



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ESCUELA DE TELEMÁTICA

**OPTIMIZACION DEL LABORATORIO DE
TELECOMUNICACIONES EN EL I.T.S.A. MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE UNA ANTENA LOGARÍTMICA PARA
VHF.**

POR:

**CBOS. GUAÑO GUAÑO EDISON FREDY
CBOS. VILLACÍS CANSIÑA RUBEN MAURICIO.**

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2001



CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. **CBOS. GUAÑO GUAÑO EDISON FREDY Y CBOS. VILLACÍS CANSIÑA RUBEN MAURICIO**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGOS EN TELEMÁTICA.**

Latacunga, 04 de Diciembre de 2001.

Verónica Freire.

Ing. Electrónica.



DEDICATORIA

El presente trabajo de Investigación lo dedicamos al ITSA. , el cual es nuestra fuente de conocimientos, por nuestro sacrificio y afán de darnos una educación y a la vez una profesión, ya que de ella depende nuestro futuro.

A nuestros padres que con su entero sacrificio y abnegación supieron entregar todo de sí para hacer de nosotros unos seres útiles de la Patria y la sociedad.

CBOS. GUAÑO EDISON

CBOS. VILLACÍS RUBEN



AGRADECIMIENTO

A nuestros Instructores, sembradores infatigables del saber y la justicia, quienes dejan en nosotros la semilla que luego dará sus frutos para hacer de nuestra Patria grande y prospera.

Al ITSA en cuyas aulas hemos tejido sueños que hoy los vemos realizados.

A nuestros padres quienes con su esfuerzo y dedicación supieron guiarnos por el camino correcto en busca de un mañana u un futuro mejor.

CBOS. GUAÑO EDISON

CBOS. VILLACÍS RUBEN



HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

CBOS. GUAÑO GUAÑO EDISON FREDY

CBOS. VILLACÍS CANSIÑA RUBEN MAURICO

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE TELEMÁTICA

Ing. Eduardo Castillo.

Mayo. Tec. Avc.

Latacunga, 19 de Diciembre del 2001



INDICE

Certificado de Aceptación	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Índice	V

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- Objetivo General	2
1.2.- Objetivos Especificos	2
1.3.- Justificación	2

CAPITULO II

ANTENAS

2.1.- Introducción	3
2.2.- Función de la Antena	4
2.3.- Funcionamiento	4
2.4.- Ondas Estacionarias	7
2.4.1.- Relación de ondas Estacionarias (ROE)	8
2.5.- Antena Logarítmica Periódica o tipo Yagi	9
2.6.- Características Generales de la Propagación de Ondas E.	28
2.6.1.- División del espectro	30
2.7.- Características Generales de una Onda Radioeléctrica en función de su Frecuencia	31
2.8.- Características de Propagación	33
2.8.1.- Frecuencias Limites	34
2.8.2.- Clasificación de las Bandas	35
2.8.3.- Propagación en VHF-UHF	36
2.9.- Parámetros de la Antena	37
2.9.1.- Ancho del Haz	38
2.9.2.- Ganancia	40
2.9.3.- Patrón de Radiación	41
2.9.3.1.- Patrón de Radiación Absoluto	42
2.9.3.2.- Patrón de Radiación Relativo	42
2.9.4.- Polarización	43
2.9.5.- Impedancia	44



2.9.6.- Directividad	45
2.9.7.- Resonancia	45
2.9.8.- Angulo de Radiación	47

CAPITULO III

ESTUDIO DEL DISEÑO DE LA ANTENA

3.1.- Componentes	49
3.1.1.- Equipo Midland	49
- Definición	49
- VHF-FM Midland	51
- VHF/ FM 70/3800 Midland	51
3.1.2.- Base y pilote de la Antena	51
3.1.3.- Vientos de la base de la Antena	52
3.1.4.- Línea de Transmisión	52
3.1.5.- Soporte vertical de la Antena	52
3.2.- Calculo de segmentos y mediciones	53
3.2.1.- Longitud	53
3.2.2.- Espesor	55
3.2.3.- Separación entre segmentos	55
3.3.- Cobertura de Transmisión y Recepción	59
3.4.- Diagramas de Construcción	59
3.5.- Selección de materiales	64

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN DE LA ANTENA, BASE, PERFIL DE SOPORTE Y DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN.

4.1.- Construcción de la Antena Logarítmica	67
4.1.1.- Medición y cortado de la varilla de Aluminio	70
4.1.2.- Fijación y soldado de las varillas al soporte de elementos	70
4.1.3.- Aislamiento y pegado de las Líneas de TX y RX	71
4.1.4.- Fijación del soporte vertical a la Antena	71
4.1.5.- Adaptación de una placa metálica al soporte vertical	71
4.1.6.- Unificación de las líneas de transmisión con un conector	72
4.2.- Construcción de la Base de la Antena	72
4.2.1.- Estudio del lugar de instalación	72
4.2.2.- Estudio del terreno	72
4.2.3.- Selección de materiales	73



4.2.4.- Implantación	73
4.3.- Construcción del Perfil de soporte de la Antena	74
4.3.1.- Obtención del material	74
4.3.2.- Estructura y soldado del soporte	75
4.3.3.- Implantación	75
4.4.- Implementación de la línea de transmisión	76
4.4.1.- Generalidades	76
4.4.2.- Eficacia de la línea de transmisión	78
4.4.3.- Impedancia de una línea de Tx	78
4.4.4.- Radiación de las Líneas de TX	79
4.4.5.- Factor de velocidad	80
4.4.6.- Terminación de las líneas	80
4.4.7.- Perdidas de las líneas de TX	81
4.4.8.- Clasificación de las Líneas de Tx	82
- Líneas Resonantes	82
- Líneas no Resonantes	82
- Líneas Bifiliares	83
- Cables Trenzados	83
- Líneas Coaxiales	83
1.- Impedancia del cable Coaxial	86
2.- Factor de Velocidad	87
- Guía de Ondas	88
4.4.9.- Aplicación de las líneas de Tx.	89
- Filtros Eléctricos	90
- Reactancia de pequeñas perdidas	90
- Secciones adaptadoras de impedancia	91
4.4.10.- Preparación y pelado del Cable (URG-58)	91
4.4.11.- Colocación de conectores en los extremos de la l. De Tx	93
4.4.12.- Adaptación de la línea de TX con el conector de la Antena ...	93

CAPITULO V

IMPLANTACIÓN DE LA ANTENA

5.1.- Adaptación de la Antena con el perfil de soporte	95
5.2.- Adaptación de la línea de TX con un Equipo de Comunicación	95



CAPITULO VI

PRUEBAS

6.1.- Calibración de la Antena	96
6.2.- Alineación y Orientación de la Antena	97

CAPITULO VII

MARCO ADMINISTRATIVO

7.1.- Presupuesto	98
7.2.- Cronograma	99

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.- Conclusiones	100
8.2.- Recomendaciones	101

Anexos.

- Referencias Bibliograficas .
- Glosario.
- Manuales y fotografías.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
ESCUELA DE TELEMÁTICA
PROYECTO DE GRADO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.

Las Antenas juegan un papel muy importante dentro de la Comunicación como medios de transmisión y recepción de ondas electromagnéticas.

Llevados por la importancia de este gran tema nos hemos planteado como proyecto la construcción de una antena Logarítmica, en vista de que entre el Instituto y el Ala 12, específicamente la sección de Comunicaciones, no existe un optima transmisión y recepción de información.

Para lo cual nos hemos comprometido establecer y lograr una mejor comunicación entre estos dos puntos, que mediante los conocimientos aprendidos y la practica aran posible el cumplimiento de este objetivo.

Una antena Logarítmica es un conductor que cumple con la función de transmitir y captar energía electromagnética radiada por un equipo de Comunicaciones (GP-68), el cual vamos a utilizar.



Presto a cumplir el objetivo utilizaremos tres frecuencias específicas las mismas que previamente analizadas y mediante cálculos posibilitaran hacer efectiva la construcción de la Antena con el fin de que el enlace sea eficiente.

En una Antena Logarítmica intervienen varios parámetros para su efectividad, como son: material, dimensiones, impedancia, ganancia, etc., y un factor importante que es la línea de vista que en nuestro caso facilita el cumplimiento del objetivo planteado.

Además nos permite mostrar la creatividad y conocimientos adquiridos que mediante la practica permitirán al Instituto el goce de una mayor eficiencia de las comunicaciones y proveer el incentivo a todos los alumnos para que conlleven la creación y construcción de nuevos proyectos a favor del Instituto acorde con el avance de la Tecnología.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Optimización del Laboratorio de Telecomunicaciones en el I.T.S.A.
Mediante la Construcción de una Antena Logarítmica para VHF.

En vista de que el I.T.S.A. avanza acorde con la tecnología nos hemos propuesto realizar una antena Logarítmica capaz de obtener una mejor Comunicación entre la Ala 12 y el ITSA . En lo que respecta



**a la transmisión y recepción de las frecuencias utilizadas por estas
en la gama de VHF .**

Además con este proyecto pretendemos incentivar a los alumnos militares, civiles y de cursos especiales, que acojan de esta manera la creación de proyectos a favor a este Instituto.

Con este proyecto queremos inducir a los alumnos en lo que respecta a la parte teórica y practica con el fin de demostrar habilidades y conocimientos impartidos en el Instituto.

También esta orientado a los diferentes profesores y en especial para la materia de Propagación y Antenas.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

1.2.1. OBJETIVO GENERAL:

Elaborar una Antena Logarítmica para el Laboratorio de Telecomunicaciones del I.T.S.A.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

3.2.1. Realizar el estudio del diseño de la Antena Logarítmica.



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica

3.2.2. Efectuar la implantación de la Antena Logarítmica.

3.2.3. Realizar pruebas, alineación o calibración y orientación de la Antena Logarítmica.

1.3. JUSTIFICACIÓN:

En vista que el Laboratorio de Telecomunicaciones, no dispone de un Sistema de Antenas para el trabajo conjunto con los equipos de radio, se va a realizar la fabricación de una Antena Logarítmica que solucione los enlaces con las diferentes estaciones de radio de las Fuerzas Armadas y otras estaciones.



CAPITULO II: ANTENAS

2.1. INTRODUCCIÓN

Físicamente una antena consiste en uno o varios conductores colocados a una cierta altura del suelo, que transmiten o captan energía electromagnética.

En el diseño de las antenas se busca siempre la mayor efectividad, es decir, que radie el mayor porcentaje de energía que llegue a ella, o que capte la mayor energía posible para una frecuencia determinada. Para ello tienen que cumplir una serie de requisitos, como son dimensiones, impedancia, etc.

Las características de una antena son las mismas tanto si se usan para transmitir como para recibir, por lo cual se pueden decir que toda buena antena en transmisión también será una buena antena en recepción.

La antena esta conectada a las líneas de transmisión y recepción, la cual transfiere la energía generada por el transmisor al espacio exterior y las señales de eco que retornan del objetivo, al receptor.

Un haz estrecho de radiación y alta ganancia permite una recepción de objetivos lejanos y una medición exacta del azimut y ángulo de elevación del objetivo.



El haz estrecho es importante especialmente donde se requiere resolución entre distintos objetivos adyacentes. Cuando mayor es la frecuencia de transmisión, más estrecho es el haz transmitido y mayor es la ganancia.

2.2. FUNCION DE LAS ANTENAS.

La función de una antena, es la de convertir la energía eléctrica de alta frecuencia, entregada por el transmisor, en ondas electromagnéticas que puedan viajar por el espacio, llevando la información hacia uno o varios receptores.

Una antena básicamente es un pedazo de material conductor que está 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.

2.3. FUNCIONAMIENTO DE UNA ANTENA.

Las antenas se basan en el principio de la radiación 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 esta determinada por la dirección de la corriente.

Este campo magnético es variable y sigue la misma ondulación de la corriente eléctrica de alta frecuencia que se entrega a la antena.

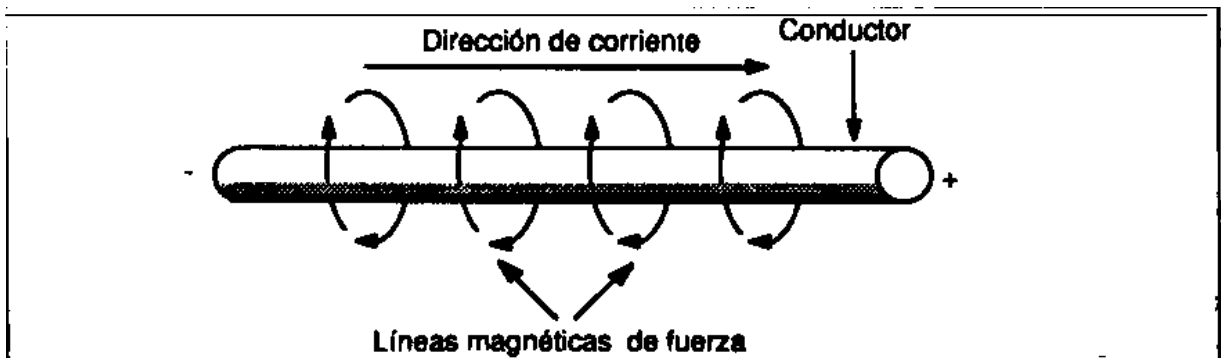


Figura 2.1. Líneas magnéticas de fuerza.

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 alrededor un campo eléctrico. Cuando la señal de la corriente alterna empieza a decrecer de su máximo valor hacia cero, el campo eléctrico también decrece.

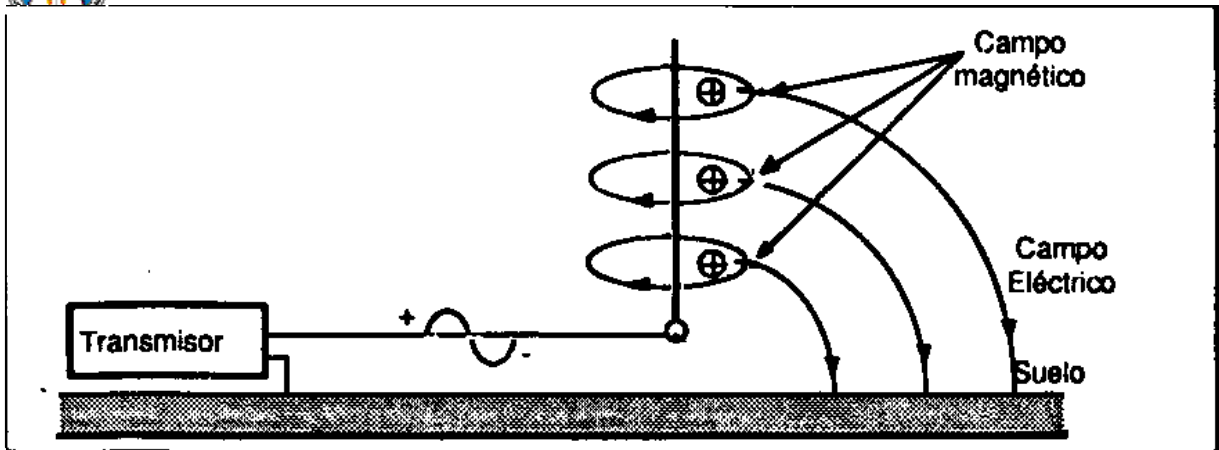


Figura 2.2. Diagrama simplificado de una estación transmisora.

Por lo mismo podemos concluir que en una antena existe 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.

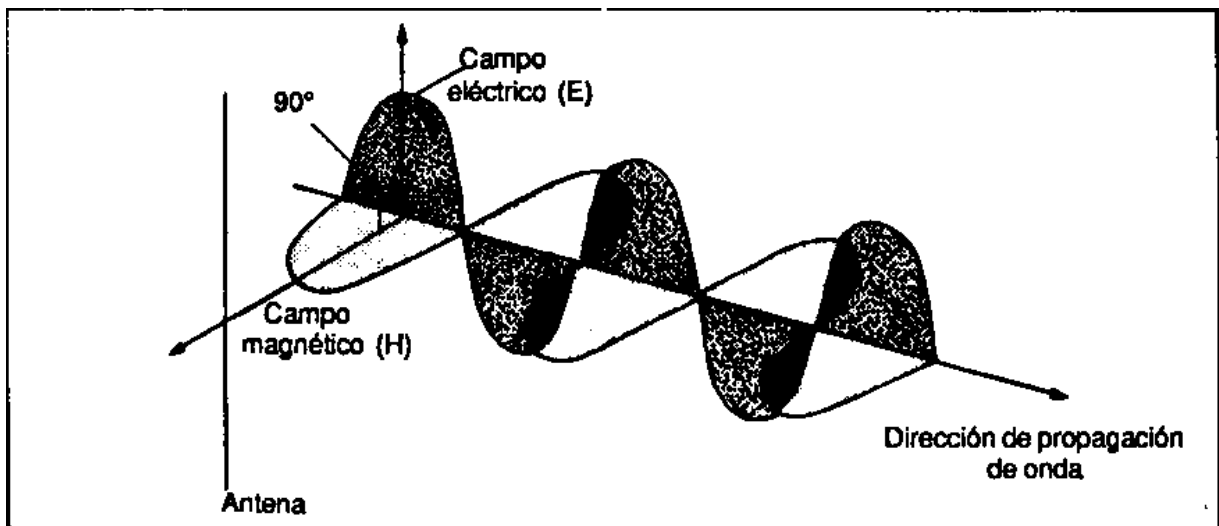


Figura 2.3. Dirección de propagación de la onda.

Así resulta una radiación de energías eléctricas y magnéticas que se unen para formar las ondas electromagnéticas. En las frecuencias de radio la antena es el elemento necesario para irradiar o transmitir las ondas.



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 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 la longitud de la onda para transmitir.

Este tipo de antena se monta en forma vertical. De lo anterior deducimos que la longitud o tamaño de las antenas esta 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.

2.4. LAS ONDAS ESTACIONARIAS

En un transmisor, se envía un tren de ondas sinusoidales, o señal de radiofrecuencia, a lo largo de la línea de transmisión hacia la antena. Si la impedancia de la antena es la misma que la impedancia de salida del transmisor y que la de la línea, entonces la impedancia de todo el sistema es constante y hay una máxima transferencia de energía. En este caso, no



hay ondas estacionarias y toda la potencia del equipo se convierte en ondas de radio en la antena.

Sin embargo, si la impedancia de la antena es diferente a la impedancia de salida del transmisor y de la línea, el tren de ondas experimenta una oposición con él cambio abrupto de impedancia. Parte de la potencia no se puede irradiar y retoma por la misma línea en forma de un nuevo tren de ondas, pero en sentido contrario, dirigiéndose al transmisor.

Cuando las ondas en sentidos opuestos se encuentran, el resultado es una onda que permanece siempre sobre la línea estas son las ondas estacionarias.

2.4.1 RELACIÓN DE ONDAS ESTACIONARIAS (ROE)

La relación entre los valores máximo y mínimo de tensión o corriente medidos a lo largo de la línea determina la relación de ondas estacionarias.

Cuando la potencia es absorbida completamente por la carga en el extremo de la línea, la relación de ondas estacionarias es uno. Si la línea está terminada por una resistencia pura, tendremos que la relación de ondas estacionarias (ROE) será la relación entre la impedancia de carga y la impedancia de la línea



$$ROE = \frac{Z_r}{Z_o}$$

Cuando mayor sea el cociente de reflexión, mayor será la ROE normalmente referida a la tensión o a la corriente.

2.5. ANTENA LOGARÍTMICA PERIÓDICA (YAGI)

Es el tipo de antena direccional más difundida en todas las bandas, inclusive las VHF y UHF, se basan en el diseño realizado por los japoneses YAGI y UDA.

Estas antenas están compuestas por un elemento principal, derivado de la antena dipolo y de varios elementos adicionales llamados parásitos, que reciben la energía por inducción del elemento principal y refuerzan su transmisión en el mismo sentido.

En las antenas direccionales tipo YAGI la señal se concentra en una sola dirección tanto de transmisión como de recepción. Para familiarizarnos con este tipo de antena podemos recordar las antenas de televisión que se encuentran por todas partes. En la figura siguiente tenemos el patrón de radiación de una antena direccional y su aspecto físico.

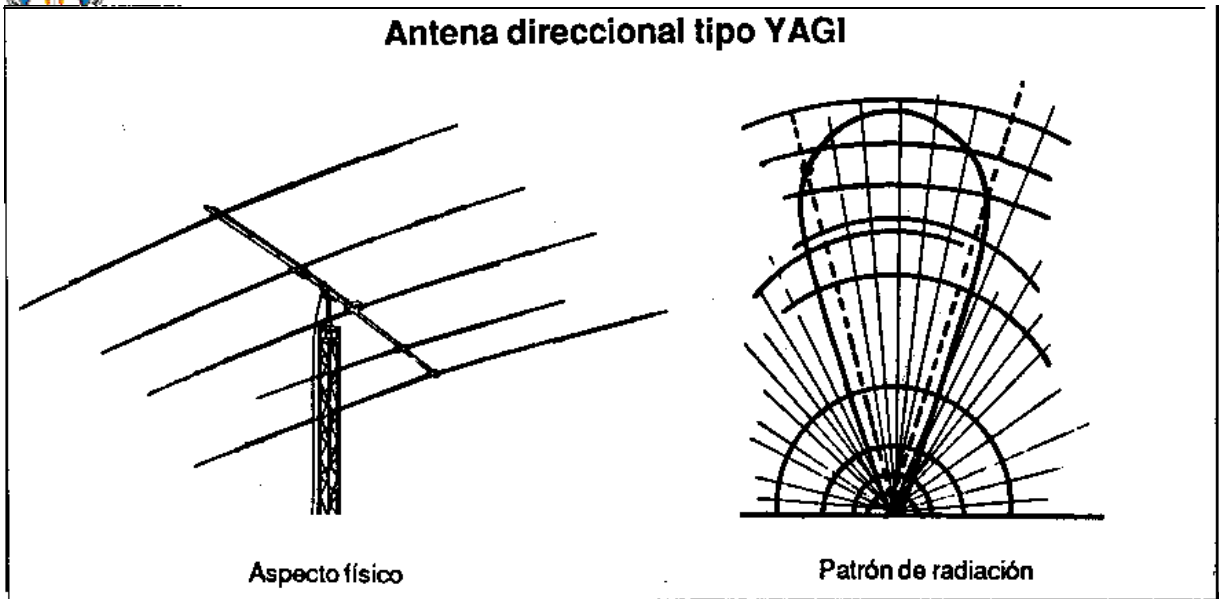


Figura 2.4 Antena direccional tipo Yagi.

Como puede observar cuantos más elementos disponga la antena mayor es la ganancia y la relación antero-posterior y más agudo es el ángulo de abertura tanto horizontal como vertical, pero a la vez todo ello supone una disminución de la resistencia de radiación que puede llegar a tomar valores por debajo de los 15Ω .

Tabla 2.1. Características de algunas antenas Yagi

Tipo de antena	Ganancia	Relación antero-posterior	Ángulo de abertura	
			horizontal	Vertical



Dipolo + reflector	3 dB	10 dB	75°	140°
Dipolo + reflector + + 1 director. . . .	5,5 dB	10 dB	15°	140°
Dipolo + reflector + + 2 directores . . .	6 dB	18 dB	60°	95°
Dipolo + reflector + + 4 directores . . .	8,5 dB	20 dB	50°	70°

La antena Logarítmica consta de un dipolo y unos elementos parásitos denominados directores y reflector, que aumentan la ganancia de la antena en la dirección a la que está orientada, haciendo a la vez prácticamente nula la recepción de señales fuera de este estrecho ángulo.

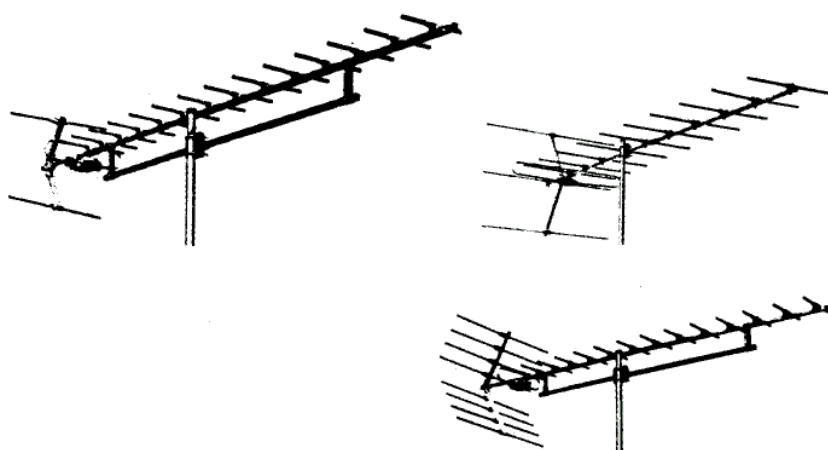


Figura 2.5 Antenas Yagi con varias varillas como elementos reflectores.



Lo normal es que la antena lleve un solo elemento reflector, aunque también es muy usual en la recepción de señales en UHF que se dispongan dos, tres o más varillas reflectoras según se muestra en la figura 2.5.

El número de directores oscila entre 1 y 21 elementos, según la ganancia y directividad de la antena. Así, con una antena con 21 directores es posible obtener una ganancia de 14 dB y una directividad de 29 dB.

Un tipo especial de antena Yagi es la que utiliza el reflector diedro (Fig. 2.6). El reflector diedro permite una más eficiencia de la antena, puesto que cuanto más varillas posea el reflector, formando un plano eléctrico, más eficaz será la antena, pues el reflector diedro forma un plano perfecto que refleja toda la energía que a él llega sobre el dipolo.

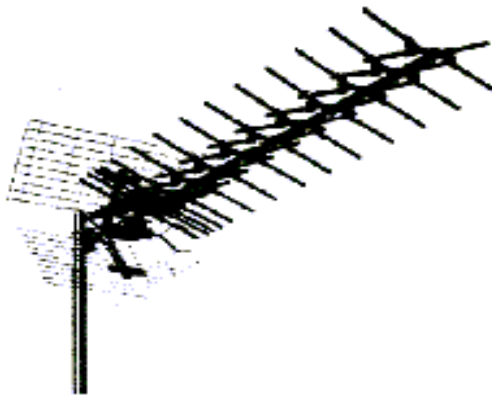


Figura 2.6 Antena Yagi con reflector diedro



Estos reflectores diedros se instalan con ángulos de abertura favorables de 60° a 90°.

Tabla 2.2 Dimensiones y separación del reflector diedro.

Longitud de las varillas (a)	0,6 λ
Separación entre varillas (b)	0,5 λ
Separación entre dipolo y reflector (c)	0,4 λ
Longitud de cada brazo del reflector (d)	2 λ

Cuando en nuestro medio no existía más que un único canal de TV, el problema de la elección de la antena no constituía mayor problema, limitándose casi siempre a un dipolo plegado con un reflector.

Más tarde, cuando comenzaron a funcionar otros canales de la banda alta y hace poco un canal de la banda baja, el problema de la elección de la antena se tornó muy importante, reemplazándose el antiguo dipolo por cualquiera de los múltiples modelos de antenas Yagi existentes, con varios directores y un reflector.



Aparecieron, asimismo, otros tipos de antenas (róbicas, en moño, etc.) tendientes todas ellas a resolver el problema de poder abarcar, con una sola antena, ambas bandas y suministrar una señal suficientemente intensa al receptor.

En una palabra, se hizo imperativo el empleo de una antena multi canal, capaz de suministrar una ganancia uniforme sobre una amplia gama de frecuencias, ofreciendo una impedancia constante a lo largo de toda esa gama. No es tan fácil, por cierto, obtener estas características de trabajo, máximo si se tiene en cuenta que intervienen otros factores, como ser la característica direccional más favorable para este tipo de funcionamiento, evitando la posibilidad de captación de fantasmas por una excesiva cantidad y extensión de lóbulos secundarios.

El proyecto de antenas Yagi de banda ancha es un asunto dificultoso. No es posible obtener un aumento en el ancho de banda de estas antenas.

En marzo de 1957, el Prof. V. H. Rumsey y el Dr. fl. H. Duttamel anunciaron el invento de un nuevo tipo de antena, que podía proyectarse para cualquier ancho de banda. En principio, estas antenas están basadas en conos, espirales o estructuras que se repiten en progresión geométrica.

Cada antena tiene la bajada en el vértice. Que es suficientemente pequeño comparado con una longitud de onda. Como para no radiar



energía. Las corrientes fluyen hacia afuera hasta que alcanzan una parte de la antena donde las dimensiones de la estructura repetida, en términos de longitudes de onda, son tales que se produce la resonancia. Aquí la corriente alcanza su máximo valor.

Más allá de la resonancia no queda energía en la antena, de modo que la dimensión total no tiene importancia. Cambiar la frecuencia sólo produce el movimiento de la región resonante en la estructura, pero no afecta el diagrama de captación o la impedancia. El ancho de banda queda limitada solamente por las dimensiones mayor y menor de la antena.

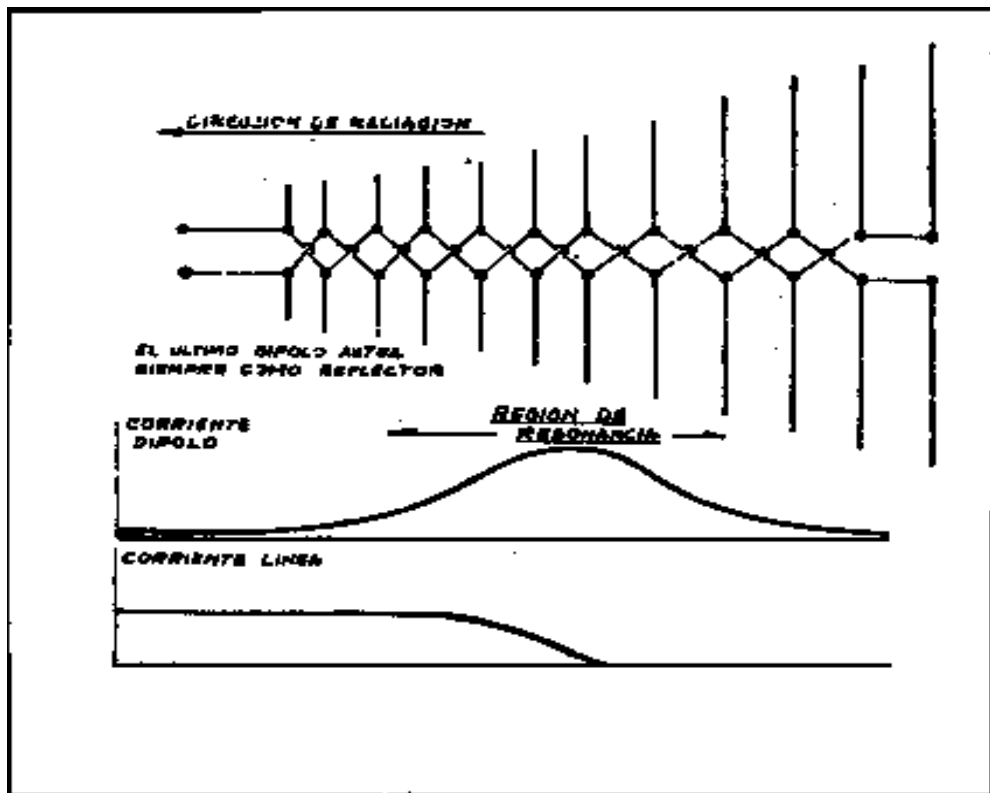


FIGURA 2.7 Diagrama esquemático de una antena logarítmica

Cuando la frecuencia cambia, también lo hace la región de resonancia, que se desplaza a lo largo de la antena. La flecha indica que en el caso de la figura, ése es el dipolo resonante.

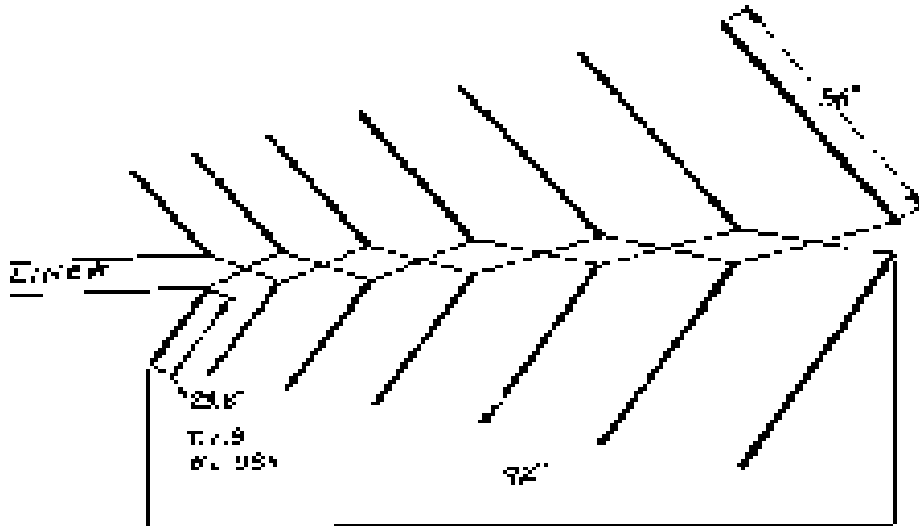


Figura 2.8. Esquema de una antena logarítmica con las varillas en V

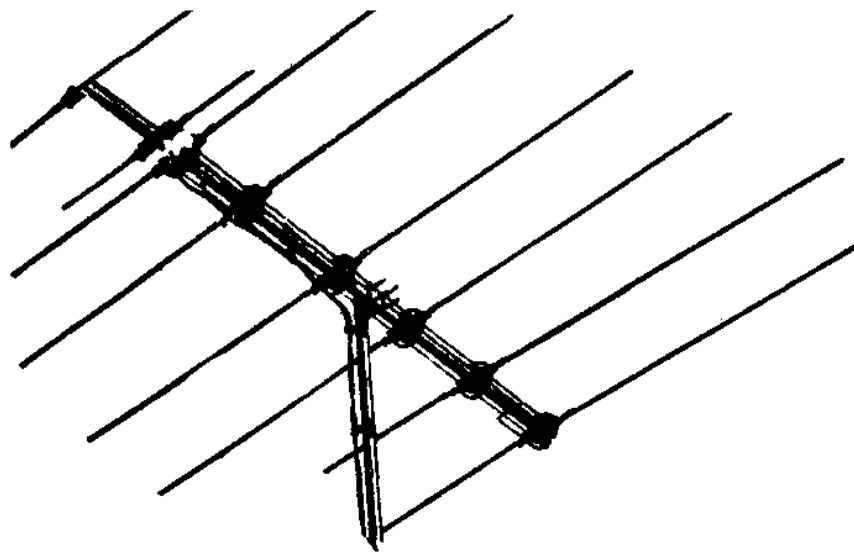


Figura 2.9. Antena logarítmica.

Las primeras antenas independientes de la frecuencia tenían ganancias reducidas y pobres diagramas de captación, pero el comportamiento se mejoró cuando el funcionamiento de las antenas se entendió mejor.



El último paso se produjo en junio de 1959, con el descubrimiento del dipolo logarítmico. Este dispositivo combina las ventajas de las primeras antenas independientes de la frecuencia con las de la Yagi. Consiste en un conjunto de dipolos que poseen longitudes y separaciones que aumentan en progresión geométrica.

Los dipolos están espaciados en menos de un cuarto de longitud de onda, en resonancia, de modo que la diferencia de fase entre dipolos adyacentes se constituye mediante un cuarto de longitud de onda en el alimentador.

En buenas zonas o para usos móviles, la antena logarítmica puede suministrar un resultado que ninguna otra antena puede ofrecer.

¿Pero por qué la antena que hemos descrito recibe el nombre de logarítmica? Pues debido a que la antena consiste, esencialmente, de un conjunto de dipolos cuyas longitudes y separaciones aumentan en progresión geométrica.

Y ¿por qué periódica? Pues debido a que las características eléctricas se repiten periódicamente.



El factor de ahusamiento de la antena, se define como la relación entre la longitud de un dipolo y la longitud de su vecino más largo, de modo que el factor de ahusamiento es siempre algo menor que la unidad.

El dipolo más largo debe ser igual a media longitud de onda del dipolo o excitador mas el 5% de la media longitud de onda. El dipolo más corto debe ser igual a la media longitud de onda menos el 5% de la media longitud de onda .

Longitud del reflector L_R :

$$L_R = \frac{\lambda}{2} + 5\% \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

Longitud del director :

$$L_D = \frac{\lambda}{2} - 5\% \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

Si bien la teoría elemental indica que las separaciones deben ser de un cuarto de longitud de onda o aproximadamente una mitad de la longitud de los dipolos, en la práctica los mejores resultados se obtienen con separaciones de solamente 1/4 o 1/3 de las longitudes del dipolo.

Los dipolos se conectan alternativamente a un par de bárrales, que forma la línea alimentadora central.



La impedancia característica de esta línea no debe ser muy alta o la ganancia bajará. Por el otro lado, no debe ser muy baja, o los lóbulos posteriores aumentarán. Para comprender el porqué de esto, consideremos el funcionamiento de la antena como transmisora. Si la impedancia de una línea es alta, toda la energía se transfiere a los dos primeros dipolos que se aproximan a resonancia y, de este modo, la ganancia de potencial de los restantes dipolos próximos a resonancia no se realiza.

Si la impedancia de la línea es demasiado baja la energía transferida a cada dipolo es insuficiente y existe una cantidad en la línea cuando la región resonante ha sido pasada.

Tabla 2.3. Configuraciones básicas de antenas

	FORMA Y CORRIENTE	DIRECTIVIDAD D, G	LONGITUD EFECTIVA l_{ef}	RESISTENCIA RADIACIÓN R rad	CAMPO RADIADO E:mr/m R:km W:Kvatios	DIAGRAMA DE RADIACIÓN (E) (cortes representativos)	
ANTENA ISOTROPICA A		1			$\frac{173}{R} \sqrt{W}$		
DIPOLO ELEMENTAL		1.5	L	$80\pi^2 \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2$	$\frac{212}{R} \sqrt{W}$		
DIPOLO EN MEDIA ONDA		1.64	λ / π	73	$\frac{222}{R} \sqrt{W}$		
DIPOLO EN ONDA COMPLETA		2.4		200	$\frac{268}{R} \sqrt{W}$		



DIPOLÓN EN $\frac{5\lambda}{4}$		3.1	$2.41 \frac{\lambda}{\pi}$	220	$\frac{312}{R} \sqrt{W}$		
DIPOLÓN DOBLADO		1.64	$\frac{2\lambda}{\pi}$	290	$\frac{222}{R} \sqrt{W}$		
ANTENA DE CUADRO (Quad)		2.3		120 50 – 150	$\frac{262}{R} \sqrt{W}$		
ESPIRA ELEMENTAL		1.5	$\frac{2\pi A}{\lambda}$	$320\pi^2 \left(\frac{A}{\lambda^2}\right)^2$	$\frac{212}{R} \sqrt{W}$		
SOLENOIDE CON NÚCLEO DE FERRITA		1.5	$\frac{2\pi}{\lambda} (\pi a^2) N \mu t$	$320\pi^2 \left(\frac{\pi a^2}{\lambda^2}\right)^2 N^2 \mu t^2$			

2.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

La velocidad de una onda electromagnética en transmisión depende exclusivamente del medio en que se propague.

- La velocidad de Propagación en el espacio = 3×10^8 m/seg. = cte en espacio libre o vacío velocidad de la luz.
- En cualquier otro medio la velocidad de propagación es menor a la velocidad de la luz.
- La ecuación de velocidad de propagación es:



c = velocidad de propagación

$$c = \lambda \cdot f$$

λ = longitud de onda

f = frecuencia

Unidades.- (Unidades de longitud / unidades de tiempo), longitud de onda en metros.

La frecuencia en Hertz; 1Hz = ciclos por segundo.

$$f = \frac{1}{T}; \rightarrow C = \frac{\lambda}{T}; C = \frac{\lambda}{\frac{1}{f}} \Rightarrow C = \lambda \cdot f.$$

T = Periodo (segundos)

EJERCICIOS

1.- Calcular la longitud de Onda en el espacio si se tiene una frecuencia de 5 MHz.

$$\lambda = \frac{C}{f}$$
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{5 \times 10^6 \text{ MHz}}; \lambda = 60m.$$

2.- Calcular la frecuencia de la onda electromagnética transmitida en el espacio si su longitud de onda es 10m.

$$f = \frac{C}{\lambda}$$
$$f = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{10m}; f = 3 \times 10^7 = 30 \text{ MHz}$$

- **Longitud de onda es el alcance;** en metros



- **La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia:**

A frecuencia altas, ondas cortas.

A frecuencias bajas, ondas largas.

*** DIVISIÓN DEL ESPECTRO DE FRECUENCIA O DE ONDAS
ELECTROMAGNETICAS.**

Según las diferentes propiedades y aplicaciones las ondas pueden clasificarse.

Según la frecuencia:

- Subsónicas 0 a 16Hz No perceptibles por el oído.
- Audiofrecuencia 16 Hz a 16 KHz perceptible por el oído.
- Ultrasónicas 16 KHz a 30 KHz. perceptible por ciertos animales.
- Radiofrecuencia 30 KHz. 3000 MHz necesitamos circuitos especiales.



2.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROPAGACIÓN DE UNA ONDA RADIOELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE SU FRECUENCIA.

a.- Frecuencias Menores de 300Hz.

- 1.- Se propone por onda superficial.
- 2.- Se utiliza una radionavegación de largo alcance.
 - 3.- Para comunicaciones submarinas que están comprendidas entre 30, 300 Khz.
 - 4.- En determinados casos se utiliza la propagación en la IONOSFERA debido al desvanecimiento de la señal.

b.- Frecuencias entre 300 Khz. y 3MHz.

- 1.- Estas ondas son más absorbidas por el suelo sin embargo producen rayos eléctricos utilizables sobre todo entre 300 Khz. y 1,5 MHz.
- 2.- Durante el día se recibe la onda terrestre.
 - 3.- En la noche en cambio la propagación se da a través de la IONOSFERA pero a distancias bastante cortas.



c.- Frecuencias entre 3 MHz y 30 MHz.

1.- A estas frecuencias la onda terrestre se absorbe con mayor rapidez de tal manera que a frecuencias superiores de los 1500 K ciclos se utilizan cada vez menos la onda de superficie.

2.- con el aumento de la frecuencia la propagación por onda IONOSFÉRICA pasa a ser el modo de transmisión predominante.

3.- La onda IONOSFÉRICA llega a grandes distancias debido a una serie de reflexiones en la capa ionizada.

d.- frecuencias superiores a los 30 MHz.

1.- Cuando más elevada es la frecuencia más posible se hace la ionosfera y a partir de unos 60 MHz la ionosfera deja de comportarse como un reflector, por lo tanto a frecuencias elevadas de espectro, se utiliza visibilidad directa, que debido a la cobertura de la tierra no pueden alcanzar grandes distancias sin emplear repetidoras.

2.7. CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN

1.- Reflexión.- Consiste en que la onda llegue a la ionosfera y las capas actúen como un espejo y devuelvan la onda a la tierra.



Si la superficie es buena conductora se refleja aproximadamente toda la energía de la onda.

La conductividad es directamente proporcional a la reflexión .

2.- Refracción.- Es un fenómeno que cambia la dirección de la onda electromagnética al pasar de un medio a otro.

Diferente medio: - tiene diferente velocidad de propagación

3.- Difracción.- Consiste en que la onda electromagnética choca ó golpea un obstáculo; y la energía se divide y forma diferentes direcciones.

Se puede obtener ó aprovechar la pequeña cantidad de energía para recuperar la información.

2.7.1. FRECUENCIAS LÍMITES.

1.- Frecuencia Crítica.- Son aquellas que no se reflejan en la ionosfera; es decir atraviesan la capa ionosférica; frecuencias menores a ésta si se reflejan y regresan a tierra.

La frecuencia crítica se pierde en el espacio.



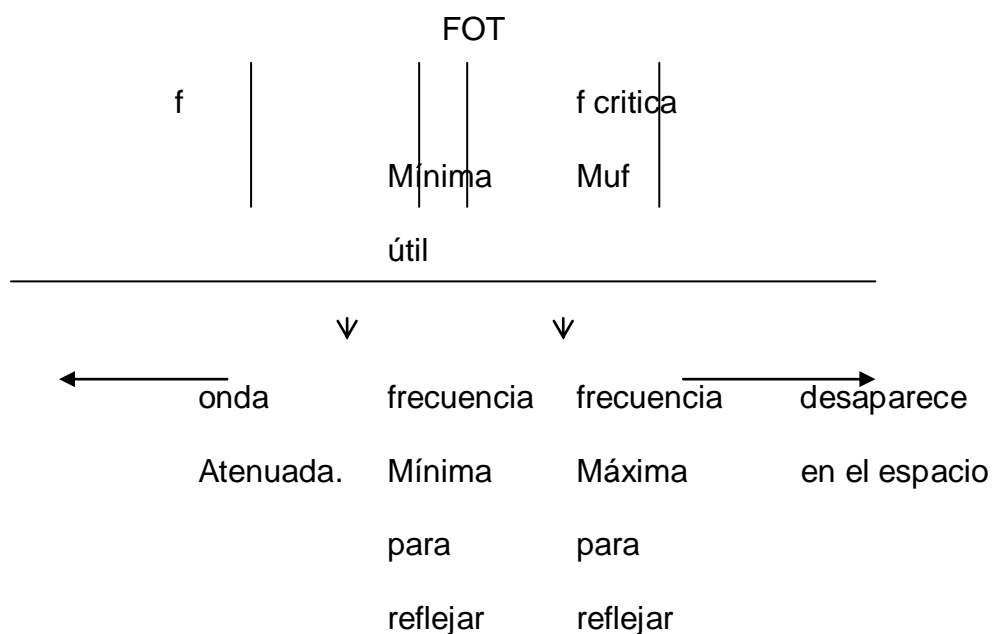
2.- MUF Frecuencia Máxima Utilizada.- Es la frecuencia que está debajo de la frecuencia crítica; corresponde a la frecuencia máxima que puede ser reflejada; la MUF esta cercana a la crítica.

3.- Frecuencia Optima de trabajo FOT.- Está comprendida en 15% de la frecuencia MUF; es la optima de trabajo, brinda estabilidad y claridad, fiabilidad en comunicaciones.

Esta frecuencia se trata de ubicar lo más cerca posible de la MUF → potencia.

4.- Frecuencia Mínima Útil.- Es la frecuencia mínima que puede ser reflejada.

Frecuencia menores eléctricas, ruido, etc.





2.7.2 CLASIFICACIÓN DE LAS BANDAS

1.- Banda de los 160 metros.- Corresponde a las ondas de radio está comprendido en frecuencias de 1800 a 2000 Khz.; con ellos se puede realizar comunicaciones por rayo directo a unos 50 Km de distancia. Es la banda menos afectada por ciclos solares, la MUF nunca baja de los 3 MHz.

2.- Banda de 80 metros.- Corresponde a frecuencias de 3500 a 4000 Khz. siendo más útil por la noche que por el día, debido a la absorción que sufre y a los ruidos mediante la propagación de la onda a través de saltos se puede lograr distancias de Km.

3.- Banda de los 40 metros.- Corresponde a frecuencias de 1000 a 1300 Khz., en el día se puede comunicar a distancias de hasta 1500 Km. En invierno al amanecer, anochece se logran comunicaciones con todo el mundo si es afectada por ciclos solares y variaciones ionosféricas. La distancia que se logra con saltos de la onda es de más de 1000 Km.

4.- Banda de 20 metros.- Corresponde a la banda utilizada por los radioaficionados. Está abierta normalmente las 24 horas del día se logra comunicaciones y contactos con todo el mundo.

5.- Banda de los 10 metros.- está comprendida en frecuencias de 28 a 30 MHz. Está cerrada durante los mínimos de actividad en



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica
espacios de máxima actividad permite comunicarse a distancias de
hasta 2000 Km.

2.7.3 PROPAGACIÓN EN VHF, UHF.

Las frecuencias asignadas a los radioaficionados en el espectro de VHF, UHF, constituyen un potencial enorme en anchura de banda, en comparación con la banda de HF, pero a pesar de esto son las menos usadas de todos excepto la frecuencia de 144 MHz que tienen mucha popularidad en Europa y Norteamérica .

En el espectro de frecuencia ; frecuencia superior a 50 MHz van adquiriendo cuya popularidad y constituyen una salida a la congestión actual de bandas decamétricas. (100 – 10 metros). A las bandas les podemos dividir en tres bloques diferentes VHF (30 – 300 MHz); UHF (300- 3000 MHz); SHF (3 – 300 GHz).

Estas bandas se caracterizan por disfrutar de unos sistemas de propagación muy especiales que son muy diferentes a los de HF. En realidad gran parte de los descubrimientos se debe a los radioaficionados que han ido recogiendo información y mejorando los equipos técnicos.

En principios se creía que las comunicaciones enlazan frecuencias VHF y superiores a ella eran solo para distancias cortas



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica y en comunicaciones punto a punto en donde los factores que más influyen en el alcance son:

La elevación de las antenas, la potencia, la sensibilidad. Las antenas son relativamente pequeñas y eficientes comparadas con las de HF.

2.8. PARÁMETROS DE LAS ANTENAS.

Existen varios parámetros que se toman en cuenta, para medir la efectividad de la antena entre los cuales tenemos a continuación :

2.8.1 ANCHO DEL HAZ.

Es la gama de frecuencias en que puede funcionar una antena sin sobrepasar el límite prefijado de ondas estacionarias en la línea de alimentación .

La impedancia del punto de alimentación de una antena construida con elementos gruesos, varía menos que en una de elementos delgados, lo que indica que una antena con una intensidad de campo bajo permite mayor anchura de banda que una con un campo alto, la cual solo podrá ser utilizada en un margen muy estrecho de frecuencias.



La ganancia y la impedancia limitan normalmente el margen de funcionamiento en región de frecuencias de HF, mientras que el cambio de características limita el margen de las de VHF.

- El ancho del haz de una antena direccional es la anchura, en grados, del lóbulo mayor entre las dos direcciones a las que la potencia relativa irradiada es igual a la mitad de su valor en el pico del lóbulo.
- En esos puntos "de media potencia", la intensidad de campo es igual a 0.707 veces su valor máximo o 3 dB por debajo del máximo.

Sobre la base del debate anterior, la antena A tiene un ancho de haz. de 40° , mientras que la, B lo tiene de 17° .

La antena B, con el menor ancho de haz, resultará más conveniente puesto que nos interesan las comunicaciones de punto a punto, con antenas rotatorias. La utilización de la antena con el menor ancho de haz permite que se concentre la misma cantidad de energía en un haz más angosto e intenso, permitiendo una señal mucho más penetrante y, por ende, eficaz.



Figura 2.10 a) La antena A tiene un ancho de haz de 40°. b) La antena B tiene un ancho de haz de 17°.

2.8.2. 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 lo 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 sólo 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. 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 así:

$$\text{Ganancia (dB)} = 10 \text{ Log } \frac{P_2}{P_1}$$

P2 = Potencia con ganancia

P1 = Potencia sin ganancia



2.8.3. PATRON DE RADIACIÓN.

Es desplegar el nivel de la señal de monitoreo, alrededor de la posición final que ha alcanzado la antena, el objetivo es conocer el nivel aproximado que tienen los lóbulos laterales con respecto al lóbulo principal .

Cuando el haz principal es concentrado, su relación con los lóbulos laterales es pequeño. Por el contrario, cuando el haz principal se ensancha, aumenta la relación con el lóbulo lateral cercano .

Un patrón de radiación es un diagrama polar o gráfico que representa las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena.

Una alta relación de haz principal al lóbulo lateral significa mayor inmunidad de la antena contra la interferencia aleatoria, contra interferencia electrónica militar, y contra reflexiones cercanas de tierra .

2.8.3.1 PATRON DE RADIACIÓN ABSOLUTO.

Cuando el patrón de radiación se traza en términos de la intensidad del campo eléctrico (E) o de la densidad de potencia (P).

2.8.3.2 PATRON DE RADIACIÓN RELATIVO.



Si se traza la intensidad del campo o de la densidad de potencia con relación al valor en un punto de referencia.

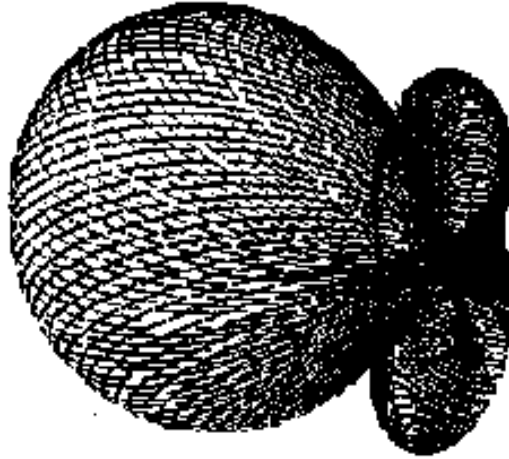


Figura 2.11 Diagrama de radiación en tres dimensiones de una antena Yagi.

2.8.4. POLARIZACIÓN

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

Esta es determinada por la dirección de la componente eléctrica de la onda electromagnética radiada por una antena.



Los tipos mas conocidos de polarización son la elíptica y la circular que a la vez puede ser a derecha o a izquierda según el sentido de giro del campo eléctrico.

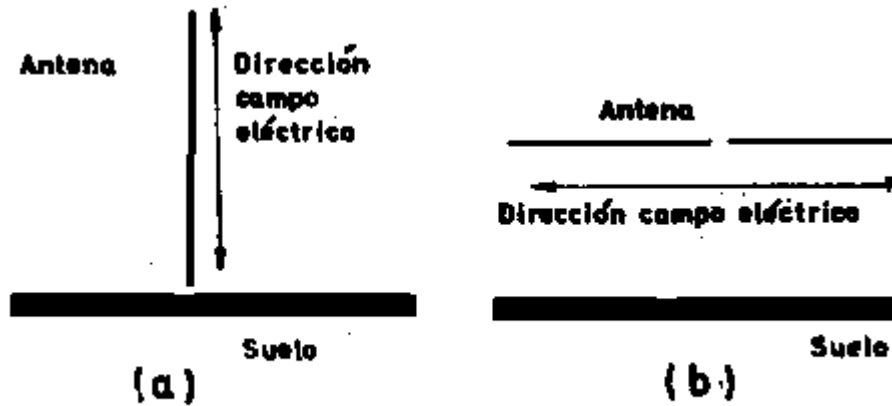


Figura 2.12. Polarización de una Antena; a) Vertical , b) Horizontal .

2.8.5. IMPEDANCIA DE UNA ANTENA

El valor de una impedancia de una antena es la resistencia que ésta presenta en un 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 valor diferente se utiliza bobinas o transformadores con el fin de acoplar esas impedancias.



2.8.6. 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

Este patrón de radiación se refiere teóricamente al espacio libre sin tener en cuenta los obstáculos que pueda encontrar la señal.

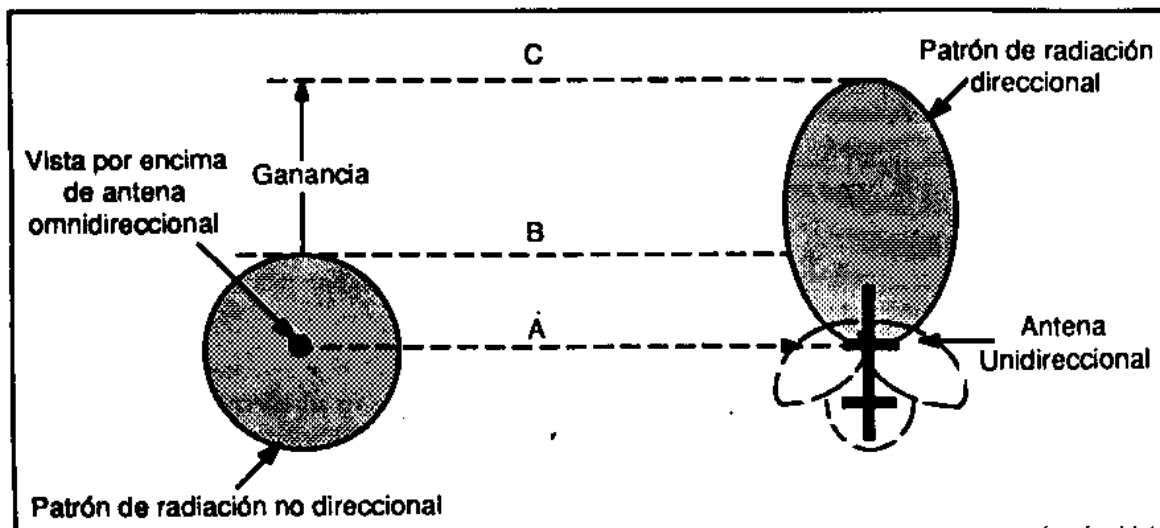


Figura 2.13. Patrón de radiación que concentran la energía e una sola dirección.

2.8.7 RESONANCIA DE UNA ANTENA.

Para el buen rendimiento de una antena, tiene que resonar a la frecuencia de trabajo. Cuando esto se realiza para una misma potencia entregada, circulara mayor corriente.



La resonancia de una antena se logra si a lo largo de ella se establecen vientres y nodos de intensidad y en función del número de semiondas que pueda contener.

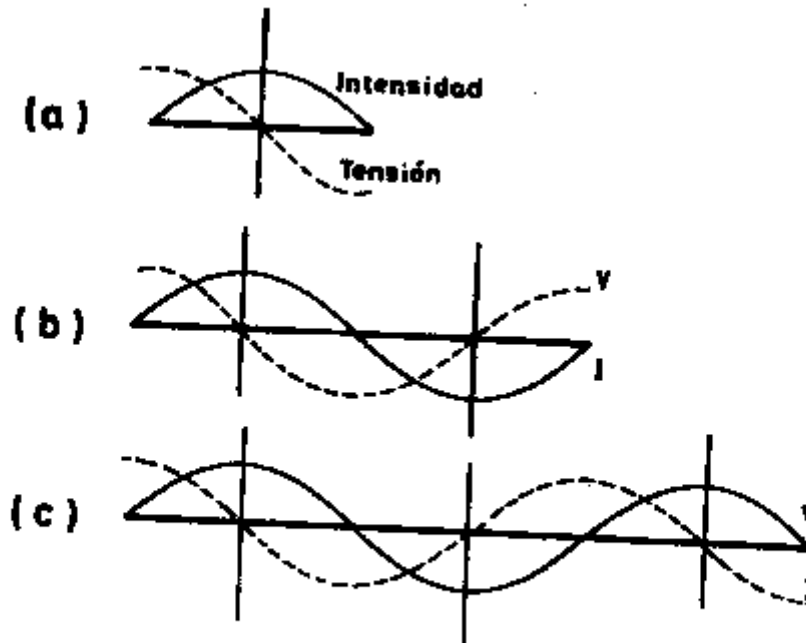


Figura 2.14 Resonancia de una antena horizontal: a) media onda b) onda completa c) 3/2 de onda .

Para el caso de una antena aislada de tierra, la medida de resonancia será igual a media longitud de onda y sus múltiplos pares, ya que en los extremos de la antena sola pueden existir nodos de intensidad.

La longitud eléctrica de una onda de radiofrecuencia esta relacionada con la velocidad de propagación de las ondas en el espacio y con su frecuencia:



$$L = C / F.$$

L: Longitud de onda (metros)

C: Velocidad de la luz (metros / segundos)

F: Frecuencia (hercios)

2.8.8 ANGULO DE RADIACIÓN.

Se llama ángulo de radiación de una antena al ángulo que forma el eje de su lóbulo de radiación principal con el horizonte . Este ángulo se mide en el plano vertical y viene determinado por el diagrama de radiación de la antena, por la altura de la antena respecto al suelo y por la naturaleza del mismo. Tiene gran importancia para lograr mayores distancias.

El total del campo radiado es la resultante de la componente de la onda radiada por la antena y la componente de la onda radiada por la antena imagen. La onda reflejada por el suelo ha recorrido un espacio mas largo que la directa, puede darse el caso en que las ondas directas y reflejadas lleguen a un punto en fase y se sumen o que lleguen desfasadas y se resten, dando una menor intensidad de campo.

Este efecto es diferente según sea la polarización de la antena ya que en la antena imagen hay una inversión de las cargas eléctricas y las ondas polarizadas horizontalmente sufren un desfase de 180 grados, mientras que las polarizadas verticalmente no sufren variación.

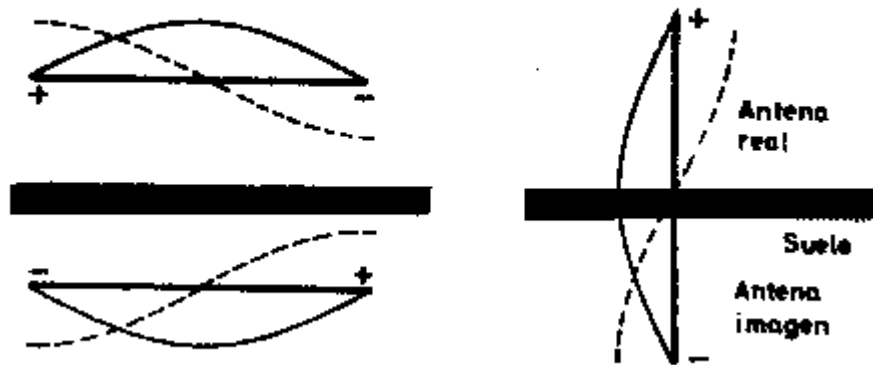


Figura 2.15 Formación de la antena imagen .



CAPITULO III: ESTUDIO DEL DISEÑO DE LA ANTENA

3.1 COMPONENTES

3.1.1. BASE Y PILOTE DE LA ANTENA.

Estas estructuras están hechas de hierro, la base esta conformada de tres varillas de hierro de aproximadamente de 6,50 metros de altura y un diámetro de media pulgada, las mismas que forman un triangulo casi equilátero de 20 centímetros por lado, las cuales están unidas o soldadas por una varilla entrecruzada de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

El pilote de la antena esta echa de hierro en forma circular, la misma que se encuentra unida a la base por medio de 3 abrazaderas que permite que la base sea desprendible y que garantice la estabilidad de la base de la antena, con el fin de facilitar cualquier movimiento requerido.

3.1.2. VIENTOS DE LA BASE DE LA ANTENA.

Estos constituyen un soporte de equilibrio para la estabilidad de la base, los mismos que son de un alambre acerado, que sujetan a cada esquina de la base tanto superior como inferiormente, las cuales son templadas hacia sujetadores que se encuentra en el piso.

3.1.3. LINEA DE TRANSMISIÓN.



Línea de transmisión a ser utilizada es el cable coaxial RG-8/U de 20 metros de longitud, con sus respectivos conectores PL-259 en los dos extremos del cable.

3.1.4. SOPORTE VERTICAL DE LA ANTENA.

Este soporte lo conforma la base principal de la antena, la cual esta constituida de un tubo de 50 centímetros de longitud cuyo diámetro es 1 pulgada, la misma que esta acoplada a una base de madera triangular previamente aislada y sujeta por 3 platinas de hierro.

En la parte inferior de la base de madera se encuentra adherida una placa en forma de T de hierro con el fin de sujetar o soldar a 3 varillas de hierro que sirven para implantar al soporte de la antena.



3.2. CALCULO DE SEGMENTOS Y MEDICIONES.

3.2.1. LONGITUD.

La longitud de cada uno de los segmentos se la realiza mediante calculos, los mismos que mostraremos a continuación:

La longitud del dipolo calculamos con la siguiente formula.

$$f\lambda = kC$$

De donde despejamos la longitud de onda:

$$\lambda = kC / f$$

Luego procedemos a dividir el resultado para 2, ya que la antena es de media longitud de onda ($\lambda/2$).

En donde :

λ = Longitud de onda

K = Factor de velocidad.

C = Velocidad de la Luz.

F = Frecuencia.

Para el calculo de la longitud del reflector sera un 5% mayor que la longitud de onda del dipolo expresado de la siguiente manera :



$$L_R = \frac{\lambda}{2} + 5\% \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

Otro sistema de obtener un efecto direccional de la antena es colocando frente al dipolo entre éste y la zona de recepción, un elemento algo más corto que la antena dipolo o excitador y que recibe el nombre de director (D en la figura 3.2). Este elemento en cierto modo dirige las ondas hacia la zona de recepción.

El elemento director posee una longitud de un 5 % inferior a la del dipolo.

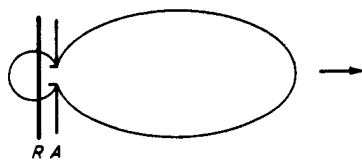


Figura 3.1 Antena Yagi formado por dipolo A y un reflector R.

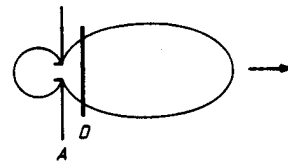


Figura 3.2 Antena Yagi formado por dipolo A y un director D.

A grandes rasgos el funcionamiento de una antena dipolo dotada de reflector es como sigue: Las ondas electromagnéticas generadas por el dipolo A (Fig. 3.1) indicada anteriormente, se dirigen en dos sentidos, pero al encontrar en uno de ellos al reflector R inducen en él una corriente que no puede ser absorbida por éste, ya que no dispone de carga. Como consecuencia el reflector debe remitir la energía que a él llega, lo cual lo hace como una segunda antena dipolo, es decir en los dos sentidos.



La longitud del reflector será pues de un 5 % mayor que la del dipolo.

Calculo de la longitud de los elementos:

* calcular la longitud de onda para $f = 153.325\text{MHz.}$, con un factor de velocidad de $K= 1.0$ para los elementos de la antena da:

$$f\lambda = kC$$

$$\begin{aligned} 153.325 \times 10^6 \lambda &= 1.0(3 \times 10^8) \\ &= \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.325 \times 10^6} = \frac{1.9566}{2} m \end{aligned}$$

Por ende, la longitud del dipolo es:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1.9566}{2} = 0.9783m$$

Determinación de la longitud de los elementos parásitos:

$$\begin{aligned} 0.05 \frac{\lambda}{2} &= 0.05(0.9783m) \\ &= 0.048915 \end{aligned}$$

Longitud del reflector L_R :



$$L_R = \frac{\lambda}{2} + 0.05 \left(\frac{\lambda}{2} \right) = 0.9783 + 0.048915$$
$$= 1.027m.$$

Longitud del director:

$$L_D = \frac{\lambda}{2} - 0.05 \left(\frac{\lambda}{2} \right) = 0.9783 - 0.048915$$
$$= 0.929m$$

* calcular la longitud de onda para $f = 153.330 \text{ MHz.}$, con un factor de velocidad de $K = 1.0$ para los elementos de la antena da:

$$f\lambda = kC$$

$$153.330 \times 10^6 \lambda = 1.0(3 \times 10^8)$$
$$= \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.330 \times 10^6} = \frac{1.9565}{2} m$$

Por ende, la longitud del dipolo es:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1.9565}{2} = 0.97825m$$

Determinación de la longitud de los elementos parásitos:

$$0.05 \frac{\lambda}{2} = 0.05(0.97825m)$$
$$= 0.0489125$$

Longitud del reflector L_R :



$$L_R = \frac{\lambda}{2} + 0.05\left(\frac{\lambda}{2}\right) = 0.97825 + 0.0489125$$
$$= 1.0271m.$$

Longitud del director:

$$L_D = \frac{\lambda}{2} - 0.05\left(\frac{\lambda}{2}\right) = 0.97825 - 0.0489125$$
$$= 0.9293m$$

* calcular la longitud de onda para $f = 153.335\text{MHz.}$, con un factor de velocidad de $K = 1.0$ para los elementos de la antena da:

$$f\lambda = kC$$

$$153.335 \times 10^6 \lambda = 1.0(3 \times 10^8)$$
$$= \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.335 \times 10^6} = \frac{1.9565}{2} m$$

Por ende, la longitud del dipolo es:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1.9565}{2} = 0.97825m$$

Determinación de la longitud de los elementos parásitos:

$$0.05 \frac{\lambda}{2} = 0.05(0.97825m)$$
$$= 0.0489125$$



Longitud del reflector L_R :

$$L_R = \frac{\lambda}{2} + 0.05 \left(\frac{\lambda}{2} \right) = 0.97825 + 0.0489125 \\ = 1.0271m.$$

Longitud del director:

$$L_D = \frac{\lambda}{2} - 0.05 \left(\frac{\lambda}{2} \right) = 0.97825 - 0.0489125 \\ = 0.9293m$$

- **Longitudes tomadas con relacion a los calculos realizados.**

| La longitud del director o segmento más pequeño de la antena en base a los cálculos es de 94cm.

La longitud del dipolo o segmento medio de la antena es de 100cm de longitud.

La longitud del reflector o segmento más grande de la antena es de 1.07cm.

La longitud del soporte principal de los elementos o barral es de 1.095cm.

3.2.2 ESPESOR.



El espesor de las varillas o segmentos es de $\frac{1}{2}$ (media) pulgada, el soporte principal de los segmentos es de una pulgada, la varilla que sirve de acople de impedancia es de $\frac{3}{8}$ de pulgada .

3.2.3. SEPARACIÓN ENTRE SEGMENTOS.

La distancia de separación es aproximadamente $\lambda/4$, aunque puede ser algo inferior (un $0,15\lambda$). A este respecto cabe decir que la distancia de separación entre reflector y dipolo influye sobre la impedancia característica de la antena. Si la separación entre dipolo y reflector es de un cuarto de longitud de onda ($\lambda/4$), la impedancia característica del dipolo disminuye un 10 % aproximadamente, lo cual apenas tiene

importancia en la producción de ondas estacionarias.

Sin embargo, si la distancia de separación entre reflector y dipolo se reduce a $0,15 \lambda$, la impedancia característica del dipolo baja a la mitad, lo cual supone, si no se tiene en cuenta, la generación de una ROE de 2:1.

Para que en uno de los sentidos se produzca la suma de las señales procedentes del dipolo y del reflector, es preciso que en todos los puntos del espacio del lado del dipolo sin reflector las dos



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica
señales estén en fase, lo cual se consigue situando al reflector a una distancia entre $0,10 \lambda$ y $0,25 \lambda$ del dipolo.

La energía radiada por el dipolo en un momento dado poseerá una fase a , esta onda recorrerá la distancia dipolo-reflector-dipolo y volverá a estar en el punto de situación del dipolo en un tiempo comprendido entre $0,2$ y $0,50$ longitud de onda, es decir con casi la misma fase con respecto a la de la señal que en ese instante se esté radiando por el dipolo.

Al ser de la misma fase, ambas señales se suman incrementando así la intensidad de radiación.

Observe en la figura anterior 3.1 que el elemento reflector R es algo más largo que el dipolo, es decir está ajustado o sintonizado a una frecuencia de resonancia algo inferior a la del dipolo. Esto se hace así con el fin de que la tensión y la corriente tengan distinta fase.

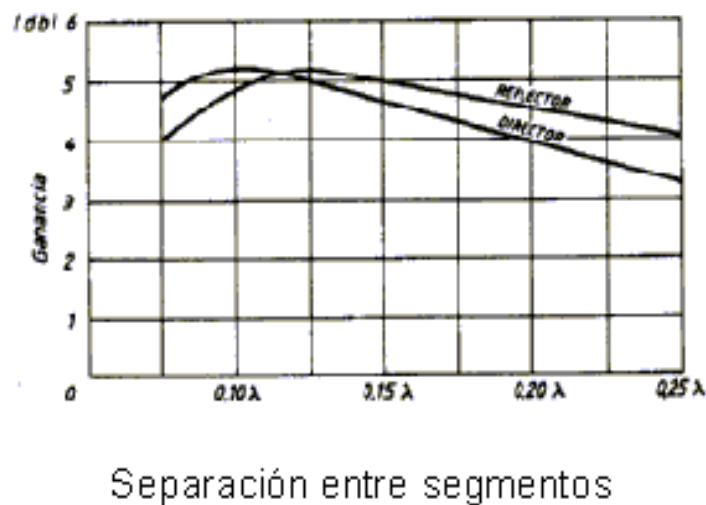


Figura 3.3 Curvas de ganancia en función de la separación entre reflector y dipolo y entre director y dipolo.

La introducción de un elemento parásito modifica la impedancia de la antena, así como la distancia a la que se sitúa de ésta. En las figuras 3.3 y 3.4 puede ver las curvas de ganancia y resistencia de radiación de un dipolo dotado de reflector o de director en función de la separación de estos elementos con respecto al dipolo. Y su distancia de separación con respecto a éste será de $\lambda/4$ si se quiere influir lo menos posible sobre la impedancia de la antena.

De estas curvas se desprende que si, por ejemplo, se dispone un director a $0,20 \lambda$ del dipolo, la ganancia aumenta a unos 4,5 dB pero la resistencia de radiación baja de 73Ω a unos 38Ω , lo cual



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica obliga a una adaptación. A una distancia de $0,1\lambda$ se obtiene la máxima ganancia, pero a la vez la resistencia de radiación desciende considerablemente a tan solo 15Ω .

Todo lo expuesto se complica más si la antena se construye con dos o más elementos parásitos (Fig. 3.5).

Efectivamente, la introducción de más de un elemento parásito aumenta la ganancia de la antena y su relación antero-posterior, es decir se hace más directiva en uno de los sentidos, pero a la vez disminuye su impedancia, la cual resulta compleja de calcular debido que varía, con la distancia de separación y número de elementos utilizados.

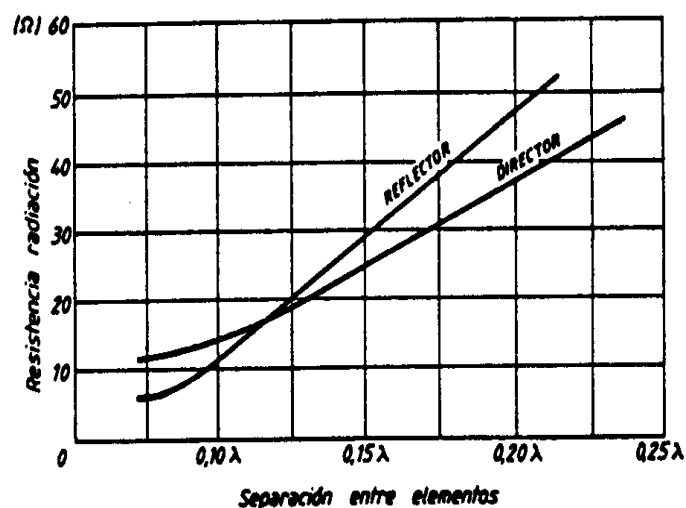


Figura 3.4 Curvas de resistencia de radiación en función de la separación entre reflector y dipolo y entre director y dipolo.

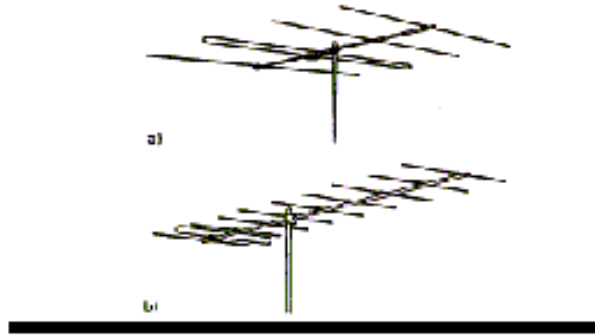


Figura 3.5 a) Antena Yagi con un reflector y dos directores. b) Antena Yagi con un reflector y ocho directores.

***Calculo de espaciamiento entre segmentos:**

* calcular la longitud de onda para $f = 153.325\text{MHz.}$, con un factor de velocidad de $K = 1.0$ para los espacios entre elementos de la antena :

$$\begin{aligned} f\lambda &= kC \\ 153.325 \times 10^6 \lambda &= 1.0(3 \times 10^8) \\ \lambda &= \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.325 \times 10^6} \\ &= 1.9566.m \end{aligned}$$

Espaciamiento del elemento excitado al reflector

$$\begin{aligned} 0.22\lambda &= 0.22(1.9566) \\ \lambda &= 0.43045m \end{aligned}$$

Espaciamiento del elemento impulsado al director



$$0.17\lambda = 0.17(1.9566)$$

$$\lambda = 0.33262m$$

* calcular la longitud de onda para $f = 153.330\text{MHz.}$, con un factor de velocidad de $K = 1.0$ para los espacios entre elementos de la antena :

$$f\lambda = kC$$

$$153.330 \times 10^6 \lambda = 1.0(3 \times 10^8)$$

$$\lambda = \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.330 \times 10^6}$$
$$= 1.9565m$$

Espaciamiento del elemento excitado al reflector

$$0.22\lambda = 0.22(1.9565)$$

$$\lambda = 0.43043m$$

Espaciamiento del elemento impulsado al director

$$0.17\lambda = 0.17(1.9565)$$

$$\lambda = 0.3326m$$

* calcular la longitud de onda para $f = 153.335\text{MHz.}$, con un factor de velocidad de $K = 1.0$ para los espacios entre elementos de la antena :



$$f\lambda = kC$$
$$153.335 \times 10^6 \lambda = 1.0(3 \times 10^8)$$
$$\lambda = \frac{1.0(3 \times 10^8)}{153.335 \times 10^6}$$
$$= 1.95650 \text{ m}$$

Espaciamiento del elemento excitado al reflector

$$0.22\lambda = 0.22(1.95650)$$
$$\lambda = 0.43043 \text{ m}$$

Espaciamiento del elemento impulsado al director

$$0.17\lambda = 0.17(1.95650)$$
$$\lambda = 0.332605 \text{ m}$$

- **Distancia tomada de la antena con relación a los cálculos efectuados.**

La distancia entre el director y el dipolo es de 33.3 cm. Y la distancia entre el dipolo y el reflector es de 43.2 cm.



3.3. COBERTURA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN .

Teniendo en cuenta que tenemos una amplia línea de vista entre el ITSA, y la sección de Comunicaciones del Ala 12 se ha considerado la distancia prudente de 5 Km, como distancia referencial para la cobertura.

3.4. DIAGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN.

Necesitamos que la antena irradie sólo en dirección Sur y que sea relativamente ineficaz en las direcciones Norte, Este y Oeste. La antena se debe utilizar para una señal de 153.330 MHz. Diseñe la antena, el factor de velocidad es de 1.0 para los elementos de la antena y de 1.0 para el espacio entre los elementos.

Se pueden utilizar directores y reflectores con una antena dipolar para producir una antena con características direccionales más precisas que las dipolares simples. Véase la figura 3.6 para obtener una comparación de patrones de radiación de una antena dipolar simple que actúa sola (figura 3.6 a) y una antena que consiste en un dipolo con reflectores y directores (figura 3.6 b). Esta combinación se denomina antena tipo haz porque sirve para enfocar la energía irradiada en un haz más angosto que el que existiría sin reflectores ni directores.

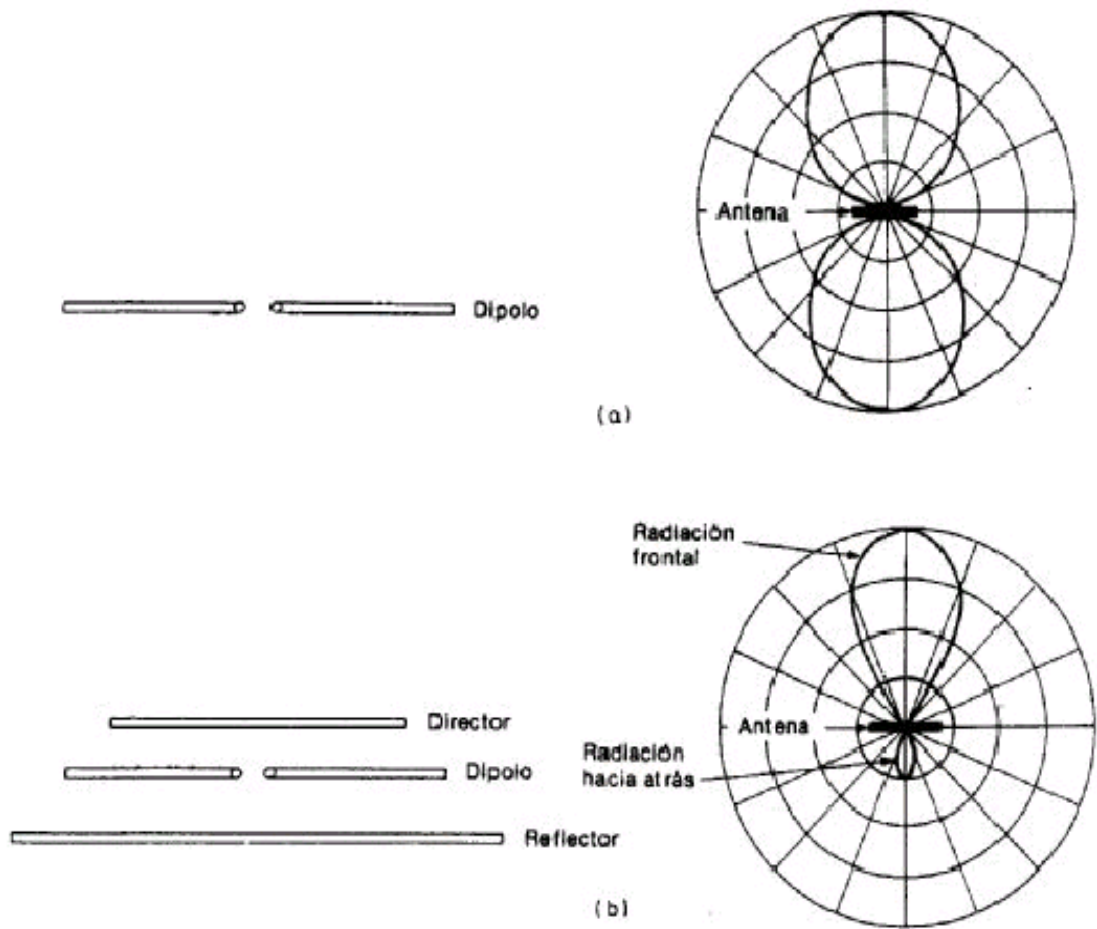


Figura 3.6 a) Una antena dipolar y su patrón de radiación b) Una antena dipolar con un reflector y un director, y su patrón de radiaciones.

Los reflectores y los directores se denominan elementos parásitos, y el dipolo es el elemento impulsado o excitado. La razón para esta nomenclatura es que el dipolo se conecta a la línea de transmisión, mientras que los directores y los reflectores no se acoplan directamente a ella.



Los reflectores y directores obtienen su excitación de la potencia irradiada por el dipolo. La combinación recibe el nombre de configuración parásita.

Un reflector es más largo que el dipolo, mientras que el director es más corto. El espaciamiento óptimo del reflector desde el elemento impulsado (dipolo) es de 0.22λ de longitud de onda si el reflector es 5 % mayor que el dipolo. El espaciamiento óptimo entre el elemento impulsor y el director es de 0.17λ de longitud de onda cuando la longitud del director es 5% menor que el dipolo. Véase la figura 3.7.

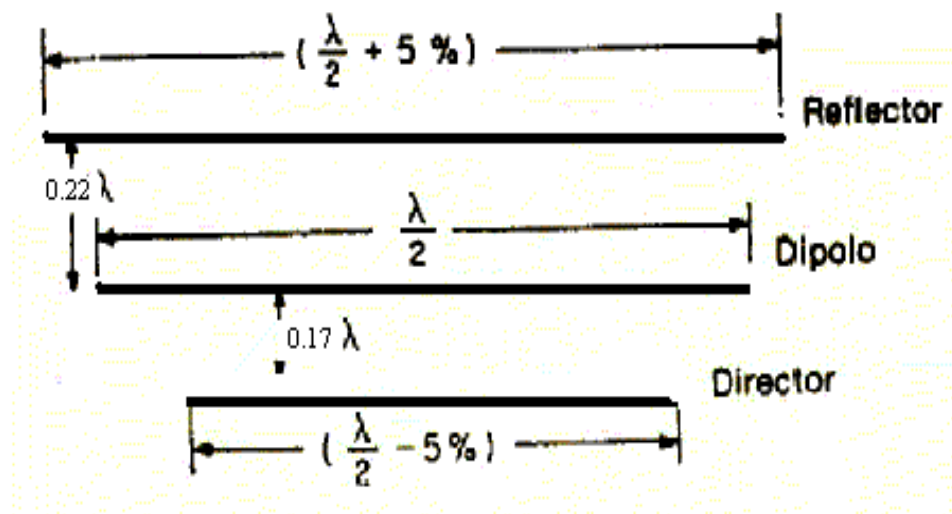


Figura 3.7 Geometría de una antena de haz de tres elementos.

Espaciamiento entre elementos en la siguiente figura.

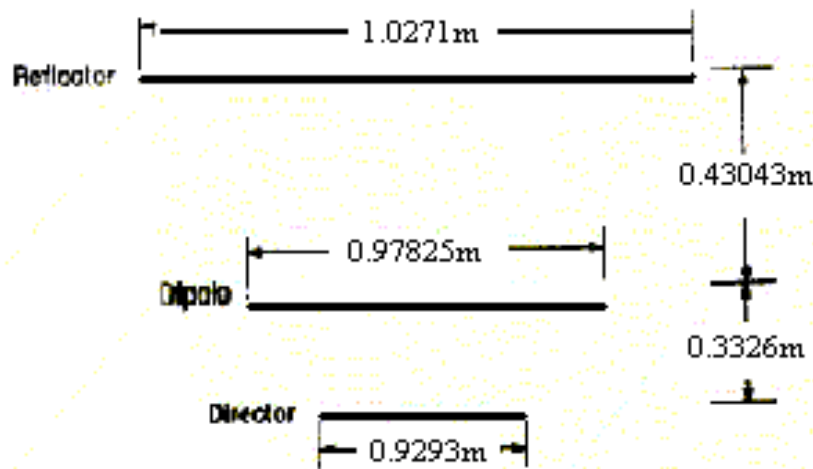


Figura 3.8. Espaciamiento del elemento reflector y director desde el elemento principal.

Los problemas anteriores implicaban la determinación de los espaciamientos de los elementos en el diseño de una configuración parasita para las condiciones óptimas.

3.5. SELECCIÓN DE MATERIALES

A todo lo expuesto cabe añadir que la situación, materiales utilizados, sujeciones, etc. también influyen en los resultados de la antena, hasta tal punto que dos antenas con el mismo número de elementos sean totalmente distintas.

Además vale recalcar que los materiales utilizados tanto para el diseño y construcción de la antena como del perfil de soporte y base de la antena han sido analizadas previamente:



En lo que respecta al soporte hemos utilizado: varillas de hierro, de media y un cuarto de pulgada, además suelda eléctrica con electrodos (60-11), También hemos utilizado abrazaderas tanto para el acople de la base como del soporte principal.

Para la construcción del soporte principal hemos utilizado varillas de hierro, platinas de hierro, pernos, tornillos, que con la ayuda de herramientas de tipo mecánico como: sierra de mano, entenalla, flexometro, taladro, moladora, rallador, etc., hemos conseguido construir dicho soporte, además acotamos la utilización de una plancha de madera en forma triangular, la misma que esta previamente aislada de un caucho especial pegada a dicha madera con cemento de contacto.

En cuanto a la construcción de la antena propiamente dicha hemos utilizado varillas de aluminio de media pulgada y 3/8 de pulgada, una base principal de segmentos de 1 pulgada, además de esto utilizamos remaches de diversos espesores y de diverso diámetro.

***EQUIPO MIDLAND A SER UTILIZADO CON LA ANTENA.**

Los medios de comunicación MIDLAND instalados constituyen una red VHF-FM que se integra al Sistema de Comando Control Comunicaciones e inteligencia cuenta con repetidoras que permiten enlazar Equipos Base, móviles y portátiles entre los repartos de la Sierra-Costa y el Nororiente del país.



Cuenta con dispositivos para la distorsión de la voz obteniendo en su transmisión, recepción.

EQUIPO MIDLAND

SYN-TECH II

MODELO: 70 – 3800B

Frecuencia: Programable desde 150.000-174.999 MHZ..

VOL.- A mas de controlar volumen, Prende y apaga.

SQ.- Abre la ventanilla de Rx para señales débiles, girando a la derecha.

CANAL.- Cambia de canal, de acuerdo a los canales programados.

MON.- Sirve para monitorear un canal específico, escogido en la programación.

SCAN.- Escanea todos los canales programados y se fija en el canal que se encuentra en el aire.

PRI.- Canal primario escogido por programación, así este hablando en otro canal, se salta al canal principal. El equipo debe estar en SCAN para esta función.

FUNC.- Cuando presionamos FUNC:+SCAN el equipo se encuentra en el modo de criptografía FUNC.+SCAN deshabilita esta función.

ADD.- No utilizadas.

DEL.- No utilizadas.



El equipo es regulable la potencia de salida de 25-100 Watts, con su línea de TX conectada a la antena, generalmente la DB229 DE 4 dipolos que pueden ser direccionados o también omnidireccional (recomendada).

La RX debe ser de 0.3 micro voltios de señal inyectadas al plug de antena.

El voltaje de funcionamiento es de 13-5 VDC.

- **VHF-FM MIDLAND.**

Este sistema fue implementado en la Fuerza Aérea, a fines del año 1..991 y fue instalado en los diferentes repartos, vehículos y aeropuertos.

Se lo utiliza en comunicaciones de enlace VIP, Autoridades FAE y seguridad, integrando de esta manera a los repartos de la costa, sierra, oriente y vehículos, mediante el uso de repetidoras ubicadas estratégicamente en diferentes puntos geográficos.



CAPITULO IV: CONSTRUCCIÓN DE LA ANTENA, BASE, PERFIL DE SOPORTE Y DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN.

4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ANTENA LOGARÍTMICA.

Los dipolos simples formados por dos varillas horizontales poseen una característica radial horizontal que se asemeja a un 8. La antena radia pues por igual y con la máxima intensidad en una dirección perpendicular a la dirección de las varillas.

Las antenas Logarítmicas consiste en una antena dipolo simple en la que se le añade una serie de elementos parásitos que modifican su curva de radiación, haciéndola más directiva en uno de los sentidos de la dirección de radiación.

Si se coloca paralelamente al dipolo un elemento R que no esté eléctricamente unido a la línea de antena, ésta hace las funciones de reflector.

Por esta causa se deforma la característica de radiación de la antena, la cual radiará con más intensidad hacia el lado opuesto al reflector y disminuirá su intensidad de radiación hacia la dirección en donde se encuentra el reflector. La antena se hace pues direccional, mejorando su radiación hacia el lado a donde se dirige.



Las antenas direccionales se construyen con dos o más elementos, dependiendo de la ganancia que se desee obtener. Los elementos que están detrás del elemento principal se llaman reflectores y los que están al frente se llaman directores.

La alimentación de la línea de transmisión se hace de la misma forma que en las otras antenas, conectando el cable coaxial o el cable plano a los dos puntos del elemento principal.

4.1.1 MEDICION Y CORTADO DE LA VARILLA DE ALUMINIO.

Para realizar este procedimiento nos dirigimos a un sitio especial de trabajo, donde tengamos toda la herramienta necesaria para construir dicha antena, realizamos los respectivos cálculos, luego tomamos la varilla de aluminio y procedemos a medir lo antes calculado, señalamos en la medida exacta y procedemos a cortar con una sierra de mano todas las varillas de aluminio que se requiera a la medida deseada.

De igual manera lo hacemos con la barra de soporte principal, procedemos a medir y cortar tomando en cuenta las respectivas medidas para la ubicación de cada segmento, además se procede a perforar el barral para la instalación de los segmentos y colocación de los respectivos remaches.



4.1.2 FIJACION Y SOLDADO DE LAS VARILLAS AL SOPORTE DE ELEMENTOS.

Se procede a verificar cada uno de los segmentos y cada una de las perforaciones del barral para la respectiva fijación y soldado de los elementos con los respectivos remaches.

4.1.3 ADAPTACION DEL ACOPLADOR DE IMPEDANCIAS.

Para lo cual utilizamos un corte de alambre de cobre que atraviesa la pequeña varilla de aluminio sujeta por el dipolo principal y aislada con material de silicona que es un buen aislante, con el fin de evitar las pérdidas, luego procedemos a remachar una pequeña platina de aluminio en la que irá el respectivo conector que enlazará al cable coaxial para dicha Tx y Rx.

El acoplador de impedancia tiene la facultad de ser móvil, con el fin de permitir que se calibre a la frecuencia deseada.

El acoplador también puede ser construido por medio de bobinas, capacitores, Gama (línea de transmisión), etc.

La razón de colocar una de tipo Gama es porque facilita la calibración de la antena con las frecuencias que vamos a trabajar.



4.1.4 FIJACION DE SOPORTE VERTICAL A LA ANTENA .

En lo que respecta a la fijación de este soporte, elegimos el tubo de soporte adecuado con una dimensión de 50cm., de largo y 1 pulgada de diámetro, en este tubo le acotamos una platina de hierro circular, que nos permitirá el movimiento adecuado para la calibración de la antena, luego soldamos una platina horizontal , la cual ira fijada a la platina circular para luego ser remachada con el barral.

4.1.5 ADAPTACION DE UNA PLACA METALICA AL SOPORTE VERTICAL.

Este paso lo realizamos de la siguiente manera: comenzamos a cortar 3 platinas de hierro, después perforamos en dichas platinas en la medida adecuada, luego soldamos al tubo de soporte vertical para ser implantado en la base aislada.

4.1.6 UNIFICACION DE LAS LINEAS DE TRANSMISIÓN CON UN CONECTOR TIPO HEMBRA(PL-258).



Tomamos el acoplador de impedancias, el cual va conectado a una pequeña varilla de aluminio, para luego uno de los extremos ser enlazado o acoplado al conector PL-258.

4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE LA ANTENA LOGARÍTMICA.

4.2.1. ESTUDIO DEL LUGAR DE INSTALACIÓN.

Con el fin de tener una mayor ganancia en la transmisión y recepción de la antena, hemos visto conveniente en instalar la base en la parte superior del edificio del ITSA, ya que nos proporciona una amplia línea de vista hacia nuestro objetivo.

4.2.2 ESTUDIO DEL TERRENO.

Empezamos por analizar el tipo de suelo sobre el cual vamos a instalar la base, el mismo que es de hormigón, llevándonos a la conclusión que solo debemos estabilizar a la base por medio de unos alambres de acero fijados tanto en la parte inferior como en la parte superior de la base.

4.2.3 SELECCIÓN DE MATERIALES.



Hemos visto conveniente el uso de materiales resistentes que perpetúen la existencia de la antena con el fin de que se mantenga la cobertura de transmisión y recepción entre el ITSA y el Ala 12, además para que sea una fuente constante de aprendizaje y practica en los alumnos.

Los materiales utilizados para esta construcción son:

- Varillas de hierro de media y $\frac{1}{4}$ de pulgada.
- Una base de hierro en forma circular.
- Nueve abrazaderas que fijan y ajustan a la base y perfil de la antena.
- Cinco libras de alambre acerado.

4.2.4 IMPLANTACIÓN.

Para la realización de la implantación necesitamos la ayuda de dos personas adicionales, las mismas que nos facilitaran a fijar la instalación y estabilidad de la base.

4.3. CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL DE SOPORTE DE LA ANTENA LOGARÍTMICA.

4.3.1 OBTENCION DEL MATERIAL.



Para la realización de este soporte empleamos la ayuda de ciertos

materiales, herramientas y diversos talleres alojados en el ITSA.

Los materiales ocupados son:

- Una base de madera triangular.
- Un tubo de una pulgada para el soporte.
- Una platina de hierro de 80cm.
- Pernos.
- Una plancha de aislante.
- Una cuchilla para cortar el aislante.

- Una sierra de madera.
- Cemento de contacto.
- Un taladro.
- Martillo.
- Moladora.
- Sierra de mano.

Los talleres ocupados son:

- Taller de Carpintería del ITSA.
- Taller de Mecánica del ITSA..

4.3.2 ESTRUCTURA Y SOLDADO DEL SOPORTE.



En cuanto a la estructura y soldado del soporte lo realizamos en el taller de mecánica del ITSA, el mismo que empezamos por tomar mediciones respectivas tanto de la base como del tubo a ser acoplado en la base y el cortado respectivo de las platinas en las cuales van a ir soldadas las varillas para poder ser acopladas al soporte o base de la antena, de la misma manera se procedió para el acoplamiento del tubo con la antena. A continuación procedimos a soldar los puntos verificados con la ayuda de la soldadora eléctrica y el uso de electrodos.

Luego se procedió a molar los restos de soldadura con el fin de que la estructura quede liza y en buenas condiciones.

4.3.3 IMPLANTACION.

Para lograr la implantación del perfil con la antena tomamos la platina en forma circular y la colocamos sobre la parte superior del soporte, con el fin de facilitar la debida calibración y movimiento de la antena.

En cuanto a la fijación del tubo con la base triangular se la realizo a presión y adjuntando a esta tres platinas pequeñas de hierro para garantizar la estabilidad entre el soporte y la base triangular.

4.4. IMPLEMENTACION DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN.



4.4.1 GENERALIDADES

Línea de transmisión es el medio artificial por el cual se transporta la energía de un punto a otro. En nuestro caso entendemos, por línea de transmisión la que puede transportar energía de radiofrecuencia entre el transmisor y la antena, la antena y el receptor o entre dos equipos.

Las líneas de transmisión, tienen otras aplicaciones como: filtros de onda, inversores de fase, circuitos tanque resonantes, transformadores de impedancias y correctores de fase.

Toda línea de transmisión tiene unas características especiales por las cuales la distinguimos de las otras, siendo su rendimiento mejor o peor según sea la aplicación que le demos o la onda de radiofrecuencia que transporte. Atendiendo a su constitución física se clasifican en:

Unifilares, bifilares, multifilares de cinta, tubulares, coaxiales y guía ondas. Según su utilización se clasifican en dos grandes grupos: aperiódicas o sea no resonantes, y periódicas (sintonizadas).

- LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión es un alambre que conduce la señal del audio transmisor hasta la antena. Esta línea o conductor debe tener



características especiales con el fin de que las señales de radio de alta frecuencia, sean transmitidas en forma eficiente.

Calcule la longitud del cable de acuerdo A la altura de la antena y de la distancia que tiene que recorrer la línea dentro de la casa hasta llegar al equipo. No se recomienda dejar un sobrante de más de 2 o 3 metros en el extremo del radio.

Para conectar los extremos del cable de la línea de transmisión a la antena y al radio, se necesitan dos conectores especiales conocidos como PL-259 y dos adaptadores UG-175-U.

Antes de instalar el cable de la línea de transmisión al radio y a la antena se debe probar con un multímetro, que no haya quedado un cortocircuito entre los dos cables del alambre coaxial al hacer la conexión al conector. Si se presenta este corto, lo más seguro es que el radiotransmisor se quemara al circular una alta corriente en su etapa final de potencia.

4.4.2 EFICACIA DE UNA LINEA DE TRANSMISIÓN

La eficacia de una línea de transmisión viene determinada por la diferencia entre la potencia medida al principio de ella y la entregada al final; esta diferencia es la potencia disipada por la línea y se expresa en dB por unidad de longitud y frecuencia. En el caso de que existan ondas



estacionarias en la línea, la potencia disipada se verá incrementada por éstas.

Aunque la atenuación de una línea sea baja no debe trabajarse con un ROE alto, ya que ésta afecta a la disipación de la línea y la tensión entre los conductores aumenta proporcionalmente, lo que obliga a aumentar la separación entre ellos o a utilizar mejores aislantes para una misma frecuencia de trabajo.

4.4.3 IMPEDANCIA DE UNA LINEA

Una de las características más importantes de las líneas de transmisión es su impedancia, que está determinada físicamente por los materiales que la constituyen: diámetro y disposición de los conductores así como el dieléctrico que los separa.

El valor de la impedancia característica de una línea de transmisión Z_0 se halla en función de la auto inducción y de la capacidad de la misma. Se expresa por la fórmula:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$



Z_0 es la impedancia característica que corresponde a la unidad de longitud, por lo que podemos afirmar que toda línea de transmisión tiene un determinado valor de impedancia característica.

4.4.4 RADIACIÓN DE LAS LINEAS

Una línea de transmisión recorrida por una corriente alterna produce a su alrededor un campo eléctrico y otro magnético. Cuando se trata de bajas frecuencias, el campo creado en un semiciclo vuelve al conductor durante el semiciclo contrario y se anula a las ondas de radio no les da tiempo de volver al conductor antes del otro semiciclo, radiando al espacio parte de la energía electromagnética.

La radiación es una pérdida más de la línea de transmisión y aumenta considerablemente en el caso de líneas resonantes o con muchas ondas estacionarias.

4.4.5 FACTOR DE VELOCIDAD

Se llama factor de velocidad a la relación entre la velocidad con que una onda de radio viaja por una línea de transmisión y la velocidad con que se propagaría en el caso de una línea teórica cuyo dieléctrico sea el vacío con factor de velocidad uno. En líneas físicas este factor siempre será menor que uno, ya que la constante dieléctrica también lo es. Cuanto menor sea el factor de velocidad más tardará la onda en recorrer la línea.



4.4.6 TERMINACIÓN DE LAS LINEAS

Hemos visto los casos en que la línea de transmisión termina en cortocircuito o está abierta. Cuando la línea termina con una resistencia pura, parte de la potencia de radiofrecuencia será absorbida por la resistencia: la potencia reflejada será inferior a la incidente y, por lo tanto, en ningún punto de la línea la tensión y la intensidad de la onda reflejada podrán anular la tensión e intensidad de la onda incidente.

4.4.7 PERDIDAS EN LAS LINEAS DE TRANSMISIÓN

Las pérdidas en las líneas de transmisión suelen ser debidas a los aislantes y a los conductores. Las primeras debidas al dieléctrico, son directamente proporcionales a la frecuencia; a mayor frecuencia más pérdidas. Las segundas: aumentan en función de la raíz cuadrada de la frecuencia y a causa del efecto pelicular de los conductores, que tendrán más resistencia efectiva cuanto más alta sea la frecuencia de la onda que circule por ellos.

Las frecuencias elevadas influyen mas en las pérdidas debidas al dieléctrico y a medida que disminuye la frecuencia de la onda de trabajo, son las pérdidas óhmicas las que más influyen.

Cuando la línea de transmisión tiene pérdidas elevadas, la onda incidente se debilita a medida que circula hacia la terminación y la onda



estacionaria sufre el mismo efecto, pudiéndose decir que el efecto producido al alargar una línea disipativa consiste en reducir la relación de ondas estacionarias en el extremo del generador.

4.4.8 CLASIFICACION DE LAS LINEAS DE TRANSMISIÓN.

- **LINEAS RESONANTES**

Línea resonante o sintonizada es una línea sensible a la frecuencia de la corriente que circula por ella siendo la impedancia de entrada función de su longitud y de la frecuencia; la longitud es múltiplo de media onda de la frecuencia de trabajo y la impedancia de entrada es igual a la de la carga.

- **LINEAS NO RESONANTES**

En una línea en que la ROE es baja, la impedancia no varía con la longitud, siendo muy próxima a la de la carga. En estas condiciones se dice que se trata de una línea de transmisión no resonante que permite trabajar con cualquier frecuencia y longitud, la distribución de la tensión e intensidad a lo largo de ella es uniforme.

- **LINEAS BIFILARES**



Esta línea de transmisión consta de dos conductores paralelos colocados el uno cerca del otro para evitar radiaciones e inducciones; los conductores se mantienen separados mediante un material aislante: cristal, polietileno u otros, de bajas pérdidas convenientemente colocado, de manera que el dieléctrico sea el aire en un tanto por ciento muy elevado.

- **CABLES TRENZADOS**

No es fácilmente influible por la humedad, puede pasar relativamente cerca de objetos metálicos y su atenuación no llega a 3 dB cada 30 metros para frecuencias inferiores a 30 MHz; el factor de velocidad varía entre 0.6 y 0.7 dependiendo del aislante.

- **LINEAS COAXIALES**

Esta línea consiste en un conductor ubicado en el centro de la circunferencia que forma el otro conductor o sea que el primer conductor queda envuelto por otro de una forma equidistante .

Todos los cables coaxiales de dieléctrico sólido se utilizan por su fácil instalación; el conductor exterior va envuelto en una capa de plástico para su protección (normalmente vinilo). El conductor central está formado por varios hilos de menor diámetro trenzados entre si para darle mayor flexibilidad formando un conductor multifilar; entre éste y el exterior está el dieléctrico que debe tener las características de inalterabilidad, resistencia y una buena constante dieléctrica.

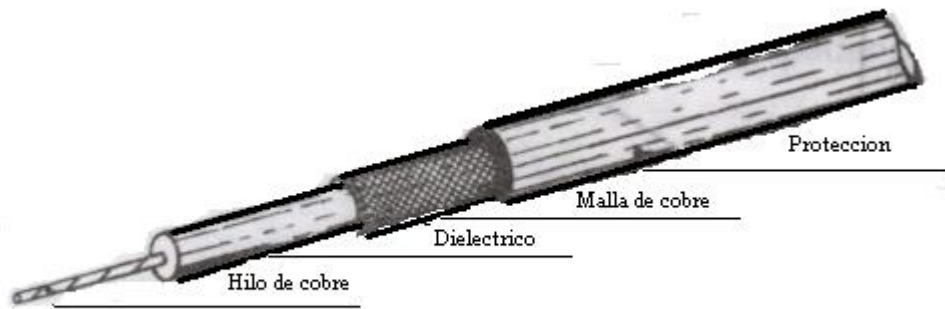


Figura Cable coaxial.

Tabla 4.1 Características de cables coaxiales. Serie RG

Cable	impedancia	Factor V	Atenuación en dB cada 30 m.
RG5/U	52.5	0.659	2.9
RG6B/U	50	0.659	2.4
RG6A/U	75	0.659	2.9
RG8A/U	50	0.659	2
RG9/U	51	0.659	2
RG9B/U	50	0.659	2.1
RG10A/U	50	0.659	2
RG11A/U	75	0.66	2.3
RG12A/U	75	0.659	2.3
RG13A/U	75	0.659	2.3
RG14A/U	50	0.659	1.4
RG16/U	52	0.67	1.2
RG17A/U	50	0.659	0.8



RG18A/U	50	0.659	0.8
RG19A/U	50	0.659	0.68
RG20A/U	50	0.669	0.68
RG21/AU	50	0.659	13.00
RG29/U	53.5	0.659	4.4
RG34A/U	75	0.659	1.3
RG34B/U	75	0.66	1.4
RG35A/U	75	0.659	0.85
RG54A/U	58	0.659	3.1
RG55/U	53.5	0.659	4.8
RG55A/U	50	0.659	4.8
RG58/U	53.5	0.659	4.65
RG58C/U	50	0.659	4.9
RG59A/U	75	0.659	3.4
RG59B/U	75	0.66	3.4
RG62A/U	93	0.84	2.7
RG74A/U	50	0.659	1.5
RG83/U	35	0.66	2.8
RG213/U	50	0.66	1.9
RG218/U	50	0.66	1.0
RG220/U	50	0.66	0.7

1.- IMPEDANCIA DE LOS CABLES COAXIALES



Los cables coaxiales se han estandarizado en dos grandes grupos, según sea su impedancia característica: de 50 Ω y de 70 Ω .

Normalmente se fabrican de 52 y 75 Ω , aunque en Europa se está normalizando el cable coaxial de bajas pérdidas con una impedancia de 60 Ω .

2.- FACTOR DE VELOCIDAD

El factor de velocidad en el caso de líneas coaxiales con dieléctrico gaseoso es aproximadamente 1; en los cables de dieléctrico sólido va de 0.65 a 0.80. Normalmente los fabricantes lo especifican para cada tipo de cable, lo que permite expresar una línea que tenga una longitud física determinada en longitudes de onda.

La fórmula que permite calcular la longitud eléctrica en el espacio libre con factor de velocidad 1 es:

$$\frac{300}{f} = L(\text{en metros}); f = \text{frecuencia (en MHz)}$$

Si este resultado lo multiplicamos por el factor de velocidad del cable que vayamos a utilizar tendremos la longitud física del cable correspondiente a la longitud de onda.



- **GUIA DE ONDAS.**

Cuando la frecuencia de la onda electromagnética que circula por una línea de transmisión aumenta, las pérdidas se hacen mayores. Al trabajar con las frecuencias de microondas las pérdidas ocasionadas en las líneas convencionales las hacen inutilizables y la transmisión hay que hacerla a través de tubos, dimensionados transversal mente según las longitudes de onda que se tenga que transmitir. Generalmente la sección de estos tubos llamados «guía ondas» tiene forma rectangular; por el interior de ellos la onda se propaga en forma de campos eléctrico y magnético y llamados modos.

4.4.9 OTRAS APLICACIONES DE LAS LINEAS DE TRANSMISIÓN

Se pueden utilizar líneas resonantes de bajas pérdidas en el espectro de VHF y UHF como circuitos resonantes en serie o paralelo. Es posible conseguir un alto Q donde los circuitos normales con condensadores y bobinas son ineficaces.

La longitud de estos circuitos resonantes es normalmente de media o de un cuarto de onda, obteniendo la mayor Q para las de cuarto de onda.

- **FILTROS ELÉCTRICOS**



Es posible utilizar secciones de cuarto de onda o media onda para la supresión de radiaciones, utilizándolas como filtros ya sea del tipo de paso bajo, de paso alto o de paso banda como sustitutos de filtros con elementos concentrados.

4.4.10 PREPARACION Y PELADO DEL CABLE (URG –8).

El tipo de cable que vamos a utilizar es el cable coaxial, llamado así porque un cable va dentro del otro en forma de círculos concéntricos. El cable más externo tiene forma de malla metálica y va conectado a tierra en el equipo con el fin de aislar la radiación electromagnética alrededor del cable en su trayectoria.

Para este procedimiento medimos en la parte adecuada y realizamos un corte transversal, descubriendo así el conductor central, material aislante, malla de blindaje, tal y como se muestra en la figura siguiente.



Cable coaxial

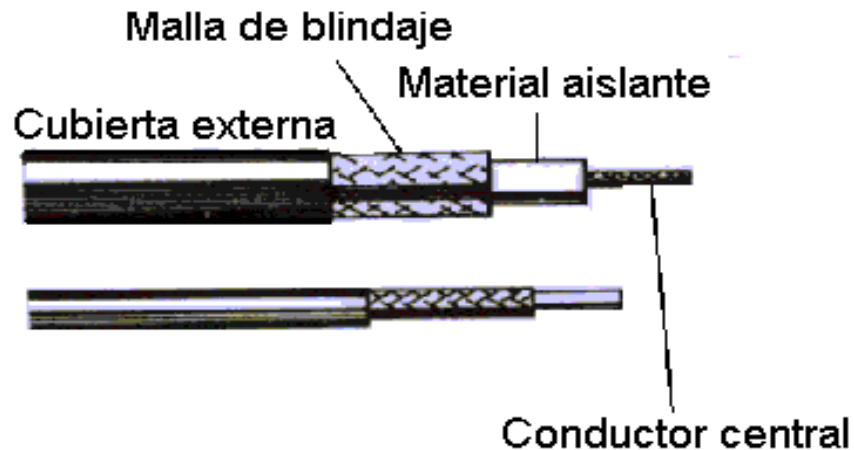


Figura 4.2 Pelado del cable coaxial.

Los tipos más utilizados de cable coaxial para las antenas son el RG-58/Ü y el RG-8/U. Estos cables tienen una impedancia característica de 50 Ohmios lo que hace que haya transferencia máxima de energía entre el radio, el cable y la antena. Sin embargo, la mayor o menor longitud de estos cables afecta la impedancia total del sistema antena-línea de transmisión, creando más o menos ondas estacionarias.

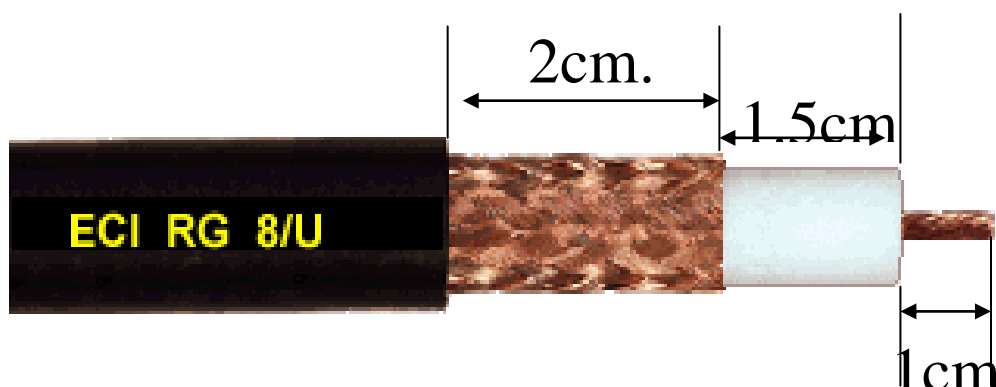


Figura 4.3 Medidas de preparación de la línea de TX.



4.4.11 COLOCACION DE CONECTORES TIPO MACHO EN LOS DOS EXTREMOS DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN.

Para conectar los extremos del cable de la línea de transmisión a la antena y al radio, se necesitan dos conectores especiales conocidos como PL-259 y dos adaptadores UG-175-U.

Antes de instalar el cable de la línea de transmisión al equipo y a la antena se debe probar con un Multímetro, que no haya quedado un cortocircuito entre los dos cables del alambre coaxial al hacer la conexión al conector. Si se presenta este corto, lo más seguro es que el radiotransmisor se quemara al circular una alta corriente en su etapa final de potencia.

4.4.12 ADAPTACION DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN CON EL CONECTOR DE LA ANTENA.

En el ajuste posterior a la instalación de la antena se deben medir estas ondas en el punto donde empieza la línea de transmisión.

Para instalaciones de baja potencia, el cable más recomendado es el cable tipo RG-58/U. Se debe tener cuidado de no confundirlo con el cable tipo RG-59/U que es muy similar en su apariencia física pero tiene



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica
una impedancia de 75 Ohmios, y es el que se utiliza como línea de
transmisión en las antenas de comunicación.



CAPITULO V: IMPLANTACIÓN DE LA ANTENA

5.1 ADAPTACION DE LA ANTENA CON EL PERFIL DE SOPORTE.

Para la adaptación de la antena, procedemos a colocar en la parte superior de la base el perfil de soporte, que estará asegurado por las abrazaderas antes mencionadas, tomando en cuenta las respectivas medias de precaución y seguridad. Luego colocamos la antena sobre el soporte vertical, la misma que posee facilidad de movimiento para la respectiva calibración de las frecuencias.

5.2 ADAPTACION DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN CON UN EQUIPO DE COMUNICACIÓN.

Una vez tendido el cable procedemos a conducir hacia el equipo de destino, procurando que este no quede tan forzado, debido a que puede ocasionar posibles pérdidas y ruptura del cable.



CAPITULO VI PRUEBAS

6.1. CALIBRACION DE LA ANTENA.

Para la calibración de esta antena hemos utilizado un medidor de ondas estacionarias (KENWOOD SW – 100), el mismo que se compone de dos partes; un indicador o pantalla en el cual se observa la calibración y el grado de ondas estacionarias, un acoplador de antena y del equipo a transmitir en el cual indica la correcta conexión tanto del equipo como de la antena.

Para realizar la calibración conectamos en el un extremo del acoplador la línea de transmisión hacia la antena y en el otro extremo el equipo transmisor. Luego procedemos a encerrar el equipo calibrador, para lo cual se procede a mover un pequeño interruptor que posee las leyendas POWER, SWR, VOLT, ubicado en la parte superior derecha del indicador, colocando este interruptor en POWER que mediante un pequeña perilla se procede a encerrar, es decir ubicar la flecha indicadora en la palabra CAL de la escala.

Luego procedemos a colocar el interruptor en la leyenda SWR, la cual nos permitirá medir la Relación de Ondas Estacionarias enviadas por el equipo a fin



de observar el grado de calibración que posee en ese momento la Antena.

Para poder calibrar la antena a la frecuencia que deseemos trabajar procedemos a mover el regulador de ondas estacionarias que se encuentra en la parte superior de la antena constatando en la pantalla del indicador el movimiento de la flecha hasta que su posicionamiento este entre 1 y 2 de la escala.

Estos pasos se realiza varias veces hasta obtener la calibración de la frecuencia deseada, Si se desea cambiar de frecuencia se procede a reiniciar los pasos anteriores.

6.2. ALINEACION Y ORIENTACIÓN DE LA ANTENA.

Para la alineación y orientación de la antena se procede a ubicar el elemento director en dirección de la estación con la cual vayamos a enlazar.

Luego se procede a asegurar la Antena con el fin de mantener su estabilidad y para obtener un mejor enlace de la comunicación.



CAPITULO VII: MARCO ADMINISTRATIVO

7.1 PRESUPUESTO.

INSUMOS ADMINISTRATIVOS:

<u>PRODUCTO</u>	<u>COSTO</u>
▪ Impresión -----	\$180.00
▪ Empastado -----	\$ 35.00
▪ Internet -----	\$ 30.00
▪ Diskete -----	\$ 10.00
▪ CD -----	\$ 10.00
▪ Toma y revelación de imágenes -----	\$ 15.00
▪ Comisiones -----	\$ 60.00
▪ Otros -----	\$ 20.00
▪ SUB-TOTAL	\$ 360.00

INSUMOS DE CONSTRUCCION:

<u>MATERIAL</u>	<u>COSTO</u>
▪ Varillas de Aluminio -----	\$ 30.00
▪ Varilla rectangular (Dura Aluminio 2.5 m) -----	\$ 10.00
▪ Aislante -----	\$ 15.00
▪ Alambre de Cobre -- -----	\$ 5.00
▪ Tornillos y Remaches -----	\$ 5.00
▪ Alquiler de Herramientas -----	\$ 10.00
▪ Cable (URG-8 : 20 m) -----	\$ 60.00
▪ Conectores (URG-58 : 6) -----	\$ 30.00
▪ Material para la base y soporte de la antena -----	\$ 15.00
▪ Varios -----	\$ 20.00
▪ SUB-TOTAL	\$ 200.00

T. TOTAL **\$ 560.00**

VALOR TOTAL EXEPTO HONORARIOS DE ASESOR ..



CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES.

-Todas estas antenas pueden ser enteramente metálicas y sus elementos están fabricados con varilla o tubo de aluminio, latón o cobre debido a sus dimensiones (aproximadamente un metro) quedan soportadas por su centro y no necesitan apoyos en los extremos; el punto medio de los elementos esta a cero de tensión por lo que puede ir conectados directamente a masa.

-El soporte de los elementos de la antena puede ser de cualquier material, desde simple madera o hierro de aluminio. Normalmente para antenas largas se emplea tubo de duraluminio, que permite con pequeñas secciones de (20X20) una buena rigidez y en el caso de flexión se emplean tensores, ya que para antenas de seis o más metros de longitud tendríamos que usar un tubo soporte de considerable diámetro, lo que afectaría a las dimensiones de los elementos de la antena al ser una medida importante en relación con la longitud de onda.

-De todo lo expuesto se deduce que una antena Yagi no es fácil de construir ni de adaptar, pero que aumenta considerablemente su ganancia en una dirección, de forma que cada vez que se dobla el número de elementos se aumenta la ganancia en 3 dB.



-En la práctica, la recepción desde la parte posterior de la antena es alrededor de 30 dB más baja, o alrededor de un milésimo de la potencia en la dirección anterior. Esta cifra es 10 dB mejor que lo que se consigue con una Yagi, por lo que la antena logarítmica es particularmente útil para rechazar señales no deseadas, interferencias y fantasmas.

8.2. RECOMENDACIONES.

-Una precaución a tomar respecto a los aislantes que se emplean en la confección de los dipolos es que han de ser de buena calidad (alto poder dieléctrico) para evitar pérdidas; los empalmes de este con la línea conviene cuidarlos en gran medida. A ser posible abra que soldarlos y si se emplean en la unión diferentes metales (aluminio-cobre) con la humedad forman un par galvánico que con el paso del tiempo produce un efecto de corrosión afectando a la conductividad de la unión.

-Conviene proteger también de la intemperie a estas uniones; en el caso de emplear condensadores o transformadores de impedancia hay que mantenerlos protegidos de la humedad, polvo, etc.

-Hoy en día se cuenta con buenos materiales aislantes de alto poder dieléctrico para poder realizarlo.



BIBLIOGRAFIA

- Curso Practico de Radio AM-FM Tomo II.
- Enciclopedia de la Radio, Televisión, H1-F1
Francisco Ruiz Vassallo. CEAC.
- Propagación y Antenas.
- Información y apuntes del Alumno.
- Internet:

Google.

Alta vista.

Yahoo

Monografías

www.html.ptsj.net/user/kc5jcd/yagui27gif.



ANEXO



Diseño y Elaboración de una Antena Logarítmica

FOTOGRAFÍAS DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ANTENA