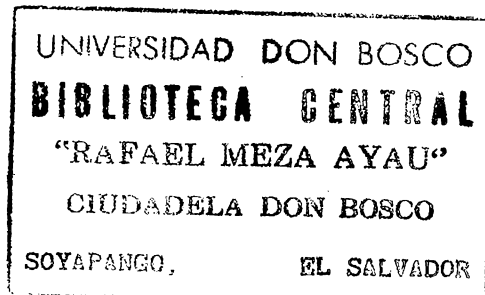


UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
NIVEL TECNOLÓGICO



TRABAJO DE GRADUACION

DISEÑO DE UN EQUIPO DIDACTICO DE ANTENAS

PRESENTADO POR:

BR. ERICK WILFREDO CLAROS ALVAREZ

PROYECTO DE GRADUACION PARA OPTAR
AL TITULO DE

**TECNICO EN INGENIERIA ELECTRONICA
CON ESPECIALIDAD EN COMUNICACIONES**

AGOSTO DE 1993.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

1. INTRODUCCION.....	i
1.1. OBJETIVOS	1
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	1
1.2. IMPORTANCIA	1
1.3. JUSTIFICACION.....	2
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES	2
1.4.1. ALCANCES	2
1.4.2. LIMITACIONES	3
2. FUNDAMENTACION TEORICA	5
2.1. PROPAGACION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS.....	5
2.2. DEFINICION Y FENOMENOS ELECTROMAGNETICOS EN LAS ANTE- NAS	8
2.2.1. EL CAMPO ELECTROMAGNETICO.....	8
2.2.2. INTENSIDAD DEL CAMPO	9
2.2.3. EFECTO PELICULAR	11
2.2.4. EFECTO DE PUNTAS	13
2.3. CARACTERISTICAS TECNICAS DE UNA ANTENA.....	18
2.3.1. POLARIZACION.....	18
2.3.2. ANGULO DE RADIACION.....	20
2.3.3. DIRECTIVIDAD.....	22
2.3.4. GANANCIA.....	25

2.3.5. / IMPEDANCIA.....	26
2.3.6. / LONGITUD	27
2.3.7. / ALTURA	30
2.3.8. / RESONANCIA	37
2.3.9. / ANCHO DE BANDA	39
3. PROTOTIPOS DE ANTENAS A UTILIZAR.....	40
3.1. INTRODUCCION.....	40
3.2. ELECCION DE LA BANDA DE TRABAJO.....	41
3.3. BANDA DE LOS DOS METROS.....	42
3.3.1. UTILIZACION DE FRECUENCIAS EN LA BANDA DE LOS DOS METROS.....	43
3.4. PROTOTIPOS	46
3.4.1. DISEÑO DE UNA ANTENA CON PATRON DE RADIACION OMNIDIRECCIONAL.....	48
3.4.2. DISEÑO DE UNA ANTENA CON CARACTERISTICAS DE RADIACION BIDIRECCIONAL.....	53
3.4.3. DISEÑO DE UNA ANTENA CON PATRON DE RADIACION UNIDIRECCIONAL.....	59
3.4.3.1. YAGI PARA LA BANDA DE LOS 2 METROS..	64
3.4.3.2. ANTENA DE CINCO ELEMENTOS.....	65
3.5. SISTEMA ACOPLADOR DE IMPEDANCIAS RECOMENDADO PARA - LAS ANTENAS QUE HACEN USO DE DIPOLOS COMO ELEMENTO ACTIVO.....	69

3.6. BASE PARA LA DISPOSICION DE LAS ANTENAS EN EL LABORATORIO.....	72
4. EQUIPOS DE PRUEBA	75
4.1. INTRODUCCION.....	75
4.2. ONDAS ESTACIONARIAS	77
4.2.1. RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS.....	78
4.2.2. DESVENTAJAS DEL DESACOPLE ENTRE LA LINEA Y LA CARGA.....	80
4.3. MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS	80
4.4. DETECTOR DE RADIACION.....	83
4.5. DETECTOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE	87
4.6. MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO.....	90
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	94
GLOSARIO.....	96
BIBLIOGRAFIA	118
ANEXOS	120

INTRODUCCION

Las comunicaciones electrónicas son parte del cotidiano vivir del mundo moderno de hoy. Lo que décadas atrás era un reto por alcanzar, hoy es posible gracias al desarrollo tecnológico logrado en este campo. Así la transmisión de información puede efectuarse utilizando la técnica y el medio de comunicación que más se adecúe a nuestra necesidad.

Las comunicaciones por radio no son la excepción, sus múltiples técnicas de modulación tanto analógicas como digitales, la han convertido en el medio más ampliamente utilizado.

En cualquier sistema de comunicación intervienen tres elementos principales, el transmisor, el medio y el receptor. Un sistema de transmisión o de recepción por radio, está constituido a su vez por tres elementos, el transmisor o el receptor (que también pueden estar contenidos en una sola unidad, formando en este caso un transreceptor), la línea de transmisión y la antena.

— El presente proyecto se ocupará del análisis de las características físicas y eléctricas que tienen lugar en las antenas, con el objeto de diseñar un equipo didáctico que permita la comprobación de los fenómenos que ocurren en éstas.

Las antenas son los dispositivos de los cuales dependerá en gran parte que la transmisión y la recepción de la información sea satisfactoria. Ellas son el elemento destinado a radiar y recibir las ondas electromagné-

ticas utilizadas para realizar las comunicaciones por radio. Una antena es en sí un transductor que teóricamente puede funcionar indistintamente como transmisora o receptora.

→ Tener el equipo adecuado para uso en los laboratorios es básico y determinante para el aprendizaje, y esto es de gran importancia cuando se trata de áreas técnicas en alguna rama de la ingeniería.

El propósito de este documento es fundamentar y diseñar un equipo didáctico de antenas orientado a la enseñanza a Nivel Tecnológico. Para ello se determinó trabajar en la banda de los dos metros para radioaficionados, dadas las ventajas que ofrece para lograr el fin previsto.

En términos globales el proyecto consta de tres partes. Inicia con la explicación de los fenómenos y criterios de tipo técnico necesarios para entender el comportamiento funcional de las antenas. Estos han sido tratados con la profundidad requerida y orientados a una aplicación real.

En una segunda etapa se desarrollan los cálculos de los prototipos de las antenas a utilizar, antecedidos por los criterios técnicos generales y particulares de cada antena en los cuales se enmarcan éstos, es decir se hace mención de la banda para la cuál estarán diseñadas, sus características físicas y a que patrón de radiación obedecen, entre otros. Para finalizar, se ha incluido una tercera fase que presenta la circuitería esquemática de equipos de prueba orientados a la comprobación de los

fenómenos y parámetros básicos que tienen lugar en un sistema de radio-comunicaciones, incluyendo la explicación de sus principios de funcionamiento y algunos detalles de construcción.

Se ha incluido también la mayor cantidad de ayudas visuales en todo el documento para que el lector tenga una idea más clara de lo que se está tratando.

Aparte de ello se incluye un glosario para definir los términos técnicos más utilizados en todo el documento, para una correcta interpretación de muchos de los fenómenos. Al final se hacen algunos anexos que daran al lector información de carácter técnico de mucha utilidad.

1.1. OBJETIVOS.

1.1.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un equipo didáctico de antenas para el laboratorio de comunicaciones electrónicas del tecnológico de la Universidad Don Bosco.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Elaborar un documento teórico que fundamente y de validez al tema bajo el cual se está desarrollando el proyecto.
- Realizar los cálculos matemáticos requeridos para el diseño de cada uno de los prototipos de antenas considerados en el proyecto y explicar las características técnicas que tienen lugar en éstas.
- Incluir y explicar circuitería de equipos portátiles de prueba, para efectuar la comprobación de los fenómenos y parámetros electromagnéticos básicos que tienen lugar en las antenas.
- Implementar de manera demostrativa, funcional y eficiente. Uno de los prototipos de antenas diseñadas, de manera que, éste sea representativo del proyecto y que muestre de manera real la versatilidad del mismo.

1.2. IMPORTANCIA.

Ante los adelantos tecnológicos en el campo de la electrónica, es necesario que la enseñanza técnica a nivel superior de esta, esté acorde a la realidad, para que el estudiante adquiera los conocimientos teórico-

practicos que le permitan desenvolverse como un profesional en este campo.

Es de gran importancia entonces, hablar de el diseño de un equipo didáctico en particular, que en este caso es un equipo didáctico de antenas para el área de comunicaciones, que permitirá desarrollar las prácticas necesarias para cimentar los conocimientos básicos e introducir al estudiante en una temática de tanta relevancia en las comunicaciones electrónicas modernas.

1.3. JUSTIFICACION.

Este proyecto surgió en vista de la necesidad existente en el laboratorio de comunicaciones electrónicas del Tecnológico de la Universidad Don Bosco, de implementar un equipo didáctico de antenas dada la no existencia de éste, lo que en alguna medida deja vacíos en la formación del estudiante. Tener un equipo didáctico adecuado para uso en el laboratorio es en gran medida determinante para un aprendizaje mas eficiente, y tiene aún mayor importancia si hablamos de una especialidad en alguna rama de la electrónica que, en este caso son las comunicaciones.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.4.1. ALCANCES.

Para que los objetivos del proyecto sean culminados satisfactoriamente es necesario delimitar y delinear el proceso a través del cual se desarrollará el trabajo.

Como en todo proyecto, existen diversas fases que se van desarrollando en base a los objetivos. En este proyecto la primera fase comprende la fundamentación teórica, en la cual se explican los fenómenos, principios y características técnicas que en conjunto son los que producen los resultados esperados.

Esta fase exige la elaboración de un documento escrito, que en forma ordenada detalle y explique el tema desde lo general a lo específico. Este será una guía que en forma objetiva dará validez al proyecto y en el cual estarán plasmados cada uno de los fenómenos que se quieren comprobar en la práctica.

Una segunda fase en el desarrollo del proyecto no menos importante que la primera, comprende la demostración funcional del equipo, cuyo diseño y demás criterios técnicos están comprendidos en la fase previa. Es de suma importancia aclarar que para fines de defensa del proyecto se implementará solamente una parte del mismo, de tal forma que esta sea representativa y con la cual pueda demostrarse si no todo, pero sí la mayoría de los objetivos trazados.

1.4.2. LIMITACIONES.

Durante el desarrollo de un proyecto, surge una serie de inconvenientes que en alguna medida dificultan su culminación tal y como se planificó desde sus inicios.

Algunos van surgiendo en la medida que se va profundizando en la te

mática y otros son previstos al inicio pero, sin poder muchas veces me dir el alcance de sus efectos.

Dentro de las limitantes en el desarrollo del presente proyecto, - sobresale la falta de un ente que financiara la construcción del equipo y que éste fuese dispuesto para su uso en el laboratorio de comunicaciones electrónicas del tecnológico. Aunado a esto, el grado de dificultad del tema y su costo en términos económicos era mucho para que una sola persona lo implementase por lo cual la parte demostrativa se limitó a construir solamente una parte del equipo para su demostración funcional.

Entre otras cosas, también constituyó una limitante en cuanto a - tiempo, la falta de la asesoría adecuada al inicio del proyecto situación que mas tarde fué solventada pero que en alguna medida se constituyó en una limitante.

Aún con todos estos elementos que en alguna medida hicieron difícil el desarrollo del proyecto, este fué finalizado satisfactoriamente.

* 2.1. PROPAGACION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS.

El desplazamiento de las ondas electromagnéticas a través de un medio se denomina propagación.

→ Las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para desplazarse; atraviesan los materiales aislantes, el aire, el vacío, - así como el espacio exterior a nuestra atmósfera llamado espacio libre. La velocidad a la que se desplazan estas ondas es la misma que la de la luz en el espacio libre es decir, a 300,000 km/seg.

→ Toda onda electromagnética tiene dos campos : a) Campo eléctrico y el magnético, ambos son campos variables, de direcciones siempre perpendiculares entre sí y en la dirección de propagación de la onda.

→ Existen cuatro formas distintas de propagación de las ondas electromagnéticas :

- a) Propagación directa
- b) Propagación por reflexión
- c) Propagación por difracción
- d) Propagación por refracción

La propagación directa (Fig. N° 21) es una de las más importantes → En ella la onda emitida por la antena emisora alcanza la antena receptora en línea recta (de punto a punto) y sin desviación alguna.

→ En cambio en la propagación por reflexión la onda es reflejada por un obstáculo (Figura N° 2.2). Este tipo de propagación puede ser indeseable, ya que a la antena receptora puede llegarle la señal de propagación reflejada procedente de uno o varios puntos, con lo cual llegan al receptor dos o más señales iguales y desfasadas ya que las trayectorias son más o menos largas (Figura N° 2.3), produciéndose en lo que respecta a la recepción de video de TV las imágenes fantasmas.

Para evitar esto que acabamos de mencionar deben utilizarse antenas receptoras de gran directividad, correctamente orientadas con respecto al emisor.

→ En la propagación por difracción la onda sigue la ladera de las montañas y colinas a la línea del horizonte (Figura N° 2.4). Es decir que en este tipo de propagación las ondas bordean las superficies u obstáculos, tal como sucede en las transmisiones por AM y todas aquellas ondas que por su frecuencia presentan estas características al desplazarse.

→ Por último, en la propagación por refracción la onda es refractada en las capas inferiores de la ionósfera (Figura N° 2.5), este fenómeno es debido al estado ionizado de esta zona de la atmósfera terrestre.

Cabe destacar que con este tipo de propagación, cuando sucedan las condiciones idóneas, es posible transmitir o captar emisiones a muy largas distancias imposibles de efectuar con una propagación directa.

PROPAGACION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS.

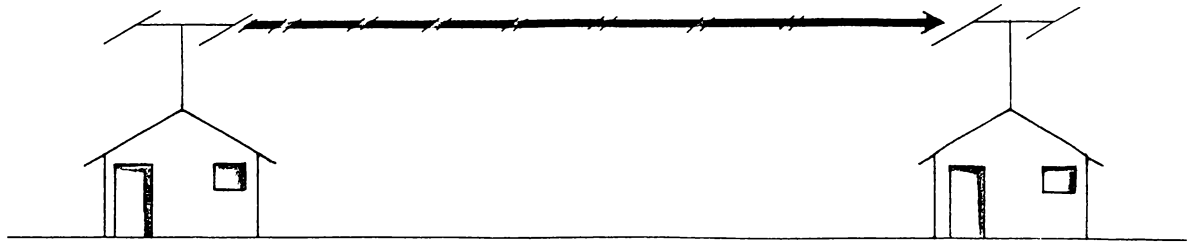


FIG. 2.1

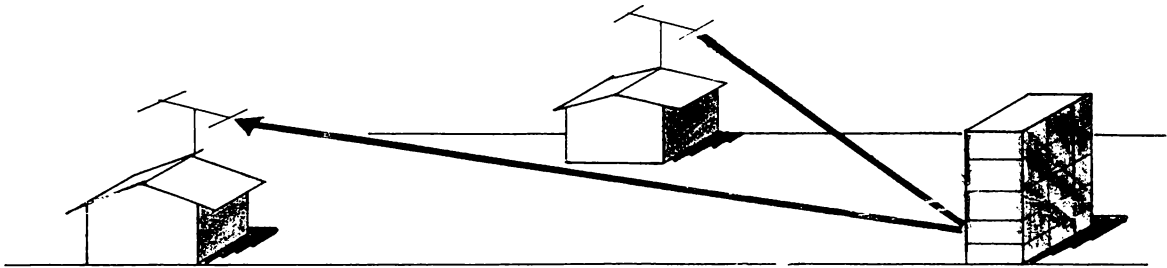


FIG. 2.2

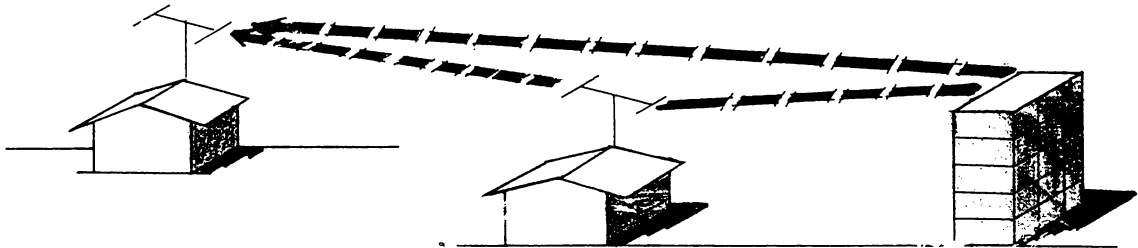


FIG. 2.3

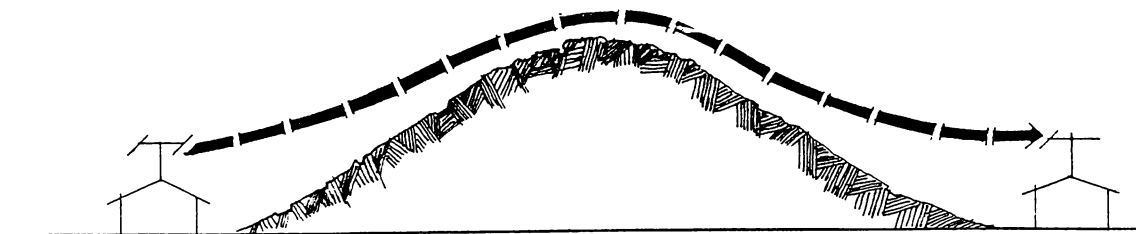


FIG. 2.4

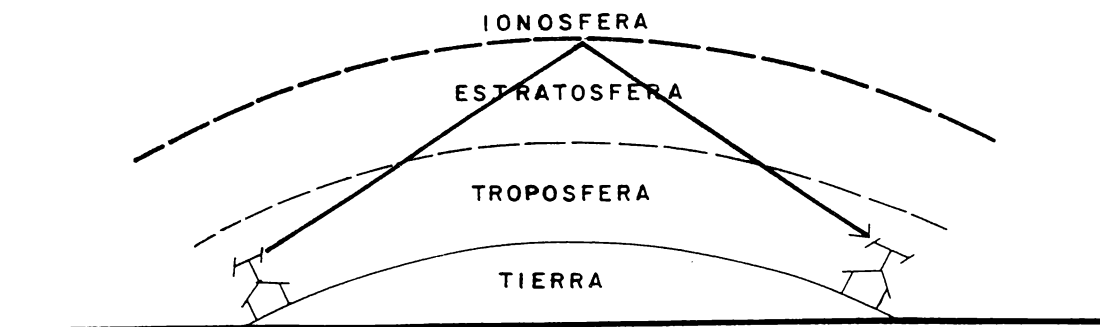


FIG. 2.5

La propagación de las ondas electromagnéticas por la ionósfera dependen de la frecuencia de la radiación y la cantidad de energía radiada, y debido a que el poder de absorción de la ionósfera para las altas frecuencias es menor que para las bajas frecuencias, se aprovecharán mejor la señal, obteniéndose grandes alcances en la comunicación.

→ 2.2. DEFINICION Y FENOMENOS ELECTROMAGNETICOS EN LAS ANTENAS.

En esencia una antena es un sistema de conductor metálico capaz de transmitir y recibir ondas electromagnéticas, a este sistema podemos sumarle la necesidad de una línea de alimentación y cualquier dispositivo de acoplamiento usado para transferir la energía del emisor a la línea y de ésta a la antena (Porción que irradia la energía de r.f.). Una antena puede funcionar alternativamente como transmisora o receptora y, - en principio, cualquiera de ellas debería trabajar con igual eficiencia. En la práctica no siempre es así, ya que los criterios de diseño son más severos para una antena transmisora que para una receptora.

→ 2.2.1. EL CAMPO ELECTROMAGNETICO.

El comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos en una antena están determinados por dos leyes básicas de la radiación electromagnética a saber :

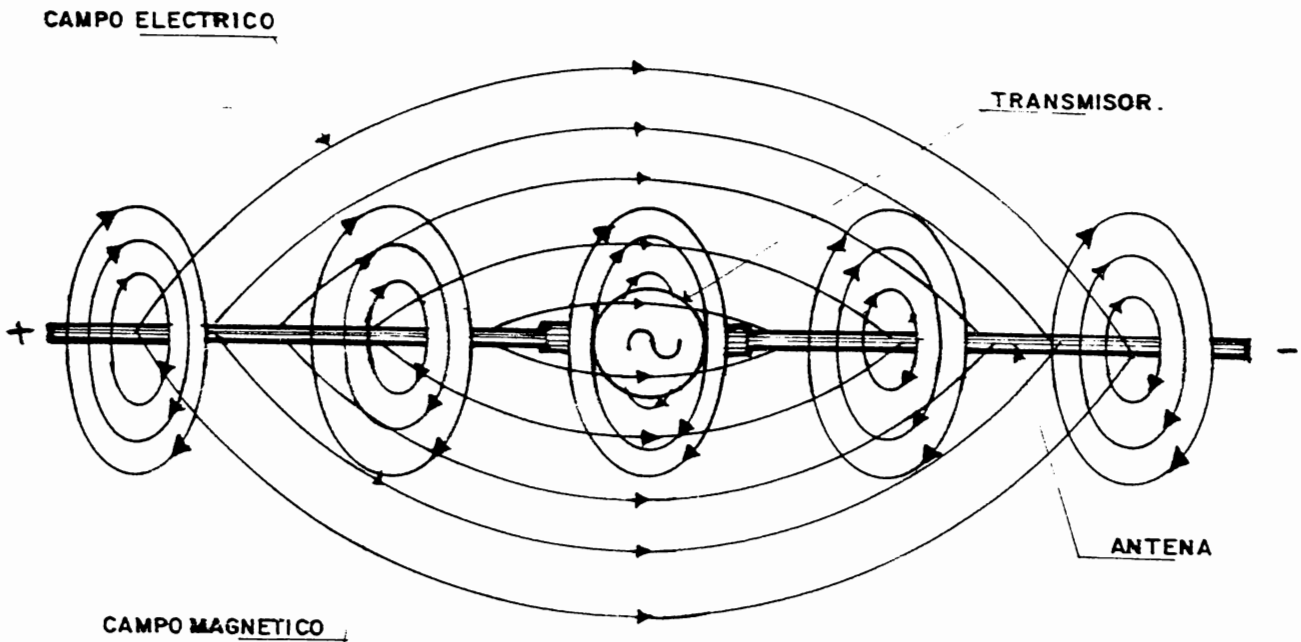
- a) Un campo eléctrico móvil crea un campo magnético
- b) Un campo magnético móvil crea un campo eléctrico

Los campos creados están en fase con los campos que los originan y tienen una dirección perpendicular a aquellos. (Figura 2.6).

Entonces ahora hay dos campos electromagnéticos que se alejan de la antena y cuyos componentes eléctricos y magnéticos son perpendiculares entre sí, dichos campos se suman vectorialmente en el espacio y producen un sólo campo electromagnético, el cual varía sinusoidalmente. Este campo constituye la onda de radio que se propaga de la antena al espacio exterior.

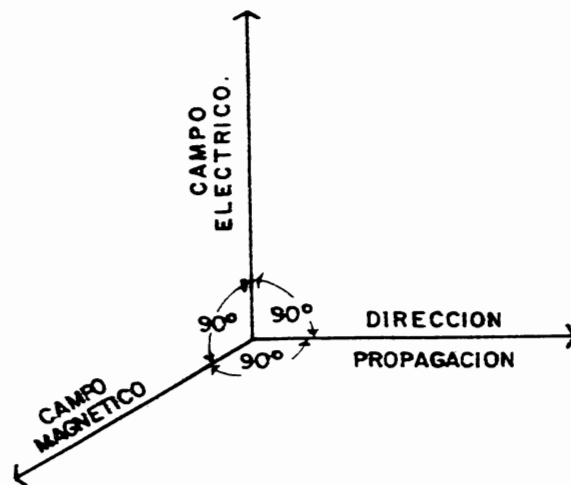
2.2.2. INTENSIDAD DEL CAMPO.

La intensidad del campo electromagnético que produce una antena es proporcional a la corriente que circula por ella, así al máximo efecto irradiante se produce en las partes de los elementos que conducen la corriente más elevada, debido a esa proporcionalidad entre corriente y campo generado podemos afirmar que : La intensidad de una onda de radio es máxima en las inmediaciones de la antena, ya que ahí los campos eléctricos y magnéticos que la originan tienen en todo caso su máxima intensidad. Al propagarse la onda en el espacio su energía se distribuye sobre un área mayor; por lo tanto, la energía o intensidad del campo de una onda en cualquier punto situado a cierta distancia de la antena es menor que en la antena misma. En los puntos más alejados de la antena la intensidad de la onda será aún menor, de aquí podemos deducir que la relación existente entre la intensidad del campo y la distancia de la antena se define brevemente diciendo que la intensidad del



a) CAMPOS DE FUERZA ORIGINADOS ALREDEDOR DE UNA ANTENA.

Las líneas de fuerza de los campos magnéticos y eléctrico son perpendiculares entre sí y los campos están desfasados 90° grados uno con respecto al otro.



b) PROPAGACION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA RESPECTO A SUS COMPONENTES .

campo es inversamente proporcional a esta distancia.

2.2.3. EFECTO PELICULAR.

En una antena energizada hay dos fuerzas variables y una corriente que varia sinusoidalmente y una carga cuya distribución también varía en forma sinusoidal. Las dos producen campos de fuerza en el espacio inmediato que rodea a la antena.

El flujo de corriente en cualquier conductor crea un campo magnético alrededor de éste, que en el caso particular de las antenas se produce al configurarlas como transmisoras, aquí la salida del transmisor que se aplica a la antena, origina una corriente en ésta, entonces la antena convierte el flujo de corriente en una señal electromagnética que es radiada al espacio. El efecto inverso la efectúa una antena receptora, que visto de manera simplificada, sería como exponer un conductor a un campo electromagnético que se desplaza en el espacio libre; en donde las ondas electromagnéticas al pasar por el conductor, inducen en éste una corriente que, para el caso de una antena sería la señal posteriormente utilizada como entrada al receptor.

La corriente originada en un conductor sólido, (un conductor moviéndose dentro de un campo magnético, de forma que en este movimiento corte las líneas de fuerza del campo), por ejemplo de cobre, sea ésta inducida por un campo electromagnético externo o alimentada directamente por una fuente; tiende a desplazarse por las superficies de éste. A dicho fenómeno se le dá el nombre de efecto pelicular, el cual interpretado -

adecuadamente en el diseño y construcción de antenas representará reduc
ción en los costos y un mejor aprovechamiento de los materiales utiliza
dos.

Para el diseño de antenas es necesario conocer el comportamiento de las señales electromagnéticas cuando éstas se desplazan en medios diferentes al espacio libre. Su análisis e interpretación nos permitirá en la práctica entender el porque de las características físicas de los materiales utilizados. En la mayoría de las antenas se hace uso de elementos circulares de aluminio que normalmente son huecos, precisamente para aprovechar el efecto pelicular; en contraposición a lo que normalmente se podría creer.

Si se hiciera uso de elementos circulares sólidos, estaríamos incurriendo en serias desventajas que irían desde el desperdicio innecesario de material y el incremento en los costos, hasta repercusiones en la funcionalidad y manipulación de los dispositivos. Por lo tanto esto demarca la relevancia que tiene este fenómeno (Ver fig. 2.7).

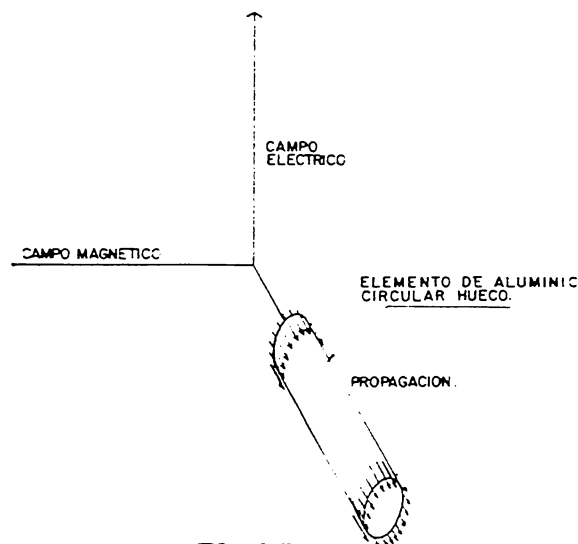


FIG. 2.7
CORRIENTE PROPAGANDOSE SOBRE LA SUPERFICIE DE UN
CONDUCTOR EXPUESTO A UN CAMPO ELECTROMAGNETICO.

2.2.4. EFECTO DE PUNTAS.

En literatura técnica raras veces se encuentra información referida a este t^opico que, desde el punto de vista práctico el no tener conocimiento de éste repercutiría en el rendimiento de las antenas.

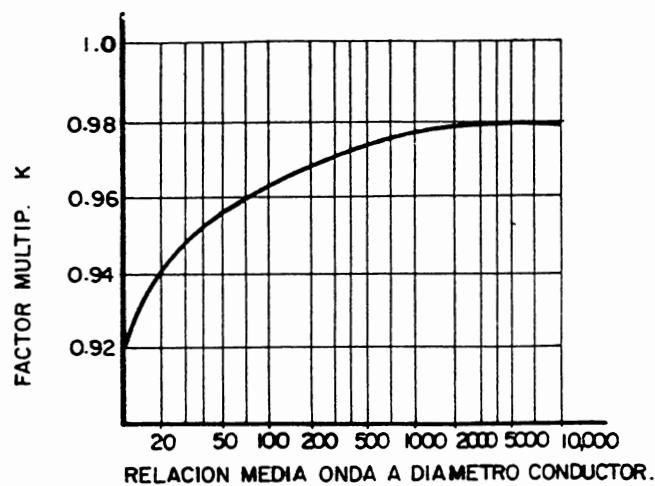
La longitud de onda eléctrica (λ) de las señales, es diferente - cuando éstas se desplazan en el espacio libre que cuando lo hace en un medio físico como se mencionó antes. La forma fundamental de antena se encuentra representada por un conductor cuya longitud es aproximadamente igual a la mitad de la longitud de onda eléctrica de la señal emitida. A este elemento se le conoce por dipolo, del cual se derivan las formas más complejas de antenas.

La longitud real de una antena de media onda no es exactamente - igual a la media onda en el espacio, sino que depende del calibre del conductor en relación a la longitud de onda eléctrica de la frecuencia o banda de frecuencia en que se esté trabajando.

La longitud a la que idealmente debe resonar una antena, es la - longitud que la onda tiene en el espacio libre, pero debido al calibre de los conductores y a la suma de capacitancia por los Aisladores y - otros dispositivos utilizados se produce un efecto de alargamiento en los extremos que es a lo que se le llama efecto de puntas.

Este efecto de alargamiento es necesario compensarlo de alguna manera. Existe un factor de atenuación conocido como factor K que, no es más que la relación media onda a diámetro del conductor, por el cual debe multiplicarse la media onda en el espacio, para obtener la longitud física de resonancia de la antena, que equivaldría a la media longitud de onda ($\frac{1}{2} \lambda$) en el espacio, que es lo que idealmente se pretende. (Ver fig. 2.8).

FIG.2.8



FACTOR K DE ACORTAMIENTO SEGUN LA RELACION MEDIA LONGITUD DE ONDA / DIAMETRO DEL CONDUCTOR.

La longitud eléctrica de una media onda en el espacio es :

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{V/2}{f}$$

En donde :

V = velocidad de la luz, dividida entre 2 porque nos estamos refiriendo a media onda. Dado en metros /segundos

f = frecuencia de la onda en ciclos / segundo o MHZ.

A partir de este planteamiento la longitud física de una antena de media onda (en metros) será :

$$\text{Longitud física} = \frac{V/2 \times k}{f} \quad k = \text{factor de atenuación}$$

Por lo general se hace uso de un factor k, igual a 0.95, por el cual debe multiplicarse la media onda de longitud eléctrica. Este 0.95 es suficiente para que la antena resuene a la frecuencia de trabajo.

En muchos tratados de antenas, esto es conocido como el 5% de la longitud teórica de media onda.

Desde el punto de vista práctico, es suficiente con acortar la longitud de la antena un 5% con respecto a su longitud teórica, para obtener las mejores condiciones de resonancia.

La figura N° 2.9 muestra un método práctico para reducir al máximo el efecto de puntas, el cual es usado en la antena ground-plane que

se ha diseñado para el equipo didáctico propuesto en este proyecto.

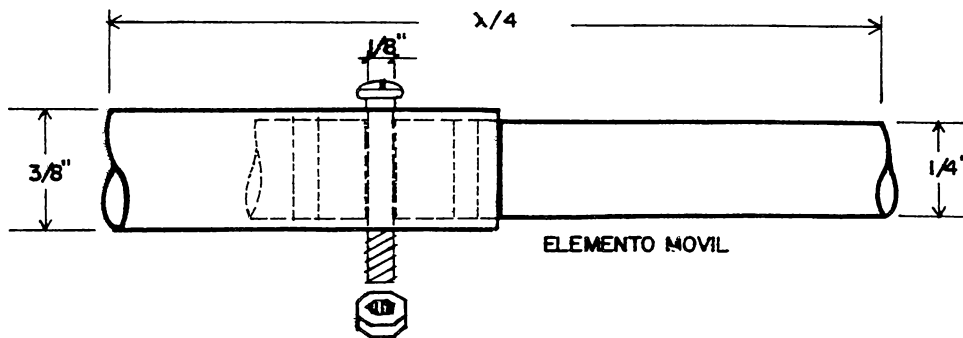


FIG.2.9 MECANISMO DE AJUSTE

En la práctica se acostumbra construir las antenas haciendo uso - de elementos de diámetros diferentes para proveer un mecanismo de ajuste una vez ésta esté instalada.

El uso de elementos móviles no es aplicado en todas las antenas, ello dependerá de la aplicación y el tipo de antena a ser utilizada.

Los mecanismos o métodos de ajuste de las antenas son necesarios - a la hora de instalarlas y normalmente cada modelo o diseño de antena tiene un mecanismo en particular para efectuar dicho ajuste. Mencionamos el de elementos móviles porque es uno de los más ampliamente utili-

zados en antenas para transmisiones por radio.

En la figura N° 2.9 se puede visualizar un elemento de longitud $\lambda/4$ constituido de dos partes, la porción de diámetro mayor es la parte fija (ver diseño de antena Grand-plane) y la de diámetro menor es la parte móvil. Cada elemento que constituye la antena está provisto de este mecanismo que para fines didácticos se deja sujeto por un tornillo el cual facilita la variación de la longitud física de la antena. Al elemento móvil (diámetro menor) se le han hecho perforaciones hacia adelante y atrás de la medida de longitud que corresponde a $\lambda/4$ para facilitar la comprobación del efecto de puntas.

Si alargamos o acortamos la longitud de los elementos de la antena, teóricamente estamos variando la longitud a la que idealmente ésta debería estar resonando, lo cual es comprobable si conectamos un dispositivo medidor de ondas estacionarias (RCE).

En la realidad al tener instalada una antena se procede a desplazar los elementos móviles de modo que en el medidor se obtenga la mejor relación de ondas estacionarias posible, en ese momento la antena tendrá la longitud física, justo a la que debe resonar y por consiguiente el efecto de puntas ha sido compensado. Como en la realidad no se hace uso de tornillos para sujetar los elementos móviles lo que se acostumbra es golpear con un punzón en la unión de los elementos los cuales por ser de aluminio se desforman con facilidad, sellandose y de esa manera que-

dan fijos a la longitud requerida.

El mecanismo de la figura N° 2.9a1 que nos hemos referido se ha dis puesto de esa manera porque sus fines son didácticos lo que quiere decir, que no por eso deja de ser funcional.

2.3. CARACTERISTICAS TECNICAS DE UNA ANTENA.

Toda antena tiene por misión crear un campo electromagnético capaz de establecer la comunicación entre dos puntos. Lógicamente cuanto más intenso sea el campo electromagnético más fácil será la comunicación, - por lo que es necesario establecer las condiciones idóneas de generación de un campo electromagnético fuerte.

Para ello es preciso que la construcción física de la antena sea - la adecuada, es decir no es posible generar un campo electromagnético - intenso escogiendo arbitrariamente una antena cualquiera.

Para la elección de la antena adecuada deberán conocerse las características técnicas de la misma, las cuales se detallan a continuación.

2.3.1. POLARIZACION.

Recibe el nombre de polarización de una antena, la dirección de la componente del campo eléctrico de la onda electromagnética generada, - con respecto a la superficie terrestre. Si al propagarse la onda a tra vés del espacio, su campo eléctrico es vertical con respecto a la tierra, se dice que la onda está polarizada verticalmente. Si el campo -

eléctrico es horizontal con respecto a la tierra, la onda tiene polarización horizontal. Con una antena simple, la posición de la antena determina la polarización de la onda, es decir que si la antena emisora es vertical, las líneas de fuerza electricas también serán verticales (Figura N° 2.10), si la antena mantiene una posición horizontal, las líneas de fuerza también serán horizontales, (Figura N° 2.11).

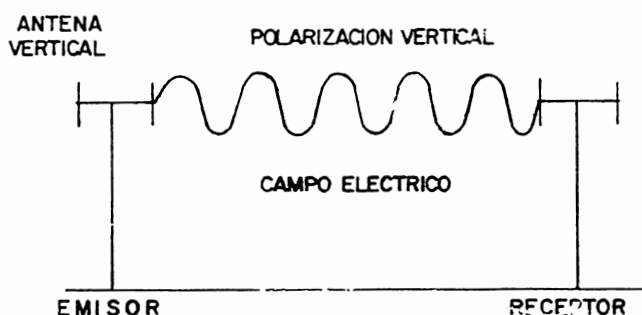


FIG.2.10

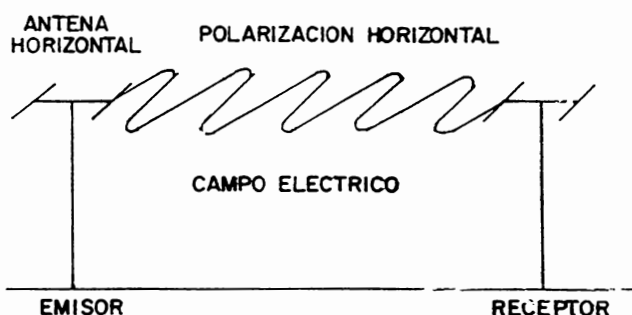


FIG.2.11

Para la recepción de una onda polarizada verticalmente se necesitará que la antena receptora también sea vertical, y para la recepción de una onda polarizada horizontalmente se necesitará que la antena receptora también sea horizontal.

El tipo de polarización en un sistema particular, depende de muchos factores interrelacionados, tales como la frecuencia de la señal en cuestión, el diseño de la antena emisora, su altura sobre el suelo y también el tipo y altura de la antena receptora.

La onda de una antena inclinada o en otras posiciones diferentes a las ya mencionadas, contienen tanto componentes horizontales como verticales.

Es de destacar que las antenas verticales radian uniformemente en todas direcciones, resultando por ello ser lo más apropiadas para las comunicaciones por radio. Sin embargo, para las ondas ultracortas y la televisión se utiliza la polarización horizontal. El motivo de ello estriba en el hecho de que la polarización horizontal proporciona menos nivel de ruidos y de perturbaciones y mayor alcance en la transmisión. Por otro parte las ondas polarizadas verticalmente son fuertemente absorbidas o reflejadas por los obstáculos existentes entre emisor y receptor.

2.3.2. ANGULO DE RADIACION.

Recibe el nombre de ángulo de radiación al ángulo vertical (Por encima del horizontal) en que una antena emite o recibe la máxima intensidad de campo electromagnético. Al estar la antena situada a un cierto nivel del suelo, se produce una interacción entre el campo electromagnético que sale de la antena y la parte de éste que se refleja en el suelo.

Si el suelo es buen conductor, se forma una antena imagen y de ella parte otra onda; 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. Dado que la onda reflejada por el suelo ha recorrido un espacio más largo que la directa, puede darse el caso en que las ondas directa y reflejada lleguen a un punto en fase y se sumen, o que lleguen desfasadas y se resten, dando una menor intensidad de campo, éste 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° , mientras que las polarizadas verticalmente no sufren variación alguna.

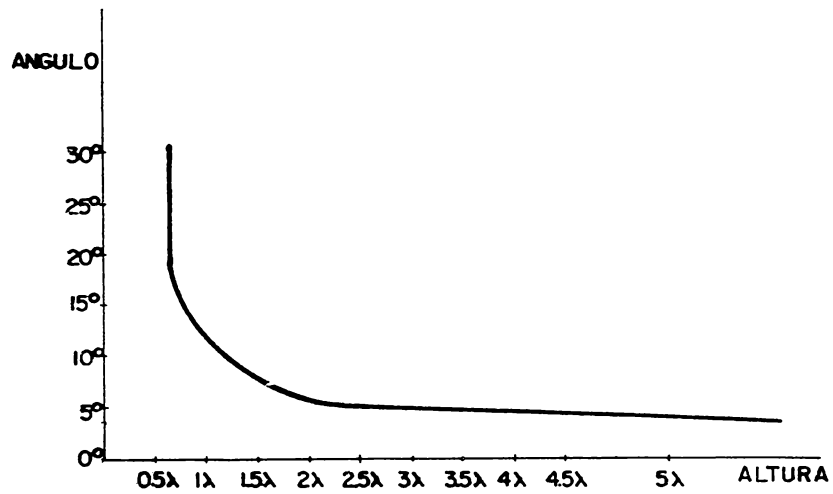
El ángulo para el cual el refuerzo es máximo recibe el nombre de ángulo de radiación de una antena.

El ángulo de radiación reviste primordialmente mucha importancia, especialmente en las frecuencias mas altas (HF). Es ventajoso por lo tanto, erigir la antena a una altura que aproveche las reflexiones terrestres de tal modo que refuerce la radiación en el espacio libre dentro del ángulo más deseable.

El efecto principal que ejerce la tierra real, es introducir una cierta imprecisión para los ángulos menores; resulta prácticamente imposible lograr una radiación apreciable de frecuencias altas para ángulos inferiores a pocos grados cuando la altura de la antena es menor de varias longitudes de onda. En el gráfico de la figura N° 2.12 se muestra

el comportamiento del ángulo de radiación en función de la altura de la antena sobre el suelo.

FIG.2.12



ANGULO VERTICAL DE RADIACION EN FUNCION DE LA ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO.

2.3.3. DIRECTIVIDAD.

Si la radiación fuera emitida por un punto se propagaría igualmente por el espacio, en todas direcciones, pero la antena no es un punto y su forma influye en el campo de radiación de modo que no es uniforme en todas direcciones. En algunas direcciones la radiación es débil y aún nula. Así toda antena tiene un patrón de radiación característico.

Alrededor de una antena transmisora podemos medir la intensidad de campo producido por la onda electromagnética irradiada; uniendo todos los puntos de igual intensidad, trazamos una curva que corresponderá al lóbulo de radiación de la antena; si las medidas se han tomado en el plano horizontal la curva que obtenemos nos dá el lóbulo de radiación horizontal y si están tomadas en el plano vertical tendremos el lóbulo de radiación vertical. Comúnmente se usan gráficas, llamadas diagramas polares, que dan una representación pictórica de tales patrones. Un diagrama polar muestra la forma en que varía la intensidad relativa del campo de una antena en función de la distancia y de la directividad de la antena.

La figura 2.13, se muestran dos diagramas típicos, que representan las áreas circundantes de una antena vertical vista desde arriba.

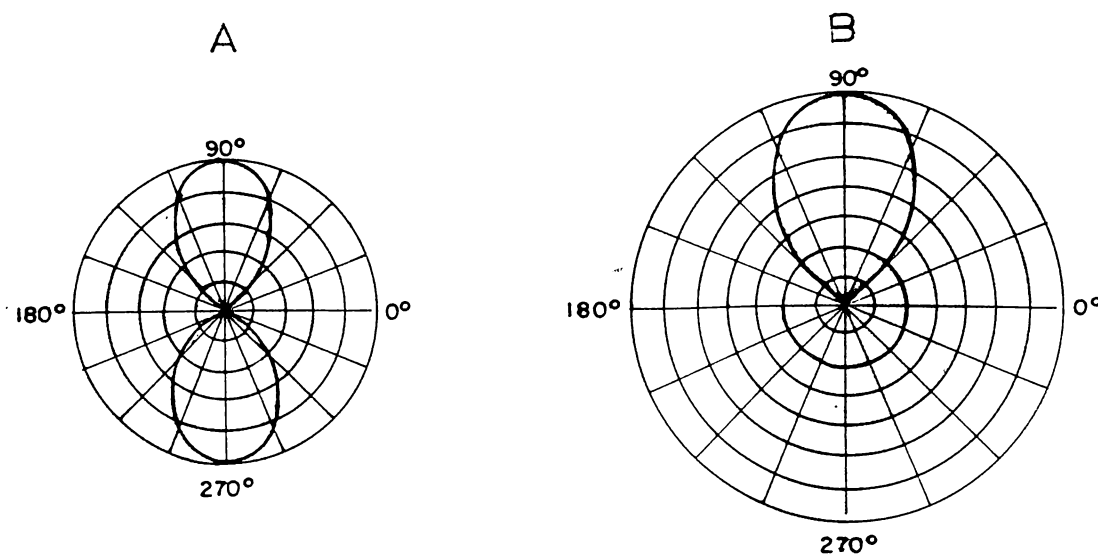
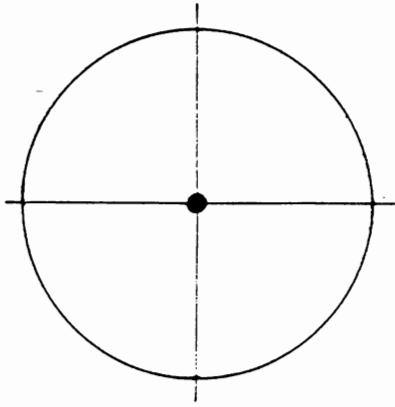


FIG.2.13 DIAGRAMAS POLARES.

La antena representada en "A" radia intensamente en la dirección - de 90 y 270 grados. En otras direcciones la radiación se reduce y prácticamente, no la hay, de 160 a 200 y de 20 a 340 grados la antena representada en "B" no emite radiación entre aproximadamente 160 a 20 grados. Por tanto, se dice que ésta es más direccional o que tiene una mejor directividad que la antena representada en "A".

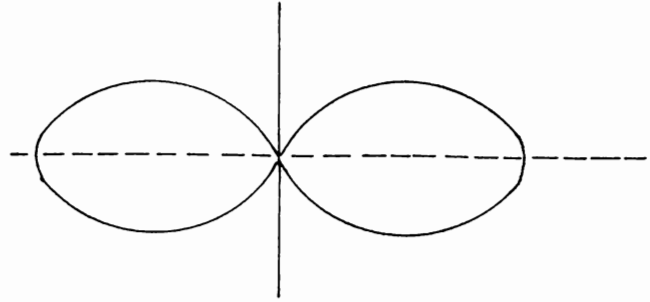
Las antenas se pueden clasificar según su directividad en el plano horizontal. Si el lóbulo de radiación es parecido a una circunferencia con centro en la antena se dice que esta es omnidireccional (Figura N° 2.14) si la radiación es en dos direcciones opuestas, la antena es - bidireccional (Figura N° 2.15) y cuando el lóbulo de radiación está en una sola dirección, la antena es direccional (Figura N° 2.16). Las antenas direccionales, además del lóbulo principal tienen otros más pequeños en otras direcciones; la diferencia entre el lóbulo de radiación - principal y el de dirección opuesta, nos da la relación delante - detrás o eficiencia directiva de la antena.

FIG.2.14



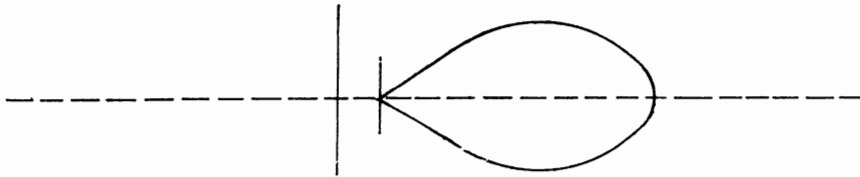
**ANTENA OMNIDIRECCIONAL
DIAGRAMA DE RADIACION EN
EL PLANO HORIZONTAL.**

FIG.2.15



**ANTENA BIDIRECCIONAL.
LOBULO HORIZONTAL.**

FIG.2.16



**ANTENA UNIDIRECCIONAL
LOBULO HORIZONTAL.**

→ 2.3.4. GANANCIA.

La ganancia de una antena expresa el número de veces que es mayor el campo electromagnético producido por dicha antena en la dirección - más favorable con respecto al producido por otra antena tomada como referencia.

Como ya se explicó, la intensidad de campo eléctrico en una antena, es máximo en ciertos sectores. Esto indica que la antena irradia más potencia hacia ciertos sectores que hacia otros.

El concepto de antena de referencia se relaciona con el de un radiador isotrópico, el cual representa una antena que radía igual potencia en todas las direcciones, además de ser una antena de bajas pérdidas. Esta antena que se toma como referencia es meramente teórica no existiendo en la práctica. La antena tomada como patrón en la realidad es casi siempre una antena de media onda que posee la misma polarización que la antena que se verifica y está situada a la misma altura. La ganancia se expresa comúnmente en decibeles.

2.3.5. IMPEDANCIA

Impedancia es la relación que existe en un punto de la antena, entre la tensión y la corriente; si alimentamos a una antena con la frecuencia que corresponde a su resonancia, la impedancia coincide con la resistencia de radiación.

Conociendo la potencia (W) suministrada a la antena y la corriente de la misma en el punto de alimentación, la fórmula

$$R = \frac{W}{I^2}$$

Permite hallar el valor de la resistencia o la impedancia de la antena. Este dato es válido cuando la antena esta alimentada en un punto de máxima intensidad, de tal manera que cuando nos alejamos de él, la impedancia crece llegando a varios miles de ohmios en los extremos de la antena en donde tenemos los mínimos de corriente.

La impedancia es una de las características más importantes de una antena, ya que si ésta es correcta ello supone que hará las funciones de una carga ideal de la línea de transmisión, y con ello dará a la línea la apariencia de longitud infinita. Si la impedancia de la antena es exactamente igual a la de la línea de transmisión no se producirán ondas estacionarias, lo cual siempre resulta difícil de lograr.

La relación longitud diámetro de la antena tiene influencia en su impedancia.

Como orientación diremos que la impedancia característica de un dipolo siempre es de 73 ohmios (dipolo simple).

2.3.6. LONGITUD

Los valores de corriente y de voltaje producidos por la r.f. que energiza a una antena deben ser elevados, para que el campo electromagnético generado sea lo suficiente intenso, dado que la intensidad de éste está en función directa a la amplitud de las variaciones de estos dos parámetros.

Para lograr ésto, es necesario que haya determinada relación entre la frecuencia de rf (radio frecuencia) y la longitud física de la antena.

Básicamente, ésta relación es la correcta si la frecuencia de la energía aplicada es tal que la antena se comporta con respecto al transmisor, como un circuito resonante. Para que ésto ocurra la longitud de la antena debe ser algún múltiplo de la longitud de onda de la energía de r.f. aplicada.

Comúnmente se utiliza el múltiplo de $\frac{1}{2}$; es decir, se escoge una antena cuya longitud sea igual a la mitad de la longitud de onda eléctrica de la energía de rf aplicada. Esta antena es conocida como antena de media onda o dipolo.

La longitud de cada varilla de un dipolo es de $\frac{\lambda}{4}$ de longitud de onda, es decir que la longitud total de un dipolo sencillo es de $\frac{\lambda}{2}$ (Figura N° 2.17)

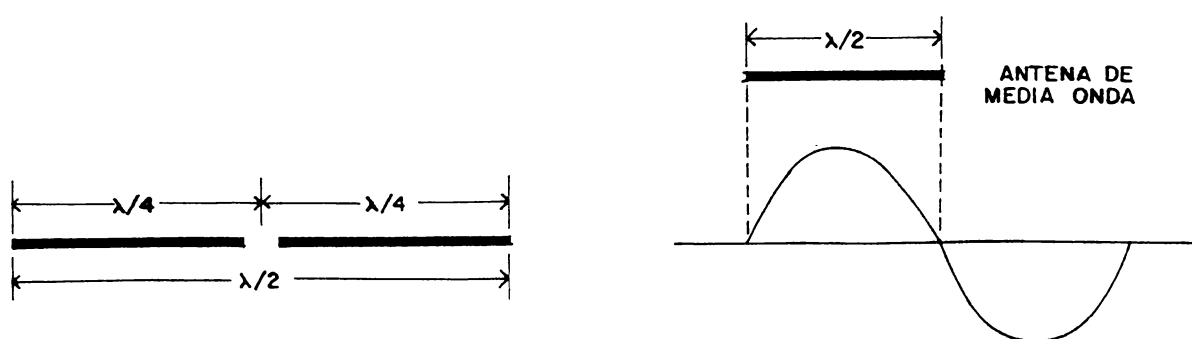


FIG.2.17 UN CICLO DE LA ENERGIA DE r.f. APLICADA.

El dipolo es la antena más sencilla, y consiste en dos varillas es táticas de $\lambda/4$ de longitud cada una de ellas, situadas en la misma di-rección, y a cuyos puntos extremos centrales se conecta la línea de - transmisión procedente del emisor. El dipolo es considerado como una antena patrón, de la cual se derivan todos los tipos de antenas, hasta los arreglos más complejos.

De acuerdo con todo lo expuesto la longitud física de un dipolo pue de calcularse fácilmente a partir de la expresión :

$$L = \frac{150 \times k}{f}$$

En donde : $150 = \frac{V}{2}$ -----> V = velocidad de la luz 300,000 km/
seg en este caso toma el valor
de 150 porque está referida a
 $\lambda/2$.

f : Frecuencia de la portadora a
transmitir en MHZ.

L : longitud del dipolo en metros

K : es una constante de atenuación en la que interviene la relación
diámetro / longitud.

La distancia de separación entre las dos varillas ha de ser infe-
rior a la centésima parte de la longitud de onda, es decir :

$$e < \frac{\lambda}{100} \implies e \text{ en centímetros}$$

El hecho de la existencia de ésta distancia ente varillas y varilla y el que éstas estén fabricadas con tubo de una cierta sección, son la causa de la creación entre varillas de una capacidad parásita, la cual afecta a la frecuencia de la antena. Lo que tiene como consecuencia el efecto de puntas, fenómeno que es compensado por la constante k .

2.3.7. ALTURA,

La altura a la cual deberá ser situada una antena es un dato que reviste gran importancia y del cual depende el mayor o menor éxito de una transmisión.

Cuando cualquier antena esté situada cerca de tierra, la resistencia de radiación, es decir su impedancia característica varía según su altura con respecto al suelo y por consiguiente también el diagrama de radiación en el espacio libre resulta modificado por la reflexión de las ondas irradiadas desde tierra, por lo que el diagrama de radiación real que es el resultante del diagrama en el espacio libre y el de las reflexiones desde tierra.

Consideremos una antena vertical cuya altura geométrica H es igual a $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda que ha de transmitir (Figura N° 2.18) la intensidad de corriente de antena I_A (valor eficaz) alcanza, como ya se sabe su valor máximo al pié de la antena y disminuye progresivamente hacia su punto o extremo libre. La altura eficaz de la antena que es la

que nos interesa conocer. Viene dado por la altura que tiene un rectangulo (figura N° 2.18) de igual base y superficie que la curva de inten-
sidad.

Entre la altura geométrica y la altura eficaz h de una antena $\lambda/4$
existe la siguiente relación :

$$h = \frac{2}{\pi} H = \frac{2}{\pi} \times \frac{\lambda}{4} = 0.159\lambda$$

ALTURA EFICAZ DE UNA ANTENA .

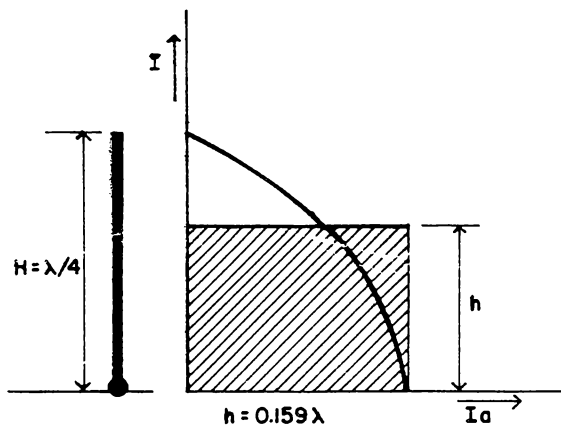


Figura N° 2.18 : Curva de distri-
bución de corriente en una ante-
na vertical de altura H igual a
1/4 de longitud de onda.

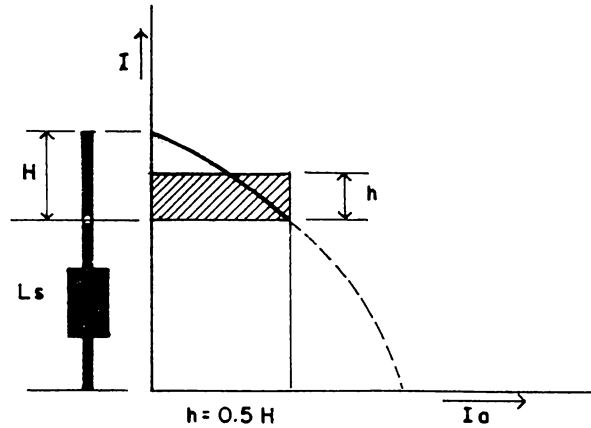


Figura N° 2.19 : Curva de distribu-
ción de corriente en una antena ver-
tical de altura igual a 1/4 de
la longitud de onda, y una bobina
alargadora Ls en serie con ella.

Consideremos ahora una antena barra corta formada por la parte superior de una antena $\lambda/4$ y una bobina alargadora L_s cuya distribución se muestra en la figura N° 2.19. La corriente en la bobina es constante, mientras que en la antena va disminuyendo progresivamente. Convirtiendo nuevamente la superficie obtenida en un rectángulo tramado, se obtiene la altura eficaz h de ésta antena, la cual resulta casi igual a la mitad de la altura geométrica, es decir

$$h = 0.5 H$$

La definición de altura eficaz de una antena nos permite calcular la denominada resistencia de radiación de la antena, y la cual designaremos por R_s .

La resistencia de radiación se calcula de modo aproximado partiendo de la altura eficaz h , mediante la siguiente fórmula :

$$R_s = 1580 \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2$$

Un dipolo situado a una altura de $1/4$ de longitud de onda presenta una impedancia característica de 73 ohmios (resistencia de radiación), pero si se sitúa a una altura de $1/3$ de longitud de onda su resistencia de radiación alcanza los 100 ohmios. La figura N° 2.20 muestra la curva de variación de impedancia de un dipolo en función de su altura.

Si la altura h sobre el terreno es igual a múltiplos enteros de cuartos de longitudes de onda ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, etc), la resistencia de radiación es de 73 ohmios.

A medida que la altura aumenta las variaciones de resistencia de radiación se van haciendo menores, es decir más se acercan los valores extremos de la resistencia de radiación al valor 73 ohmios.

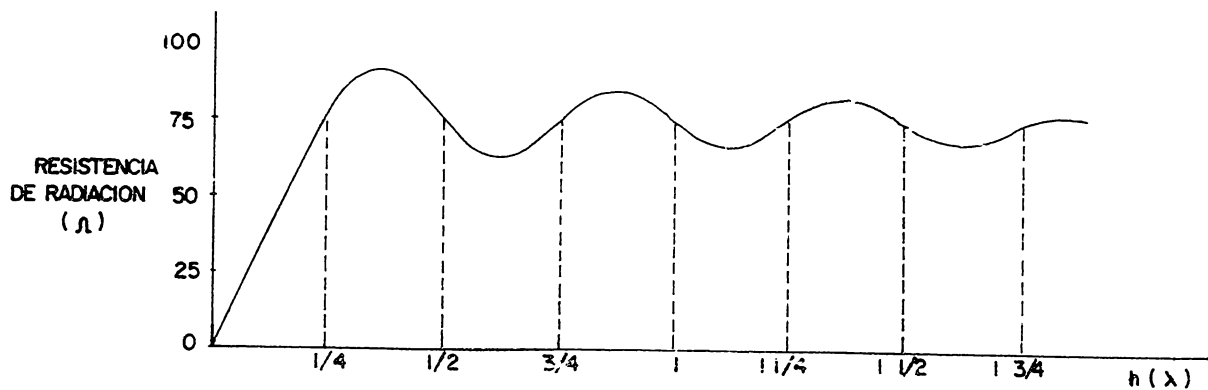


FIG.2.20 RESISTENCIA DE RADIACION DE UN DIPOLO EN FUNCION DE SU ALTURA .

Ante todo lo expuesto, resulta conveniente disponer la antena lo más alta posible, y en el caso de no ser posible, situarla a la altura conveniente, por ejemplo, media longitud de onda. Con ello se evitará que la impedancia de la antena sea de un valor distinto al nominal, lo

cual sería causa de generación de ondas estacionarias. Todo esto nos da a entender que una antena no se instala en forma arbitraria a una determinada altura.

Existen valores de frecuencias para los cuales la altura a la que debe ser colocada la antena es más crítica que para otras. Para las frecuencias bajas, donde la longitud de onda es grande es de mucha importancia la ubicación correcta en altura de la antena, de no respetar este criterio - se tendrán serios desequilibrios de impedancias.

De la figura N° 2.20 podemos deducir que no es adecuado instalar una antena a alturas inferiores a $1/4$ de longitud de onda, ya que en estos casos la impedancia baja considerablemente, y tampoco a alturas cercanas a $1/3$ de la longitud de onda, ya que en estos casos la impedancia sube considerablemente.

La altura a la que se dispone una antena también influye sobre la característica radial vertical del ángulo de radiación debido a que cuando el dipolo radia en su componente vertical, las ondas electromagnéticas - se reflejan en la superficie de la tierra.

Se sabe que toda reflexión produce un cambio de fase de 180° , y que se refleja con el mismo ángulo con el que llega a la superficie. En estas condiciones tendremos que en el espacio se propagan dos ondas, la directa y la reflejada (figura N° 2.21) que de acuerdo a las fases entre ellas podrán sumarse o restarse como consecuencia de ello un receptor ubi

cado en un punto lejano podrá recibir el doble de señal o simplemente no recibir nada.

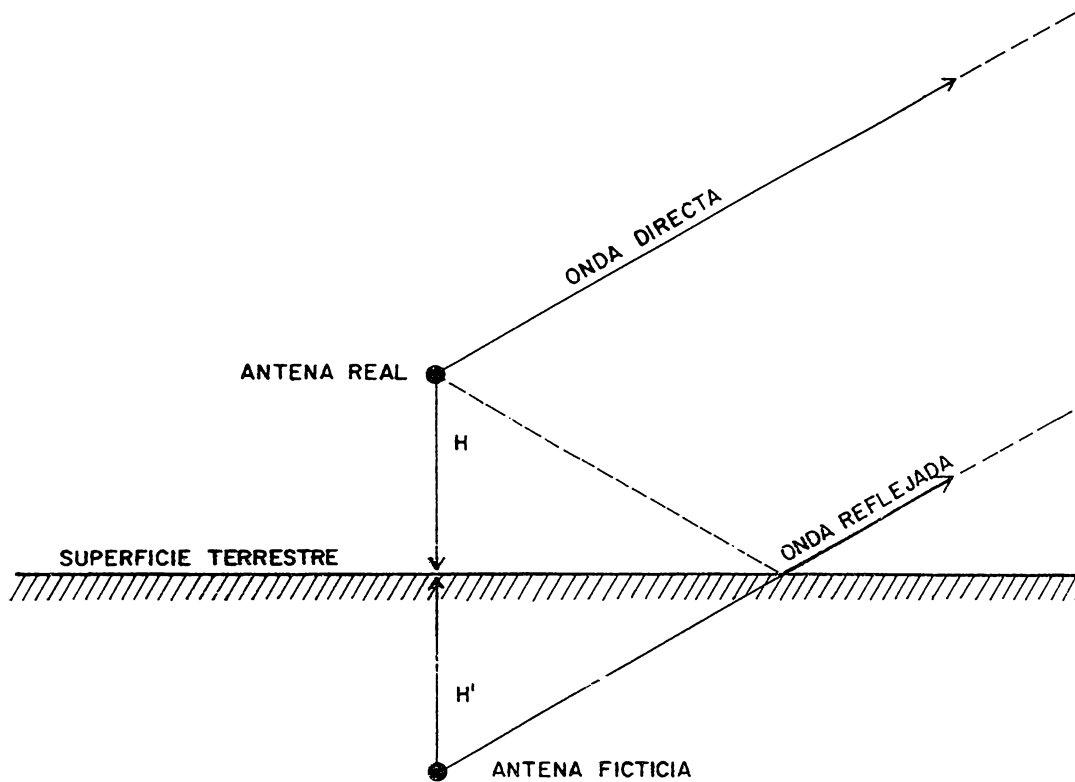


FIG.2.21 EFECTO DEL SUELO SOBRE UNA ANTENA

La tierra en este caso se comporta como un espejo creando una imagen ficticia de la antena, pero que radia exactamente igual que la antena - real pero con fase invertida, tal como se puede interpretar de la figura

N° 2.21 aquí la onda reflejada es como si procediera de una antena ficticia situada a una profundidad H' por debajo de la superficie de la tierra, siendo H' igual a la altura H de la antena real.

Una antena situada muy cerca del suelo no tiene utilidad alguna debido a que la diferencia entre la señal directa y reflejada es mínima, y por lo tanto se anula.

A medida que una antena se levanta sobre la superficie de la tierra, se producen una serie de ángulos para los cuales la radiación es mejor que para otros, ya que la fase entre las señales varían con puntos en los cuales tanto la señal en directo como la reflejada se suman.

La altura de una antena es mejor cuanto menos sea el ángulo de radiación. Así para las bandas de radioaficionados de 10, 15, y 20 metros y de 11 metros de la banda ciudadana (CB). Las alturas recomendadas es de 10 metros, dado que es fácil de obtener y siendo la altura idónea para la banda de los 10 mts., no afecta en forma representativa a las bandas de 15 y 20 mts.

2.3.8. RESONANCIA.

Para que una antena dé un buen rendimiento, tiene que resonar a la frecuencia de trabajo y tener cancelada la componente reactiva. Cuando ésto se realiza, para una misma potencia entregada, circulará corriente mayor. 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 puedan contener (Figura N° 2.22).

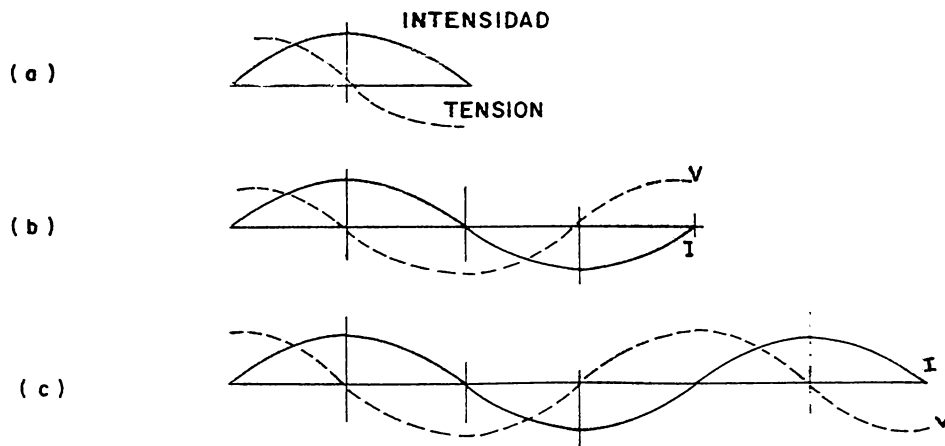


FIG.2.22 RESONANCIA DE UNA ANTENA HORIZONTAL: a) MEDIA ONDA
b) ONDA COMPLETA c) 3/2 DE ONDA

Como se aprecia en las gráficas, para 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 sólo pueden existir nodos de intensidad. En el caso de una antena vertical conectada a tierra por un extremo (Figura N° 2.23), la longitud más corta en que se obtiene la resonancia es un cuarto de onda, la distribución de las ondas estacionarias en este tipo de antena no admite más que un nodo de corriente en su extremo y un nodo de tensión a la altura de la toma de tierra. Por lo tanto una antena vertical con toma de tierra resonará cuando tenga una longitud de un cuarto de onda o un múltiplo impar de ella.

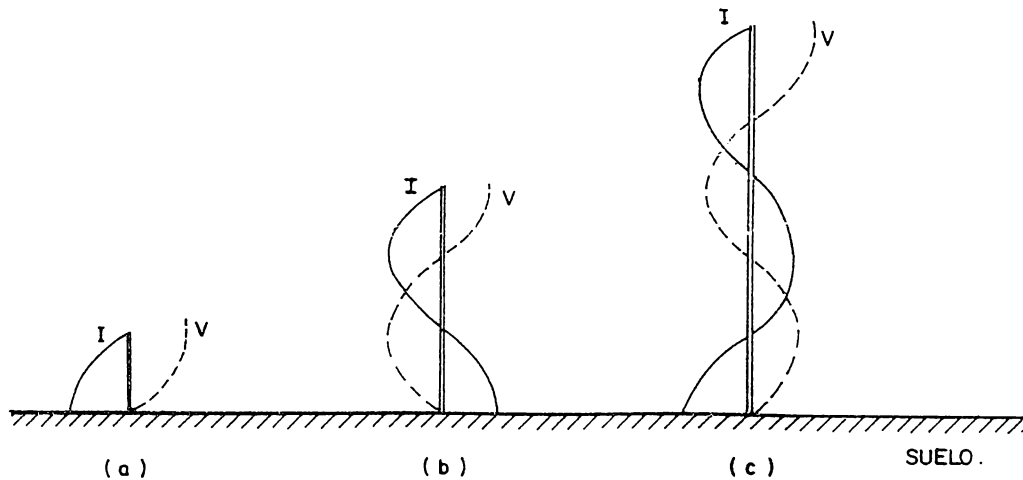


FIG.2.23 RESONANCIA DE DIVERSAS ANTENAS VERTICALES
a) CUARTO DE ONDA b) $\frac{3}{4}$ DE ONDA c) ONDA Y CUARTO.

2.3.9. ANCHO DE BANDA.

La gama de frecuencias en que puede funcionar una antena sin sobrepasar el límite prefijado de ondas estacionarias en la línea de alimentación, es denominada anchura de banda.

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 un Q bajo permite mayor anchura de banda que una con un Q alto, la cual podrá ser utilizada sólo en un margen muy estrecho de frecuencias.

Para el aficionado son de interés primordial el ancho de banda de ganancia, el ancho de banda de relación delantero - posterior y el ancho de banda de ROE. El ancho de banda de ganancia es de interés, ya que, generalmente cuanto más alto sea la ganancia de antena, más angosto será el ancho de banda de ganancia. El ancho de banda de ROE interesa, pues es una indicación de la eficiencia de la línea de transmisión dividida por el rango útil de frecuencia de la antena.

3. PROTOTIPOS DE ANTENAS A UTILIZAR

3.1. INTRODUCCION.

En el desarrollo y diseño de un equipo didáctico de antenas, es necesario considerar algunos aspectos que son de gran importancia para que se cumpla con el fin previsto. Estos elementos son de tipo técnico y a ellos se atribuirá en gran medida el comportamiento funcional y las características físicas que presente.

Los criterios que se han valorado importantes para dar paso al diseño de este equipo son los siguientes :

1. Tener presente que es un equipo con fines didácticos, lo que implica que :

la) Debe reunir condiciones y características de un equipo de laboratorio.

lb) Debe ser de fácil manipulación. Es decir que físicamente no resulte difícil su montaje y utilización.

2. Diseñarle para una banda de frecuencias de uso no muy restringido y que se preste para las valoraciones ya hechas.

Considerando que se trata de un equipo que va a ser utilizado para enseñanza a nivel tecnológico y de ingeniería es objetivo considerar su diseño para bandas de uso cotidiano y de sistemas con los cuales el estudiante frecuentemente se va a encontrar en la práctica. No perdiendo de vista a la vez que este equipo será demostrativo lo -

que implica que debe ser capaz de comprobarse con él todos los fenómenos de la teoría básica de antenas.

3.2. ELECCION DE LA BANDA DE TRABAJO.

Basándonos en información referente a otros equipos didácticos que poseen algunas instituciones en nuestro país y a las condiciones técnicas hechas de acuerdo a las particularidades y requerimientos - que debe poseer nuestro equipo, se optó por trabajar en la banda de los 2 metros para radioaficionados o mejor conocida como la banda de los 144 MHz. Considerando que el fin que persigue este equipo, puede ser logrado sin mayores dificultades a niveles de frecuencia como éste, que por el tipo de propagación es de poca interferencia comparada con transmisiones en otras bandas. Es de amplio uso y menos - congestionada que otras. Este último aspecto se valoró importante - tras algunas observaciones hechas por gente conocedora del tema, dando que si éste equipo se diseñara para bandas muy congestionadas como la de los 11 metros u otras, resultaría difícil en la práctica la comprobación de algunos parámetros y que en la realidad es lo que se pretende.

En lo que resta de el desarrollo de este proyecto, tanto los diseños como otros criterios estarán referidos siempre a ésta banda.

3.3. BANDA DE LOS DOS METROS : 144 MHZ

Las frecuencias asignadas a los radioaficionados en el espectro de VHF - UHF - SHF constituyen un potencial enorme en anchura de banda en comparación con las que tenemos otorgadas en HF, pero a pesar de esto son las menos usadas de todas exceptuando los 144 MHZ que gozan de mucha popularidad.

En la región 1 tenemos la porción de 144 a 146 MHZ, mientras - las otras regiones se extienden de 144 a 148 MHZ, los primeros 400 - KHZ son los utilizados fundamentalmente para DX en CW (Onda continua) y SSB (Banda lateral única). Esta banda se encuentra de lleno en la zona de VHF y sus modalidades de propagación difieren mucho de la HF. Los efectos ionosféricos son muy reducidos y nunca ha habido reflexiones por capa F, aunque teóricamente sea posible.

Por el momento la dispersión ionosférica en la capa F no es practicable debido a las limitaciones de potencia de los transmisores. La esporádica E permite llegar hasta distancias de unos 2000 Km y por doble salto se ha dado casos de casi 4000 Km.

La reflexión por meteoritos (meteor scatter) también es utilizable con unos 100 W y 10 dB de antena.

La aurora es también muy utilizada en las regiones de latitud elevada alcanzándose distancias de unos 1700 Km, aquí normalmente, se usa la telegrafía, ya que hay una gran distorsión en las señales que

son reflejadas por la Aurora. Otra modalidad con mucho auge es el llamado rebote lunar, con mucha actividad en América del Norte y en Europa.

Para finalizar, la propagación transecuatorial es perfectamente usable en las zonas más favorecidas, es decir unos 3000 kilómetros - por encima y debajo del ecuador magnético, Parece ser que las condiciones de trabajo cómodas son unos 200 W y 15 dB de antena, aunque el QSO (Comunicado) sea posible con menor potencia.

3.3.1. UTILIZACION DE FRECUENCIAS EN LA BANDA DE LOS DOS METROS.

Al igual que el resto de países del área Centroamericana, El Salvador obedece a las reglamentaciones establecidas para la zona 2 Región Geográfica que comprende prácticamente a todo el Continente Americano.

A diferencia de la zona 1 (Africa, Europa, Rusia), donde la banda de los 144 MHz se extiende desde los 144 MHz a los 146 MHz, en la Región 2 esta banda abarca desde los 144 MHz hasta los 148 MHz, la cual es la primordial diferencia.

Aunque existe una reglamentación ya establecida para la región 2, los organismos internos que rigen las comunicaciones en cada país, introducen basados en las normas internacionales algunas variantes que los radioaficionados de cada país deberán cumplir. Así el regla-

mento para las comunicaciones en la banda de los 144 MHZ establecido por ANTEL en El Salvador no es exactamente el mismo que el de el resto de países del área.

El gráfico de la figura N° 3.1, muestra el reparto de frecuencias para la banda de 144 MHZ y el uso que actualmente se hace de esta banda en El Salvador.

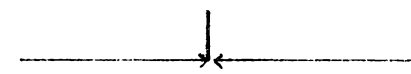
En la actualidad la banda de los 2 metros, goza de mucha popularidad dentro de las comunicaciones para aficionados, dadas las ventajas que presenta por su nivel de frecuencia y ancho de banda.

En algunas regiones de Norte América y Europa los radioaficionados de esta banda tienen asignaciones para transmitir información en diversas formas, por ejemplo en la zona 1 hay asignaciones para SSTV (Televisión en barrido lento), RTTY (Radio teletipo), FAX, llamadas móviles, comunicación por satélite y otras modalidades.

En nuestro país la banda de los 2 metros, básicamente se utiliza sólo para QSO (Comunicados) a corta y larga distancia, pero es posible utilizar las modalidades mencionadas, siempre y cuando el aficionado pueda hacerlo y tenga la debida autorización de ANTEL.

En la figura N° 3.1 se aprecia el espectro de la banda de los 2 metros que va desde 144 - 148 MHZ. En El Salvador un radioaficionado puede hacer uso de todo este espectro sin mayores restricciones.

TODOS
MODOS



TODOS
MODOS

FIG.3.1

Del gráfico, la porción sombreada entre 144.0 MHz y 144.1 MHz en lo posible no debe ser utilizada ya que ahí se ha detectado mucho ruido y otras interferencias.

Fuera de los límites de esta banda, normalmente todas las asignaciones son para comunicaciones privadas, las cuales tienen otra reglamentación, también controlada por ANTEL.

3.4. PROTOTIPOS.

Fundamentados en el principio de un "radiador isotrópico", las antenas pueden presentar diversos patrones de radiación. Este patrón responderá al tipo de diseño utilizado, el cual a su vez será elegido de acuerdo a distancia, ubicación y otros criterios que es responsabilidad de un diseñador conocer a la hora de elegir una antena.

Atendiendo a las características de radiación, las antenas se pueden clasificar básicamente en 3 grupos :

- a) Antenas omnidireccionales,
- b) Bidireccionales, y
- c) Unidireccionales

En el primer tipo de antena la radiación se produce como su nombre lo indica, en todas las direcciones, es decir barriendo los 360° . Característica que es muy diferente para una antena bidireccional (dipolo), en la cual si tomamos como referencia el horizonte terrestre tendríamos que a partir de ella se propagaría señal únicamente en 2 direcciones, teóricamente con un ángulo de 180° y en el caso de una antena unidireccional su patrón de radiación en una sola dirección se logra a través de los llamados arreglos de antenas en donde intervienen además de el elemento fundamental (dipolo), otros elementos parásitos como son los reflectores y los elementos directores, que en principio no son elementos activos y su función está determinada por las leyes básicas de la inducción electromagnética. A partir de este efecto se produce una suma vectorial de campos que hacen que la antena posea un lóbulo de captación o radiación en una sola dirección.

En base a la clasificación hecha estamos listos para entrar a la fase de diseño, Se efectuarán diseños de antenas, una para cada tipo de patrón de radiación, detallando en cada caso el principio de funcionamiento y demás criterios técnicos en particular de cada una.

Diseñaremos entonces una antena que reúna características omnidireccionales, otra con un patrón bidireccional y otra que sea unidireccional.

cional. Recordando en todos los casos que sus cálculos están referidos a la banda de los 2 metros.

3.4.1. DISEÑO DE UNA ANTENA CON PATRON DE RADIACION OMNIDIRECCIONAL.

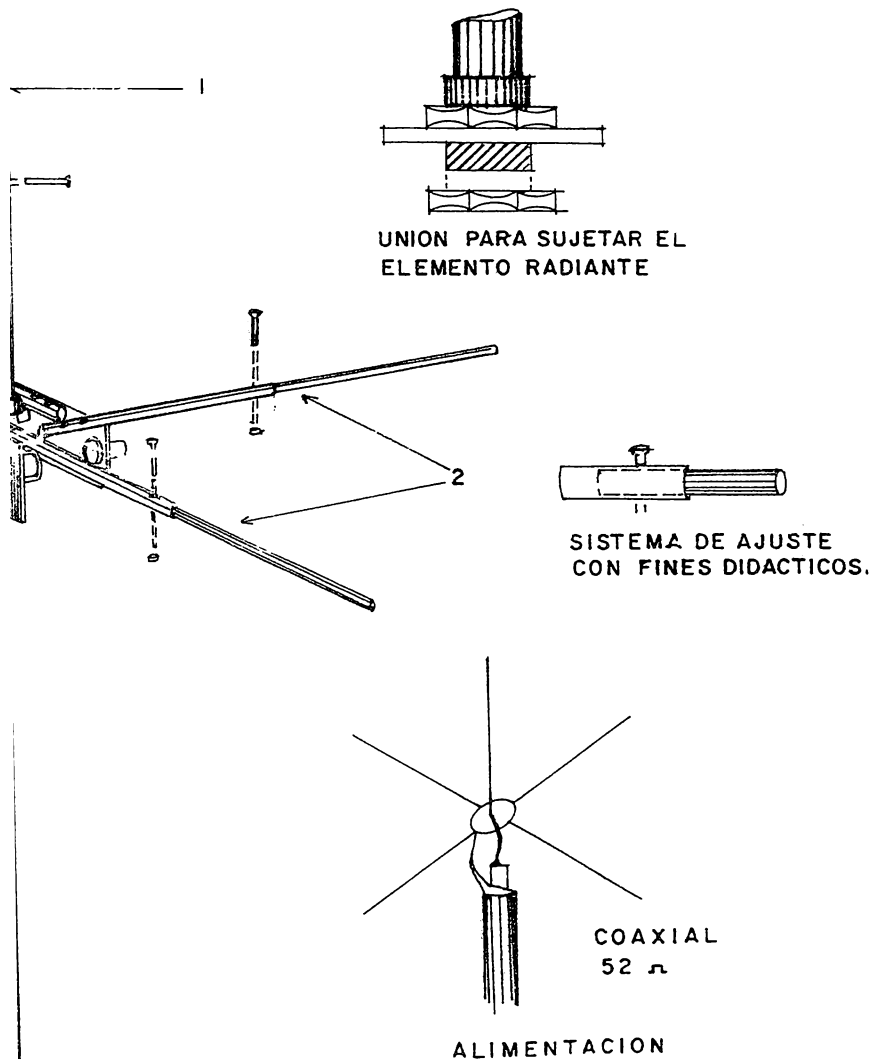
Las antenas verticales de un cuarto de onda, se emplean mucho para lograr ángulos de radiación bajos. Dichas antenas están fundamentadas en la antena vertical llamada Marconi, nombre que toma de su inventor.

Este tipo de antena tiene la característica de requerir de una buena conexión a tierra, así como el ser instalada en lugares despejados.

Muchas veces, el mayor problema que puede presentar este tipo de antena consiste en lograr una buena tierra; por eso se ha desarrollado una variante, consistente en un plano a tierra artificial, empleando como mínimo cuatro conductores, dispuestos en forma de radiales horizontales en la base del cuarto de onda vertical o elemento radiante (Fig. 3.2). Estos radiales tienen la misma longitud que la de la antena, y además de no necesitar la toma de tierra, otra importante ventaja de esta antena consiste en que radiará en un ángulo vertical muy bajo independientemente de su altura sobre el suelo, lo que la hace muy apta para el Dx. (recepción a distancia).

Su lóbulo de radiación horizontal es omnidireccional, al igual que en los que tienen toma de tierra. (Figura 3.3).

GROUND - PLANE



La resistencia de radiación de la antena con plano de tierra (Ground plane), es de unos 30 ohmios aproximadamente, variando ligeramente según la relación longitud/diámetro del conductor empleado en su construcción.

Para alimentarla con una línea de 50 ohmios se puede inclinar el plano a tierra unos 45° de la horizontal, logrando un aumento de la resistencia de radiación en la antena y una adaptación correcta. Utilizando la propiedad de transformación de impedancias de una línea de un cuarto de onda, es posible alimentarla con un coaxial de 75 ohmios, intercalando entre estas líneas y la antena un cuarto de onda de cable coaxial de 50 ohmios, esto si el sistema es de 75 ohmios, para nuestro caso, como el transmisor y antena, teóricamente tiene igual impedancia no necesitaremos de Acoples especiales, bastará con hacer uso de coaxial de 50 ohmios como bajada.

La antena ground - plane es ampliamente usada para frecuencias muy elevadas (V.H.F.), con el propósito de establecer una tierra para una antena vertical montada muchas longitudes de onda por encima de la tierra actual.

Es de destacar que su uso puede extenderse para frecuencias del orden de los 14 hasta los 30 MHz. Con un plano a tierra como el requerido para las frecuencias muy altas; sólo que algunas veces para obtener óptimos resultados en estas bandas requerirán de ciertas variantes.

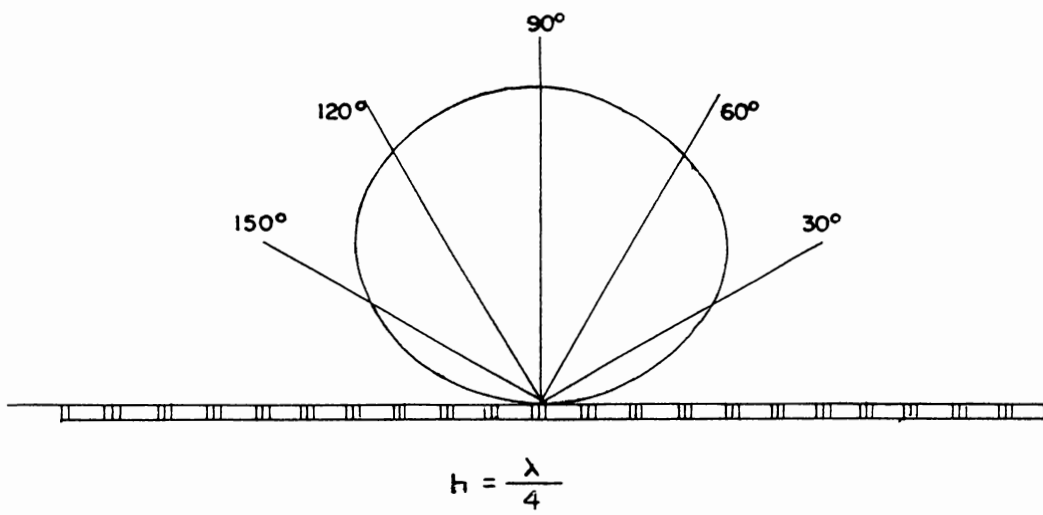


FIG.3.3 PATRON DE RADIACION CORRESPONDIENTE A UNA ANTENA DE $\frac{1}{4}$ DE LONGITUD DE ONDA, VISTO A DISTANCIA.

CALCULOS.

Los límites de frecuencia de la banda de los 2 metros utilizada para transmisiones por radio son de 144 MHz a los 146 MHz y en algunos casos los transmisores de esta banda cubren hasta los 148 MHz como límite superior.

Para nuestros cálculos tomaremos como límite inferior y superior respectivamente 144 y 148 MHz.

Frecuencia central de banda :

$$f_c = \frac{f_{\text{sup.}} + f_{\text{inf.}}}{2} = \frac{148 + 144}{2} = \frac{292}{2} = \underline{\underline{146. \text{ MHz}}}$$

Longitud de onda de la frecuencia central :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Donde : λ : Es la longitud de onda en metros

v : Es la velocidad de la luz en el espacio libre

f : La frecuencia de la onda en ciclos por segundo

$$\lambda = \frac{300,000.000}{f_c} = \frac{300\ 000\ 000}{146\ 000\ 000} = 2.0548 \text{ mt}$$

Longitud eléctrica del elemento vertical (radiante)

$$L_e = \frac{\lambda}{4} = \frac{2.0548 \text{ mt}}{4} = 0.5137 \text{ mt} = 51.37 \text{ cm}$$

Longitud física del elemento radiante :

$$\begin{aligned} L_{\text{real}} &= L_c \times K & L_{\text{real}} &= 0.5137 \text{ mt.} \times 0.95 \\ & & &= 0.488015 \text{ mt} \\ & & &= 48.80 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Donde :

K = factor de atenuación para compensar el efecto de puntas

NOTA :

Cómo en la antena Ground - Plane tanto el elemento radiante, como, los radiales son de $1/4$ de la longitud de onda. La longitud física encontrada será la misma para todos. Se recomienda también que la parte móvil de cada elemento sea cortado a una longitud mayor que la mitad - de $1/4$ de la longitud de onda, dada la finalidad con que se han dispuesto.

3.4.2. DISEÑO DE UNA ANTENA CON CARACTERISTICAS DE RADIACION BIDIRECCIONAL.

La antena más pequeña que puede construirse es aquella que resuena a media longitud de onda de la frecuencia dada, a esta se le llama - dipolo de media onda ($\lambda/2$).

Básicamente un dipolo de media onda consiste en dos conductores cada uno con $1/4$ de λ de longitud; en la realidad debido al efecto - de puntas, el cual se explicó en detalle al inicio de este tratado, estos miden un poco menos.

El concepto de dipolo compuesto surge al unir dos dipolos simples, éste último no es más que una antena cilíndrica alimentada en el centro. Un dipolo simple tiene una impedancia (Z), teórica de 72 ohmios, pero debido a ciertas inconveniencias ocasionadas por su baja impedancia, - surgió el dipolo plegado que es el que nos ocupa en esta oportunidad.

Fig. 3.4.

**STICAS DE
L.**

**ABRAZADERA
FIJADORA.**

Puesto que el dipolo de media onda es un circuito resonante (sintonizado) debe tener cierto valor de impedancia Z . La z en el centro de un dipolo de media onda es de aproximadamente 72 ohmios para un dipolo simple y 300 ohmios para un dipolo plegado como ya se mencionó.

Como el que se muestra en la figura 3.5, el cual posee un patrón de radiación bidireccional y que posteriormente calcularemos.

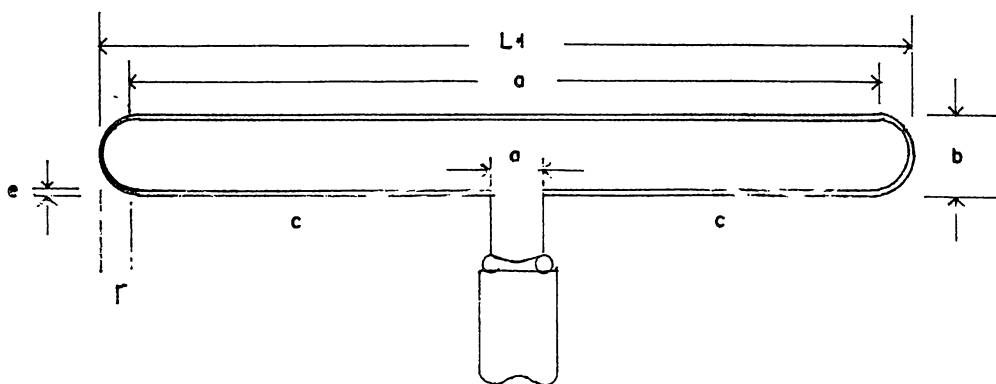
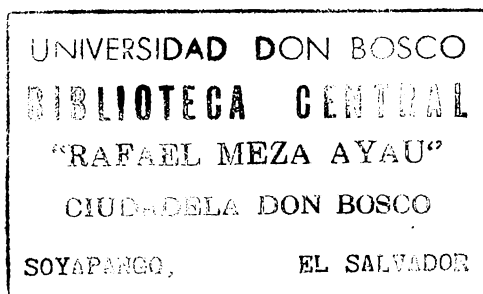


FIG.3.5 ANTENA DIPOLO PLEGADO.

FIGURA 3



La antena dipolo es llamada también, antena patrón o de referencia; porque con respecto a ella son comparadas las características técnicas de otras antenas, que por muy complejas que parezcan, tienen su fundamentación teórica en ésta.

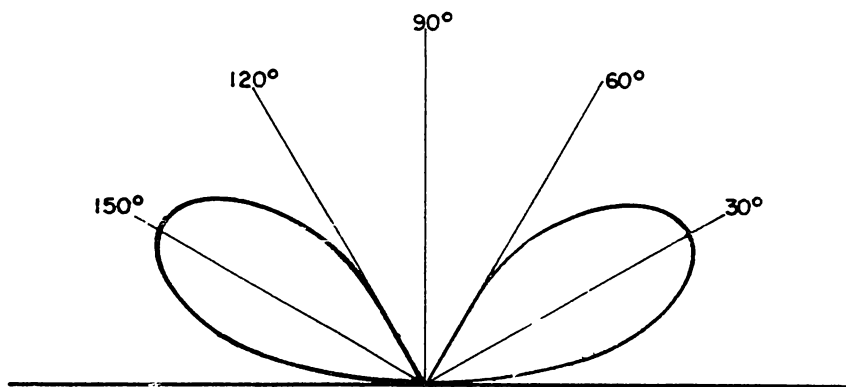
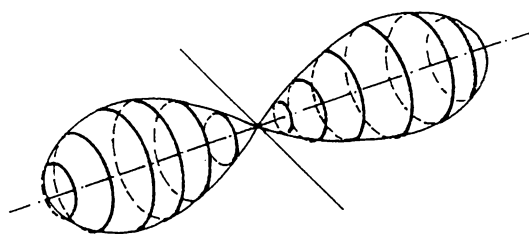
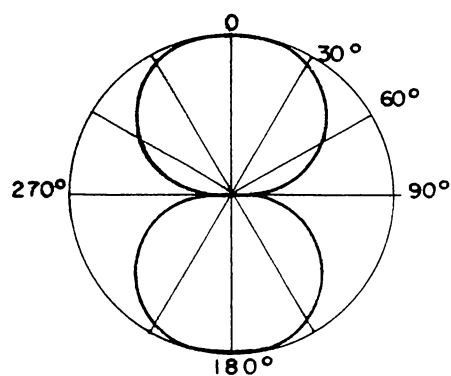


FIG.3.6 ANTENA BIDIRECCIONAL

a) PATRON DE RADIACION VERTICAL DE UNA ANTENA DE MEDIA ONDA.



b) LOBULO EN PERSPECTIVA



c) PATRON DE RADIACION HORIZONTAL.

CALCULOS.

Los límites de frecuencias de la banda de los 2 metros en el espectro de radiofrecuencias son : 144 a 146 MHz.

Pero continuaremos abarcando hasta los 148 MHz como límite superior por las razones mencionadas en los cálculos del diseño anterior a éste.

Frecuencia central de la banda :

$$f_c = \frac{f_{\text{sup}} + f_{\text{inf}}}{2} = \frac{148 \text{ MHz} + 144 \text{ MHz}}{2} = \frac{292}{2}$$

$$f_c = 146 \text{ MHz}$$

Longitud de onda de la frecuencia central.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{300\,000\,000}{146\,000\,000} = 2.0548$$

Dónde :

V = velocidad de la luz en el espacio libre

λ = longitud de onda en metros.

f = frecuencia central de la onda en ciclos/seg

Longitud eléctrica del dipolo plegado :

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{2.0548 \text{ mt.}}{2} = 1.0274 \text{ mt.}$$

La longitud física del dipolo plegado será entonces :

$$L_{\text{real}} = L \times K$$

$$L_{\text{real}} = 1.027 \times 0.95$$

$$L_{\text{real}} = 0.976 \text{ mt} = 97.6 \text{ cmt}$$

K = factor de atenuación para compensar el efecto de puntas.

Refierase a la figura 3.5.

PARA UN CALCULO MAS COMPLETO HAREMOS, USO DE LAS SIGUIENTES CONSTANTES.

Longitud total del tubo a utilizar :

$$L_T = \frac{292}{f_c}$$

donde f_c = frecuencia central de la banda en MHz

$$L_T = 2 \text{ mt} = 200 \text{ cm.}$$

$$L_T = \frac{143}{f_c} = \frac{143}{146 \text{ MHz}} = 97.95 \text{ cm}$$

Longitud que tendrá el dipolo ya doblado.

$$c = \frac{64}{f_c} = \frac{64}{146 \text{ MHz}} = 43.8 \text{ cm}$$

Longitud equivalente a $\lambda/4$ que tendrá cada

brazo de dipolo, del centro hacia los extremos.

$$d = \frac{133.3}{f_c} = \frac{133.3}{146 \text{ MHz}} = 91.3 \text{ cm}$$

Longitud que va desde el inicio de un doblez hasta el otro.

$$b = \frac{9.7}{f_c} = \frac{9.7}{146 \text{ MHz}} = 6.6 \text{ cm}$$

Separación interna de las barillas.

$$a = \frac{5}{f_c} = \frac{5}{146 \text{ MHz}} = 3.425 \text{ cm}$$

Separación entre los terminales de alimentación.

$$e = \frac{L_1}{100} = \frac{97.95 \text{ cm}}{100} = 0.98 \text{ cm} = 9.8 \text{ mm}$$

$$r = \frac{b}{2} = 3.3 \text{ cm}$$

NOTA :

Tanto el valor de b, como el de e son datos que pueden calcularse de varias formas y hay un rango de variación permisible, en sus medidas.

3.4.3. DISEÑO DE UNA ANTENA CON PATRON DE RADIACION UNIDIRECCIONAL.

Al inicio de este capítulo, hicimos mención de las tres principales formas de radiación que poseen las antenas, a lo que dimos por llamar patrón de radiación. Dos de ellos ya fueron cubiertos con los 2 - diseños anteriores. Tal es el caso de la antena Ground - plane con un patron de radiación omnidireccional y un dipolo plegado que es una antena fundamental que posee un patrón de radiación bidireccional. A partir de esto desarrollaremos ahora una antena con un patron de radiación

en una sola dirección (unidireccional).

Comenzaremos por decir que una antena sencilla es aquella que está constituida por un simple conductor excitado en el centro como es el caso de un dipolo simple, esas antenas tienden a emitir las ondas en todas las direcciones y pueden emplearse en aplicaciones donde no es crítico si la antena tiene directividad o no, es el caso de las emisoras de radiodifusión. Sin embargo, cuando es necesario concentrar la energía radiada en un haz que se propague en una dirección específica, deben usarse sistemas más complejos. El que una antena tenga directividad es muy importante en radiocomunicaciones de VHF y UHF en las cuales la energía debe concentrarse en una de las componentes de la onda de tierra; la onda directa. Generalmente las antenas direccionales de este tipo, o antenas de haz están compuestas de varios elementos que funcionan en conjunto para proporcionar un patrón de radiación o captación en una sola dirección y con la intensidad requerida. A este conjunto de elementos se le llama RED DIRECTIVA de antena. Las características de estos sistemas, están determinados por el número y tipos de elementos que se usan : Son tres los elementos utilizados comúnmente en las redes directivas de antenas : a) El dipolo, b) El reflector y c) EL director. De éstos el elemento activo es el dipolo y los otros son elementos parásitos. EL elemento reflector actúa repeliendo las señales que puedan llegar por la parte de atrás de la antena cuando esta funciona como receptora pero, su función primordial es la de reflejar o rebotar la mayor parte de la radiación hacia el otro lado del dipolo,

ya que invierte la dirección de ésta.

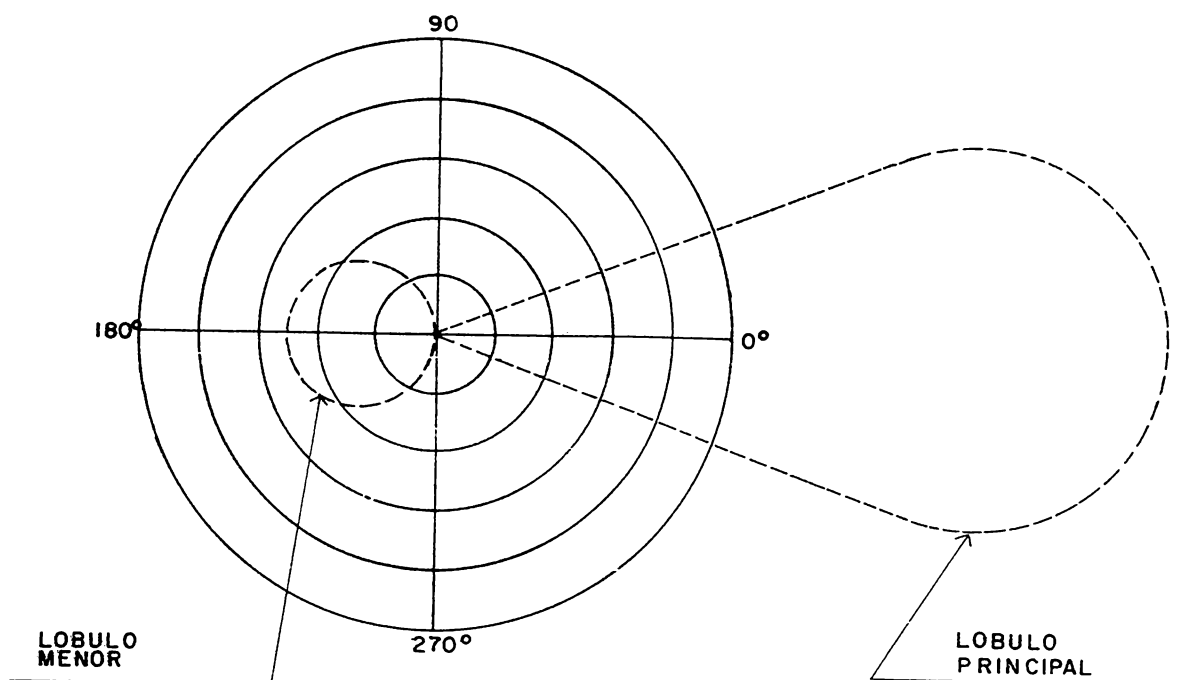
En realidad lo que sucede es lo siguiente : La radiación electromagnética del dipolo induce una corriente en el elemento reflector lo que hace que este genere su propio campo electromagnético comportándose como una antena, ahora éste campo interactúa con el del dipolo produciéndose en consecuencia una suma vectorial de campos, originando uno sólo pero con mayor intensidad y con cierta orientación. La manera exacta en que interactúan estos dos campos depende de las longitudes relativas del dipolo y el conductor, así como de la distancia que hay entre ellos.

Un elemento director por el contrario tiene por finalidad captar parte de la señal proveniente del dipolo, volviéndola a irradiar con una fase que refuerza el campo generado por el dipolo. Aunque haciendo uso del mismo principio el director hace el papel opuesto de un reflector.

Tanto los reflectores como los directores tiene por objeto producir el efecto direccional de la antena. (Ver fig. 3.7), lo que involucra también el incremento en la ganancia de la antena.

Es de esta forma como podemos obtener una antena con un patrón de radiación unidireccional.

FIG.3.7
**DIAGRAMA POLAR QUE MUESTRA LA
 DIRECTIVIDAD DE UNA ANTENA.**



La antena con características unidireccionales más ampliamente utilizada y de la cual incluimos un diseño es la YAGI. Esta antena es de fácil construcción, bajo costo y de gran eficiencia.

Como se puede apreciar en la figura 3.8, en esta antena los elementos van fijados al mástil en forma directa sin necesitar aisladores, debido a que ésta resuena a media longitud de onda; por consiguiente en estos puntos la tensión vale cero, por lo que nos ahorramos los aisladores y evitamos la suma de capacitancias debido a éstos, otra ventaja que nos ofrece es su fácil acople a la línea.

**TRON DE
IRECCIONAL.**

3.4.3.1. YAGI PARA LA BANDA DE LOS 2 METROS.

Al radioaficionado que se dedica al Dx (transrecepción a larga distancia) en éstas frecuencias, le interesa conseguir una gran ganancia - y un bajo ángulo de radiación, mientras que si se desea una antena para realizar QSO a poca distancia, se preferirá una antena omnidireccional a pesar de recibir más ruidos e interferencias.

Muchas son las combinaciones que existen para una antena de éste tipo, desde variar el número de elementos, su constitución, su adaptación a la línea, el espaciamiento entre elementos, dimensiones de los mismos, etc.

Mientras la antena YAGI tiene un número reducido de elementos, - cinco como máximo, las fórmulas normales para el cálculo de las longitudes de los elementos y espaciados sirven para encontrar una antena - que quizá no sea la óptima, pero cuyo resultado servirá y cumplirá con lo calculado.

A partir de este número de elementos es muy difícil que una antena diseñada según unos cálculos alcance el rendimiento óptimo, por lo que se suelen modificar según experimentación y mediciones por tanteo.

La YAGI que diseñamos a continuación lo estará para una banda comprendida desde 144 MHZ hasta los 148 MHZ como ya en los cálculos de - las antenas anteriores se hizo, ésto porque algunos equipos de la banda de los 2 metros cubren hasta ese rango de frecuencias.

3.4.3.2. ANTENA DE CINCO ELEMENTOS.

Como primer paso, se calcula la dimensión de el elemento activo - (dipolo) y luego en base a esa medida se calcularán los elementos parásitos del arreglo.

Límite de frecuencia inferior
de la banda : 144 MHz

Límite de frecuencia superior de
la banda : 148 MHz

Las fórmulas de cálculo para el dipolo son :

$$f_c = \frac{L_s + L_{in}}{2} ; \quad \lambda = \frac{V}{f_c} ; \quad L = \frac{\lambda}{2} ;$$

$$L_r = L \times K$$

Donde :

f_c = frecuencia central de la banda

L_s = límite superior

L_{in} = límite inferior

λ = longitud de onda de f_c en metros

V = velocidad de la luz en el vacio

L = longitud eléctrica

L_r = longitud real

k = factor de atenuación normalmente = 5 %

RESULTADOS.

$$f_c = \frac{148 + 144 \text{ MHz}}{2} = 146 \text{ MHz}$$

$$\lambda = \frac{300\ 000\ 000}{146\ 000\ 000} = 2.055 \text{ mt}$$

$$L = \frac{2.055 \text{ mt}}{2} = 1.274 \text{ mt}$$

$$L_r = 1.0274 \times 0.05 = 0.976 \text{ mt} = 97.6 \text{ cm}$$

Las dimensiones restantes del dipolo, pueden verse en la figura de la antena dipolo calculada en la sección anterior, ya que son exactamente las mismas razón por la cual no las incluimos aquí.

Para calcular la dimensión del elemento reflector y los directores haremos las siguientes consideraciones :

El elemento reflector es un 5 % mas largo que el elemento activo (dipolo) y los elementos directores se acortan en un 5%. El primero - con respecto al dipolo y los siguientes con respecto al que los antecede.

Así tendremos :

En base a la longitud encontrada para el dipolo.

$$\begin{aligned} \text{Reflector : Dipolo + 5 \%} &= 97.6 \text{ cm} + 97.6 \times 0.05 \\ &= 97.6 \text{ cm.} + 4.88 \text{ cm} = 102.4 \text{ cm} = 1.02 \text{ mt} \end{aligned}$$

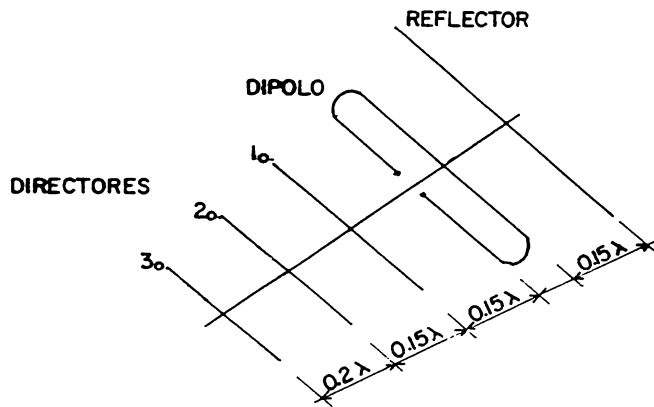
$$\begin{aligned} \text{Director 1}^\circ &= \text{dipolo} - 5 \% = 97.6 \text{ cm.} - 97.6 \text{ cm} \times 0.05 \\ &= 92.72 \text{ cm} = 0.93 \text{ mt.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Director 2}^\circ &= \text{director 1}^\circ - 5 \% = 92.7 \text{ cm} - 4.63 \text{ cm} \\ &= 88.06 \text{ cm} = 0.88 \text{ mt} \end{aligned}$$

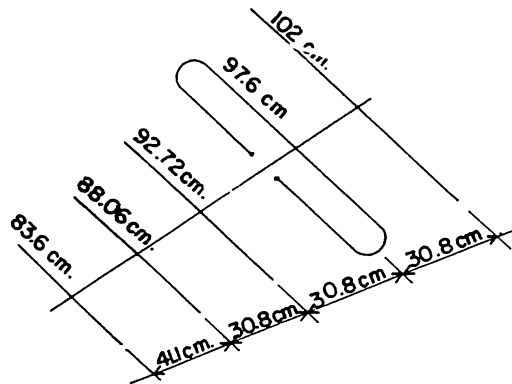
$$\text{Director 3}^\circ = 88.06 \text{ cm} - 5 \% = 83.657 \text{ cm.}$$

La figura N° 3.9 muestra la separación que debe existir entre los elementos de la antena para su mejor rendimiento. Este dimensionamiento obedece al número de elemento que constituye la antena, lo que implica que variará según varíe el número de elementos de ésta. Generalmente éstas medidas son constantes que ya están dadas y a las cuales - la antena nos ofrecerá su mejor rendimiento.

FIG.3.9



a) ANTENA YAGI DE CINCO ELEMENTOS



b) DIMENSIONES DE UNA YAGI DE 5 ELEMENTOS PARA LOS 1.44 MHZ

3.5. SISTEMA ACOPLADOR DE IMPEDANCIAS RECOMENDADO PARA LAS ANTENAS QUE HACEN USO DE DIPOLO COMO ELEMENTO ACTIVO.

Un problema muy frecuente en los sistemas de radiocomunicaciones es el debido al desacople de impedancias, que en muchos casos se debe a una mala elección de un sistema acoplador que garantice un equilibrio o la igualdad entre la impedancia de la antena y la línea de transmisión. Debido a ello se tendrá en el sistema un porcentaje de ondas estacionarias muy por encima del margen permisible y que le restará su eficiencia.

Es posible impedir la radiación de la línea recurriendo a ciertos artificios cuyo propósito es el desacoplar la línea en lo que respecta a las corrientes de "antena" a fin de reducir de ésta manera su amplitud. A éstos artificios es a lo que se le conoce generalmente con el nombre de balúnes (Contracción de los términos ingleses "balanced - to - unbalanced"). En si el balun es un transformador de impedancia (z), y utilizado para acoplar sistemas balanceados (la antena) a sistemas no balanceados (la línea).

En el comercio es posible encontrar hoy en día balunes a bajos - costos pero que permiten hacer adaptes de impedancias sólo para ciertos estándares. Dentro de los más comunes tenemos los dispuestos para cables planos de 300 ohmios y para coaxiales de 75 ohmios.

El problema se presenta cuando tenemos que hacer acoples en sistemas con rangos diferentes a estos, lo que se traduce en la necesidad =

de elegir un balun que garantice un acople con el cual el sistema puede desarrollar una buena eficiencia.

Normalmente los balunes pueden ser construidos con el mismo cable utilizado como línea de alimentación de la antena; son sencillos, y - funcionales. Sobre ésto el lector puede ampliar detalles y sus conocimientos recurriendo a bibliografía adecuada, ya que aquí sólo explicaremos el tipo de balun recomendado para las antenas dipolo y YAGI incluidas en este documento.

La figura N° 3.10, muestra la forma física de como deben interconectarse los cables y a que longitudes están cortados. Posteriormente se explican los criterios que determinan su funcionamiento.

DONDE :

VL = FACTOR DE VELOCIDAD DE LA LINEA EMPLEADA:
 λ = LONGITUD DE ONDA DE f_c .
 L = LONGITUD QUE TENDRA LA "U"

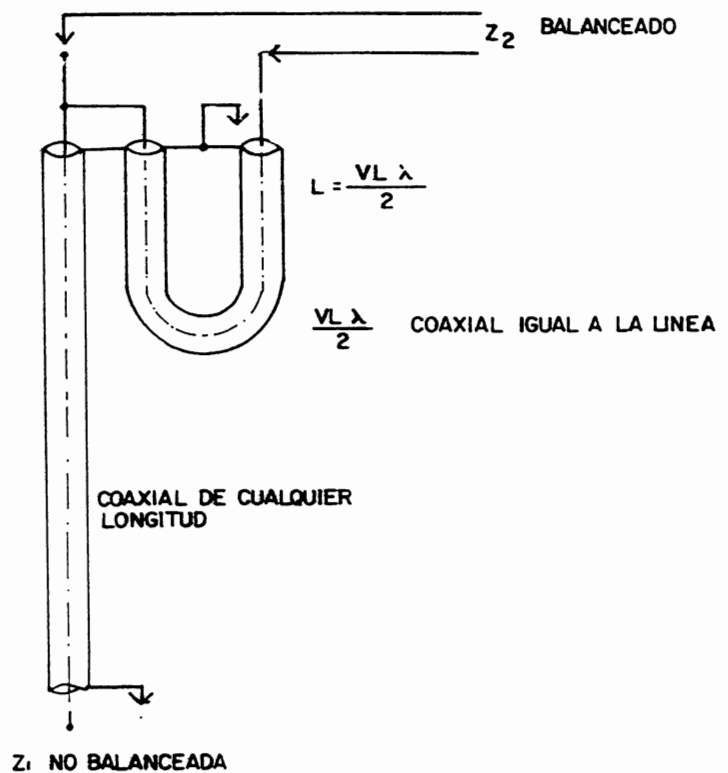


FIG.3.10 PASO DE LA LINEA DESEQUILIBRADA A EQUILIBRADA CON UNA RELACION DE IMPEDANCIA DE 1:4

Fig. 7

Es posible pasar de una línea asimétrica o desequilibrada a otra simétrica con una relación de impedancias de uno a cuatro, por medio de una longitud de línea de media onda. En este sistema se utiliza la propiedad inversora de fase que tiene la línea de media onda, cuya explicación de funcionamiento es que en línea balanceada existe la misma tensión entre cada uno de los conductores y tierra por estar estas en serie, mientras que entre el conductor central y tierra las tensiones están en paralelo, teniendo una relación de tensión de 2 o una variación de impedancia de 4.

Para el cálculo de las líneas de un cuarto de onda a media onda, hay que tener presente la frecuencia en que van a trabajar, pues son dispositivos de banda estrecha que sólo actúan en un margen muy pequeño alrededor de la frecuencia para la que han sido diseñados, así como tener en cuenta el factor de velocidad de las líneas empleadas.

En la práctica los balúnes no funcionan como acopladores de impedancia ideales y su óptima funcionalidad se logra recurriendo al método de prueba y error, auxiliándose para ello de un instrumento medidor de ROE con el cual garantizaremos un acople adecuado.

Este balún recomendado y desarrollado aquí, es comúnmente utilizado con dipolos plegados y en antenas multielementos.

3.6. DISEÑO DE UNA BASE PARA LA DISPOSICION DE LAS ANTENAS EN EL LABORATORIO.

Para una fácil manipulación del juego de antenas en el laboratorio, se ha diseñado una base, como se muestra en la figura N° 3.11.

Dadas sus características es posible instalar las tres antenas al mismo tiempo y variar algunas condiciones físicas que nos permitirán comprobar con mayor objetividad ciertos fenómenos.

Con excepción de las 4 patas que pueden ser de hierro cilíndrico preferentemente galvanizado y con soportes ahulados en los extremos, el resto del material debe ser aluminio cuadrado.

Como se aprecia en la figura N° 3.11, el segmento "A" es el de mayor diámetro (a criterio del constructor) y de aproximadamente 1 mt. de longitud. EL segmento "B" debe tener una longitud, también de 1 mt. donde 45 cm. son los que deben sobresalir del segmento "A" y el resto 55 cm. quedan empotrados en éste. Se ha dispuesto que sea así para poder realizar variaciones en la altura a la que se pueden disponer las antenas con respecto a tierra, esto implica dos cosas, una que el tubo utilizado en el segmento "B" es de un diámetro lo suficiente menor que el de "A" para que pueda entrar en este último y lo otro es que deben realizarse perforaciones a lo largo del tubo "B" hasta un máximo de 50 cm. con esto se podrá variar la altura de las antenas desde 1.80 mt. hasta 2.30 mt. lo que permitirá comprobar en alguna medida, los efectos que la tierra ejerce sobre las antenas según la altura a la que éstas -

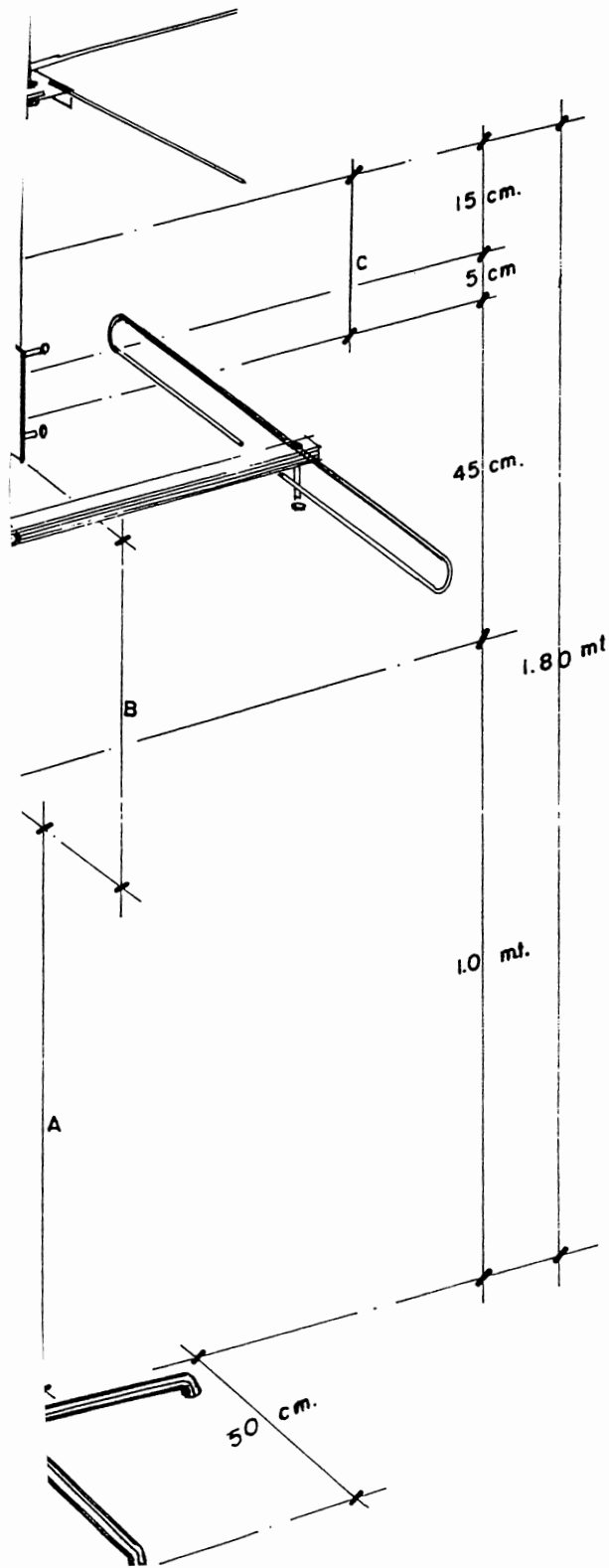
estén dispuestas.

El segmento "C" es de tubo de sección igual al de "B" pero, separados unos 5 cm. y unidos por 2 placas rectangulares de unos 15 cm. de largo como se aprecia en la figura N° 3.11, con esto se pretende proveer un mecanismo de movilidad para la antena YAGI, que funcionaría de la siguiente manera.

Si retiramos el tornillo superior de la placas que unen a "C" y "B" esto permitirá que el segmento "C" se mueva 90 grados, formando un codo, con lo que se persigue configurar a la antena YAGI que originalmente estaba polarizada verticalmente, ahora la tendremos polarizada horizontalmente sin necesidad de que ésta sea desmontada para lograr ese fin.

Esta base es un mecanismo accesorio que dará mayor versatilidad al equipo y permitirá tener mayor comodidad para desarrollar las prácticas previstas y efectuar la comprobación de los fenómenos electromagnéticos de gran relevancia en las antenas.

SE



4.1. INTRODUCCION.

El avance tecnológico logrado en las últimas décadas en las comunicaciones electrónicas ha facilitado el desarrollo de instrumentos - de prueba altamente sofisticados.

Los instrumentos de medición que pueden ser utilizados en el campo de la radioafición hoy en día son numerosos, se les encuentra desde muy complicados y que en determinado momento pueden ser privativos o poco accesibles económicamente para el radio aficionado, hasta equipos menos complejos, con los cuáles es posible hacer mediciones de - los parámetros básicos con los cuales un radio aficionado está familiarizado. Estos equipos son más portátiles e incluso pueden ser construidos por el aficionado con sólo tener conocimientos básicos de electrónica, ya sea para que le resulte más económico o porque no lo encuentra en el comercio. Para un técnico que se dedica al mantenimiento e instalación de sistemas de comunicaciones por radio, éstos equipos le son indispensables; como lo son también para el estudiante que quiere profundizar en éste campo.

Como nuestro objetivo a través de este proyecto ha sido el desarrollar un equipo didáctico de antenas, será pues, prioritario bajo - esa perspectiva desarrollar la información necesaria de aquellos equipos de prueba que nos ayudarán a optimizar el sistema "tranceptor - línea de transmisión - antena".

Nos ocupará aquí el desarrollo de la teoría de funcionamiento y la circuitería esquemática de equipos de prueba orientados a ser utilizados en combinación con las antenas previamente diseñadas. Estos instrumentos forman parte esencial de lo que hemos dado por llamar equipo didáctico de antenas, ya que conforman la parte complementaria; no menos importante que las antenas propiamente dichas. Con estos instrumentos el estudiante podrá efectuar la comprobación de los parámetros básicos planteados en la teoría de antenas. Estos dispositivos pueden funcionar con las antenas desarrolladas aquí y también con otros sistemas, obteniéndose resultados satisfactorios en ambos casos.

Los equipos de prueba que detallaremos a continuación son los siguientes :

- a) Un equipo que nos permitirá obtener lecturas sobre la relación de ondas estacionarias (ROE) existentes en el sistema o mejor conocido como medidor de ondas estacionarias.
- b) Un equipo detector de radiación, que permitirá determinar la polarización de una antena, detectar la intensidad del campo y el patrón de radiación que ésta posee.
- c) Probador de voltaje y corriente, con el cual es posible determinar los mínimos y máximos de tensión y corriente que existen en una antena.
- d) Un medidor de intensidad de campo (Field Strength meter) para sintonizar el transmisor a su máxima potencia.

Dada la relevancia de esta sección, nos proponemos dar un enfoque con la mayor objetividad posible.

Como nuestro interés hasta ahora han sido las antenas y en esta sección los equipos de prueba para ser usados en combinación con éstas. No hemos tratado sobre las líneas de transmisión ya que no es nuestro objetivo, además, es un tema bastante amplio, pero dada su importancia explicaremos uno de los fenómenos más importantes que tiene lugar en éstas y del cual estaremos haciendo mención en lo sucesivo, ya que uno de los equipos de prueba está orientado a la comprobación de fenómenos que tienen que ver directamente con las líneas de transmisión utilizadas.

El fenómeno de las ondas estacionarias es ampliamente mencionado en cualquier tratado sobre pérdidas en los sistemas de comunicación (Transmisor - línea - antena) y nos dará una mayor claridad sobre lo que estamos tratando aquí.

Para información sobre aspectos técnicos de las líneas de transmisión más utilizadas, le sugerimos ver el Anexo B.

4.2. ONDAS ESTACIONARIAS.

Cuando la impedancia característica de la línea de transmisión es diferente a la impedancia de la carga, parte de la potencia incidente es absorbida por la carga y el resto es reflejada hacia la fuente. En estas circunstancias se tiene lo que se conoce como línea desacoplada.

La existencia de estas 2 ondas en una línea de transmisión (incidentes y reflejadas), que viajan en sentido opuesto, es decir; una que circula del generador hacia el extremo de la línea y otra desde la discontinuidad al generador, crean un patrón de interferencia conocido como "ondas estacionarias".



FIG.4.1 ONDAS ESTACIONARIAS

4.2.1. RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS (ROE).

En términos matemáticos para una onda estacionaria se puede hablar de una relación de voltaje máximo a voltaje mínimo que también es válido para el caso de las corrientes, a esa relación se le conoce como relación de ondas estacionarias (ROE) ó SWR (Standing wave ratio) que es una

medida de desacople entre la impedancia de la carga (Z_L) y la impedancia característica (Z_0) de una línea de transmisión.

Matemáticamente, SWR será :

$$SWR = \frac{V_{\text{máx}}}{V_{\text{mín}}}$$

$$SWR = \frac{Z_0}{Z_L} \quad \text{ó viceversa, cuando la carga es resistiva pura}$$

$$SWR = \frac{Z_L}{Z_0}$$

DONDE : $V_{\text{máx}}$ nos dice que las ondas incidentes y reflejadas están en fase. Así tendremos :

$$V_{\text{máx}} = E_i + E_r$$

$V_{\text{mín}}$: Cuando las ondas incidentes y reflejadas están con 180° de desfase.

$$V_{\text{mín}} = E_i - E_r$$

De tal forma que cuando el acople es perfecto se tiene idealmente $E_r = 0$ (tensión reflejada) y cuando hay un desacople total SWR es igual a infinito ($E_i = E_r$).

4.2.2. DESVENTAJAS DEL DESACOPLE ENTRE LA LINEA Y LA CARGA.

1. El 100% de la potencia incidente no llega a la carga
2. El dieléctrico que separa los dos conductores puede romperse y causar corona, como resultado de una SWR de alta tensión.
3. Las reflexiones repetitivas causan más pérdidas
4. Los desacoples causan interferencias.

4.3. MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS.

Previamente advertimos sobre los daños y las pérdidas que ocasiona la presencia de ondas estacionarias. Resulta pues de enorme interés que el operador conozca en que condiciones está efectuando la transmisión en lo que respecta a la ROE.

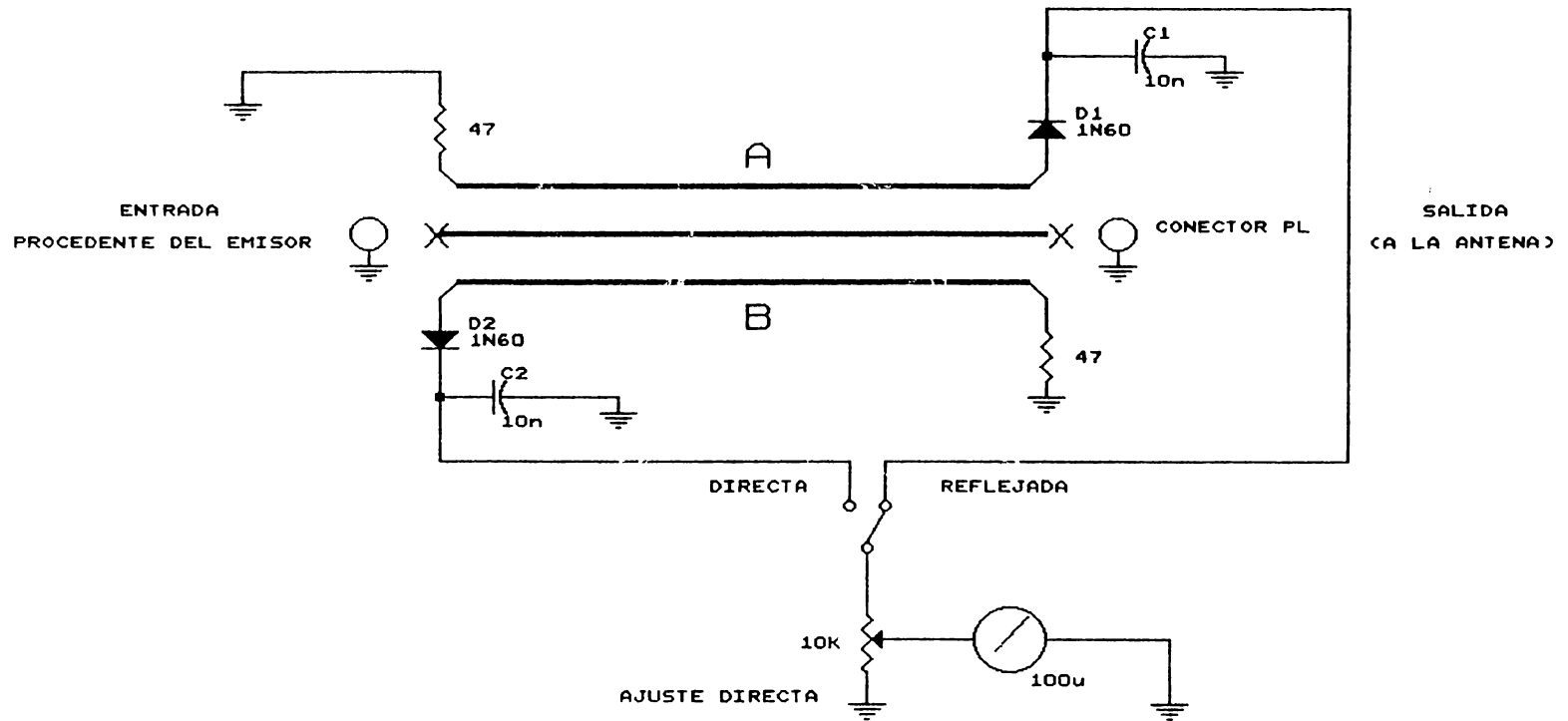
El medidor de ondas estacionarias, o más apropiadamente medidor de la relación de ondas estacionarias (ROE) es el instrumento adecuado para medir el porcentaje de potencia que la antena retorna al emisor - por no resonar o estar mal adaptada en impedancia a la frecuencia de - trabajo. La figura N° 4.2 muestra el esquema de un medidor de ondas - estacionarias (ROE), consta de dos circuitos idénticos y se construye dentro de una caja metálica. La entrada y la salida se hace mediante bases coaxiales SO-239 (Ver anexo "C"). E interiormente se unen con - hilo de cobre plateado de 1.5 mm de diámetro. (Alambre N° 12). Paralelamente a este hilo se colocan los hilos A y B como se aprecia en la figura N° 4.2 , éstos son de sección igual o menor al primero, estan separados unos 3 mm; la longitud de éstos tres hilos será de unos 80mm.

En los hilos A y B es donde se induce la señal que circula por la línea de transmisión.

Dado que el diodo D1 está dispuesto al final y el diodo D2 al inicio, el Diodo D1 rectificará la señal de radiofrecuencia de la señal reflejada y D2 la señal de radiofrecuencia de la señal directa. Los condensadores C1 y C2 filtran dichas señales rectificadas para detener una tensión continua cuyo valor será proporcional al valor de las ondas reflejada y directa respectivamente. Cuando se desea conocer la relación de ondas estacionarias, se pone el emisor en marcha y se emite una onda portadora continua. Se coloca el selector en posición de medida directa de potencia y se ajusta al potenciómetro para que el instrumento de 100 microamperios tenga una desviación del cien por cien. A continuación se pone el selector en la posición de potencia reflejada y el instrumento indicará el porcentaje de ondas estacionarias o potencia reflejada. Una prueba para garantizar que este medidor ha sido bien construido es la siguiente. Invertimos la entrada y salida, estando el selector en la posición de potencia directa, indicará la potencia reflejada.

Un acoplamiento perfecto da una lectura de 1:1 y es la condición ideal desde el punto de vista teórico. La ROE puede obtenerse de manera práctica a través de la siguiente fórmula :

$$VROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{\text{Potencia Reflejada}}{\text{Potencia Directa}}}}{1 - \sqrt{\frac{\text{Potencia Reflejada}}{\text{Potencia Directa}}}}$$



UNIVERSIDAD DON BOSCO	
ERICK WILFREDO CLAROS ALVAREZ	
Title	
MEDIDOR DE RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS	
Size	Document Number
A	4.2
Date:	May 14, 1993 Sheet of

Es aceptable una relación hasta de 1:3 y en algunos casos hasta de 1:5 considerando las pérdidas en la línea y las pérdidas por falta de acoplamiento.

TABLA 4.1 : COMPARACION ENTRE LA ROE CON LA POTENCIA REFLEJADA DESDE LA ANTENA

ROE	% DE POTENCIA REFLEJADA
1:1	0.00 %
1.1:1	0.22 %
1.2:1	0.82 %
1.5:1	4.00 %
2:1	11.40 %
2.5:1	18.00 %
3:1	25.00 %

Esta tabla permite ver el porcentaje de pérdida de potencia que se experimenta con el aumento de la cantidad de ondas estacionarias. Note que tan solo con una relación de 3:1 la pérdida de potencia ya es de 25 %; razón por la cual una R.O.E. mayor que ésta no es recomendable y en todo caso debe corregirse.

4.4. DETECTOR DE RADIACION.

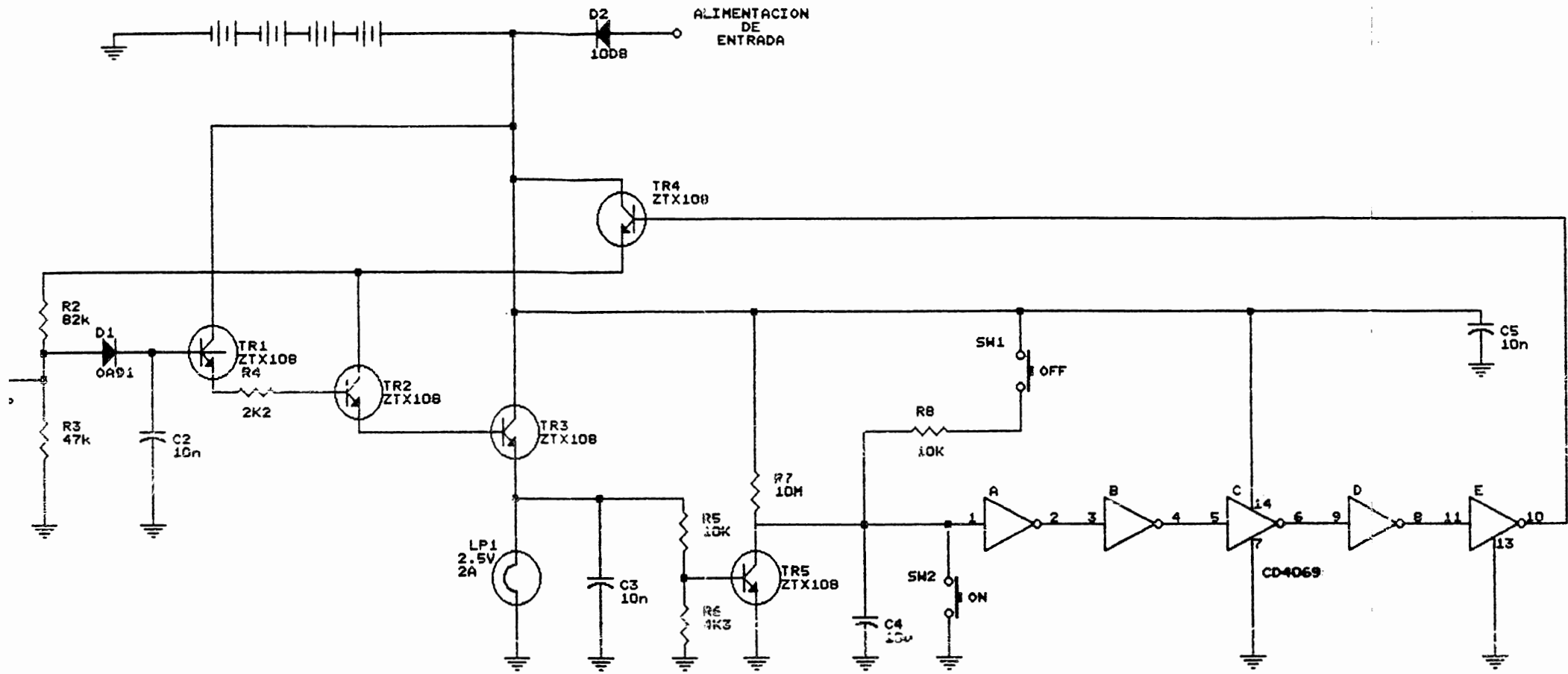
Para fines de comprobación de los fenómenos electromagnéticos que tienen lugar en las antenas, es necesario que dentro del equipo de la

boratorio se disponga de un detector de radiación. Este permitirá esencialmente comprobar la polarización de la antena y el patrón de radiación que ésta posee.

El detector de radiación de la figura N° 4.3 está contenido en una sola unidad, que es alimentada por una batería constituida por cuatro celdas recargables de Nikel y Cadmio. Un soquet destinado a recibir la alimentación externa es conectado a la batería a través del diodo swith D2, el cual sirve para prevenir descargas de la batería si la fuente externa de alimentación falla y también sirve para minimizar el riesgo de daños, debidos a mal uso. La conexión de la alimentación interna para la operación de la circuitería, es efectivamente controlada por un switch electrónico. Los elementos principales de éste switch son el transistor T_{r4} y la secuencia de 5 compuertas lógicas inversoras Cmos.

En estado de reposo el potencial de la batería es aplicado a través de R7 a la entrada (pin 1) de la primera compuerta. La señal resultante después de 5 inversiones para manejar al T_{r4} es cero (lógicamente y aproximadamente un potencial con respecto al potencial común).

Por consiguiente T_{r4} es llevado a su estado de apagado, dejando interrumpida la alimentación para R2 y T_{r2} . Bajo estas condiciones no hay manejo de las bases de T_{r1} , T_{r2} o T_{r3} , así que la unidad es enteramente interrumpida. Si el botón de encendido (ON) es presionado momentáneamente esto descarga a C_4 , invirtiendo el sentido de las señales



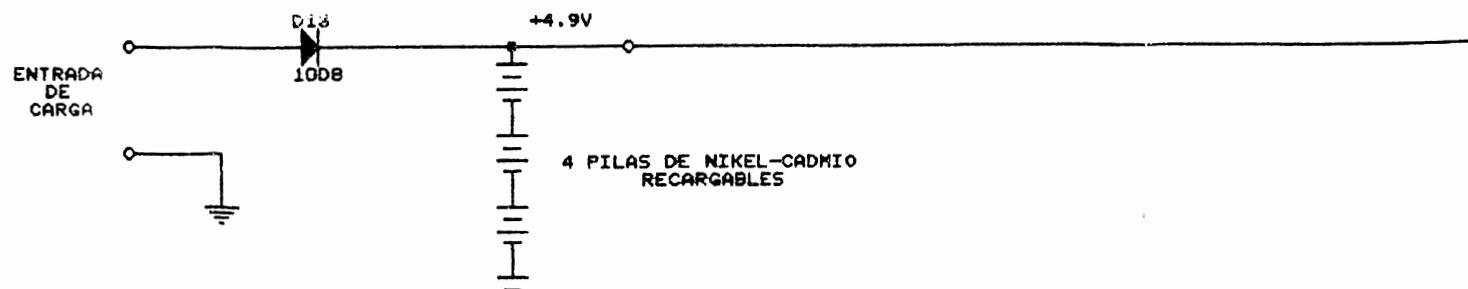
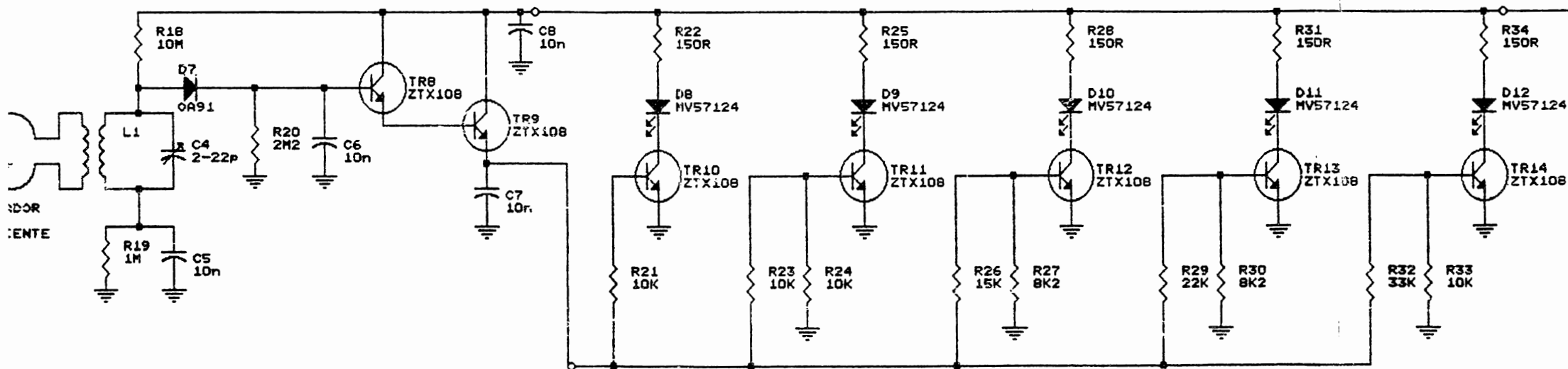
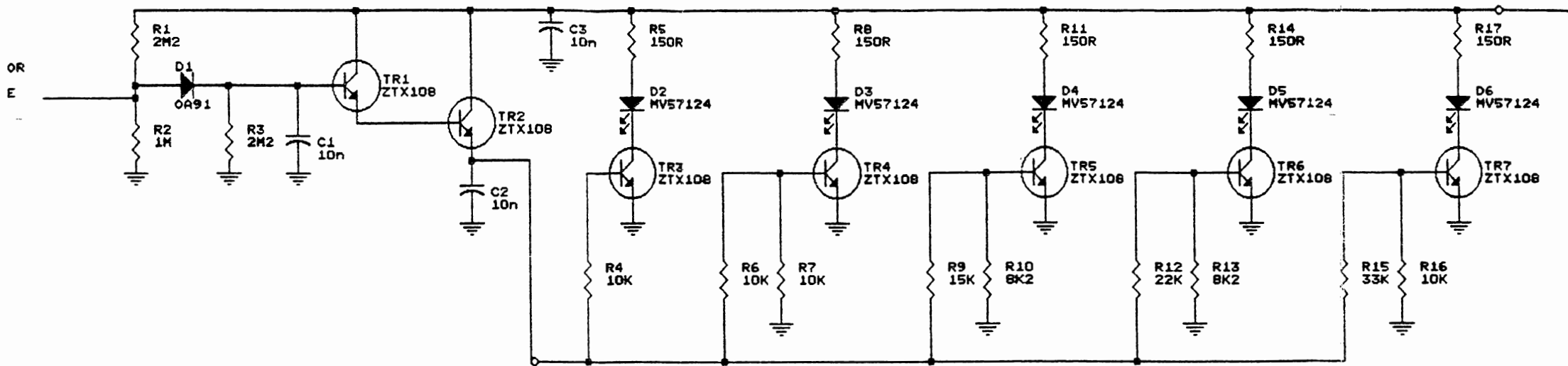
TODAS LAS RESISTENCIAS
SON DE 1/8W 5%

lógicas, así que T_{r4} es predispuesto a entrar en conducción y el potencial de la batería es aplicado a los circuitos de operación de el detector. En ausencia de cualquier detección de señal T_{r5} permanece en no conducción. Así que C_4 es gradualmente cargado por la corriente a través de R_7 (C_4 en tiempo constante, siendo 100 segundos). Cuando a transcurrido el tiempo suficiente para que el voltaje en C_4 pase el umbral entre un lógico "0" y un lógico "1", las polaridades se invierten otra vez y la unidad vuelve a la condición de apagada.

Considerando la operación del circuito detector mientras éste permanece encendido; en ausencia de detección de señal de RF el potenciómetro formado por R_2 y R_3 aplican a $D1$ y a las uniones base emisor de T_{r1} , T_{r2} , T_{r3} un voltaje que tenderá a ser aproximadamente 1.8 V. Esto es insuficiente para producir que cualquiera de ellos conduzca significativamente. Por lo tanto virtualmente no hay voltaje aplicado a la lámpara o a la base de T_{r5} .

Cuando el detector es encendido y su antena es situada en un campo de radiación, una señal de RF aparece a través de E_1 , a través de C_1 y R_3 . El diodo $D1$ y el capacitor C_2 forman un detector el cual hace que la base de T_{r1} tienda a ser positiva. Como esta tendencia incrementa con los incrementos en la potencia de la señal, T_{r1} , T_{r2} y T_{r3} aumentan el potencial aplicado a la lámpara hasta encenderla con una intensidad que depende de la potencia de la señal.

Sin embargo, la máxima intensidad es limitada por el voltaje de



TODAS LAS RESISTENCIAS SON DE 1/8W 5%

la fuente. Así que campos excesivos no pueden quemar la bombilla de la lampara de salida.

Como el voltaje a través de la lámpara sube suficientemente para encenderla, T_{r5} empieza a conducir.

Si una señal de RF suficientemente fuerte es recibida la amplificación de T_{r1} , T_{r2} y T_{r3} no es requerida para operar a la lampara y a T_{r5} . En estas circunstancias la salida del diodo detector D1 será conducida a través de las juntas base - emisor y R5 hacia T_{r5} , retornándola y así switchando el instrumento a entrar al estado encendido, - igualmente si a tendido previamente a estar apagado.

4.5. DETECTOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE.

El detector de voltaje y corriente de la figura N° 4.4 es una sola unidad, alimentada por una batería de 4 celdas de níquel - cadmio recargables. La batería es recargada desde una fuente externa a través del diodo D13 el cual la protege contra descargas externas y conexiones incorrectas.

La parte del instrumento que en uso es la que se sitúa frente al conductor o elemento de la antena contiene dos probadores por separado uno para detectar la presencia del campo eléctrico y uno para detectar el campo magnético. El probador de campo eléctrico es simplemente una porción de conductor dispuesto para recoger una señal de RF por trans-

ferencia capacitiva desde el conductor de la antena.

El probador magnético es un pequeño circuito dispuesto de tal forma que enlace el campo magnético alrededor del conductor de la antena, simétricamente aterrizado para minimizar el riesgo de cualquier toma de campos eléctricos y acoplado por transformador a la entrada de un circuito sintonizado.

Cada uno de estos arreglos de sensores de RF están acoplados a un diodo detector y un circuito presentador, los dos canales son idénticos. El canal de detección de voltaje se detallará a continuación :

El divisor de tensión formado por R_1 y R_2 provee un potencial menor que el requerido para hacer entrar en conducción a D_1 , T_{r1} , T_{r2} y T_{r3} . A medida que la señal de RF incrementa en potencia y el voltaje a través del detector incrementa en los extremos de R_3 .

Los emisores de la cascada formada por T_{r1} y T_{r2} conectados como seguidores de emisor, están por lo tanto elevando el potencial a la salida. Un potencial positivo es así aplicado a R_4 , R_6 , R_9 , R_{12} y R_{15} . Cada una de estas alimenta una proporción diferente de ese potencial al transistor asociado a ellas, así que como el potencial común que los maneja es incrementado T_{r3} , T_{r4} , T_{r5} , T_{r6} y T_{r7} reciben suficiente voltaje positivo de base para iniciar la conducción. Cada uno de estos transistores tienen conectados en serie con su colector un diodo emisor de luz, de esta manera un incremento en la señal de RF provocará el encendido de la columna de leds progresivamente hacia arriba, iniciando -

con D2.

4.6. MEDIDOR DE INTENSIDAD DE CAMPO.

La medición de la intensidad de campo permite vigilar no sólo las condiciones en las que el emisor está transmitiendo, sino también sintonizarlo a su potencia máxima.

En la figura N° 4.5 se aprecia el esquema de un medidor de intensidad de campo no sintonizado, característica que lo convierte en un equipo de alta sensibilidad y que puede ser utilizado para efectuar mediciones a cualquier frecuencia.

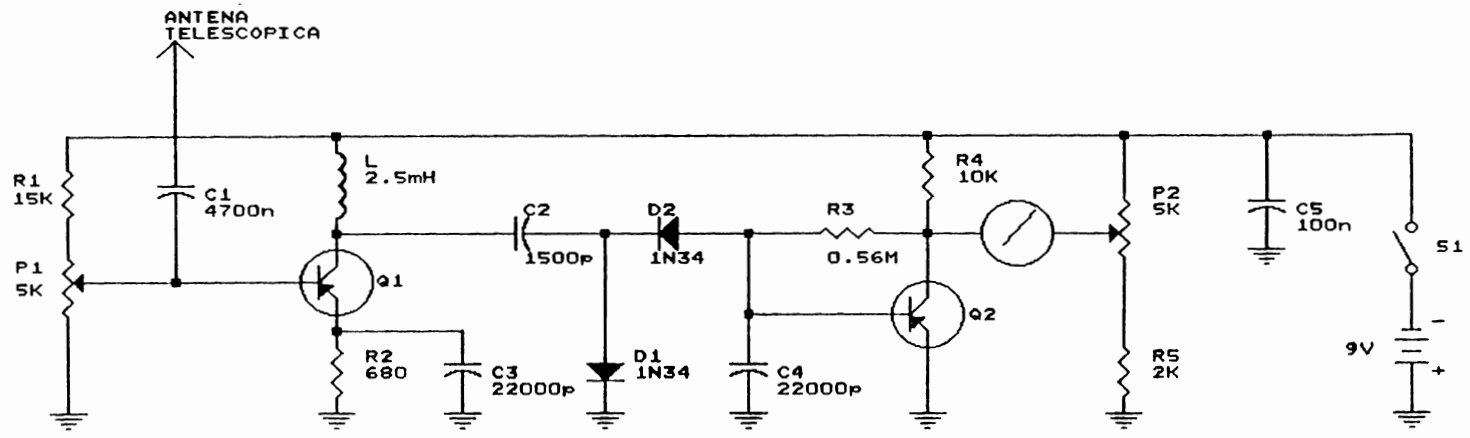
El Medidor de la intensidad de campo es en esencia, un pequeño receptor. Consta de una antena telescópica que acopla la tensión en ella inducida por el campo emisor a través de C1 a la base de Q1.

C1 hace las veces de un dispositivo de protección que garantiza que ante la presencia de señales distintas a la RF el equipo no sufra daños, el potenciómetro P1 permite variar la ganancia de la etapa, es decir que con él podemos manejar la sensibilidad del medidor. El transistor Q1 es un amplificador de RF que amplifica la señal acoplada por la antena a la base de éste; la A.C. presente en el colector de Q1 ya amplificada es aplicada a la etapa dobladora de voltaje formada por C2, C4, D1 y D2 en esta etapa la A.C. proveniente del colector de Q1 y duplicada a un valor D.C. aproximado de 2Vp. Este es el valor al cual se carga el condensador de salida C4 del circuito doblador.

El transistor Q2 amplifica la D.C. que luego es aplicada a una de las ramas del microamperímetro; este es un medidor de aguja móvil con el cual se leen magnitudes relativas en microamperios y cuyo ajuste de cero se logra a través de el potenciómetro P2.

L1 es una bobina que funciona como la carga no sintonizada de el circuito.

Este equipo medidor de campo, funciona con una batería de 9 V. acoplada a la circuitería por el switch C5, a su vez está contenido en conjunto en una sola unidad.



CONCLUSIONES

1. La comprobación es lo que dá validez a los fenómenos eléctricos y magnéticos que tienen lugar en las antenas, además introduce al estudiante en el campo de la experiencia práctica, permitiéndole desarrollar un amplio criterio y mejor comprensión a cerca de esta temática. De aquí que al finalizar este proyecto es de destacar la importancia que tiene un equipo didáctico de antenas como el desarrollado en este documento.
2. En un sistema de radiocomunicaciones. Tienen lugar una diversidad de fenómenos que son nocivos para su óptima funcionabilidad. Es necesario entonces no sólo tener conocimiento de éstos, sino implementar métodos prácticos de supresión para obtener los resultados esperados y descartar también con ello la posibilidad de daños en el equipo de transrecepción.
3. El uso de equipos de prueba en un sistema de radiocomunicaciones es indispensable y debe formar parte de éste. Tanto para comprobar los fenómenos electromagnéticos que tienen lugar allí, como para monitorear en cualquier momento las condiciones bajo las cuales una transmisión se está efectuando y determinar así las causas de cualquier falla, sea esta en la antena, en la línea o en el transreceptor. Permittiendo esto implementar las medidas correctivas que sean necesarias.

RECOMENDACIONES

1. Como este proyecto se ha realizado con fines didácticos y orientado para ser utilizado a nivel técnico. Sugiero que en aquellos tópicos en los cuales no se ha entrado en mayores detalles teóricos, dado el carácter mismo de la obra; el lector se auxilie de otros materiales para solventar cualquier duda o para ampliar sus conocimientos sobre el tema.
2. Para la construcción, tanto de las antenas como de los equipos de prueba, favor apegarse a las especificaciones técnicas hechas en cada caso y algunas sugerencias hechas por mi persona encaminadas a un mejor funcionamiento del equipo, dado su carácter didáctico. Los pormenores que no se han detallado es porque se dejan a criterio del constructor.
3. Referente al medidor de relación de ondas estacionarias (ROE). Este debe construirse dentro de una caja metálica, ya que ésta le sirve de blindaje a los hilos de cobre descritos en el apartado correspondiente a este equipo de prueba, los cuales están dispuestos sin malla en la circuitería. Para evitar la oxidación de éstos hilos es aconsejable estañarlos previo a su conexión.
4. En cuanto a las características de las líneas de transmisión a utilizar, quizás el criterio mas importante sea la impedancia de ésta. De preferencia la Z_0 de la línea debe ser igual a la impedancia de salida

del transceptor es decir 50 ohmios. Si quiere ser aún más crítico en cuanto a las características de la línea, auxilie del anexo "Características de cables coaxiales" que se incluye al final.

5. Disponer en los puntos de alimentación de las antenas conectores BNC como también en los cables que se van a utilizar como línea de transmisión entre el transceptor y las antenas. Esto le dará una mayor versatilidad al equipo y permitirá conectar o desconectar el sistema con gran facilidad cada vez que se requiera hacer uso de él.
6. Este equipo se ha diseñado de tal forma que, una vez establecidas las condiciones de trabajo entre antena y líneas de transmisión, el transceptor servirá como el elemento excitador de las antenas a la vez que permitirá hacer pruebas de transmisión. De aquí que bastaría con auxiliarse de un transceptor de la banda de los dos metros (144 MHz) para realizar las prácticas.

GLOSARIO

El propósito de este apartado es el de familiarizar al lector con los términos técnicos más utilizados en este documento referidos a radiocomunicaciones. Se presentan en orden alfabético, en Inglés y Español para una mejor comprensión.

A

ANTENA.

Parte de un sistema radioeléctrico destinado a radiar o a captar las ondas hertzianas.

AF NOISE. RUIDO DE AUDIOFRECUENCIA (AF).

Interferencia en la señal de Audio introducida por una fuente ajena a la señal de audio.

AFC. CAF.

Abreviatura de control automático de frecuencia.

ANGLE OF INCIDENCE. ANGULO DE INCIDENCIA.

Angulo formado por la dirección de propagación de una onda o un haz que incide sobre una superficie y la perpendicular a ésta en el punto de incidencia.

ATV.

Televisión normal. Se trata de la emisión de la televisión de aficionados en blanco y negro o color y además del sonido. Generalmente y por la gran anchura de banda ocupada se utiliza en VHF.

ANGLE OF REFLECTION. ANGULO DE REFLEXION.

Angulo formado por la dirección de propagación de una onda o un haz que son reflejados en una superficie y la perpendicular a esta superficie en el punto de salida.

ANGLE OF REFRACTION. ANGULO DE REFRACCION.

Angulo formado por la dirección de propagación de una onda o un haz refractados y la perpendicular a la superficie refractante.

ANTENNA COUPLER. ACOPLADOR DE ANTENA.

Transformador de radiofrecuencia (RF), línea sintonizada o dispositivo que transfiere energía de forma eficaz desde un transmisor a una línea de transmisión o bien desde una línea de transmisión a un receptor.

ANTENNA CURRENT. CORRIENTE DE ANTENA.

Corriente de RF que fluye en una antena transmisora; generalmente se mide en ausencia de modulación.

ANTENNA GAIN. GANANCIA DE ANTENA.

Cociente entre la intensidad de campo producida por la antena considerada a determinada distancia a lo largo del eje principal de radiación, y la intensidad de campo que produciría en el mismo punto un radiador isotrópico que absorviera del emisor la misma potencia de RF.

ANTENNA POWER. POTENCIA DE ANTENA.

- 1) Potencia entregada a la antena por el transmisor que la excita.
- 2) Cuadrado de la corriente que circula por un punto dado, multiplicado por la resistencia de la antena en el mismo punto de esta última.

ANTENNA RESISTANCE. RESISTENCIA DE ANTENA.

Característica de una antena de transmisión que expresa la resistencia total del sistema de antena a la frecuencia de trabajo. La resistencia se expresa en ohmios y es igual a la potencia en vatios suministrada al circuito de antena dividida por el cuadrado de la corriente eficaz de la antena en amperios, medida en el punto de aplicación de la energía.

ATTENUATION. ATENUACION.

Disminución progresiva en el valor de una magnitud relacionada con una onda que se propaga en un medio homogéneo.

AUDIO FREQUENCY (AF). AUDIOFRECUENCIA (AF).

Frecuencias detectables por el oído humano; la gama de frecuencias abarca desde 15 hasta 20,000 Hz.

" B "

BACK LOBE. LOBULO POSTERIOR.

Lóbulo de radiación cuya dirección es senciblemente opuesta a la del lóbulo principal de la antena.

BALANCED LINE. LINEA EQUILIBRADA.

1) Línea de transmisión bifilar por la que pueden hacerse circular corrientes en contrafase.

2) Línea constituida por dos conductores metálicos, en lugar de un conductor metálico y retorno por tierra o conductor común.

BALUN. TRANSFORMADOR SIMETRICO - ASIMETRICO.

Dispositivo empleado para adaptar una línea de transmisión coaxial asimétrica, a un sistema, no equilibrado, a una línea o sistema de dos - conductores simétricos.

BAND. BANDA.

Gama de frecuencias entre dos límites definidos.

BANDWIDTH (BW). ANCHO DE BANDA.

Extensión del espectro o gama de las frecuencias comprendidas en - cierta banda; diferencia entre las frecuencias limítrofes o extremas de la banda.

BEAM. HAZ. ONDA DIRIGIDA.

Onda o señal de RF transmitida de una antena direccional a otra, con la mayor parte de la energía concentrada en un ángulo sólido pequeño.

BIDIRECTIONAL ANTENNA. ANTENA BIDIRECCIONAL.

Antena que radía o recibe la mayor parte de su energía en sólo dos direcciones.

" C "

CB, CITIZENS BAND. BANDA CIUDADANA.

Banda de servicio de comunicación personal y particular que incluye comunicación hablada y al que se le ha asignado la banda de frecuencias comprendida entre 26,965 y 27,445 MHZ.

COAXIAL CABLE. CABLE COAXIAL.

Línea de transmisión en la cual un conductor está centrado y aislado de un tubo metálico que sirve como segundo conductor.

COIL. BOBINA.

Cierto número de vueltas de cable que introducen inductancia magnética en un circuito eléctrico para producir flujo magnético o para reaccionar mecánicamente a variaciones de flujo magnético. El tamaño eléctrico de una bobina se denomina inductancia y se expresa en henrios.

CW.

Siglas que significan telegrafía y constituyen emisiones de señales codificadas en Morse. Hay dos subgrupos :

A_1 : Emisión en CW por interrupción de portadora

A_2 : Emisión en CW por modulación en un tono de audio.

" D "

DECIBEL (dB). DECIBELIO.

Unidad logarítmica empleada para expresar la razón o el valor relativo de dos magnitudes de igual naturaleza : dos potencias, dos tensiones, etc. El decibelio se utiliza también como unidad de potencia absoluta adoptando un valor fijo de referencia, llamado valor base o nivel cero. En radio se utilizan como nivel de referencia 6 MW. Considerando esta potencia la necesaria para hacer apenas audible una nota de 60 HZ.

DIELECTRIC. DIELECTRICO.

Material que puede utilizarse como aislador dada su poca conductividad eléctrica.

DIFFRACTED WAVE. ONDA DIFRACTADA.

Onda cuyo frente ha variado de dirección por efecto de un obstáculo u otra discontinuidad o falta de homogeneidad en el medio de propagación, quedando excluidos los efectos de reflexión o de refracción.

DIFFRACTION. DIFRACCION.

Incurvamiento de la dirección de propagación de una onda al rozar los bordes de un cuerpo o de una abertura, con el resultado de que la onda se extiende en la zona de sombra del cuerpo.

DIPOLE, DIPOLO.

Antena de longitud aproximadamente igual a media longitud de onda, hendida en su centro eléctrico para conexión a una línea de transmisión. La impedancia de la antena es aproximadamente 72 ohmios. El diagrama de radiación presenta un máximo en la dirección normal al eje de la antena. Denominado también antena dipolo, doble y dipolo de media onda.

DIRECTIONAL ANTENNA, ANTENA DIRECCIONAL.

Dícese de la antena que radia o recibe ondas de radio en forma más efectiva en ciertas direcciones que en otras.

DIRECTIVITY. DIRECTIVIDAD.

Valor de la ganancia directiva de una antena en la dirección de su valor máximo; cuanto mayor es el valor de la directividad, más estrecho es el haz en el cual se concentra la energía radiada.

DIRECTOR. DIRECTOR.

Elemento parásito situado una fracción de longitud de onda delante del dipolo de una antena receptora para incrementar la ganancia del

sistema, en la dirección del lóbulo mayor. Por lo general consiste en una varilla algo más corta que el dipolo receptor, sin conexión al conductor de entrada.

DIRECT WAVE. ONDA DIRECTA.

Onda de radio que se propaga directamente en el espacio desde el transmisor al receptor sin que sea refractada por la ionósfera.

DX.

Abreviatura para denotar recepción a distancia, utilizada en conexión con la recepción de, o comunicación con, estaciones distantes.

" E "

EFFECTIVE ANTENNA LENGTH. LONGITUD DE ANTENA EFECTIVA.

Término aplicado a la longitud eléctrica de una antena para distinguirla de su longitud física.

EFFECTIVE AREA. AREA EFECTIVA.

Coefficiente de antena direccional igual al cuadrado de la longitud de onda multiplicado por la ganancia de potencia (o ganancia direccional) de una antena en una dirección especificada, dividido por 4π .

EFFECTIVE HEIGHT. ALTURA EFICAZ.

Altura del centro de radiación de una antena transmisora sobre el

nivel efectivo de terreno.

ELECTRICAL LENGHT. LONGITUD ELECTRICA.

Longitud de un conductor expresada en longitud de onda, grados o radianes. La distancia en longitudes de onda se multiplica por 2π para obtener radianes o bien por 360 para obtener grados.

ELECTRIC FIELD. CAMPO ELECTRICO.

Componente eléctrico de un campo electromagnético asociado a ondas de radio y a electrones en movimiento.

ELECTROMAGNETIC. ELECTROMAGNETICO.

Término relativo a la combinación de campos eléctricos y magnéticos asociados con la radiación o con movimiento de electrones o de otras partículas cargadas a través de conductores o del espacio.

ELECTROMAGNETIC WAVE. ONDA ELECTROMAGNETICA.

Onda de radiación electromagnética caracterizada por presentar variaciones de campo eléctrico y magnético.

EMISSION. EMISION.

Aplicarse a cualquier radiación de energía por medio de ondas electromagnéticas, tales como las de un transmisor de radio.

EXCITACION. EXCITACION.

- 1) Aplicación de potencia de señal a una antena transmisora.
- 2) Tensión que se aplica al electrodo de control de una válvula.

" F "

FIELD. CAMPO.

Región que contiene líneas eléctricas o magnéticas de fuerza o am
bas.

FOLDED - DIPOLE ANTENNA. ANTENA DIPOLO DOBLADO.

Antena dipolo cuyos extremos exteriores se doblan en sentido opueso
to para unirse luego en el centro. Su impedancia es aproximadamente de
300 ohmios, en comparación con los 70 ohmios de un dipolo conductor úni
co.

FREQUENCY. FRECUENCIA.

Número de ciclos completos por unidad de tiempo para una magnitud
periódica tal como corriente alterna, ondas acústicas u ondas de radio

FREQUENCY RANGE. GAMA DE FRECUENCIA.

Escala de frecuencias sobre la cual un sistema de transmisión o
dispositivo puede considerarse útil cuando se emplea con diferentes -
circuitos bajo diversas variedades de condiciones operativas.

G

GAIN. GANANCIA.

Incremento en la potencia de señal que es producido por un amplificador; se expresa generalmente en dB.

GROUND - PLANE. ANTENNA. ANTENA CON PLANO A TIERRA.

Antena con tierra artificial. Antena vertical combinada con otras cruzadas o bien con otros elementos horizontales para reducir el ángulo de radiación. Un soporte concéntrico y un conductor central sirven conjuntamente para poner la antena a potencial de tierra. La radiación horizontal no es direccional.

GROUND - REFLECTED WAVE. ONDA REFLEJADA DE TIERRA.

Onda de radio que es reflejada desde algún punto de tierra a lo largo de su trayectoria de transmisión.

GROUND - WAVE. ONDA DE TIERRA.

Onda de radio que se propaga sobre la tierra y que es ordinariamente afectada por la propia presencia de la tierra y la troposfera. Denominada también onda de superficie.

" H "

HALF - WAVE ANTENNA. ANTENA DE SEMIONDA.

Antena cuya longitud eléctrica es la mitad de la longitud de onda

que se transmite o recibe.

HIGH - FREQUENCY. ALTA FRECUENCIA.

Designación para la banda de frecuencias comprendida entre 3 y 30 MHz, correspondiente a longitud de onda entre 10 y 100 metros.

HORIZONTAL POLARIZATION. POLARIZACION HORIZONTAL.

Transmisión de ondas de radio de forma tal que las líneas eléctricas de fuerza son horizontales y las líneas magnéticas de fuerza verticales.

" I "

IMPEDANCE. IMPEDANCIA.

Oposición total ofrecida por un componente o circuito al paso de corriente alterna. La impedancia se expresa en ohmios.

IMPEDANCE MATCH. ADAPTACION DE IMPEDANCIA.

Dícese de la condición en la cual la impedancia de una carga conectada es igual a la impedancia interna de la fuente, con ello se obtiene la máxima transferencia de energía de la fuente a la carga, reflexión mínima y mínima distorsión.

INCIDENCE ANGLE. ANGULO DE INCIDENCIA.

Angulo entre el haz incidente y la perpendicular (normal) a la superficie de propagación.

IONOSPHERE. IONOSFERA.

Región exterior de la atmósfera de la tierra donde existen iones y electrones en cantidades suficientes para afectar la propagación de las ondas de radio. Empieza aproximadamente a 48 Km. sobre la tierra extendiéndose 400 km, dependiendo la altura, de la estación del año - y de la hora del día. Las regiones principales de la ionosfera y sus alturas son : región D de 48 a 96 Km, región E de 96 a 145 KM y región F de 145 a 400 Km.

" K "

KHZ.

Abreviatura de kilohercio.

" L "

LINK, ENLACE.

Sistema transmisor - receptor de radio que enlaza dos lugares.

LOBE - LOBULO.

Una de las porciones tridimensionales del diagrama de radiación de una antena direccional. La dirección de la radiación máxima coincide con el eje del lóbulo principal o mayor. Los demás lóbulos del diagrama se denominan lóbulos secundarios.

M "

MAGNETIC FIELD. CAMPO MAGNETICO.

Cualquier espacio o región en la que se ejerce una fuerza magnética sobre cargas eléctricas móviles. El campo magnético puede producirse por una bobina o conductor portador de corriente, por un imán permanente o por influencia terrestre.

MATCHING. ADAPTACION.

Acción de conectar dos circuitos de forma que sus impedancias sean iguales o bien sean igualadas por un dispositivo acoplador para obtener una transferencia de energía máxima.

MEGAHERT (MHZ). MEGAHERCIO.

Un millón de hercios. Antiguamente denominado megaciclo.

" 0 "

OHM. OHMIO.

Unidad de resistencia e impedancia. Una tensión de 1 voltio aplicada a través de una resistencia de 1 ohmio produce una corriente de 1 amperio.

OMNIDIRECTIONAL ANTENNA. ANTENA OMNIDIRECCIONAL.

Término aplicado a una antena que posee esencialmente un diagrama

de radiación circular en azimut y un diagrama direccional en elevación.
También se denomina antena no direccional.

" p "

PARASITIC ELEMENT. ELEMENTO PARASITO.

Elemento de antena que sirve como parte de una antena direccional pero que no tiene conexión directa al receptor o transmisor. También se denomina elemento pasivo.

POLARIZATION. POLARIZACION.

Dirección del campo eléctrico radiado por una antena transmisora.

PROPAGATION. PROPAGACION.

Camino de las ondas electromagnéticas o sonoras a través de un medio o el camino de una perturbación eléctrica instantánea a través de una línea de transmisión. También se denomina propagación de las ondas.

" Q "

Q.

Factor de calidad de un circuito sintonizado o sistema resonante.
Es igual a la reactancia dividida por la resistencia.

QUARTER - WAVE. CUARTO DE ONDA.

Término aplicado a la longitud eléctrica de un cuarto de la longitud de onda.

QUARTER - WAVE ANTENNA.

Antena de un cuarto de longitud de onda. Dícese de la antena cuya longitud eléctrica es igual a un cuarto de la longitud de onda que ha de transmitirse o recibirse.

" R "

RADIATED POWER. POTENCIA RADIADA.

Potencia total emitida por una antena transmisora.

RADIATION FIELD. CAMPO DE RADIACION.

- 1) Campo electromagnético que se propaga por el espacio desde una antena emisora.
- 2) Conjunto de los componentes del campo de una antena correspondiente a una propagación de energía.

RADIATION LOBE. LOBULO DE RADIACION.

Parte de un diagrama de radiación limitada por uno o dos conos de mínimos de intensidad.

radio. radio.

transmisión de señales a través del espacio por medio de ondas elec
tromagnéticas.

REFLECTED WAVE. ONDA REFLEJADA.

Onda que llega a la antena receptora por vía indirecta, después de reflejarse en una superficie o en la ionósfera.

REFLECTION. REFLEXION.

Retorno o cambio en la Dirección de las ondas de radio que inciden en una superficie o que pasan de un medio a otro.

REFRACTION. REFRACCION.

Cambio abrupto que se produce en la dirección de propagación de - una onda electromagnética al pasar oblicuamente de un medio a otro en el cual la velocidad de propagación es diferente.

RTTY. RADIO TELETIPO.

Emisión de señal codificada en dos tonos correspondientes a números y letras. Se utiliza un teclado alfanumerico y la modulación puede ser en A.M., FM, o SSB.

RESISTANCE. RESISTENCIA.

Oposición de un dispositivo o material al paso de corriente contí

nua, se expresa en ohmios. En circuitos de CA., la resistencia es la componente real de la impedancia.

RESONANCE. RESONANCIA.

- 1) Condición existente en un circuito en el que la reactancia inductiva va contrarresta la reactancia capacitiva.
- 2) Condición existente en un cuerpo, cuando la frecuencia de una vibración aplicada iguala la frecuencia natural del cuerpo.

" S "

SIGNAL STRENGTH. INTENSIDAD DE SEÑAL.

Intensidad de la señal producida por un transmisor de radio en un emplazamiento dado, que se expresa en microvoltios o milivoltios por metro de la altura de la antena receptora.

SIGNAL - STRENGTH METER. INDICADOR DE INTENSIDAD DE SEÑAL.

Medidor, que se conecta al control automático de volúmen de un circuito de un receptor de comunicaciones y calibrado en dB. o en unidades arbitrarias S, para indicar la intensidad de la señal recibida.

SSTV. TELEVISION DE BARRIDO LENTO. (SLOW SCANNING TELEVISION).

Permite emitir una imagen completa cada ocho segundos, ocupando tan solo 2.7 KHZ de audio, por lo que puede ser emitido en SSB, y por descontado en FM o AM. Siendo lo más usual en SSB. En bandas decamé-

tricas permite enviar imágenes fijas a grandes distancias.

SPECTRUM. ESPECTRO.

Término que engloba a todas las frecuencias utilizadas con fines específicos; el espectro de radio se extiende desde 10 KHZ hasta 300 GHZ.

STUB. ADAPTADOR.

Tramo reducido de una línea de transmisión, abierta o cortocircuitada en su extremo final, conectada en paralelo con una línea de transmisión para adaptación de su impedancia a la de una antena o transmisor.

" T "

TRANSMISSION. TRANSMISION.

Término aplicado al proceso de transferir una señal, mensaje u otra forma de información, de un lugar a otro o a otros mediante cables, radio, etc.

TRANSMITTER. TRANSMISOR.

Equipo utilizado para generar y amplificar una señal portadora de RF, modular la señal portadora con información e introducir la portadora modulada a una antena para su radiación al espacio en forma de ondas electromagnéticas.

TROPOSPHERE. TROPOSFERA.

Región de la atmósfera terrestre que se extiende desde la superficie de la tierra hasta una altura de 10 KM aproximadamente, en la cual generalmente disminuye la temperatura con la altura, se forman nubes y existe la convección. Se utiliza para comunicaciones a muy alta frecuencia.

TUNED ANTENNA. ANTENA SINTONIZADA.

Antena cuya impedancia y capacidad proporcionan resonancia a la frecuencia de trabajo deseada.

" U "

ULTRA HIGHT FREQUENCY. (UHF). FRECUENCIA ULTRA ALTAS.

Designación para frecuencias en la banda comprendida entre 300 y 3000 MHZ, correspondiente a ondas decimétricas con longitud de onda entre 10 y 100 cm.

UNIDIRECTIONAL ANTENNA. ANTENA UNIDIRECCIONAL.

Antena caracterizada por radiar o recibir la mayor parte de su energía en una sola dirección.

" V "

VERTICAL ANTENNA. ANTENA VERTICAL.

Antena constituida por un conductor vertical, que puede ser un

mástil, una varilla o un cable.

VERTICAL POLARIZATION. POLARIZACION VERTICAL.

Transmisión de ondas de radio de forma tal que las líneas eléctricas de fuerza sean verticales en tanto que las líneas magnéticas de fuerza sean horizontales. Con ésta polarización, las antenas dipolo receptoras se emplazan en un plano vertical.

VHF.

Abreviatura de frecuencia muy alta.

VLf.

Abreviatura de frecuencia muy baja.

VOLTAGE. TENSION.

Término utilizado para expresar la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos y que es capaz de producir un flujo de corriente cuando un circuito cerrado se conecta entre esos puntos. La tensión se expresa en voltios.

" W "

WALKIE - TALKIE. WALKIE - TALKIE. TRANSECTOR COMPACTO PORTATIL.

Normalmente de bolsillo, diseñado para realizar comunicaciones a corta distancia.

WAVE LENGTH. LONGITUD DE ONDA.

Distancia entre dos puntos de igual fase pertenecientes a dos ciclos consecutivos; es igual a la distancia recorrida por la onda durante un ciclo.

" y "

YAGI ANTENNA YAGI. ANTENA DE RADIACION LONGITUDINAL.

Constituida por varios elementos paralelos y coplanarios que comprenden uno o varios elementos activos y varios reflectores o directores.

BIBLIOGRAFIA

- VASALLO RUIZ, FRANCISCO. Radio Tranceptores : Enciclopedia de la radio y televisión, HI-FI. 2^a Edición. Barcelona - España, Ediciones CEAC. Junio. 1990.
- VASALLO RUIZ, FRANCISCO. Manual de Antenas Receptoras para TV y FM. 6^a Edición. Barcelona - España. Ediciones CEAC. Septiembre. 1991.
- MILEAF, HARRY Electrónica serie uno siete. 4^a Edición. México, D.F. Editorial LIMUSA 1985.
- SALMERON, MARIA JOSE Radiación, propagación y antenas : para onda larga, onda corta y microondas, 2^a Edición. México. TRILLAS. 1984.
- AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE, NEWINGTON, C.T. The Arrl Antenna book. 14^a Edición Newington, st American Radio Relay League, inc. 1984.
- MARCOMBO, S.A. BARCELONA Manual del Radioaficionado Moderno. Barcelona España. BOIXAREU EDITORES. 1983.

MF	ONDAS LARGAS (HECTOMETRICAS)	DE 1 Km a 100 m	6	DE 300 KHZ a 3 MHZ	SIMILAR A LAS PROCEDENTES PERO CON UNA ABSORCION ELE VADA DURANTE EL DIA; PROPAGACION PREVALENTEMENTE IONOSFERICA DURANTE LA NOCHE.	525 A 1605 KHZ (RADIODIFUSION: ONDA MEDIA) 1605 A 5950 KHZ (RADIOTELEFONIA) 2300 A 2498 KHZ } 5200 A 3400 KHZ } RADIODIFUSION 4750 A 5060 KHZ } ONDA TROPICAL
HZ	ONDAS CORTAS (DECAMETRICAS)	DE 100 m A 10 m	7	DE 3 MHZ A 30 MHZ	PROPAGACION PREVALENTEMENTE IONOSFERICA CON FUERTES VA- RIACIONES ESTACIONALES Y EN LAS DIFERENTES HORAS DEL DIA Y DE LA NOCHE.	5950 A 6200 (RADIODIFUSION ONDA CORTA) 7000 A 7100 (RADIOAFICIONADOS) 7100 A 7300 KHZ } (RADIODIFUSION, 9300 A 9775 KHZ } ONDA CORTA) 11700 A 11975 KHZ } 14000 A 14350 KHZ (RADIOAFICIONADOS) 15100 A 15450 KHZ } (RADIODIFUSION 17700 A 17900 KHZ } ONDA CORTA) 21000 A 21450 KHZ } (RADIO AFICIONADOS) 21450 A 21750 KHZ } (RADIO DIFUSION 25600 A 26100 KHZ } ONDA CORTA) 28000 A 29700 KHZ (RADIOAFICIONADOS) 29,7 A 41 MHZ (RADIOTELEFONIA EN FM)

SIGLO	SUBDIVISION	LONGITUD DE ONDA	BANDA	GAMA DE FRECUENCIA	CARACTERISTICAS DE PROPAGACION	USO TIPICO
VHF	ONDAS CORTISIMAS (METRICAS)	DE 10 m a 1 m	8	DE 30 MHZ A 300 MHZ	PREVALENTEMENTE PROPAGACION DIRECTA; ESPORADICAMENTE - PROPAGACION IONOSFERICA O TROPOSFERICA	41 a 63 MHZ (TV BANDA I) 68 a 87.5 MHZ (RADIOTELEFONIA FM) 87,5 A 100 MHZ RADIODIFUSION EN FM TV BANDA II 100 A 162 MHZ ENLACES RADIOTELEFONICOS 136 A 138 MHZ GUIA DE SATELITES 143,6 MHZ INVESTIGACION ESPACIAL 148,25 MHZ GUIA DE SATELITES 162 A 216 MHZ TV BANDA III
UHF	ONDAS ULTRACORTAS (DECIMETRICAS)	DE 1 m a 10 cm	9	DE 300 MHZ A 3 GHZ	EXCLUSIVAMENTE PROPAGACION DIRECTA; POSIBILIDAD DE ENLACES POR REFLEXION O A TRAVES DE SATELITES ARTIFICIALES.	216 A 470 MHZ RADIOTELEFONIA 400 A 402 MHZ TELEMEDIDA (EN SATELITE) 406 A 410 MHZ RADIOASTRONOMIA 470 A 860 MHZ TV BANDAS IV y V 606 A 614 MHZ RADIOASTRONOMIA 860 A 960 MHZ DIFUSION TROPOSFERICA 1400 A 1427 MHZ EMISION ATOMO DE HIDROGENO 1427 a 1540 MHZ TELEMEDIDA Y TELEMANDO 1660 a 1700 MHZ SATELITES METEOROLOGICOS
SHF	MICROONDAS (CENTIMETRICAS)	DE 10 cm a 1 cm	10	DE 3 GHZ A 30 GHZ	COMO LA PRECEDENTE.	3400 a 4200 MHZ COMUNICACIONES SATELITE TIERRA. 5725 A 6425 MHZ COMUNICACIONES TIERRA - SATELITE 7250 a 7750 MHZ COMUNICACIONES SATELITE TIERRA 7900 a 8400 MHZ COMUNICACIONES TIERRA - SATELITE

TABLA : CARACTERISTICAS DE CABLES COAXIALES. SERIE RG

CABLE	IMPEDANCIA	FACTOR V	ATENUACION EN dB CADA 30 m
RG5/U	52.5	0.659	2.9
RG5B/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	0.659	0.68
RG21/AU	50	0.659	13.00
RG29/U	53.5	0.659	4.4
RG34A/U	75	0.659	1.2
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

TABLA : CARACTERISTICAS DE CABLES COAXIALES MAS MODERNOS

CABLES FLEXWELL					
TIPO	IMPEDANCIA	VELOC. PROPAG.	CAPACIDAD	POTENCIA A 100 MHz	ATEN dB/100 m a 100 MHz
HF 3/8"	50	89 %	77 pF/m	2.6 kW	2.8
HF 5/8"	50	92 %	72 pF/m	5 kW	1.75
HF 7/8"	50	93 %	71 pF/m	9.1 kW	1.18
HF 1 1/8"	50	92 %	73 pF/m	12.9 kW	0.91
HF 1 5/8"	50	95 %	70 pF/m	21 kW	0.64
HF 3"	50	96 %	70 pF/m	38 kW	0.45
HF 3 1/8"	50	96 %	70 pF/m	59 kW	0.36
HF 4 1/8"	50	97 %	68 pF/m	90 kW	0.28
HF 5"	50	96 %	70 pF/m	141 kW	0.22
HF 6 1/8"	50	97 %	69 pF/m	187 kW	0.189
HF 8"	50	97 %	69 pF/m	310 kW	0.146
HF 8".S	50	98 %	68 pF/m	445 kW	0.157
HF 9" - SAI	50	98 %	68 pF/m	610 kW	0.157
HF 12". S	50	98 %	68 pF/m	881 kW	0.112

CABLES RADIAFLEX					
TIPO	IMPEDANCIA	VELOC. PROPAG.	CAPACIDAD	ATEN dB/Km a 100 MHz	PERDIDA ACOPLM.
AHF 7/17	50	79 %	85 pF/m	26	70 dB
AHX 6/17	50	66 %	101 pF/m	28	70 dB
AHX 4/11	50	66 %	101 pF/m	41	67 dB

CABLES CELIFLEX					
TIPO	IMPEDANCIA	VELOC. PROPAG.	CAPACIDAD	POTENCIA A 100 MHz	ATEN dB/100 m a 100 MHz
CF 1/4"	50	82%	82 pF/m	1.46 kW	4.5
CF 3/8"	50	82 %	82 pF/m	2 kW	3.5
CF 1/2"	50	82 %	82 pF/m	3.4 kW	2.4
CF 1/8"	50	82 %	81 pF/m	6.8 kW	1.36
CF 1 5/8"	50	80 %	81 pF/m	14.8 kW	0.84

CABLES CELIFLEX ULTRA FLEXIBLE					
TIPO	IMPEDANCIA	VELOC. PROPAG.	CAPACIDAD	POTENCIA A 100 MHz	ATEN dB 100 m a 100 MHz
HCF 1/2"	50	75 %	85 pF/m	2.3 kW	3.7

CABLES COMPLEX					
TIPO	IMPEDANCIA	VELOC. PROPAG.	CAPACIDAD	POTENCIA A 100 MHz	ATEN dB 100 m a 100 MHz
CX 2/6	50	69 %	97 pF/m	1.35	5.3
CX 4/12	50	69 %	97 pF/m	3.2	2.9

trim jacket 5/16" for RG-58/U.

2.—Fray shield and strip inner dielectric 1/8". Tin center conductor.

3.—Taper braid and slide nut (A), washer (B), gasket (C), and clamp (D), over braid. Clamp is inserted so that its inner shoulder fits squarely against end of cable jacket.

4.—With clamp in place, comb out braid, fold back smooth as shown and trim 3/32" from end.

5.—Tin center conductor of cable. Slip female contact in place and solder. Remove excess solder. Be sure cable dielectric is not heated excessively and swollen so as to prevent dielectric entering body.

6.—Push into body as far as it will go. Slide nut into body and screw into place, with wrench, until tight. Hold cable and shell rigidly and rotate nut.

7.—This assembly procedure applies to BNC jacks. The assembly for plugs is the same except for the use of male contacts and a plug body.

83-1SP (PL-259) Plug

1.—Cut end of co-

3.—Screw the plug assembly on cable. Solder plug assembly to braid through solder holes. Solder conductor to contact sleeve. Screw coupling ring on assembly.

N (UG-21/U) Connectors

1.—Remove 9/16" of vinyl jacket. When using double shielded cable remove 3/4".

2.—Comb out copper braid as shown. Cut off dielectric 7/32" from end. Tin center conductor.

3.—Taper braid as shown. Slide nut, washer and gasket over vinyl jacket. Slide clamp over braid with internal shoulder of clamp flush against end of vinyl jacket. When assembling connectors with gland, be sure knife-edge is toward end of cable and groove in gasket is toward the gland.

4.—Smooth braid back over clamp and trim. Soft solder contact to center conductor. Avoid use of excessive heat and solder. See that end of dielectric is clean. Contact must be flush against dielectric. Outside of contact must be free of solder. Female contact is shown; procedure is similar for male contact.

5.—Slide body into place carefully so that contact enters hole in insulator (male contact shown). Face of dielectric must be flush against insulator. Slide completed assembly into body by pushing nut. When nut is in place, tighten with wrench. In connectors with gland knife-edge should cut gasket in half by tightening sufficiently.

appropriate for type of hood. Tin exposed braid. Solder dielectric to appropriate dimension. Tin center conductor. Soldering and assembly depends on the hood used, as illustrated.

2.—Remove braid and dielectric to expose center conductor. Do not nick conductor.

4.—Slide hood over braid. Solder conductor to contact. Slide hood flush against receptacle and bolt both to chassis. Solder hood to braid as illustrated. Tape this junction if necessary. (For UG-177/U.)

5.—Slide hood over braid. Bring receptacle flush against hood. Solder hood to braid and conductor to contact sleeve through solder holes as illustrated. Tape junction if necessary. (For UG-372/U.)

6.—Slide hood over braid and force under vinyl. Place inner conductor in contact sleeve and solder. Push hood flush against receptacle. Solder hood to braid through solder holes. Tape junction if necessary. (For UG-106/U.)

83-1SP (PL-259) Plug with Adapters (UG-176/U or UG-175/U)

1.—Cut end of cable even. Remove vinyl jacket 1/4"—don't nick braid. Slide coupling ring and adapter on cable.

2.—Fan braid slightly and fold back over cable.

3.—Position adapter to dimension shown. Press braid down over body of adapter and trim to 3/16". Bare 1/4" of conductor. Tin exposed center conductor.

4.—Screw the plug assembly on adapter. Solder braid to shell through solder holes. Solder conductor to contact sleeve.

ANEXO D

GUIA SOBRE ALGUNOS MODELOS DE EQUIPOS COMERCIALES PARA LOS 144 MHZ.

EQUIPOS PORTATILES.

Se les denomina así por sus compactos, ya que poseen una sola banda, por lo que pueden utilizarse indistintamente para estación fija o móvil, disponiendo de una fuente de alimentación adecuada, o bien conectándolos a la batería del carro (12 V.)

- KENWOOD TR - 7800, modalidad FM; potencia de salida 5 y 25 W; banda de frecuencias 144 a 149 MHz, 15 canales de memoria, alerta de prioridad.
- KENWOOD TR - 9000 modalidad FM, SSB y CW. Potencia 1 y 10 W; 144 a 148 MHz opcional (144 a 146 MHz). Dispone de dos osciladores variables. Saltos de 100 Hz, 5 KHz y 10 KHz seleccionables.
- ICOM 25 - E. FM 25 W; Cobertura 140 a 150 MHz; 5 Memorias; dimensiones sumamente pequeñas: 50 mm de alto, 140 mm de ancho; 177 mm de profundidad.
- ICOM - 290 E. Cobertura de frecuencias 140 - 150 MHz; FM, CW y SSB; 1 y 10 W de potencia; 5 memorias programables.
- KDK 2030. Tranceptor de la casa Kiokuto. Entrega 3 y 25 W de potencia en modalidad FM; Cobertura 143 a 149 MHz; 10 memorias; explorador de banda y memorias. Muy compacto y con S-meter por diodos luminicentes.
- YAESU FT - 2302 3 y 25 W; 10 memorias permanentes; dos osciladores variables; canal prioritario; cobertura 144 a 148 MHz; controlado por mi-

- croprocesador. Muy reducido de dimensiones y peso.
- KENWOOD TS - 780. Cobertura 144 a 148 y 430 a 440 MHZ es por tanto de UHF y VHF; modalidades CW, FM y SSB; potencia de salida 1 y 10 W; 10 canales memorizables; explorador de memoria y banda; alimentación 220 VCA y 12 Vcc. Por sus dimensiones y por disponer de fuente de alimentación incorporada puede considerarse un equipo de base.
 - MULTI FDK 700. Transceptor de 144 a 148 MHZ; saltos de 5 en 5 KHZ; - una memoria; potencia regulable hasta 25 W; alimentación a 12 Vcc; modalidad sólo FM; costo reducido.
 - MULTI FDK 750. Transceptor de 144 a 148 MHZ; potencia de 1 y 10 W, modalidades CW - SSB - FM; módulo opcional para 432 MHZ.
 - STANDARD C 8.800. Cobertura 144 a 148 MHZ; modalidad FM; potencia 10 W; explorador; memorias; incorpora microprocesador y preamplificador de recepción.
 - YAESU FT - 290 R. Tamaño muy reducido, utilizable como Walkie - Talkie o como estación móvil con amplificador lineal y fuente de alimentación opcional; dial por cuarzo líquido; cobertura de 144 a 148 MHZ; potencia 2.5 y 0.5 W; modalidades FM - CW - SSB; control con microprocesador; 10 memorias permanentes y dos osciladores variables.

EQUIPOS WALKIE - TALKIE :

Son equipos ultraportátiles, que incorporan batería de níquel - cadmio y han llegado a cierta complejidad a pesar de su reducido tamaño y pe

so.

- AOR 240. Walkie - Talkie de 2 vatios, Cobertura de 144 a 148 MHz en saltos de 5 KHz; modalidad FM; dial por ruedas numéricas, gran autonomía y sensibilidad.
- AOR 245. Igual que el anterior pero con una salida de 5 W.
- YAESU 207. Visualizador digital con diodos luminiscentes; programación de frecuencias por teclado; 2 W de salida; el modelo YAESU 208 dispone de dial de cristal líquido; gran duración de las baterías.
- ICOM IC - 2E. Cobertura 141 a 150 MHz; potencia de 0.2 y 2 W, modalidad FM; dial por ruedas numéricas; saltos de 5 KHz; muy compacto.
- KENWOOD TR 2.400. Para FM; cobertura 144 a 148 MHz, 10 memorias, potencia 1.5 W; dial por Cristal líquido, explorador de memorias, el modelo TR 2500 es una versión mejorada, ya que dispone de explorador de memorias y de banda; batería recargable separable.

**GUIAS
EXPERIMENTALES**

CARACTERISTICAS OMNIDIRECCIONALES
DEL PATRON DE RADIACION Y CAPTACION
DE UNA ANTENA

OBJETIVOS:

- A. Calcular las dimensiones físicas de una antena de $1/4$ de longitud de onda para la banda de los 2 metros.
- B. Determinar el porcentaje mínimo de relación de ondas estacionarias (ROE), bajo el cual puede operar el sistema tranceptor - línea - Antena.
- C. Determinar las características del patrón de radiación que posee la antena.
- D. Determinar los puntos donde la antena posee sus máximos y mínimos de corriente y sus máximos y mínimos de tensión.
- E. Examinar el tipo de polarización de la antena.

CONCEPTOS BASICOS:

1. Ondas estacionarias: Patrón de interferencia generado en el sistema, debido a desacople entre la línea de transmisión y la antena o provocados por esta última al no estar resonando a la frecuencia de trabajo.
2. ROE ó SWR: Abreviaturas en español e inglés respectivamente que sig-

nifican relación de ondas estacionarias

3. Polarización: Dirección de la componente del campo eléctrico de la onda electromagnética generada, con respecto a la Superficie terrestre.
4. Resonancia: Condición existente en un circuito en el que la reactancia inductiva contrarresta la reactancia capacitiva.

MATERIALES Y EQUIPO:

- Transmisor de la banda de los 2 metros
- Medidor de relación de ondas estacionarias
- Detector de radiación
- Probador del voltaje y corriente
- Cable Coaxial RG-8 de 5 mts. (Con conectores PL-259)
- Cable Coaxial RG-8 de 1 mt. (Con conectores PL-259)
- Antena Ground-plane con todas sus partes y accesorios
- Conector convertidor de PL a B.N.C.
- Abrazadera tipo U para fijar la antena
- Mastil para instalar la antena.

PROCEDIMIENTO:

OBJETIVO A.

Calcular las dimensiones físicas de una antena de $1/4$ de longitud de onda para la banda de los 2 metros.

- 1.a. Considere como límite inferior de la banda 144 MHZ y límite Superior 148 MHZ.
- b. Determinar la frecuencia central de la banda.
- c. Haciendo uso de las fórmulas matemáticas vistas en clase, encuentre la medida que debería tener una antena para que resuene a $1/4$ de la longitud de Onda de la frecuencia central encontrada para esta banda.

OBJETIVO B.

Determinar el porcentaje mínimo de relación de Ondas estacionarias (ROE), bajo el cual puede operar el sistema transceptor-línea de Transmisión - Antena.

- 2.a. Establezca, las condiciones mínimas de trabajo.
 - i) Arme la antena Ground-plane parte, por parte, garantizando que las dimensiones sean las correctas y que tanto los conectores como las partes móviles, ofrezcan un buen contacto.
 - ii) Instale la antena en el mástil aproximadamente a 1.60 mt. de altura.
 - iii) Establezca las condiciones del sistema como se aprecian en la figura 1.
- b. Ponga el medidor de ROE en medida de potencia directa, emita una señal continua con el transmisor y anote el valor de lectura obtenida.

nido. Luego ponga el medidor en medida de potencia reflejada y anote el resultado.

Repita éste procedimiento para diferentes valores de frecuencia seleccionados en el transmisor y cerciórese de que sean rangos que pertenezcan a la banda de los 2 metros. (Saltos de 1 MHz).

c. i) Construya una tabla en donde en la primera columna anote el valor de frecuencia de trabajo, en la siguiente columna la potencia medida en directa, luego otra columna conteniendo la potencia reflejada y por último incluya una columna para anotar el valor de la ROE presente en el sistema para los diversos valores de frecuencia seleccionados.

ii) Haga uso de la siguiente fórmula y determine para cada caso el valor resultante de ROE.

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{\text{Potencia Reflejada}}{\text{Potencia Directa}}}}{1 - \sqrt{\frac{\text{Potencia Reflejada}}{\text{Potencia Directa}}}}$$

iii) Refierase a la Tabla N° 1 y determine en base a los resultados previos, el porcentaje de pérdida existente en el sistema debido a ondas estacionarias.

Varie la longitud de los elementos de la antena y determine que efectos tiene en la eficiencia de esta, cual es ahora el porcentaje de pérdidas y cuál es la explicación teorica de este efecto resultante.

OBJETIVO C.

Determinar las características del patrón de radiación que posee la antena.

- 3.a. Instale el sistema Tranceptor-línea de Transmisión-Antena, tal como se muestra en la figura N° 1.
- b. Emita una señal continua con el transmisor y ubique el equipo de detector de radiación en las vecindades de la antena, considere los patrones de radiación más comunes que poseen las Antenas y haga un Diagrama pictórico aproximado de el patrón de la antena con la cual está haciendo sus prácticas, haciendo mención de las características que a su criterio éste posee.
- c. Apague el detector de radiación y el transmisor.

OBJETIVO D.

Determinar los puntos donde la antena posee sus máximos y mínimos de corriente y sus máximos y mínimos de tensión.

- 4.a. Establezca las condiciones iniciales como en el objetivo Anterior.
- b. Emita una señal continua con el transmisor por lapsos de tiempo no muy prolongados (5 a 10 seg. máximo), para evitar, que las baterías se descarguen rápido. Active el provador de corriente y voltaje y, en los momentos en los que emite señal con el transmisor aproxime el provador a la superficie, de los elementos de la antena y desplacelo a lo largo de estos.

Las columnas de Leds de el detector, le indicarán de acuerdo a Su nivel de encendido, en que puntos existen máximos de corriente a voltaje y viceversa; comprobando de esta manera lo dicho en teoría sobre las características eléctricas de estas antenas.

c. Saque sus propias conclusiones de lo observado.

OBJETIVO E.

Examinar el Tipo de polarización de la Antena.

5.a. Mantenga las condiciones del Objetivo Anterior.

b. Lea brevemente en su material de teoría de antenas en que consiste la característica de polarización y proceda a la práctica.

c. Nuevamente emita señal con el transmisor y haciendo uso de el detector de radiación proceda como sigue:

i) Ubique el dipolo del detector en las cercanías de la antena estando este en posición horizontal, observe la lampara del detector; ésta deberá permanecer apagada.

ii) Invierta la posición del dipolo del detector y estando este en posición vertical, observe el comportamiento de la lampara.

iii) A partir de lo observado analice la teoría de polarización en particular de esta antena, y en combinación con lo observado en la práctica anote sus conclusiones.

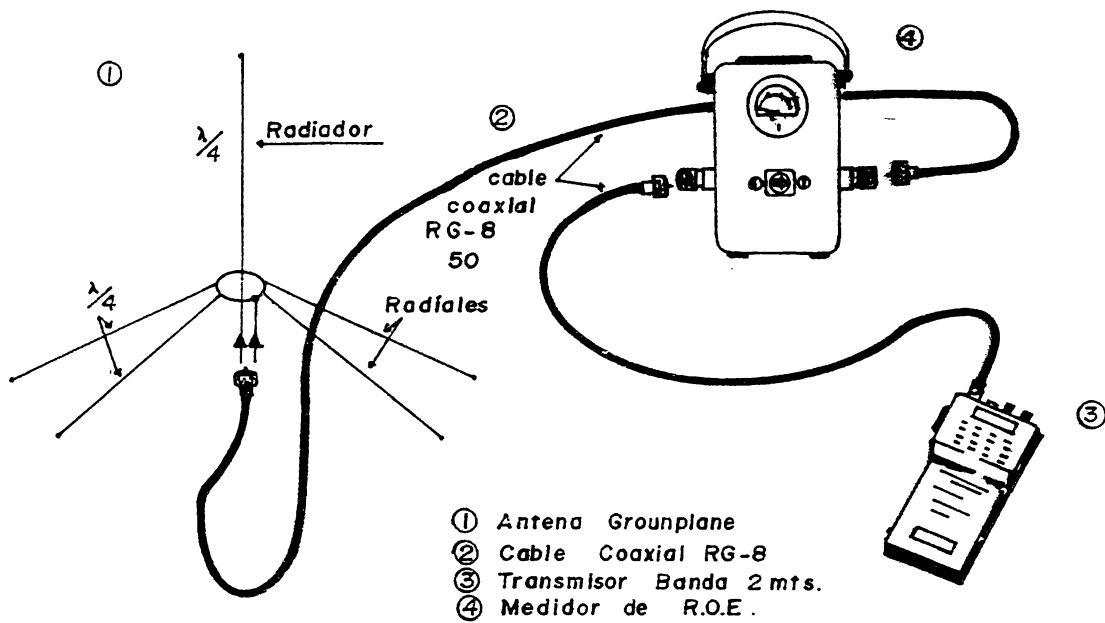


FIGURA N.º 1

COMPARACION ENTRE LA R.O.E CON LA POTENCIA REFLEJADA DESDE LA ANTENA

R.O.E.	% DE POTENCIA REFLEJADA
1 : 1	0.00 %
1.1 : 1	0.22 %
1.2 : 1	0.82 %
1.5 : 1	4.00 %
2 : 1	11.40 %
2.5 : 1	18.00 %
3 : 1	25.00 %

CARACTERISTICAS UNIDIRECCIONALES
DEL PATRON DE RADIACION Y CAPTACION
DE UNA ANTENA

OBJETIVOS:

- A. Calcular las dimensiones físicas de un dipolo plegado ($\lambda/2$), para la banda de los 2 metros.
- B. Determinar en forma matemática y en base al resultado obtenido en el objetivo A, que longitudes tendrían; un elemento reflector y 3 elementos directores para ese dipolo.
- C. Determinar las características del patrón de radiación que posee la antena.
- D. Comprobar de manera práctica los puntos donde la antena posee sus máximos y mínimos de corriente y sus máximos y mínimos de tensión.
- E. Examinar el tipo de polarización de la antena.

CONCEPTOS BASICOS:

1. RED DIRECTIVA DE ANTENA: Arreglo de varios elementos que funcionan en conjunto para proporcionar un patrón de radiación o captación en una sola dirección y con la intensidad requerida.
2. REFLECTOR: Elemento pasivo cuya función primordial es la de reflejar o rebotar la radiación hacia el otro lado del dipolo, ya que invierte

la dirección de ésta.

3. DIRECTOR: Elemento que tiene por finalidad captar parte de la señal proveniente del dipolo, volviendola, a irradiar con una fase que refuerza el campo generado por el dipolo.
4. ELEMENTO PARASITO: Elemento de antena que sirve como parte de una antena direccional pero que no tiene conexión directa al receptor o transmisor. También se denomina elemento pasivo.

MATERIALES Y EQUIPO:

- Transmisor de la banda de los 2 metros
- Medidor de relación de Ondas estacionarias
- Detector de radiación
- Probador de voltaje y corriente
- Cable Coaxial RG-8 de 5 mts. de longitud (Con conectores PL-259)
- Cable Coaxial RG-8 de 1 mt. de longitud (Con conectores PL-259)
- Acoplador de impedancias (Balun)
- Antena YAGI con todas sus partes
- Conector convertidor de PL a B.N.C.
- Abrazadera tipo U, para fijar la antena
- Mástil para instalar la antena.

PROCEDIMIENTO:

OBJETIVO A.

Calcular las dimensiones físicas de un dipolo plegado ($\lambda/2$), para

la banda de los 2 metros.

1.a. Considere los límites inferior y superior de la banda de los 2 metros para radioaficionados como sigue. Límite inferior 144 MHz. Límite superior 148 MHz.

b. Haga uso de las siguientes fórmulas para sus cálculos:

$$\lambda = \frac{V}{f_c} ; f_c = \frac{Lin+Lsup}{2} , Le = \frac{L}{2} , Lr = Le \times K, b = \frac{9.7}{f_c} ,$$

$$a = \frac{5}{f_c}$$

λ : Longitud de Onda en metros

V : Velocidad de La luz en el vacío

Fc : Frecuencia central de la banda

Lin : Límite inferior de banda

Lsup : Límite superior de banda

Le : Longitud eléctrica del dipolo

Lr : Longitud real que tendrá el dipolo

K : Factor de Acortamiento

b : Separación interna de las varillas

a : Separación entre los terminales de alimentación

OBJETIVO B.

Determinar en forma matemática y en base al resultado obtenido en el objetivo A, que longitudes tendrían; un elemento reflector y 3 elementos directores para ese dipolo.

2.a. Normalmente se considera el reflector un 5% más largo que el dipolo y los directores un 5% menos, el primero con respecto a la longitud del dipolo y los siguientes con respecto al que les antecede. Para tal fin realice los siguientes cálculos.

Reflector = Dipolo + 5% de su Long.

1º Director = Dipolo - 5% de su long.

2º Director = 1º Director - 5% de su long.

3º Director = 2º Director - 5% de su long.

b. Haga una figura indicando en ella las medidas para cada elemento y refierase al capítulo 3 del documento en la sección de la antena YAGI y compare sus resultados.

OBJETIVO C.

Determinar las características del patrón de radiación que posee la antena.

3.a. Instale el sistema Transeptor-Línea de Transmisión-Antena tal como se muestra en la figura N° 1.

b. Ajuste el sistema a su mínimo porcentaje de relación de Ondas estacionarias, para ello auxilie del medidor de ROE y despongalo como se aprecia en la fig. N° 1, hecho esto. Emita una señal continua con el Transmisor (5 a 10 segs. máximo), y ubique el equipo detector de radiación en las vecindades de la Antena. Considere los patrones de radiación más comunes que poseen las antenas y haga un

diagrama pirctórico aproximado de el patrón que posee la antena con la cual están haciendo sus prácticas a la vez mencione las características que a su criterio este posee.

c. Apague el detector de radiación y el transmisor.

OBJETIVO D.

Comprobar de manera práctica los puntos donde la antena posee sus máximos y mínimos de corriente y sus máximos y mínimos de tensión.

4.a. Establezca las condiciones iniciales como en el objetivo Anterior.

b. Emita una señal continua con el transmisor por lapsos de tiempo no muy prolongados (5 a 10 segs. máximo), para evitar con esto que las baterías se descarguen rápido. Active el provador de corriente y voltaje y, en los momentos en los que permanezca emitiendo señal con el Transmisor aproxime el provador a la superficie de los elementos de la antena y desplacelo a lo largo de éstos.

Las columnas de Diodos LEDS del detector le indicarán de acuerdo a su nivel de encendido, en que puntos existen máximos de corriente o voltaje y viceversa; comprobando de esta manera lo dicho en teoría sobre las características eléctricas de estas antenas.

c. Saque sus propias conclusiones sobre la práctica realizada.

OBJETIVO E.

Examinar el tipo de polarización de la Antena.

5.a. Mantenga las condiciones del Objetivo Anterior.

b. Lea brevemente en su material de teoría de antenas, en que consiste la característica de polarización y proceda a la práctica.

c. Nuevamente emita señal con el transmisor y haciendo uso de el detector de radiación proceda como sigue.

i) Ubique la antena YAGI horizontalmente con respecto a tierra y el dipolo del detector posicione lo verticalmente en las cercanías de la antena, observe la lámpara del detector; ésta deberá permanecer apagada.

ii) Invierta la posición del dipolo del detector y estando este en posición horizontal, observe el comportamiento de la lámpara.

iii) Posicione ahora la antena, YAGI verticalmente con respecto a tierra y repita el procedimiento anterior.

iv) A partir de lo observado analice la teoría de polarización en particular de esta antena y en combinación con lo observado en la práctica anote sus conclusiones.

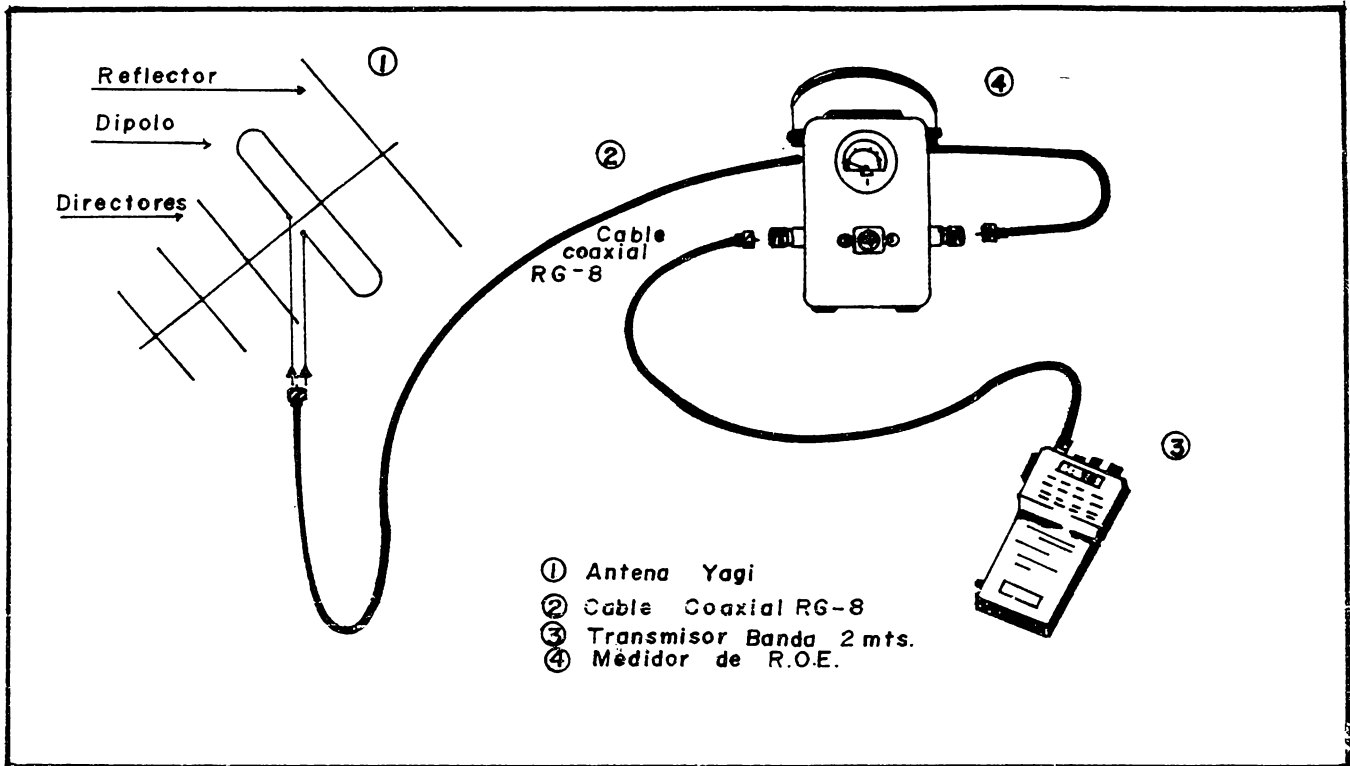


FIGURA N.º 1