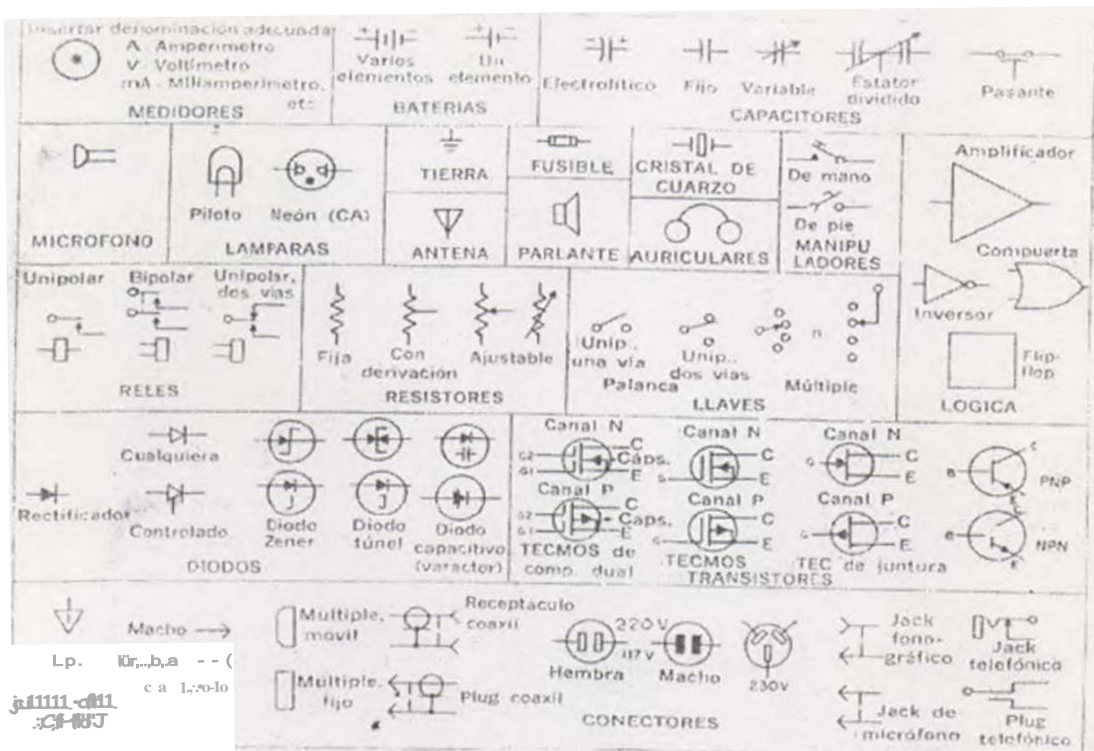


CURSO DE INGRESO A CATEGORIA NOVICIOS-

TEMAS TECNICOS

UNIDAD 1- símbolos:



ATOMOS

Toda materia se compone de átomos, que están compuestos por un núcleo (formado por protones, neutrones y otras partículas sub atómicas) y electrones que giran alrededor de dicho núcleo. La carga positiva del núcleo, se equilibra con las cargas negativas del orbital electrónico que lo rodea. Los electrones, por lo tanto poseen lo que podemos decir una carga negativa elemental que es $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb.(masa del electrón: $9,1 \times 10^{-31}$ Kg.)

CONDUCTORES Y AISLANTES:

Los electrones están ligados más o menos fuertemente al núcleo, dependiendo de los elementos considerados. En ciertos elementos es relativamente fácil separar estos electrones de su núcleo, convirtiéndolos en electrones libres en la materia, a dichos elementos se los clasifica en la especie de los

conductores. Los tipos de materiales en donde los átomos no ceden o captan cargas (electrones) fácilmente (o sea que no se ionizan) se los clasifica como aislantes. Se sobreentiende que desde un óptimo conductor; que jamás llega a ser ideal, p.ej. la plata; a un buen aislante (peje vidrio), existe toda una gama de materiales intermedios. Que se clasifican de acuerdo a su resistencia específica.

ELECTRICIDAD y CAMPO ELECTRICO:

El campo eléctrico E existe en el espacio cuando sobre un cuerpo cargado, se ejerce una fuerza de origen eléctrico.

Así como el metro, el kilogramo y el segundo son unidades fundamentales en un sistema de medidas, el coulomb (Q) es la unidad de carga fundamental dentro de las mediciones eléctricas. Y está referido al sistema mks en donde las unidades se definen como newton sobre coulomb.

A los efectos de tener un valor de referencia, el coulomb se calcula como la corriente (1 amperio) que circula en un segundo a través de una solución de AgNO₃ (nitrato de Plata) y deposita en el cátodo 1,118 miligramos de plata por segundo.

Además podemos decir que la fuerza electrostática que existe entre dos cuerpos cargados (eléctricamente) es

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

donde ϵ_0 es la constante dieléctrica del aire. ($8,85 \times 10^{-12}$ Faradio /metro) o su equivalente en unidades según la expresión anterior. Observemos que dicha fuerza depende de la constante dieléctrica del medio en que se encuentran las cargas y es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

CONCEPTO DE POTENCIAL ELECTRICO:

Hasta ahora observamos un fenómeno electrostático. Si pretendemos que los electrones libres circulen de un extremo a otro en un determinado material, de forma tal que se establezca una corriente. Debemos presuponer dos condiciones:

- 1.- Que entre los extremos del mismo debe existir una diferencia de potencial.
- 2.- Para que dentro de un régimen estacionario haya una corriente de electrones es necesario que estos electrones puedan circular y, por consiguiente, que estén libres. O sea que la circulación de carga eléctrica sólo se produce en los materiales conductores.

En forma analítica podemos definir al potencial eléctrico, entre dos puntos como al producto del campo eléctrico que existe entre ambos por la distancia que los separa. O sea:

$$V_{ab} = E \times d$$

Conceptualmente, por todo lo visto el potencial eléctrico, es la posibilidad que tiene un sistema para realizar un trabajo con una carga eléctrica.

También como dijimos anteriormente, la corriente eléctrica en un conductor es la cantidad de cargas por unidad de tiempo que circulan a través del mismo. Matemáticamente es :

$$\text{Corriente} = \text{Carga} / \text{unidad de tiempo}$$

Por último debemos dejar presente que la corriente eléctrica parece desplazarse a velocidad infinita. Esto no es así, lo que ocurre es que la velocidad de desplazamiento de las cargas es de 300.000 km/seg en el espacio. Este tema será analizado y aplicado a partir de la unidad Nro 9.

En cuanto a los materiales aislantes debemos dejar en claro que éstos necesitan de una gran energía para poder liberar electrones y por ello en sus extremos sólo puede acumularse carga cuando se los mantiene en un régimen estacionario de potencial (tensión cte = corriente continua).

UNIDAD 2 DE TECNICA

CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA

- Si consideramos la circulación de corriente en un mismo sentido, siguiendo un recorrido o un CIRCUITO constituido por conductores, cargas (pej una lámpara) y un generador; conectados entre si en una cadena continua. A esa corriente se la denomina CORRIENTE CONTINUA.(C.C.).
- Es el tipo de corriente suministrada por las baterías y por ciertos tipos de generadores y en forma exclusiva para las baterías, pilas y acumuladores.
- Sin embargo es también posible tener una f.em.(fuerza electro-motriz=tensión) que invierta periódicamente el sentido de circulación de la corriente eléctrica. En esta clase de fem, la corriente fluye por el circuito, primero en un sentido variando desde cero, llegando a un máximo y luego pasando por cero para invertir su sentido y realizar en forma análoga lo anterior. A una fem así, se la llama fem ALTERNA y a la corriente CORRIENTE ALTERNA O ALTERNADA (CA).
- Las inversiones pueden ocurrir a cualquier velocidad desde unas pocas por segundo hasta muchos millones también por segundo. Dos inversiones constituyen 1m ciclo; en un ciclo la fuerza actúa primero en un sentido, luego en otro, para luego nuevamente actuar en el primer sentido. A la cantidad de ciclos cumplidos en un segundo se la denomina FRECUENCIA de la corriente alternada.
- La diferencia entre corriente continua y corriente alternada puede ilustrarse de la siguiente forma:

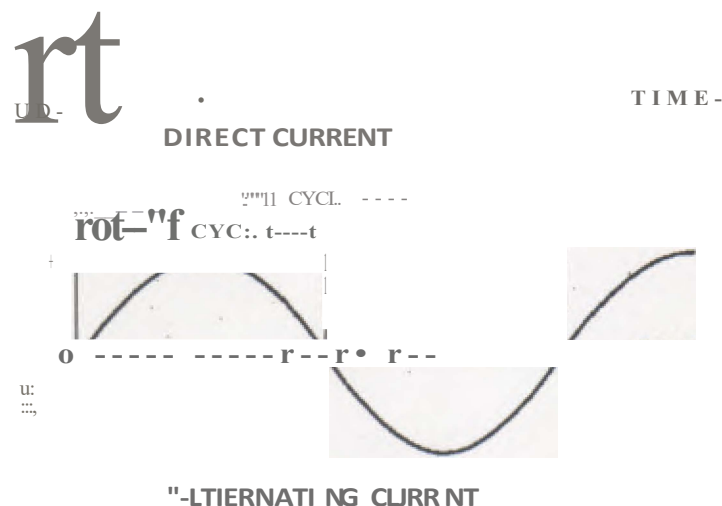
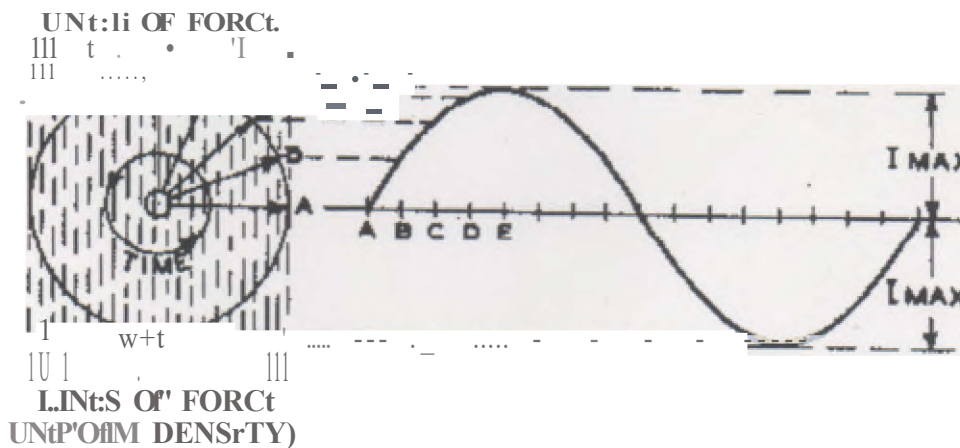
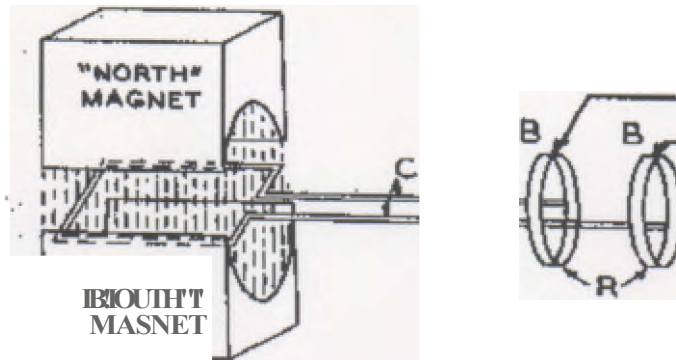


Figure 1. Alternating Current and Direct Current

generador elemental de corriente alterna



Como resumen , decimos que la corriente continua posee frecuencia cero y la alterna mayor que cero. Por ejemplo, la frecuencia de la red domiciliaria es de 50 Hertz= 50 ciclos por segundo.

- En los gráficos el eje horizontal corresponde al tiempo, que crece al alejarse del eje vertical hacia la derecha.
- En la primera figura, la corriente continua, se representa por medio de una semirrecta.
- En los gráficos con forma senoidal, que es la forma típica de onda de una corriente alterna (p.ej. De la red domiciliaria). El eje vertical representa la amplitud o intensidad de la corriente, que aumenta tanto hacia arriba como hacia abajo. Al alejarse del eje horizontal, la corriente circula en un sentido por el circuito y si está por debajo, del eje horizontal la corriente circula en sentido opuesto.

En la figura que representa C.A. la corriente comienza en cero, aumenta en amplitud a medida que transcurre el tiempo hasta que llega a la amplitud máxima del semiciclo positivo(+), luego disminuye hasta que vuelve nuevamente a amplitud cero. En ese instante se invierte el sentido en que circula la corriente; esto es mostrado en el gráfico al pasar la forma de onda por debajo del eje x. Siempre tratándose un solo ciclo, a medida que pasa el tiempo, la amplitud aumenta en valor absoluto, circunferenciando la corriente en el sentido opuesto al anterior, hasta que llega a la amplitud máxima en el semiciclo negativo(-). Luego la amplitud vuelve a disminuir (en valor absoluto) hasta que finalmente se reduce a cero y el sentido de circulación de la corriente se invierte una vez más, este comportamiento es lo que define a una corriente alternada.

CORRIENTE ALTERNA

Definiciones de señales de excitación:

Señales continuas: son aquellas en las cuales su amplitud es independiente del tiempo.

Señales variables: son aquellas en las cuales su amplitud varía en función del tiempo. Se clasifican en:

- **Periódicas:** Son aquellas señales que luego de pasar por una serie de valores con una determinada secuencia, vuelven a repetirse esos mismos valores con igual secuencia en forma cíclica e indefinida, aún para tiempos negativos.
Estas pueden ser las alternas (ó de valor medio nulo), que son aquellas que encierran un área neta nula.
Por otro lado encontramos las de valor medio no nulo, que encierran un área neta no nula.
- **Pseudoperiódicas:** Son aquellas señales en las cuales ciertos puntos característicos se repiten a intervalos regulares de tiempo, pero con distinta amplitud.
- **Aperiódicas:** Son aquellas en las que no vuelven a repetirse un dado juego de valores, para ningún tiempo, comprendido entre menos y más infinito.

Definiciones básicas:

Período: Es el tiempo que debe transcurrir para que se cumpla un juego completo de valores en una señal periódica.

Ciclo: Es un juego completo de valores contenidos en un período.

Frecuencia: Es el número de ciclos por unidad de tiempo. Su fórmula es:

$$F = \frac{1}{T}$$

Fase: Es la abscisa que corresponde a un punto arbitrario de la señal
Diferencia de fase: es la diferencia entre las fases individuales de dos señales correspondientes al mismo punto característicos.

Pulsación: Es la forma de expresar la fase o diferencia de fase en unidades angulares en vez de hacerlo en unidades de tiempo su fórmula es: $\omega = 2\pi f$

Valores característicos.

Valor instantáneo: Es la ordenada que corresponde a una dada fase de señal

Valor medio: Es el valor que debería tomar una señal constante para transportar en el mismo sentido que la señal periódica, idéntica carga neta en un intervalo de tiempo igual a un periodo de ésta. Se representa mediante S_{me} si se trata de una tensión con " V_{me} " y si es una corriente con " I_{me} ".

Su fórmula es: $S_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$ entre $t=0$ y $t=T$

Geométricamente puede interpretarse como la altura de un rectángulo

Valor medio de módulo: es el valor que debería tener una señal constante para transportar en un tiempo igual a un periodo una cantidad bruta de carga, que la señal periódica en cuestión. Se indica como S_{me1}

$$S_{me1} = \frac{1}{T} \int_0^T |s(t)| dt \quad \text{entre } t=0 \text{ y } t=T$$

Geométricamente puede interpretarse como la altura de un rectángulo

Valor eficaz: Es el valor que debería tener una señal constante para disipar en un intervalo igual a un periodo, sobre un mismo resistor, igual cantidad de energía que la señal en cuestión. Se indica como $S; V_o$ o I_o

1 Su fórmula es: $S = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt}$ entre $t=0$ y $t=T$

Geométricamente puede interpretarse como la altura de un rectángulo que encierra en periodo igual área que la expresión al cuadrado de la señal en cuestión.

Nota: Los testers en la escala de corriente alterna, miden valores eficaces. cuando las señales son senoidales, y miden valores medios cuando éstas no lo son (pej triangulares, diente de sierra, cuadradas, etc.)

LONGITUD DE ONDA Y FRECUENCIA

Espectro, de frecuencia

- Las frecuencias que van desde alrededor de 15 a 15000 ciclos por segundo son denominadas audio frecuencias, ya que las vibraciones de las partículas de aire que nuestros oídos conocen como sonidos ocurren según valores similares de régimen de variación. Las audiofrecuencias o bajas frecuencias se usan para hacer actuar el parlante y crear así ondas sonoras.
- Las frecuencias situadas arriba de los 15000 ciclos, aproximadamente son denominadas radio frecuencias, puesto que ellas son útiles en radiotransmisión. Para dichos usos se han empleado frecuencias de hasta 10.000.000.000 ciclos por segundo y más. En radiofrecuencias resulta conveniente usar una unidad mayor que el ciclo. Dos de esas unidades son el kilohertz que es igual a 1000 hertz y se abrevia khz y el megahertz, igual a 1.000.000 de ciclos por segundo o 1000 kilociclos/seg. que se abrevia Me o Mhz.
- Las distintas radiofrecuencias se clasifican para más fácil identificación. Se construye así el espectro de frecuencias, que es el siguiente en cuanto a los fines de la radio.

10 a 30 khz	• muy bajas frecuencias,	A.F.
30 a 300 khz	bajas frecuencias	B.F.
300 a 3.000 khz	medias frecuencias	M.F.
3.000 a 30.000 khz	altas frecuencias	H.F.
30 a 300 Mhz	muy altas frecuencias	V.H.F.
300 a 3000 Mhz	ultra elevadas frecuencias	U.H.F.
3000 a 30000 Mhz	super elevadas frecuencias	S.H.F.

Longitud de onda

- Supongamos que una corriente de r.f. tiene una frecuencia de 3 millones de ciclos por segundo. Los campos pasaran por una inversión completa en $1/3.000.000$ de segundo. En ese mismo periodo de tiempo los campos se desplazarán a la velocidad de la luz sobre la frecuencia en cuestión. O sea $300.000.000/3.000.000$ o sea 100 metros.

- En el instante en que la onda se ha desplazado, esa distancia ha comenzado el siguiente ciclo, y ha partido una nueva onda. La primera onda cubre una distancia de 100 metros antes del comienzo de la segunda y así sucesivamente.
- Esta distancia es la longitud de la onda.
- Cuanto más larga es la duración de un ciclo es decir cuanto mas. baja la frecuencia, mayor es la distancia ocupada por cada onda y por lo tanto la longitud de onda. La longitud de onda y la frecuencia están vinculadas entre si por la formula

$$\text{Longitud de onda(en metros)} = 300.000 / \text{frecuencia(en kilociclos)}$$

Por ejemplo:

Para la frecuencia de 3.650 kilohertz la longitud de onda es:

$$\frac{300.000 \text{ Kilometros/segundo}}{3650 \text{ Kilohertz}} = 82,2 \text{ metros}$$

Nota : las unidades de kilohertz son 1000 ciclos/segundo

UNIDAD 3 Ley de ohm:

- Dados dos conductores de la misma sección y forma, pero de distintos materiales, la intensidad de corriente que fluya cuando se aplique una tensión en cada conductor será de distinto valor en uno y otro caso, porque varía con lo que se llama resistencia del material.
- Cuanto mas baja es dicha resistencia, mayor será la corriente para un mismo valor de tensión.
- La resistencia eléctrica se mide en ohms. Y se representa con la letra griega Omega mayúscula = Ω .

Un circuito tiene una resistencia de un ohm, cuando al aplicarle una tensión de un voltio circula por el mismo una corriente de un amperio.

$$\text{O sea } R = V / I$$

El valor de resistencia patrón de 1 ohm, es el que posee una columna de mercurio a 0 grados Celsius, de 106.3 cm de largo y una masa uniforme de 14.4521 gramos. (El diámetro aproximado es de 5,81 mm.)

Efectos de la temperatura

- La resistencia de un conductor varía con su temperatura. Aunque rara vez es necesario considerar la temperatura al hacer los cálculos de resistencia, es conveniente saber que la resistencia de todos los conductores metálicos aumenta con una elevación de temperatura. En cambio, el carbono, actúa en forma opuesta.

$$R = R_{20} [1 + \alpha (t - 20^{\circ}\text{C})]$$

- Hay elementos que aprovechan esa propiedad para controlar su valor en función de la temperatura; tal es el caso de los PTC y NTC.

COEFICIENTES TERMICOS RESISTIVIDAD

Aluminio	0.0039
Latón	0,0020
Carbono	-0,0005
Constantán	+0,000002
Nicrom	0.0004
Plata	0,0038

Desarrollo de circuitos : simples, serie, paralelo y mixtos.

Antes de comenzar con el cálculo de circuitos debemos definir las leyes de Kirchoff.

Glosario:

Nudo en una red es un punto donde se unen tres o más conductores.

Malla es cualquier trayectoria conductora cerrada.

1ra ley o regla de los nudos :

La suma algebraica de las corrientes que se dirigen hacia cualquier nudo es cero.

2da ley o regla de mallas:

La suma algebraica de las fuerzas electromotrices en cualquier malla es igual a la suma algebraica de los productos CORRIENTE X RESISTENCIA en la misma malla.

Resolución de circuitos:

1.- Sean tres resistencias de 3, 7 y 5 ohms que se conectan en serie. Hallar el valor resultante.

2.- Sean tres resistencias de 6.8 kohms: 1000 ohms; y 27 kohms conectadas en serie. Hallar el valor resultante.

CONDUCTANCIA: Es la magnitud inversa de la resistencia y se mide en mhos o siemens y se representa como:

$\text{conductancia} = \text{intensidad} / \text{tension}$

Esta magnitud se utiliza para hallar equivalentes de resistencias en paralelo.

Por ejemplo si en los casos anteriores las resistencias estuvieran en paralelo

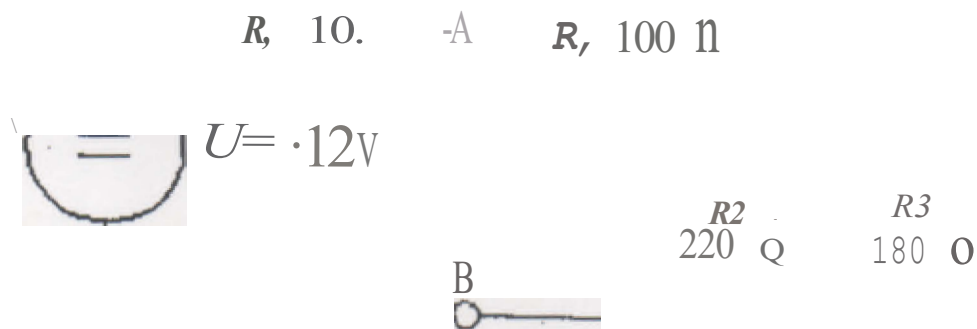
donde $G_t =$ suma de todas las conductancias.

Además $R_t = 1 / G_t$.

Ejercicios 3 y 4: Se calculan los valores de los ejercicios 1 y 2 para la condición de las resistencias en paralelo.

CIRCUITOS MIXTOS:

Supongamos el siguiente circuito:



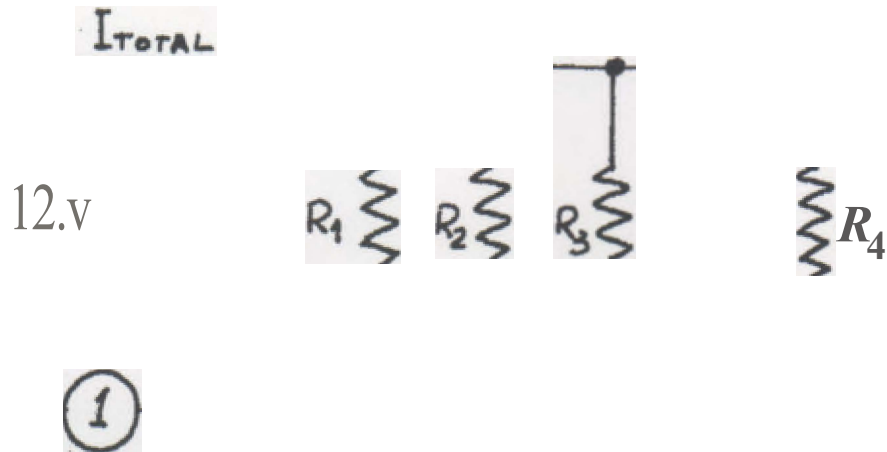
Vamos a hallar los valores

V_{R1}
 V_{R2}
 V_{R3}
 V_{R4}
 I_{R1}
 I_{R2}
 I_{R3}
 P_{R1}
 P_{R2}
 P_{R3}
 P_{R4}

Rendimiento del circuito tomando a R_1 como resistencia interna del generador.

CIRCUITO UTILIZADO EN LAS PREGUNTAS TECNICAS DE EXAMEN:

Al resolver en forma integral este circuito, se contará con las respuestas del examen que aluden al circuito (ingreso, a categoría novicios).



Resolver calculando los siguientes parámetros:

1.- Indicar de qué tipo de circuito se trata. Describirlo.

2.- Calcular

- Resistencia total del circuito
- Corrientes por R_1 , R_2 , R_3 , R_4 (I_{R1} , ... etc)
- Corriente total
- Indicar signos de la tensión aplicada, qué instrumento lo mide y, cuál debe ser, oomo también el fondo de escala reoomendado.
- Idem punto d) para las corrientes, indicando el sentido electrónico de las mismas . Decir qué instrumento las mediría , y su fondo de escala.
- Valores ,que miden los instrumentos 1 y 2.-
- Cómo resulta la resistencia total de circuito respecto a los valores de cada resistor.
- Lap o encia disipada por cada resistor
- La potencia total def circuito.

RESISTIVIDAD:

Aparte de la longitud y la sección, como dijimos al comienzo de la ley de ohm, el tipo de metal utilizado afecta el valor de resistencia eléctrica. Existen unas tablas confeccionadas al efecto que nos dan la resistividad de cada tipo de conductor esta se expresa en $\text{ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; esta resistividad esta simbolizada por la letra griega ρ , y la podemos ver en la formula de:

$$R = \frac{\text{resistividad} \times \text{largo}}{\text{sección}}$$

RESISTIVIDADES A LA TEMPERATURA AMBIENTE

	SUSTANCIA	$\rho \cdot \text{ohm} \cdot \text{m}$
<i>Metales</i>	Plata	$1,47 \times 10^{-8}$
	Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$
	Aluminio	$2,63 \times 10^{-8}$
<i>Aleaciones</i>	Constantán	49×10^{-8}
	Nicrom	100×10^{-8}
<i>Semiconduc. Puros</i>	Carbono	$3,5 \times 10^{-5}$
	Germanio	0,60
	Silicio	2300
<i>Aislantes</i>	Ambar	5×10^{14}
	Vidrio	10^{10} a 10^{14}
	M'ca	10^{11} a 10^{15}
	Teflón	10^{15}
	Madera	10^8 a 10^{11}

UNIDAD 4 de técnica:

Tecnología de resistores y código de colores

Resistencias de composición:

Las resistencias de composición, incluyendo las unidades pequeñas de alambre en cubiertas moldeadas idénticas a los tipos de composición, se las marca de acuerdo con el código de colores. Las bandas de colores se utilizan en aquellos resistores que posean conexiones axiales. En los resistores con conexiones radiales los colores se disponen de acuerdo con lo que se indica en el dibujo. Cuando se emplean bandas para el código de colores el color del cuerpo no posee significado alguno.

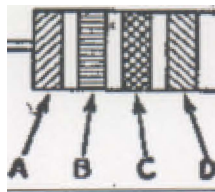
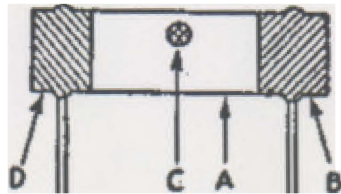
Código de colores de resistores fijos de composición.

A- Primera cifra del resistor en ohms.

B- Segunda cifra significativa.

C- Multiplicador decimal

D- Tolerancia en el valor del resistor. Si no se indica color es de más o menos 20%.



Código de colores para resistores y capacitores:

Color	Cifra significativa	Multiplificador decimal	Tolerancia en porcentaje	Regimen de tensión (volts)
Negro	0	1	-	-
Marron	1	10	1	100
Rojo	2	100	2	200
Naranja	3	1000	3	300
Amarillo	4	10000	4	400
Verde	5	100000	5	500
Azul	6	1000000	6	600
Violeta	7	10000000	7	700
Gris	8	100000000	8	800
Blanco	9	1000000000	9	900
Dorado	-	0.1	5	1000
Plateado	-	0.01	10	2000
Sin color	-	-	20	500

UNIDAD 5

CAPACITORES o CONDENSADORES:

Imaginemos el conjunto siguiente: sean dos placas metálicas y próximas entre sí, pero sin tocarse. Podemos afirmar que si inyectamos electrones en una de sus placas los que se encuentran en la otra serán repelidos por el campo estático.

Al conjunto de dos placas una frente a otra y separadas por un aislante se lo denomina condensador. Para separar las placas del condensador pueden ser utilizados otros materiales aislantes aparte del aire.

Todos los condensadores que utilizaremos en electrónica son, pues, compuestos por una capa aislante colocada entre dos placas conductoras, que serán los electrodos del condensador.

Carga y descarga de un condensador:

Conectemos ahora nuestro condensador a los bornes de una fuente de tensión. El polo negativo de la fuente de tensión va a establecer electrones a la placa que tiene conectada. Este hecho provoca que los electrones que se encuentran en equilibrio en la placa opuesta sean repelidos hacia el polo positivo de la fuente.

Un instante después la tensión en los bornes del condensador es igual a la tensión de la fuente y ya no circula ningún electrón; el conjunto se estabiliza y no hay suceso alguno. Si retiramos el condensador, permanecerá cargado: es decir, que uno de los electrodos tendrá un exceso de electrones mientras que el otro tendrá carencia de ellos.

Si la fuente de tensión inicialmente utilizada era de 12V, por ejemplo, habrá también 12 V en los bornes del condensador.

Conectemos ahora nuestro condensador a los bornes de una resistencia. Puesto que hay una tensión en los bornes del condensador, habrá una corriente en la resistencia y la carga en las placas tenderá a equilibrarse.

$t <$

++++

..

A medida que los electrones abandonan el electrodo negativo para unirse al electrodo, positivo a través de la resistencia la tensión en los bornes del condensador disminuye y la corriente disminuye también en la

misma proporción. Después de cierto tiempo, la corriente será casi nula y el condensador estará casi totalmente descargado (en un 99,9 %).

Un factor muy importante hace fuertemente su aparición, se trata del tiempo. En efecto, es necesario cierto número de electrones para cargar un condensador. De manera análoga, la descarga a través de una resistencia será más lenta cuanto mayor sea el valor de esta.

CAPACIDAD. UNIDAD DE CAPACIDAD

La capacidad de un condensador (es decir, su facultad de almacenar cargas eléctricas) se mide en faradios, abreviado "F".

El faradio se define como la capacidad de un condensador en el cual una corriente media de 1 A durante 1 s provoca una diferencia de potencial de 1 V en sus bornes. O sea:

$\text{capacidad} = \text{corriente} \times \text{tiempo} / \text{tensión}$

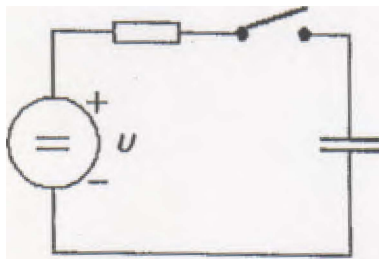
Debido a que el faradio tiene un valor demasiado grande, en la práctica se utilizan sus submúltiplos que son microfaradio ($\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$), el nanofaradio ($\text{nF} = 10^{-9}$) y el picofaradio ($\text{pF} = 10^{-12}$).

Problema:

Se carga un condensador de 1000 microfaradios con cierta corriente durante 300 ms. La tensión en ese instante en los bornes del condensador es de 10 V. Decir el valor medio de la corriente de carga. (Rta 33,3 mA).

CONSTANTE DE TIEMPO:

Carguemos un condensador desde una fuente de tensión a través de una resistencia. Cuando más se carga el condensador más disminuye la diferencia de potencial en los bornes de la resistencia, más disminuye la corriente de carga. Si la corriente de carga disminuye, el condensador se carga cada vez más despacio, y así sucesivamente. El condensador nunca estará completamente cargado aunque llegará muy cerca de la carga máxima y, en la práctica, podríamos considerar que al final el condensador queda totalmente cargado.



Circuito de carga para un capacitor

La constante de tiempo de un circuito RC (es decir el circuito compuesto por una resistencia y un condensador) está definida como el producto $R \cdot C$.



Después de un tiempo $t = R \cdot C$, el condensador tendrá el 63% de su carga máxima. Y luego de $5 t = 5 R \cdot C$ el condensador tendrá el 99,3 % de su carga máxima.

El valor de tensión de un capacitor en función del tiempo, responde a la fórmula:

$V_e = V_{fuente} (1 - e^{-t/RC})$ donde "e" es la base de los logaritmos naturales y es igual a 2,71

Problema:

Un condensador de 64 microfaradios está cargado inicialmente con 100 V. Se conecta a sus bornes una resistencia de 1000 ohms. Decir cuánto tiempo debe transcurrir para que en los bornes del condensador se midan 37 voltios. Y cuánto tiempo debe transcurrir para que se considere descargado con ese resistor. (Rta 64ms y 0,32 seg.)

Los conceptos vertidos sirven por ejemplo, para calcular las resistencias de drenaje en una fuente de alimentación, conociendo el valor de capacidad. La corriente máxima y la potencia de las mismas se calcula por ley de ohm. (Ej 20000 microfaradios y 13,5 V, fijando la corriente por el resistor de drenaje en 0,1 amper. Calcular tiempo de descarga del capacitor y potencia del resistor de drenaje.).

Constante dieléctrica:

El dieléctrico se define como el aislante situado entre las láminas de un condensador. Los principales dieléctricos son el aire, el papel, la mica, la cerámica, el milar.

Consideremos un condensador con el dielectrico de aire, que tenga por ejemplo, una capacidad de 100 pF. Sin modificar sus dimensiones físicas colocamos entre sus laminas una placa de mica que ocupe el lugar de aire. Obtenemos así un condensador con dielectrico de mica. Si medimos ahora su capacidad comprobaremos que ha aumentado aproximadamente a 500 pF. Ahora, en lugar de la mica, colocamos una lamina de vidrio; podremos constatar que la capacidad de nuestro condensador se encuentra alrededor de los 300 pF. Retiremos de nuevo la lamina de vidrio dejando otra vez el dielectrico de aire, la capacidad vuelve a ser de 100 pF. Con esta experiencia comprobamos que la naturaleza del dieléctrico afecta a la capacidad en proporciones importantes.

Esta facultad que posee el dielectrico de variar la capacidad de un condensador sin necesidad de modificar sus dimensiones físicas, se mide por la constante dieléctrica del aislante considerado.

Constantes dieléctricas de algunos materiales:

Aire	1
Papel	2
Vidrio	3 a 5
Mica	5 a 8
Cerámicas	10 a 10.000

Para una capacidad dada será posible obtener un tamaño reducido con ciertas clases de cerámicas: el inconveniente es que estas cerámicas son muy sensibles a los cambios de temperatura y pueden hacer variar la constante dieléctrica.

Rigidez dieléctrica:

Vamos a presentar ahora otra característica del dielectrico que tendrá una mayor importancia práctica. Consideremos un condensador con un dielectrico relativamente delgado, aproximadamente 1/10 mm, y lo conectamos a una fuente de tensión variable de cero a 1000 V, por ejemplo. Aumentamos progresivamente la tensión y el condensador se va cargando en consecuencia.

Si continuamos aumentando la tensión comprobamos que empiezan a saltar arcos entre ambas placas. Lo que ocurre es que el campo eléctrico es tan intenso que el dielectrico del capacitor comienza a conducir, destruyéndose.

La facultad de un dielectrico de soportar una tensión más o menos grande sin destruirse, se llama rigidez dieléctrica que depende, por una parte, del material utilizado y por otra, del espesor del dielectrico.

Factores que afectan a la capacidad

Se trata de determinar, mecánicamente hablando, cuáles son los factores y en qué medida van a influir en la capacidad. Sabemos que la constante dieléctrica del aislante desempeña un papel importante, pero nos falta considerar otros dos factores:

- La superficie de las láminas: se trata únicamente de la superficie de las láminas que están enfrentadas; es decir, la parte de las láminas que están una frente a otra; por ejemplo, existen condensadores variables en los cuales un juego de láminas móviles se solapan más o menos en otro juego de láminas fijas. Cuanto mayor es la superficie de las láminas enfrentadas, mayor es su capacidad y mayor es también la carga que puede almacenar.
- -La distancia entre las láminas: si se consideran dos electrodos separados por una gran distancia, difícilmente podremos construir un condensador; si, por el contrario, aproximamos mucho estos electrodos se formará un campo estático que será más intenso cuanto más cerca estén las láminas. La capacidad aumenta cuando la distancia entre las láminas disminuye. Ciertos condensadores variables están también basados en este principio.
- El espesor y la forma de las láminas no tienen mucha importancia.

En resumen, la capacidad de un condensador es:

- Proporcional a la superficie de las láminas:
- Proporcional a la constante dieléctrica del aislante.
- Inversamente proporcional a la distancia entre las láminas.

•

Tecnología de los condensadores

Todos los condensadores están compuestos por dos capas metálicas separadas por un aislante; vamos a ver sucintamente las diferentes clases de tecnología en su fabricación.

-Los condensadores de papel y de película plástica están compuestos por dos hojas de aluminio separadas por un aislante (papel o diferentes películas plásticas). Este tipo de condensadores de papel está enrollado con el fin de reducir su volumen.

Se fabrican con valores que van desde 100 pF hasta algunos microfaradios.

-Los condensadores cerámicos están compuestos por una pastilla de cerámica metalizada en cada una de sus caras. Dependiendo del tipo de cerámica se puede obtener una capacidad relativamente elevada en un espacio reducido. Por regla general, cuanto más pequeños son estos condensadores para un valor dado más inestables son con la temperatura. No obstante, los condensadores cerámicos de poco valor son bastante estables. Se pueden

encontrar condensadores ceramicos desde valores de menos de 1 pF hasta algunos microfaradios.

-No existen condensadores de mica para valores relativamente pequenos inferiores a 1nF). Se fabrican vaporizando una capa metalica sobre cada una de las dos caras de una pequeña placa de mica. Este tipo de condensador esta un poco relegado en favor del ceramico.

-Los condensadores de aire son utilizados principalmente como condensadores variables. Su valor raramente va mas alta de los 600 pF.

-Los condensadores electroliticos proporcionan valores elevados de capacidad para un volumen relativamente reducido (desde 0,1 μ F a mas de 100 000 pF). Su fabricacion esta basada en una reaccion electroquimica, su dielectrico es un oxido aislante (oxido de aluminio o de tantalio). Contrariamente a los anteriores, estos condensadores estan polarizados, es decir, que el polo positivo del condensador debe estar obligatoriamente conectado al polo positivo del circuito y el otro al polo negativo.

- Coloquemos ahora dos de estos condensadores en paralelo: como ya vimos, la superficie relativa de las placas ha aumentado. De hecho, si los dos condensadores tienen el mismo valor la superficie sera el doble que la de uno solo. Sabemos que si se aumenta la superficie enfrentada de las laminas de un condensador su capacidad aumenta.

Ejemplo; Se dispone de condensadores de 10 pF y de 20 pF y se quiere obtener una capacidad de 50 pF, como se pueden conectar en paralelo para conseguir el valor deseado?

Son muchas las soluciones posibles:

$$10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} = 50 \text{ pF}$$

$$20 \text{ pF} + 10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} + 10 \text{ pF} = 50 \text{ pF}$$

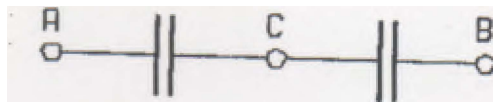
$$20 \text{ pF} + 20 \text{ pF} + 10 \text{ pF} = 50 \text{ pF}$$

Resumiendo: Al contrario de lo que ocurre con las resistencias y las bobinas el valor resultante de condensadores en paralelo se obtiene simplemente sumando sus valores individuales.

Agrupacion de condensadores en serie

Consideremos el esquema que representa la conexión de dos condensadores en serie. Vemos que entre los puntos A y B hay un doble espesor de aislante (por el hilo intermedio C). Vemos que el espesor del aislante aumenta en cierta medida si se colocan

condensadores en serie y, como consecuencia, la capacidad total será más pequeña que el valor de cualquiera de los condensadores por separado. El cálculo de condensadores en serie se efectúa de la misma manera que el cálculo de resistencias en paralelo:



Se trata de hacer la suma de las inversas de cada valor y al final tomar la inversa del resultado (§ 4.4.4).

Ejemplo: Puede hacerse, un condensador de 20 pF colocando, en serie un condensador de 60 pF y otro de 30 pF?

Sabemos que el valor resultante de la combinación en serie de estos dos condensadores será inferior al valor más pequeño de los dos (menos de 30 pF).

OTROS EJERCICIOS

a.-Un condensador de 32 μF está cargado a 800 V. Como esta tensión es peligrosa se desea descargarlo a través de una resistencia de 10 Kohms. ¿Cuál será el tiempo mínimo que deberá tenerse la resistencia conectada para considerar que el condensador está completamente descargado?

b.-¿Cuál es la constante de tiempo de un circuito RC compuesto por un condensador de 10 nF y una resistencia de 5600 Ω ?

c.-Se quiere medir la capacidad de un condensador electrolítico, para ello se carga inicialmente con una tensión de 10 V y se descarga a continuación mediante una resistencia de 100 kohms. Si la tensión pasa de 10 a 3.7 V (37% de 10 V) en 94 s. ¿Cuál es el valor del condensador?

d.-Se carga un condensador de 10 μF a través de una resistencia de 1 Mohm. Después de cuánto tiempo puede ser considerada la tensión en los bornes del condensador igual a la tensión de la fuente?

e.-¿Qué ocurre si se duplica la superficie enfrentada de las láminas de un condensador?

PROPAGACION DE ONDAS

Las ondas utilizadas en radio se propagan a la velocidad de la luz, o sea a $c = 300.000 \text{ km/segundo}$, creando, en un sitio dado, una energía que varía constantemente, disminuyendo o creciendo con una cierta frecuencia.

Nota:

La longitud de onda se calcula como $\lambda = \frac{c}{f}$
Ej: si frecuencia es 36 Mhz; entonces $\lambda = \frac{300 \text{ metros}}{3,6} = 83,3 \text{ metros}$

Estas ondas, como las ondas luminosas, pueden reflejarse o refractarse. La reflexión puede producirse, bien sea sobre las capas ionizadas de la atmósfera,

o bien sobre objetos que presentan una diferencia de constante dieléctrica respecto al medio circundante.

En los radares, las ondas de muy alta frecuencia (de 300 a 30.000 Mhz) se reflejan en los obstáculos, tales como árboles, edificios, aviones, barcos, etc. Las ondas de menores frecuencias o rodean estos obstáculos (ondas largas).

Al igual que con los rayos luminosos, puede producirse una refracción, es decir, en lugar de propagarse en línea recta, las ondas forman codo en el sitio en que existe una separación entre dos medios de constantes dieléctricas diferentes.

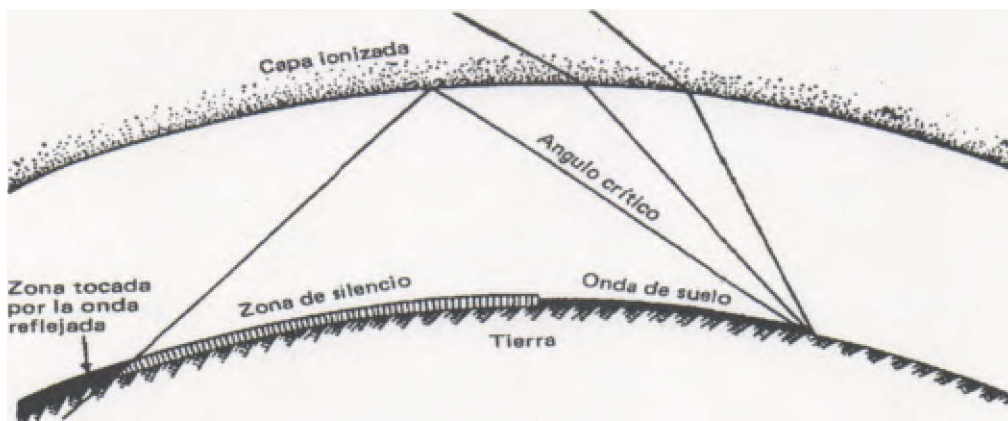
La dirección de la onda reflejada depende del ángulo en el que la onda incidente ataca las capas ionizadas. La comparación con los espejos permite darse una idea de lo que ocurre.

Así pues, cuando un haz de ondas encuentra las capas ionizadas, hay reflexión o refracción según sea el valor del ángulo de incidencia. En el primer caso,

la onda vuelve al suelo; en el segundo caso no puede volver a él, a no ser que se refleje seguidamente en una capa conductora más elevada.

Las ondas solo vuelven al suelo a partir de un cierto ángulo de incidencia (en el que se produce la reflexión).

Parece que las ondas dan un salto antes de volver a caer. Es lo que los anglosajones llaman "skip distance" o "skip", que se traduce por "salto". La distancia del emisor a la región más cercana al mismo que comienza a recibir las ondas reflejadas está limitada por una zona de silencio, deducción hecha de una pequeña zona cubierta por la onda de suelo.



Esta zona de silencio varia con la ionización de la alta atmósfera que, a su vez, es función de la hora del día y de la estación del año.

Por lo demás, se está actualmente en condiciones de prever las horas en las que será posible alcanzar uno u otro país empleando una u otra frecuencia.

Estas predicciones de propagación no son ignoradas por los que experimentan con las posibilidades de ciertas frecuencias muy altas.

En la mayoría de las veces la señal de una antena emisora llega al receptor por dos caminos distintos: la onda de superficie u onda directa es aquella que, partiendo del emisor, es recibida en línea recta por el receptor, y la onda reflejada que dirigida hacia el espacio, es reflejada por las capas bajas de la atmósfera y vuelve hacia la superficie.

Se ve que, para que haya reflexión, es preciso que el ángulo, con el que se hace la radiación sea poco inclinado respecto al horizonte. Esto explica que se alcance el DX por una radiación cercana al horizonte. Esta radiación es favorecida por las antenas de varios elementos en un plano horizontal.

Se comprende también que la radiación horizontal de una antena bien despegada no es absorbida por los obstáculos que la rodean.

Polarización

Lo que permite que las ondas viajen en el espacio, se debe a la existencia de un fenómeno por la combinación de los campos eléctrico y magnético.

El campo eléctrico no es necesariamente vertical, como está representado, sino que puede adoptar diferentes posiciones, entre otras, la horizontal. O incluso puede cambiar continuamente (polarización circular). Los campos están siempre a 90 grados uno del otro (perpendiculares entre sí).



Se dice que una onda está polarizada en el sentido de su campo eléctrico. Si este campo es vertical, como el de la figura, la emisión está polarizada verticalmente; de lo contrario estará polarizada horizontalmente o circularmente.

IONOSFERA

Este término denomina a las capas, altas de la atmósfera comprendidas entre 80 y 400 km en torno a la Tierra. Estas capas son directamente bombardeadas por la radiación solar (durante el día) ionizándolas, es decir, los electrones abandonan sus átomos y estos se cargan eléctricamente. Cuando llega la noche, los electrones se recombinan y las capas ionizadas disminuyen o desaparecen.

Capas de la ionosfera:

Durante el día, la ionósfera consta de 4 capas principales, que son D-E-f1-F2, y durante la noche (por menor agitación térmica) D-E-F; descñptas en la siguiente tabla

Capas	Altitud
D	80km
E	110 Km
F(durante la noche)	280 km
F1 (subdivisión de F durante el día)	200 a 225 Km
F2 (subdivisión de F durante e d'a)	320 a 400 Km

La capa mas baja normelmente útil es la denominada capa E. La altura media de la región de máxima ionización es de alrededor de 110 km. El aire a esta altura es suficientemente denso para que los iones y electrones libres originados por la radiación solar no viajen lejos antes de que se encuentren y recombinen para formar partículas neutras; así, la capa puede mantener su intensidad normal de ionización unicamente en presencia de radiación continua del sol. En consecuencia, la ionización es mayor alrededor del mediodía local y desaparece prácticamente después de la puesta del sol.

En las horas del día existe una región ionizada aun mas baja: la capa D. La intensidad de esta capa es proporcional a la altura del sol y es máxima a mediodía. Las ondas de la gama de frecuencia mas baja de las asignadas a los aficionados (1,8 v 3,5 MHz) son absorbidas casi completamente por esta capa mientras ella existe, y se refleja en la capa E solamente la irradiación a un ángulo elevado (la irradiación a ángulo menor viaja mas tiempo a través de la capa D, y es absorbida).

La segunda capa principal es la capa F, que tiene una altura aproximada de 280km durante la noche. A esta altura el aire, es tan poco denso que la recombinación de iones y electrones ocurre muy lentamente. La ionización disminuye después de la puesta del sol, alcanzando un mínimo inmediatamente antes de la salida del sol. Durante el día la capa F se divide en dos partes, que son la capa F1 y la F2 y tienen alturas virtuales medias de 225, y 320 Km respectivamente.

Estas capas están mas altamente ionizadas a rededor del mediodía local, y a la puesta del sol vuelven a confundirse en una sola la capa F.

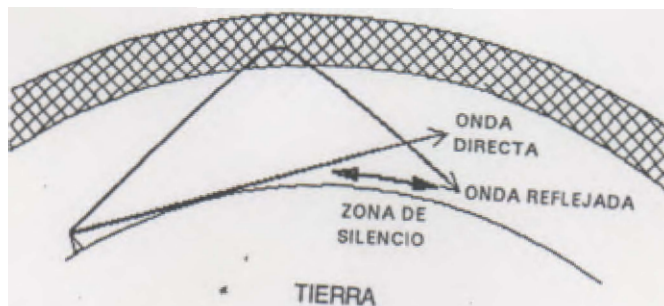
Propagación por conducción:

Es posible también que la onda emitida sea, de alguna manera, retenida y transportada por la capa ionizada, haciéndola llegar un poco mas lejos. Este modo de propagación puede combinarse además con la propagación por reflexiones, permitiendo algunos enlaces inexplicables de otra manera.



Zona de silencio

Si consideramos ahora la combinación de la propagación directa y la propagación por reflexión comprobamos que puede existir una zona, en la cual no penetra la onda directa y, sin embargo, esta demasiado cerca del emisor como para que sea alcanzada por la onda reflejada. Esta es la llamada zona de silencio.



Desvanecimiento. fading, QSB

Las capas de la ionosfera están en constante movimiento lo que provoca que la intensidad de la señal reflejada en un punto dado varíe constantemente, incluso la señal puede llegar a disiparse en algunos momentos. Este fenómeno se denomina con el término inglés fading, que significa desvanecimiento.

El fading puede producirse también en otras condiciones: si, por ejemplo, una antena recibe simultáneamente una señal directa y una señal reflejada, o dos señales reflejadas que han seguido caminos diferentes. La relación de fase de estas dos señales puede ser tal que se anulen en unos momentos o que se refuercen parcialmente en otros.

El desplazamiento de fase proviene de la diferencia de tiempo, necesario para recorrer los dos trayectos diferentes.

ACTIVIDAD SOLAR:

Como, veremos, la actividad solar desempeña un papel preponderante en los fenómenos de propagación. El Sol tiene ciclos de 11 años aproximadamente, y cada ciclo pasa por subidas y bajadas de la actividad solar. Durante los periodos de gran actividad son los fenómenos de propagación se refuerzan. Estas subidas no tienen siempre la misma intensidad y, por supuesto, cuanto mayores son estas, mas importantes son las mejoras en la propagación.

EFFECTOS DE LA FRECUENCIA:

Hasta ahora hemos considerado los fenómenos que intervienen en la propagación de forma global, sin preocuparnos de la frecuencia de la señal emitida. En la practica esto no es posible, ya que ciertos efectos se acentúan más a ciertas frecuencias y otros desaparecen por completo.

Examinemos, pues, banda por banda cuales son los fenómenos que intervienen, recordando que no hay ninguna transición brusca y que los limites definidos para las bandas son arbitrarios y están mas bien basados en la experiencia que en leyes científicas.

Ondas kilométricas (de 30 a 300 kHz)

No es una onda de aficionado. Sin embargo es interesante ver la evolución de la propagación en función de la frecuencia de un extremo a otro del espectro radioeléctrico.

Las ondas largas se propagan casi exclusivamente por el suelo, siguiendo la curvatura de la Tierra. De esta forma recorren miles de km si son lo bastante potentes. Las pérdidas son importantes en este modo de propagación.

Ondas hectométricas (de 300 KHz a 3 Mhz)

Esta banda comprende las ondas medias utilizadas para la radiodifusión, así como la banda de aficionados de 160 metros,

La propagación en esta banda está limitada durante el día a la onda directa, la capa D absorbe toda la energía que recibe a estas frecuencias y no se produce la reflexión. De noche, sin embargo, particularmente en invierno, la capa D desaparece y las capas superiores, aún débilmente ionizadas el día anterior, pueden reflejar las señales y permitir así enlaces de muchos miles de km. En 160 m. el modo BLU (J3E) se realiza en LSB=BU

Ondas decamétricas (de 3 a 30 Mhz)

En esta clasificación se encuentran la mayoría de las bandas de HF abiertas a disposición de los aficionados, pero es en este espectro donde se encuentran las mayores diferencias de comportamiento. por tanto, es necesario subdividir las en pequenos grupos. Veamos las características de cada banda de aficionado:

3,5 Mhz no permite enlaces a gran distancia de día, es difícil lograr distancias mayores a los 300 km. como ocurría con la banda anterior; 0011 la puesta del sol y durante la noche posee gran actividad. En el modo BLU (J3E) se realiza en LSB=BU

7 Mhz y 10,1 Mhz son bandas de transición. Durante el día, la propagación aquí es mejor que en las anteriores y se pueden realizar fácilmente enlaces de muchos cientos de kilómetros. En 40 m pueden cubrirse distancias de 1500 km durante el día (con buenas condiciones). Durante la noche permiten enlaces que alcanzan los miles de kilómetros y pueden llegar de continente a continente siguiendo las señales hacia donde es también noche. Esta es, con la banda siguiente, la que más se beneficia del modo de propagación ionosférica. En el modo BLU (J3E) se realiza en LSB=BU en 7Mhz y USB=BLS en 10,1 Mhz.

14 Mhz es la banda de los Dx, permite casi siempre comunicaciones intercontinentales de día, decreciendo un poco, durante la noche. La mayor parte de la propagación se efectúa por reflexión en las capas F de la ionosfera. En el modo BLU (J3E) se realiza en USB=BLS

18, 21 y 24 Mhz son bandas buenas en general durante el día en el sentido norte-sur durante los períodos de poca actividad solar, pero son parecidas a las de 14 Mhz durante los períodos de gran actividad solar. Por la noche, normalmente se reduce la propagación.

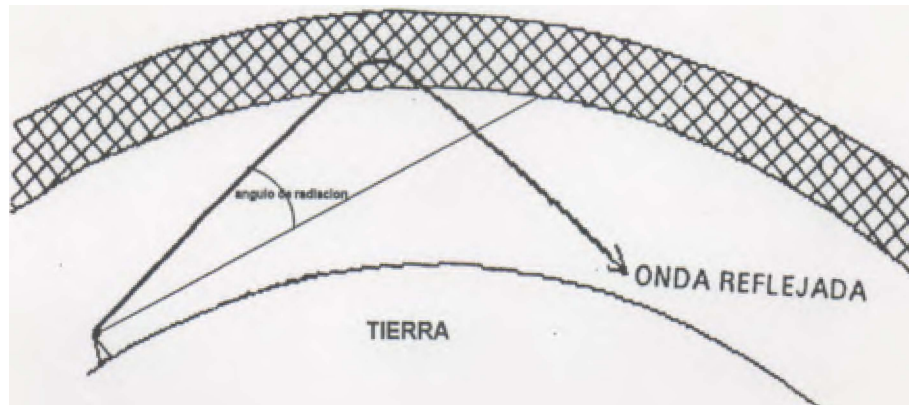
28 Mhz es una buena banda de día durante los períodos de alta actividad solar, pero la propagación aquí se reduce bastante el resto del tiempo. Presenta a veces buenas oportunidades para enlaces DX, especialmente en el sentido norte-sur. De 28,2 a 28,3 Mhz se encuentra una gama de frecuencias reservada para las bajas que permiten determinar en todo momento la calidad de la propagación y en que dirección. Una fracción de aproximadamente 29,3 a 29,5 Mhz esta reservada para enlaces espacio- tierra de los satélites para aficionados.

Puede ocurrir que la propagación ionosférica en estas bandas se interrumpa bruscamente por un período de tiempo que oscila entre algunos minutos y 1 o 2 horas. Esto es debido a las erupciones solares que aumentan el nivel de ionización de la capa O; esta última absorbe todas las ondas que recibe antes de que puedan alcanzar las capas superiores que se encargan de reflejarlas.

Se trata de trata del efecto Dellinger o Mogel-Dellinger. Por supuesto, este efecto no se manifiesta más que en estas bandas puesto que son las únicas que se aprovechan de la propagación ionosférica.

Angulo de onda

Cuanto menor sea el ángulo con el cual una onda deja a tierra, menor será la curvatura necesaria en la ionosfera para hacerla volver a tierra y, en general, mayor la distancia entre el punto donde ella deja la tierra y aquel otro en que la toca a su vuelta. Al ángulo vertical que forma una onda con la tangente a la tierra, se le denomina ángulo de la onda o ángulo de radiación.



Distancia de salto:

Se requiere mayor curvatura para devolver la onda a la tierra cuando el ángulo de onda es alto y a veces la curvatura no será suficiente a menos que el ángulo de la onda sea menor que cierto valor crítico. Así queda definida una distancia mínima de comunicación por reflexión ionosférica.

La región comprendida entre el alcance máximo de la onda útil de tierra y el comienzo de la recepción de la onda ionosférica, recibe el nombre de zona de salto y la distancia entre el emisor y el punto más próximo en que retoma a tierra la onda, espacial se llama distancia de salto. La extensión de esa zona de silencio, depende de la frecuencia y del estado de la ionosfera, y también de la altura de la capa en la que se cumple la refracción pues las capas más altas dan zonas de salto más extensas para el mismo ángulo de emisión. Los ángulos de emisión y recepción de la onda son, aunque no siempre, aproximadamente iguales para cualquier recorrido dado de las ondas.

Frecuencias Críticas y Máximas utilizables.

Si la frecuencia es suficientemente baja. Una onda emitida verticalmente a la ionosfera será reflejada a tierra hacia el punto de transmisión. Si aumentamos entonces gradualmente la frecuencia, negaremos, eventualmente, a una frecuencia en que esta reflexión vertical deja de cumplirse. Esta es la frecuencia crítica correspondiente a la capa considerada. Cuando, la frecuencia de trabajo está por debajo del valor crítico no existe zona de salto.

La frecuencia crítica constituye un índice útil con respecto a la frecuencia más alta que puede utilizarse para transmitir a una distancia determinada. La frecuencia máxima utilizable (FMU), es la onda que deja el punto de emisión a un ángulo tiene una frecuencia de 14 Mhz, y si una frecuencia más alta saltara sobre el punto de recepción. tendremos que 14 Mhz es la FMU para esa distancia.

La máxima distancia posible es cubierta cuando, la onda sigue a lo largo de la tangente con respecto a tierra; esto es, a un ángulo de onda nulo.

En condiciones medias esta distancia es alrededor de 4000 km para la capa F2 y de 2000 km. para la E. Las distancias varían con la altura de la capa. Las frecuencias superiores a esta FMU limitadoras no retornarán a tierra a ninguna distancia. La FMU para 4000 km. correspondiente a la capa F2 es, aproximadamente, 3 veces la frecuencia crítica para esa capa: para la capa E la FMU para 2000km es aproximadamente 5 veces la frecuencia crítica.

La absorción en la ionosfera es mínima a la FMU para la distancia considerada y aumenta muy rápidamente a medida que baja la frecuencia por debajo de la FMU. Por consiguiente, los mejores resultados con bajas potencias se alcanzan siempre cuando la frecuencia se halla lo más próxima posible a la FMU.

La onda ionosférica puede pasar fácilmente a través de la capa E y ser refractada a tierra desde las capas F, F1 o F2. Esto se debe a que las frecuencias críticas son más altas en las últimas capas, de modo que una señal demasiado alta en frecuencia para ser devuelta por la capa E puede provenir de una de las otras, lo que depende de la hora del día y de las condiciones existentes.

Propagación de las ondas en VHF y UHF

Desde hace muchos años, los apasionados por la investigación se han dirigido hacia las bandas de VHF y UHF de 144 Mhz, 432 Mhz, 1.296 Mhz, etc.

La transmisión de las imágenes, que exige bandas de frecuencias de varios megahertzios, solo podía realizarse en frecuencias altas, porque permiten el ancho de banda necesario para transmitir este tipo de información.

Estas ondas se propagan del mismo modo que la luz, o sea en línea recta, y son detenidas por los edificios o reflejadas por ellos. Este modo de propagación de limitar la zona barrida por un emisor, obliga a captar las ondas en el sitio más despejado de obstáculos.

El soplo, ruido, como fondo sonoro en la escucha de una emisión recibida en malas condiciones; se traduce, para una imagen, en la aparición de pequeñas manchas brillantes que quitan toda homogeneidad a la misma e impiden apreciar los detalles. La relación señal-ruido puede ser mejorada por una buena instalación de antena y por un perfeccionamiento de los pasos de entrada de los receptores y de los circuitos asociados a los mismos.

Conceptos generales sobre antenas a utilizar

La antena puede desempeñar siempre un papel considerable en la mejora de los resultados, especialmente a gran distancia del emisor o en una zona de muchos elementos parásitos.

Las antenas de elementos parásitos son casi universalmente empleadas en estas bandas.

Los modelos son muy variados. Hay, en efecto, muchos parámetros sobre los que se puede actuar: número de elementos parásitos, longitud de estos elementos, separación entre elementos, modo de adaptación de impedancia; en definitiva, la concepción de la antena depende de los resultados que se quieren obtener de ella. Una banda más ancha irá acompañada de una caída de la ganancia; una mejor relación de ganancia adelante-ganancia atrás necesitará un dispositivo diferente de aquel por el que el máximo de ganancia adelante es el objetivo a alcanzar. Por supuesto, cada constructor ha encontrado la mejor solución, aunque esta sea diferente de la de sus concurrentes. No se ha de dejar de pensar que, por ser el número de combinaciones extremadamente grande, varias soluciones pueden conducir a un idéntico resultado. Medidas de recepción real, prueban que antenas de rendimientos aparentemente iguales, no dan los mismos resultados si fueran ensayadas en un mismo emplazamiento. Algunas pueden variar sus características de ganancia y relación frente-espalda, si se encuentran en lugares libres o en otros con obstáculos o a distintas alturas respecto al suelo (más precisamente plano de tierra).

ZONA DE RECEPCION DE ONDA DIRECTA

En la transmisión de ondas espaciales, existe, un fenómeno llamado horizonte radioeléctrico, cuya distancia es aproximadamente un tercio mayor que la del horizonte óptico. Este fenómeno está producido por la refracción en las capas más bajas de la atmósfera. La refracción se produce porque la densidad de la atmósfera de la Tierra se reduce linealmente a medida que aumenta la altura. Como resultado, la parte superior de la onda viaja ligeramente más rápida que la parte inferior, quedando ligeramente doblada hacia abajo, donde sigue la curvatura de la Tierra más allá del horizonte óptico.

Para el espectro de frecuencias iguales o superiores a los 144 Mhz, el horizonte radioeléctrico para antenas transmisoras y receptoras puede calcularse con las siguientes ecuaciones:

$$D_{\text{max recepción}} = 4 \sqrt{h_{\text{antena Rx}}}$$

$$D_{\text{max transmisión}} = 4 \sqrt{h_{\text{antena Tx}}}$$

$$\text{Distancia máxima garantizada del enlace} = D_{\text{recepción}} + D_{\text{transmisión}}$$

Donde: h = altura de la antena en metros respecto del nivel del mar

Distancias en kilómetros



Cabe hacer algunas observaciones:

Un obstáculo elevado y más cercano puede comprometer toda recepción, incluso en una zona segura de enlace, como, por ejemplo en la ciudad o en zonas montañosas.

También, reflexiones en obstáculos despejados pueden permitir una recepción correcta en regiones en las que la radiación directa ya no es posible.

Debemos considerar que el frente de onda para una frecuencia de 3,5 Mhz es de 80 metros, de modo que un edificio de 20 metros sólo lo perturba. Pero para 144 Mhz el frente de onda es de 2 metros, el cual al encontrarse por ejemplo, con un edificio, es en parte absorbido y en parte reflejado, respondiendo a leyes de la óptica.

Intensidad da campo electromagnético

La intensidad de la recepción en un lugar determinado depende del campo que a H se pueda medir y que se expresa en voltios por metro de elemento receptor. Siendo el voltio una unidad demasiado grande, se utiliza el mV, o incluso el microvoltio por metro. Del valor de este campo depende la relación señal- ruido. En las proximidades del emisor, el campo es superior a 100 mV/m y relación señal ruido es superior a 40 dB. A corta distancia, el campo disminuye de 100mV/m a 5mV/m; a media distancia baja hasta 500 µV/m. Finalmente, a larga distancia puede descender a 50 µV/m. No se puede obtener prácticamente una buena recepción si el campo no es superior a 100 µV/m; en estas condiciones, la relación señal ruido se mantiene superior a 10 dB y el soplo es apenas molesto. Estas observaciones, se refieren a la recepción de señales que requieren gran calidad, como por ejemplo RTTY, FAX, SSTV.

Las comunicaciones entre estaciones en modo fone o CW, tienen exigencias mucho más modestas y hay que reconocer que los progresos debidos a la aparición de transistores muy adaptados al trabajo en VHF y UHF (bajo ruido térmico) permiten sensibilidades útiles inferiores al microvoltio. Como el campo está expresado, en voltios por metro, se comprende que a igual campo, la tensión recibida por una antena de media onda será tanto mayor cuanto más larga sea la propia media onda y, por tanto, cuanto más baja sea la frecuencia.

Es por esto por lo que en las ondas de alta frecuencia (VHF y más), las antenas poseen un número de elementos mucho mayor, para igual calidad de recepción, que las antenas de las frecuencias bajas de HF, en las que los elementos son mucho más largos.

Por lo demás, la tensión inducida en la antena no es la que recibe el receptor, pues, como todo generador que se respeta, la antena suministra su energía con un rendimiento del 50 % cuando su impedancia es igual a la de la utilización. La otra mitad es radiada de nuevo y puede perturbar el funcionamiento de una antena cercana.

Las propagaciones excepcionales debidas a reflexiones en capas de la atmósfera media, que permiten recepciones en VHF y UHF que alcanzan 1.000km y más, cualquiera que sea el despeje de la antena. Generalmente están localizadas en las épocas de verano.

UNIDAD 6.- INDUCTANCIAS Y TRANSFORMADORES:

- Una inductancia puede almacenar energía en forma de campo magnético.
- Si se recuerda que es imposible cambiar bruscamente un campo magnético (ley de Lenz) veremos que tenemos una situación parecida a la del condensador, en donde el condensador almacena una cantidad de carga eléctrica y la bobina o inductancia establece dentro de sí un campo magnético.

Explicación del fenómeno desde el punto de vista físico:

- Apliquemos una tensión continua en los bornes de la bobina.
- La corriente no circulará instantáneamente ya que el campo magnético creado por la misma se va a oponer a cualquier cambio de su estado inicial. Físicamente se puede interpretar que la inductancia posee una inercia eléctrica.

Si ahora aplicamos una tensión alterna senoidal veremos que

- Debemos por tanto, tener primero una tensión antes de que la corriente se establezca progresivamente. Efectivamente, en una inductancia, la corriente está retardada 90° sobre la tensión.
- Por este desfase entre la tensión aplicada y la corriente que circula, la potencia activa (P) en una inductancia ideal es nula.
- Desde el punto de vista matemático, decimos que la fuerza contraelectromotriz que se genera en la inductancia es proporcional a la velocidad de variación de la corriente, y esta es a su vez proporcional a la frecuencia.
- El efecto combinado de frecuencia e inductancia se llama reactancia inductiva, y se expresa también en ohms, cuya fórmula es:

$$X_L = 2\pi f L$$

- X_L = reactancia inductiva en ohms
- f = frecuencia en ciclos por segundo
- L = inductancia en henrios.

CALCULO DE BOBINAS

El aficionado que experimenta con su equipo no siempre podrá adquirir la bobina exacta que necesita y frecuentemente tendrá que fabricársela.

Primero de todo habrá de determinarse la inductancia requerida, lo que puede hacerse en el caso de circuitos de sintonía.

Por razones de conveniencia, el cálculo está sujeto a las siguientes condiciones:

a) La bobina no tiene núcleo de hierro.

b) La bobina

no está protegida por pantalla.

c) La bobina lleva su devanado en una sola capa.

d) La bobina está devanada con alambre macizo (no con hilo Litz).

e) La frecuencia de trabajo es mayor de 3 Mhz (longitudes de onda inferiores a 100 m).

La inductancia de la bobina se determina del siguiente modo:

$$L = F \times n^2 \times D$$

en

donde: L = inductancia en μH

n = número, de espiras

D = diámetro exterior de la bobina

F = factor de forma que depende del diseño

Si se conoce la inductancia y, en cambio, ha de hallarse n , la fórmula se escribe del siguiente modo:

$$n = \sqrt{\frac{L}{F \times D}}$$

Las principales dimensiones de la bobina se dan en la siguiente figura:

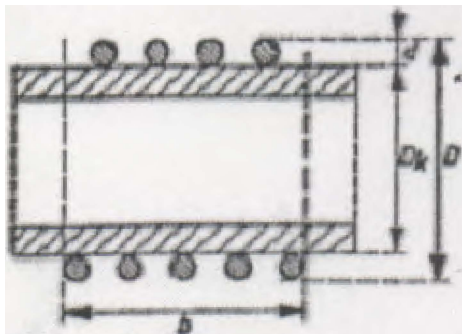


Fig. 167.—Esquema de las dimensiones de una bobina.

b = longitud del devanado.

d = espesor o diámetro del hilo.

D_k = diámetro exterior de la forma.

D = diámetro exterior de la bobina.

(Todas las dimensiones en cm).

OII.

Comenzamos con un diámetro de la forma que es conocido. Si el diámetro del hilo es d , $D_k = D + 2 \times d$. Tena que determinarse la máxima longitud de arrollamiento. Se toma la relación d/D . Y entonces puede deducirse el factor de forma F del gráfico de la figura de la página siguiente.

De esta manera se conocen todos los datos y los valores d y D y de L pueden calcularse por medio de las fórmulas.

Como ejemplo, calculemos una bobina de valor de inductancia $21 \mu H$ empleando hilo de 3 cm de diámetro y un cilindro de 3 cm de diámetro. Entonces:

$$D = D_k + 2d = 3 + 0,2 = 3,2 \text{ cm}$$

Si la longitud del devanado b se toma igual a 6.4 cm:

$$b/D = 6,4 / 3,2 = 2 ; d/D = 0,1 / 3,2 = 0,03$$

Utilizando el gráfico:



$$F = 3,6 \times 10^{-3}$$

$$n = \frac{L}{D \times F} = \frac{21}{3,2 \times 3,6 \times 10^{-3}} = 43$$

Comprobación: En la tabla de hilos de cobre para bobinas se ve que el diámetro exterior de hilo esmaltado de 1 mm es 1,05, luego se requiere una anchura de 45,15 mm con el arrollamiento muy junto. La longitud mínima obtenible en la práctica es de unos 48 mm; en este caso, se dispone de amplio espacio a haber elegido una longitud de arrollamiento de 64 mm. Si el número de espiras es mayor que las que pueden acomodarse en la longitud de arrollamiento elegida es necesario incrementar esta longitud o el diámetro de la plantilla de devanado, o bien reducir el diámetro del hilo. En cualquiera de los casos el valor de n debe recalcularse. Una elección al azar de las dimensiones de la bobina proporcionará siempre el resultado exacto para la inductancia, aunque de ningún modo es cierto que la calidad (factor Q) de la bobina sea satisfactoria. Esto puede comprobarse aproximadamente (en tanto en cuanto el valor de Q depende de las dimensiones) con ayuda de la siguiente tabla y fórmula:

Utilizando la tabla, para el valor elegido de b/D se encuentra el correspondiente de C (En el ejemplo, para $b/D = 2$, $C = 4$). Este

valor, sustituido en la fórmula da:

$$d_1 = \frac{C \times D}{n}$$

$$d_1: 1A \times \frac{3,2}{43} = 0,105 \text{ cm}$$

b/D	e	p
0,5	0,4	24,7
1,0	0,7	20
1,5	1,0	20
2,0	1,4	20
3,0	2,0	20

Nuestra elección fue, por lo tanto, bastante exacta. Aunque esta cifra no es muy importante, no debe ser nunca varias veces menor o mayor que el diámetro elegido, puesto que el punto de partida del máximo valor de Q sería entonces demasiado grande.

La calidad de la bobina óptima (o prácticamente óptima) puede determinarse aproximadamente con la fórmula:

$$Q = \frac{D \times f \times 10^4}{P}$$

en la que f = frecuencia de trabajo en Hz;

P = un factor, que depende de b/D y que también puede deducirse de la tabla anterior.

En nuestro caso ($b/D = 2$), se encuentra que $P = 20$. Este valor sustituido en la fórmula anterior para una frecuencia de trabajo de 3,5 Mhz, da:

$$Q = \frac{3,2 \times 3,5 \times 10^4}{20} = 300$$

Sin embargo, en la práctica real este valor puede ser considerablemente menor, puesto que también depende de la construcción de la bobina (dispersiones y pérdidas eléctricas). Es muy útil para compararlo con otros diseños de bobinas.

Las formas de devanado de las bobinas, a veces, en lugar de cilíndricas son paralelepípedicas, con lo que la sección en vez de ser circular es poligonal. En este caso el valor de Q se determina como sigue:

Cuando la sección es cuadrada, Q es igual a 0,8 veces la distancia entre ángulos opuestos (diagonal); cuando es *hexagonal*, 0,9 veces la diagonal, y cuando *octogonal*, 0,95 veces la diagonal.

Empleo de núcleo de hierro.

Es aconsejable usar un núcleo de hierro, y para el ajuste correcto de la inductancia, la forma debe ir provista de una rosca para ajustar el núcleo. Cuando se ha calculado la bobina, ha de tenerse en cuenta que la presencia del núcleo de hierro, generalmente, hace aumentar la inductancia. Hasta qué punto sucede esto depende totalmente del material del núcleo y de la construcción. En algunos tipos la inductancia se incrementa solamente de 1,2 a 1,5 veces, y con otros, de 10 a 20.

Empleo de pantallas.

En muchos casos es necesario proteger con pantallas las bobinas. El apantallar la bobina con una caja metálica, o de cualquier otro modo, afecta desfavorablemente a la inductancia y a la calidad de la bobina.

A continuación, en la figura, se da un esquema de una bobina dentro de una caja-pantalla metálica. La reducción del valor de L , expresada en porcentaje, viene dada por:

$$1,47 \times \frac{D^2}{s^2} \times \frac{b}{H}$$

Así, con una ,caja-pantalla muy grande, de. por ejemplo, $H = 3b$ y $B = 30$. la inductancia decrece en un 5% aproximadamente. En nuestro ejemplo, para obtener una inductancia de $21 \mu H$ con la bobina protegida por pantalla, la inducancia empleada en el cálculo (es decir sin pantalla) ha de ser un 5% mayor, es decir, $22 \mu H$. El número de espiras se convierte entonces en 44.

La calidad no queda afectada solamente por las dñsiones de la pantalla, sino que también por el material de que está hecha. Es difícil decir en qué grado influye, pero nunca será mayor de algunas unidades por ciento en em ejemplo anterior.

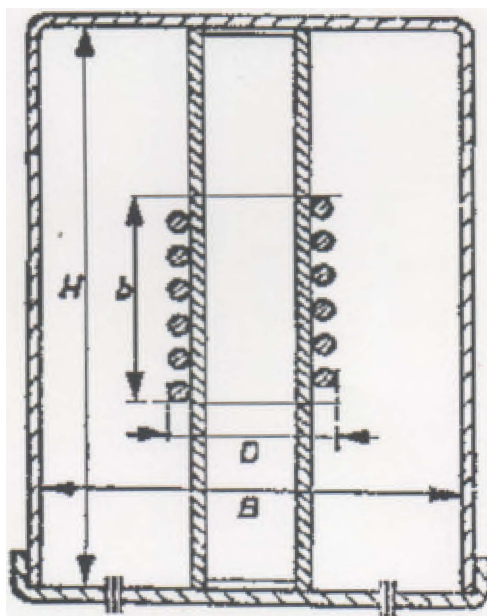


TABLA DE VALORES DEL HILO DE COBRE ESMALTADO						
Diámetro (mm)		Sección	Peso	Resistencia	EsDiras Por	Intensidad a 2,5mA A l mm ²
Desnudo	Esmaltado					
		mm ²	g lm	Qfm	cm	
0,03	0,035	0,0007	0,0065	24,4	250	1,7
0,04	0,05	0,0013	0,0118	13,75	165	3
0,05	0,06	0,0020	0,0183	9,78	135	5
0,06	0,012	0,0028	0,0262	6,1	115	7
0,08	0,095	0,0050	0,0464	3,43	90	12,5
0,1	0,12	0,0079	0,0723	2,19	74	19,5
0,12	0,14	0,0113	0,1104	1,52	63	28
0,14	0,16	0,0154	0,141	1,12	54	38,5
0,16	0,16	0,0201	0,184	0,857	48	50
0,18	0,2	0,0254	0,232	0,677	43	117
0,2	0,22	0,0314	0,286	0,549 ¹	39	63,5
0,25	0,28	0,0491	0,446	0,351	32	78,5
0,3	0,33	0,07 Q L	0,641	0,244	27	122,5
0,35	0,38	0,0962	0,872	0,244	24	240
0,4	0,44	0,1257	1,14	0,138	21	314
0,5	0,54	0,1964	1,78	0,088	17	492
0,6	0,65	0,2827	2,55	0,061	14	708
0,7	0,75	0,3848	3,47	0,045	12	965
0,8	0,85	0,5027	4,53	0,034	11	1260
0,9	0,95	0,6362	5,73	0,027	10	1590
1	1,05	0,7854	7,06	0,022	9	1970

Las columnas "peso" y "resistencia" dan valores medios y pueden variar según el fabricante y las tolerancias de producción.

UEspiras por cm" indica el numero de espiras obtenible por centímetro de longitud (capa sencilla). Esto puede variar considerablemente, según el diámetro del hilo y el cuidado puesto en el devanado.

La intensidad permisible en mA se refiere a un devanado de transformador con una carga máxima de 2,5 A/mm²

ANTENAS DE ALTA FRECUENCIA

Un sistema de antena puede considerarse como, constituido por la antena propiamente dicha, la línea de alimentación y, cualquier dispositivo de acoplamiento usado para, transferir la energía del emisor a la línea y de ésta a la antena.

Debe tenerse presente que cualquier antena propiamente dicha puede ser usada con cualquier tipo de línea de alimentación, si se usa acoplamiento adecuado entre la antena y la línea.

Consideraciones generales sobre la elección de la antena

La elección de una antena debe realizarse teniendo en cuenta el espacio disponible, el número de bandas de funcionamiento deseado y el tipo de propagación de que se hará uso más frecuente.

Lo más acertado será elegir en cada tamaño el sistema irradiante que brinde óptimos resultados. Las antenas de compromiso (aquellas que pueden funcionar en varias bandas y que utilizan elementos físicamente acortados) no son tan eficientes como las antenas de tamaño correcto cortadas para una sola banda de funcionamiento.

Sin embargo, muchas de las antenas de compromiso resultan adecuadas para el trabajo de DX, aún cuando no proporcionen una ganancia tan alta como otros tipos.

Definiciones.

La polarización de un conductor rectilíneo está determinada por la posición de su campo eléctrico, con respecto a tierra.

Una antena vertical radia ondas polarizadas verticalmente; mientras que una horizontal; irradia ondas polarizadas horizontalmente en dirección lateral al conductor, excepto las de hilo largo que lo hacen en sentido longitudinal.

El ángulo vertical de máxima radiación de una antena está determinado, por el diagrama de radiación de la misma en el espacio libre; por su altura sobre la tierra y la naturaleza del suelo.

El ángulo se mide en el plano vertical con respecto a una tangente a tierra en ese punto, y podrá variar con el ángulo horizontal, excepto en el caso de una antena vertical simple. Se toma cuando su ganancia es -3dB con respecto a su valor máximo de ganancia.

El ángulo horizontal de máxima radiación de una antena está determinado por el diagrama de radiación de la antena en el espacio libre.

La impedancia en cualquier punto de la antena es la relación entre tensión y corriente en ese punto.

La intensidad de campo que produce una antena es proporcional a la corriente que, circula por ella. Cuando, sobre la antena se hacen presentes ondas estacionarias, las partes del conductor que conducen la corriente más elevada ejercen máximo efecto radiante.

La relación que existe entre la potencia necesaria para producir una intensidad determinada de campo con antena de comparación y la potencia necesaria para producir la misma intensidad con un tipo determinado de antena, recibe el nombre de ganancia de potencia de esta última antena.

El campo se mide en dirección óptima de la antena que se está verificando. La antena de comparación es casi siempre una de media onda que posee la misma polarización que la que se verifica y está situada a la misma altura.

La ganancia se, expresa comúnmente en decibeles.

En los sistemas unidireccionales (antenas que radian sólo en una dirección) la relación adelante atrás es la que, existe entre la potencia radiada en el sentido correspondiente al máximo y la radiada en sentido opuesto. Significa igualmente una medida de la reducción en una señal recibida cuando se modifica la dirección del haz en el sentido contrario, para máxima respuesta. La relación de adelante-atrás se expresa también en decibeles.

El ancho de banda de una antena se refiere siempre a la gama de frecuencia dentro de la cual una determinada propiedad de la misma se mantiene dentro de límites aceptables. Para el aficionado son de interés primordial el ancho de banda de ganancia, el ancho de banda de relación delantero-poserior y el ancho de banda de r.o.e.

El primero es de interés ya que cuanto más alta sea la ganancia de antena, más angosto será el ancho de banda de ganancia.

El último también interesa, pues es indicación de eficiencia de la línea de transmisión dividida por el rango Δf de frecuencia de la antena.

Cuando la antena esté situada cerca de tierra el diagrama de radiación en el espacio libre resulta modificado por la reflexión de las ondas radiadas desde tierra, por lo que el diagrama de radiación real es el resultante del diagrama en el espacio libre y de las reflexiones desde tierra. Esta resultante depende de la altura de la antena, de su posición u orientación con respecto al suelo y de las características eléctricas de la Tierra.

El efecto de una tierra perfectamente reflectora es tal, que la intensidad de campo original en el espacio libre puede ser multiplicada por un factor que posea un valor máximo de 2, para refuerzo total y que tenga la totalidad de valores intermedios hasta cero, para cancelación total. Estas reflexiones afectan únicamente al diagrama de radiación en plano vertical, es decir, en direcciones hacia arriba con respecto a la superficie terrestre y no en el plano horizontal o sea las direcciones geográficas usuales.

Angulo de radiación.

El ángulo vertical o de radiación reviste primordial importancia, especialmente en las frecuencias más elevadas. Es ventajoso, por lo tanto, elegir la antena a una altura que aproveche las reflexiones de modo que refuercen la radiación en el espacio libre dentro del ángulo más deseable. Puesto que generalmente resulta más efectivo disponer de ángulos pequeños de radiación, la antena debe ser alta (por lo menos $\frac{1}{2}$, y preferiblemente $\frac{3}{4}$ o una longitud de onda en 14Mhz; y por lo menos, 1 longitud de onda, y preferiblemente más en 2,8Mhz hasta la región de VHF). La altura física necesaria, para una altura determinada en longitudes de onda, disminuye a medida que aumenta la frecuencia, lo que hace difícil alcanzar en la práctica alturas razonables. Las comprendidas entre los 10,5 y 21m. resultan suficientes para todas las bandas; se preferirán las alturas mayores, siempre que las circunstancias lo permitan.

Conviene recordar que la mayoría de las antenas sencillas polarizadas horizontalmente no presentan la máxima directividad de que son capaces a menos que se las monte a más de $\frac{1}{2}$ onda por sobre, el terreno a la frecuencia de funcionamiento. Por lo tanto, en las antenas de tipo dipolo simple no resulta importante fijar una orientación particular de la misma, a menos que esté a una altura de media onda o más del suelo.

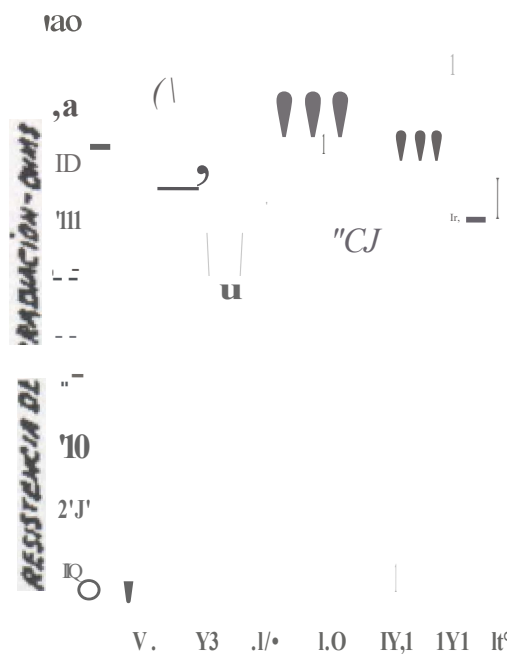
Tierra imperfecta.

El efecto principal que ejerce la tierra real es introducir cierta imprecisión para los ángulos menores; resulta prácticamente imposible lograr una radiación apreciable de frecuencias altas para ángulos inferiores a pocos grados cuando la altura de la antena es menor de varias longitudes de onda. Para más de 15° , en cambio, las curvas resultan suficientemente precisas; para ángulos comprendidos entre 5° y 15° se les puede considerar como simple indicio de la clase de resultado que puede esperarse.

El plano eficaz de tierra (es decir, el plano en el cual se puede considerar que se producen las reflexiones de tierra) rara vez es la superficie propiamente dicha de la tierra, sino que se encuentra a unos metros por debajo de la misma; esto depende de las características del suelo en cada caso particular.

Impedancia.

Las ondas que son reflejadas directamente hacia arriba por la tierra al pasar por ella inducen corriente en la antena y, de acuerdo con la altura de la misma, la relación de fase entre esta corriente inducida y la original puede ser como para reforzar en unos casos y debilitar en otros la corriente total que circula por la antena. Por lo tanto, la impedancia de la antena varía de acuerdo con la altura. La curva teórica de variación de la resistencia de radiación para una antena que se encuentre sobre un terreno perfectamente conductor es la de la figura:



La impedancia se acerca al valor que corresponde al espacio, libre a medida que aumenta la altura; o, obstan a, puede apartarse considerablemente de ese valor cuando la altura sea baja.

L

E.lección de la polarización.

La polarización de la antena ,emisora carece generalmente, de importancia para las frecuencias comprendidas entre 3,5 y 30Mhz, cuando se trata de comunicaciones por onda espacial. No obstante, la cuestión de si se debe instalar la antena en posición horizontal o vertical merece consideración en relación a otros factores. Una antena vertical de $\frac{1}{2}$ ó $\frac{1}{4}$ de onda irradiará uniformemente en todas las direcciones horizontales; por lo tanto es substancialmente no directiva en el sentido usual de la palabra.

Cuando, en cambio, se la instala horizontalmente, la antena tiende ofrecer ,efectos directivos y radiará mejor en direcciones a ángulos rectos o laterales ,con respecto al conductor. En este caso, la radiación será mínima en dirección hacia la cual apunta el conductor.

El ángulo vertical de radiación se verá afectado también por la posición de la antena. Si no fuera por la tierra, en lo que atañe a las pérdidas en altas frecuencias, la antena vertical resultará preferible por la concentración horizontal de la radiación.

LA ANTENA DE MEDIA ONDA

La forma fundamental de antena se encuentra representada por un solo conductor cuya longitud es aproximadamente igual a la mitad de la longitud de onda de emisión. Representa el tipo básico del cual se derivan ,as formas más complejas de antenas. Se la conoce por dipolo. La longitud de una media onda en el espacio ,es:

$$\text{Longitud (m)} = 150 / \text{frecuencia (Mhz)}$$

La longitud real de una antena de media onda no es exactamente igual a la media onda en el espacio sino que depende del calibre del conductor en relación a la longitud de onda.

Con antenas soportadas por aisladores se produce un efecto de ,acortamiento (efecto de punta) en los extremos debido a los aisladores que suman capacitancia. En condiciones medias se podrá obtener con suficiente precisión la longitud de una antena de media onda para frecuencias hasta de 30Mhz mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud de antena, de } \frac{1}{2} \text{ onda (m)} = 142.5 / \text{frecuencia (Mhz)}$$

Arriba de 30Mhz, particularmente para antenas construidas con varillas o tubos, deberán utilizarse las fórmulas siguientes:

$$\text{Longitud de antena de } \frac{1}{2} \text{ onda (m)} = 150. \frac{K}{\text{frecuencia (MHz)}} \quad 6$$

$$\text{longitud (cm)} = \frac{15000 \cdot K}{\text{frecuencia (MHz)}}$$

Donde K toma valores que se encuentran entre 0,98 y 0,92 de acuerdo a la relación entre $\frac{1}{2}$ longitud de onda y diámetro del irradiante. A continuación se dan algunos de ellos:

Relación $\frac{1}{2}$ A y diámetro Irradiante	valor de k	resistencia a resonancia en ohms
10	0.92	50
20	0.94	55
50	0.955	58
100	0.965	61
200	0.97	62
1000	0.975	64
2000	0.977	64.5
10000	0.98	65

Distribución de corriente y de tensión.

Cuando se alimenta potencia a una antena de este tipo, la corriente y la tensión varían a lo largo de la misma. La corriente es máxima en el centro y aproximadamente nula en los extremos: 110 puesto se aplica para la tensión.

La corriente no alcanza en realidad valor cero en los nodos de corriente debido justamente al efecto de los extremos. Tampoco es cero la tensión en su nodo debido a la resistencia propia de la antena que se encuentra compuesta por ^{1a} resistencia a la e.e., la resistencia a la radiofrecuencia y la *resistencia de radiación*, que es una resistencia equivalente, concepción conveniente para indicar las propiedades de radiación de una antena.

La resistencia de radiación es la equivalente que disiparía la potencia que radie la antena, con un pasaje de corriente en la misma igual a la corriente en la antena de un vientre de intensidad (máximo). La resistencia óhmica de una antena de media onda es usualmente lo suficientemente pequeña, comparada con la resistencia de radiación pudiendo despreciarse en la práctica.

Impedancia.

La resistencia de radiación de una antena de media onda infinitamente delgada en el espacio libre es de aproximadamente 73 ohms.

El valor real, en condiciones prácticas, varía de acuerdo con la altura de la antena; no obstante se lo suele considerar como cercano a 60-70 ohms, aunque varía con la altura (fig. anterior).

Característica de radiación.

La radiación de un dipolo no es uniforme en todas las direcciones, sino que varía de acuerdo con el ángulo con respecto al eje del conductor.

Es más intensa en direcciones que se encuentran a ángulos reducidos con respecto al conductor y nulo a lo largo de la dirección del mismo.

Cuando la antena es vertical, la intensidad de campo será uniforme en todas las direcciones horizontales.

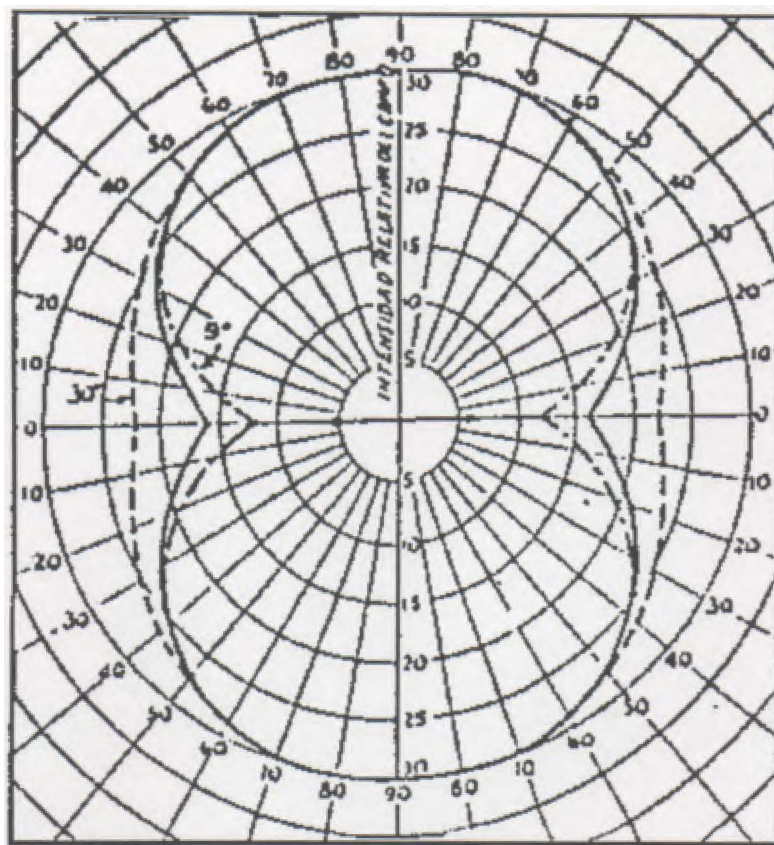
La figura siguiente muestra un diagrama horizontal de una antena horizontal de media onda para tres ángulos verticales de radiación.

La línea llena representa radiación relativa a 15° . Las líneas cortadas representan desviaciones con respecto al diagrama de 15° para ángulos de 9° y 30° .

Estos diagramas sirven únicamente para el contorno, ya que la amplitud depende de la altura de la antena con respecto al nivel del suelo y del ángulo vertical que se considera.

Se dan los diagramas para los tres ángulos en forma de adaptarlos a la misma escala; esto no significa, sin embargo, que las amplitudes máximas sean las mismas.

La flecha indicara dirección del conductor horizontal de la antena.



ALIMENTACIÓN DE UNA ANTENA DIPOLO

Como la impedancia en el centro de un dipolo se encuentra en las proximidades de los 70 ohms, brinda una buena adaptación para líneas de transmisión de 75 ohms. Se debería usar una línea coaxial con un transformador balún 1:1 para garantizar la simetría. También resultaría aceptable la alimentación directa (sin balún), aunque podría introducirse una leve deformación en el diagrama de radiación. La línea de transmisión deberá partir en ángulo recto con respecto a la antena, por lo menos dentro de $\frac{1}{4}$ de onda si es posible, para evitar desequilibrio de corriente en la línea causado por captaciones de la antena.

El empleo de línea de 75 ohms da por resultado una línea plana sobre la mayor parte de cualquier banda de radioaficionado. Sin embargo, si se hace que la antena de media onda asuma forma especial denominada a dos conductores o *doblete plegado* con líneas de 300 ohms, se obtendrá buena adaptación aunque aparecerán ondas estacionarias en la línea y el acoplamiento con el emisor podrá tomarse difícil para ciertas longitudes de ondas.

Actualmente las salidas de los equipos comerciales se realizan con una impedancia de que oscila entre los 48 y 52 ohms por la disminución de valor teórico de impedancia de antena debido a las distancias del plano de tierra, elementos parásitos y relaciones longitud diámetro de l irradiante.

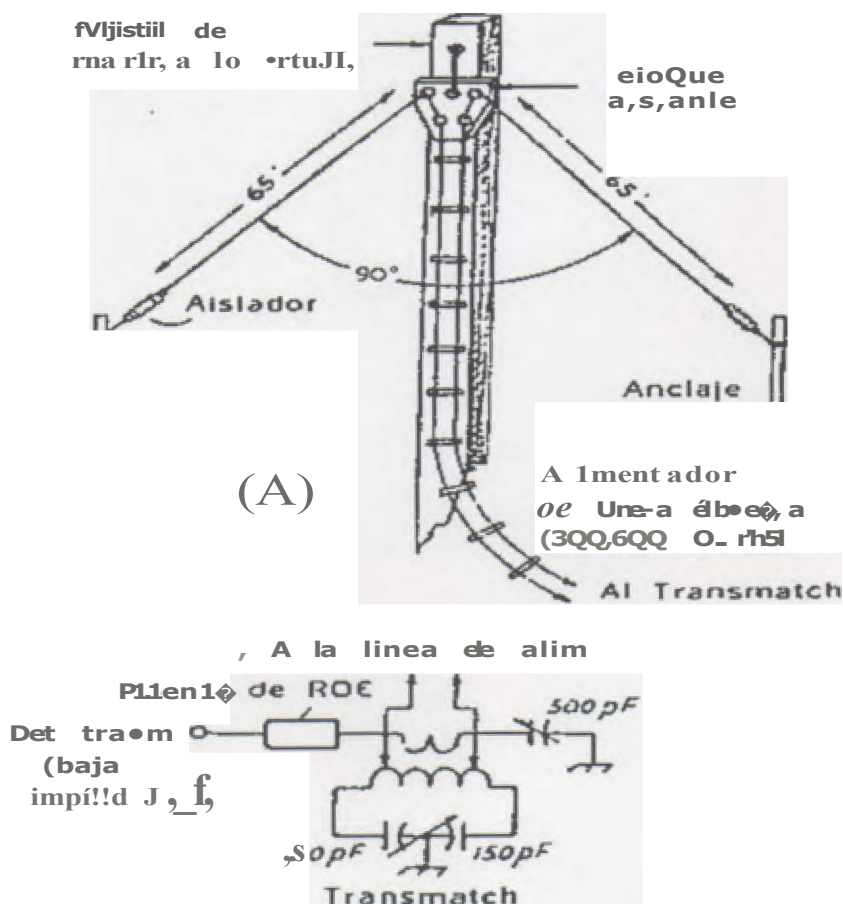
ANTENA "V INVERTIDA"

Una antena no direccional muy popular es la llamada "V invertida". Sus principales ventajas son requerir solamente un poste de soporte y presentar una característica de irradiación bastante omnidireccional en caso de estar cortada para una sola banda.

La versión multibanda de la figura siguiente es algo direccional por encima de 7 MHz pero no en sentido transversal sino longitudinal. Este fenómeno, se produce porque las ramas de la V son largas (expresadas en longitudes de onda).

Ofrece un buen compromiso entre polarización horizontal y vertical, resultando, por lo tanto útil para comunicaciones locales y a larga distancia. Por otra parte, tiene un ángulo de radiación bajo en comparación con una antena vertical de cuarto de onda con plano de tierra.

Para funcionamiento en una sola banda la V se corta del mismo largo que un dipolo común de media onda y se alimenta al centro con cable coaxial de 52 ohms. El centro (punto de alimentación) debe estar lo más elevado posible sobre el suelo, preferiblemente más de un cuarto de onda de la frecuencia de funcionamiento. El ángulo del vértice debe acercarse en lo posible a 90° , aunque en la práctica se obtendrán resultados satisfactorios con magnitudes entre 90 y 120° . Un ángulo menor de 90° provocará excesiva cancelación de la señal entre ambas ramas, lo cual debe evitarse.



Las antenas de este tipo cortadas para una sola banda y alimentadas con coaxial requerirán normalmente ciertas manipulaciones para llevarlas a resonancia. Se recomienda la fórmula del dipolo común como punto de partida, aunque como los extremos de la antena están normalmente cerca de tierra en la realidad resultará un poco más corta de lo calculado.

No puede darse la fórmula precisa debido a la variación de las propiedades del terreno en distintos lugares. También afectarán a la resonancia la altura definitiva de montaje y la proximidad de objetos a los extremos de la antena. El mejor método es conectar un puente de ROE a la línea de alimentación y cortar el alambre de los extremos hasta obtener el mínimo valor de ondas estacionarias.

ANTENAS LARGAS

Una antena se llama "larga" solamente en cuanto se la mide en términos de longitudes de onda de la frecuencia, de funcionamiento. Vale decir, que una antena no será "larga" simplemente porque esté confeccionada con un alambre de gran longitud, sino atendiendo además a la banda en que se utiliza.

Si el espacio de montaje lo permite, las antenas largas resultan útiles para trabajo de DX y cuando se las monta a cierta altura sobre el terreno presentan una considerable ganancia de potencia con respecto a un dipolo convencional. Cuando más larga sea la antena, mayor será su ganancia.

La máxima directividad se presenta en sentido longitudinal y no en sentido trasversal como podría pensarse. Una antena larga, salvo que sea terminada en el extremo remoto por su impedancia resistiva característica, es bidireccional. Un alambre largo terminado, en cambio, es unidireccional con máxima irradiación desde el extremo cargado. La antena irradia en realidad muchos lóbulos menores a distintos ángulos, tanto en sentido horizontal como en sentido vertical. Cuanto más largo es el alambre, mayores y más complejos son dichos lóbulos.

No es raro, en comunicaciones DX, que una antena de alambre largo sobrepase el funcionamiento de una direccional común, debido a que puede recibir a muchos ángulos distintos, e irradiar de la misma manera, caso que no se presenta en una antena direccional bien diseñada.

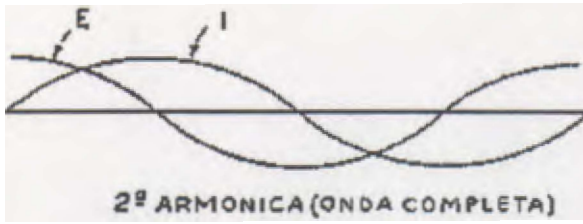
Características de un alambre largo.

Una antena resuena a la frecuencia de funcionamiento si su largo es tal que permite acomodar un número entero de ondas estacionarias de tensión y corriente; en otras palabras cuando su longitud es un múltiplo exacto de media onda de dicha frecuencia.

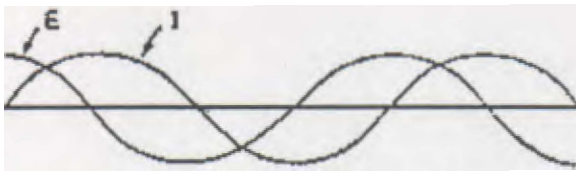
Distribución de tensión y corriente.

La figura ilustra la distribución de tensión y corriente sobre un alambre en su frecuencia fundamental (en la cual su longitud es igual a la mitad de la longitud de onda), y en sus armónicas segunda, tercera y cuarta.

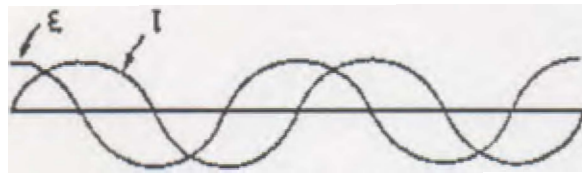
FUJICAM 1NT A I (M E C I A O N I J A 1



31 4R MONICA I J/2 O HCAS,)



4 i A.AMOIIIIC-1\ (2 ONDAI)I



Longitudes físicas.

La longitud de una antena de conductor largo no es un múltiplo exacto de la de una antena de media onda debido a que los efectos de los extremos se hacen presentes solamente en las secciones terminales de la antena; estos efectos se encuentran ausentes en las demás partes del conductor y la longitud del mismo es aproximadamente una porción equivalente de la onda en el espacio. Por lo tanto, la fórmula para calcular la longitud de una antena de conductor largo es:

$$Longitud (m) = 150 (N - 0,05) / frecuencia (MHz)$$

onde N es la cantidad de medias ondas en la antenij.

es evidente que una antena cortada en basa a media onda para una frecuencia determinada se hallará ligeramente fuera de resonancia exactamente al doble de esa frecuencia (la 2ª armónica), debido a la disminución en la influencia de los efectos de punta, toda vez que la antena tenga un largo mayor de una longitud de media onda.

Tales efectos no son muy importantes, excepto en lo que, se refiere al pequeño desequilibrio en el sistema del alimentador y en la consiguiente radiación desde la línea. Silla antena se alimenta exactamente en el centro, no se producirá desequilibrio alguno en ninguna frecuencia, pero los sistemas alimentados en un extremo, ofrecerán desequilibrio en la totalidad de las bandas, excepto para aquella frecuencia a que haya sido cortada la antena.

Por ejemplo si la frecuencia fundamental de la antena es 7 Mhz, las distribuciones de tensión y corriente serán como en A.

- A La misma antena excitada en 14 MHz tendrá una distribución del tipo ilustrado en B. En 21 Mhz, la tercera armónica de 7 MHz, la distribución corresponderá al diagrama de C; a 28 MHz en cambio, tendremos la distribución ilustrada en D.

El grado de la armónica es el número de medias longitudes de onda de la frecuencia de funcionamiento contenidas en el alambre de la antena de dicha frecuencia.

- B La polaridad de la tensión y de la corriente en cada onda estacionaria es opuesta a la polaridad de la magnitud correspondiente en la onda estacionaria adyacente. En la figura esta característica se indica dibujando las ondas estacionarias alternadamente por encima y por debajo de la recta que representa el alambre de la antena (tomada como línea de referencia cero) para indicar que la polaridad de la corriente o de la tensión se invierten en el punto en que estas magnitudes pasan por cero.

Se dice que las corrientes que fluyen en la misma dirección están en *fase*, mientras que las que fluyen en sentidos opuestos están en *oposición de fase*.

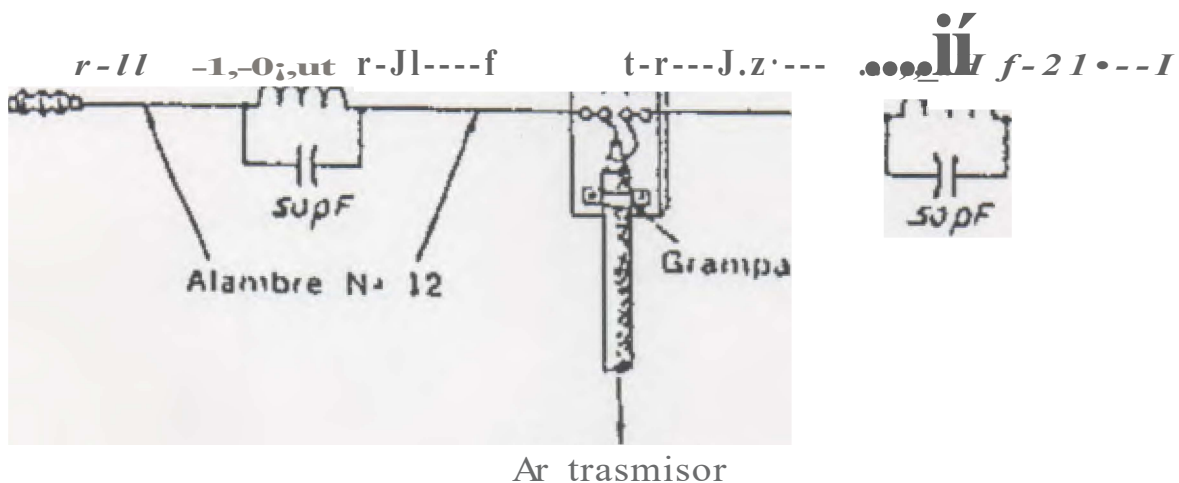
- D

ANTENA MULTIBANDA CON TRAMPAS

Uno de los sistemas de irradiación multibanda es conectar en cada rama de un dipolo trampas sintonizadas en paralelo. Si se las conecta en forma adecuada, a su frecuencia de resonancia las trampas "desconectan" el resto de la antena de la porción central. En las bandas más bajas las trampas actúan como inductores de carga, permitiendo que el dipolo tenga una longitud total menor que uno sin trampas.

Este criterio de diseño ha sido adoptado por muchos fabricantes de antenas multibanda tipo Yagui, dipolos multibanda y antenas verticales para varias bandas.

La antena del esquema puede resultar interesante para aficionados que no dispongan de espacio suficiente para un dipolo convencional de 80 metros. En caso necesario los extremos pueden inclinarse ligeramente hacia abajo para ocupar aún menos lugar, sin embargo se aconseja mantener el conjunto lo más horizontal posible.



Se alimenta con un coaxial de 52 ohms o línea balanceada de la misma impedancia. Se recomienda esta última solución o mantener el equilibrio del sistema utilizando un balun 1:1 en el punto de alimentación si se prefiere la línea coaxial.

Cada rama se construye tomando como base un aislador del tipo "huevo". Dentro del inductor hay espacio suficiente para instalar el aislador y el capacitor de la trampa. La cubierta protectora no es esencial, pero resulta útil para evitar los efectos de agua, hielo y nieve que podrían afectar el funcionamiento de la rama. Eléctricamente cada trampa es un capacitor de 50 pF en paralelo con un inductor de 10 μ H.

Los que deseen optimizar el funcionamiento de la antena para cierta porción de la banda 40 m deberán ajustar experimentalmente el número exacto de espiras para obtener resonancia en la frecuencia deseada. Similantemente pueden ajustarse las secciones terminales del dipolo para obtener mínima ROE en la sección de banda de 80 metros que más interese.

Con las dimensiones de la figura la antena funciona correctamente entre 3,5 y 30 MHz. En 80 metros la ROE mínima se produce en la mitad de la banda; en todas las demás es menor de 2 a 1, número aceptable y perfectamente adecuado para la mayoría de los transmisores modernos.

Ajuste de las trampas.

Como paso preliminar se forman las espiras de alambre N° 12 en uno de los aisladores tipo huevo procediendo de la manera habitual, pero cortando los alambres muy cerca de las retorceduras. Se coloca un capacitor en posición y se puentea con alambres cortos a través del aislador, soldándolo como para proveer una sustentación temporal. La combinación se introduce luego dentro de unas

diez espiras de bobina, soldando cada extremo de la bobina a uno de los puentes que van del capacitor al aislador.

Se procede a continuación a ajustar la frecuencia de resonancia con ayuda de un ondámetro dinámico cuyo acoplamiento con la trampa debe ser muy flojo.

Se reducirá la inductancia a razón de $\frac{1}{4}$ de vuelta por vez. Si se procede con cuidado será posible fijar la frecuencia de resonancia en el valor deseado, con un error de sólo unos pocos kilociclos.

La razón por la que se aconsejó cortar los alambres sobrantes de los lazos cerca de las retorceduras y poner el aislador dentro de la bobina es evidente. La frecuencia de resonancia de la combinación de capacitor e inductor se reduce en cerca de 25 kHz por cada centímetro de longitud de alambre de antena y baja en unos 375 kHz por efecto de las espiras de alambre formadas en torno del aislador. Este último añade 2 pF de capacitancia.

Armado.

Habiendo determinado el número exacto de espiras que debe tener la bobina se desarma la trampa y se la vuelve a armar con la longitud de alambre conveniente.

La cubierta protectora se forma fácilmente arrollando dos vueltas (más una solapa de 12 mm.) de chapa de poliestireno alrededor de dos discos de material plástico de 75 mm de diámetro. La longitud del cilindro así formado debe ser de unos 100 mm. Se aplicará entonces una muy pequeña cantidad de solvente plástico debajo del borde de la solapa y se mantendrá la junta a presión durante unos dos minutos a fin de asegurar buena adhesión. Se sacan los discos y se pega del mismo modo el borde interior de la solapa.

Se coloca entonces la trampa dentro del cilindro y se marcan los discos para hacer el agujero por donde debe pasar el alambre de antena. Después de hechos estos agujeros, se deslizan los discos sobre los alambres, se aplican pequeñas cantidades de solvente sobre sus periferias y se introducen en el cilindro. El aire penetra en el interior por los agujeros por donde pasan los alambres, lo que impide la acumulación de humedad.

CALCULO DE MAGNITUDES ELECTRICAS EN UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El objeto de este apartado es determinar los valores de corrientes, tensiones y potencias en un sistema de transmisión cuyos valores son los siguientes:

Potencia de salida del Tx (R.M.S.)= 100 vatios

Impedancia de salida del Tx = 50 ohms

R.O.E. tomada en la salida del equipo= 1,92 a 1

Sabemos que $P_{Tx} = I_{Tx} \times V_{Tx}$ donde V_{Tx} : Tx tensión eficaz en la salida del Tx (1)
 I_{Tx} : corriente eficaz en la salida del Tx

Además $P_{Tx} = \frac{V_{Tx}^2}{Z} = \frac{E^2}{Z}$ (2),

de (2) deducimos que $I_{Tx} = \frac{P_{Tx}}{Z}$ y que, $E_{Tx} = \sqrt{P_{Tx} \times Z}$

el coeficiente de reflexión en función de la R.O.E es:

$$K = \frac{ROE - 1}{ROE + 1} \quad (3)$$

$$ROE + 1$$

Por lo tanto $j_{estacionaria} = K \times I_{irradiante}$
 $P_{estacionaria} = K \times E_{incidente}$

Del producto $i_{\text{estacionaria}} \times e_{\text{estacionaria}}$ tenemos Pot reflejada
 O sea:

$$Pot_{\text{reflejada}} = i_{\text{estacionaria}} \times e_{\text{estacionaria}}$$

La potencia que irradia la antena se denomina potencia incidente y resulta:

$$Pot_{\text{Incidente}} = Potencia_{Tx} - Potencia_{\text{refleja}}$$

El valor de K para ROE 1,92 a 1 es: $K = \frac{1,92-1}{1,92+1} = 0,315$

Entonces

$$Pot_{\text{reflejada}} = e \times i = E \times I \times K^2 \quad (4)$$

$$Pot_{\text{incidente}} = E \times I \quad (5)$$

Si hacemos el cociente entre (4) y (5) tenemos

$$\frac{Pot_{\text{reflejada}}}{Pot_{\text{incidente}}} = K^2 \quad \text{por ello } Pot_{\text{reflejada}} = K^2 \times Pot_{\text{incidente}}$$

$$O \text{ sea } Pot_{\text{reflejada}} = 0,099225 \times 100 \text{ vatios} = 9,9225 \text{ vatios}$$

En el caso del cuestionario de examen se redondea el valor al 10% de la potencia incidente

Si deseamos calcular los valores eficaces de tensión y corriente transmitidos, y los estacionarios, aplicamos las fórmulas que se indican al comienzo y nos darán los siguientes valores:

$$I_{\text{Tx}} = \frac{P_{\text{Tx}}}{V_{\text{Tx}}} = 1,41 \text{ Amperes}$$

$$E_{\text{Tx}} = \sqrt{P_{\text{Tx}} \times Z_0} : 70 \text{ Volts}$$

$$\begin{aligned} \text{Por lo tanto, } i_{\text{estacionaria}} &= K \times I_{\text{incidente}} = 0,315 \times 1,41 \text{ Amper} = 0,44 \text{ Amper} \\ e_{\text{estacionaria}} &= K \times E_{\text{incidente}} = 0,315 \times 70 \text{ volts} = 22,27 \text{ Volts} \end{aligned}$$

Los valores de sobretensiones y sobrecorrientes se obtienen sumando

$$E_{\text{Tx}} + e_{\text{estacionaria}} = 92,27 \text{ Volts}$$

$$I_{\text{Tx}} + i_{\text{estacionaria}} = 1,85 \text{ Amperios}$$

DETEFIMIHACION DE ROE Y POTEMCIA DE ANTENA. 80 y 40 IMfios									
=h will ar linli:liúador ffff antena									
FRECUENCIA. RO.E.	MI&alida	CCinstante=K ROE-1/ROE+1	irfl nel	ter5001 "on1. Jt	estaciOn. tMiliOn e5lae.	nnl.rllfliciatila " " " i	incidente	>ODletanslon	sol))reinteni.
3150000	2.10	0.16	0..0	20.00	0.18	9.00	1.68	6.31	29.19
3550.00	2.10	D.3	0.42	21.21	0.15	153	1.13	7.67	26.74
3650.00	2.00	33	0.36	21.15	0.19	572	1119	15.11	se 87
3650.00	1.10	IWS	1.34	67.06	0.01	3111	0.20	88.10	70.26
3700.00	1.40	0.17	1.30	55.18	0.22	1087	2.36	82.64	1.41
37150.00	2.20	0.3B	0.71	35.36	0.27	13.28	352	21.18	1.52
00/21					ram, _1, , , , , ,	rvacuosi	nvallae]	Tvalos]	ramllliOllM1

R.O.E. • f f(Ncu1111da) • ANTENA 80 y 40 intlj os

