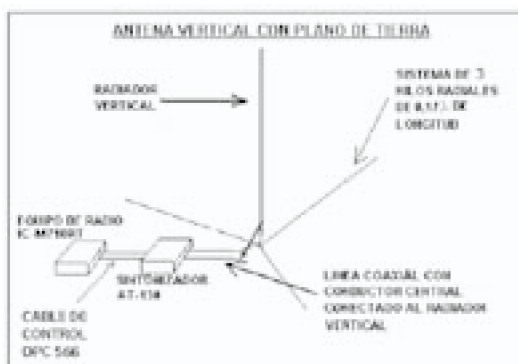


FIGURA 25. INSTALACIONES A REALIZAR

2.3.5.2 El Sintonizador de Antena

El sintonizador de antena AT-130 de ICOM, presenta las siguientes características:

Este versátil dispositivo puede ser usado con una gran diversidad de embarcaciones

que no pueden usar antenas largas.

Especificaciones generales

- Dimensiones: 230 mm (ancho) X 340 mm (alto) X 80 mm (profundidad).
- Peso 2,7 Kilogramos.
- Rango de temperatura -30°C a $+60^{\circ}\text{C}$.
- Voltaje de operación: $+13.6\text{ VDC} \pm 15\%$.
- Corriente máxima (a $+13,6\text{V DC}$): 2 Amperios.
- Rango de frecuencia: 1,6 a 30 Mhz (con antena de 7 metros de largo).
- Impedancia de antena: 50 ohms (no balanceado).
- Potencia máxima de salida: 150 watts.
- Precisión de sintonía automática: VSWR 2,0:1.



FIGURA 26. EL AT-130

2.3.5.3. El Cable Alimentador de Antena

El cable coaxial que alimenta a la antena es de la marca Belden modelo 8267, de tipo RG213/U, además tiene como características las siguientes:

- Uno de los más resistentes cables coaxiales de 50 ohmios del tipo RG-8 fabricados.

- Para aplicaciones por debajo de los 30 MHz.
- El dieléctrico sólido, conductor central aislado calibre 13, y el recubrimiento no contaminante de PVC resistente se combina para proveer una línea de alimentación resistente para las aplicaciones de alta frecuencia al límite legal.
- Atenuación: para nuestra frecuencia de operación (2100KHZ), presenta una atenuación de 0,17 dB/100 pies.
- Promedio de máxima potencia: 9295 watts.

Para nuestros fines debemos determinar la atenuación en dB/metro, en consecuencia tenemos:

Sabiendo que 1 pie = 0,3048 metros.

Atenuación (dB/metros) = (0,17 dB/100 pies) (1 pie/0,3048 mts)

Atenuación = 0,0055774 dB/metro.

Debido a que entre el equipo de radio y la antena uso 3 metros del cable coaxial la atenuación total será:

Atenuación total = (0,0055774 dB/metro) (3 metros) = 0,0167 dB.

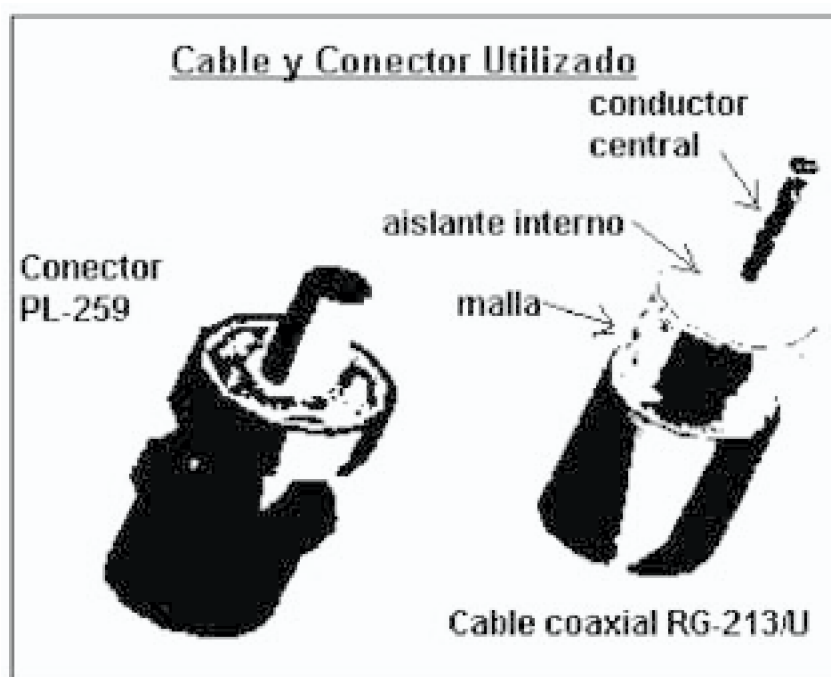


FIGURA 27 CABLE Y CONECTOR UTILIZADO

El tipo de conector que utiliza el cable coaxial que une la antena con el equipo de radio es el PL-259, tal como se aprecia en la figura 27, en la cual además se puede apreciar el cable coaxial utilizado y sus partes.

Se debe tener en cuenta la disposición del cable y conector usado y la manera de colocarlo que se aprecia en la figura 28, donde se muestra el detalle de esta conexión para luego conectar el mencionado conector en la conexión de entrada del sintonizador

de antena AT-130, en el otro extremo del cable coaxial, se debe conectar el conductor central de dicho cable al radiador vertical y la malla al sistema de 3 hilos radiales si se trata de la estación base o al sistema de tierra de la embarcación si se trata de la estación móvil.

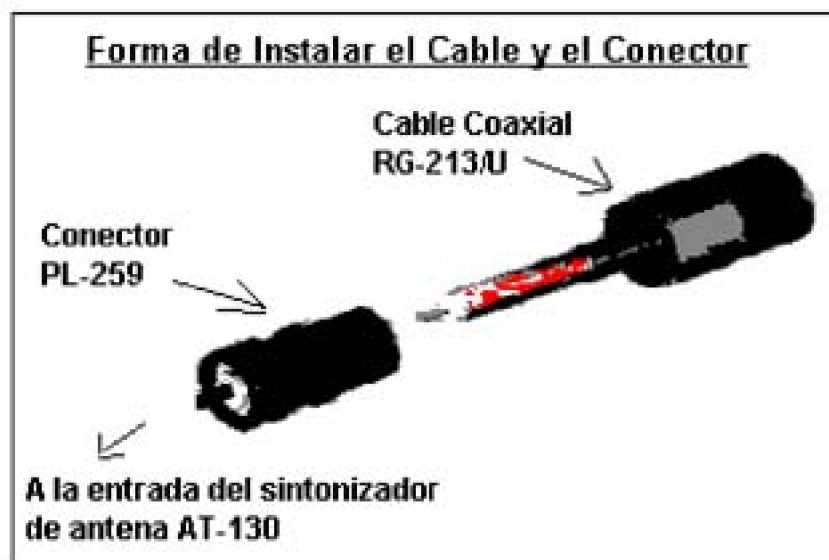


FIGURA 28 FORMA DE INSTALAR

2.4. MARCO NORMATIVO

El presente trabajo no estaría completo si no se diera el marco normativo legal en el cual esta enmarcado el presente proyecto, dado que sin este marco no tendría base para su implementación real, por lo tanto comenzaremos con el presente marco sin que este pretenda ser un tratado legal, pero procurando dar una idea cabal de lo que se requiere para la implementación del proyecto.

2.4.1. Referencias a la Ley de Telecomunicaciones

Primeramente nos referiremos a determinar el tipo de servicio que pretendemos hacer y por lo tanto nos tenemos que referir al Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones que en su Capítulo II, Artículo 8º se refiere a la clasificación de los servicios de telecomunicaciones los cuales se clasifican en:

- a) Servicios Portadores
- b) Teleservicios o Servicios Finales
- c) Servicios de Difusión
- d) Servicios de valor Añadido

La clasificación por el uso se contempla en su Artículo 9º:

En cuanto a la utilización y la naturaleza del servicio, los servicios de telecomunicaciones se clasifican en:

- a) Públicos
- b) Privados
- c) De radiodifusión: Privados de Interés Público.

Específicamente debemos referirnos al Capítulo IV, Artículo 13º, sobre los Teleservicios o servicios finales, que considera a aquellos que proporcionan la capacidad completa que hace la comunicación entre usuarios.

Forman parte de estos servicios finales, entre otros, los siguientes:

- a) El servicio telefónico, fijo y móvil
- b) El servicio telex
- c) El servicio telegráfico (telegramas)
- d) El servicio de radiocomunicación, radioaficionados, fijo móvil y buscapersonas.

Sobre la forma de prestación de los Teleservicios el Artículo 14º nos dice que:

Para los Teleservicios o servicios finales privados y de radiocomunicación se requerirán de autorización, permiso y licencia.

Debemos referirnos además a la definición de servicios privados de telecomunicaciones en el Capítulo IX, Artículo 41º que dice:

Serán considerados servicios privados de telecomunicaciones aquellos que han sido establecidos por una persona natural o jurídica para satisfacer sus propias necesidades de comunicación, dentro del territorio nacional. Estos servicios no pueden ser brindados a terceros, salvo que se trate del suministro de servicios de valor añadido para el cumplimiento de su objeto social.

Para efectos de su clasificación como servicios privados se considerará como una misma persona a los miembros, filiales y subsidiarias de una misma persona jurídica que funcionen como un conjunto económico. Estos servicios no pueden ser brindados a terceros.

La autorización se define en el Título II, condiciones de operación, Capítulo I, Artículo 48º que dice:

Llámase autorización a la facultad que otorga el estado a personas naturales o jurídicas para establecer un servicio de telecomunicación, que no requiera de concesión para instalar y operar equipos de radiocomunicaciones.

Corresponde al Ministerio de Transportes y Comunicaciones otorgar estas autorizaciones.

La Licencia se define en el Artículo 50º:

Llámese Licencia a la facultad que otorga el Estado a personas naturales o jurídicas para operar un servicio de radiocomunicación autorizado.

Debemos referirnos también a la definición al Espectro de Frecuencias

Radioeléctricas o Espectro Radioeléctrico del Capítulo II del Título II, Artículo 57°:

El espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la Nación. Su utilización y otorgamiento de uso a particulares se efectuarán en las condiciones señaladas en la presente Ley y su Reglamento.

En cuanto a la administración y control del espectro tenemos al Artículo 58°:

La administración, asignación de frecuencias y control del espectro radioeléctrico corresponden al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El canon por uso del espectro se ve en el Artículo 60°:

La utilización del espectro radioeléctrico dará lugar al pago de un canon que deberán satisfacer los titulares de estaciones radioeléctricas emisoras y de las meramente receptoras que precisen de reserva radioeléctrica. El reglamento respectivo señalará los montos y formas de pago a propuesta del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los que serán aprobados mediante Decreto Supremo.

El uso del espectro se define en el Artículo 62°:

La utilización del espectro radioeléctrico se efectuará de acuerdo al Plan Nacional de Asignación de Frecuencias.

En lo concerniente a los equipos a usar en el proyecto debemos tener en cuenta al Capítulo III sobre la Normalización y Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones, Artículo 63°:

Todo equipo o aparato que haya de conectarse a una red para prestar cualquier tipo de servicio deberá contar con el correspondiente certificado de homologación, otorgado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento de la red y la seguridad del usuario.

El requisito de Homologación para equipos para estaciones transmisoras Radioeléctricas se ve en el Artículo 66°:

La importación, venta e instalación en el país de equipos para estaciones transmisoras radioeléctricas en general requerirán de autorización previa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.4.2. Referencias al Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones:

En lo referente al Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, primeramente debemos tener en cuenta la siguiente definición de términos:

Ley: La ley de Telecomunicaciones.

Ministerio: El Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Dirección: La Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones.

Seguidamente tendremos las siguientes referencias:

El Artículo 18° del Título I, del reglamento se refiere a la clasificación de los servicios,

hecha ya por la Ley de Telecomunicaciones en su Artículo 9° citado anteriormente líneas arriba, siguiendo con las referencias del Reglamento General de Telecomunicaciones tenemos al Artículo 21° del Título I el cual define los servicios privados siendo de la siguiente manera:

Son servicios privados aquellos que han sido establecidos por una persona natural o jurídica para satisfacer estrictamente, sus propias necesidades de comunicación dentro del territorio nacional, salvo los casos previstos en los artículos 15° y 16° del presente Reglamento.

No podrán clasificarse como servicio privado aquel que es ofrecido a terceros a cambio de una contraprestación que tenga relación con el servicio, sea ésta directa o indirecta.

Los Teleservicios, los Servicios de Difusión y los Servicios de Valor Añadido pueden ser privados.

También tenemos que ver la clasificación por el uso y modalidad de operación, entonces nos referimos al Título II de los Teleservicios o Servicios Finales y su clasificación en el Artículo 38°:

Los Teleservicios o Servicios Finales se clasifican en:

1. Públicos
2. Privados

Por la modalidad de operación, los Teleservicios Públicos o Privados pueden ser:

1. Fijos
2. Móviles

La clasificación de nuestro servicio (Servicio Móvil) está en el Artículo 44°:

El Servicio Móvil es aquel servicio prestado por estaciones radioeléctricas fijas con estaciones móviles y portátiles

Además la clasificación específica del servicio Móvil, se ve en el Artículo 45°:

El servicio Móvil se clasifica en:

1. Móvil Terrestre
2. Móvil Aeronáutico
3. Móvil Marítimo
4. Móvil por Satélite

En el Artículo 48° nos explica más sobre nuestro Servicio Móvil Marítimo:

El Servicio Móvil Marítimo, es el servicio prestado entre estaciones costeras con estaciones en barco o embarcaciones de cualquier índole; está destinado a establecer comunicación entre estos últimos y los puertos y estaciones costeras, con el fin de cursar tráfico radiotelefónico y radiotelegráfico de naturaleza distinta al de radio navegación marítima.

Este servicio comprende también las facilidades de radiocomunicación de

embarcaciones que operan en lagos y ríos.

Sobre lo concerniente a las autorizaciones requeridas para este servicio debemos referirnos al título III, Artículo 144° el cual nos dice:

Las autorizaciones para Teleservicios Privados y Servicios de Difusión Privados se prestan bajo el régimen de autorizaciones que son otorgadas por resolución de la Dirección.

Sobre los alcances que comprende la autorización debemos mencionar el Artículo 145° el cual nos detalla lo siguiente:

La autorización, salvo los servicios de canales ómnibus (banda ciudadana) y radioaficionados que por sus particulares características tienen un tratamiento especial, comprende el establecimiento, instalación, operación, explotación y el uso del espectro radioeléctrico de ser necesario.

Adicionalmente a la autorización, para la operación de servicios de radiocomunicación, se requiere previamente la expedición de la licencia correspondiente.

Otro punto importante es lo referido al derecho de autorización del cual nos habla el Artículo 146°:

Para el otorgamiento de la autorización se requiere el pago previo del derecho de autorización y el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Ley, este reglamento y en los reglamentos específicos.

El plazo de la autorización se denota en el Artículo 147°:

La autorización se concede por el plazo máximo de (05) años para el caso de teleservicios privados y de difusión privados.

Referido al Trámite de las solicitudes y plazos tenemos el Artículo 148°:

Presentada la solicitud para el otorgamiento de las autorizaciones con todos los requisitos establecidos en este Reglamento, se aplicará en lo pertinente, el procedimiento establecido en el segundo, tercero, cuarto y sexto párrafos del artículo 137° (los mostramos a continuación para mayor entendimiento del texto)

2° párrafo- En caso que falte alguno de los requisitos, se notificará al solicitante para que, dentro del plazo máximo de (07) días calendario, cumpla con subsanar la omisión, anotándose esta circunstancia en la solicitud presentada.

3° párrafo- Si dentro del término antes indicado el solicitante no hubiera subsanado las omisiones, la solicitud se considerará como no presentada, y se pondrán a disposición del interesado los documentos presentados. El Ministerio podrá eliminar dicha documentación si transcurrido (45) días calendario desde su presentación no hubieran sido recabados por el solicitante.

4° párrafo- Verificado el cumplimiento de los requisitos formales, la Dirección mandará a publicar un extracto de la solicitud por una sola vez en el diario oficial El Peruano y en uno de los diarios de mayor circulación nacional. El solicitante deberá efectuar la publicación dentro de los diez (10) días calendario a partir de la fecha del acto administrativo que dispuso la publicación; en caso contrario, la solicitud quedará

automáticamente denegada, no siendo necesario expedir ninguna Resolución.

6º párrafo- Si la dirección luego de la evaluación integral de la solicitud considera procedente el pedido, emitirá su informe proponiendo el otorgamiento de la autorización y elevará el expediente al Vice-Ministro de Comunicaciones para su conformidad, quien a su vez dará cuenta al Titular del Ministerio para su aplicación definitiva.

Dentro de los noventa (45) días a partir de la presentación del informe respectivo y cumplidos todos los requisitos establecidos al efecto, la autoridad competente procederá a expedir resolución autoritativa, en caso que el informe técnicos-legal correspondientes fueran favorables.

Transcurrido el referido plazo, si no se ha expedido Resolución pronunciándose sobre la solicitud el peticionario podrá considerarla denegada, sin perjuicio de esperar el pronunciamiento del Ministerio.

Los requisitos para autorización de Teleservicios privados se detallan en el Artículo 153º:

Para obtener la autorización para establecer teleservicios privados, excepto el servicio de radioaficionados, se requiere presentar la solicitud al Ministerio, acompañando la siguiente información y documentación:

1. En el caso de personas jurídicas: Copia del Testimonio de constitución social inscrito conforme a Ley, del instrumento que corresponda tratándose de empresas extranjeras y copia del poder de su representante legal, certificadas por fedatario de la Dirección. Tratándose de personas naturales: copia del documento de identidad, igualmente certificada.

2. Datos del solicitante contenidos en el formulario que les será proporcionado por la dirección.

3. Perfil del proyecto técnico del servicio a instalar, incluyendo una memoria descriptiva de los equipos a emplear, sea de servicio de radiocomunicación o de servicios que usan medios alámbricos u ópticos. Dicho perfil estará autorizado por un ingeniero de la especialidad.

4. Hoja de información técnica de las estaciones radioeléctricas en formato proporcionado por la dirección, para el caso de los servicios de radiocomunicación.

5. Copia certificada por el fedatario de la Dirección, de las tarjetas de propiedad de vehículos terrestres, matriculas de embarcaciones y aeronaves cuando se trata de servicios de radiocomunicación móviles terrestre, marítimo y aeronáutico, respectivamente.

6. Fotocopia del Manual de Instrucción, incluyendo el diagrama circuitál y especificaciones técnicas de los equipos a instalar.

7. Inversión proyectada para los primeros (03) años y monto previsto para la inversión inicial a ser ejecutado durante el primer año, que involucra el proyecto.

8. Otros requisitos que se establezcan en los Reglamentos específicos y Normas técnicas de estos servicios.

Asimismo debemos mencionar los derechos a que se hace acreedor el titular de una Autorización citando el Artículo 149°:

Son derechos del titular de la autorización principalmente los siguientes:

1. Explotar el servicio.
2. Transferir excepcionalmente la autorización a otra persona natural o jurídica previa autorización expresa del Ministerio.
3. Los demás que se establezcan en la autorización o en el Reglamento Técnico Específico.

Las obligaciones del titular de una autorización son descritas en el Artículo 150°:

Son obligaciones del titular de la autorización principalmente las siguientes:

1. Instalar y operar el servicio de acuerdo a los términos, condiciones y plazos previstos en la autorización.
2. Prestar el servicio en forma ininterrumpida, salvo situaciones excepcionales debidas a caso fortuito o fuerza mayor debidamente acreditadas.
3. Pagar oportunamente los derechos y canon, que correspondan.

Para la obtención de los permisos debemos mencionar el Título IV de los permisos, que en su Artículo 167° nos dice lo referente al derecho para solicitar permiso:

Los titulares de una autorización para prestar servicios de radiocomunicación, tienen derecho a recibir del Ministerio, tantos permisos como el caso requiera para la instalación de cada estación autorizada.

Y en su Artículo 168° nos menciona la forma del permiso:

El permiso de instalación puede incorporarse en la Resolución de Autorización. Si así no se hiciese, los permisos se expedirán dentro de los (15) días calendario posteriores a la vigencia de la autorización, en los formularios aprobados para cada clase de servicio, donde el titular consignará la información técnica y operativa necesaria para el control técnico y estadístico de los equipos e instalaciones.

Hablaremos ahora sobre las Licencias refiriéndonos entonces al Título V, de las Licencias, en el cual en el Artículo 170° se refiere al derecho a solicitar licencia:

Los titulares de una autorización para prestar un servicio de radiocomunicación, tienen derecho a recibir del Ministerio, una o más licencias para iniciar la operación de los servicios autorizados.

Las características técnicas de operación contenidas en la licencia podrán ser modificadas de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 169°.

Sobre las condiciones para su otorgamiento se relatan en el Artículo 171°:

Las licencias se expedirán siempre que la instalación de los equipos y las pruebas de funcionamiento hubieran resultado satisfactorias.

En cuanto al formato de licencias nos habla el Artículo 172°:

Las licencias se expedirán en los formatos aprobados para cada clase de servicios

de telecomunicaciones.

Asimismo sobre el plazo de las Licencias nos habla el Artículo 173°:

El plazo de las licencias no podrá exceder la vigencia de la autorización respectiva.

Como información de interés relevante debemos mencionar el tratamiento que le da el Reglamento al Espectro Radioeléctrico el cual en su Título VIII, del Espectro Radioeléctrico, Sub Título I, del Uso del Espectro Radioeléctrico, Artículo 184°, nos menciona sobre el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias:

El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias es el documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de frecuencias a los servicios de telecomunicaciones, así como las normas técnicas generales para la utilización del espectro radioeléctrico, y que para los efectos del presente Reglamento también podrá denominarse Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, el mismo que es aprobado por el Ministerio en base a la propuesta técnica de la Dirección.

En lo referido al cuadro de asignación de frecuencias se debe mencionar el Artículo 187°:

El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, contendrá los cuadros de atribución para la utilización del espectro radioeléctrico sobre la base de prioridades nacionales.

Dicho Plan indicará la clase y categoría de servicios de telecomunicaciones para cada una de las bandas de frecuencias, de conformidad con el Reglamento de radiocomunicación, anexo al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, debiendo contemplar las necesidades de los Sistemas de Defensa y Seguridad Nacional. Igualmente el Plan considerará, para cada localidad del país, la reserva de al menos un canal de televisión en la banda de muy alta frecuencia (VHF) y otro en la banda de ultra alta frecuencia (UHF), para ser asignadas a empresas de dichas localidades de carácter departamental.

En cuanto a los requisitos de transmisión se mencionan en el Artículo 194°:

Toda estación radioeléctrica que opere en el país esta obligada a transmitir con la potencia, ancho de banda y en la frecuencia o banda autorizada.

Ahora solo nos falta saber cuales son los derechos a pagar por estas Autorizaciones, licencias y permisos, para ello debemos citar al Título IX, de los derechos, tasas y canon, Sub Título I, de los derechos de concesión y autorización, Artículo 205°:

Para efectos de lo dispuesto en el Artículo 55° de la Ley(se transcribe para mayor entendimiento):

Artículo 55°- Las concesiones y autorizaciones están sujetas al pago de un derecho, por única vez.

Continuando con el Artículo 205°:

Los derechos de concesión o de autorización en ningún caso podrán ser menores a los montos que a continuación se indican:

2. Autorizaciones para los servicios privados de telecomunicaciones: veinticinco por ciento (25%) de la Unidad Impositiva Tributaria.

La Unidad Impositiva Tributaria aplicable para el cálculo de los derechos, será la vigente a la fecha en que corresponde efectuar el pago.

El plazo para el pago del derecho se detalla en el Artículo 207°:

El derecho por la concesión o autorización se abona por única vez y su pago es requisito indispensable para el inicio de la vigencia de dichos actos jurídicos. Sin perjuicio de lo anterior, el pago de tal derecho es exigible a partir del decimoquinto día calendario del mes siguiente a aquel en el que se otorgó la concesión o autorización, para lo cual se tomará en cuenta la fecha de suscripción del contrato y la fecha de la Resolución con la que se otorga la autorización.

Se debe tener en cuenta también a los derechos del Canon descritos en el Subtítulo III, Del Canon por la Utilización del Espectro Radioeléctrico, Artículo 210°:

El canon anual que debe abonar los titulares de concesiones o autorizaciones por concepto de uso del espectro radioeléctrico, se calcula aplicando los porcentajes que se fijan a continuación sobre la Unidad Impositiva Tributaria vigente al primero de enero del año en que corresponda efectuar el pago.

4. Teleservicios Privados

a. Servicio de Radiocomunicación Privada

(1) Aeronáutico y Marítimo:

Por estación fija, fija de base y móvil:

-Por estación y frecuencia 10.0%.

2.5. Aspectos Finales

2.5.1. Montaje y Sustentación de Antenas

A continuación se estudian los problemas físicos y mecánicos referentes al montaje y sustentación de antenas.

Hasta 20 metros de altura no se suelen emplear soportes de tipo mástil a menos que no puedan utilizarse ríostros o vientos, o que estos elementos de consolidación hayan de reducirse a un mínimo.

Aunque con alguna mayor dificultad para montarlos a causa de su naturaleza, se emplean postes de madera prefabricados, del tipo que más adelante se describen; estos postes dan tan buenos resultados como otros que son más rígidos, con tal que puedan emplearse suficientes hilos para su arriostamiento.

Aunque algo costosos cuando se adquieren en el mercado, los postes telefónicos de 12 y 15 metros pueden servir para nuestra finalidad. Si se les entierra 1,80 metros (profundidad normal), no requieren hilos de arriostamiento siempre que el tiro en una

dirección lateral no exceda de 45 kilogramos.

Para alturas de 25 a 35 metros se emplean mástiles de celosía, de forma triangular o cuadrangular. Pueden ser autoestables, pero si se utilizan unas cuantas rióstras o vientos podrán emplearse mástiles de menor sección transversal sin peligro cuando soplen vientos. El momento de torsión que actúa sobre la base de un alto mástil autoestable es extraordinariamente grande cuando sopla viento fuerte.

Las torres arriostradas son las más económicas, mientras las torres autoestables son las más robustas y de coste considerablemente más alto que las de los tipos arriostrados.

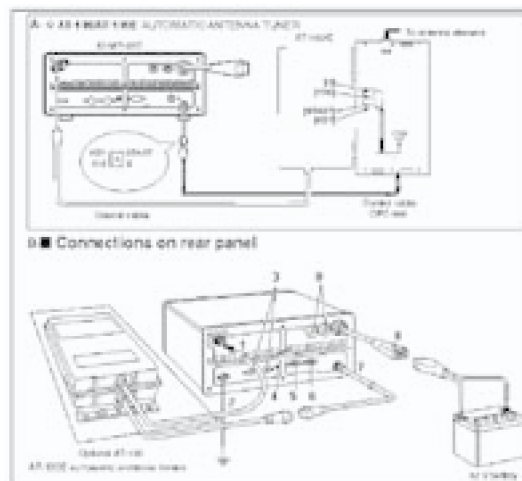


FIGURA 29. INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE EQUIPOS

2.5.2. Instalación de la Antena

Para la Estación fija y Para las estaciones móviles (embarcaciones) tienen el mismo procedimiento de conexión:

En la figura 29.A podemos apreciar las conexiones entre el equipo de radio IC-M710RT y el sintonizador AT-130, las cuales tienen 4 indicaciones:

1) Unión de la salida de antena del IC-M710RT(1) al sintonizador de antena AT-130 a través de un cable coaxial, tal como muestra la figura 29.A. y 29.B en lo que corresponde a esta unión.

2) Unión de la entrada de control del sintonizador del radio IC-M710RT (7), y el sintonizador AT-130 a través del cable de control OPC-566, tal como muestra la figura 29B.

3) Unión del sintonizador de antena AT-130 a la antena a través de un cable coaxial, tal como muestra la figura 29.A (to antenna element).

4) Activación del tipo de conexión a través del interruptor interno del AT-130 (Key 13,6) colocado en la posición start, tal como muestra la figura 29.A.

Finalmente se muestra en la figura 29.B la conexión del equipo con la correspondiente batería de 12 voltios D.C.

Para las estaciones móviles (Embarcaciones) además debemos considerar lo que nos dice la UIT en su Recomendación 218-2

Recomendación 218-2 Eliminación de las interferencias en la recepción a bordo de los barcos.

En la cual se presentan las siguientes recomendaciones aplicables en este caso:

1. Que en el proyecto, la construcción y la instalación del material eléctrico a bordo de los barcos se lleven a cabo de manera adecuada para evitar todo aumento del nivel de la interferencia.

2. Que los trabajos de mantenimiento del equipo eléctrico instalado a bordo de los barcos se lleven a cabo de manera adecuada para evitar todo aumento del nivel de la interferencia que produce.

3. Que las antenas de transmisión o recepción se instalen lo más alto y lo más lejos posible de las máquinas, cables y obenques.

4. Que los alimentadores de antena utilizados exclusivamente para la recepción estén blindados; que el blindaje se extienda sin solución de continuidad, desde el receptor hasta el punto situado lo más alto posible con relación a la estructura del barco y que esté efectivamente puesto a tierra.

5. Que el equipo receptor se sitúe en una cabina adaptada especialmente para tal fin. La cabina ha de estar perfectamente blindada y situada en la parte más alta posible del barco.

6. Que cuando no pueda adaptarse especialmente una cabina para el equipo de radiocomunicaciones, el lugar que se asigne debe ser lo más alejado posible de todas las fuentes de interferencias, y a la mayor altura posible, en el barco.

7. Que el equipo de recepción venga de fábrica eficazmente blindado y esté, protegido contra la interferencia por conducción.

8.1 Que se provea de supresores a los sistemas de encendido de los motores de combustión interna, incluso los instalados en las embarcaciones de salvamento.

8.2. Que, en caso necesario, se provea de supresores y de un blindaje efectivamente puesto a tierra, a los instrumentos de navegación y demás equipos electrónicos.

9. Que los cables próximos a las antenas receptoras o a la cabina de recepción, y los situados en el interior de esta última, están blindados por medio de cubiertas metálicas, a menos que dichos cables están ya de por sí eficazmente blindados.

10. Que, de ser posible, los cables, canalizaciones y conductos que no terminen en la cabina de recepción, no la atraviesen; si es indispensable que pasen por ella, las canalizaciones, los conductos y los blindajes de los cables deberán estar eficazmente puestos a tierra.

11. Que todos los aparatos radioeléctricos, eléctricos y electrónicos de la cabina de recepción estén conectados efectivamente a la estructura metálica del barco en la forma más corta posible, y que los blindajes de todos los cables del barco estén debidamente puestos a tierra.

12. Que los aparejos estén expresamente aislados de la masa del barco, o bien unidos a ésta (es preferible que los obenques, sometidos a tensiones considerables, estén unidos a la masa).

2.5.3. Calibración Inicial con el AT-130

1. Verifique lo siguiente por adelantado:
 - Que el micrófono este conectado.
 - Que el interruptor de parlante [SPEAKER] este apagado.
 - Que el interruptor [SQL], este apagado.
 - Que el control de claridad este puesto en la posición central.
2. Seleccione el canal que desee recibir con los selectores [CHANNEL] y [GROUP].
Cuando este recibiendo una señal el medidor S muestra la potencia de esta.
3. Ajuste el control de volumen al nivel de audio deseado cuando este recibiendo una señal.
4. Apriete [MODE] para seleccionar el modo de operación deseado, si la señal recibida esta en un modo diferente.
5. Apriete [TUNE], para sintonizar el sintonizador de antena AT-130.
6. Para transmitir en el canal, presione y sostenga el interruptor PTT en el micrófono.
La señal "TUNE" parpadea por uno a dos segundos para la primera transmisión en un canal cuando el sintonizador de antena esta conectado.
7. Después que el parpadeo se detenga, hable en el micrófono en su nivel normal de voz.
El medidor de R.F. muestra la potencia de salida de acuerdo a su nivel de voz.
8. libere el interruptor PTT para regresar a recepción.

2.5.4. Perfil Técnico del Sistema

Finalmente mostramos el perfil técnico que tiene nuestro sistema de comunicaciones:

Tipo de servicio: Móvil Marítimo en onda media.

Estación base

Equipamiento

Cantidad: 01.

Marca: ICOM.

Modelo: IC-M710RT.

Potencia de salida: 100 Watts.

Frecuencia: 2100 Khz.

Modo de operación: Banda Lateral Única.

Certificado de homologación: TRFM4495.

Antena

Tipo: Vertical corta.

Altura: 7 metros.

Tipo de polarización: vertical.

Sintonizador de antena.

Marca: ICOM.

Modelo: AT-130.

Estaciones móviles

Equipamiento

Cantidad: 30.

Marca: ICOM.

Modelo: IC-M710RT.

Potencia de salida: 100 Watts.

Frecuencia: 2100 Khz.

Modo de operación: Banda Lateral Única.

Certificado de homologación: TRFM4495.

Antena

Tipo: Vertical corta.

Altura: 7 metros.

Tipo de polarización: vertical.

Sintonizador de antena

Marca: ICOM.

Modelo: AT-130.

2.5.5. Información Adicional

A continuación describiremos un sistema complementario que por su uso general es de importancia mencionarlo.

El sistema Argos

Permite a la entidad administradora de los recursos pesqueros (Ministerio de la producción- Viceministerio de Pesquería) conocer la ubicación exacta y la zona de pesca de cada embarcación, el reporte de pesca de cada una de ellas con la finalidad de proteger la biomasa como recurso alimenticio de la humanidad.

En Junio de 1998 una comisión designa a la empresa que brindará los servicios de control en el Perú denominada “sistema de seguimiento satelital” – SISESAT.

Este sistema fundamentalmente es concebido para controlar a las flotas pesqueras en el Perú, sobre el aspecto de la pesca en zonas prohibidas, en consecuencia este sistema es de naturaleza punitiva, es decir esta destinado a controlar y castigar a aquellas embarcaciones que realicen faenas de pesca dentro de las 5 millas (Decreto Supremo 017-92-PE, el cual tiene como objetivo preservar la zona de operaciones de la flota artesanal, dedicada al consumo humano directo y no industrial), y reportar faenas de pesca completa al sur de los 04°30'S prohibidas para las actividades de arrastre de la flota con permiso para merluza (Resolución Ministerial N°114-2000-PE).

Este sistema se compone de un transmisor satelital GPS colocado en la embarcación que transmite la ubicación de esta hacia el satélite, después este satélite envía esta información hacia la estación regional (uno de los tres centros existentes, Lima, Melbourne, Tokio), luego esta información es enviada a la oficina de economía pesquera del Ministerio de la Producción.

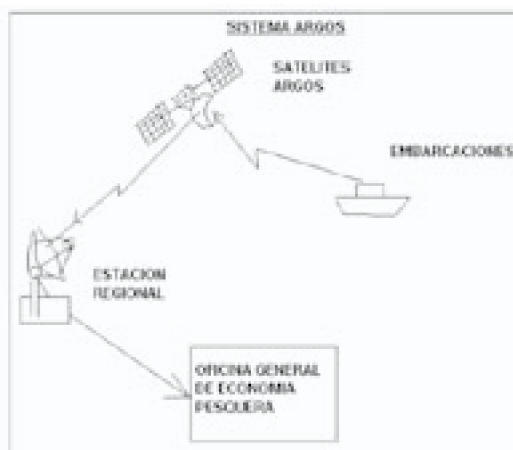


FIGURA 30. EL SISTEMA ARGOS

Desde el 11 de Agosto del 2003, periodo en que me encontraba desarrollando el presente trabajo comenzó en los medios de comunicación un debate sobre los problemas que presentaba este sistema; se resume estos problemas a continuación:

El sistema es unidireccional, es decir solo permite conocer la posición de las embarcaciones (equipo de GPS instalado en la embarcación transmite posición) pero no permite comunicarse con ellas (bidireccional, comunicación en ambos sentidos).

No es un sistema en tiempo real, los datos se actualizan cada hora.

Existe un monopolio, ya que la única empresa que brinda este servicio es SISESAT, la Ley y el Reglamento para dicho fin no permite la operación de otra empresa.

Por todos estos motivos, a partir del próximo año (2004), el Ministerio de la Producción, dispondrá la operación de un nuevo Reglamento, en el cual podrán participar más empresas que presentarán mejoras técnicas con respecto al sistema utilizado actualmente.

Por lo visto líneas arriba este sistema no compite ni se opone a nuestro sistema porque la finalidad del sistema Argos es el control de la pesca en zonas prohibidas, y no la comunicación dedicada a la seguridad en alta mar ya que Argos reporta a la oficina de economía pesquera.

3. COSTO DEL SISTEMA

3.1. Costo de los Equipos

Para determinar este costo debemos mencionar a los elementos constituyentes del sistema y su correspondiente precio:

La estación base	
Equipo de radiocomunicación marina IC-M710 RT	\$ 2688
Sintonizador automático de antena AT-130	\$ 369
Antena vertical de 7 metros	\$ 300
Sistema de radiales + rióstras o vientos	\$ 100
Cable de acometida	\$ 10
Instalación	\$ 120
Total. (en dólares americanos)	\$ 3587

La estación móvil	
Equipo de radiocomunicación marina IC-M710 RT	\$ 2688
Sintonizador automático de antena AT-130	\$ 369
Antena vertical de 7 metros	\$ 300
Cable de acometida	\$ 10
Instalación	\$ 50
Total..(en dólares americanos)	\$ 3417

3.2. Costo de las Autorizaciones y Canon

Se debe considerar el pago de la autorización del servicio que es de 25% de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT), que es por única vez (La unidad impositiva vigente es de S/. 3100).

El pago por concepto de Canon por la utilización del espectro radioeléctrico que es de 10% de la UIT anual, por cada estación base o móvil.

Entonces tenemos:

25% de la UIT por única vez S/. 775 o \$ 221,4

Pago anual de S/.310 por estación fija o móvil S/. 9610 o \$2745,7

(31 estaciones fijas o móviles X S/. 310 = S/. 9610)

(se considera cada dólar americano a S/.3,5 soles).

Entonces total inicial en autorizaciones y canon \$2967,1

3.3. Costos Anuales

Luego de esto cada año se debe pagar como único costo el monto del 10% de la UIT vigente en ese momento; para las 31 estaciones sería un monto actual de \$2967,1 dólares americanos anuales.

3.4. Análisis de la Realidad Actual

La implementación de cada estación móvil dependerá la disponibilidad económica para ir realizando poco a poco, se puede comenzar con 10 estaciones móviles ya que existe una cantidad no determinada que ya ha realizado la renovación de su equipo con las características técnicas similares a los nuestros, con sus propios recursos por su propia

seguridad personal, sin esperar que sea la planta la que implemente en conjunto esto.

Es por ello que no he totalizado todo el conjunto de estaciones móviles en cuanto el costo del equipo, solo en cuanto a las autorizaciones y canon, así como a los costos anuales (31 estaciones), ya que ello por la disponibilidad económica depende de una acción conjunta para así hasta poder tener la posibilidad de obtener mejores precios por los equipos, ya que al comprarlos en conjunto por cantidad se podría reducir notablemente los costos presentados tanto por los equipos como por el servicio de instalación de estos.

CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones sobre el sistema de comunicaciones propuesto por el presente trabajo, basadas en el desarrollo del mismo:

1. Para un sistema de comunicaciones de voz, de larga distancia, hemos podido comprobar la ventaja que presenta la banda de onda media, ya que comparado con la banda de HF, en la que también se logra propagación a grandes distancias pero tiene un problema primordial y clave; presenta zonas de silencio, algo sumamente grave y peligroso para el tipo de servicio que se pretende prestar, ya que ninguna embarcación puede estar sin un enlace radial activo en alta mar.

2. La banda de onda media presenta ventajas con respecto a la banda de VHF, debido a que permite comunicarse a mayores distancias que la VHF (línea de vista), esta banda de VHF, sirve para sistemas móviles de corta distancia.

3. El modo de transmisión que usamos de Banda Lateral Única, es como hemos podido comprobar uno de los modos más eficientes de comunicaciones a larga distancia en alta mar, a causa de su economía de espectro y de potencia, además que es menos susceptible a los efectos del desvanecimiento selectivo y de interferencia de modulación de amplitud. Estas ventajas se deben a la eliminación de la portadora de alta energía y en consecuencia la reducción de la potencia de banda lateral que permite mejor comunicación por BLU en condiciones desfavorables de propagación.

4. Usualmente al diseñar un sistema de comunicaciones común siempre pensamos en la banda de la VHF, o en microondas; pero, no se nos pasa por la mente la idea de la

onda de superficie, esta aplicación propuesta en el presente trabajo, nos demuestra su vigencia para solucionar este tipo de problema, y que ampliando nuestros horizontes nos podremos dar cuenta que a pesar que la tendencia mundial es hacer sistemas de comunicaciones de banda ancha, aun hoy, hay sistemas que son sumamente prácticos y eficientes y que cumplen cabalmente con su finalidad.

5. Otra conclusión importante que pude sacar, que mi intención en el transcurso del trabajo es usar un método de diseño de ultima generación, con los últimos adelantos científicos y técnicos en materia de diseño de sistemas por onda de superficie, hubiera sido muy fácil sacar un libro de propagación de hace 25 años y realizar el trabajo en base a esto, sabiendo que lo básico es útil, pero las telecomunicaciones han progresado mucho en el mundo gracias al apoyo de un organismo de las Naciones Unidas, que es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, para estar al día se debe recurrir a sus famosas recomendaciones que constantemente grupos de expertos de todos lo países actualizan, así pude obtener un método de diseño actual.

6. Para comunicaciones a nivel mundial, todos sabemos que existe el sistema satelital, entonces podríamos pensar en tratar de usar esto para nuestro sistema, pero presenta las siguientes desventajas:

- El costo de un equipo satelital (por ejemplo (ICOM, IC-910H Satellite Transceiver) + accesorios), bordea los \$3000 dólares americanos.
- Pero hay que contratar los servicios portadores, esto tienen un costo mensual que se determina por el tipo de demanda, para un servicio con muchos usuarios puede ser entre \$50 a \$80 mensuales por usuario (varia según proveedor de servicios portadores, tipo de categoría de servicio, número de usuarios finales, etc.), si los \$80 dólares mensuales lo proyectáramos a un año, seria \$960 dólares americanos anuales por usuario, si el número de usuarios fuera de 30 el costo total anual seria de \$28800 dólares anuales, lo cual convierte esta solución en impracticable dado los menores costos anuales de mantenimiento de nuestro sistema (el sistema es nuestro, no requiere pagos mensuales, solo ínfimos pagos anuales al Ministerio de Transportes y Comunicaciones), El servicio satelital es mucho más barato si tuviera más usuarios (nuestra planta industrial es de tamaño medio), además el mayor ancho de banda no se justifica para nada ya que el servicio que se pretende brindar es un sistema de voz, y no es práctico pagar tanto cuando no necesitamos más, esta es la aplicación practica del uso de la contrastación con la realidad, pueden existir soluciones más vistosas, pero se debe observar una correlación entre lo mínimo que necesitamos y lo máximo que debemos pagar por obtener un servicio eficiente al menor precio posible para ser competitivo.
- Se debe tener en cuenta que las pocas embarcaciones que por imperiosa necesidad se han visto obligadas a renovar equipos por su propia cuenta, utilizan el sistema de onda media y banda lateral única, con lo cual se tendría que hacer un doble gasto si se quisiera usar otro sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Bundavox Handbook of Telecommunication. Bundavox Telecommunication Foreign Trading Company Ltd. Hungary.
- Tomasi. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. 1996
- Telefónica del Perú. Legislación Peruana de Telecomunicaciones 1996
- William I. Orr. Radio Handbook 1980
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Comunicaciones Años diversos.
- Manual del IC-M710RT Banda Marina. Icom Japón. 2003.
- Manual del AT-130 Icom Japón. 2003.
- Mischa Schwartz. Transmisión de información, Modulación y Ruido, Enfoque Unificado de los Sistemas de Comunicación. 1983.