



## MANUAL DE RADIOAFICIONADOS CATEGORIA GENERAL

### ¿Qué es la radioafición?

¿Qué significa la Radioafición? ¿Qué significa ser radioaficionado? ¿Qué imágenes se dibujan en tu mente cuando oyes estas palabras? ¿Piensas en el código Morse, en la experimentación con equipos de radio, o en las noticias sobre radioaficionados que envían mensajes tras algún desastre natural como los terremotos? Bien, en principio los radioaficionados se ocupan de todas estas cosas por simple afición.

Su denominación reglamentaria oficial es la de Servicio de Aficionados, cuya definición por la UIT desde hace varios años es la siguiente:

***"Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuados por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotecnía con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro".***

Comunicación y experimentación: estas son las finalidades de la radioafición y las motivaciones por las que gentes de todos los niveles sociales se hacen radioaficionados. Jóvenes y mayores, juntos disfrutan de la emoción de encontrar e intercambiar ideas con personas de todo el mundo. Es casi imposible describir en palabras, la excitación que supone la construcción de un equipo o la consecución de un nuevo circuito y luego conseguir que se comporte como debe para incorporarlo como un perfeccionamiento más a la estación.

Toda estación de radioaficionado dispone de un distintivo o indicativo de llamada con el que se identifica. Los prefijos de estos indicativos han sido atribuidos a nivel mundial por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Por ejemplo, los indicativos de llamada cuyas primeras letras son AA, AL, K, N o W pertenecen a Estados Unidos de América, así como los indicativos KP4, identifican a la isla de Puerto Rico, y los prefijos YV describen a nuestros colegas de Venezuela

En nuestro país, los prefijos son HI, que significa Hispaniola los cuales son seguidas de un numeral, del 0 al 9 según la zona geográfica según lo explica el Art. 13.1 del Reglamento Para Servicio de Radioaficionados.

## El porqué de la radioafición

En el caso de la radioafición, la UIT ha reconocido la inestimable contribución de los radioaficionados en momentos de emergencia o desastres. En la CARM que tuvo lugar en el año 1979 el servicio de radioaficionado obtuvo la adjudicación de varias nuevas bandas de frecuencia.

La UIT procede a la asignación internacional de las bandas de frecuencia con carácter general y, posteriormente, cada gobierno en particular decide la mejor forma de distribuir y particularizar los servicios bajo su jurisdicción en las bandas de frecuencia asignadas por la UIT.

Para la concesión de la autorización que permita emitir señales de radio es preciso cumplir ciertos requisitos establecidos por cada Administración en particular. La legislación internacional (*Radio Regulations*) establece que «Cada Administración deberá tomar las medidas pertinentes que juzgue necesarias para comprobar la preparación técnica y operativo de las personas que aspiren a operar los aparatos de una estación de radioaficionado». A nivel mundial este precepto toma la forma de un examen que abarca las materias relacionadas con la legislación, la teoría fundamental de la radio, las prácticas operativas y también, en muchos casos, el conocimiento del código Morse. Este manual tiene, entre otros, el propósito de preparar para la superación del examen que permite obtener la primera Inscripción en el Registro Especial de Radioaficionados. Este examen también toma parte del Reglamento para el Servicio de Radioaficionados.

## Código del radioaficionado

### El radioaficionado:

- **Considerado** ... y nunca opera su estación de modo que pueda molestar a los demás.
- **Leal** ... y siempre está dispuesto a ofrecer su lealtad, su ánimo y su ayuda a los colegas que lo necesiten, a los radioclubes locales y a la Asociación Nacional miembro de la Internacional Amateur Radio Unión (IARU) que le representa ante su propia Administración y ante los organismos internacionales.
- **Progresista** ... procurando mantenerse al día de los avances tecnológicos con una estación moderna y eficiente que se esfuerza en manejar impecablemente.
- **Amigo de todos** ... y opera despacio y con paciencia cuando es necesario; aconseja y apoya al principiante y siempre presta su

asistencia, cooperación y consideración a los intereses de los demás. Este es el estilo del verdadero radioaficionado.

- **Disciplinado** ... la radio es su diversión favorita y jamás permite que le distraiga de sus deberes familiares, laborales, escolares o sociales.
- **Patriótico** ... su estación y sus conocimientos siempre están listos para servir a su patria y a la comunidad que le rodea.

## **LA CORRIENTE ELECTRICA**

Básicamente la corriente eléctrica es el movimiento de electrones en un medio conductor, resistivo o semiconductor.

### **LA CORRIENTE DIRECTA**

La corriente directa (D.C.) o corriente continua (C.C.) como su nombre lo indica es un flujo continuo de electrones es decir se mantiene constante durante todo el tiempo que este aplicado, ejemplo de elementos que proporcionen corriente directa están las pilas o las baterías.

Las pilas y las baterías mantienen en sus bornes un diferencia de potencial (voltaje) continuo.

### **LA CORRIENTE ALTERNA**

La corriente alterna (A.C.) como su nombre lo indica es un flujo de electrones "alterno", es decir varía a través del tiempo pasando de un mínimo a un máximo varias veces dentro de un tiempo determinado (frecuencia).

Este paso de la corriente de un mínimo a un máximo se denomina ciclo, y la cantidad de ciclos en un tiempo determinado se denomina frecuencia, la frecuencia se la mide en "Hertzios".

Por ejemplo la corriente alterna en el hogar de 120 o 220 voltios varía de un mínimo a un máximo 50 o 60 veces en un segundo, es decir tiene una "frecuencia" de 50 o 60 ciclos por segundo (hertzios).

## **EL VOLTAJE**

Para que circule una corriente (flujo de electrones) por un circuito es necesario proporcionar al mismo una fuerza electromotriz, tensión o voltaje a sus bornes.

Esta fuerza electromotriz o voltaje es el que obliga a los electrones a moverse por el circuito y su unidad de medida es el voltio (V).

Hay voltajes directos (los que proporciona una pila), y voltajes alternos (como los que proporciona la toma de A.C. de la casa); un voltaje alterno producirá una corriente alterna, un voltaje directo producirá una corriente directa.

A más voltaje (mayor tensión) habrá un mayor flujo de electrones y por lo tanto una mayor corriente (A), esta relación viene definida en la ley del Ohm.

## **LA CORRIENTE**

Como ya mencionamos anteriormente la corriente no es mas que el movimiento de los electrones, a mayor cantidad de electrones moviéndose habrá una mayor corriente. La unidad básica de medida de la corriente es el Amperio (A).

## **LA RESISTENCIA**

La resistencia es la oposición que pone un medio al movimiento de los electrones (o corriente), a mayor resistencia en un circuito circulará una menor corriente en el mismo.

La unidad de medida de la resistencia es el OHM.

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán George Ohm. Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito.

Esta ley suele expresarse mediante la fórmula:

$$I = V/R$$

Siendo:

**I** la intensidad de corriente en amperios,

**V** la fuerza electromotriz en voltios y

**R** la resistencia en  $\Omega$  ohmios.

La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

## **CIRCUITOS SERIE-PARALELO**

Un circuito en serie es aquél en que los dispositivos o elementos del circuito están dispuestos de tal manera que la totalidad de la corriente pasa a través de cada elemento sin división ni derivación en circuitos paralelos.

Cuando en un circuito hay dos o más resistencias en serie, la resistencia total se calcula sumando los valores de dichas resistencias. Si las resistencias están en paralelo, el valor total de la resistencia del circuito se obtiene mediante la fórmula.

En un circuito en paralelo los dispositivos eléctricos, por ejemplo las lámparas incandescentes o las celdas de una batería, están dispuestos de manera que todos los polos, electrodos y terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela. El valor de dos resistencias iguales en paralelo es igual a la mitad del valor de las resistencias componentes y, en cada caso, el valor de las resistencias en paralelo es menor que el valor de la más pequeña de cada una de las resistencias implicadas. En los circuitos de CA, o circuitos de corrientes variables, deben considerarse otros componentes del circuito además de la resistencia como son las reactancias capacitivas e inductivas.

## **CIRCUITOS DERIVADOS**

Hasta este momento se ha visto que la corriente procedente de uno de los polos de un generador circulaba por un conductor en el que estaban intercalados elementos de consumo: resistencias, lamparitas, motores, etc., para regresar al otro polo del generador cerrándose así lo que se conoce como circuito serie. Ocasionalmente se ha explicado la existencia de diferentes caminos para la corriente a partir de un mismo generador, tal es el caso de los shunts o resistencias puestas en paralelo con los amperímetros. Estos circuitos que admiten varios caminos para la corriente eléctrica son los circuitos derivados.

La aparición de los circuitos derivados ha supuesto introducir los conceptos de red, rama, nudo y malla, términos relacionados con las explicaciones y estudio de este tipo de circuitos.

**El significado de estos conceptos, es el siguiente:**

**Red.-** Recibe esta denominación cualquier circuito eléctrico o electrónico puesto que es la combinación de generadores y de elementos eléctricos o electrónicos interconectados entre sí mediante conductores de hilo o de circuito impreso.

**Rama.-** También se la conoce como brazo de la red y está formada por un número determinado de elementos en serie.

**Nudo:** Constituye cualquiera de los puntos de unión en una red, aquellos en los que convergen dos o más ramas.

**Malla:** Es la ramificación o ramificaciones que dan lugar a un paso continuo en la red.

Con respecto a este último concepto hay que prestar atención a la figura anterior, ya que en ella se observa claramente la existencia de tres mallas o posibles recorridos para la corriente procedente del generador E. Estos tres caminos son, partir del polo positivo, llegar al punto A atravesando R1 y, desde allí, pasar por R2 y R3 hasta llegar al punto B y cerrar el circuito llegando al polo negativo, o efectuar el recorrido entre A y B por R4, que es la segunda posibilidad y, finalmente, la tercera sería pasar por R5 y R6.

Es fácil observar que la diferencia entre las tres mallas estriba solamente en la triple posibilidad marcada por las tres ramas que conectan los dos nudos.

## **LEYES DE KIRCHHOFF**

En el cálculo de circuitos de corriente continua, junto a la ley de Ohm es imprescindible conocer las leyes de Kirchhoff, leyes que hacen referencia a los nudos y a las mallas puesto que nos permiten relacionar entre sí las dos magnitudes variables que intervienen en la práctica, la intensidad y la tensión, teniendo como magnitud constante la o las resistencias dispuestas en diferentes puntos del circuito.

### **Primera ley de Kirchhoff**

De acuerdo con la convención adoptada universalmente, considerando que la corriente eléctrica arranca del polo positivo y después de distribuirse por todo el circuito regresa íntegra al polo negativo, basta seguir el recorrido de la misma para observar que toda la corriente que llega a un nudo debe salir del mismo.

Fijemos nuestra atención en el detalle de los dos nudos A y B de la red vista anteriormente. Si se asigna el signo positivo a las corrientes que "entran" y el signo negativo a las corrientes que "salen" de un nudo se dispondrá de una referencia al camino seguido por las diferentes corrientes.

La corriente que sale del polo positivo y que es referenciada como I, llega al nudo A y se reparte entre las tres ramas dando lugar a tres intensidades, I1, I2 e I3, de tal manera que éstas se agrupan seguidamente en el nudo B dando como resultado la intensidad I que retorna al generador.

Con arreglo a estas explicaciones, en el nudo A la corriente I será positiva, mientras que les correspondería signo negativo a las corrientes I1, I2 e I3. Sin embargo, en el nudo B sucedería todo lo contrario, I1, I2 e I3 son de signo positivo porque entran en él, mientras que la única corriente que sale es precisamente I a la que correspondería un valor negativo. Esto que podría parecer un contrasentido a simple vista no es así sino que mantiene las condiciones generales de que la corriente va de positivo a negativo.

A partir de todas estas premisas es fácil comprender el enunciado de la primera ley de Kirchhoff:

"La suma de las corrientes que llegan a un nudo es igual a la de las corrientes que parten del mismo".

Si además se tiene en cuenta la convención de los signos puede escribirse esta ley diciendo que:

En todo nudo la suma algebraica de las intensidades es nula

La expresión algebraica sería:

$$\Sigma I = 0$$

(El signo "sigma mayúscula" se lee sumatorio o suma de...)

La suma algebraica de las intensidades, es decir, el resultado de sumar todas ellas de acuerdo con el signo que les acompaña, es igual a cero, lo que se interpreta como que en un nudo no puede almacenarse corriente y toda la que entra sale del mismo.

### **Segunda ley de Kirchhoff**

También se la conoce como la ley de las mallas que dice lo siguiente:

"La suma algebraica de las fuerzas electromotrices es igual a la suma algebraica de los productos de la resistencia de cada parte en que se puede descomponer el circuito por la corriente que circula por la malla".

Esta ley viene a contemplar el reparto de tensiones en un circuito, descomponiéndolo en las diferentes caídas parciales.

Al estudiar las caídas de tensión en un circuito serie se comprobó que la suma de las tensiones en bornes de cada elemento de consumo debía ser igual a la proporcionada por el generador.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Cada una de las tensiones  $V_1$ ,  $V_2$  Y  $V_3$  es el resultado de multiplicar la intensidad general por cada una de las resistencias.

La segunda ley de Kirchhoff generaliza estas explicaciones para aquellos circuitos serie o en las mallas de un circuito paralelo o en derivación en el que pueden existir uno o más generadores y diferentes elementos de consumo.

Todo circuito puede reducirse a un circuito elemental con un solo generador y un elemento de consumo, de manera que el comportamiento de ambos sea igual al comportamiento de todo el circuito completo.

El trabajo, mecánico o eléctrico, se mide en julios. Si se considera el trabajo realizado en la unidad de tiempo aparece la magnitud potencia.

En electricidad y electrónica la potencia se mide en vatios (W)

Un vatio es la potencia que realiza un trabajo de un julio en el tiempo de un segundo.

$$P=W/t$$

Las tres expresiones de la potencia vendrían determinadas según que la midamos utilizando respectivamente las unidades tensión y corriente, resistencia y corriente o bien tensión y resistencia. El origen de las mismas sería el que sigue:

$$P= V \times I$$

$$P= R \times I^2$$

$$P = V^2 / R$$

De las tres fórmulas, las más utilizadas son las dos primeras puesto que en las operaciones es más fácil realizar un producto que un cociente, además puede pasarse de una fórmula a otra con sólo efectuar las transformaciones de acuerdo con la ley de Ohm.

En los circuitos electrónicos la potencia de los mismos se expresa en vatios. Así, la potencia eléctrica de los generadores de corriente continua emplean el vatio como unidad aunque en el caso de las pilas o pequeños acumuladores la potencia vendría dada en un submúltiplo de esta unidad, el milivatio, como unidad más adecuada a las potencias que se manejan. Sin embargo, los grandes generadores, como pueden ser las grandes dinamos o la corriente

continúa después de grandes rectificaciones a partir de la corriente alterna emplean una unidad mayor, el kilovatio (kW).

$$1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$$

La potencia eléctrica se la mide con un "Vatímetro" y los hay para diferentes aplicaciones, tanto para circuitos eléctricos de potencia como para medir la potencia de salida de un radiotransmisor, en este caso miden la potencia de salida de radiofrecuencia.

### **Potencia de disipación**

Como uno de los datos específicos de las resistencias se había fijado la potencia de disipación, es decir, la facultad de que una determinada resistencia admita el paso de corriente a su través y sufría un calentamiento debido al roce entre electrones y átomos.

Ahora conocemos todas las magnitudes que intervienen para fijar la potencia de disipación, a saber, resistencia, intensidad y tensión, y además, se han visto las diferentes fórmulas que las relacionan entre sí.

Cuando se coloca una resistencia en un circuito no se la utiliza prácticamente como elemento calefactor sino que su misión es la de crear una diferencia de potencial en sus bornes, que contribuya al adecuado reparto de la tensión entre los diferentes componentes que integran los circuitos.

El resultado de multiplicar el valor óhmico de la resistencia (medido en ohmios) por el cuadrado de la intensidad (medida en amperios) o bien el producto de la tensión (en voltios), existente en bornes de la resistencia, por la intensidad (en amperios) que pasa por ella, da como resultado la potencia en vatios que se transforma en calor.

Por ejemplo, una resistencia de 10 k $\Omega$  por la que circula una intensidad de 20 mA tendría que disipar los siguientes vatios:

$$P = R \times I^2$$

La resistencia debe venir dada en ohmios y la intensidad en amperios.

$$10 \text{ k}\Omega = 10.000 \text{ ohmios}$$

$$20 \text{ mA} = 0,02 \text{ A}$$

Estamos en condiciones de obtener la potencia:

$$P = 10.000 \times (0,02)^2$$

$$P = 4 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta que 1 W proporciona 0,24 calorías por segundo en esta resistencia tendría lugar una producción de calor igual a:

$$0,24 \times 4 \text{ W} = 0,96 \text{ calorías por segundo}$$

El paso de la corriente por la resistencia origina un aumento progresivo de la temperatura y parte del calor es absorbido por la propia resistencia, mientras que el aumento de la temperatura es paulatino y provoca el paso del calor hacia las proximidades de la misma.

Es muy importante dotar a las resistencias del tamaño adecuado para el calor que disipan, por lo cual las encontramos de formas y dimensiones diferentes.

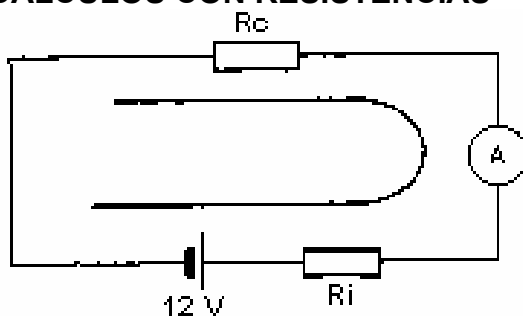
A partir de la potencia de disipación en vatios y del valor de la resistencia es posible averiguar la máxima intensidad que ésta admite.

Precisamente es frecuente encontrar resistencias quemadas cuando se trata de reparar algún equipo. En la mayoría de los casos esta avería se debe al mal estado de algún componente o al cruce entre diferentes secciones del circuito, lo que provoca un cortocircuito que da lugar a una excesiva corriente y con ella la destrucción de las resistencias.

### CÓDIGO DE COLORES EN RESISTENCIAS:

NEGRO	0	NARANJA	3	AZUL	6	BLANCO	9
MARRÓN	1	AMARILLO	4	VIOLETA	7	ORO	5%
ROJO	2	VERDE	5	GRIS	8	PLATA	10%

### CÁLCULOS CON RESISTENCIAS



### Cálculos con resistencia interna del generador

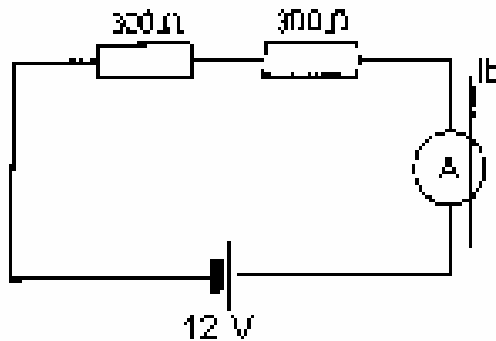
Sea  $R_c = 3 \Omega$  ;  $R_i = 1 \Omega$  por ley de Ohm :

$$I = \frac{E}{R_i + R_c} = \frac{12}{3 + 1} = \frac{12}{4} = 3 \text{ Amper}$$

la potencia generada en calor por la resistencia  $R_c$  será:

$$W_c = I^2 \times R_c = 3^2 \times 3 = 9 \times 3 = 27 \text{ Watts}$$

debe siempre tenerse presente que la resistencia interna de cualquier generador debe considerarse como una resistencia en serie con la carga aplicada a dicho generador.



### Cálculo de resistencias en serie

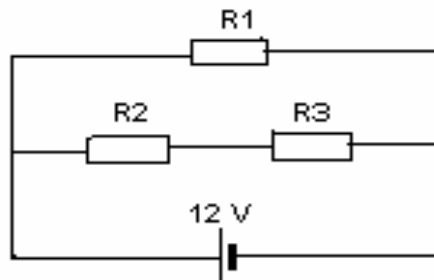
valor de  $R_1 = 320 \Omega$  ;  $R_2 = 300 \Omega$  por ley de ohm

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{320 + 300} = \frac{12}{620} = 0,0193 \text{ A} = 19,3 \text{ mA}$$

$$W = I^2 \times R_T = 0,0193^2 \times 620 = 0,232 \text{ W}$$

$$W = E \times I = 12 \times 0,0193 = 0,232 \text{ W}$$

Como se aprecia la potencia se puede obtener conociendo la tensión y la intensidad o bien conociendo la intensidad y la resistencia.



### **Cálculo de resistencias en paralelo**

Valor  $R_1 = 10 \Omega$  ;  $R_2 = 20 \Omega$  ;  $R_3 = 10 \Omega$  primero debemos calcular la red serie  $R_2 + R_3 = 20 + 10 = 30 \Omega$  y luego la red paralelo resultante  $R_T$

$$R_T = \frac{R_1 \times (R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)} = \frac{10 \times 30}{10 + 30} = \frac{300}{40} = 7,5\Omega$$

Como se ve la resistencia total resultante es menor que la menor de las resistencias individuales del circuito.

### **RELACIÓN DE POTENCIA O TENSIÓN**

El oído humano recibe impulsos de aire que denominamos sonidos y cuya frecuencia va desde 20 ciclos (sonidos graves) a 15.000 ciclos (sonidos agudos) pero los percibe en forma logarítmica o sea que a menor ciclaje se necesita mayor potencia para ser escuchado. Es por esta razón que la potencia sonora no se mide en vatios sino en DECIBELES. De la misma manera las señales de radio se miden en decibeles y como es una relación logarítmica, aumentando diez (10) veces la potencia generamos un aumento de solo diez (10) decibeles. Su abreviatura es - dB. - y debemos dejar claro que en radio como se trata de una relación debemos establecer un valor de referencia para 0 dB y este por convención es 100 microvolt.

A continuación se proporciona una tabla de ganancia en dB. para tensiones y potencias:

dB.	GANANCIA DE POTENCIA	GANANCIA DE TENSIÓN	dB.	GANANCIA DE POTENCIA	GANANCIA DE TENSIÓN
0	1	1	30	1.000	31,6
3	2	1,4	40	10.000	100
6	4	2	50	100.000	316
12	16	4	60	1.000.000	1.000
20	100	10			

El decibelio se define por las siguientes fórmulas:

$N$  (dB.) =  $10 \times \log (P_s / P_e)$  (las potencias en watt).

$N$  (dB.) =  $20 \times \log (E_s / E_e)$  (las tensiones en Volt).

$N$  (dB.) =  $20 \times \log (I_s / I_e)$  (las intensidades en amperes). los subíndices (s) es salida y (e) entrada.

### **MEDIDAS EN DECIBELES**

Se ha establecido una convención muy cómoda para la comparación de niveles de potencia eléctrica, o de niveles de señal en un circuito, o niveles de tensión, haciendo uso de los logaritmos vulgares o sea los de base 10. Este criterio de comparación es el decibelio (dB) y un circuito que tenga amplificación o que tenga atenuación se dice que tiene ganancia de  $q$  decibelios, siendo

$$q = 10 \log \left( \frac{\text{salida de potencia}}{\text{entrada de potencia}} \right)$$

y así por ejemplo si un amplificador tiene una salida de potencia de 100 Watt como resultado de una entrada de 1 Watt se dice que este amplificador gana 20 dB, puesto que :  $q = 10 \log 100/1 = 10 * 2 = 20 dB$  . Debemos aclarar que el logaritmo es sencillamente el exponente al que hay que elevar la base para obtener el número y en el caso descrito anteriormente el logaritmo de 100 es 2 (existen tablas) de ahí que los logaritmos de 1, 10, 100, 1000, etc. sean respectivamente 0, 1, 2, 3, etc. El Decibelio (dB) es una unidad de medida que expresa una relación ya sea de potencia, voltaje, sensación sonora, etc., y a menos que se conozca el valor de las variables (voltios, vatios, etc.) no será posible convertir un determinado número de decibelios en los valores de la otra variable, porque los **decibelios indican únicamente el factor de multiplicación o de división de la variable conocida**. Cuando dos voltajes o dos potencias sean iguales, su relación será de 1:1 y por tanto se expresa como 0 dB. Cuando se habla de potencias y la misma se duplica, la relación será 2:1 y la ganancia es de + 3,01 dB y cuando la potencia se reduzca a la mitad, la relación será 1:2 o sea 0,5 y habrá una pérdida de -3,01 dB. Si la potencia se vuelve a duplicar, la relación será 4:1 y la ganancia de + 6,02 dB. Por lo expuesto debe tenerse siempre presente que los números en decibelios NO son directamente proporcionales a las relaciones ya que la correspondencia es logarítmica. Cuando se expresen relaciones de voltajes en lugar de potencia, el número de dB **será doble** del expresado para potencias y así por ejemplo la duplicación de voltaje (relación 2:1) significa una ganancia de + 6,02 dB. Debe tenerse presente que cuando se trata de comparar ganancias de voltajes los mismos deben medirse a impedancias iguales en cambio cuando se comparan potencias no se tiene en cuenta las diferencias de impedancia.

### **dB<sub>i</sub>**

El dB<sub>i</sub> es el valor en decibeles de una antena con relación a un radiador isotrópico.

### **dB<sub>w</sub>**

El dB<sub>w</sub> es el valor en decibeles de una potencia radiada aparente con relación a un (1) watt.

### **dB<sub>m</sub>**

Convencionalmente se ha establecido el nivel dB<sub>m</sub> como relación entre dos magnitudes definidas para mediciones absolutas y es el valor en Decibelios referido a la potencia de un (1) milivatio. O sea que en éstas condiciones cero (0) decibelios equivale a un milivatio tomado sobre una carga de 600 Ω y en función de la tensión se tendría que 1 dB = 0,775 Volt.

## **INTRODUCCION A LA ELECTRONICA**

El comienzo de la electrónica viene desde 1895 cuando H.A.Lorentz postuló la existencia de cargas separadas, llamadas electrones. Dos años más tardes J.J Thompson encontró estos electrones experimentalmente. En el mismo año

(1897). Braun construyó lo que fue probablemente la primera válvula electrónica, esencialmente un tubo de rayos catódicos primitivo.

Esto no fue hasta los principios del siglo 20 que la electrónica comenzó a tomar forma tecnológica. En 1904 Flemming inventó el diodo, el cual llamó una válvula. Esto consistía en un alambre calentado el cual emitía electrones separados a una pequeña distancia desde una placa en vacío. Para un voltaje positivo aplicado a la placa, los electrones eran juntados, por el contrario para un potencial negativo la corriente fue reducida a cero. Esta válvula fue usada como un detector de señales inalámbricas. Dos años más tardes, Pickard trató un cristal de silicio con un bigote de gato (un alambre puntiagudo presionado dentro del silicio) como un detector. Este fue el primer diodo semiconductor. Este componente era muy desconfiable, fue abandonado pronto y la electrónica de los semiconductores en 1906 murió prematuramente.

El acontecimiento más importante en esta antigua historia de la electrónica tuvo lugar en el mismo año (1906) cuando De Forest puso un tercer electrodo (una malla) dentro del invento de Flemming, inventando así la válvula electrónica triodo, el cual llamó audión. Un pequeño cambio en el voltaje rejilla resultó un gran cambio en el voltaje placa. Por esto el, el audión fue el primer amplificador. Esto tomó alrededor de cinco años para perfeccionar el vacío en el audión y adicionar un cátodo revestido de óxido eficiente para obtener un dispositivo electrónico confiable. Comenzando así en 1911 la era de de la electrónica práctica.

La primera aplicación de la electrónica fue en la radio, y simultáneamente con el nacimiento de la electrónica, el IRE (Instituto de Ingenieros de la Radio) fue fundado en los Estados Unidos en 1912. Esto fue un gran tributo a la imaginación de los primeros ingenieros, que comprendieron inmediatamente la importancia de la radio y formaron esta organización en el mismo comienzo de las comunicaciones radiales. El Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos, la cual tomó cuidado del interés ingenieros eléctricos convencionales, había sido ya fundado en 1884. Ambas sociedades se combinaron en 1963 para sentar el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).

La primera estación de radiodifusión, KDKA, fue construida en 1920 por la Corporación Eléctrica Westinghouse en Pittsburgh, Pennsylvania. Alrededor de 1924, justamente cuatro cortos años después, había 500 estaciones de radio en los Estados Unidos. La historia de la radiodifusión (Ambas las comunicaciones de Radio y TV) pueden ser divididas en tres periodos fundamentales:

**De 1907 a 1927:** Los componentes disponibles eran simplemente diodos y triodos con cátodos tipo-filamento. Los circuitos que fueron inventados por la ingeniosidad de los ingenieros fueron los amplificadores en cascada, amplificadores regenerativos (Universidad de Armstrong en 1912), osciladores, heterodino (Universidad de

Armstrong 1917) y neutralización para prever oscilaciones indecisas en amplificadores.

**De 1927 a 1936:** El cátodo indirectamente calentado fue inventado por el diodo y el triodo. Dos electrodos adicionales - un cuarto y luego un quinto - fueron introducidos en el triodo para formar la válvula de rejilla-protectora y el pentodo, respectivamente. Además las válvulas amplificadoras de radiación y las válvulas de metal fueron introducidas durante este periodo. Con estos nuevos dispositivos, los ingenieros fueron capaces de inventar el receptor súper heterodino, control automático de ganancia (AGC), aislador-simple de sincronización, y la operación multibanda. La radio fue un negocio floreciente.

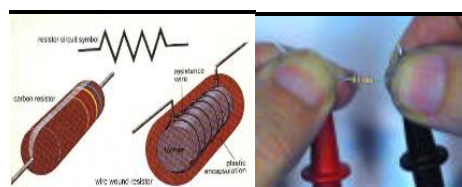
**De 1936 a 1960:** En este ultimo periodo los nuevos dispositivos eran electrodos estrechamente espaciados (para un alto producto ganancia-ancho de banda), tubos miniaturas de cristal, y, hacia el fin del periodo, tubos de televisión a color. La reconocida Universidad de Armstrong años después el primer receptor FM estaba disponible. La Electrónica de la televisión blanco y negro comienza alrededor de 1930, y el nombre más importante aquí es Zworyking de RCA. Diez años más tarde, la televisión al menos en los Estados Unidos, era un uso claro.

La televisión a color comercial comenzó alrededor de 1950, y muchas nuevas funciones tenían que ser efectuadas. Por esto, los circuitos de a continuación fueron inventados: limitador de FM, discriminador de FM, control de frecuencia automática (AFC), generador de ondas de forma de diente-cierra (definición linear para un tubo de TV), sincronización, multiplicador, y los circuitos de retroalimentación inversa (incluyendo amplificadores operacionales).

Los circuitos electrónicos constan de componentes electrónicos interconectados. Estos componentes se clasifican en dos categorías: activos o pasivos. Entre los pasivos se incluyen las resistencias, los reóstatos, los condensadores, los transformadores, y los inductores. Los considerados activos incluyen las baterías (o pilas), los generadores, los tubos de vacío y los transistores.

Hay una cantidad y diversidad enorme de estos componentes, así que solo mencionaremos los más utilizados e importantes para nosotros.

### Resistencias

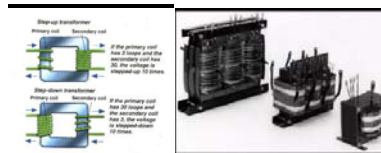


Resistencias, diagrama

Son elementos contruidos de materiales que se oponen al paso de la corriente eléctrica. Los hay de diversos tamaños y formas que dependen en que circuito se los va ha utilizar. Existen dos tipos fundamentales de resistores los fijos y los variables. Los resistores fijos son comúnmente de una composición de carbón, hilo bobinado o de película. Una corriente puede circular por un conductor solamente si hay una causa que empuje los electrones a moverse y ésta causa es la fuerza electromotriz. Pero la intensidad de la corriente que circula por el conductor está limitada por varios factores. Podemos comparar la intensidad de la corriente que fluye de una fuente de energía con el agua que sale de un tanque. La cantidad de agua depende de la altura del tanque (comparable a la tensión de la fuente) y al diámetro del caño y esto lo podemos comparar con la electricidad ya que un conductor muy fino opondrá una gran resistencia al paso de la corriente en cambio un conductor grueso casi no ofrecerá resistencia. De esto se desprende que la resistencia es LA OPOSICIÓN AL PASAJE DE UNA CORRIENTE. La unidad de resistencia es el OHM ( $\Omega$ ) y sus múltiplos el Kilohms y el Megohms y puede definirse como si conectando un conductor a una fuente de energía de 1 Volt por él circula una corriente de 1 Amper la resistencia de dicho conductor será de  $1\Omega$ . Toda resistencia genera calor y por tanto al dimensionar un circuito debemos tener en cuenta ese calor y determinar el tamaño físico de la resistencia que está en relación con los watt de disipación de calor.

## Transformadores

Componente basado en la disposición de dos bobinados acoplados magnéticamente. El uno es el primario y el otro el secundario. Para mejorar el acoplamiento, el espacio vacío entre los dos bobinados es reemplazado por un núcleo ferromagnético de chapas o ferrita según la frecuencia de funcionamiento.



Transformadores y detalles

Estamos acostumbrados a citar los transformadores como integrantes de los circuitos de alimentación de equipos electrónicos y también al hablar de la producción de energía eléctrica.

En las centrales se emplean los transformadores para elevar la tensión y mejorar las condiciones de transporte de energía, para después reducir esta alta tensión a niveles adecuados para el consumo doméstico o comercial.

Otra de sus múltiples aplicaciones es como transformadores de antena, de frecuencia intermedia, de osciladores, etc.

Es una forma idónea para acoplar impedancias de los circuitos amplificadores de radiofrecuencia o audiofrecuencia.

## Diodos

Son elementos semiconductores que permiten la conducción de corriente en un sentido, y lo impiden en el opuesto. Son utilizados para la rectificación de la corriente, para detectores, etc.

### Diodo Zener

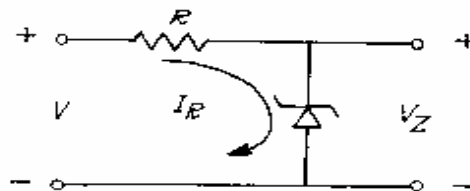


FIGURA 11-1

El diodo genéricamente denominado Zener puede trabajar en base a dos principios totalmente diferentes como lo son el efecto túnel y el efecto avalancha pero que para nuestro uso tanto las curvas de tensión e intensidad no difieren. El diodo Zener tiene diversas aplicaciones, pero fundamentalmente se lo utiliza para estabilizar tensiones. El circuito esquematizado en la figura 11-1 estabiliza una tensión igual a  $V_Z$  ya que la tensión  $V$  del generador puede variar dentro de ciertos límites, mientras que la tensión de salida  $V_Z$  permanece constante. La corriente  $I_R$  ha de variar provocando una caída de tensión sobre  $R$  que compensa las variaciones de  $V$ .

### Fotodiodos

El fotodiodo es hoy utilizado en numerosos equipos de comunicaciones con el fin de variar la intensidad de luz del display de acuerdo a la luz ambiente. El sistema consiste en que en el fotodiodo se aprovecha el efecto por el cual una juntura N-P polarizada en sentido inverso permite una circulación de corriente cuya magnitud depende del flujo luminoso incidente y su construcción se realiza encapsulando el fotodiodo en un recipiente con una única cara transparente y sus dimensiones son de apenas algunos milímetros. Existen además fotodiodo conversores de energía solar comúnmente llamados "celdas solares" o "células fotovoltaicas" y con cada una de ellas pueden obtenerse potencias del orden de los 100 milivatios, cuando están iluminadas con luz solar plena ya que generan 0,6 voltios en circuito abierto.

### Diodos Varactores o Varicap

Es en la práctica un condensador variable con la tensión y está constituido generalmente por una unión de silicio que tiene una concentración de impureza

especial para aumentar la variación de capacidad y minimizar la resistencia serie. Se los utiliza para sintonizar eléctricamente los circuitos resonantes y proporcionan una capacidad de alto Q en función de la tensión de radiofrecuencia.

También se los utiliza como multiplicadores de frecuencia (llamados en éste caso multiplicador paramétrico) ya que no requieren potencia de C.C. de entrada.

### **Tubos de vacío**

Un tubo de vacío consiste en una cápsula de vidrio de la que se ha extraído el aire, y que lleva en su interior varios electrodos metálicos. Un tubo sencillo de dos elementos (diodo) está formado por un cátodo y un ánodo, este último conectado al terminal positivo de una fuente de alimentación. El cátodo (un pequeño tubo metálico que se calienta mediante un filamento) libera electrones que migran hacia él (un cilindro metálico en torno al cátodo, también llamado placa). Si se aplica una tensión alterna al ánodo, los electrones sólo fluirán hacia el ánodo durante el semiciclo positivo; durante el ciclo negativo de la tensión alterna, el ánodo repele los electrones, impidiendo que cualquier corriente pase a través del tubo. Los diodos conectados de tal manera que sólo permiten los semiciclos positivos de una corriente alterna (c.a.) se denominan tubos rectificadores y se emplean en la conversión de corriente alterna a corriente continua (c.c.).

Al insertar una rejilla, formada por un hilo metálico en espiral, entre el cátodo y el ánodo, y aplicando una tensión negativa a dicha rejilla, es posible controlar el flujo de electrones. Si la rejilla es negativa, los repele y sólo una pequeña fracción de los electrones emitidos por el cátodo puede llegar al ánodo. Este tipo de tubo, denominado triodo, se puede utilizar como amplificador. Las pequeñas variaciones de la tensión que se producen en la rejilla, como las generadas por una señal de radio o de sonido, pueden provocar grandes variaciones en el flujo de electrones desde el cátodo hacia el ánodo y, en consecuencia, en el sistema de circuitos conectado al ánodo.

### **Transistores**

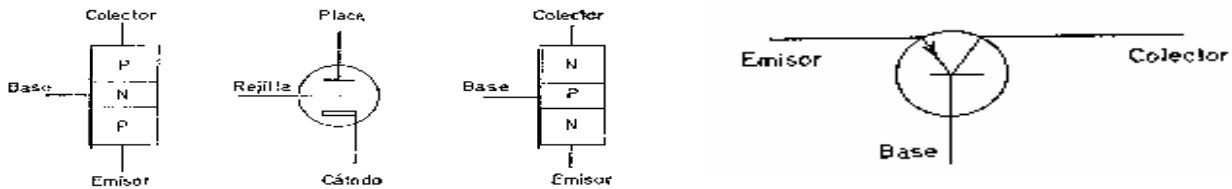
Los transistores se componen de semiconductores. Se trata de materiales, como el silicio o el germanio, dopados (es decir, se les han incrustado pequeñas cantidades de materias extrañas), de manera que se produce un exceso o una carencia de electrones libres. En el primer caso, se dice que el semiconductor es del tipo n, y en el segundo, que es del tipo p. Combinando materiales del tipo n y del tipo p se puede producir un diodo. Cuando éste se conecta a una batería de manera tal que el material tipo p es positivo y el material tipo n es negativo, los electrones son repelidos desde el terminal negativo de la batería y pasan, sin ningún obstáculo, a la región p, que carece de electrones. Con la batería

invertida, los electrones que llegan al material p pueden pasar sólo con muchas dificultades hacia el material n, que ya está lleno de electrones libres, en cuyo caso la corriente es prácticamente cero.



Familia de transistores

El transistor bipolar fue inventado en 1948 para sustituir al tubo de vacío triodo. Está formado por tres capas de material dopado, que forman dos uniones pn (bipolares) con configuraciones pnp o npn. Una unión está conectada a la batería para permitir el flujo de corriente (polarización negativa frontal, o polarización directa), y la otra está conectada a una batería en sentido contrario (polarización inversa). Si se varía la corriente en la unión de polarización directa mediante la adición de una señal, la corriente de la unión de polarización inversa del transistor variará en consecuencia. El principio se puede utilizar para construir amplificadores en los que una pequeña señal aplicada a la unión de polarización directa provocará un gran cambio en la corriente de la unión de polarización inversa.



El símbolo usual para representar cualquier tipo de transistor es que la base es una línea recta y el emisor y el colector por líneas que hacen ángulo con relación a aquella. La línea inclinada correspondiente al emisor tiene además una cabeza de flecha que mira hacia adentro si el transistor es tipo PNP y mira hacia afuera cuando es NPN.

A continuación se da un resumen de los tres montajes fundamentales en transistores

	Denominación	Resistencia de entrada	resistencia de salida	amplificación de corriente	amplificación de tensión	ganancia de potencia	inversión de fase
	Base común	Muy baja	Elevada	No	Elevada	Media	No
	Emisor común	Media	Media	Elevada	Elevada	Elevada	Si
	Colector común	Elevada	Pequeña	Elevada	No	Pequeña	No

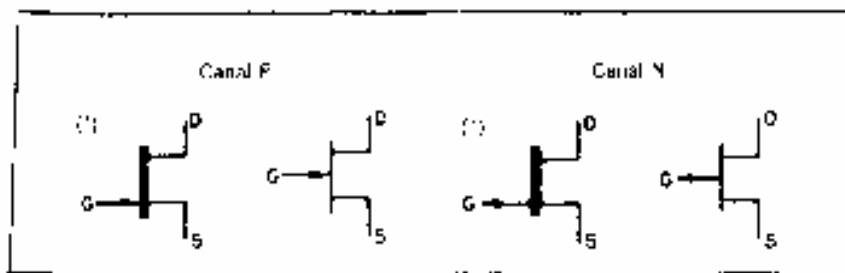
Desde el punto de vista teórico es conveniente agrupar los circuitos con transistores en una de las tres disposiciones básicas como: Emisor a tierra; Base a tierra; Colector a tierra. Desde el punto de vista práctico se utiliza el tipo de señales que manejan y así tenemos: amplificadores con acoplamiento directo de continua; amplificadores con acoplamiento directo de alterna; amplificadores de audio; estabilizadores de continua; de acoplamiento entre pasos; controladores de ganancia; controladores de frecuencia; amplificadores de radiofrecuencia; inversores de fase; etc.

De acuerdo a su construcción se los agrupa en familias cuyos nombres son: “de punto de contacto”, “de unión por crecimiento”, “de unión difusa”, “epitaxiales”, etc.

**MEDIDA DE ALFA ( $\alpha$ ):** Para hacer la medición usando el método estático se debe primero ajustar todos los voltajes y corrientes de continua a los valores sugeridos por el fabricante del transistor. Tómese nota de los valores de corriente de emisor y de colector. A continuación varíese la corriente del emisor en pequeño grado (0,05 a 0,2 miliamperios) y anótese la variación que se produce en la corriente de colector. Alfa será entonces la razón entre la diferencia en los valores de corriente de colector y la diferencia entre los valores correspondientes en la corriente de emisor.

**MEDIDA DE BETA ( $\beta$ ):** Beta es el factor de amplificación de corriente de un transistor en la disposición con emisor a tierra y puede definirse como la razón entre la variación de corriente del colector y la variación incremental de la corriente de base, para un potencial constante de colector.

### Transistores de Efecto de Campo



Además de los transistores citados existen otros tipos basados en otras técnicas que los diferencian ya que su conducción se basa en la movilidad de huecos y de electrones en el interior del monocristal. En este sentido se encuentran los denominados FET, los del tipo MOSFET y los uniunión.

**Transistores MOSFET:** La propia sigla define la configuración de este tipo de transistor ya que su nombre deriva de las palabras inglesas Metal Oxido Semiconductor Field (campo) Efect Transistor es decir transistor de efecto de campo formado con metal, óxido y semiconductor.

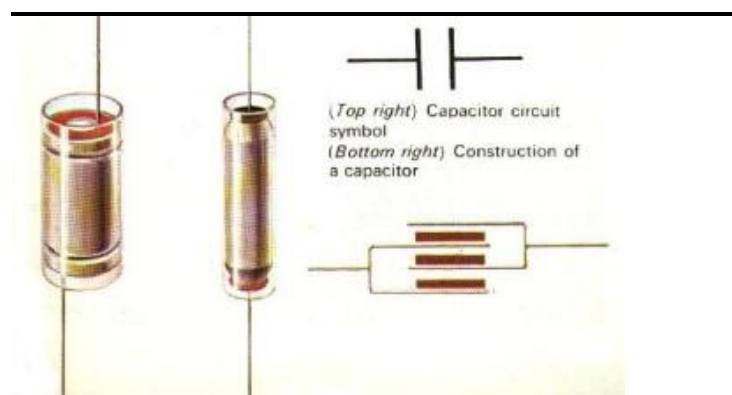
**Transistor FET:** La regulación de la conducción de estos dispositivos viene controlada por un campo eléctrico y de allí su nombre ya que las siglas tomadas del inglés significan Field (campo) Efect (efecto), Transistor. Pueden dividirse en tres grupos:

**JFET** : Junction (unión de juntura)  
**IGFET** : Insulated Gate (puerta aislada)  
**MOSFET** : Metal, Oxido, Semiconductor

Estos transistores pueden construirse con canal tipo P, en cuyo caso el cristal semiconductor base deberá estar dopado P y la puerta deberá ser de tipo N. En la figura se representa un transistor FET con puerta de unión y canal de tipo N y tipo P; G indica la puerta o el graduador (gate); D el drenador (drain) y S el surtidor (source).

## Condensadores

Los condensadores están formados por dos placas metálicas separadas por un material aislante. Si se conecta una batería a ambas placas, durante un breve tiempo fluirá una corriente eléctrica que se acumulará en cada una de ellas. Si se desconecta la batería, el condensador conserva la carga y la tensión asociada a la misma.

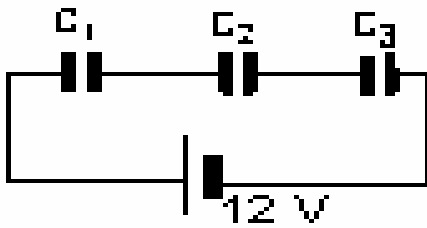


## Condensadores, esquema y dibujo constructivo

Las tensiones rápidamente cambiantes, como las provocadas por una señal de sonido o de radio, generan mayores flujos de corriente hacia y desde las placas; entonces, el condensador actúa como conductor de la corriente alterna.

## CÁLCULOS CON CAPACITORES

### Cálculo de capacitancias en serie

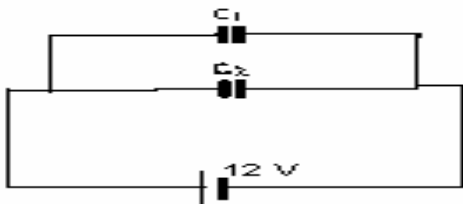


valor de  $C_1 = 5 \mu\text{F}$  ;  $C_2 = 8 \mu\text{F}$  ;  $C_3 = 6 \mu\text{F}$  y como en una agrupación serie la capacidad resultante  $C_T$  se obtiene dividiendo la unidad por la suma de los inversos de todas las capacidades tenemos:

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6}} = \frac{1}{0,2 + 0,125 + 0,1667} = \frac{1}{0,4917} = 2,0337$$

Resultando  $C_T$  menor que la menor de las capacidades del circuito.

### Cálculo de capacitancias en paralelo

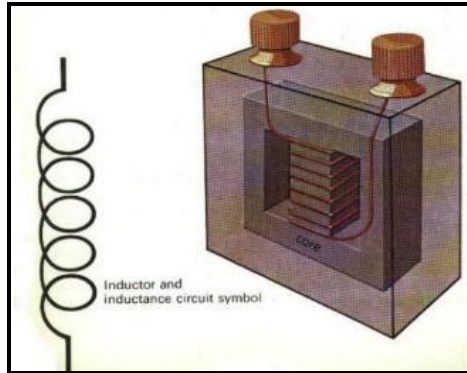


valor de  $C_1 = 5 \mu\text{F}$  ;  $C_2 = 8 \mu\text{F}$  como las capacidades en paralelo se suman tenemos:

$$C_T = C_1 + C_2 = 5 + 8 = 13 \mu\text{F}$$

## Inductores

Los inductores o bobinas consisten en un hilo conductor enrollado en forma de bobina. Al pasar una corriente a través de la bobina, alrededor de la misma se crea un campo magnético que tiende a oponerse a los cambios bruscos de la intensidad de la corriente.

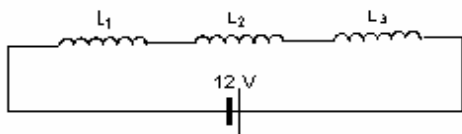


Inductor y esquema

Al igual que un condensador, un inductor se puede usar para diferenciar entre señales rápida y lentamente cambiantes. Al utilizar un inductor conjuntamente con un condensador, la tensión del inductor alcanza un valor máximo a una frecuencia específica que depende de la capacitancia y de la inductancia. Este principio se emplea en los receptores de radio al seleccionar una frecuencia específica mediante un condensador variable (son circuitos sintonizados).

## CÁLCULOS CON INDUCTANCIAS

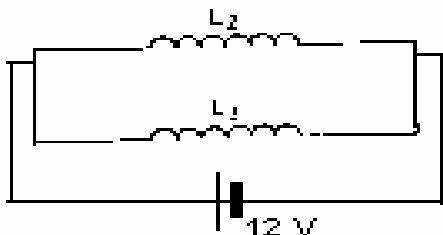
### Cálculo de inductancias en serie



Valor de  $L_1 = 8 \text{ H}$  ;  $L_2 = 5 \text{ H}$  ;  $L_3 = 6 \text{ H}$  como las inductancias en serie se suman tenemos

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 = 8 + 5 + 6 = 19 \text{ Henryos}$$

### Cálculo de inductancias en paralelo



Valor de  $L_1 = 8 \text{ H}$  ;  $L_2 = 5 \text{ H}$  ; entonces tenemos:

$$L_T = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2} = \frac{8 \times 5}{8 + 5} = \frac{40}{13} = 3,077 \text{ Henryos}$$

Como se ve la inductancia resultante es menor que la menor de las inductancias ubicadas en el circuito.

## Reactancia

Una corriente alterna está siempre aumentando o disminuyendo por lo que la fuerza electromotriz de autoinducción se opone continuamente a dichas variaciones y por tanto reducen el valor de la corriente alterna y se suman a la oposición de la resistencia óhmica pura.

A la oposición de las F.E.M. de autoinducción se le llama reactancia inductiva o inductancia.

La reactancia se mide en ohm al igual que la resistencia pura ya que produce el mismo efecto de limitar el paso de la corriente alterna y el número de ohm de reactancia es igual (para la limitación citada) al que produce una resistencia óhmica pura de igual valor. La reactancia inductiva aumenta directamente con la frecuencia y la fórmula para calcularla es:

$$X_L = 2\pi FL$$

**F:** Frecuencia en Hertz

**L:** Inductancia en Henrios

En el caso de la reactancia capacitiva o capacitancia una corriente alterna fluye por un circuito que tenga capacitores ya que cada vez que la F.E.M. de la fuente se invierte hay un paso de electrones de una placa del condensador hacia la opuesta a través de la fuente y tenemos una corriente alterna aunque los electrones no atraviesen el dieléctrico del condensador ya que dicha corriente solo carga y descarga el condensador. Cuando mayor sea la capacidad del condensador mayor será la F.E.M. de autoinducción y por tanto a mayor capacidad menor reactancia capacitiva porque fluirá más corriente.

La reactancia capacitiva se reduce cuando aumenta la frecuencia y la fórmula para calcularla es:

$$X_C = 1/(2\pi FC)$$

**F:** Frecuencia en Hertz

**C:** Capacitancia en Faradios

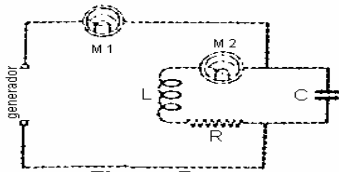
## CALCULO DE RESONANCIA EN CIRCUITOS L-C



Figura A  
RESONANTE SERIE

En un circuito resonante serie la impedancia entre los terminales (ver figura A) es  $Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$  en la que  $Z$ = impedancia en  $\Omega$  ;  $r$ = resistencia en  $\Omega$  ;  $X_C$ = reactancia capacitiva en  $\Omega$  y  $X_L$ = reactancia inductiva en  $\Omega$ . De la fórmula anterior deducimos que si a la frecuencia de resonancia  $X_L=X_C$  la diferencia entre ellas es 0 (cero) y por tanto la impedancia es igual a la

resistencia óhmica del circuito y siendo la resistencia en los circuitos de radiofrecuencia muy reducida, la impedancia también lo será.



**Figura B**  
RESONANTE PARALELO

En un circuito resonante paralelo la reactancia capacitiva ( $X_c$ ) es igual a la reactancia inductiva ( $X_i$ ), pero la impedancia es máxima y la corriente es mínima siempre que la resistencia óhmica de la bobina sea despreciable y la fórmula para el cálculo de la frecuencia de resonancia es: 
$$F = \frac{1}{2 \pi \sqrt{(L \times C)}}$$

donde **F** es frecuencia de resonancia, **L** la inductancia en henrio, **C** la capacitancia en Faradio y  $2\pi$  una constante. En el caso de un circuito resonante serie en la frecuencia en que **Xc** es igual a **Xi** la impedancia del circuito es mínima y la corriente circulante máxima y la fórmula para el cálculo de la frecuencia de resonancia es la citada anteriormente.

## FRECUENCIA DE RESONANCIA

Un circuito resonante en serie, sometido a frecuencias inferiores a la de resonancia, actúa como una reactancia capacitiva, o como una capacidad en serie con una resistencia. A frecuencias superiores a la de resonancia actuará como una reactancia inductiva, o como una inductividad en serie con la resistencia. Cuando la frecuencia sea la de resonancia, la diferencia de potencial alterno en la bobina o en el condensador, según el caso, puede ser muchas veces mayor que el aplicado a los elementos que forman el circuito serie. Un circuito resonante paralelo, sometido a frecuencias inferiores a la de resonancia, actúa como una reactancia inductiva mientras que a las frecuencias superiores a la de resonancia actúa como una reactancia capacitiva. Existe la misma diferencia de potencial entre la capacidad y la inductividad y no es mayor que el voltaje aplicado al circuito.

$$\text{Megaciclos} = \frac{160}{\sqrt{\text{mmF} \times \text{mH}}}$$

$$\text{Kilociclos} = \frac{160000}{\sqrt{\text{mmF} \times \text{mH}}}$$

$$\text{Microhenrios} = \frac{25330}{\text{MHz}^2 \times \text{mmF}}$$

$$\text{Microhenrios} = \frac{25330000000}{\text{KHz}^2 \times \text{microhenrios}}$$

$$\text{mmF} = \frac{25330}{\text{MHz}^2 \times \text{mH}}$$

$$\text{mmF} = \frac{25330000000}{\text{KHz}^2 \times \text{microhenrios}}$$

Las fórmulas que anteceden expresan las frecuencias de resonancia en Megahertz y en kilohertz, los valores de inductancias en microhenrios y de las capacidades en microfaradios que combinadas, producen resonancia.

## FILTROS DE ONDA

Los filtros de onda están formados por combinaciones de inductancia y capacitancias y se utilizan para separar entre sí diferentes frecuencias y se emplean en general para conseguir uno de los cuatro tipos siguientes de separación de frecuencias.

1 - Para permitir, con baja atenuación, el paso de todas las frecuencias inferiores a una determinada llamada frecuencia de corte. Se denomina **filtro de paso de bajo**.

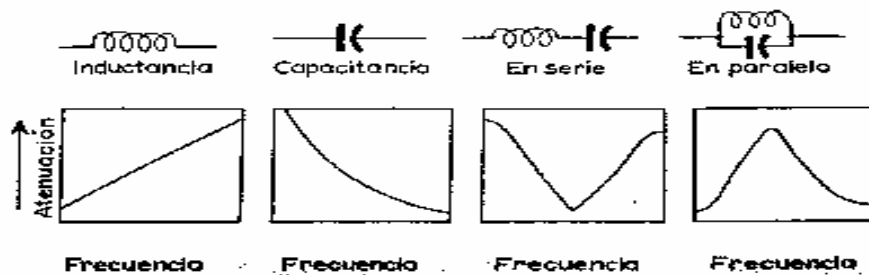


Fig 17 - 1

2 - Para producir una atenuación grande a todas las frecuencias inferiores a la de corte y casi no atenuar las superiores. Se denomina **filtro de paso alto**.

3 - Para proporcionar gran atenuación a todas las frecuencias por debajo y por encima de dos frecuencias llamadas de corte. Se denomina **filtro paso de banda**.

4 - Para proporcionar gran atenuación a todas las frecuencias comprendidas dentro de dos frecuencias llamadas de corte. Se denomina **filtro de corte de banda o filtro de exclusión**.

Hay muchos casos en que es necesario dejar pasar ciertas frecuencias y otras no y para tal fin se utilizan distintos tipos de filtros. El principio básico de funcionamiento de un filtro es su propiedad de ofrecer muy alta impedancia a las frecuencias que no deben atravesarlo o cuando existen superpuestas corrientes alternas y continua ya que esta puede considerarse para el caso del filtro como una alterna de frecuencia cero. Los filtros básicos se dividen en cuatro clases según la banda o bandas de frecuencia que deben dejar pasar; así los hay de paso alto, de paso bajo, de paso de banda y de banda eliminada. Los filtros están constituidos por circuitos donde intervienen bobina, capacitores, resistencias y sus combinaciones formando reactancias e impedancias. Definimos la reactancia capacitiva como la oposición presentada por un capacitor al pasaje de una corriente alternada. Esta reactancia depende de la capacitancia y de la frecuencia de la corriente por lo que  $X_c = 1 / (2 \times \pi \times f \times C)$  en donde  $X_c$  = reactancia en ohm  $\pi = 3,14$  constante  $f$  = frecuencia en hertz  $C$  =

capacidad en Faradio. Definimos la reactancia inductiva como la oposición presenta da por una bobina o inductor al pasaje de una corriente alterna y ésta depende de la inductancia y la frecuencia de la corriente por lo que  $X_L = (2 \times \pi \times f \times L)$  en donde  $X_L$ = reactancia en ohm  $\pi = 3,14$  constante  $f$ = frecuencia en hertz  $L$ = inductancia en henrio. En la frecuencia de resonancia la impedancia del circuito es mínima, la corriente circulante máxima y esta frecuencia se determina por  $1/f = 2 \pi \sqrt{L \times C}$  donde  $f$ = frecuencia resonancia en hertz  $L$ = inductancia en henrio  $2\pi = 6,28$  constante  $C$ = capacidad en Faradio.

## PREFIJOS INTERNACIONALES

ABU AIL JABAL	JA 2 / A	CEUTA y MELILLA	EA 9 - EH 9
AFGANISTÁN	Y A	CHAD	TT
AGALEGA Y SAN BRANDON ISLAS	3 B 6 - 3 B 7	CHAGOS ISLAS	V Q 9
ALAND ISLAS	O H 0	CHATHMAN ISLA	Z L 7
ALASKA	K L 7	CHILE	CA - CE , XQ - XR , 3G
ALBANIA	Z A	CHINA	BY , BT
ALEMANIA	DA - DL , Y 2 - Y 9	CHIPRE	5 B
ANDORRA	C 3	CLIPPERTON ISLA	FO
ANGOLA	D 2 - D 3	COCOS ISLAS	TI 9
ANGUILA ISLA	VP 2 / E	COLOMBIA	HJ - HK , 5J - 5K
ANTÁRTIDA ( varios países )	CE 9 KC 4 , LU , 3Y , 4K1	COMORO ISLAS	D 6
ANTIGUA y BARBADOS	V 2	CONGO	TN
ANTILLAS HOLANDESAS ISLAS	PJ 2 , PJ 4 , PJ 9	COOK ISLA	ZK 1
ARABIA SAUDITA	7Z - 8Z , HZ	CÓRCEGA ISLA DE	TK , FC
ARGELIA	7R , 7T - 7Y	COREA DEL SUR	HL - HM , 6K - 6N
ARGENTINA	LO - LW , AY - AZ , L 2 - L 9	COSTA DE MARFIL	TU
ARMENIA	EKA - EKZ	COSTA RICA	TI , TE
ARUBA	P 4	CRETA ISLA	SV 9
ASCENSIÓN ISLA	ZD 8	CROACIA	9A , YU 2
AUCKLAND ISLA	ZL 9	CROCET ISLA	FT 8W
AUSTRALIA	AX , VH - VW , VK	CUBA	CM - CO
AUSTRIA	OE	DESECHEO ISLAS	KP 5
AZERBAIJAN	4JA - 4KZ	DINAMARCA	5P - 5Q , OV - OW , OZ
AZORES ISLAS	CU	DJIBOUTI	J 2
BAHAMAS	C 6	DODECANESO ISLAS DEL	SV 5
BAHÍA WALVIS	ZS 9	DOMINICA ISLA	J 7
BAHREIN	A 9	ECUADOR	HC - HD
BALEARES ISLAS	EA 6 - EH 6	EGIPTO	SU

BANABA ISLA	T 33	EL SALVADOR	H U , Y S
BANGLADESH	S 2	EMIRATOS ARABES UNIDOS	A 6
BARBADOS	8P	ERITREA	E 3
BÉLGICA	O N - O T	ESCOCIA	G M , G S
BELICE	V 3	ESLOVENIA	S 6 , Y U 3
BENIN	T Y	ESPAÑA	A M - A O , E A - E H
BERMUDAS ISLAS	V P 9	ESTADOS UNIDOS NORTEAMÉRICA	K , W , N , A , A A - A K
BHUTAN	A 5	FAROES ISLAS	O Y
BIELORUSIA ( RUSIA BLANCA )	E U A - E W Z	FERNAN-PETER-TRINIDAD ISLAS	P P 0 - P Y 0
BIRMANIA	X Y - X Z	FIJI - CONWAY - ROTUMA ISLAS	3 D 2
BOLIVIA	C P	FILIPINAS,	D U - D Z , 4 D
BORNEO	V S 5	FINLANDIA	O F - O I
BOSNIA HERZEGOVINA	T9 , 4N 4 , 4O 4 , Y U 4	FRANCIA	F
BOTSWANA	8 O , A 2	FRANCISCO JOSÉ TIERRAS DE	R 1 F
BOUVET ISLA - PETER ISLA	3 Y	GABÓN	T R
BRASIL	P P - P Y , Z V - Z Z	GALÁPAGOS ISLAS	H C 8 - H D 8
BRUNEI	V 8	GALES DEL SUR	G W , G C
BULGARIA	L Z	GAMBIA	C 5
BURQUINA FASO ( ex ALTO VOLTA)	X T	GEORGIA	4 L A - 4 L Z
BURUNDI	9 U	GHANA	9 G
CABO VERDE ISLAS DE	D 4	GIBRALTAR	Z B 2
CAIMÁN ISLAS	Z F	GILBERTS ISLA	T 30
CALCOS ISLAS	V P 5	GLORIOSO ISLAS	F R / G
CAMBOYA	X U	GRANADA	J 3
CAMERÚN	T J	GRECIA	S V - S Z
CANADÁ	3B-3F , CF - CK , V E , V O ,	GROENLANDIA	O X
CANARIAS ISLAS	E A 8 - E H 8	GUADALUPE ISLA	F G
CAROLINAS ISLAS	K C 6	GUAM ISLA DE	K H 2
CERDEÑA ISLA DE	I S 0 , I M 0	GUANTÁNAMO BAHÍA DE	K G 4
GUATEMALA	T G , T D	MALAWI	7 Q
GUAYANA FRANCESA	F Y	MALDIVAS ISLAS	8 Q
GUERNSEY ISLAS	G U , G P	MALÍ	T Z
GUINEA	3 X	MALPELO-SAN ANDRE-PROVIDENCIA	H K 0
GUINEA - BISSAU	J 5	MALTA	9 H
GUINEA ECUATORIAL	3 C	MALVINA-ORCADAS-SANDWICH	V P 8 , L U
GUYANA	8 R	MALYJ y VYSOTSKIJ ISLAS	4 J 1
HAITÍ	H H	MAN ISLA DE	G D , G T

HAWAI ISLAS	K H 6 , W H 6 , A H 6	MARIANAS ISLAS	K H 0
HEARD - MACQUAIRE ISLAS	V K 0	MARKET ISLAS	O J 0
HOLANDA	P A - P I	MARRUECOS	C N
HONDURAS	H Q - H R	MARSHALL ISLAS	V 7
HONG KONG	V S 6 , V R 2	MARTÍN - SABA - EUSTAQUIO ISLAS	P J 5 , P J 6
HOWLAND - BAKER ISLAS	K H 1	MARTINICA ISLAS	F M
HUNGRÍA	H A - H G	MAURICIO ISLA	3 B 8
I.T.U. y NACIONES UNIDAS	4 U	MAURITANIA	5 T
INDIA	V U	MAYOTTE ISLAS	F H
INDONESIA	Y B - Y H	MÉJICO	X A - X I
INGLATERRA	G - G X	MELISH ISLA	V K 9 / M
IRAK	Y I	MICRONESIA ISLAS DE LA	V 6
IRÁN	E P - E Q	MIDWAY ISLAS	K H 4
IRLANDA	E I - E J	MINAMI-TORISHIMA - OGASAWARA	J D 1
IRLANDA DEL NORTE	G I , G N	MOLDAVIA	E R A - E R Z
ISLANDIA	T F	MÓNACO	3 A
ISRAEL	4 X - 4 Z	MONGOLIA	J T - J V
ITALIA	I - I T	MONSERRAT ISLA	V P 2 / M
JAMAICA	6 Y	MONTE ATHOS	S V / A
JAN MAYEM ISLA	J X	MOZAMBIQUE	C 8 - C 9 , C 9 1 , C 9 6
JAPÓN	J A - J S	NAMIBIA	V 5
JERSEY ISLAS	G J , G H	NAURU	C 2
JOHNSTON ISLA	K H 3	NAVASSA ISLA	K P 1
JORDANIA	J Y	NAVIDAD ISLA	V K 9 / X
JUAN DE NOVA ISLA	F R / J	NEPAL	9 N
KALININGRAD	R A A - R A Z	NICARAGUA	Y N
KASAKISTAN	U N A - U Q Z	NÍGER REPÚBLICA DE	5 U
KATAR	A 7	NIGERIA	5 N - 5 O
KEELING ISLAS	V K 9 / C	NIUE ISLA	Z K 2
KENIA	5 Y - 5 Z	NORFOLK ISLA	V K 9 / N
KERGUELEN ISLA	F T 8 X	NORUEGA	L A - L N
KERMADEK ISLA	Z L 8	NUEVA CALEDONIA	F K
KURE ISLAS	K H 7	NUEVA ZELANDIA	Z L - Z M
KURE ISLAS	K H 7	OMÁN	A 4
KUWAIT	9 K	PAGALU ISLA	3 C 0
KYRGYZSTAN	E X A - E X Z	PAKISTÁN	A P - A S
LAOS	X W	PALMIRA - JARVIS ISLAS	K H 5
LATVIA	Y L A - Y L Z	PANAMÁ	H O - H P

LESOTHO	7P	PAPUA - NUEVA GUINEA	P 2
LÍBANO	O D	PARAGUAY	Z P
LIBERIA	E L	PASCUA - J.FERNANDEZ - DEL ESTE	C E 0
LIBIA	5A	PERU	O A - O C , 4 T
LIENCHESTEIN	H B 0	PINGÜINO ISLAS	Z S 0 / 1
LINE ISLA	T 32	PITCAIM ISLAS	V R 6
LITUANIA	L Y A - L Y Z	POHENIX ISLA	T 31
LORD HOWE ISLA	V K 9 / L	POLINESIA FRANCESA	F O 8 , F R
LUXEMBURGO	L X	POLONIA	S N - S R
MACAO	C R 9 , X X 9	PORTUGAL	C T
MACEDONIA	Z 3 , 4 N 5 , Y U 5 , Y T 5	PRÍNCIPE EDUARDO ISLA DEL	Z S 8
MADAGASCAR	5 R - 5 S	PUERTO RICO	K P 4 , N P 4 , W P 4
MADEIRA ISLAS DE	C T 3	REPÚBLICA CENTROAFRICANA	T L
MALASIA OCCIDENTAL	9 M 2 - 9 M 4	REPÚBLICA CHECA	O K - O L
MALASIA ORIENTAL	9 M 6 - 9 M 8	REPÚBLICA DOMINICANA	H I
REPÚBLICA ESLOVACA	O M	TURQUÍA	T A - T C
REUNIÓN ISLAS	F R	TUVALU	T 2
RODESHIA	Z E	UCRANIA	E M A - E O Z
RODRÍGUEZ ISLA	3 B 9	UGANDA	5 X
RUANDA	9 X	URUGUAY	C V - C X
RUMANIA	Y O - Y R	UZBEKISTAN	U J A - U M A
RUSIA ASIÁTICA	R A A - R A Z	VANUATU (NUEVAS HEBRIDAS )	Y J
RUSIA EUROPEA	U A A - U I Z	VATICANO	H V
SABLE ISLA	C Y 0	VENEZUELA	Y V - Y Y , 4 M
SAHARA OCCIDENTAL	S 0	VIETNAM DEL NORTE	X V
SAMOA	K H 8	VIETNAM DEL SUR	3 W
SAMOA OESTE	5 W	VÍRGENES ISLAS	V P 2 / V
SAN KITTS y NEVIS ISLAS	V 4	WAKE ISLA	K H 9
SAN MARINO	M 1 , T 7	WALLIS y FORTUNA ISLAS	F W
SAN MARTÍN ISLAS	F J - F S	WILLIS ISLA	V K 9 / W
SAN PAUL ISLA	C Y 0 / S P	YEMEN	7 O
SAN PAUL y AMSTERDAM ISLAS	F T 8 Z	YEMEN DEL NORTE	4 W
SAN PEDRO Y MICHELON ISLAS	F P	YUGOSLAVIA	Y T , Y U , Y Z
SAN TOMAS - PRÍNCIPE ISLAS	S 9	ZAIRE	9 Q - 9 T
SAN VICENTE ISLA	J 8	ZAMBIA	9 I - 9 J
SANTA ELENA ISLA	Z D 7	ZIMBABWE	Z 2

SANTA LUCIA ISLA	J 6	SVALVARD ISLA	J W
SCHEYLLES ISLAS	S 7	SWAZILANDIA	3 D 6
SENEGAL	6 V - 6 W	TAILANDIA	H S
SIERRA LEONA	9 L	TAIWAN	B V
SINGAPUR	9 V	TAJIKISTAN	E Y A - E Y Z
SIRIA	Y K	TANZANIA	5 H - 5 I
SOBERANA ORDEN DE MALTA	1 A 0	TOGO	5 V
SOLOMON ISLA	H 4	TOKELAU ISLA	Z K 3
SOMALIA	6 O , T 5	TONGA	A 3
SPRATLY ISLA	1 S	TRINIDAD - TOBAGO	9 Y - 9 Z
SRI LANKA	4 P - 4 S	TRISTÁN DA CUNHA ISLA	Z D 9
SUDÁFRICA	Z R - Z U	TROMELIN ISLA	F R / T
SUDAN	S T	TÚNEZ	3 V
SUDAN DEL SUR	S T 0	TURKMENISTAN	E Z A - E Z Z
SUECIA	S A - S M		
SUIZA	H B		
SURINAM	P Z		

### Código Fonético Internacional

Cuando la estación de radioaficionado que opere en telefonía (A3E, J3E, F3E, etc.) deba deletrear su distintivo de llamada (señal distintiva), abreviaturas reglamentarias o ciertas palabras, se deberá utilizar el alfabeto fonético establecido en el Apéndice N° 24 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T.), aprobado por El Reglamento para el Servicio de Radioaficionados. En fonía, todas las palabras que interesan sean recibidas correctamente se deben deletrear. El uso del deletreo permite a personas de idiomas distintos recibir correctamente los datos. Si utilizáramos las letras solamente éstas se podrían interpretar mal o directamente no escucharse.

Este código completo es el siguiente:

<b>A</b> - ALFA	<b>B</b> - BRAVO	<b>C</b> - CHARLI	<b>D</b> - DELTA
<b>E</b> - ECO	<b>F</b> - FOXTROT	<b>G</b> - GOLF	<b>H</b> - HOTEL
<b>I</b> - INDIA	<b>J</b> - JULIETT	<b>K</b> - KILO	<b>L</b> - LIMA
<b>M</b> - MIKE (MAIC)	<b>N</b> - NOVEMBER	<b>O</b> - OSCAR	<b>P</b> - PAPA
<b>Q</b> - QUEBEC	<b>R</b> - ROMEO	<b>S</b> - SIERRA	<b>T</b> - TANGO
<b>U</b> - UNIFORM	<b>V</b> - VICTOR	<b>W</b> - WHISKY	<b>X</b> - X RAY (EX RAY)
<b>Y</b> - YANKEE (YANQUI)	<b>Z</b> - ZULÚ		

## Código Q

El primer sistema de comunicación sin hilos fue la radiotelegrafía, que obligó a los aficionados a aprender el código morse y entonces cada palabra es deletreada letra por letra por lo que para obtener mayor velocidad se crearon abreviaciones y códigos como el llamado CÓDIGO Q que en su parte más utilizada en fonía es el siguiente:

### CÓDIGO SIGNIFICADO

- QRA** ¿Cuál es el indicativo de su estación? / El indicativo de mi estación es....
- QRB** ¿A qué distancia está su estación? / La distancia aproximada de mi estación es....
- QRD** ¿A dónde va y de dónde viene? (Destino/origen) / Voy a .... y vengo de ....
- QRG** ¿Quiere decirme mi frecuencia exacta? / Su frecuencia exacta es...
- QRH** ¿Varía mi frecuencia? / Su frecuencia varía.
- QRI** ¿Cómo es el tono de mi transmisión? / El tono de su transmisión es....
- QRK** ¿Cuál es la legibilidad de mis señales? / La legibilidad de sus señales son....
- QRL** ¿Está usted ocupado? / Estoy ocupado.
- QRM** ¿Está usted recibíendome con interferencias? / Estoy recibíendole con interferencias.
- QRN** ¿Está usted recibíendome con estáticos? / Estoy recibíendole con estáticos (Ruido atmosférico)
- QRO** ¿Debo aumentar mi potencia? / Aumente su potencia.
- QRP** ¿Transmite con poca potencia? / Esta transmitiendo con poca potencia.
- QRQ** ¿Puedo transmitir más rápido? / Transmita más rápido.
- QRR** ¿Está usted preparado para transmisión automática? / Estoy preparado para transmisión automática.
- QRS** ¿Debo transmitir más lentamente? / Transmita más lentamente.
- QRT** ¿Debo cerrar mi transmisión? / Cierro mi transmisión.
- QRU** ¿Tiene usted algo para mí? / No tengo nada ( Estoy a disposición)
- QRV** ¿Está usted atento para mí? / Estoy atento para usted
- QRW** ¿Puedo informar a .... que lo estaré llamando en...? / Informe a .... que lo estaré llamando en...
- QRX** ¿Debo esperar? / Espere un momento (Parada momentánea)
- QRY** ¿Cuál es mi turno? ( ¿Quiénes están presentes?) / Su turno es...
- QRZ** ¿Quién llama? / Está siendo llamado por ....
- QSA** ¿Cuál es la intensidad de mis señales? (S de 1 a 9) / La intensidad de sus señales son...
- QSB** ¿Varía la intensidad de mis señales? / La intensidad de sus señales varía.
- QSD** ¿Es mi transmisión defectuosa? / Su transmisión es defectuosa.
- QSJ** ¿Cuál es el monto? / El monto es...
- QSK** ¿Puede oírme entre las señales? (Recepción difícil) / Puedo escucharlo entre las señales.
- QSL** ¿Puede acusarme recibo? / Le acuso recibo (OK)
- QSM** ¿Debo repetir el último mensaje? / Repítame el último mensaje.
- QSN** ¿Me escuchó ustedes en....? / Lo escuché en....
- QSO** ¿Puedo comunicarme con...? / Debo comunicarme con...
- QSP** ¿Puede usted retransmitir mi mensaje? / Puedo retransmitir su mensaje.
- QSQ** ¿Tiene médico a bordo? / Tengo médico a bordo (cerca)

- QSU** ¿Puedo transmitir en esta frecuencia? / Transmita en esta frecuencia.
- QSW** ¿Quiere transmitir en esta frecuencia? / Transmita en esta frecuencia.
- QSX** ¿Quiere escuchar a ... en .....? / Escuche a .... en .....
- QSY** ¿Debo cambiar mi frecuencia? / Cambiaré mi frecuencia.
- QSZ** ¿Debo transmitir cada palabra varias veces? / Transmita cada palabra varias veces.
- QTA** ¿Debo cancelar el mensaje? / Cancele el mensaje.
- QTB** ¿Esta de acuerdo con las letras y los números que le envié? / No concuerda las letras y los números que le pasé
- QTC** ¿Tiene mensajes para transmitir? / Tengo mensajes para transmitir.
- QTE** ¿Cuál es mi posición con relación a la suya? / Su posición con relación a la mía es..
- QTH** ¿Cuál es su posición? / Mi posición es...
- QTL** ¿Cuál es su rumbo? / Mi rumbo es....
- QTI** ¿Cuál es su velocidad? / Mi velocidad es ....
- QTN** ¿A qué hora salió de ....? / Salí de... a las ..... horas.
- QTR** ¿Cuál es la hora correcta? / La hora correcta es...
- QTS** ¿Puede transmitir su indicativo para sintonizarlo mejor? / Transmita su indicativo para sintonizarlo mejor.
- QTU** ¿A qué hora transmite usted? / Transmitiré a las .... horas.
- QTV** ¿Debo estar atento a las .... horas? / Estaré atento a las ..... horas.
- QUA** ¿Tiene usted noticias de....? / Le envío noticias de...
- QUB** ¿Puede darme informaciones del tiempo? / Las informaciones del tiempo son...
- QUC** ¿Cuál es el número del último mensaje? / El número del último mensaje es...
- QUD** ¿Ha escuchado el llamado de emergencia de ....? / Escuche el llamado de emergencia de... (URGENTE)
- QUF** Señal de socorro, de emergencia o peligro.
- QUH** ¿Quiere darme la presión atmosférica? / La presión atmosférica es de....
- QUJ** ¿Quiere indicarme el rumbo a seguir? / El rumbo a seguir es....

### Alfabeto Morse

A •• B •••• C •••• D ••• E • F •••• G •••

H •••• I •• J •••• K ••• L •••• M •• N ••

O ••• P •••• Q •••• R ••• S ••• T • U •••

V •••• W ••• X •••• Y •••• Z •••• Ch •••• Ñ •••••

á •••• é ••••• ó •••• ú •••• 1 ••••• 2 ••••• 3 •••••

4 ••••• 5 •••••• 6 •••••• 7 •••••• 8 •••••• 9 •••••• 0 ••••••

Subrayado ••••• Punto ••••• Coma ••••• Dos Puntos ••••••

Punto y coma ••••• =••••• Comilla ••••• ( ) •••••

? ••••• Acento ••••• Guión -•••• - / -•••• Error •••••

Espera ••••• QSL ••••• Fin mensaje ••••• Fin de Tx •••••

### Código R.S.T

El código R.S.T. es el sistema utilizado para indicar a nuestro corresponsal la intensidad, calidad y tono de las señales recibidas.- Consta de dos cifras en fonía y tres en telegrafía, éstas son:

#### **COMPRESIBILIDAD (R) (Readability)** va de 1 a 5

- 1 - se distingue un 20% o menos del mensaje
- 2 - se distingue entre un 20% y un 40% del mensaje
- 3 - se distingue entre un 40% y un 60% del mensaje
- 4 - se entiende sin dificultad
- 5 - perfectamente entendible en su totalidad.

#### **FUERZA (S) (Strength)** va de 1 a 9

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1 - Señales a nivel ruido del receptor | 2 - Señales muy débiles |
| 3 - Señales débiles                    | 4 - Señales aceptables  |
| 5 - Señales bastante buenas            | 6 - Señales buenas      |
| 7 - Señales medianamente fuertes       | 8 - Señales fuertes     |
| 9 - Señales muy fuertes.               |                         |

**TONO (T) (Tone)** solo usada en telegrafía va de 1 a 9 de acuerdo a la musicalidad de la señal

### Propagación

Dado que la comunicación de radio es transportada por ondas electromagnéticas viajando a través de la atmósfera terrestre, es conveniente saber algo sobre las características de las ondas y la forma en la cual su comportamiento es influenciado por las condiciones durante su viaje desde el transmisor hasta el receptor. Mientras que el conocimiento de la propagación no es del todo esencial para aquel que desea instalar una antena efectiva, unos cuantos detalles deben de ser comprendidos antes que los principios de diseño de antenas sea correctamente aplicado. Aunque una antena radía la potencia aplicada con un alto grado de eficiencia, si esa potencia no viaja al punto receptor deseado pero va a algún otro lugar, la antena está fallando.

## Fase y longitud de onda

Debido a que la velocidad a la cual las ondas de radio viajan es alta, caemos en el hábito de ignorar el tiempo que transcurre entre el instante en el que la onda deja la antena transmisora y el instante al cual la onda llega a la antena receptora. Es verdad que toma solamente un séptimo de segundo viajar alrededor de la tierra, pero existen otros factores que hacen el factor de tiempo extremadamente importante.

La onda es producida por el flujo de una corriente alterna en un conductor (usualmente una antena) la cual produce campos eléctricos y magnéticos. La corriente alterna usada para trabajar en radio puede tener cualquier frecuencia desde unos cientos de miles hasta billones de ciclos por segundo. Supongamos una frecuencia de 30 MHz, esto es 30, 000,000 de ciclos por segundo. Uno de estos ciclos es completado en  $1/30,000,000$  de segundo, y dado a que la onda está viajando a una velocidad de 300, 000,000 metros por segundo, se habrá movido solamente 10 metros durante el tiempo en el cual la corriente ha recorrido un ciclo completo. Dicho de otra manera, el campo electromagnético a diez metros de distancia de la antena es causado por la corriente que estuvo fluyendo en la antena un ciclo anterior en el tiempo; el campo a 20 metros es causado por la corriente que ha estado fluyendo dos ciclos anteriores, y así sucesivamente.

Ahora si cada ciclo de corriente es simplemente una repetición de ciclo que le precede, la corriente al instante correspondiente en cada ciclo será idéntico, y el campo causado por esas corrientes idénticas también serán iguales. Como los campos se mueven hacia fuera estos se vuelven más delgados en superficies largas, por lo que la amplitud decrece con la distancia de la antena. Pero estos no pierden su identidad con respecto al instante del ciclo al cual fue generado. Esto es, la **fase** del movimiento aparente de la superficie permanece constante. Este continua, y entonces a intervalos de 10 metros medidos desde la antena la fase de las ondas en cualquier instante dado es idéntica.

Con este hecho tenemos la manera para hacer dos definiciones; onda frontal (wave front) y longitud de onda. La onda frontal es simplemente una superficie en cada parte en la cual la onda está en la misma fase. La **longitud de onda** es la distancia entre dos ondas frontales teniendo fase idéntica en cualquier instante dado. En el ejemplo, la longitud es 10 metros porque la distancia entre dos ondas frontales teniendo la misma fase es de 10 metros. Esta distancia, por cierto, siempre debe ser medida perpendicularmente a la onda frontal; en otras palabras, a lo largo de la misma línea que representa la dirección en la cual la onda está viajando. Mediciones hechas en cualquier otra dirección podrían generar conclusiones erróneas. Expresada en una fórmula, la longitud de onda es:

$$\lambda = v / f$$

Donde:

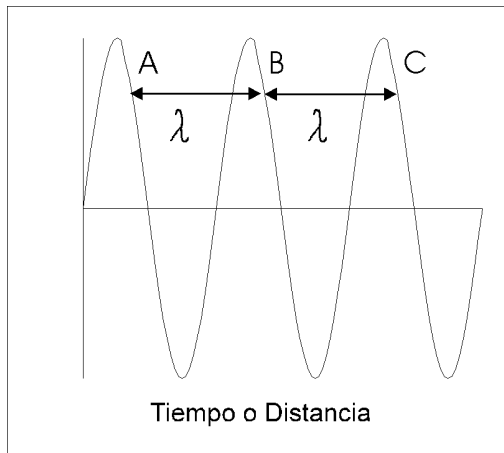
$\lambda$  = longitud de onda

$v$  = velocidad de la onda

$f$  = frecuencia

La longitud de onda será expresada en la misma unidad de longitud que la velocidad siempre y cuando la frecuencia se exprese en la misma unidad de tiempo que la velocidad. Para una onda viajando en el espacio libre (y lo suficientemente cercano para que las ondas viajen a través del aire) la longitud de onda es:

$$\lambda \text{ (metros)} = 300 / f \text{ (MHz)}$$



En la fig, los puntos A, B y C están todos en la misma fase porque estos corresponden a instantes en cada ciclo. Esta es una ilustración convencional de una onda senoidal de corriente alterna con tiempo progresivo a la derecha. También representa un punto de la distribución de intensidad de los campos viajando, si la distancia es substituida por tiempo en el eje horizontal. En este caso la distancia entre A y B o entre B y C representa una longitud de onda. Esto muestra que la distribución de intensidad de campo sigue la curva senoidal, la amplitud y polaridad, corresponden exactamente a las variaciones de tiempo en corriente que producen los campos. Debe recordarse que es una foto instantánea; donde la onda actual viaja al igual que una ola de agua.

La amplitud instantánea de ambos campos (eléctrico y magnético) varía senoidalmente con el tiempo como se muestra en la figura. Dado que los campos viajan a velocidad constante, la gráfica también representa la distribución instantánea de la intensidad de campo a lo largo de la trayectoria de la onda. La distancia entre dos puntos iguales en fase, como A-B y B-C, es la longitud de onda.

### Métodos de transmisión

Hasta el momento hemos visto como se generan y propagan las ondas de radio, pero de nada sirve enviar una onda electromagnética si no lleva consigo el transporte de alguna información.

## La modulación

Este sistema, que actualmente aún se emplea, parte de dos ondas:

- Onda portadora: es la encargada de fijar la frecuencia de transmisión y es la que alteraremos para que transporte la información que queremos.
- Onda moduladora: es la onda que queremos transmitir (voz, música, datos, etc...).

El proceso de modulación se basa alterar de una forma determinada la onda portadora en función de la onda moduladora, obteniéndose como resultado final la onda modulada que será radiada.

Para ello nos basaremos en los dos parámetros más importantes de una onda:

- La amplitud.
- La frecuencia.

En función del parámetro empleado vamos a tener dos posibles tipos de modulación:

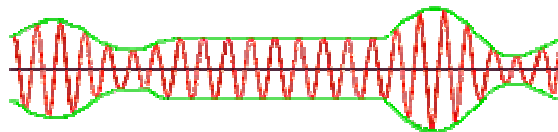
- Modulación en amplitud (AM).
- Modulación en frecuencia (FM).

Por supuesto existen más tipos de modulación, pero solamente tienen interés para transmisión radioeléctrica estas dos.

### Modulación en amplitud (AM)

La modulación en amplitud fue el primer método de transmisión por radio.

Se basa en variar la amplitud de la onda portadora en función de la amplitud de la onda moduladora, obteniendo como resultado una onda modulada que contiene a la moduladora. Si unimos los extremos de la onda modulada obtendremos la señal moduladora y su simétrica (trazado en verde en el siguiente gráfico):



Un parámetro importante es el porcentaje de modulación, que indica la amplitud mínima o nivel cero de la onda modulada. Una modulación al 100% indica que la amplitud mínima será cero.

Se puede demostrar matemáticamente que la onda modulada final se puede descomponer en tres señales: una de frecuencia igual a la portadora y otras, resultado de sumar y restar la frecuencia de la moduladora a la de la portadora. Es decir, si tuviéramos una portadora de 500 KHz y la onda moduladora posee una frecuencia máxima de 20 KHz (como las señales musicales) obtendremos tres ondas: una de 500 KHz y dos bandas laterales de 480 KHz y 520 KHz.

Esto es importante para saber el ancho de banda que ocupa la transmisión (en este caso  $20+20=40$  KHz).

### **Optimización de la potencia**

Como consecuencia de todo lo anterior vamos a obtener que en el mejor de los casos (porcentaje de modulación del 100%) la onda portadora consume el 50% de la potencia y cada banda lateral un 25%. Esto se resuelve filtrando la onda modulada antes de emitirla, con lo que nos situamos en uno de los siguientes sistemas:

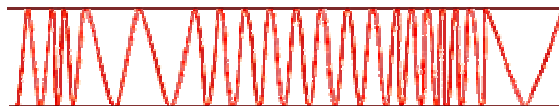
- Modulación en doble banda lateral (DSB): se suprime la frecuencia central (portadora).
- Modulación en banda lateral única (BLU o SSB): suprime la portadora y una de las bandas laterales.
- Modulación en banda lateral vestigial (BLV): se suprime una parte de una de las bandas laterales. Este sistema se emplea en imagen de TV (video).

Empleando uno de los sistemas anteriores obtendremos un mayor aprovechamiento de la potencia y ocuparemos un menor ancho de banda.

### **Modulación en frecuencia (FM)**

La modulación en Frecuencia es la técnica de transmisión por radio más popular actualmente. La FM es tan popular porque es capaz de transmitir más información del sonido que queremos transmitir, ya que en AM si se transmiten sonidos que están a frecuencias muy altas se consume un gran ancho de banda.

La modulación en frecuencia se basa en variar la frecuencia de la portadora con arreglo a la amplitud de la moduladora.



Supongamos que tenemos una señal moduladora cuya máxima amplitud es de 1V (valor de pico) y una onda portadora de 1000 KHz. Si suponemos que para este valor de amplitud la frecuencia de la portadora se desvía 15 KHz (simétricamente, es decir +15 KHz y -15 KHz), conforme oscile la señal

moduladora la frecuencia de la portadora oscilará entre 985 KHz y 1015 KHz, ocupando un ancho de banda de 30 KHz.

En este sistema de modulación también tenemos un problema práctico, y es que rara vez el ancho de banda de la transmisión es inferior a diez veces el de la señal moduladora.

### **Bandas de frecuencia**

Internacionalmente se han dividido todo el espectro de frecuencia en las denominadas bandas de frecuencia. Esto se hace así para poder delimitar el acceso de los usuarios a estas bandas. Hay que mencionar que esta clasificación no es global y que algunos países difieren en su delimitación, pero en general podemos aceptarlas como generales.

<b>Denominación</b>	<b>Siglas</b>	<b>Margen de frecuencias</b>
Frecuencias muy bajas	VLF	3 - 30 KHz
Frecuencias bajas	LF	30 - 300 KHz
Frecuencias medias	MF	300 - 3000 KHz
Frecuencias altas	HF	3 - 30 MHz
Frecuencias muy altas	VHF	30 - 300 MHz
Frecuencias ultra altas	UHF	300 - 3000 MHz
Frecuencias super altas	SHF	3 - 30 GHz
Frecuencias extra altas	EHF	30 - 300 GHz

**Bandas de frecuencias asignadas según el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias para los Radioaficionados.**

Banda	Desde	Hasta	Modalidad
160 Metros	1800 KHz	1850 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
80 Metros	3500 KHz	3575 KHz	CW, RTTY y Datos
	3575 KHz	4000 KHz	Fonía e Imágenes
40 Metros	7000 KHz	7025 KHz	CW, RTTY y Datos
	7025 KHz	7150 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
	7150 KHz	7300 KHz	CW y Fonía
30 Metros	10100 KHz	10150 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
20 Metros	14000 KHz	14100 KHz	CW, RTTY y Datos
	14100 KHz	14150 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
	14150 KHz	14350 KHz	CW y Fonía
17 Metros	18068 KHz	18110 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
	18110 KHz	18168 KHz	CW y Fonía
15 Metros	21000 KHz	21200 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
	21200 KHz	21450 KHz	CW y Fonía
12 Metros	24890 KHz	24930 KHz	CW, RTTY, Fonía, Datos e Imágenes
	24930 KHz	24990 KHz	CW y Fonía
10 Metros	28000 KHz	28300 KHz	CW, RTTY y Datos
	28300 KHz	29700 KHz	CW y Fonía
6 Metros	50 MHz	54 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes
2 Metros	144 MHz	148 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes
1.25 Metros	220 MHz	225 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes
70 Centímetros	420 MHz	450 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes
33 Centímetros	902 MHz	928 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes
23 Centímetros	1240 MHz	1300 MHz	Fonía, RTTY, Datos e Imágenes

A partir de la banda de 70 Centímetros, el PNAF nos asigna de manera secundaria estas frecuencias, lo que significa que debemos tratar de no causar interferencias con asignaciones comerciales dentro de estas bandas.

Como radioaficionado inscrito en la categoría General, usted está en la obligación ayudar y velar para que los radioaficionados inscritos en la categoría de Novicio se apeguen al Art. 17.1 del Reglamento para el Servicio de

Radioaficionados, y bajo ninguna circunstancia deberá darle entrada o requerir para comunicado ninguna estación inscrito en esta categoría, así mismo deberá reportar al INDOTEL cualquier actividad registrada en las bandas de radioaficionados, que esté fuera de lo establecido en la Ley General de Telecomunicaciones No. 153-98, y en el Reglamento para el Servicio de Radioaficionados.

## **LA IONOSFERA**

Antes de pasar a la exposición de transmisión de ondas mediante intervención de la ionosfera es necesario conocer un poco esta zona que rodea la Tierra.

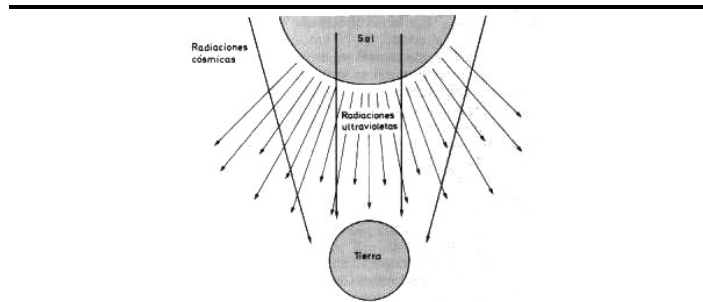
La ionosfera es un conjunto de zonas por encima de 15 km, desde 60 hasta 600 km de altura, en las que el aire está ionizado y es un buen conductor de electricidad. Ello sucede porque hay una gran cantidad de iones y de electrones libres en esta zona, lo que influye en gran medida sobre la propagación de ondas electromagnéticas. (Recuerde que la ionización consiste en que un átomo pierda o gane algún electrón).

En esta zona de la atmósfera existe una gran cantidad de gases y el impacto que producen en los átomos los rayos cósmicos y radiaciones ultravioletas les arranca algún electrón dejándolos convertidos en iones positivos, Las condiciones de propagación de las radiaciones son excelentes en las capas altas de la atmósfera y a ellas llegan con facilidad las radiaciones ultravioletas del Sol.

Cuando ha tenido lugar la ionización, los iones y los electrones libres que se han formado chocan y se recombinan entre sí incesantemente; un ion positivo tiene la tendencia a dejar estable su estructura recuperando el electrón o electrones que le faltan, pero este proceso se mantiene de forma ininterrumpida debido a que las radiaciones continúan llegando a todas las zonas de la atmósfera (especialmente a la ionosfera).

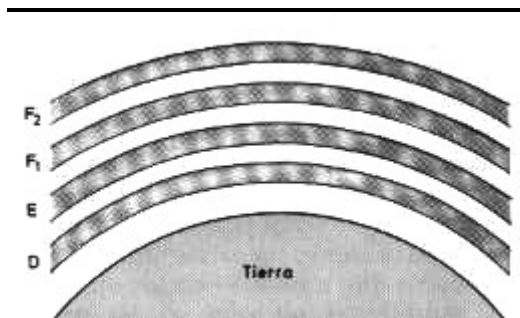
La ionización no es constante ni igual en todos los puntos de la ionosfera, influyen sobre ella la rotación de la Tierra, la formación de manchas solares, las erupciones solares y, sobre todo, la cantidad de radiación que llega según sea de día o de noche. Lo que importa es la densidad de ionización, es decir, el número de iones por cada unidad de volumen puesto que de ello depende la mayor o menor propagación de las ondas.

Las radiaciones no penetran con idéntica intensidad en todas las zonas de la atmósfera porque si bien las capas superiores son alcanzadas de lleno por toda la radiación, a las capas inferiores apenas llega un pequeño porcentaje de ésta.



Sobre la Tierra y las capas bajas de la atmósfera incide solamente un pequeño porcentaje de las radiaciones ultravioletas y cósmicas, el resto queda absorbido por las capas superior y media de la atmósfera.

En la parte superior de la ionosfera, aunque la ionización es muy grande, también lo es el número de recombinaciones, por lo que sufre variaciones importantes. Cada **ion** tiene un tiempo de vida muy corto al recombinarse enseguida con algún electrón de los muchos existentes en sus proximidades. A la parte baja de la atmósfera llega muy poca radiación puesto que ésta ha sido absorbida y amortiguada por todo el espesor de atmósfera que ha debido atravesar.



Las capas en que se subdivide la ionosfera están reverenciadas D, E, F, y F<sub>2</sub>. Estas dos últimas sólo existen durante el día ya que en la noche se recombinan formando una única capa, la F

La ionización será más importante en la zona central porque aunque llegue un poco menos de radiación que a la parte superior, los iones formados duran más tiempo y ello resulta más importante a efectos de propagación de ondas electromagnéticas.

Para estudiarla mejor se ha subdividido la zona conocida como ionosfera en varias subzonas o capas según la distancia que las separa de la superficie y del grado de ionización que contengan.

Se ha procurado unificar al máximo las alturas de las diferentes capas y en el estudio se parte de un margen considerable de kilómetros entre unas capas y otras.

## Capa D

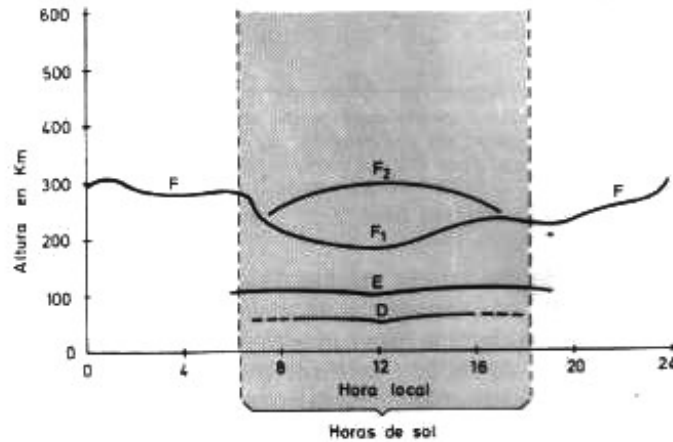
La capa más próxima a la troposfera es la capa D, que oscila entre 20 y 80 km aunque su valor central está aproximadamente alrededor de 70 km. Aquí la ionización es muy pequeña y procede solamente de las radiaciones solares muy intensas, lo que significa que, en la práctica, existe solamente durante el día que es cuando el Sol irradia una mayor energía sobre la superficie de la Tierra. Durante la noche apenas existe esta capa y no tiene utilidad práctica. Su importancia es muy escasa porque al quedar a alturas muy bajas prácticamente se cubre la misma distancia con las ondas troposféricas y se emplea para la propagación de las ondas largas.

## Capa E

Por encima de 80 y hasta 140 km (valor medio 100 km) la capa E permite devolver ondas electromagnéticas hasta una distancia de 2.000 km del punto de origen. La máxima propagación tiene lugar durante el día, pero no sufre una anulación total durante la noche si bien entonces reduce en gran parte su influencia. Esta capa es importante a efectos prácticos de conducción de ondas medias.

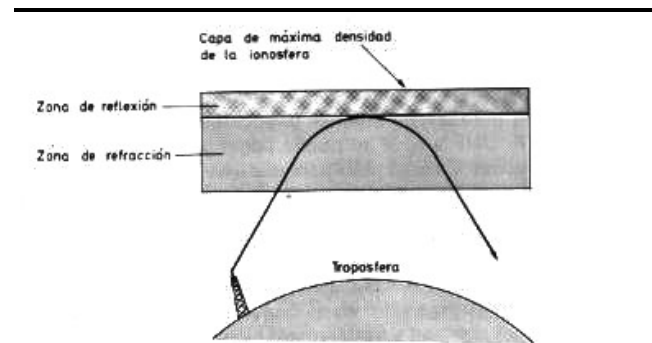
## Capa F

La capa **F**, que es la más importante, tiene alturas medias entre 200 y 400 km. Las capas **D** y **E** casi desaparecen durante la noche, especialmente la primera, pero no sucede lo mismo con la segunda ya que la diferencia entre el día y la noche o las estaciones la afectan solamente en un cambio de espesor, densidad de ionización y altura con respecto de tierra. Durante las horas de sol, la capa **F** se subdivide en otras dos capas, denominadas **F1** y **F2**. La inferior, **F1**, se mueve entre 140 y 250 km, durante el día y se eleva durante la noche. También influyen las estaciones, según en la que nos encontremos se recibe más o menos directamente la radiación solar y ello implica una variación. Aunque varía su altura, siempre queda por encima de la capa **E**. Al final del día se recombinan de nuevo las dos subcapas **F1** y **F2** para formar de nuevo la capa **F**.



Representación sobre un gráfico de las diferentes capas de la ionosfera. La capa D apenas existe y la capa E sólo tiene verdadera importancia durante el día, por lo cual la representación de las mismas tiene lugar solamente en el margen del tiempo comprendido entre la salida y la puesta del sol.

Esta capa es la que utiliza la onda corta en sus desplazamientos a larga distancia.



Las zonas de baja ionización refractan la trayectoria de los rayos pero la alta densidad provoca la reflexión de las ondas.

En la figura hemos representado de forma simbólica la trayectoria seguida por una onda electromagnética. Al salir de la antena emisora hacia el espacio atraviesa la troposfera siguiendo una trayectoria rectilínea y al llegar a la zona de baja ionización de la ionosfera, sufre una refracción, que será más o menos acusada según sea la frecuencia y el ángulo con el que incide, para, a continuación, seguir una trayectoria curva que propicia la reflexión de la onda cuando ésta llega a la zona de máxima densidad de la capa, obligándola a seguir una trayectoria descendente que puede retornar a tierra.

## Datos de Propagación en las Diferentes Bandas

La propagación varía con las distintas frecuencias y además con la ionización de la atmósfera, la altura de las capas o nubes de Heaviside, y las horas del día y la noche y por ello a continuación se da una idea de las condiciones promedio para cada banda en nuestra zona sin que esto represente la respuesta real en todos los casos.

**BANDA DE 160 METROS:** Durante las horas diurnas es utilizable solo para distancias muy corta.- Durante la noche es posible realizar contactos en distancias entre 1500 y 2000 Km. y en los casos de mínima actividad solar se logran grandes distancias. Es una banda con mucho nivel de ruido lo que dificulta los comunicados. Los máximos rendimientos se logran desde la puesta del sol hasta 30 minutos después a la noche y en la mañana desde 30 minutos antes y hasta su salida.

**BANDA DE 80 METROS:** Es una banda cuyo mayor rendimiento es durante las horas nocturnas pero durante el día la reflexión en la capa E permite comunicados hasta una distancia de 800 a 1000 Km. Durante los períodos de máxima actividad solar posee un elevado nivel de ruido y sus máximos rendimientos se logran durante una hora antes de la salida y otra hora luego de la puesta del sol.

**BANDA DE 40 METROS:** Durante las horas diurnas la reflexión en la capa E permite comunicados hasta 2000 Km. Pero durante la noche su alcance es muy grande y podemos decir que toda estación que se encuentre en la zona noche puede contactar con otra en igual situación. Posee un elevado nivel de ruido durante los períodos de máxima actividad solar y su máximo rendimiento se encuentra durante una hora antes y después de la puesta del sol.

**BANDA DE 20 METROS:** Es una banda que suele permanecer abierta durante las 24 horas y permite la comunicación a gran distancia por lo que es la banda ideal para las comunicaciones a todo el mundo. En los períodos de máxima actividad solar, la elevada ionización de las capas D y E produce fuertes atenuaciones y durante el verano permite comunicados a muy corta distancia pero lo normal es que su zona de silencio sea de 0 hasta 500 Km. Debe tenerse presente para esta banda que su mejor rendimiento es desde las 19 horas hasta las 9 horas del día siguiente por tener menos ionización las capas D y E, de esta manera, la señal se refleja en la capa F lo que eleva su distancia de comunicación.

**BANDA DE 15 METROS:** Es una banda claramente diurna y solo en los períodos de máxima actividad solar permanece abierta en las primeras horas de la noche. En los períodos de mínima actividad solar puede permanecer cerrada todo el día e incluso varios días y debe tenerse presente que su distancia de salto es de 1000 Km. como mínimo.

**BANDA DE 10 METROS:** Es una banda exclusivamente diurna y muy afectada por los ciclos solares ya que durante su máxima actividad permite comunicados a grandes distancias con suma facilidad; en cambio durante la mínima actividad suele permanecer cerrada completamente durante semanas. En condiciones normales de reflexión su distancia de salto es muy grande y puede escucharse perfectamente estaciones situadas a 4000 Km de distancia y no poder escuchar otras más próximas. Es una banda que casi roza la máxima frecuencia de reflexión por lo que exige el uso de antenas de muy bajo ángulo de radiación para lograr un máximo de rendimiento.

**BANDA DE 6 METROS:** En esta banda se encuentran todos los tipos de propagación tanto las de H.F. como las de V.H.F. y durante los ciclos de máxima actividad solar se logran comunicados de alcance mundial y es muy común el alcance transequatorial por reflexión en la capa F. Además es una banda que permite la comunicación por reflexión meteorítica con una duración muy larga.

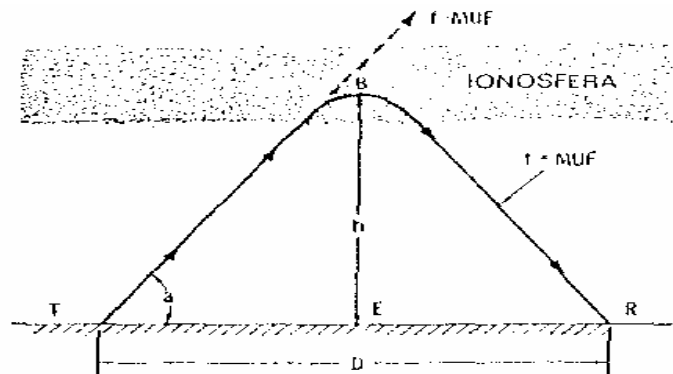
**BANDA DE 2 METROS:** Es una banda de propagación troposférica por lo que su señal no refleja el las capas ionosféricas, salvo en casos de auroras o alteraciones elevadas del campo magnético frecuentes en verano que permiten enlaces hasta 3000 Km. Además permite comunicados por reflexión meteorítica de hasta 2000 Km pero solo por 20 ó 30 segundos. Es una banda donde sus mejores resultados se logran durante el verano.

**BANDA DE 0,70 METROS:** En condiciones normales su alcance es ligeramente inferior a la banda de 2 metros pero al ser más elevada su frecuencia no aparecen ruidos producidos por el ingenio del hombre y por tanto sus señales son muy limpias. Su propagación es troposférica y algo mejor que la banda de 2 metros.

## Frecuencia Crítica

La frecuencia crítica de la capa ionosférica es la frecuencia mas elevada que se refleja cuando la onda choca con la capa de incidencia vertical. Las frecuencias mas altas que la crítica atraviesan la capa. La frecuencia crítica de la capa mas intensamente ionizada puede ser tan baja como 2 MHz durante la noche y tan alta como 15 MHz al mediodía. La frecuencia crítica y la altura de las capas se miden por técnicas de impulsos. El impulso y su eco son observados en una pantalla de rayos catódicos. La frecuencia crítica es de interés para conocer los saltos necesarios para cubrir una distancia determinada. Cuanto más alta es la frecuencia crítica mayor será la ionización de las capas y mas alta será la máxima frecuencia utilizable.

## Máxima Frecuencia Usable (MFU)



**Figura A**  
**MÁXIMA FRECUENCIA UTILIZABLE**

La MFU es la máxima frecuencia que puede utilizarse satisfactoriamente para realizar una comunicación en las bandas de radio, para una distancia dada, sin llegar a la frecuencia crítica. Aclarando que la frecuencia crítica es aquella por encima de la cual las ondas incidentes en las capas reflectoras de la atmósfera la atraviesan y no retornan a la superficie terrestre. Generalmente los enlaces se realizan mediante una onda incidente en forma oblicua con las capas ionosféricas y a la cual en algunos casos se suma la onda terrestre y en otros se resta. Por lo expresado el rango de frecuencias varía en concordancia a la longitud del trayecto y la MFU se hace mas baja cuando mas corto es dicho trayecto y más estrecho es el rango de frecuencias permitido. Además la MFU es sumamente influenciada por los ciclos de manchas solares que la estrechan aún más en los períodos de menor actividad solar.

## FRECUENCIA ÓPTIMA DE TRÁFICO (FOT)

El límite superior recomendado de frecuencia para la máxima fiabilidad de comunicación se llama frecuencia óptima de trabajo y se elige algo inferior a la MUF para prever irregularidades ionosféricas, turbulencias así como desviaciones de los valores medios de la MUF y comúnmente se calcula un 15% por debajo de la misma.

## **FRECUENCIA MÁS BAJA UTILIZABLE (LUF)**

La frecuencia mas baja utilizable es aquella en que se puede lograr la comunicación de modo satisfactorio, por un camino en particular y a una determinada hora. La LUF depende principalmente del ruido atmosférico y de los estáticos en el lugar de recepción para una determinada relación señal/ruido. En frecuencias inferiores a la LUF la recepción resulta imposible por la pérdida de nivel de ruido existente.

La LUF se puede controlar en cierto grado mediante el ajuste de la potencia efectiva radiada y del ancho de banda del circuito. En general la LUF se puede rebajar 2 MHz por cada 10 dB de aumento de la potencia radiada.

## **Antenas**

### **INTRODUCCION**

La antena es el elemento más importante de toda estación de radio. Todo lo que hacen los equipos de una emisora es amplificar y transformar energía de corriente alterna. Sin embargo, para que una estación pueda comunicarse con otra sin recurrir a cables de interconexión, se necesita transformar la energía de corriente alterna en un campo electromagnético o viceversa. Cuanto más eficaz sea esa transformación mejor será la estación, independientemente del equipo que se posea.

La antena por sí sola constituye más del 50 % de la calidad de una estación, por tanto, sólo existen dos posibilidades: la antena es buena, o es mejor.

### **LINEAS DE TRANSMISION**

Imagínese dos hilos conductores paralelos que se extienden hasta el infinito y, conectado a ellos, un generador de corriente continua.

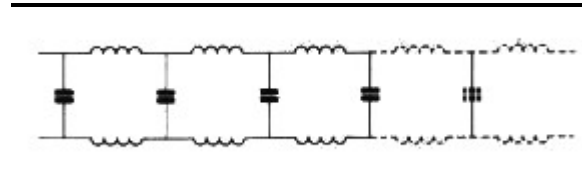
En el momento de la conexión veríamos que circula corriente en los cables en las proximidades del generador. Ahora bien, la propagación de la corriente por un conductor se produce a una velocidad no mayor que la de luz, por tanto, a 300.000 km del generador, tardaría 1 segundo en llegar la corriente y a 300 m tardaría 1 microsegundo (una millonésima de segundo). Puede pensarse que este tiempo es muy pequeño pero es el tiempo que una onda de radiofrecuencia de 1 megahercio (un millón de ciclos por segundo), tarda en completar un ciclo, y una frecuencia de un megahercio (MHz) está muy por debajo de lo que actualmente se puede emplear en radio.

¿Por qué circula corriente si los dos conductores no se encuentran nunca? La tensión aplicada a ellos crea un campo eléctrico entre los dos conductores. Como recordaremos dos conductores próximos forman un condensador. Puesto

que los conductores son infinitos, la capacidad del condensador también lo es y, por tanto, nunca cesará la corriente que tiende a cargarlo, mientras el generador esté conectado.

Ahora bien, todo conductor por el que circula corriente tiene una cierta inductancia por unidad de longitud, o sea, equivale a una bobina.

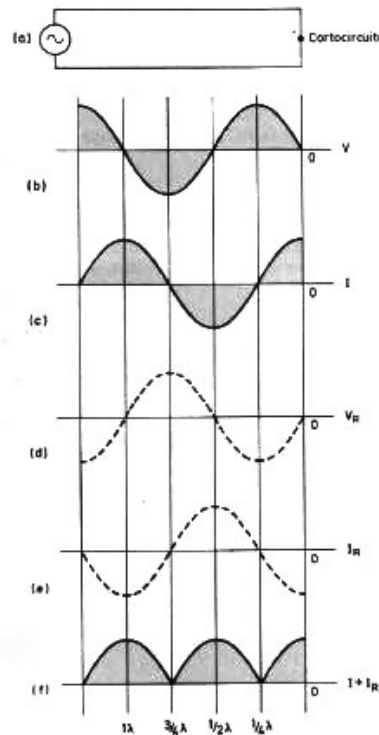
Por tanto, la línea de hilos paralelos que vimos antes puede representarse como una sucesión de bobinas y condensadores, tal como se indica en la figura.



Circuito equivalente de una línea de transmisión

### Relación de Ondas Estacionarias

¿Qué ocurre cuando a una línea de transmisión se le coloca una carga distinta de su impedancia característica? Para analizarlo se van a plantear los dos casos extremos: en cortocircuito (resistencia de carga igual a 0), y en circuito abierto (resistencia de carga igual a infinito).



Tensión e intensidad en una línea en cortocircuito.

## **Cortocircuito**

Introduciendo una corriente alterna en la línea (tal como indica la figura a), en el cortocircuito existirá siempre un punto de mínima tensión y de máxima intensidad (figura b y c).

El efecto es equivalente al de una onda que rebota contra una pared, invierte su sentido y retorna al generador, pero este retorno se efectúa con un cambio de fase de  $180^\circ$ , por lo que tendremos las corrientes y tensiones tal como se muestra en las figuras d y e.

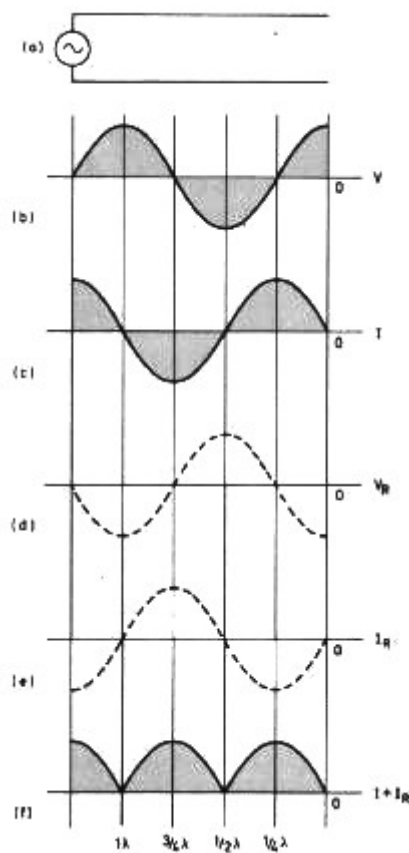
La combinación de la corriente y la tensión que llega y las que retornan, al medirlas con un voltímetro o amperímetro de radiofrecuencia se observa que son máximos en unos puntos de la línea y, mínimos en otros y que estos puntos son invariables (figura f).

A una onda de este tipo se le llama onda estacionaria.

## **Circuito abierto**

Como puede observarse en la figura siguiente, en el caso de circuito abierto se produce el mismo efecto, con la diferencia de que la tensión y la intensidad se han invertido.

En el extremo abierto la tensión es máxima y la intensidad mínima.



Tensión e intensidad en una línea en circuito abierto.

Cuando se coloca una carga y ésta es distinta de la impedancia característica de la línea, se produce la misma situación. Si la carga es menor que la impedancia característica, la línea se comporta de manera parecida a la de la figura Cortocircuito y, si es mayor a la de la figura Circuito Abierto. La diferencia estriba en que ahora los valores mínimos no llegan a cero y se produce una variación alrededor de la corriente media en la línea.

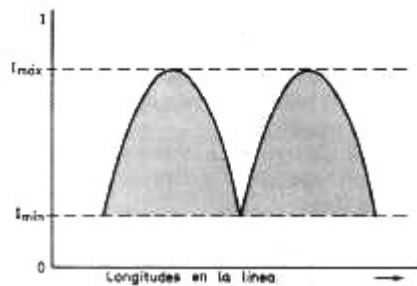


Gráfico de intensidad en una línea con ROE menor que infinito.

Se denomina Relación de Ondas Estacionarias, ROE, al cociente entre la intensidad máxima y la mínima de una línea de transmisión.

$$\text{ROE} = I_{\text{max}} / I_{\text{min}}$$

En el caso de la línea en circuito abierto o en cortocircuito la ROE vale infinito, ya que la intensidad mínima es cero.

Pero, una medida de la ROE no indica si la carga es mayor o menor que la impedancia de la línea. Para saber esto se debe medir la tensión o la intensidad a lo largo de la línea.

Si se produjera a una distancia de la carga de un cuarto de onda o cualquier múltiplo impar de esa longitud, la resistencia de carga es menor que la  $Z_0$ .

Si la intensidad mínima se produce a media longitud de onda o cualquier múltiplo de ella, la resistencia de carga es mayor que  $Z_0$ .

La misma medida se puede hacer con un voltímetro, pero en este caso los supuestos se invierten.

La ROE también se puede representar como:

$$\text{ROE} = Z_0 / R \text{ si } Z_0 > R$$

o bien

$$\text{ROE} = R / Z_0 \text{ si } R > Z_0$$

Por ejemplo:  $R = 100 \Omega$   $Z_0 = 50 \Omega$

$$\text{ROE} = 100/50 = 2$$

se dice que tenemos una ROE de 2 a 1 (2:1)

Nunca se debe decir que la ROE es igual a cero, ya que siempre se pone el número mayor en el numerador y, por tanto, la mínima ROE es 1:1 y la máxima infinito:1. Lo que sí puede decirse es que en una línea no hay ROE o sea que está equilibrada o que la ROE es 1:1.

## **EFFECTOS DE LA ROE**

El primer efecto de la ROE es que la carga no absorbe toda la energía suministrada por la línea (y por tanto por el generador). Si la carga es una antena, una parte de la energía del transmisor no es radiada y por tanto no se aprovecha.

Otro efecto es que el transmisor se puede encontrar con unos valores de tensión e intensidad superiores a los que puede soportar con seguridad, con el consiguiente peligro de destrucción. Este peligro es más importante en el caso

de emisores a transistores que en los de válvulas, ya que éstas tienen un margen de tolerancias más alto, y, por la misma construcción de su circuito de salida, se pueden adaptar mejor que los equipos transistorizados para cargas distintas de las previstas.

La tercera consecuencia desfavorable de la ROE es que la línea de transmisión aumenta sus pérdidas. Las líneas reales (hasta ahora se ha analizado una línea ideal, que no tenía pérdidas), tienen siempre un cierto grado de pérdidas de potencia. Si la ROE es elevada, estas pérdidas aumentan, reduciendo aún más la potencia que llega a la carga.

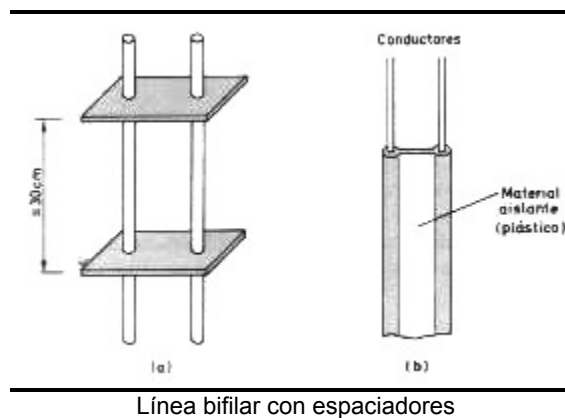
De todas formas, una cierta ROE existen en casi todas las instalaciones ya que resulta casi imposible realizar un acoplamiento perfecto entre línea y carga. Una ROE de 1,5:1 es perfectamente admisible en cualquier instalación. Una ROE de 2:1 puede empezar a ser un problema con equipos transistorizados y una ROE 3:1 es ya desaconsejada para cualquier equipo.

## TIPOS DE LINEAS

Las líneas de transmisión se pueden dividir en dos grandes grupos: bifilares y coaxiales.

### Línea bifilar

Consiste en dos hilos conductores paralelos separados, bien sea por un material dieléctrico continuo o bien por separadores cada cierta distancia.



La impedancia de una línea de este tipo viene definida aproximadamente por la siguiente fórmula:

$$Z_0 = 276 \log (d/r) \Omega$$

Donde  $d$  es la distancia entre centros de conductores,  $r$  el radio de un conductor;  $d$  y  $r$  deben ser unidades homogéneas.

## Ventajas de las líneas planas

La primera ventaja es su bajísimo nivel de pérdidas, incluso para frecuencias elevadísima.

La segunda ventaja es que podemos realizarla para cualquier impedancia (mediante la fórmula), y para cualquier potencia, por grande que sea, aumentando el diámetro del conductor o en casos extremos utilizando tubos de cobre.

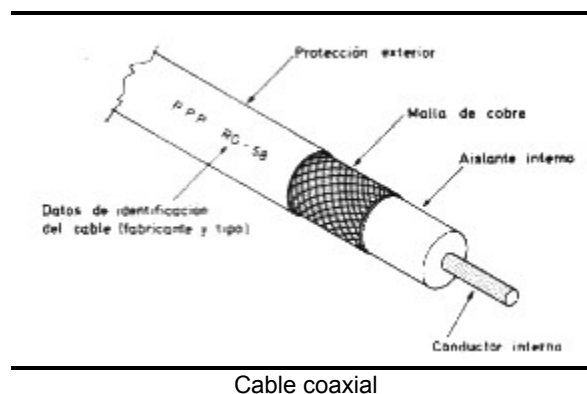
## Desventajas de las líneas planas

Siempre existe una cierta radiación a lo largo de la propia línea, debido a que los campos de cada conductor no se cancelan exactamente, sobre todo a pequeñas distancias de la línea, lo que puede causar problemas de interferencia a la televisión u otros servicios.

Si la línea no está equilibrada y existe una ROE fuerte en ella, estos problemas pueden ser muy graves. Las líneas planas tienden a captar ruidos eléctricos de los sitios por donde pasan. En las ciudades o edificios con muchos vecinos, el nivel de ruido eléctrico es muy alto debido a la gran cantidad de electrodomésticos existentes. Si una línea tiene que pasar por esas zonas, su captación de ruido será muy alta.

## Línea coaxial

Esta línea es la que más se utiliza actualmente, sobre todo desde que se fabrica en grandes cantidades y a precios asequibles.



El cable coaxial consta de un conductor interno rodeado de un material plástico (politeno o poliuretano, según los casos). Encima del plástico va una malla conductora y, todo ello, cubierto con una capa de polivinilo o caucho que lo

protege del exterior. Se fabrican muchos tipos de línea coaxial, se puede curvar con facilidad y por tanto es muy fácil de instalar.

La impedancia de una línea coaxial con dieléctrico de aire viene dada por la siguiente fórmula:

$$Z_0 = 138 \left( \frac{d_e}{d_i} \right) \Omega$$

Donde  $d_e$ , es el diámetro interno del conductor externo y  $d_i$  el diámetro del conductor interno.

## **CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE TRANSMISION REALES**

### **Longitud**

Toda línea de transmisión tiene una longitud física. Ahora bien, como por ella va a circular una corriente de radiofrecuencia, en muchos casos resulta imprescindible determinar su longitud eléctrica.

Por una línea real, la corriente eléctrica no se desplaza a la velocidad de la luz sino que lo hace a velocidad menor.

Al cociente entre la velocidad real y la velocidad de la luz se le llama coeficiente de velocidad; se representa normalmente con la letra  $V$  y siempre es menor que la unidad.

La longitud de onda, en el espacio libre, de una onda de radiofrecuencia viene dada,

$$\lambda = 300/f$$

$\lambda$  es la longitud de onda en metros si la frecuencia está expresada en megahercios.

Si esta misma onda se propaga por una línea de transmisión se tendrá:

$$\lambda_l = \lambda \times V = (300/f) \times V$$

Siendo  $\lambda_l$  la longitud de la onda en la línea, y  $V$  el coeficiente de velocidad.

Cada línea de transmisión tiene un factor de velocidad que depende de su tipo y de los materiales con los que se ha fabricado. En la tabla 1 se puede ver los factores de velocidad de algunas líneas estándar.

Como se puede observar, cuanto menos dieléctrico haya, mayor es la velocidad de propagación.

Suponiendo que se quiera cortar una línea, con dieléctrico de polietileno, para que tenga media longitud de onda a la frecuencia de 10 MHz, tendremos:

$$1/2 \lambda l = 1/2 \lambda \times V = (1/2) \times (300/f) \times V = 9.9 \text{ metros}$$

O sea, mucho más corta que los 15 metros correspondientes a media onda en el espacio libre para esa frecuencia.

### **Pérdidas**

Toda línea de transmisión tiene pérdidas, parte de la energía que transporta se transforma en calor y por tanto no es utilizable.

Las pérdidas se producen por dos motivos: resistencia óhmica y pérdidas en el dieléctrico.

### **Resistencia óhmica**

Todo conductor tiene una resistencia. Al circular corriente eléctrica por él, una parte de la potencia es disipada en calor por esa resistencia. Cuanto más larga sea la línea, mayor será la resistencia y mayores las pérdidas. Las pérdidas resistivas son fijas e independientes de la frecuencia.

### **Pérdidas en el dieléctrico.**

Cualquier dieléctrico a pesar de ser un aislante tiene un cierto grado de pérdidas. Las pérdidas en el dieléctrico dependen de su espesor, tipo y de la frecuencia a la que se emplee. Cuanto más fino sea el dieléctrico y más alta la frecuencia, mayor serán las pérdidas. El mejor dieléctrico es el aire, tiene unas pérdidas muy bajas.

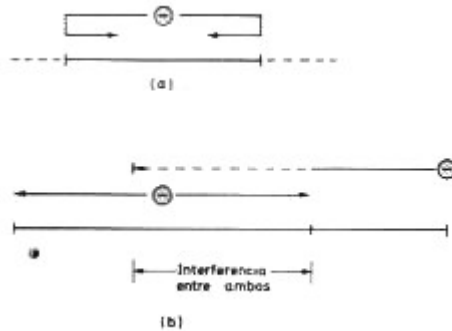
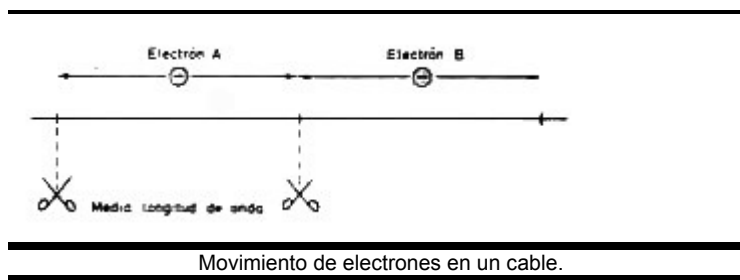
### **Principio del funcionamiento de las antenas**

Para que una antena genere un campo electromagnético, se necesita que existan cargas eléctricas en movimiento. En el caso de los conductores paralelos, estas cargas son electrones que se mueven merced al impulso eléctrico de un generador (transmisor). Toda carga eléctrica en movimiento acelerado, genera un campo eléctrico y otro magnético (campo electromagnético), que una vez creado se aleja indefinidamente del conductor.

Si a un hilo conductor se le aplica corriente alterna, todos los electrones libres se moverán siguiendo el ciclo de corriente alterna. A efectos prácticos es lo mismo

considerar que los electrones se transmiten el movimiento de unos a otros, como considerar que un solo electrón realiza todo el trabajo.

Este electrón se mueve adelante y atrás siguiendo el ciclo de corriente alterna. Si el hilo conductor es infinito no hay problemas para el electrón y sus adyacentes, ya que siempre encuentran espacio para moverse libremente. Pero en una antena real el hilo no es infinito, por tanto, veamos que ocurre cuando se corta el hilo. Si el corte se realiza exactamente por los puntos marcados en la figura, el electrón A no tiene problemas para moverse dentro del espacio que le queda.



Efectos sobre los electrones si el cable no tiene la longitud adecuada.

¿Qué ocurre si se corta una medida distinta de la indicada? Si es más corta, el electrón tiene que rebotar en el extremo antes de haber llegado al final de su movimiento y lo invertirá de forma distinta (fuera de fase) a como lo hace el impulso de corriente alterna (Figura a).

Si el hilo es más largo, el electrón A no tendrá problemas, pero el electrón B no podrá realizar el ciclo y, por tanto, intentará invadir el terreno del electrón A para conseguir completar su movimiento, interfiriéndose entre ellos. El resultado es el mismo, la corriente se interfiere y queda fuera de fase respecto al impulso de la corriente alterna que lo origina (figura b).

Por lo tanto la longitud mínima para que los electrones puedan moverse libremente sin interferirse unos con otros, es de medio Ciclo de la corriente alterna, o sea, media longitud de onda. Se recuerda que la corriente alterna

varía su polaridad, por lo tanto, el electrón se ha desplazado una longitud de onda completa pero, la mitad en un sentido y la otra mitad en el opuesto, es decir, le basta media longitud de onda para no "chocar" con los extremos.

La explicación teórica de todo esto es que una longitud de media onda es "resonante" o lo que es lo mismo, la corriente y la tensión están en fase y por tanto el hilo se comporta como si fuera una resistencia pura. Recordando lo que se dijo sobre líneas de transmisión, para que éstas funcionen bien se necesita colocar una resistencia pura en su extremo. Por tanto, he aquí la primera condición que debe cumplir toda antena: ser resonante.

Además, cambiar de un valor a otro en una resistencia pura resulta bastante sencillo de realizar, con lo que podrá acoplarse cualquier antena a una línea de transmisión sin excesivos problemas. Esta es la segunda condición a conocer al construir una antena: ¿cuál es el valor de su impedancia cuando está en resonancia?

Por lo tanto ya se tienen los dos principios básicos del funcionamiento eléctrico de una antena:

- 1) Resonancia, que se cumple para hilos de media longitud de onda (evidentemente también se cumple para cualquier múltiplo entero de esa longitud).
- 2) Impedancia, que depende del tipo de antena y de su construcción e instalación.

## **CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS**

### **Polarización**

Se define como polarización de una antena, la dirección que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética. Si el campo eléctrico es horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si es vertical, tendrá polarización vertical. En general, la polarización coincide con la posición del hilo conductor de la antena. Si ésta tiene el conductor en posición horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si está vertical, tendrá polarización vertical. En algunos tipos de antena resulta dudoso determinar la polarización (antenas de cuadro o similares), pero lo determinaremos al hablar de cada tipo.

Para las frecuencias comprendidas entre 3 y 30 MHz, en las que la mayoría de comunicados se realizan por reflexión en la ionosfera, la elección de uno u otro tipo no tiene importancia, ya que la polarización se pierde al haber una reflexión. Sin embargo, en frecuencias superiores, donde las reflexiones son muy raras, o bien, siempre que se quiera establecer comunicados por vía directa (sin reflexiones), la antena emisora y la receptora deben tener la misma polarización, ya que en caso contrario las pérdidas son muy importantes.

## Angulo de radiación

Se llama ángulo de radiación al ángulo vertical (Por encima del horizonte) en que una antena emite (o recibe) la máxima intensidad de campo electromagnético.

Resulta evidente que todas las estaciones con las que podemos contactar se encuentran, o bien en línea horizontal o bien más allá del horizonte. Ahora bien, por el hecho de que las antenas se encuentran encima del suelo se produce una interacción entre el campo electromagnético que sale de la antena y la parte de éste que rebota en el suelo. La combinación de los dos hace que la energía se cancele para ciertos ángulos y que se refuerce para otros. El ángulo para el que el refuerzo es máximo se llama ángulo de radiación de una antena. Curiosamente ninguna antena real situada sobre el suelo tiene su máximo ángulo de radiación en dirección horizontal. La máxima radiación siempre ocurre con un cierto ángulo hacia arriba.

## Directividad

Se denomina directividad a la dirección horizontal en la que se produce el máximo de radiación de una antena. Algunas antenas radian igualmente hacia todas las direcciones horizontales, en cambio, otras tienen una o varias direcciones en las que la radiación se ve favorecida.

## Ganancia

Se define como ganancia de una antena la diferencia que existe entre el campo electromagnético producido por una determinada antena en su dirección más favorable respecto al de otra antena que se toma como patrón. Científicamente se toma como referencia la antena *isotrópica*, que es una antena ideal que radia uniformemente en todas direcciones. Evidentemente no existe tal antena pero, matemáticamente, es muy fácil calcular el campo electromagnético que produciría una antena de ese tipo.

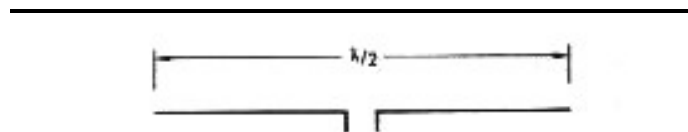
En la práctica la antena que se usa como referencia suele ser el dipolo, que ya tiene una ganancia de 2,8 dB sobre la antena isotrópica. Esto se debe a que el dipolo es una antena muy simple y fácil de construir, por lo cual se pueden hacer comparaciones directas entre dos antenas sin tener que recurrir a la antena isotrópica que no existe y por tanto no es comparable directamente.

Si la ganancia de una antena está referida a la antena isotrópica se representa como dBi. Si está referida al dipolo se representa como dBd.

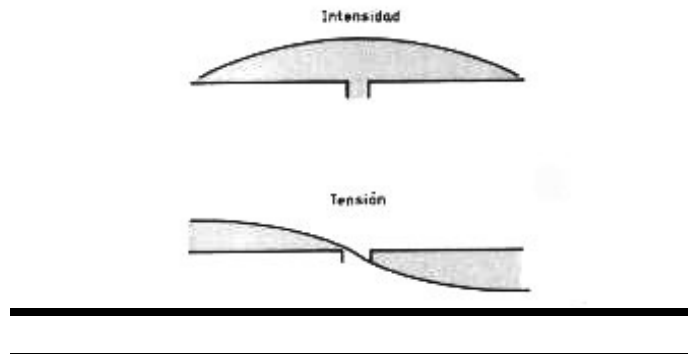
La ganancia de una antena siempre viene referida a otra, por tanto, no son de fiar las ganancias que no indiquen claramente cuál es la referencia (recordar que el decibelio es una medida comparativa).

## ANTENA DIPOLO

La antena dipolo es la más sencilla de todas. Consiste en un hilo conductor de media longitud de onda a la frecuencia de trabajo, cortado por la mitad, en cuyo centro se coloca un generador o una línea de transmisión. Dado que el generador actúa como si solamente empujara los electrones de un lado a otro, tenemos el hilo de media onda visto anteriormente.



Antena dipolo



Distribución de corriente y tensión en el dipolo.

La longitud de un dipolo debe ser por tanto:

$$L = 492 / f$$

siendo  $f$  la frecuencia en megahercios y  $L$  la longitud en pies.

Al estar construido con algún material (generalmente cobre) y terminarse en dos puntas que introducen una cierta capacidad que no existe en el conductor continuo, para obtener la resonancia se debe acortar ligeramente esta longitud debido al mismo efecto que el factor de propagación de las líneas de transmisión.

Para todos los efectos prácticos, salvo para dipolos en frecuencias muy elevadas en las que el diámetro del hilo puede tener influencia, se puede considerar que acortando la longitud un 5 % se consigue la condición de resonancia. Por lo tanto, la fórmula queda:

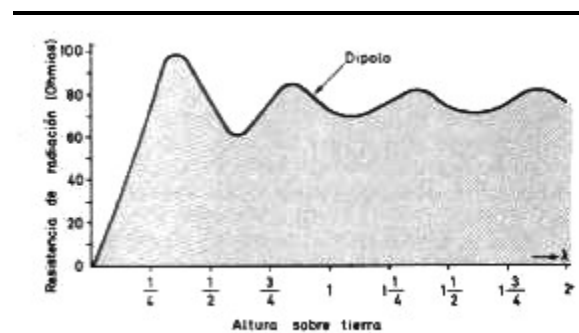
$$L = 467,5 / f$$

### Distribución de corriente y tensión en un dipolo

La distribución de corriente y tensión en un dipolo es tal como se muestra en la figura 10b. En el centro tenemos una tensión reducida y una intensidad elevada, mientras que en las puntas se produce una tensión muy elevada y una intensidad nula. Esto quiere decir que hay que tener cuidado con la sujeción de esos puntos. Si el aislador no es de buena calidad, la elevada tensión existente en las puntas puede producir grandes pérdidas. También hay que tener en cuenta el hecho de que incluso con potencias pequeñas se pueden producir quemaduras en caso de tocar accidentalmente esas puntas.

### Impedancia de un dipolo

La impedancia nominal de un dipolo es de 73 ohmios. Sin embargo, en un dipolo real situado a una cierta distancia del suelo la impedancia varía considerablemente. Este efecto no tiene demasiada importancia si se puede aceptar una ROE máxima en la línea de transmisión de 2:1.



Impedancia del dipolo según su altura

Si se quiere anular esta ROE sólo podemos hacerlo variando la altura del dipolo. Como se puede ver en la gráfica, cuanto más alto se encuentra el dipolo respecto a tierra, menor es la variación de impedancia y más se aproxima al valor nominal de 73 ohmios. Un dipolo colocado a una altura de 3/8 de la longitud de onda tendrá una impedancia de 81 ohmios aproximadamente.

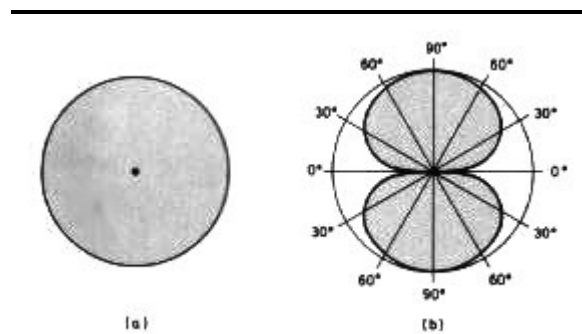
Conectándolo a una línea de 75 ohmios, la ROE será 81/75 o sea 1,08:1, que es muy pequeña. Si el dipolo se encuentra a más de media longitud de onda de altura sobre el suelo a la frecuencia de trabajo, la ROE que habrá en la línea será insignificante.

En frecuencias bajas, donde la longitud de onda es grande, sí que resulta importante la altura a la que se coloca el dipolo. Supongamos un dipolo en la banda de 80 metros de los radioaficionados (3,5 a 38 MHz), media longitud de onda son 40 metros, altura que es muy difícil de lograr en la mayoría de los casos. Si colocamos el dipolo a  $1/5$  de longitud de onda, veremos que la impedancia del dipolo es de unos 50 ohmios, por lo tanto, si el dipolo anterior se coloca a 16 metros y se alimenta con una línea de 52 ohmios existirá un acoplamiento perfecto.

En cualquier caso (excepto el mencionado anteriormente), alimentando un dipolo con una línea de 52 ohmios habrá que aceptar una ROE de 1,5:1 aproximadamente. Además conviene evitar las alturas comprendidas entre un poco más de  $1/4$  y un poco menos de  $1/2$  de longitud de onda. Como norma general, un dipolo no debe montarse a alturas inferiores a  $1/4$  de longitud de onda, ya que la impedancia baja muy rápidamente y como veremos en el apartado siguiente su funcionamiento se vuelve totalmente inútil.

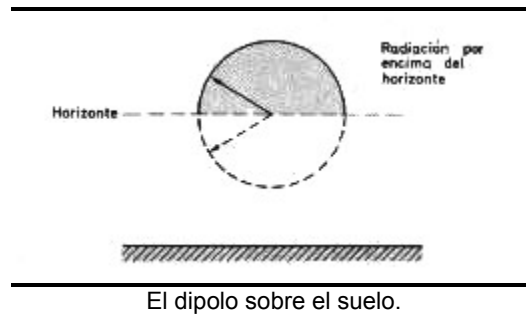
## RADIACION DE UN DIPOLO

La radiación de un dipolo en el espacio libre es tal como se indica en la figura siguiente; en un plano perpendicular a la dirección del hilo del dipolo. Radia exactamente igual en todas direcciones: mientras que en el plano del dipolo radia con un máximo en la dirección perpendicular al hilo y un mínimo en la dirección del hilo. O sea que el dipolo es ligeramente directivo y como ya dijimos anteriormente tiene una ganancia respecto a una antena isotrópica de 2,3 dB en direcciones perpendiculares al hilo del dipolo. A efectos prácticos puede decirse que el dipolo es omnidireccional, excepto para direcciones hacia las puntas o muy próximas a ellas.

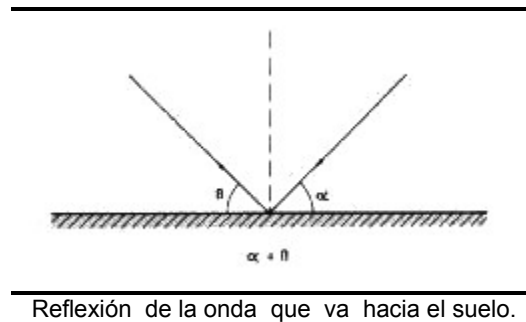


Diagramas de radiación horizontal y vertical del dipolo.

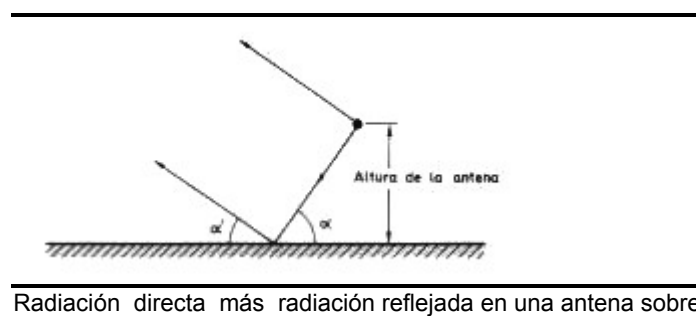
Ahora bien, los dipolos se encuentran siempre sobre tierra a una determinada altura, por tanto hay que tener en cuenta los efectos que producen las reflexiones sobre el suelo. A continuación se considerará que el dipolo se encuentra en posición horizontal sobre el suelo que es lo más frecuente.



De una antena sólo nos interesa la parte de radiación que se produzca por encima del horizonte (línea gruesa en figura anterior). Ahora bien, la parte de radiación que va hacia el suelo sigue existiendo (línea de puntos). Esta radiación llega hasta el suelo y sufre una reflexión (de momento suponemos que la reflexión es perfecta, o sea que toda la energía incidente es reflejada). Cuando se produce una reflexión, la onda sufre un cambio de fase de  $180^\circ$  y rebota con el mismo ángulo con que llegó (figura siguiente).



Por lo tanto, en una antena, para cualquier ángulo de radiación, tendremos una radiación directa que viene de la antena y una radiación reflejada.



Para un receptor lejano, las dos señales, la directa y la reflejada, se superponen como si fueran una sola. Si ambas señales llegan en fase se sumarán y el receptor recibirá el doble de señal, en cambio, si llegan exactamente con la fase cambiada el receptor no recibirá nada, ya que los dos señales se anulan. Como las dos señales son generadas por la misma antena, la única diferencia entre ellas es el camino que recorre y el hecho de que una de ellas sufre una reflexión.

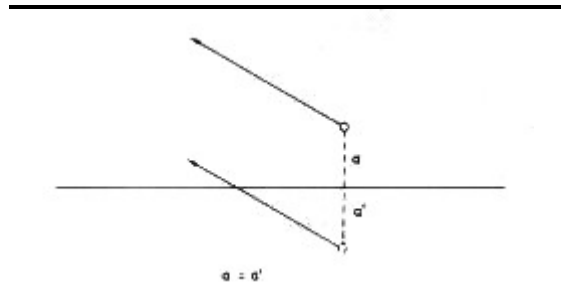
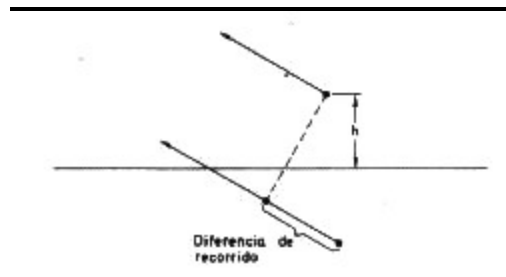


Imagen ficticia creada por la reflexión en el suelo.

Es evidente que la diferencia de camino de una y otra señal es función exclusiva de la altura a la que se encuentra la antena. A todos los efectos puede considerarse que la tierra crea una imagen ficticia de la antena, que radia exactamente igual que la antena real pero con la fase cambiada.

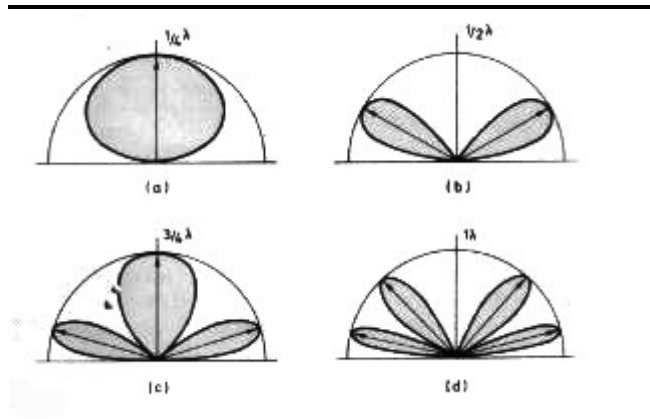


Antena muy próxima al suelo

Suponiendo una antena muy próxima al suelo (expresado en longitudes de onda) y si hay un observador lejano, la diferencia entre las dos señales para casi todos los ángulos es mínima y, por tanto, las dos señales se cancelan. Sólo en dirección vertical habrá una cierta radiación, o sea que una antena colocada muy próxima al suelo puede tener efectos muy negativos en cuanto a la radiación a larga distancia.

A medida que se levanta la antena, es muy fácil demostrar matemáticamente que existen una serie de ángulos para los que la antena radia mejor que para otros.

En el caso particular del dipolo, los ángulos de radiación son los que se indican en la figura siguiente, para diferentes alturas.



Ángulos verticales de radiación del dipolo para varias alturas.

La altura de una antena se representa siempre en longitudes de onda a la frecuencia de trabajo, ya que es la longitud de onda la que dará las diferencias de fase antes mencionadas. No tiene sentido decir que una antena está a 10 metros de altura si no se especifica la frecuencia a la que trabaja. Para una frecuencia de 30 MHz, 10 m sería una buena altura de antena con un ángulo de radiación bastante bajo (figura c). En cambio en 3 MHz (longitud de onda de 100 m) sólo estaríamos a 0,1 longitudes de onda. En este caso la antena sólo radiaría hacia arriba.

Es evidente que cuanto mejor radia una antena hacia el horizonte, o sea, con ángulos de radiación bajos, más efectiva es, Pero, como se puede ver, ninguna altura permite la radiación hacia el horizonte.

Cuanto más alta está, más se aproxima al ideal, pero nunca llega. Por tanto, es importante colocar el dipolo a una altura que permita obtener el máximo rendimiento sin que la estructura para montarlo sea muy exagerada.

En las bandas más altas (20, 15 y 10 metros de aficionados), se recomienda colocar la antena, como mínimo, a media longitud de onda -de altura, y mejor a una longitud de onda. En estas bandas, para trabajar a larga distancia se precisa un ángulo de radiación muy bajo, ya que la ionosfera no es capaz de reflejar las señales que lleguen con ángulos altos.

Para las tres bandas de aficionados, un compromiso bastante aceptable es una altura de 10 m, ya que proporciona una altura de  $1/2$  ; en 20 m,  $2/3$  en 15 m y 1 , en 10 m. De todas maneras, cuanto mayor sea la altura, mejor será el rendimiento. Se considera que 10 metros es la altura mínima a la que se debe colocar el dipolo en las bandas citadas.

Para las bandas de 80 y 40 metros de radioaficionados el problema se complica, y no digamos en la banda de 160 metros. Conseguir alturas superiores a 20 metros no es fácil e incluso pasar de 10 metros resulta difícil en muchos casos. Lo malo es que para que un dipolo de un buen rendimiento en esas bandas se

precisa una altura mínima de 20 metros. Ahora bien, para la persona que vive en una casa con mucho espacio, levantar una torre suficientemente alta no es problema. El problema se presenta en las ciudades. En un edificio de apartamentos, la comunidad de propietarios no suele ver con buenos ojos que se levanten estructuras muy espectaculares en la azotea, pero es muy posible que el plano de tierra real no se encuentre a la altura de los techos. En la mayoría de los casos se considera que la propia altura del edificio ayuda, en cierta medida, a la altura total de la antena, ya que la altura de ésta se mide sobre el plano de tierra. Si el propio edificio y los circundantes son de hormigón o de material cerámico, es casi seguro que el plano de tierra real se encuentre varias plantas por debajo del nivel del techo. En cambio con estructuras metálicas, o bien con los modernos sistemas de hormigón en placas con mallas de hierro electrosoldadas, se podrá considerar que el plano de tierra se encuentra a la altura de las azoteas.

Resulta casi imposible realizar una evaluación de la influencia del tipo de edificios en el funcionamiento de una antena. Por tanto, la elección de la altura se debe hacer para cada caso en particular.

## **EFFECTOS DE LA TIERRA EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA ANTENA**

Hasta ahora se ha supuesto que la reflexión en el suelo era perfecta, toda la energía incidente era reflejada. En condiciones reales puede no ser así.

En la práctica sólo se puede considerar una tierra perfecta a la superficie del agua, aquellos terrenos que tengan agua a muy poca profundidad y los terrenos que por su propia constitución sean capaces de retener grandes cantidades de agua, como es la arcilla, y siempre que esa agua exista. Una arcilla en zona de poca humedad puede ser muy mala tierra.

Por lo tanto, únicamente las zonas situadas al lado del mar, de un río, un lago o terreno pantanoso pueden asegurar una tierra casi perfecta. En todos los demás casos la tierra será dudosa.

El efecto que una mala tierra produce sobre el funcionamiento de la antena es que no toda la energía que va a tierra es reflejada. Al no reflejar toda la energía, los gráficos de radiación de la figura 18 se redondean. La figura 19 muestra como los puntos nulos no son tan pronunciados. Ya que, si bien las dos señales llegan en oposición de fase, a señal reflejada es menor que la directa y por tanto no la cancela completamente. La ventaja que puede parecer el que no haya nulos tan acusados, no es tal porque los máximos de radiación también son menores; en el caso extremo de que la reflexión no se produjera (toda la energía que va al suelo es absorbida) resultaría que la mitad de la potencia se perdería.

Así pues si bien una antena sobre una tierra imperfecta radiaría igual para todos los ángulos por encima del horizonte, su radiación sería la mitad que la de una

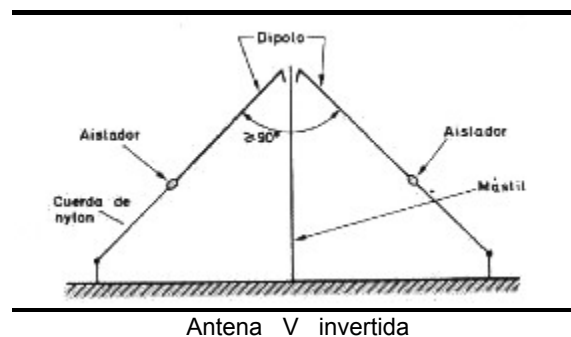
antena situada sobre tierra perfecta, ya que para cada ángulo en particular (y siempre hay uno que interesa más que los otros) siempre se encontraría una altura en la que su radiación sería máxima para ese ángulo.

## VARIANTES DEL DIPOLO

Por definición el dipolo se monta en posición horizontal con la alimentación en el centro. Sin embargo, y partiendo de la idea del dipolo, se han desarrollado varios tipos de antenas.

### Antena en V invertida

Esta antena, no es más que un dipolo sujeto en el centro y con las puntas más bajas que éste.



Funciona casi igual que un dipolo con las ventajas de que al estar las dos ramas inclinadas se produce una cierta radiación, en polarización vertical, en la dirección de las puntas. Además, basta un solo soporte en vez de dos. El inconveniente radica en que para conseguir la misma altura promedio, este soporte debe ser más alto que el que se precisa para un dipolo. De todas formas, como la máxima corriente se produce en el centro del dipolo, con la V invertida siempre habrá el máximo de generación de campo electromagnético lo más alto posible.

### Longitud y montaje de una antena en V invertida

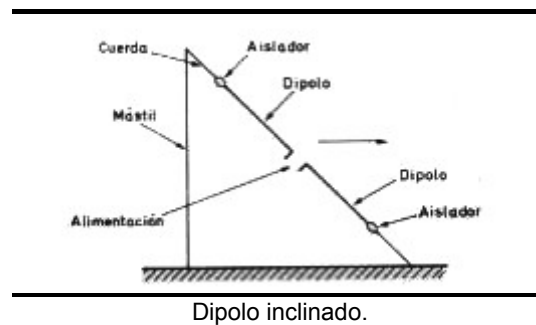
Inicialmente se puede utilizar la fórmula del dipolo. Como las puntas se encuentran más próximas al suelo, es casi seguro que se deberá alargar ligeramente la longitud de cada rama para obtener la resonancia, lo cual se debe hacer experimentalmente ya que influye el tipo de terreno, lo cerca que queden las puntas del suelo y el ángulo que forme la **V**.

El ángulo ideal de la **V** invertida es de  $120^\circ$  aunque también se puede hacer de  $90^\circ$ . Nunca se debe colocar un ángulo menor de  $90^\circ$ , ya que el rendimiento disminuye considerablemente.

La mayoría de antenas en V invertida se montan en mástiles metálicos y no parece que exista mucho problema. De todas formas, es evidente que, al menos en teoría, un mástil metálico en el centro de la antenna tiene que producir algún efecto sobre la radiación en polarización vertical, y a ser posible se recomienda el uso de un mástil de madera o material aislante. A pesar de esto, y por la experiencia acumulada, no parece haber una diferencia apreciable entre un mástil metálico y otro aislante, al menos para comunicaciones por reflexión en la ionosfera.

## DIPOLOS INCLINADOS

Un dipolo puede montarse como se indica en la figura. Desde luego, a igualdad de medidas, el mástil que lo soporta debe ser mucho más alto que para una V invertida.

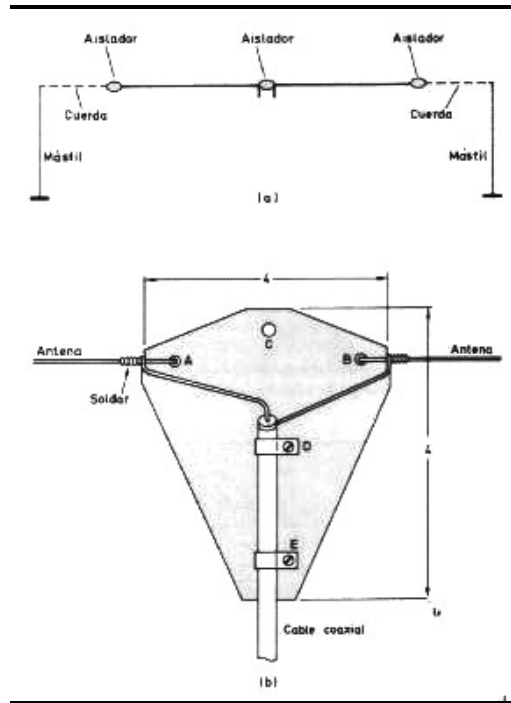


El dipolo se calcula con la misma fórmula que ya vimos pero, al igual que con la V invertida, es posible que se deba acortar ligeramente para encontrar la resonancia.

El dipolo inclinado favorece la radiación en la dirección que indica la flecha, lo que en algunas circunstancias puede ser beneficioso si se inclina en la dirección adecuada. La ganancia que de esta manera se consigue no es muy grande, pero en algunos casos esa pequeña ganancia puede ser decisiva e incluso se pueden montar desde un mismo mástil varios dipolos inclinados hacia direcciones predeterminadas con lo que, eligiendo el dipolo adecuado, se favorece la dirección escogida.

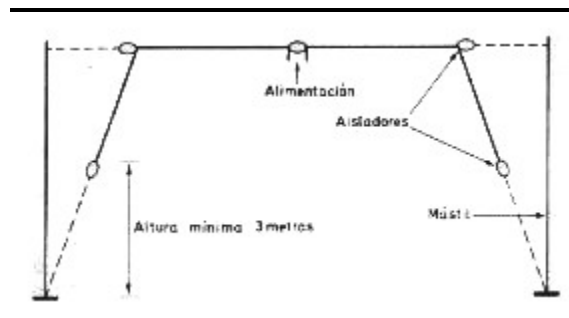
## CONSTRUCCION DE UN DIPOLO

El dipolo se construye con dos mástiles o entre dos puntos elevados en un lugar libre de obstáculos próximos.



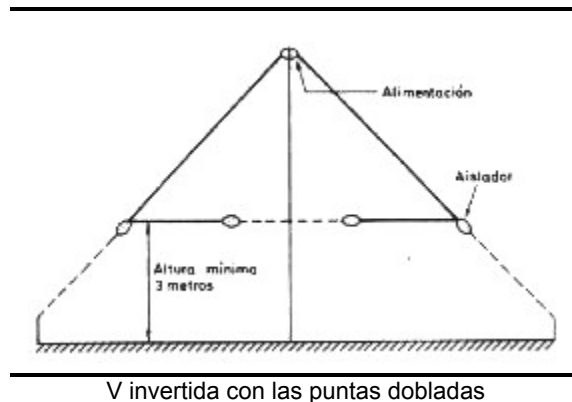
Construcción de un dipolo

Se deben emplear aisladores en los extremos y en el centro. El dipolo debe instalarse lo más recto posible y bien tensado. De todas formas, si en el espacio disponible no cupiera el dipolo completo, se pueden doblar las puntas hacia abajo.



Dipolo con las puntas dobladas

En el caso de la antena en V invertida se puede hacer lo mismo o bien llevar las puntas otra vez hacia el mástil.



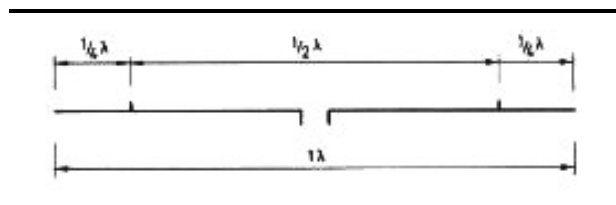
Sin embargo, hay que procurar que las puntas, tanto del dipolo como de la V invertida, no puedan ser tocadas por nadie, ya que son puntos de alta tensión.

Para su construcción se puede emplear hilo de cobre macizo, bien sea plateado o esmaltado, con un diámetro de 1,5 mm, por lo menos, o bien hilo de cobre de instalaciones eléctricas enfundado en plástico.

## ANTENAS LARGAS

Al hablar del dipolo se especificó que la longitud mínima para que un conductor resuene es de  $1/2$  de longitud de onda. Sin embargo existen longitudes mayores para las que también se cumple la condición de resonancia, o sea que pueden construirse antenas con una mayor longitud de hilo.

Si a un dipolo se le añade media longitud de onda ( $1/4$  en cada lado) tendremos una antena de una longitud de onda.

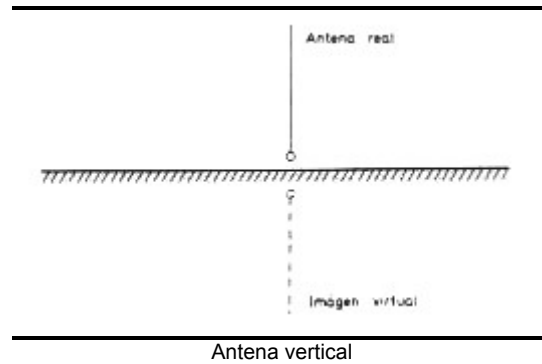


El dipolo alargado

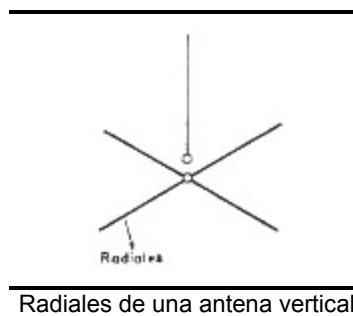
El problema que presenta esta antena es que, como en las puntas la corriente debe ser 0 y la tensión elevada, la distribución de corriente y tensión debe ser como se indica en la figura posterior. Esto quiere decir que en el punto de alimentación habrá una elevada tensión y una baja intensidad, o lo que es lo mismo, alta impedancia  $Z = V/I$  que resulta muy difícil de adaptar ya que, las líneas de transmisión más corrientes son de baja impedancia.

## ANTENA VERTICAL

La antena vertical no es más que un dipolo puesto en posición vertical y con una de sus ramas enterrada en el suelo. Evidentemente no se construye el dipolo y se entierra, sino que sólo se hace la sección que queda sobre la superficie. La sección restante es creada por el plano de tierra de la antena.

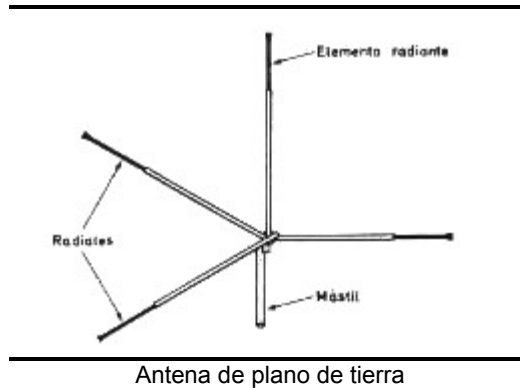


Ahora bien, como sucede con el dipolo, la imagen sólo es correcta cuando la tierra es muy efectiva. Como en este caso se necesita imperiosamente la formación de esa imagen para que la antena funcione, hay que asegurar la existencia de una tierra perfecta debajo de la antena, Salvo en terrenos muy buenos, e incluso en estos casos para evitar las posibles variaciones del suelo en el comportamiento de la antena, se colocan en el suelo una serie de conductores que proporcionen una tierra perfecta debajo de la antena. A estos conductores se les denomina radiales y cuantos más existan mejor será el funcionamiento de la antena.



Pero ahora ocurre una cosa muy curiosa. Como el plano de tierra está junto a la antena, ésta puede ser independiente del suelo, sencillamente levantando el plano de tierra artificial.

Tenemos entonces lo que se denomina antena de plano de tierra, (ground plane, en inglés). Esta antena se puede instalar a cualquier altura, siempre que se mantenga los radiales debajo de ella.



La longitud de una antena vertical es exactamente la mitad del dipolo, por tanto se puede emplear la fórmula:

$$L = 234 / f$$

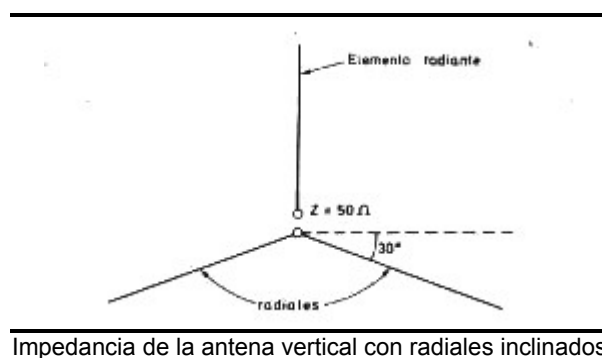
La L vendrá en pies si la f (frecuencia) está en MHz.

La longitud de los radiales ha de ser un 5 % más larga de la indicada en esta fórmula y se deben colocar un mínimo de tres.

### Impedancia de una antena vertical

El dipolo tiene una impedancia teórica de 73 ohmios. Al ser la vertical la mitad de un dipolo, su impedancia será de 36,5 ohmios. Más adelante se analiza cómo podemos adaptar esta impedancia.

De todas formas, en el caso de la antena de plano de tierra, se pueden inclinar hacia abajo los radiales, con lo que la impedancia de la antena aumenta. Con una inclinación de unos 30°, la impedancia se eleva alrededor de 50 ohmios. Como la mayoría de antenas de plano de tierra se montan sobre un mástil, esta inclinación de los radiales no presenta ningún problema. Evidentemente en una antena sobre el suelo no se podrá realizar esta operación.



## Angulo de radiación de una antena vertical

La antena vertical radia por igual en todas las direcciones horizontales y, al tener la tierra incorporada, siempre tiene el mismo ángulo de radiación. Como se puede ver en la figura siguiente, este ángulo es aproximadamente de  $30^\circ$ . Evidentemente se puede decir que este ángulo es muy elevado, pero veamos algunas comparaciones.

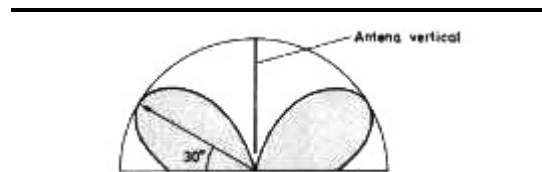


Diagrama de radiación de la antena vertical de 1/4

Si en la frecuencia de 3,75 MHz (80 m) se coloca un dipolo a 20 metros de altura, su ángulo de radiación será de unos  $45^\circ$  o superior. En cambio, con la antena vertical (un solo mástil de la misma altura) se tiene un ángulo de  $30^\circ$  y lo que es más importante, la vertical tiene una cierta eficacia en dirección horizontal, cosa que el dipolo no tiene. Además, la vertical no trabaja con ángulos altos, lo que hace que su rendimiento (en las frecuencias bajas) sea mucho mejor que el de un dipolo para la misma altura.

En las frecuencias altas, la existencia de radiación en el plano horizontal es una gran ventaja si se desea contactar por vía directa con otras estaciones. Al menos en teoría, un dipolo sobre el suelo no radia en dirección horizontal, mientras que la vertical sí que lo hace.

## VARIANTES DE LA ANTENA VERTICAL

A pesar de lo dicho anteriormente, la antena vertical es muy poco eficaz para comunicaciones por reflexión en la ionosfera en frecuencias elevadas. Una vertical en 28MHz mantiene el ángulo de  $30^\circ$ , mientras que un dipolo para la misma frecuencia, situado a 10 metros sobre el suelo, tiene un ángulo de radiación de  $15^\circ$ . Colocar un dipolo a 10 metros no es difícil y la diferencia de ángulo de radiación es sustancial.

### Antena de 1/2 onda vertical

La antena de media onda vertical no es más que un dipolo completo en posición vertical y alimentada por un extremo. Su longitud es la del dipolo y la impedancia en el punto de alimentación es muy elevada. Debido a esta alta impedancia no es necesario ponerle radiales.

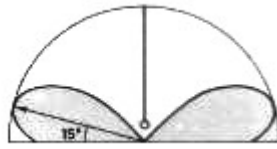
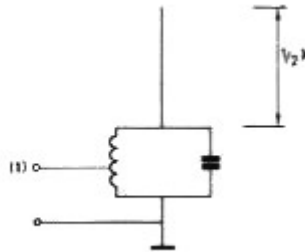


Diagrama de radiación de la antena vertical de 1/2 onda

El diagrama de radiación vertical de esta antena es el de la figura anterior.

Se puede ver que el ángulo de radiación máximo ha bajado muy considerablemente, o sea que una antena de 1/2 onda tiene el mismo ángulo de radiación que un dipolo una longitud de onda de altura. Con la mitad de altura y un solo mástil, se obtiene el mismo resultado.

Sin embargo, hay un problema. Para adaptar la antena a las líneas normales hay que bajar su elevada impedancia a una baja impedancia. Esto se consigue colocando en el punto de alimentación un circuito resonante paralelo.

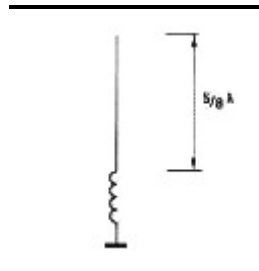


Sistema de adaptación de la antena vertical de 1/2 onda

El punto de la bobina donde se conecta la línea de transmisión se ajusta para conseguir la impedancia adecuada. Evidentemente, este circuito tiene que tener una calidad extraordinaria. En un circuito resonante paralelo se pueden crear (incluso con potencias bajas) tensiones muy considerables. Si la calidad de la bobina y el condensador no es muy buena, puede ocurrir que toda la potencia se consuma en calentar esos componentes y por tanto la antena no funcione adecuadamente, o bien que las elevadas tensiones presentes destruyan el condensador, con lo cual dejaría de funcionar el sistema.

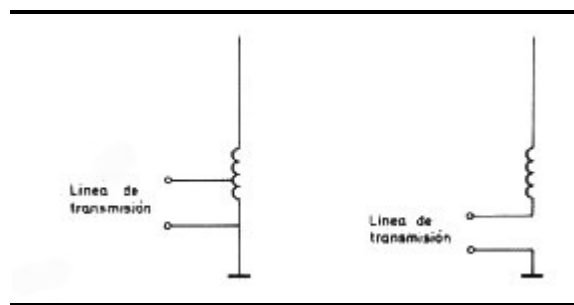
### ANTENA DE $5/8 \lambda$

La antena de  $5/8 \lambda$  es una antena de  $3/4 \lambda$  que ha sido acortada por medio de una bobina. Eléctricamente la antena tiene  $3/4$  de longitud de onda, pero una parte de esa longitud está constituida por una bobina de tal forma que el elemento radiante sólo tiene  $5/8$  de longitud de onda.



La antena de  $5/8 \lambda$

La línea de transmisión se conecta a una espira de la bobina o bien entre la bobina y masa para hacer el acoplamiento de impedancias. Su característica de radiación es muy similar a la antena de  $1/2 \lambda$ , pero con la particularidad de que ahora no tenemos el problema del circuito resonante paralelo, sólo una bobina.



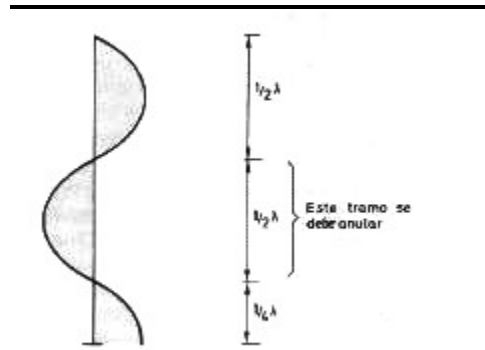
Sistema de adaptación de la antena de  $5/8 \lambda$

Construir una bobina de alta calidad y que soporte una cierta potencia no es difícil; en contrapartida la antena de  $5/8 \lambda$  necesita un plano de tierra eficaz, ya que al ser una antena de  $3/4 \lambda$  su impedancia es baja.

## ANTENAS COLINEALES VERTICALES

Las antenas verticales no pueden ponerse una encima de otra para conseguir aumentar la ganancia. El plano de tierra que necesitan lo impide.

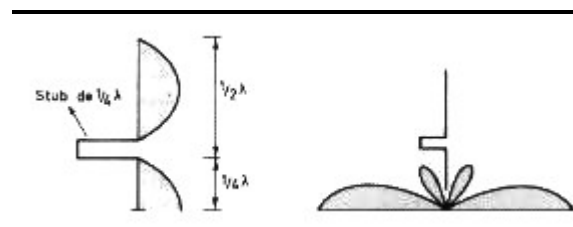
Si prolongamos el conductor de una antena vertical para conseguir el mismo efecto de ganancia que con los dipolos, esa ganancia se producirá a lo largo del conductor, o sea hacia arriba lo que no interesa en absoluto. Para que una antena de hilo largo funcione en vertical, hay que conseguir que todos sus elementos radiantes estén en fase, por tanto se tendrán que suprimir los elementos que se encuentran en contrafase.



Distribución de corriente en un hilo de  $1 \frac{1}{4} \lambda$

En la figura anterior se ve la distribución de corriente en un hilo de  $1 \frac{1}{4} \lambda$ . Es necesario suprimir el tramo central de  $\frac{1}{2} \lambda$  ya que se encuentra en oposición de fase y no sirve, pero no es posible cortar el cable ya que entonces no llegaría la energía a la parte superior.

La solución consiste en doblar el trozo de  $\frac{1}{2} \lambda$  de tal forma que se transforme en una línea de transmisión de  $\frac{1}{4} \lambda$ .



Stub para conseguir funcionamiento colineal.

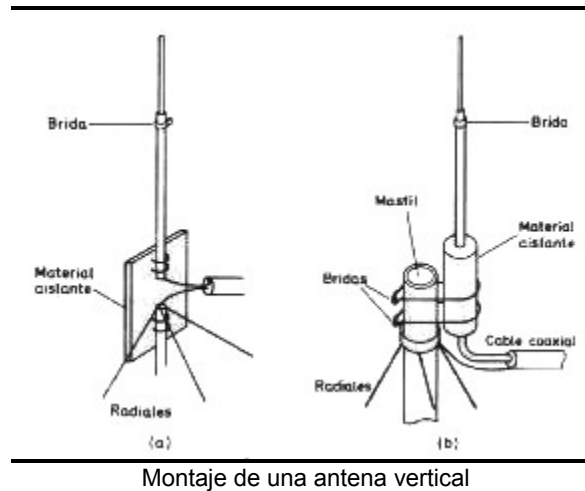
A esta línea de un cuarto de onda se le denomina en inglés stub de  $\frac{1}{4}$  y es la palabra que más se emplea, ya que su denominación en castellano sería: línea de puesta en fase de un cuarto de onda.

Como vimos al estudiar las líneas de transmisión, las líneas no radian, o lo hacen muy poco; por tanto al colocar el "stub de  $\frac{1}{4}$  de onda" habremos conseguido poner en fase los dos trozos que interesaban, eliminar la radiación del tramo central y no cortar la unión eléctrica de la antena. Colocando "stubs" cada media onda se puede prolongar la antena, con tramos siempre en fase, todo lo que se quiera.

Las antenas colineales presentan ángulos de radiación cada vez más bajos a medida que se aumenta el número de elementos en fase. En VHF y frecuencias superiores, donde la comunicación casi siempre es por vía directa (sin reflexiones), este tipo de antenas es muy popular, ya que tienen un ángulo de radiación muy bajo. En estas frecuencias cualquier ángulo de radiación por encima del horizonte supone energía perdida.

## CONSTRUCCION DE UNA ANTENA VERTICAL

Las antenas verticales se suelen construir autoportantes, o sea la parte radiante de la antena se sujeta sólo soportada por la base. Se construyen normalmente con tubo de aluminio y como mínimo con dos trozos telescópicos para permitir ajustar su longitud total.



Montaje de una antena vertical

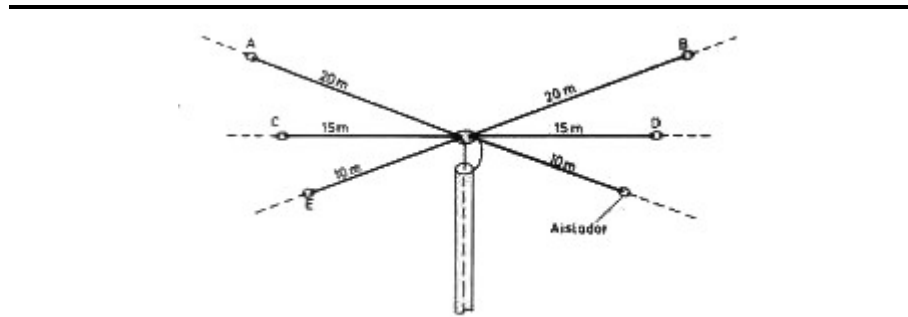
En la base se suele colocar una pieza de material aislante (nylon o teflón) que aísla al mástil y permite fijarla a otro mástil que será el que la sujete, bien sea empotrado en el suelo o levantado convenientemente. A esta pieza se le añade un anillo metálico que permite conectar los radiales. La línea de alimentación se conecta entre el mástil de la antena y el anillo de radiales.

## ANTENAS MULTIBANDA

Los dipolos y las antenas verticales que hemos visto hasta ahora sólo pueden trabajar en la frecuencia para la que están diseñados. Si nos alejamos un 2 ó 3 % de la frecuencia de diseño la antena deja de trabajar correctamente.

Para los radioaficionados que tienen asignadas 9 bandas entre 1 y 30 MHz, o para cualquier otro uso en el que se precise utilizar varias frecuencias muy separadas entre sí, este hecho obliga a tener una antena separada para cada banda. Dado que tener tantas antenas supone un problema bastante grave, se ha intentado diseñar antenas que sirvieran para varias bandas, a la vez.

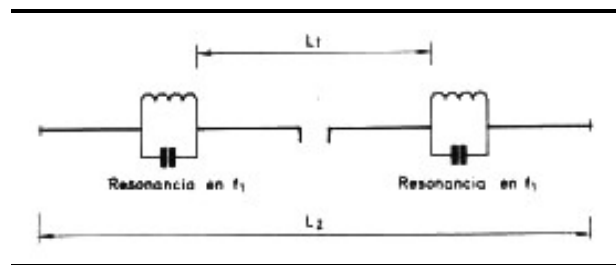
La antena multibanda más simple se basa en la propiedad que tienen algunas antenas de resonar, como se vio al hablar de los dipolos, con longitudes múltiples de media longitud de onda.



Antena multibanda formada por varias V invertidas montadas en una misma línea de transmisión

## ANTENAS CON TRAMPAS

Otra solución consiste en conectar y desconectar trozos de hilo para que la antena tenga las medidas adecuadas en cada banda. Esto puede conseguirse colocando circuitos resonantes paralelo en la antena. El circuito resonante paralelo es una "trampa" para su propia frecuencia de resonancia, puesto que constituye un obstáculo que la corriente de radiofrecuencia no puede superar. Si la frecuencia es distinta de la de resonancia, las corrientes de radiofrecuencia no encuentran la "trampa" (no hay resonancia) y seguirán por el hilo.



Antena multibanda con trampas

Si en la figura cortamos  $L_1$  y  $L_2$  para que resuenen a las frecuencias  $f_1$  y a  $f_2$  y hacemos que los circuitos resonantes resuenen en  $f_1$ , la antena podrá funcionar en  $f_1$  y en  $f_2$ . O sea, la trampa resonante conecta o desconecta el tramo de antena que se encuentre más allá de ella.

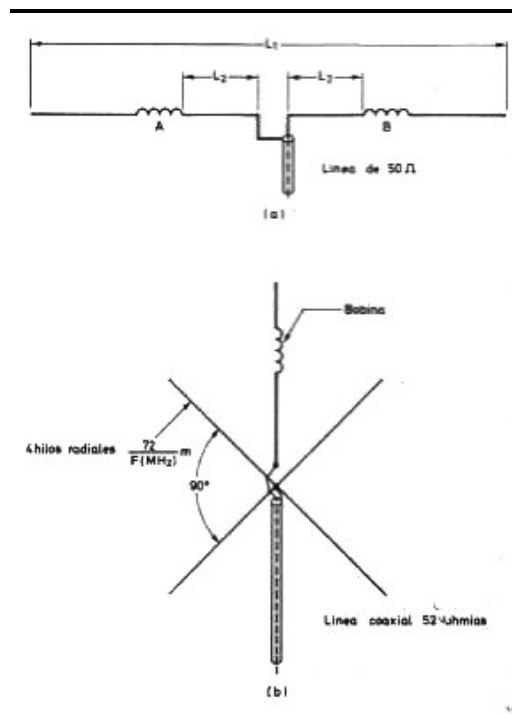
## ANTENAS CORTAS

En algunos casos resulta imposible instalar antenas cuya longitud sea la necesaria para obtener la condición de resonancia. Por ejemplo, un dipolo para la banda de 80 metros tiene unos 40 metros de largo, longitud que muchos edificios de viviendas no tienen. Otro caso sería el de las antenas verticales colocadas en automóviles, cuya longitud debe ser de 2 metros como máximo (longitud que es demasiado grande en algunos casos).

Colocando en la antena bobinas, condensadores o ambos a la vez, puede aumentarse la longitud eléctrica de la antena, o sea reducir su longitud física.

Cuando se emplea este tipo de antenas, siempre hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

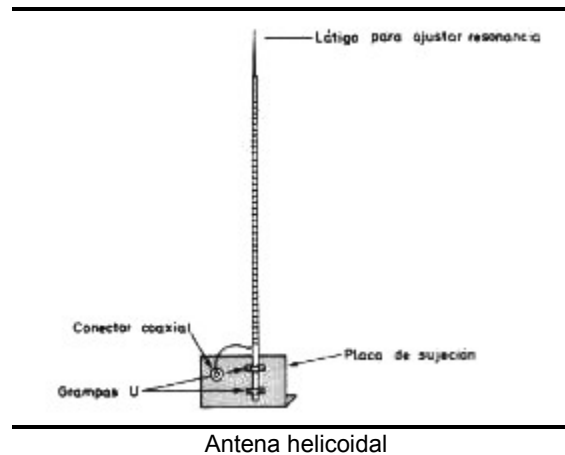
- a) El rendimiento de cualquier antena acortada será siempre inferior al de una sin acortar.
- b) La existencia de bobinas y condensadores limita la potencia que podemos emplear. Además, este tipo de componentes siempre introducen algunas pérdidas.
- c) Su ancho de banda se reduce drásticamente. Si un dipolo completo se puede utilizar un 2 ó 3 % a cada lado de la frecuencia de diseño sin que la ROE en la línea sea un problema, un dipolo acortado sólo podrá utilizarse un 1 % o menos a cada lado de la frecuencia de diseño. El grado de "estrechamiento" de banda depende de la relación entre la longitud real y lo que se haya acortado. Cuanto más corta sea una antena respecto a su longitud real más estrecho será el ancho de banda.



Acoplamiento de dipolos por medio de bobinas

El método más empleado para acortar antenas es el de colocar bobinas. Si en un elemento radiante conectamos una bobina, se acorta la longitud total como mínimo en la longitud de hilo que se emplea en la bobina. Si la bobina se encuentra en la punta de la antena, acortaremos la antena casi exactamente en la longitud del hilo que se enrolla en la bobina. Si la bobina la desplazamos hacia el punto de alimentación, el efecto aumenta (en el punto de alimentación la

intensidad es máxima) y la antena se acortará mucho más que el hilo empleado en la bobina. Sin embargo, la radiación de una antena es máxima en el punto de máxima intensidad, por lo tanto cuanto más hacia el punto de alimentación se conecte la bobina, menor será la radiación total. Una buena solución consiste en conectar la bobina en un punto intermedio, con lo que se tendrá una buena solución de compromiso.



Otra solución, muy empleada en las antenas verticales para automóviles, consiste en enrollar todo el hilo de la antena en forma helicoidal de paso variable.

Con este sistema se consigue una bobina a lo largo de toda la antena, pero con influencia menor en el punto de alimentación y mayor a medida que nos acercamos al extremo.

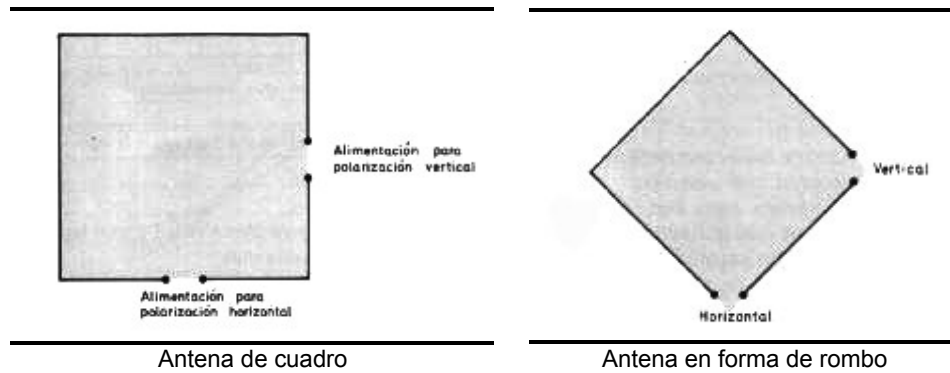
En todos los casos, siempre se deja en la punta de la antena algún sistema que permita variar su longitud total con el fin de ajustarla exactamente a la frecuencia deseada.

## OTROS TIPOS DE ANTENAS

Existen otros tipos de antenas que sólo describiremos por su forma:

### Antenas de cuadro o "Quads"

Consisten en un cuadro cerrado sobre sí mismo.



Su longitud total es de una longitud de onda. Realmente, hay dos lados de esta antena que no funcionan, al menos en teoría, ya que sus respectivas radiaciones se anulan entre sí. La polarización de una antena de cuadro depende del punto de alimentación; si se la alimenta en una rama horizontal, la polarización será horizontal y si se la alimenta en una rama vertical, será vertical. Aunque el cuadro esté en forma de rombo ocurre lo mismo.

## ANTENAS DIRECTIVAS

Antena directiva es aquella que concentra toda la energía de radiación en una dirección preferente, con una ganancia muy importante en esa dirección a costa de disminuir las otras direcciones. Anteriormente hemos visto que el dipolo es una antena con una ligera directividad y que las antenas largas tienen también directividad.

Existen dos tipos básicos de antenas directivas:

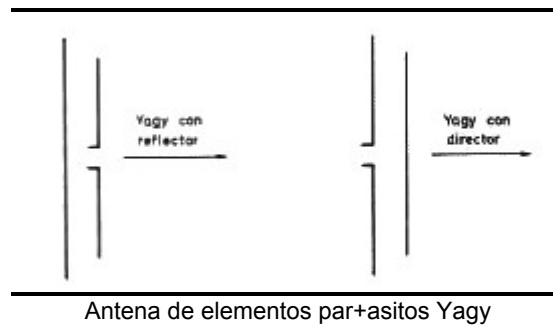
- a) las están formadas por diversos elementos, todos ellos activos que suelen denominarse genéricamente antenas de cortina y
- b) las antenas en las que sólo hay un elemento activo y otra serie de elementos no activos que se llaman parásitos.

### Antenas de elementos parásitos (antenas Yagi)

Este tipo de antenas se denominan Yagi en memoria del japonés Yagi Uda, que fue el primero que experimentó con este tipo.

Posiblemente todos hemos visto alguna vez una antena Yagi, ya que casi todas las que actualmente se emplean en televisión son de este tipo. En esencia constan de un dipolo que está conectado a la línea de transmisión, y uno o más elementos completamente aislados del dipolo situados a cierta distancia de éste y con unas dimensiones muy parecidas a las del dipolo.

Si a este dipolo, se le acerca otro dipolo, que no está conectado a ninguna parte, veremos que el segundo dipolo absorbe una parte importante de la energía del primero pero como no dispone de resistencia de carga, tiene que reemitir toda la energía que capta. La onda reemitida por el segundo dipolo interacciona con la del primero.



### Antenas de cortina

Otro sistema de conseguir directividad consiste en poner en fase varias antenas de tal forma que sus radiaciones se sumen en una dirección y se restan en otras.

El acoplamiento de antenas se puede hacer bien sea con elementos de la propia antena o bien con líneas de transmisión. Si las antenas se acoplan mediante elementos de las propias antenas se denominan cortinas. Si el acoplamiento se realiza por líneas de transmisión, se denominan grupos o formaciones de antenas.

El estudio detenido de todas las posibilidades de agrupación de antenas se escapa del espacio de que disponemos, por lo tanto no vamos a analizarlo.

### SISTEMAS DE ADAPTACION DE ANTENAS

Cuando la línea de transmisión tiene una impedancia y la antena otra muy distinta, hay que acoplarlas para evitar que aparezca ROE en la línea.

Los sistemas más comunes de acoplamiento son los siguientes:

#### Línea de cuarto de onda o Línea Q

Si una línea de transmisión con una impedancia  $Z_q$  se conecta entre una antena con impedancia  $Z$  y una línea de transmisión con impedancia  $Z_o$ , se realizará la transformación siempre que se cumpla la siguiente fórmula:

$$Z_q = \text{raíz de } (Z_o \times Z)$$

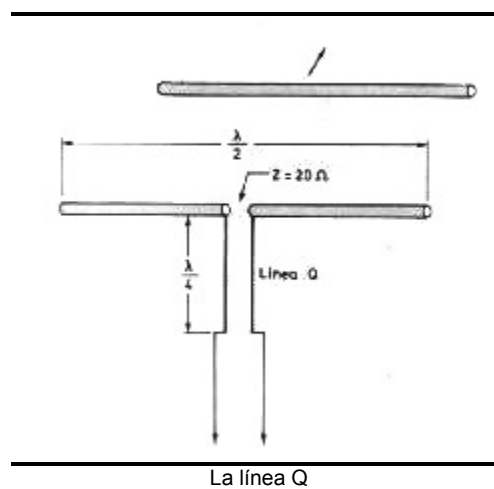
Por ejemplo: una antena funciona a 10 MHz y tiene una impedancia de 100 ohmios y queremos conectarla a una línea de 52 ohmios. ¿Qué impedancia y qué longitud tendrá la línea de acoplamiento?

$$Z_q = \text{raíz de } (Z_o \times Z) = \text{raíz de } (52 \times 100) = 72 \text{ ohmios}$$

Si se selecciona una línea RG59 que tiene una  $Z_o=73$  ohmios, que es muy aproximado. El factor de velocidad es de 0,66, por tanto la longitud que necesitamos es:

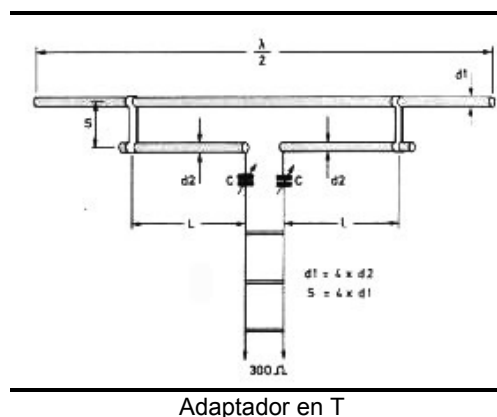
$$L = 300/f: 4 \times V = 300/10:4 \times 0,66 = 4,95 \text{ metros}$$

Que es exactamente un cuarto de longitud de onda en la línea.



### Adaptación en T

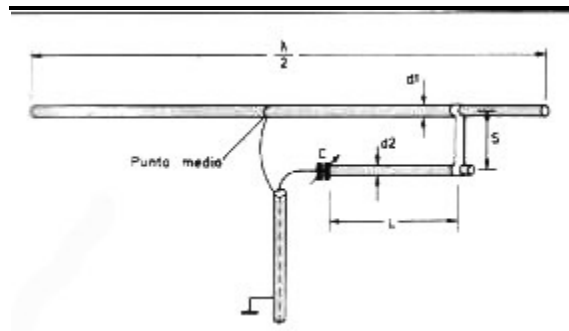
La adaptación en T permite acoplar una baja impedancia con otra mayor. La impedancia nominal de un dipolo se encuentra en el centro. Si se toman dos puntos simétricos respecto al centro tendremos una impedancia mayor que la nominal.



Las dos varillas paralelas al dipolo funcionan como líneas de transmisión de acoplamiento. Los condensadores sirven para anular la inductancia de las barras añadidas.

### Adaptación Gamma

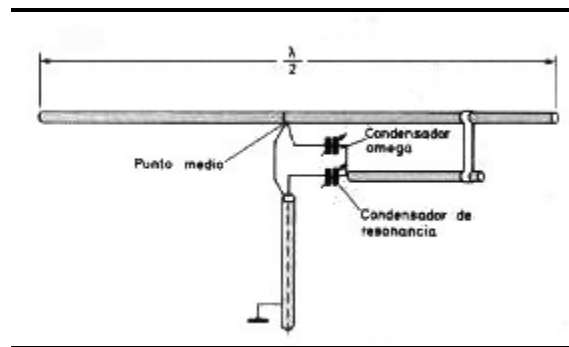
Es lo mismo que la adaptación en T para líneas coaxiales. Se conecta la malla del coaxial al centro y se construye una sola de las ramas.



Adaptador en Gamma

### Adaptación Omega

Es igual que la adaptación Gamma a la que se añade un condensador más, que permite acortar el brazo de adaptación, con lo que el ajuste con la antena instalada es mucho más fácil.



Adaptador Omega

Estos tres tipos de adaptador son los que más se emplean para elevar el bajo valor de impedancia de una antena direccional (18 ó 20 ohmios) al valor de las líneas coaxiales normales (50 o 75 ohmios) o 200-300 ohmios en el caso de la T.

La longitud de la barra de adaptación, en T y Gamma, debe ser de 10 % de la longitud del elemento a acoplar. El condensador de los adaptadores en T y Gamma debe ser de 8 pF por cada metro de longitud de onda.

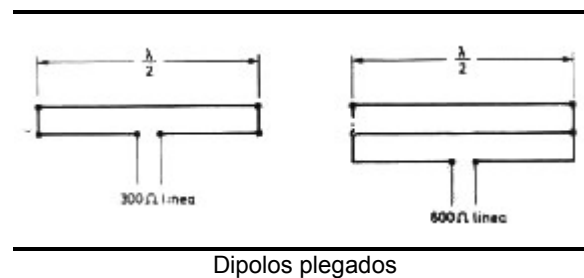
En el caso del adaptador Omega, la longitud del elemento acoplador es la mitad que en los otros casos y la capacidad del condensador dependerá de esa longitud.

En el caso en que la barra fuera exactamente la mitad, la capacidad máxima del condensador será de 3 pF por metro de longitud de onda de funcionamiento. Se puede reducir la longitud de la barra aumentando la capacidad del condensador.

La varilla del elemento acoplador debe tener un diámetro de 1/3 del elemento a acoplar y se colocará a una distancia de 1/70 de la longitud total de dicho elemento. La sujeción se hace por medio de una brida en el extremo (que debe poder moverse con el fin de obtener el ajuste correcto) y el otro extremo al condensador.

### Dipolos plegados

Otro sistema de adaptación de impedancias consiste en doblar un dipolo.



En el supuesto de que los dos hilos sean iguales se consigue multiplicar por cuatro la impedancia del dipolo, o más exactamente la impedancia de un dipolo de varios hilos será:

$$Z = Z_0 \times n^2$$

siendo:

**Z** = impedancia obtenida.

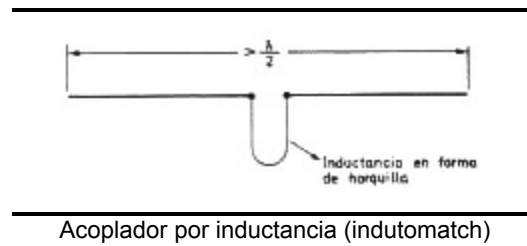
**Z<sub>0</sub>** = impedancia del dipolo de un solo hilo.

**n** = número de hilos que componen el dipolo.

### Inductomacht (adaptador por inductancia)

Otro sistema de adaptación muy empleado en las antenas directivas multibanda (en las que sería necesario colocar un adaptador de los vistos anteriormente para cada banda de funcionamiento) consiste en acortar ligeramente el elemento a adaptar y colocar en el punto de alimentación una inductancia para restablecer

la resonancia. Esta inductancia consiste en una horquilla que se monta como indica en la siguiente figura.



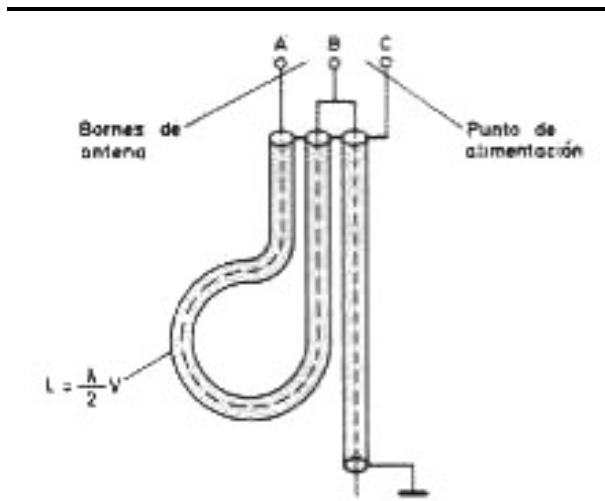
Dado que la reactancia de la horquilla varía con la frecuencia, si la antena es multibanda podremos encontrar un determinado valor de inductancia que sirva para todas las frecuencias de funcionamiento. Al formar parte de la longitud total de la antena, esta horquilla permite aumentar la impedancia del dipolo al valor adecuado.

## SISTEMAS DE BALANCEO

Casi todos los tipos de antena (excepto las verticales) son simétricas, o sea que la conexión es indiferente. El cable coaxial, en cambio, es asimétrico. Si no se desea que por la malla de un cable coaxial circulen corrientes, hay que poner algún elemento que permita hacer el cambio de balanceado a no balanceado. A este elemento se le denomina Balún (en inglés Balanced to un-balanced). La denominación correcta en castellano sería Simetrizador, pero en la práctica se emplea siempre la acepción inglesa.

### Balun de media onda

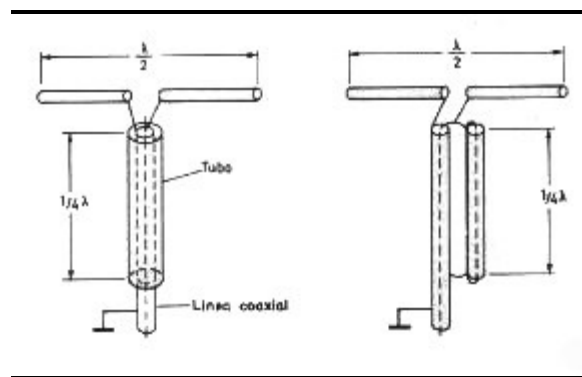
Consiste en conectar un cable coaxial de media longitud de onda eléctrica como se indica en la figura posterior. Realiza además una transformación de impedancia de 1 a 4, o sea que también sirve para adaptar impedancias.



Balun de media onda

### Bazoka

Consiste en anular las corrientes que puedan circular por la línea, introduciendo una corriente igual y contraria.



Bazoka

Estos dos sistemas sólo funcionan en una frecuencia (la de diseño) por tanto se han ideado varios diseños para permitir el funcionamiento multibanda.

### Choke

Consiste en hacer una inductancia con el propio cable coaxial, de tal forma que las corrientes inducidas en la malla del coaxial no puedan circular por él.

Al tener el cable coaxial la malla por fuera y el conductor vivo por dentro, esta bobina sólo afecta a la malla. Si la bobina así formada tiene suficiente inductancia, impedirá que las corrientes circulen por la malla.

Para antenas que funcionen por encima de 10 MHz, bastan 20 espiras de un diámetro de 25 centímetros.

Se puede lograr lo mismo, haciendo que el cable coaxial de varias vueltas alrededor de un toroide de ferrita, con lo que el número de espiras será mucho menor.

### **Balun de banda ancha**

Consiste en un transformador de banda ancha con entrada asimétrica y salida simétrica. Se puede construir con núcleo de aire o bien de ferrita.

Lo más corriente es que sea sobre ferrita y puede, si se desea, realizar cualquier transformación de impedancias; si no realiza transformación de impedancia se denomina balun 1:1

Resulta bastante complejo de calcular y construir, pero existen en el mercado muy buenas unidades.

Hay que tener en cuenta que este tipo de balunes tienen limitaciones de frecuencia y de potencia, que deben conocerse antes de instaurarlos. Además deben conectarse a antenas muy bien diseñadas y sintonizadas. Si la carga de la antena no es puramente resistiva o no tiene el valor adecuado, el propio balun puede aumentar los valores de ROE en la línea o bien resultar destruido al no poder hacer la transferencia de energía.

# **REGLAMENTO DE RADIOAFICIONADOS**

Aprobado mediante Resolución 099-03

# **INSTITUTO DOMINICANO DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**(INDOTEL)**

## **RESOLUCIÓN NO. 099-03**

### **QUE APRUEBA LAS ENMIENDAS EFECTUADAS AL “REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS”**

El **Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones (INDOTEL)**, por órgano de su Consejo Directivo, en ejercicio de las facultades conferidas por la Ley General de Telecomunicaciones, No. 153-98, promulgada en fecha 27 de mayo de 1998, ha dictado la siguiente **RESOLUCIÓN**:

**CONSIDERANDO:** Que en fecha quince (15) de febrero del año dos mil dos (2002), luego de haberse agotado el proceso de Consulta Pública previsto por la Ley General de Telecomunicaciones No. 153-98, el Consejo Directivo del **INDOTEL**, aprobó la Resolución No.013-02, la cual contiene el “Reglamento para el Servicio de Radioaficionados”, la cual fue publicada en el Periódico Hoy, en la edición correspondiente al jueves dos (2) de mayo del año dos mil dos (2002);

**CONSIDERANDO:** Que dicho reglamento fue elaborado en consonancia con Ley No. 153-98, del 27 de mayo del 1998 y el “Reglamento de Concesiones, Inscripciones en Registros Especiales y Licencias para prestar Servicios de Telecomunicaciones en la República Dominicana” y el mismo establece, el procedimiento a seguir para el otorgamiento de las autorizaciones necesarias para instalar y operar el servicio de radioaficionado, así como las demás regulaciones concernientes al indicado servicio en toda la geografía nacional.

**CONSIDERANDO:** Que durante el período de aplicación del indicado reglamento, este órgano regulador ha detectado que es necesario simplificar, ampliar y modificar algunas de las disposiciones contenidas en el mismo, con el propósito de lograr una reglamentación más eficaz y acorde con los requerimientos de los usuarios del servicio de radioaficionados.

**CONSIDERANDO:** Que, **INDOTEL**, ha recibido de los Clubes de Radioaficionados observaciones y propuestas de modificación al indicado Reglamento, las cuales han sido consideradas de interés este órgano regulador.

**CONSIDERANDO:** Que en vista de los comentarios presentados al **INDOTEL** por las entidades vinculadas con el sector, el **INDOTEL** elaboró un proyecto de enmiendas al Reglamento para el Servicio de Radioaficionado, las cuales fueron sometidas al proceso de consulta pública dispuesto por el **Artículo** 93 de la Ley No. 153-98 mediante su Resolución No. 047-03, aprobada en fecha diez (10) de abril del año dos mil tres (2003), publicada en el vespertino El Nacional, en su edición correspondiente al veinticuatro (24) de abril del año dos mil tres (2003);

**CONSIDERANDO:** Que el Ordinal Segundo de la indicada Resolución No. 04703 concedió un plazo de treinta (30) días calendario, contados a partir de la fecha de la publicación de la Resolución, para que los interesados presentaran al **INDOTEL** las observaciones y comentarios que estimasen convenientes a las enmiendas hechas al Reglamento, de conformidad con el **Artículo** 93 de la Ley General de Telecomunicaciones No.153-98;

**CONSIDERANDO:** Que en cumplimiento a la disposición contenida en el Párrafo I del Ordinal Segundo, los comentarios y observaciones de los interesados fueron hechos por escrito y depositados en las oficinas del **INDOTEL**;

**CONSIDERANDO:** Que el **INDOTEL** ha evaluado las observaciones, comentarios y sugerencias que han sido presentadas a esta institución en ocasión del indicado proceso y en tal virtud, ha procedido a incorporar, como resultado de ello, algunas enmiendas al texto del Reglamento para el Servicio de Radioaficionado;

**CONSIDERANDO:** Que el interés de estas enmiendas es hacer más claras, entendibles y precisas las disposiciones y los procesos contenidos en el indicado Reglamento, así como completar el mismo con procesos que no fueron reglamentados en la primera versión aprobada mediante Resolución No. 013-02;

**VISTA:** La Ley General de las Telecomunicaciones, número 153-98, del 27 de mayo de 1998, en sus disposiciones citadas;

**VISTA:** La Resolución 007-02 del 24 de enero del 2002;

**VISTA:** La Resolución No.013-02 de fecha 15 de febrero del 2002, antes citada;

**VISTA:** La Resolución No.047-03 de fecha 10 de abril del 2003, antes citada;

**VISTA:** Las observaciones, comentarios o sugerencias presentados por los interesados dentro del plazo otorgado en ocasión del proceso de consulta pública iniciado a partir de la publicación de la Resolución No.047-03, emitida por el Consejo Directivo de esta entidad el diez (10) de abril del año dos mil tres (2003), y publicada el veinticuatro (24) de abril del año dos mil tres (2003);

**VISTAS:** Las recomendaciones e informes internos del **INDOTEL**;

**EL CONSEJO DIRECTIVO DEL INSTITUTO DOMINICANO DE LAS  
TELECOMUNICACIONES (INDOTEL), EN EJERCICIO DE SUS  
FACULTADES  
LEGALES Y REGLAMENTARIAS,**

## RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, en todas sus partes, las enmiendas efectuadas por el **INDOTEL** al Reglamento para el Servicio de Radioaficionado, cuyo texto íntegro se transcribe a continuación:

### “REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS

#### *TITULO I*

#### **Definiciones del Reglamento**

**Artículo 1.** En adición a las definiciones establecidas en el **Artículo** No. 1 de la Ley General de Telecomunicaciones No. 153-98 y las definiciones establecidas en el **Artículo** No. 1 del Reglamento de Concesiones, Inscripciones en Registros Especiales y Licencias para prestar Servicios de Telecomunicaciones en la República Dominicana, las expresiones y términos que se emplean en este Reglamento, tendrán el significado que se señala bajo este Artículo:

- (i) **Categoría:** Son los distintos niveles de inscripción que otorga el Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones (**INDOTEL**) a los radioaficionados que hayan cumplido con los requerimientos establecidos en el presente reglamento para cada una de la inscripciones. Se clasifican de la siguiente manera:
  - a) Categoría Superior
  - b) Categoría General
  - c) Categoría Técnica
  - d) Categoría Novicio
- (ii) **Certificado de radioescucha:** Es otorgado por los Radio Clubes a requerimiento del solicitante para realizar recepción de estaciones en bandas de radioaficionado.
- (iii) **Contactos de DX:** Comunicados muy breves, limitados exclusivamente al intercambio de señales y nombre del operador.
- (iv) **Controlador Nodo Terminal (TNC = Terminal Node Controller):**Unidad o programa que permite la conexión entre computadora(s) y equipo(s) de radio, para la recepción y transmisión de datos digitales mediante un módem (modulador / demodulador).
- (v) **Tono CTCSS (CTCSS = “Continuous Tone Coded Squelch System” o Sistema de Tono Codificado de Silencio Continuo):** Tono codificado con el audio de voz que emite una estación de radioaficionado durante una transmisión para obtener el acceso a una estación repetidora; la codificación y decodificación CTCSS es una característica estándar de las estaciones repetidoras.

- (vi) **Digimodo:** Denominación que se asigna a todos los modos de transmisión digitales no analógicos como los son: CW, RTTY, AMTOR, ASCII, CLOVER, PACKET, PACTOR, GTOR, TV, DIGITAL, etc.
- (vii) **Distribución de mensajes (“forwarding”):** Mecanismo utilizado por los sistemas de boletines y bases de datos (BBS) para la distribución de mensajes.
- (viii) **Estación de radioaficionado:** Estación compuesta por uno o más transmisores y receptores o transreceptores, incluyendo los sistemas irradiantes y las instalaciones accesorias. La misma podrá ser “fija” cuando sea instalada en un domicilio; “móvil” cuando sea instalada en un vehículo terrestre, marítimo o aéreo; o “móvil de mano” cuando sea transportable manualmente, con fuente de alimentación autónoma y antena incorporada.
- (ix) **Estación radio escucha de radioaficionados:** Estación destinada a la recepción de emisiones del servicio de radioaficionados.
- (x) **Estación repetidora de radioaficionados:** Estación destinada a la retransmisión automática de las comunicaciones que se realicen en el servicio de radioaficionados y abierta al tráfico general de los mismos.
- (xi) **INDOTEL:** El Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, órgano regulador de las telecomunicaciones de la República Dominicana.
- (xii) **Inscripción:** El proceso mediante el cual una persona jurídica o natural recibe un certificado emitido por el **INDOTEL**, que le otorga el derecho a operar servicios privados o prestar u operar ciertos servicios públicos de telecomunicaciones de conformidad con el Capítulo V del Reglamento de Concesiones, Inscripciones en Registros Especiales y Licencias para prestar Servicios de Telecomunicaciones en la República Dominicana, y simultáneamente es registrado en el Registro Especial aplicable.
- (xiii) **Ley:** Ley General de Telecomunicaciones número 153-98, de fecha 27 de mayo de 1998.
- (xiv) **Nodos:** Son dispositivos utilizados para la interconexión entre dos o más estaciones de una red de servicios de radioaficionados. Estos manejan la comunicación entre las estaciones en forma independiente y cada nodo se identifica con un código único para la localidad en que está instalado.
- (xv) **Portable HI:** Modalidad bajo la cual el **INDOTEL** inscribe en el Registro Especial para el Servicio de Radioaficionado, en virtud de los acuerdos de reciprocidad de los cuales la República Dominicana es signataria, a las personas naturales extranjeras, con permanencia temporal en el país, que poseen autorización para operar una estación de Radioaficionado en su país de origen.

- (xvi) **Plan Nacional de Atribución de Frecuencia (PNAF):** Instrumento regulador, cuya finalidad es optimizar y racionalizar el uso del espectro radioeléctrico, para satisfacer oportuna y adecuadamente las necesidades de frecuencias que se requieren, tanto para el desarrollo de los actuales servicios de radiocomunicaciones, como para responder eficientemente a la demanda de los nuevos servicios que dependen del uso del espectro radioeléctrico.
- (xvii) **Potencia de radiofrecuencia:** La potencia suministrada a la línea de alimentación de la antena por un transmisor durante un ciclo de radiofrecuencia en ausencia de modulación.
- (xviii) **Organizaciones de Radioaficionados (Radio Clubes):** Asociación sin fines de lucro, integrada por radioaficionados, cuyo objetivo fundamental se apoya en la agrupación de los mismos para propender al ingreso, enseñanza, difusión, fomento y práctica de la actividad.
- (xix) **Radioaficionado:** Persona debidamente autorizada por el Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones (**INDOTEL**), que se interese en la radiotécnica con carácter exclusivamente personal, sin fines de lucro y que realiza con su estación actividades de instrucción, de intercomunicación y estudios técnicos.
- (xx) **Repetidor digital de bandas cruzadas (“CROSS BAND, DIGIPEATER GATEWAY”):** Dispositivo que recibe información en una frecuencia y la transmite por otra, sin alterar su contenido, indicando el origen y el destino del radio-paquete. Se identifica con los indicativos de los radioaficionados.
- (xxi) **Satélite artificial:** Es todo aparato mecánico y/o electrónico concebido y puesto por el hombre, en el espacio, que gira alrededor de la Tierra en una trayectoria que se denomina órbita.
- (xxii) **Satélites de órbita elíptica:** Son aquellos satélites artificiales cuya altura de la órbita no es constante, sino que en un punto determinado se alejan considerablemente de la Tierra, en este caso llamado apogeo de la órbita, y en otro punto opuesto se acercan a la misma, entonces llamado perigeo. El área de cobertura del enlace y el comportamiento en el apogeo es similar a un satélite geostacionario.
- (xxiii) **Satélites en órbita baja:** Son aquellos que se encuentran por debajo de los 1,800 Km. de altura, donde la mayoría son de investigación, meteorológicos y radioaficionados de usos simples con equipos comunes. La cobertura del enlace a través de ellos es el orden de 6,000 kilómetros aproximadamente, con un paso de quince (15) minutos aproximados de duración.

- (xxiv) **Satélites geoestacionarios:** Son aquellos que están ubicados en un círculo imaginario sobre el plano del ecuador a una altura aproximada de 36,000 kilómetros. A esa distancia un satélite gira a la misma velocidad que la Tierra, de modo que para un observador terrestre, el satélite permanece fijo en el espacio. En estas condiciones un satélite puede ver aproximadamente el 42% de la superficie terrestre, siendo esta el área de cobertura del enlace radial, permanente durante las veinticuatro (24) horas del día.
- (xxv) **Servicio de radioaficionados:** Servicio de aficionados a la radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos.
- (xxvi) **Sistema de boletines y bases de datos(BBS):** Sistema automático, atendido o no, compuesto por computadora(s) y Controladores Nodos Terminales (TNC(s)) que permiten el almacenamiento de mensajes y archivos relativos a la radio afición.
- (xxvii) **Sistema de mensajes personales (PMS / PBBS):** Controlador Nodo Terminal (TNC) para el almacenamiento de mensajes personales; se usa exclusivamente para realizar un correo electrónico entre radioaficionados y con sentido personal. Se identifica con los indicativos de los radioaficionados.
- (xxviii) **Tarjeta QSL:** Certificación que intercambian los radioaficionados por sus comunicados realizados. Las medidas serán como máximo 9cm x 14cm y deberán contener los siguientes datos:
- Indicativos del titular.
  - Domicilio.
  - Estación contactada o escuchada.
  - Fecha, Onda, Banda, Modo.
  - Calidad e intensidad de las señales recibidas.
  - Otros datos considerados de interés al comunicado.

## TITULO II

### Disposiciones Generales

**Artículo 2.** Este documento constituye el marco reglamentario que se aplicará en todo el territorio nacional para todo lo relacionado con:

1. La regulación y control de la operación del servicio de radioaficionados; y
2. El otorgamiento de las autorizaciones para instalar y operar estaciones de servicio de radioaficionados.

**Artículo 3.** Este reglamento deberá ser interpretado de conformidad con la Ley, y demás reglamentos dictados por el **INDOTEL**, así como con los convenios internacionales ratificados por la República Dominicana.

**Artículo 3.1.** Particularmente se observarán las disposiciones del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) para las bandas asignadas al servicio de Radioaficionados y las del Reglamento de Uso del Espectro Radioeléctrico.

### **TITULO III**

#### **De los Radioaficionados**

**Artículo 4.** El radioaficionado es aquella persona natural ó jurídica que por interés en las radiocomunicaciones y con espíritu recreativo, estudia, experimenta y práctica con equipos de radiocomunicación, proyectando sus actividades:

- Al conocimiento tecnológico.
- Al desarrollo y promoción del acercamiento cultural y técnico entre la República Dominicana y otros países.
- A las relaciones humanas.
- A la promoción de ayuda comunitaria y al establecimiento de servicios de radiocomunicaciones que puedan ser empleados en casos de emergencia.

**Artículo 4.1.** En casos excepcionales, tales como desastres naturales, emergencias familiares, informes sobre situaciones personales concernientes a la seguridad, salud y bienestar del radioaficionado, éste podrá transmitir o recibir mensajes de carácter personal y de terceros. En ningún caso podrá cursar mensajes de índole comercial, político o religioso

### **TITULO IV**

#### **De la Inscripción en el Registro Especial de Servicios de Radioaficionados**

**Artículo 5.** Todo interesado en operar el servicio de radioaficionados, deberá solicitar al **INDOTEL**, la inscripción en el Registro Especial correspondiente, la cual deberá realizarse de conformidad con las disposiciones establecidos en el Capítulo V, relativo a “Inscripciones en Registros Especiales”, del Reglamento de Concesiones, Inscripciones en Registros Especiales y Licencias para Prestar Servicios Públicos de Telecomunicaciones en la República Dominicana, que sean aplicables y las disposiciones contenidas en el presente Reglamento

**Artículo 5.1.** Para la operación de estaciones de servicio de radioaficionados sólo se requerirá que el **INDOTEL**, a petición del interesado, realice la inscripción en el Registro Especial correspondiente y expida el certificado de inscripción, que constituye la licencia o autorización requerida para operar dicho servicio en la República Dominicana.

**Artículo 5.2.** Para los radioescuchas de estaciones en bandas atribuidas a los servicios de radioaficionados no se requerirá la inscripción en el registro especial correspondiente.

**Artículo 5.3. INDOTEL** otorgará una única Inscripción en el Registro Especial para operar una estación de radioaficionado, por interesado, la cual autoriza a su titular a poseer, instalar u operar equipos o Estaciones de Radioaficionados en las bandas autorizadas, según la categoría de la inscripción.

**Artículo 5.4. INDOTEL**, pondrá a disposición de los interesados, por vía de su Página Web, el listado de los radioaficionados inscritos en el Registro Especial del Servicio de Radioaficionado, así como cualesquiera otras informaciones que resulten del interés de los operadores del indicado servicio y del público en general. Dicha información será actualizada permanentemente.

**Artículo 6.** Podrán solicitar la Inscripción en el Registro Especial para la operación del servicio de radioaficionados:

- (a) Personas naturales dominicanas.
- (b) Personas naturales extranjeras residentes en el país.
- (c) Personas naturales extranjeras con permanencia temporal en el país, que provengan de países con los cuales la República Dominicana haya suscrito acuerdos de reciprocidad.
- (d) Las Organizaciones de radioaficionados.

**Artículo 7.** Todo interesado en operar el servicio de radioaficionados en la República Dominicana deberá presentar una solicitud dirigida al Director Ejecutivo del **INDOTEL**, en un (1) original y dos (2) copias, la cual deberá ser depositada conjuntamente con la documentación requerida, que se enuncia a continuación. A saber:

**(a) *Personas naturales dominicanas:***

- (1) Certificado de buena conducta emitido por el Magistrado Procurador Fiscal competente;
- (2) Dos (2) fotografías de frente 2 x 2;
- (3) Copia de la cédula de identidad y electoral;
- (4) Formulario de Declaración Jurada, debidamente completado y firmado por el interesado, que se encuentra disponibles en las oficinas del **INDOTEL** n la página Web de dicho Órgano Regulador, [www.INDOTEL.org.do](http://www.INDOTEL.org.do) ; y,
- (5) En caso de renovación, copia de la licencia anterior ó el certificado de inscripción, según sea el caso.

**(b) Personas naturales extranjeras residentes en el país:**

- (1) Certificado de buena conducta emitido por el Magistrado Procurador Fiscal Competente;
- (2) Dos (2) fotografías de frente 2 x 2;
- (3) Copia del Pasaporte vigente emitido por el país de su nacionalidad;
- (4) Copia del carnet de residencia expedido por la Dirección General de Migración;
- (5) Formulario de Declaración Jurada, debidamente completado y firmado por el interesado, que se encuentra disponibles en las oficinas del **INDOTEL** y en la página Web de dicho Órgano Regulador, [www.INDOTEL.org.do](http://www.INDOTEL.org.do); y,
- (6) En caso de existir acuerdo de reciprocidad, copia de la licencia vigente expedida en el país de procedencia ó copia de la licencia anterior o el certificado de inscripción, en caso de renovación.

**(c) Personas naturales extranjeras con permanencia temporal en el país (PortablesHI):**

- (1) Copia del Pasaporte vigente;
- (2) Copia de la autorización de radioaficionado vigente otorgada en el país de procedencia; y,
- (3) Formulario de Declaración Jurada, debidamente completado y firmado por el interesado, que se encuentra disponibles en las oficinas del **INDOTEL** y en la página Web de dicho Órgano Regulador, [www.INDOTEL.org.do](http://www.INDOTEL.org.do) .

**(d) Organizaciones de Radioaficionados:**

- (1) Copia de los Estatutos Sociales;
- (2) Copia de la Nómina y Acta de la Junta General Constitutiva;
- (3) Copia del Decreto de Incorporación concedido por el Poder Ejecutivo;
- (4) Copia de la Nómina y Acta de la Junta General que nombra los miembros de la Directiva actual;
- (5) Copia del inventario de depósito de los documentos de incorporación en los tribunales correspondientes
- (6) Si se han modificado los estatutos, será necesario presentar:
  - (i) Copia de la Nómina y Junta General Extraordinaria que apruebe la modificación;
  - (ii) Copia de la edición del periódico donde se publicó el aviso de la modificación de los estatutos de la asociación, debidamente certificado por el editor y registrado en la Oficina del Registro Civil correspondiente
  - (iii) Copia del decreto que autorizó la modificación.
- (7) Poder redactado de conformidad con los estatutos, en virtud del cual se otorga poder o mandato al apoderado del solicitante;

- (8) Todas las copias de los documentos corporativos, constitutivos o de incorporación depositados en el **INDOTEL** deben estar certificadas por el Secretario de la entidad, con el visto bueno del Presidente y con el sello de la entidad. En el caso de los documentos de constitución o incorporación, o de modificación de estatutos, las copias que se suministren al **INDOTEL** deberán ser de los originales registrados por ante la Oficina del Registro Civil correspondiente.
- En adición a los documentos precedentemente descritos, las Organizaciones de Radioaficionados interesadas en operar el servicio de radioaficionado deberán depositar el Formulario de Declaración Jurada, debidamente completado y firmado por el Presidente o el representante legal de la organización. Dicho formulario se encuentra disponibles en las oficinas del **INDOTEL** y en la página Web de dicho Órgano Regulador, [www.INDOTEL.org.do](http://www.INDOTEL.org.do).

**Artículo 8.** **INDOTEL** luego de procesar la solicitud, procederá a realizar la inscripción en el Registro Especial que lleva el **INDOTEL** para estos fines, y emitirá el certificado de inscripción correspondiente, a favor de aquellas personas naturales y jurídicas de reconocida responsabilidad e idoneidad que, cumpliendo con los requisitos exigidos en el Reglamento de Concesiones, Inscripciones en Registros Especiales y Licencias para prestar Servicios de Telecomunicaciones en la República Dominicana, y en este Reglamento, se comprometan a mantener una actitud digna y respetuosa en sus comunicados nacionales e internacionales y a cumplir rigurosamente con las exigencias legales, reglamentarias y con los convenios internacionales aplicables.

**Artículo 9.** La duración de la Inscripción en el Registro Especial de Radioaficionados será conforme la siguiente clasificación:

- Categoría Novicio: 1 año, no renovable
- Categoría Técnica: 3 años
- Categoría General: 5 años
- Categoría Superior: Vitalicia.

**Artículo 9.1.** En caso de pérdida o destrucción del certificado de licencia, expedido por la antigua Dirección General de Telecomunicaciones (DGT), ó del Certificado de Inscripción en el Registro Especial para el Servicio de Radioaficionado, otorgado por el **INDOTEL**, el interesado deberá notificar la pérdida o destrucción del indicado documento al Órgano Regulador, por vía de su Director Ejecutivo, mediante comunicación escrita en un original y dos (2) copias y la cual contendrá además de la denuncia de pérdida o destrucción, la solicitud de la expedición de un nuevo certificado. Dicha comunicación deberá ir acompañada de:

- Acta Policial, emitida con ocasión de la denuncia de la pérdida del Certificado de Inscripción;
- Original del la publicación realizada en un periódico de circulación nacional del “Aviso de Perdida del Certificado de Inscripción en el Registro

Especial del Servicio de Radioaficionado”, la cual deberá contener el nombre del beneficiario y el número del certificado y la misma deberá estar debidamente certificada por el editor y registrada en la Oficina del Registro Civil.

En caso de que aplique, certificación expedida por la Asociación de Radioaficionados reconocida por el **INDOTEL**, en virtud de la cual se da constancia de que el interesado es miembro de la asociación; El **INDOTEL** evaluará la solicitud y si la misma es aprobada, notificará y entregará al interesado el nuevo certificado, en el cual constará por medio de una anotación el hecho de que ha sido expedido en sustitución del Certificado de Inscripción perdido o destruido y que tendrá el mismo valor que el Certificado anterior. La expedición del nuevo Certificado de Inscripción se hará dentro de los treinta (30) días calendario, posteriores a la fecha de depósito de la solicitud.

En caso de que la solicitud esté incompleta o incorrecta, el solicitante podrá enmendar la misma, incluyendo la información faltante o corrigiendo los errores correspondientes. Todas las enmiendas o correcciones a la solicitud deberán ser presentadas al **INDOTEL** por vía del Director Ejecutivo, por medio de una comunicación escrita en un original y dos (2) copias, y dentro de los diez (10) días calendario, siguientes a la notificación del **INDOTEL**, a pena de rechazo de la solicitud.

Dentro de los treinta (30) días calendario, contados a partir de la fecha en que la solicitante presente sus enmiendas o correcciones, el **INDOTEL** le notificará al interesado:

- Que su solicitud ha sido aceptada, por lo que el **INDOTEL** ha procedido a emitir el nuevo Certificado de Inscripción en el Registro Especial del Servicio de Radioaficionado;
- Que no cumple con los requisitos del **INDOTEL** y que su solicitud ha sido rechazada.

**9.2.** En caso de que el interesado detecte algún error material en el Certificado de Inscripción, éste podrá solicitar al **INDOTEL** que dicho certificado sea enmendado, mediante solicitud dirigida al Órgano Regulador, por vía del Director Ejecutivo, a través de una comunicación escrita en un original y dos (2) copias, que además deberá ir acompañada de los documentos que justifiquen la corrección del error. En caso de que proceda, el Director Ejecutivo del **INDOTEL**, autorizará la enmienda del error material del Certificado de Inscripción en cuestión. En caso de que el error sea detectado por el **INDOTEL**, el Órgano Regulador procederá de oficio a realizar la enmienda correspondiente, posteriormente, solicitará al interesado que haga entrega del Certificado contentivo del error, el cual será sustituido y automáticamente cancelado.

**Artículo 10.** La renovación de la Inscripción en el Registro Especial, cuando aplique, deberá iniciarse, por lo menos dos (2) meses antes de la fecha de expiración, y hasta un (1) año después de su vencimiento, mediante solicitud dirigida al Director Ejecutivo del **INDOTEL**.

**Artículo 10.1.** Para la renovación de la Inscripción en el Registro Especial de Radioaficionados serán requeridos los documentos descritos en el **Artículo 7** del presente Reglamento, de acuerdo al caso que aplique.

**Artículo 10.2.** Todo radioaficionado que solicite la renovación de su Inscripción en el Registro Especial correspondiente, durante el año contado a partir de su vencimiento, pagará un recargo ascendente a dos (2) veces el costo de emisión de una inscripción regular, por el procesamiento de su solicitud de renovación tardíamente.

**Artículo 10.3.** Si no fuera renovada en ese período, el **INDOTEL** se reserva el derecho de asignar las letras distintivas que identifican a dicho radioaficionado, a otro solicitante.

**Artículo 10.4.** El radioaficionado que no haya iniciado el proceso de renovación de la Inscripción en el Registro Especial correspondiente, no podrá realizar transmisiones hasta tanto no regularice su situación, so pena de ser sancionado de conformidad con el **Artículo 109** de la Ley General de Telecomunicaciones y el presente reglamento.

**Artículo 10.5.** La renovación de la inscripción se hará por el mismo plazo que se tenía anteriormente.

**Artículo 11.** La inscripción en el Registro Especial de Radioaficionados se perderá, si el radioaficionado es condenado a cumplir penas aflictivas e infamantes por una sentencia que haya adquirido la autoridad de la cosa juzgada.

**Artículo 12.** En caso de fallecimiento de un radioaficionado de Categoría Superior, la letra distintiva asignada a éste para la operación de su estación, será reservada por espacio de un (1) año a partir de la fecha en que ocurra el deceso de éste último, con la finalidad de dar la oportunidad a que un familiar del mismo, que cumpla con los requisitos correspondientes, solicite el uso de esta letra distintiva.

## **TITULO V**

### **De las Categorías de Inscripción, Requisitos para Obtención y Facultades**

**Artículo 13.** Las categorías para las Inscripciones en Registros Especiales para Radioaficionados serán:

- a) Categoría Superior. Los prefijos nacionales más el numeral de la zona donde opere y una letra.
- b) Categoría General. Los prefijos nacionales más el numeral de la zona donde opere y dos letras.

c) Categoría Técnica. Los prefijos nacionales más el numeral de la zona donde opere y tres letras.

d) Categoría Novicio. Los prefijos nacionales más el numeral de la zona donde opere y la letra 'N' seguida de dos letras más.

**Artículo 13.1.** Los prefijos nacionales estipulados para la República Dominicana son "HI" y el numeral que acompaña estas siglas está dado según zonas geográficas, que presentan las siguientes delimitaciones:

- No.0 Estaciones Experimentales o Científicas (HI0).
- No.1 Islas Beata y Alto Velo (HI1).
- No.2 Islas Catalina, Catalinita y Saona (HI2).
- No.3 Zona comprendida desde el paralelo 19° 00 hacia el Norte entre los meridianos 70° 00 y 71° 00 hasta la costa (HI3).
- No.4 Zona comprendida desde el paralelo 19° 00 hacia el Norte entre el meridiano 71° 00 y la línea fronteriza con Haití (HI4).
- No.5 Zona comprendida desde el paralelo 18° 30 hacia el Sur entre el meridiano 71° 00 y la línea fronteriza con Haití hasta la costa (HI5).
- No.6 Zona comprendida desde el paralelo 19° 00 hacia el sur entre el meridiano 70° 30 y la línea fronteriza con Haití limitada por el paralelo 18° 30 y el meridiano 71° 00 coordenadas limites de zonas 5 y hasta la costa (HI6).
- No.7 Zona comprendida desde el meridiano 69° 30 hacia el este y, limitada por la línea de la costa (HI7).
- No.8 Zona comprendida desde el paralelo 19° 00 hacia el sur entre los meridianos 69°30 y 70° 30 hasta la costa (HI8).
- No.9 Zona comprendida desde el paralelo 19° 00 hacia el Norte entre los meridianos 69° 30 y 70° 00 incluyendo toda la península de Samaná y limitada por la costa (HI9).

**Artículo 13.2.** En caso de que el radioaficionado cambie de domicilio y en consecuencia surja la necesidad de modificar el numeral de las letras distintivas del Radioaficionado, éste deberá notificar la situación al **INDOTEL**, mediante correspondencia dirigida al Director Ejecutivo, en un (1) original y dos (2) copias. Dicha correspondencia deberá contener la nueva dirección y la solicitud de modificación del numeral del prefijo de sus letras distintivas en el Registro Especial y la misma deberá de ir acompañada del original del Certificado de Inscripción que será objeto de la modificación. El **INDOTEL** procesará dicho cambio y emitirá un nuevo Certificado de Inscripción, el cual le será remitido al interesado mediante correspondencia escrita con acuse de recibo.

**Artículo 14.** Los requisitos para obtener una Inscripción de categoría "superior", son los siguientes:

- (a) Ser mayor de edad.

- (b) Haber estado en posesión de una inscripción “general” o “técnica” durante un período no menor a treinta (30) años.
- (c) Justificar actividades como tal, mediante la presentación de registros de comunicados efectuados durante el periodo.
- (d) Demostrar participación destacada como radioaficionado, realizando actividades tales como las siguientes, sin que esta enumeración sea limitativa:
  - Haber efectuado publicaciones o participado en seminarios o conferencias de carácter técnico, de interés general para los radioaficionados.
  - Haber tenido una actuación meritoria en concursos organizados por radio clubes o entidades nacionales o extranjeras relacionadas con los radioaficionados.
  - Haber desarrollado actividades especiales relacionadas con experiencias de propagación, diseño práctico de antenas, rendimiento de transmisores, entre otras.

**Artículo 14.1.** Los radioaficionados que estén en posesión de una Inscripción categoría “superior” tendrán las siguientes facultades:

- (a) Operar en todas las bandas de frecuencias autorizadas al servicio de radioaficionados.
- (b) Instalar una estación fija y una estación móvil. Tanto para la estación fija como para la estación móvil, el radioaficionado deberá declarar en su inventario los equipos que las forman.
- (c) Instalar y operar en la estación fija:
  - Equipos de hasta 1,200 vatios de potencia máxima de salida del amplificador final en la banda de HF.
  - Equipos de hasta 100 vatios de potencia máxima de entrada a la línea de alimentación de la antena en la banda VHF de 144 a 148 y 220 a 225 MHz y en la banda UHF en las frecuencias asignadas en el PNAF.
- (d) Instalar y operar en la estación móvil:
  - Equipos de hasta 500 vatios de potencia máxima de salida del amplificador final en la banda de HF.
  - Equipos de hasta 50 vatios de potencia máxima de entrada a la línea de alimentación de la antena en la banda de VHF 144 a 148 MHz y 220 a 225 MHz y en la banda UHF en las frecuencias asignadas en el PNAF.

(e) Efectuar, con fines experimentales, emisiones del tipo de modulación particular que señalen las normas respectivas.

(f) Instalar y operar estaciones del servicio de radioaficionados por satélite.

(g) Instalar y operar estaciones de radioaficionados para experiencia en rebote lunar con las características técnicas que establezca la norma respectiva.

**Artículo 15.** Los requisitos para solicitar la Inscripción en la categoría “general” son los siguientes:

(a) Ser mayor de dieciocho (18) años.

(b) Haber sido inscrito en la categoría “técnica” durante cinco (5) años y justificar actividad como tal, mediante la presentación del registro de comunicados comprobando la realización de 200 comunicados efectuados; © Rendir examen teórico-practico de conocimientos técnicos aplicados a estaciones de radioaficionados. El contenido, administración y evaluación de estos exámenes será conforme lo establecido en el presente reglamento.

**Artículo 15.1.** Los radioaficionados que se encuentren inscritos en esta categoría tendrán las facultades especificadas en el **Artículo 14.1** de este reglamento.

**Artículo 16.** Los requisitos para solicitar la inscripción en la categoría “técnica” son los siguientes:

(a) Ser mayor de trece (13) años, y en el caso de que se encuentre el solicitante entre los trece (13) y los dieciocho (18) años, deberá contar con la autorización de sus padres o tutor legal, que se comprometan a supervisarlo y orientarlo en el buen uso de la radio, y se responsabilizaran de sus actuaciones.

(b) Haber estado inscrito previamente en la categoría de novicio.

© Rendir el examen teórico-practico de conocimientos básicos de radiocomunicaciones, telegrafía, cultura general y de reglamentación aplicada al servicio del radioaficionado. El contenido, administración y evaluación de estos exámenes será conforme lo establecido en el presente reglamento.

**Artículo 16.1.** Los radioaficionados que hayan sido inscritos en la categoría técnica tendrán las siguientes facultades:

- (a) Operar estaciones fijas en la banda de frecuencias autorizadas al servicio de radioaficionados para esta categoría.
- (b) Operar estaciones fijas en VHF y en las bandas comprendidas entre 144 a 148 y 220 a 225 MHz y en la banda UHF en las frecuencias asignadas en el PNAF.
- © Instalar una estación fija y una estación móvil. Tanto para la estación fija como para la estación móvil, el radioaficionado deberá declarar en su inventario los equipos que las forman.

(d) Instalar una estación fija con:

- Equipos de hasta 500 vatios de potencia máxima de salida del amplificador final en la banda de HF.
- Equipos de hasta 50 vatios de potencia máxima de entrada a la línea de alimentación de la antena en la banda VHF y UHF hasta 440 MHz, en los segmentos atribuidos para el servicio de Radioaficionados en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias. (e) Instalar y operar en la estación móvil:
- Equipos de hasta 250 vatios de potencia máxima salida del amplificador final en la banda de HF.
- Equipos de hasta 50 vatios de potencia máxima a la entrada de la línea de alimentación de la antena en la banda de 144 a 148 y 220 a 225 MHz y en la banda UHF en las frecuencias asignadas en el PNAF. **Artículo 17.** Para solicitar una inscripción en la categoría de “novicio” se requiere:

- (a) Ser mayor de los doce (12) años, y en caso de encontrarse el solicitante entre los doce (12) y dieciocho (18) años, contar con la autorización de sus padres o tutor legal, quienes se comprometen a supervisarlo y orientarlo en el buen uso de la radio y se responsabilizaran de su actuación.
- (b) Rendir examen teórico-práctico de conocimientos básicos de radiocomunicaciones, cultura general y de reglamentación aplicada al servicio de radioaficionado. El contenido, administración y evaluación de estos exámenes será conforme lo establecido en el presente reglamento.

**Artículo 17.1.** Los radioaficionados inscritos en la categoría de novicio tendrán facultad de operar estaciones en las siguientes condiciones:

- (a) Operar con equipos de hasta 100 vatios de potencia máxima,
- (b) Operar en las bandas de frecuencias autorizada al servicio de radioaficionados de esta categoría en los 80 y 40 mt en HF y únicamente en CW o nodos digitales y en esta última modalidad en las bandas veintiocho 28 MHz, VHF o UHF.

Rangos autorizados para ser utilizados por los novicios:

- 80 Mts: Desde 3,675 KHz hasta 3,725 KHz, Telegrafía solamente.
- 40 Mts: Desde 7,050 KHz hasta 7,100 KHz, Telegrafía solamente.
- 15 Mts: Desde 21,100 KHz hasta 21,200 KHz, Telegrafía solamente.
- 10 Mts: Desde 28,100 KHz hasta 28,300 KHz, Telegrafía solamente.
- 2 Mts: desde 144 MHz hasta 145 MHz, solo en frecuencias donde no hayan repetidores (simplex).

**Artículo 18.** Todo Radioaficionado que se encuentre inscrito en una categoría, y cumpla con los requisitos para solicitar el cambio de la misma, podrá efectuarlo, presentando ante el **INDOTEL** la solicitud correspondiente, mediante correspondencia dirigida a su Director Ejecutivo, en un (1) original y dos (2) copias, expresando su interés en cambiar la categoría autorizada a operar y depositando, concomitantemente con dicha solicitud, los documentos que avalen los requisitos necesarios para la categoría que tiene interés aplicar, según se expresa en los **Artículos 14, 15 y 16**. El **INDOTEL** procesará su solicitud y notificará su decisión mediante correspondencia escrita.

**Artículo 19.** El material didáctico de soporte, necesario para rendir los exámenes teórico-prácticos del servicio de radioaficionados, será confeccionado por el **INDOTEL** y dichos exámenes serán impartidos por las organizaciones de radioaficionados, contando en todos los casos con la autorización y supervisión del **INDOTEL**.

**Artículo 19.1.** Quedan exceptuados de rendir examen, con excepción del examen de telegrafía, los egresados de las carreras de ingeniería en las especialidades de electricidad, electrónica o telecomunicaciones de las Universidades e Institutos de Educación Superior reconocidos por el Consejo Nacional de Educación Superior (CONES). Además, quedan exceptuados del indicado requisito los interesados, que en ejercicio de su profesión o actividad, acrediten con pruebas, certificados o títulos, tener práctica en la instalación u operación de equipos de radiocomunicaciones, conforme las evaluaciones que hará el **INDOTEL**.

**Artículo 19.2.** Las organizaciones de radioaficionados, que se encuentren debidamente autorizadas por el **INDOTEL**, según lo dispuesto en el Título XII del presente Reglamento, serán las animaciones competentes para impartir los exámenes, en una o varias sesiones al año, conforme el procedimiento dispuesto por el **Artículo 66** del presente Reglamento.

## TÍTULO VI

### De los Radioaficionados Extranjeros

**Artículo 20.** Se concederá una inscripción en el Registro Especial de Radioaficionados, bajo la modalidad Portable-HI, a las personas extranjeras con permanencia temporal en la República Dominicana, cuando cumplan con las siguientes condiciones:

1. Que exista un acuerdo de reciprocidad entre la República Dominicana y el país que ha otorgado el permiso de radioaficionado del solicitante;
2. Que deposite los requisitos solicitados en el **Artículo 7**, literal c del presente Reglamento;
3. Que cumpla con los requerimientos del presente Reglamento.

**Artículo 20.1.** Las solicitudes de las personas extranjeras con permanencia temporal en el país para operar el servicio de radioaficionado, podrán ser presentadas al **INDOTEL**, a través de facsímil tomando en cuenta los requerimientos de este Reglamento. El formulario de Declaración Jurada a que se hace referencia en los documentos requeridos en el **Artículo 7**, literal ©, estará a disposición de los interesados en la página Web que posee el **INDOTEL**.

**Artículo 20.2.** La inscripción tendrá una duración equivalente al tiempo de estadía del radioaficionado en el país y las letras distintivas a ser utilizadas por esta persona en la República Dominicana, serán las mismas que utiliza en su país seguidas del prefijo nacional con el numeral de la zona correspondiente al lugar de su estadía.

**Artículo 20.3.** Las inscripciones de los portables HI, perderán su vigencia desde el momento en que expire el período de autorización para operar el servicio ó el momento en que expire su autorización de radioaficionado del país de origen.

**Artículo 21.** En el caso de los radioaficionados extranjeros con residencia definitiva en la República Dominicana, que se encuentren debidamente autorizados a operar el servicio de radioaficionado en el país de procedencia y que deseen operarlo en territorio dominicano, siempre y cuando ambos países sean signatarios de los acuerdos de reciprocidad, podrán validar su licencia sin necesidad de examen, con sólo presentar la documentación requerida en el **Artículo 7**, literal b del presente reglamento.

**Artículo 21.1.** El tiempo de vigencia de los Certificados de Inscripción en el Registro Especial, expedidos con ocasión de una validación, estará sujeto a la concordancia de la categoría autorizada en el país de procedencia con las categorías y los plazos establecidos en la República Dominicana.

**Artículo 21.2.** Las letras distintivas a ser utilizadas por los extranjeros para la validación de sus licencias, serán el Prefijo de la República Dominicana (HI) más las letras distintivas autorizadas en el país de procedencia. El Certificado de Inscripción del Servicio de Radioaficionado será expedido por el **INDOTEL**, en la forma previstas en este Reglamento y contendrá la anotación de que dicho Certificado corresponde a una validación e indicará el país de procedencia de la licencia objeto de la validación.

## TITULO VII

### De la Instalación de las Estaciones de Radioaficionados

**Artículo 22.** El radioaficionado autorizado por el **INDOTEL** para la instalación de una estación, deberá atenerse estrictamente a las características técnicas indicadas en el certificado de inscripción emitido por el **INDOTEL**.

**Artículo 22.1.** El radioaficionado autorizado a instalar una estación de radioaficionado, deberá registrar ante el **INDOTEL** el inventario de equipos correspondiente, previo a poner en servicio la estación.

**Artículo 23.** El **INDOTEL** podrá autorizar la instalación de una estación fija, de cinco (5) estaciones móviles y de estaciones repetidoras del servicio de radioaficionados a las organizaciones de radioaficionados ó radio clubes reconocidos por el órgano regulador.

**Artículo 24.** El Consejo Directivo del **INDOTEL** emitirá una norma con la atribución de frecuencias para la operación de estaciones repetidoras del servicio de radioaficionados, teniendo en cuenta las regiones administrativas del país y garantizando el acceso a la mencionada atribución de las organizaciones de radioaficionados o Radio Clubes de cada región.

**Artículo 25.** El **INDOTEL** podrá otorgar autorizaciones para la instalación de las estaciones a que se refiere el **Artículo** anterior, en dependencias de las Fuerzas Armadas, Policía Nacional (PN), Departamento Nacional de Investigaciones (DNI), Dirección General de Control de Drogas, Dirección Nacional de Defensa Civil y Cuerpo de Bomberos, para que sean operadas por radioaficionados miembros de los Círculos de Radioaficionados que se organicen en dichas dependencias.

**Artículo 26.** El **INDOTEL** podrá autorizar a los Círculos de Radioaficionados de los establecimientos de Educación Media y Superior para que instalen las estaciones del servicio de radioaficionados que señala el **Artículo** 23 de este reglamento.

**Artículo 27.** Las características de las estaciones y bandas de frecuencias que podrán utilizar las agrupaciones señaladas en los **Artículos** 24, 25 y 26 de este Reglamento deberán ser compatibles con la categoría de inscripción que posean los radioaficionados que las operen. Bajo estas mismas condiciones se podrá autorizar la instalación de estaciones de radioaficionados en sedes de organismos del Estado debidamente calificados por el **INDOTEL**, que pudieran tener la necesidad de recurrir al servicio de radioaficionados para coordinar actividades propias de situaciones de emergencia.

**Artículo 28.** La autorización para instalar estaciones operadas por los Círculos de Radioaficionados que se organicen bajo las dependencias mencionadas en los **Artículos** anteriores, se otorgarán a nombre de la institución interesada.

**Artículo 29.** Las autorizaciones otorgadas para la instalación de las estaciones de radioaficionados tendrán la vigencia establecida en el certificado de inscripción en el registro especial emitido a favor del radioaficionado.

**Artículo 29.1.** Sin perjuicio de lo anterior, las autorizaciones otorgadas a las instituciones señaladas en los **Artículos** anteriores dentro de este título tendrán una duración de cinco (5) años.

**Artículo 30.** Las renovaciones se harán siguiendo las disposiciones establecidas en los **Artículos** 10, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 y 10.5 de este reglamento.

## **TITULO VIII**

### **De las Estaciones de Radioaficionados**

**Artículo 31.** En el lugar donde funcione una estación fija de radioaficionados deberá encontrarse en forma visible el inventario de equipos de la estación debidamente visado por el **INDOTEL**. Este inventario de equipos deberá actualizarse y será visado por el **INDOTEL** cada vez que sea modificado.

**Artículo 32.** Las estaciones de radioaficionados sólo podrán emplearse para:

- Efectuar funciones propias del servicio de radioaficionados; y
- Comunicarse con estaciones pertenecientes a otros radioaficionados o con estaciones de otros servicios en casos calificados, y con autorización previa del **INDOTEL**.

**Artículo 33.** Una estación de radioaficionados no deberá ser usada para:

- (a) Transmitir emisiones que no estén autorizadas al servicio de radioaficionados ya sea en forma directa o grabada.
- (b) Cursar mensajes, ni aún los de emergencia, por recompensa material directa o indirecta, pagada o prometida. © Transmitir ninguna clase de señales de entretenimiento como música, declaraciones, teatro, conferencias, canto, entre otras, ni aún a título de experimentación.

**Artículo 34.** Está prohibido a los radioaficionados lo siguiente:

(a) Acoplar los equipos a las redes de Servicios Públicos de Telecomunicaciones con el propósito de proveer Servicios Finales de Telecomunicaciones a terceros, quedando sin embargo permitido el Acceso a Servicios de Valor Agregado, tales como INTERNET, para uso particular del radioaficionado.

(b) Permitir que sus equipos de transmisión sean operados por terceras personas que no se encuentren con la inscripción en el registro especial de radioaficionados.

© Incluir durante los comunicados cuestiones de carácter político, religioso o comercial, sea que se relacionen con terceras personas o con el autorizado.

(d) Usar vocabulario o conceptos que constituyan ofensas a la moral y a las buenas costumbres.

(e) Transmitir mensajes contrarios a la seguridad del Estado, al orden público, a las personas, y a la concordia internacional.

**Artículo 35.** El idioma a usar localmente, es decir dentro del territorio de la República Dominicana, por los radioaficionados es el español. Los radioaficionados podrán emplear idiomas extranjeros, solamente en comunicados con radioaficionados de otros países y cuando sea estrictamente necesario.

**Artículo 35.1.** En todos los comunicados podrán emplearse los códigos y las abreviaturas que por norma establezca el Consejo Directivo del **INDOTEL**, de conformidad con las normas y costumbres internacionales.

**Artículo 36.** Los radioaficionados y las instituciones autorizadas por el **INDOTEL** serán solidariamente responsables de la operación de las estaciones de radioaficionados.

**Artículo 37.** Las estaciones de radioaficionados no deberán producir interferencias perjudiciales a los sistemas de telecomunicaciones, en particular no deben afectar la recepción de las señales de radiodifusión sonora o televisiva, y tampoco deberán provocar otros tipos de molestias a terceros.

**Artículo 38.** En caso de producir las interferencias o molestias señaladas en el **Artículo** precedente, el radioaficionado, a requerimiento del **INDOTEL** deberá subsanar la anomalía en el plazo que se indique.

**Artículo 38.1.** Si el radioaficionado responsable no cumpliere dentro del plazo fijado, el **INDOTEL** podrá ordenar la suspensión temporal o definitiva de las transmisiones de dicha estación.

**Artículo 39.** Las estaciones de radioaficionados no deberán transmitir en bandas de frecuencias que no sean las autorizadas al servicio de radioaficionados. Los radioaficionados deberán considerar, al operar sus estaciones, que por ningún motivo, el ancho de banda de sus emisoras pueda exceder los límites de las bandas autorizadas.

**Artículo 40.** La venta de equipos de radioaficionados o la transferencia de parte o totalidad de los equipos e implementos de una estación de radioaficionado o el hecho de dejar de utilizarlos definitivamente, deberá de ser comunicado por escrito al **INDOTEL**, en un plazo no mayor de treinta (30) días. Este caso es aplicable tanto al vendedor como al adquiriente.

## TITULO IX

### De las Estaciones Repetidoras

**Artículo 41.** Todo radioaficionado u organización de radioaficionado interesado en inscribir en el Registro Especial una estación repetidora, deberá depositar ante el **INDOTEL** la solicitud correspondiente, conteniendo la información técnica y cálculos correspondientes a la misma e incluyendo como mínimo:

- Ubicación geográfica
- Frecuencia y banda, si se va a enlazar con otras repetidoras
- Descripción de la estación repetidora: potencia del transmisor, sistema radiante, tono

CTCSS (Sistema Codificado de Tono de Silencio Continuo) y la frecuencia del mismo.

**Artículo 42.** Las estaciones repetidoras que operen en la zona de la frontera deben tener en cuenta las frecuencias de operación de las estaciones repetidoras al otro lado de la frontera para no interferir en sus transmisiones y poderse enlazar en casos especiales.

**Artículo 43.** Las estaciones repetidoras que operen en telefonía deberán contar con un dispositivo de identificación automático en telegrafía o fonía. En caso de operarse por identificación en telegrafía, su velocidad no deberá superar las 15 (quince) palabras por minuto. En caso de elegirse identificación en fonía, la misma deberá ser en idioma nacional. En cualquiera de los casos citados, el texto de la identificación deberá indicar, como mínimo, la señal distintiva del responsable y la localidad del emplazamiento de la estación repetidora.

**Artículo 44.** En el caso de estaciones repetidoras en telefonía, e independientemente de la información técnica mencionada en el **Artículo 38**, los equipos radioeléctricos utilizados deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Splits estandarizados:

- 29 MHz 100 kHz (-)
- 50 MHz 500 kHz (-)
- 145 MHz 600 kHz (-)
- 146 MHz 600 kHz (+ o -)
- 147 MHz 600 kHz (+)
- 222 MHz 1.6 MHz (-)
- 440 MHz 5.0 MHz (-)
- 900 MHz 25.0 MHz (-)
- 1.2 GHz 12 MHz (-)
- 2.4 GHz 20 MHz (-)

#### A) TRANSMISOR:

1. Dispositivo de identificación en forma telegráfica o fónica.

2. Control remoto de encendido y apagado
3. Potencia máxima: = 100 (cien) vatios
4. Estabilidad de frecuencia: mejor que 5 PPM
5. Respuesta de audio: entre 250 Hz y 3 KHz.
6. Clase de emisión: F3E
7. Desviación máxima:  $\pm 5$  kHz
8. Radiación de espúreas: = - 60 dB.

**B) RECEPTOR:**

1. Sensibilidad: = 0.3 u V para 12 dB SINAD
2. Frecuencias imagen: Rechazo = a 60 dB
3. Intermodulación en RF: Rechazo = 70 dB.

**Artículo 45.** El responsable de una estación repetidora digital automática que instale este sistema fuera de su domicilio autorizado, deberá notificar al **INDOTEL** la instalación de la misma en el nuevo establecimiento. Dicha comunicación se realizará presentando la información y cálculos ante el **INDOTEL** en forma directa, o a través de cualquier Radio Club del país y con el aval técnico establecido en el **Artículo 38**.

**Artículo 46.** Se deberá notificar al **INDOTEL** las modificaciones de las frecuencias autorizadas, tono, lugar de emplazamiento, tipo, ganancia y lóbulo de radiación de antenas, potencia o enlace con otras estaciones repetidoras autorizadas. Toda modificación requerirá la revisión de un técnico del Órgano Regulador.

**Artículo 47.** Una vez que el funcionamiento de una estación repetidora esté autorizado por **INDOTEL**, la misma deberá estar en servicio en un plazo máximo de 180 (ciento ochenta) días calendario, notificando su puesta en actividad al **INDOTEL** dentro de las 72 (setenta y dos) primeras horas. Transcurrido ese término sin recibirse el aviso por escrito, o sin que se produzca su puesta en servicio, el **INDOTEL** se reserva el derecho de reasignar las frecuencias correspondientes. Igualmente, en el caso de una estación repetidora que habiendo estado en servicio, se verifique su total inactividad por un período igual ó mayor a 120 (ciento veinte) días calendario, el **INDOTEL** se reserva el derecho de reasignar las frecuencias correspondientes. En caso de desperfectos técnicos que obliguen a la salida de servicio de una estación repetidora por un período mayor a sesenta (60) días calendario, su responsable deberá informar por medio escrito a **INDOTEL** tal situación y el tiempo estimado para su puesta en servicio.

**Artículo 48.** El responsable de una estación repetidora está obligado a comunicar al **INDOTEL** la decisión de finalizar definitivamente con las prestaciones de la misma, dentro de los 10 (diez) días calendario de producido el cese de emisiones. En tal circunstancia y dentro del mismo plazo, deberá proceder al desmantelamiento de las instalaciones radioeléctricas.

**Artículo 49.** Para la autorización del enlace de dos (2) o más estaciones repetidoras de telefonía en una o más bandas, se requerirá la previa conformidad escrita de sus responsables, quedando supeditada al estudio técnico presentado, y **CONSIDERANDO**

a dicho trámite como a una modificación, con excepción del caso de enlazar una misma estación repetidora de telefonía que opere con el transmisor y receptor instalados en emplazamientos distintos. La frecuencia de salida de una estación repetidora de telefonía es de uso prioritario para la misma, permitiéndose la operación en simplex siempre que no interfiera con su uso, quedando expresamente prohibidas las transmisiones en simplex en las frecuencias asignadas para las entradas de las mismas y a más/menos 15 kHz de ellas.

**Artículo 50.** La utilización de una estación repetidora en telefonía deberá ser abierta al tráfico general de los mismos. Por razones de compatibilidad electromagnética, estas estaciones repetidoras en telefonía podrán tener acceso codificado mediante la utilización de tonos. La frecuencia de dichos tonos deberá ser de público conocimiento, de forma tal que se garantice su normal utilización por parte de los radioaficionados en general.

**Artículo 51.** Toda estación repetidora del servicio de radioaficionados instalada y/o en funcionamiento sin la previa autorización formal de **INDOTEL**, será sancionada de acuerdo a lo establecido en la Ley, en este reglamento y en las demás reglamentaciones emitidas por el **INDOTEL**, referidos al servicio de radioaficionados.

**Artículo 52.** La asignación de frecuencias de entrada y salida para las estaciones repetidoras podrá ser modificada por el **INDOTEL** en cualquier momento, por razones de servicio o de ordenamiento interno, lo que no dará derecho a reclamación alguna.

## **TITULO X**

### **Del Registro de Comunicados**

**Artículo 53.** Todo radioaficionado deberá llevar un registro o libro de guardia en la estación fija que posea, en el que se estamparán, en orden cronológico, todos los contactos que se efectúen por la estación. Este registro deberá incluir como mínimo los siguientes datos:

- a. Fecha, hora de comienzo y finalización del comunicado.
- b. Señal distintiva de la estación.
- c. Nombre del operador.
- d. Banda y Frecuencia utilizada.
- e. Clase de emisión empleada.
- f. Reporte de señal recibido y enviado.

**Artículo 54.** El registro de comunicados podrá ser solicitado y visado por los representantes del **INDOTEL**, cuando efectúen visitas de inspección a las instalaciones de los radioaficionados.

**Artículo 54.1.** El **INDOTEL** podrá solicitar al radioaficionado la remisión del registro de comunicados para ejecutar las verificaciones que le interese. Al ser devuelto por el

**INDOTEL**, el radioaficionado deberá anotar los comunicados efectuados mientras el registro o libro de guardia estuvo en poder del **INDOTEL**.

**Artículo 55.** Las instituciones nombradas en los **Artículos 23, 25 y 26** de este reglamento, que instalen estaciones de radioaficionados, también deberán llevar un registro de comunicados y les serán aplicables las disposiciones contenidas en este Título.

## **TITULO XI**

### **De los Distintivos de Llamadas**

**Artículo 56.** El **INDOTEL** asignará a cada estación de radioaficionados un distintivo de llamada o indicativo de acuerdo con los criterios determinados por esta institución tomando como parámetros la nomenclatura especificada en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**Artículo 56.1.** El indicativo de radioaficionado, compuesto por los prefijos nacionales más el numeral de la zona donde opere y los demás grupos de caracteres supeditados a su categoría, deberá ser modificado al mudarse de zona geográfica el radioaficionado, para cuyos fines deberá seguir el procedimiento establecido en el **Artículo 13.2** del presente Reglamento.

**Artículo 57.** El radioaficionado deberá anunciar su distintivo de llamada en forma al comienzo y al término de cada transmisión. En todo caso deberá identificarse en intervalos no mayores de diez (10) minutos.

**Artículo 57.1.** El distintivo de llamada de un radioaficionado no podrá ser utilizado como identificación por otro radioaficionado.

**Artículo 58.** En caso que un radioaficionado opere una estación que no le pertenezca, deberá identificarse anteponiendo su propio distintivo de llamada, al distintivo de llamada de la estación que se encuentre operando.

## **TITULO XII**

### **De las Organizaciones de Radioaficionados**

**Artículo 59.** Los radioaficionados pueden agruparse libremente en organizaciones básicas como Círculos de Radioaficionados o Radio Clubes.

**Artículo 60.** Los Radio Clubes deberán ser personas jurídicas sin fines de lucro organizadas y regidas al tenor de la Ley No. 520 del 1920, que tengan como finalidad principal el desarrollo, mejoramiento y fomento de la radio afición, agrupando a radioaficionados interesados en aumentar sus conocimientos y sus posibilidades recreativas.

**Artículo 60.1.** El **INDOTEL** reconocerá como Radio Clubes a las instituciones que cumplan con los siguientes requisitos:

- (a) Tener personalidad jurídica.
- (b) Cuenten con local propio, arrendado u obtenido en comodato donde funcione su sede.
- (c) Estar en condiciones de instalar y poner en funcionamiento estaciones de características compatibles con las autorizaciones que tengan sus socios.
- (d) Poseer un registro de socios radioaficionados con Inscripciones y Certificados de Inscripción vigentes, conforme la matrícula requerida por los Estatutos y las disposiciones contenidas en el presente reglamento;

**Artículo 60.2.** Las Asociaciones de Radioaficionados interesadas en operar el servicio de radioaficionados desde su local, deberán proceder a inscribirse en el Registro Especial que lleva el **INDOTEL**, de conformidad con lo previsto en el Título IV de este Reglamento. Dicha inscripción se hará bajo la Categoría Técnica y utilizarán las letras distintivas asignadas a dicha categoría.

**Artículo 60.3.** En caso de que la Asociación de Radioaficionados sea disuelta, dicha situación deberá notificársele por escrito al Director Ejecutivo del **INDOTEL**, a los fines de que se proceda a realizar la correspondiente anotación en el Registro Especial para el Servicio de Radioaficionado y el **INDOTEL**, de manera automática, retire el indicativo de llamada que le hubiere asignado.

**Artículo 61.** Se entenderá por Círculo de Radioaficionados a las agrupaciones de radioaficionados que se constituya el amparo de las instituciones señaladas en este reglamento, para desarrollar actividades propias del servicio de radioaficionados, cumpliendo con las disposiciones legales vigentes.

**Artículo 61.1.** Sus objetivos deberán ser similares a los de los Radio Clubes, debiendo tener diez (10) socios con autorizaciones al día, como mínimo, y, al menos uno con una inscripción en una categoría general o superior.

**Artículo 62.** Las organizaciones deberán tener por objetivo, propender a un uso coordinado y eficiente de los recursos técnicos propios y de sus afiliados en la colaboración que se preste a las autoridades y a la comunidad en caso de catástrofe o emergencia.

**Artículo 63.** Los Círculos de Radioaficionados o los Radio Clubes libremente, podrán organizar o integrar asociaciones, las que deberán cumplir con los requisitos que exijan las disposiciones legales y regulatorias vigentes para su constitución y funcionamiento.

**Artículo 64.** En cualquier caso ningún radioaficionado está obligado a pertenecer a las instituciones definidas en este Reglamento, pudiendo desarrollar sus actividades en forma independiente.

**Artículo 65.** Las estaciones de Radio Clubes podrán transmitir boletines informativos relacionados con las actividades de los radioaficionados, con los cursos técnicos afines y cualquier comunicado emitido por el **INDOTEL** y que tenga relación con sus actividades.

**Artículo 65.1.** Las organizaciones de radioaficionados deberán comprometerse a orientar y contribuir con el desarrollo de conocimientos técnicos entre sus miembros, mediante charlas, conversatorios, prácticas, experimentos, cursos técnicos y de telegrafía, entre otros.

**Artículo 66.** Las organizaciones de radioaficionados interesadas en impartir los exámenes requeridos para la Inscripción en el Registro Especial del Servicio de Radioaficionado, deberán solicitar al **INDOTEL** por vía de su Director Ejecutivo, mediante comunicación escrita, la correspondiente autorización para impartir los mismos y dicha comunicación deberá contener, además, la fecha pre**VISTAS** para impartirlos. La solicitud de autorización para impartir exámenes se depositará ante el **INDOTEL**, con, por lo menos quince (15) días calendario de anticipación a la fecha pre**VISTAS** para el desarrollo de los mismos y el **INDOTEL**, mediante comunicación escrita, suscrita por su Director Ejecutivo, autorizará la realización de los exámenes y designará la(s) persona(s) del **INDOTEL** técnicamente calificada (s) para desempeñar las labores de supervisión de las indicadas pruebas.

**Artículo 66.1.** Las organizaciones de radioaficionados que se encuentren debidamente autorizadas por el **INDOTEL**, podrán organizar e impartir entrenamientos técnicos como parte de la preparación para los exámenes, para cuyos fines será utilizado el material didáctico elaborado por el **INDOTEL**. Este material estará disponible en las oficinas del **INDOTEL** y el mismo le será vendido tanto a las organizaciones de radioaficionados, como a los radioaficionados o cualquier persona interesada en operar el servicio de radioaficionados.

**Artículo 66.2.** El desarrollo de los exámenes será supervisado por un inspector designado por el **INDOTEL**, quien además será miembro del comité examinador que estará compuesto por cuando menos, tres (3) miembros de la organización de radioaficionados responsable de impartir el (los) examen(es). Este comité evaluará (el) los examen(es) y enviará un informe pormenorizado de los resultados al **INDOTEL**, para fines de Inscripción en el Registro Especial o cambio de categoría del interesado según aplique.

**Artículo 66.3.** Los resultados de las evaluaciones serán comunicados a los aspirantes por las organizaciones de radioaficionados responsables de los exámenes, en un período no mayor de veinte (20) días calendarios a partir de la fecha del examen. El **INDOTEL**, a su vez, tramitará la solicitud formulada por el aspirante, la cual deberá ir acompañada conjuntamente con los documentos que se requieren para cada categoría de inscripción y en consecuencia procederá a inscribir el interesado en la categoría a que corresponda y emitirá el correspondiente certificado de inscripción, en la forma pre**vistas** en el presente reglamento.

## TITULO XIII

### Redes de Emergencias

**Artículo 67.** El servicio de radioaficionados podrá ser empleado como servicio de emergencia, en casos excepcionales de acuerdo con las disposiciones que emita el **INDOTEL**.

**Artículo 68.** Para dar cumplimiento a tales disposiciones, los Radio Clubes organizarán redes locales, regionales o nacionales, de acuerdo a los requerimientos de las autoridades correspondientes.

**Artículo 69.** Las personas o instituciones que posean estaciones de radioaficionados debidamente autorizadas, tienen el deber de integrarse a las redes de emergencia cuando así lo soliciten las autoridades correspondientes.

**Artículo 70.** El objetivo de la red de emergencia es mantener enlace radial con la zona o lugar afectado por una situación de emergencia mientras se reestablecen las comunicaciones normales, pudiendo cursar mensaje de carácter oficial del Estado, aportar las informaciones que requieran las autoridades correspondientes y cursar mensajes clasificados de particulares que guarden relación con la situación de emergencia. En ningún caso el servicio de radioaficionados de emergencia deberá ser utilizado para cursar mensajes en clave o cifrados que correspondan a intereses particulares, comerciales, políticos o religiosos.

## TITULO XIV

### Del INDOTEL

**Artículo 71.** El **INDOTEL** es el organismo encargado de regir las operaciones de servicio de radioaficionados, aplicar la Ley, este Reglamento y las demás regulaciones aplicables, así como dictar y aplicar las normas complementarias que regulen el servicio de radioaficionados.

**Artículo 72.** Cualquier actividad no contemplada en este reglamento, que los radioaficionados quieran realizar en las bandas autorizadas a este servicio en coordinación con o para otras instituciones, deberá ser autorizada previamente por el **INDOTEL**.

**Artículo 73.** El **INDOTEL** podrá disponer, cuando lo estime conveniente y especialmente en casos de emergencia, la suspensión de todas las transmisiones en una o más bandas de frecuencias autorizadas al servicio de radioaficionados.

**Artículo 74.** Los representantes del **INDOTEL** tendrán libre acceso a las instalaciones de las estaciones de radioaficionados, previa notificación por escrito al radioaficionado. En caso de la comisión de las faltas **previstas** por la Ley General de Telecomunicaciones

No. 153-98, el **INDOTEL** podrá aplicar las medidas precautorias **previstas** por el indicado texto legal. En el caso de delitos flagrantes, conforme el Código Penal, el **INDOTEL** podrá solicitar el apoyo de la fuerza pública y la intervención del Ministerio Público para la realización de su cometido. Así mismo, podrán requerir el certificado de inscripción correspondiente a cualquier persona que esté operando un equipo de radioaficionado, auxiliándose de la fuerza pública, si fuere necesario.

**Artículo 75.** Los radioaficionados estarán obligados a suministrar toda clase de información relativa a su condición que el **INDOTEL** solicite.

**Artículo 76.** El **INDOTEL** llevará un registro de cada uno de los radioaficionados y sus respectivas autorizaciones y duración. Este registro se conservará por un plazo de cinco (5) años, después de vencida la autorización correspondiente.

**Artículo 77.** El **INDOTEL** mantendrá también una relación de las autorizaciones vencidas, con indicación de la fecha y motivos de su caducidad.

**Artículo 78.** El **INDOTEL** podrá requerir la colaboración de los Radio Clubes, de los Círculos de Radioaficionados y de las organizaciones correspondientes, para aumentar el control de las bandas del servicio de radioaficionados, a fin de mejorar la eficiencia de su utilización y evitar distorsiones en los objetivos de dichos servicios. Dichas instituciones podrán informar al **INDOTEL** las situaciones anómalas que conozcan, a fin de que el **INDOTEL** aplique la sanción correspondiente.

## **TITULO XV**

### **De las Infracciones y Sanciones**

**Artículo 79.** El **INDOTEL** aplicará la sanción que corresponda a quienes infrinjan los términos establecidos en la Ley, en este reglamento y en las demás reglamentaciones emitidas por el **INDOTEL**, referidos al servicio de radioaficionados.

**Artículo 80.** Sin perjuicio de lo establecido por la Ley, se consideran faltas graves cuando sean cometidas por imprudencia o negligencia involuntarias; y serán faltas muy graves aquellas que se cometan deliberada o reiterativamente.

**Artículo 81.** Al **INDOTEL** notificar a un radioaficionado que ha cometido una falta de origen técnico, el mismo deberá suspender de inmediato sus transmisiones y no volver a transmitir hasta que haya solucionado la falta.

**Artículo 82.** La verificación de las siguientes situaciones que involucren estaciones de radioaficionados, según las disposiciones de este Reglamento, serán consideradas infracciones y serán sancionadas de la forma previstas en la Ley:

1. Una estación repetidora que opere sin alguno de los dispositivos automáticos de identificación previstos en el presente reglamento.

2. Una estación repetidora que utilice frecuencias de entrada y/o salida diferentes a las asignadas por INDOTEL sin notificarlo antes al organismo.
3. Una estación repetidora que utilice potencia superior a la declarada en la presentación técnica y autorizada por INDOTEL.
4. Una estación repetidora con sistema radiante distinto al declarado en la presentación técnica y autorizada por INDOTEL.
5. Una estación repetidora que opere conectada a las redes de Servicios Públicos de Telecomunicaciones con el propósito de proveer Servicios Finales de Telecomunicaciones a terceros, excepto si el objetivo es proveer Acceso a Servicios de Valor Agregado, tales como INTERNET, para uso particular de los radioaficionados.
6. Una estación repetidora instalada con 2 (dos) o más lugares distintos de emplazamiento para los receptores y/o transmisores en las frecuencias autorizadas.
7. Una estación repetidora enlazada en frecuencias y/o bandas distintas a las previstas en el presente reglamento.

**Artículo 83.** Sin perjuicio de las sanciones establecidas en la Ley, el Consejo Directivo del **INDOTEL** por las violaciones a este reglamento podrá ordenar:

- (a) La suspensión temporal de las transmisiones.
- (b) La revocación de la inscripción.
- (c) La incautación de los equipos, en el caso de las estaciones y demás tipos de instalaciones radioeléctricas que se establezcan y funcionen sin la previa autorización de **INDOTEL**. En este caso aplicarán los **Artículos** de la Ley correspondientes a las medidas precautorias y al destino de bienes incautados.

**Artículo 84.** Los radioaficionados podrán declarar adquirir o importar equipos y demás elementos para el funcionamiento de su estación siempre que sean compatibles con su categoría de inscripción, teniendo presente lo dispuesto en el presente Reglamento.

**Artículo 84.1.** La misma facultad la tendrán los Círculos de Radioaficionados, los Radio Clubes y las organizaciones correspondientes.

**Artículo 85.** El **INDOTEL** mantendrá un monitoreo de todas las bandas de radioaficionados.

## TITULO XVI

### Disposiciones Transitorias

**Artículo 86.** Las autorizaciones de los radioaficionados y para estaciones de radioaficionados actualmente vigentes mantendrán su vigencia después de la publicación de este Reglamento hasta el vencimiento de los plazos por los que hayan sido otorgados, según corresponda.

**Artículo 87.** No obstante lo dispuesto en el **Artículo** anterior, la renovación de una autorización o el cambio para una autorización de mayor jerarquía, obligará al radioaficionado a cumplir con las disposiciones de este Reglamento, y demás disposiciones que sean aplicables emitidas por el **INDOTEL**.

## TITULO XVII

### Disposiciones Finales

**Artículo 88.** El presente reglamento entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en diario de circulación nacional.”

**SEGUNDO: ORDENAR** la publicación del texto íntegro de la presente Resolución en por lo menos un (1) periódico de circulación nacional, en el Boletín Oficial y en la página que el **INDOTEL** mantiene en la Internet.

**CUARTO: DISPONER** que la presente Resolución es de alcance nacional y de obligado e inmediato cumplimiento a partir de su publicación, y que el nuevo Reglamento para el Servicio de Radioaficionados esté a disposición del público, a partir de su publicación, en la página que el **INDOTEL** mantiene en la Internet.

Así ha sido aprobada, adoptada y firmada la presente Resolución por el Consejo Directivo del Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones (**INDOTEL**), hoy día veintiocho (28) de noviembre del año dos mil tres (2003).

Lic. Orlando Jorge Mera  
Presidente del Consejo Directivo  
Secretario de Estado

Lic. Carlos Despradel  
Secretario Técnico de la Presidencia  
Miembro del Consejo Directivo

Margarita Cordero  
Miembro del Consejo Directivo

Lic. Sabrina De la Cruz Vargas  
Miembro del Consejo Directivo

Ing. José Delio Ares Guzmán  
Director Ejecutivo  
Secretario del Consejo Directivo

MAPA DE LA  
DISTRIBUCION  
DE LAS ZONAS DE  
OPERACIÓN  
EN LA REPUBLICA  
DOMINICANA



Base 2025: 10-73

FORMULARIO DE  
SOLICITUD  
RADIOAFICIONADO

**INSTITUTO DOMINICANO DE LAS TELECOMUNICACIONES**  
**FORMULARIO DE DECLARACIÓN JURADA PARA LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL**  
**REGISTRO ESPECIAL DE SERVICIOS DE RADIOAFICIONADOS**

Form. FI-XXXX

<b>TIPO DE SOLICITUD</b>			
Nueva solicitud	Renovación	Cambio de categoría	Portables HI
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL SOLICITANTE</b>			
1. (a) Nombre del solicitante		(b) Documentos de Identificación	
		Cédula de Identidad No. _____	
(c) Fecha de Nacimiento _____ / ____ / ____ (dd Imm Iaa)		Pasaporte No. _____	Fecha de Vencimiento _____ / ____ / ____ (dd Imm Iaa)
(d) ¿Reside ud. en el territorio de la Rep. Dom.? Si                      No	(e) Nacionalidad	(f) Ocupación	(g) Nombre del empleador
(h) Permiso de Residencia			
Número de Residencia _____		Temporal      Definitiva	Fecha Vencimiento (dd / mm Iaa) _____
(i) Dirección permanente (Calle)		(j) Número	(k) Apartamento No.
(l) Sector	(m) Provincia	(n) Municipio	
(ñ) Teléfonos	(o) Celular No.	(p) Facsímil (Fax)	(q) Dirección de Correo Electrónico (e-mail)
(r) Dirección Temporal en la República Dominicana		(s) Número	(t) Apartamento No.
(u) Sector	(v) Provincia	(w) Municipio	
<b>2. Duración de Estadía (Portable HI)</b>			
		Fecha de Llegada _____ / ____ / ____ (dd / mm / aa)	Fecha de Partida _____ / ____ / ____ (dd / mm / aa)
<b>3. Servicio a Operar</b>			
<b>4. Área Geográfica de Operación</b>			
<b>5. (a) Categoría de Inscripción</b>		<b>(b) Letras Distintivas</b>	
Superior	Técnica		
General	Novicio		
<b>6. Descripción del Equipo de Radio a Utilizar</b>			
<b>7. Certificación</b>			
Yo, _____, actuando en calidad de _____ de _____, CERTIFICO Y DOY FE de que la información provista en conexión con la presente solicitud es verdadera y completa, so pena de las sanciones previstas en las leyes de la República Dominicana			
En _____, República Dominicana, a los _____ ( ) días del mes de _____ M año dos mil _____ ( ).			
			Firma

**INSTITUTO DOMINICANO DE LAS TELECOMUNICACIONES**  
FORMULARIO DE DECLARACIÓN JURADA PARA LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL  
REGISTRO ESPECIAL DE SERVICIOS DE RADIOAFICIONADOS Form. FI-XXXX

**REQUISITOS PARA PROCEDER A LA INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO ESPECIAL DE  
SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS**

Toda persona interesada en operar el servicio de radioaficionados en la República Dominicana, debe mediante comunicación escrita en un original y dos (2) copias, solicitar, al Director Ejecutivo del INDOTEL, que proceda a realizar la inscripción en el Registro Especial y que expida en su favor el correspondiente Certificado de Inscripción. Dicha comunicación debe ser redactada en el idioma español o traducida a éste por un intérprete judicial de la República Dominicana. La misma debe estar firmada por el solicitante o un apoderado de éste último, en cuyo caso, dicha solicitud deberá ir acompañada de una copia del poder otorgado ante Notario y legalizado por la Procuraduría General de la República. En caso de que el poder haya sido otorgado ante Notario en otro país, el mismo deberá ser certificado por el Consulado Dominicano correspondiente y legalizada la firma de éste último en la Secretaría de Estado de Relaciones Exteriores. Dicha solicitud además, debe ir acompañada de los documentos requeridos en el Artículo 9 del Reglamento para el Servicio de Radioaficionados, contenido en la Resolución No. 013-02 dictada por el Consejo Directivo del INDOTEL en fecha 15 de febrero del 2002 y publicada en el “Periódico Hoy” en su edición del día 2 de mayo del 2002, los cuales se enuncian a continuación:

- a) Certificado de buena conducta emitido por la Procuraduría Fiscal;
- b) Dos (2) fotografía de frente, tamaño 2 x 2;
- c) En caso de que se trate de un extranjero residente en el país, copia del pasaporte vigente emitido por el país de su nacionalidad y certificado de residencia vigente emitido por la Dirección General de Migración;
- d) En el caso de los extranjeros con permanencia temporal en el país, copia del pasaporte vigente y autorización de radioaficionado vigente otorgado en el país de procedencia;
- e) El presente formulario debidamente completado en letra de molde, el cual constituye una declaración jurada.

Las solicitudes **Portables HI** pueden ser presentadas al INDOTEL a través de facsímil (fax). El presente formulario deberá también ser completado por el radioaficionado extranjero y se encuentra disponible en la siguiente dirección de Internet: [www.indotel.org.do](http://www.indotel.org.do)

Requisitos para solicitar la inscripción en la categoría “superior”:

- a) Ser mayor de edad;
- b) Haber estado en posesión de una inscripción “general” o “técnica” durante un período no menor a treinta (30) años;
- c) Justificar actividades como tal, mediante la presentación de registros de comunicados efectuados durante el período;
- d) Demostrar participación destacada como radioaficionado, realizando actividades tales como las siguientes, sin que esta enumeración sea limitativa:

- ! Haber efectuado publicaciones o participado en seminarios o conferencias de carácter técnico, de interés de general para los radioaficionados;
- ! Haber tenido una actuación meritoria en concursos organizados por radio clubes o entidades nacionales o extranjeras relacionadas con los radioaficionados;
- ! Haber desarrollado actividades especiales relacionadas con experiencias de propagación, diseño de antenas, rendimiento de transmisiones, entre otras.

Requisitos para solicitar la inscripción en la categoría “general”:

- a) Ser mayor de dieciocho (18) años;
- b) Haber sido inscrito en la categoría “técnica” durante cinco (5) años y justificar actividad como tal, mediante la presentación del registro de comunicados comprobando la realización de 200 comunicados;
- c) rendir examen teórico-práctico de conocimientos técnicos aplicados a estaciones de radioaficionados.

Requisitos para solicitar la inscripción en la categoría “técnica”:

- a) Ser mayor de trece (13) años, y en caso de que se encuentre el solicitante entre los trece (13) y los dieciocho (18) años, deberá contar con la autorización de sus padres o tutor legal, que se comprometan a supervisarlo y orientarlo en el buen uso de la radio, y se responsabilizan por sus actuaciones;
- b) Haber estado inscrito previamente en la categoría de “novicio”;
- c) Rendir examen teórico-práctico de conocimientos básicos de radiocomunicaciones, telegrafía, cultura general y reglamentación aplicada al servicio de radioaficionado. Quedan exceptuados de este requisito, salvo del examen de la telegrafía, los egresados de las carreras de ingeniería en las especialidades de electricidad, electrónica o telecomunicaciones de las Universidades e Institutos de Educación Superior reconocidos por el CONES.

Para solicitar la inscripción en la categoría de “novicio” se requiere ser mayor de doce (12) años, y en caso de encontrarse el solicitante entre los doce (12) y los dieciocho (18) años, contar con la autorización de sus padres o tutores legales, quienes se comprometen a supervisarlo y orientarlo en el buen uso de la radio y se responsabilizarán de su actuación.