

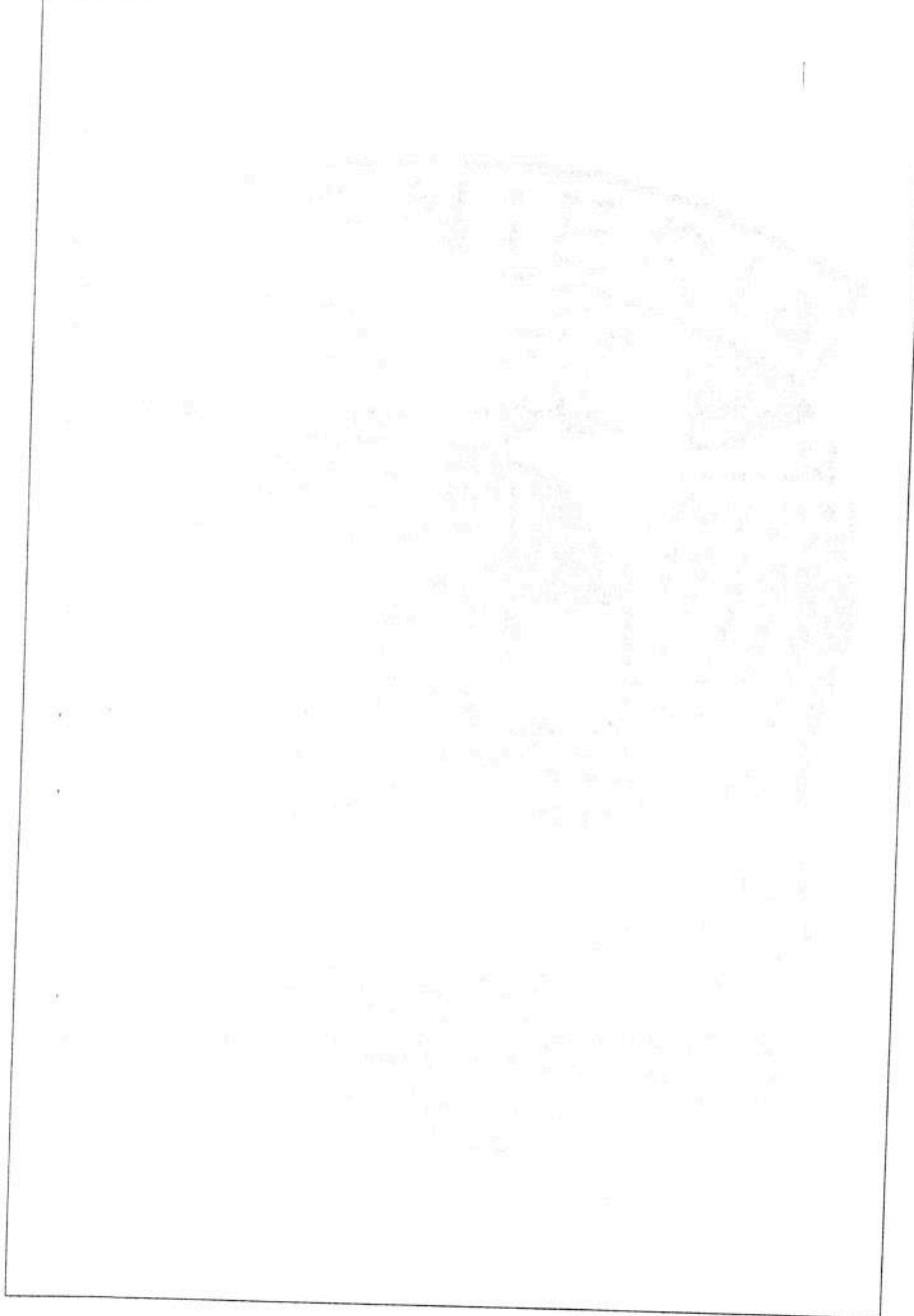
NOTAS:

**LABORATORIO DE TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA****Índice de prácticas**

	Página
<b>I. Manejo de equipo y el uso del dBm en las mediciones de laboratorio</b>	<b>7</b>
1.1 Manejo de equipo para la realización de las prácticas	
1.2 Equivalencia entre Watts y dBm	
<b>II. Ondas planas</b>	<b>11</b>
2.1 Verificar la generación de ondas electromagnéticas en el laboratorio	
2.2 Aproximación a una onda plana a partir de un frente de onda plano	
<b>III. Propiedades de las ondas electromagnéticas</b>	<b>16</b>
3.1 Determinar algunas de las propiedades que presenta una señal electromagnética	
3.2 Obstrucción a las ondas electromagnéticas con diversos materiales	
<b>IV. Fenómeno de onda estacionaria</b>	<b>19</b>
4.1 Entender el concepto de onda estacionaria	
4.2 Analizar el comportamiento de la onda estacionaria en tres cargas	
<b>V. Aplicación del fenómeno de onda estacionaria</b>	<b>25</b>
5.1 Determinar la gráfica de onda estacionaria de una carga conectada a la línea	
5.2 Conocer y manipular la carta Smith para el cálculo de parámetros	
<b>VI. Antenas elementales 1</b>	<b>29</b>
6.1 Frecuencia de operación de una antena dipolo	
6.2 Frecuencia de operación de una antena monopolo	
<b>VII. Antenas elementales 2</b>	<b>32</b>
7.1 Patrón de radiación de una antena dipolo	
7.2 Patrón de radiación de una antena monopolo.	
<b>VIII. Antenas de apertura</b>	<b>35</b>
8.1 Ángulo de apertura en una antena de corneta.	
8.2 Ángulo de apertura en una antena parabólica	

**NOTAS:**

NOTAS:



## Introducción

El presente manual se escribió para proporcionar al alumno una guía de las prácticas que se realizan en el laboratorio de Teoría Electromagnética.

El laboratorio tiene dos finalidades; una es ayudar a complementar la comprensión de la asignatura, y la otra es que se adquiera experiencia en el uso del equipo, entendiendo como tal su manejo, con las debidas precauciones para evitar daño tanto al usuario como al equipo. Es necesario señalar que este manual es un complemento de la asignatura teórica, ya que sus fundamentos se encuentran en la clase de Teoría Electromagnética y en la bibliografía recomendada en el programa de estudio, el que se incluye como último punto en el presente manual.

El desarrollo de las prácticas se lleva acabo de acuerdo al equipo existente y cada una se compone de tres puntos; el primero es un cuestionario que se recomienda solucionar antes de realizar la práctica; su fin es conocer los puntos básicos para el buen entendimiento de la misma. El segundo es el desarrollo del experimento correspondiente en el laboratorio. El último punto es donde se analizan los resultados y se llega a conclusiones.

Este trabajo se realizó tomando como base el programa de estudio de la asignatura Teoría Electromagnética, y el curso que sobre lo mismo impartió el Ing. Mario A. Ibarra Pereyra (†), a quien sólo puedo recordar con gratitud y reconocimiento por su infatigable actividad y dedicación al proceso de enseñanza. También se contó con las aportaciones adicionales de los profesores:

- Ing. Salvador Terrones Fonseca,
- Ing. Jesús Reyes García,
- Ing. Agustín Flores Rodríguez,
- Ing. Rogelio Torres Cabrera,
- Ing. Alberto López Cervantes,

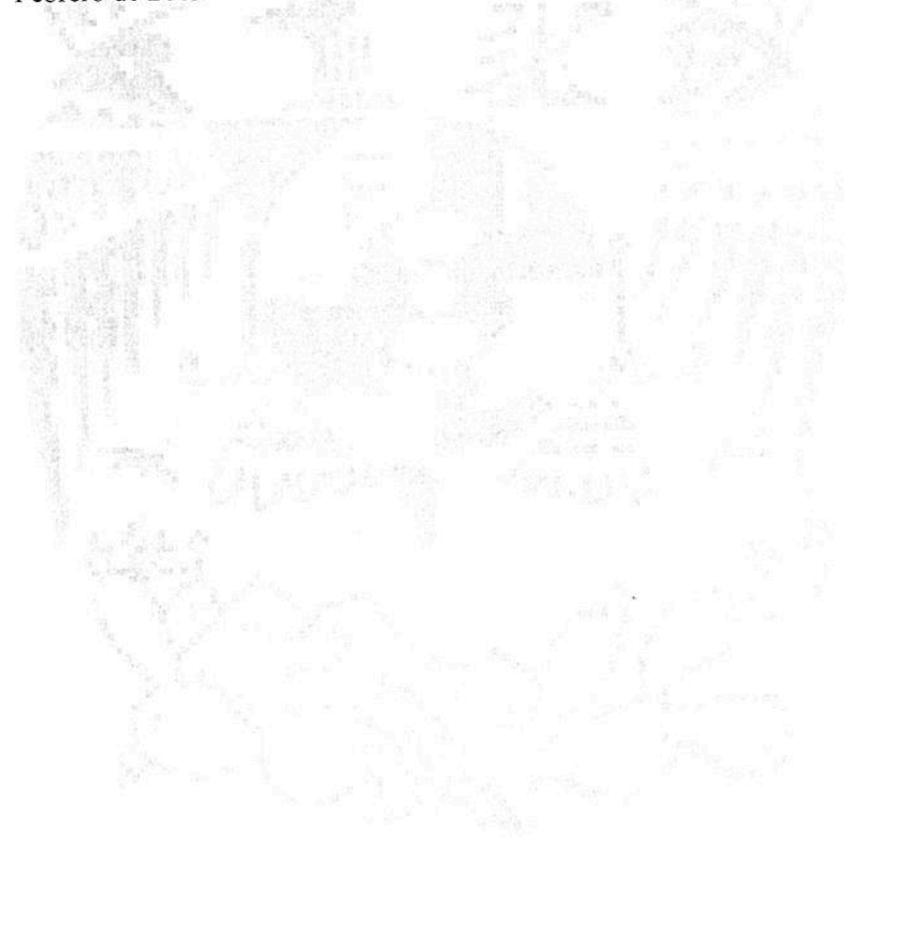
quienes de alguna forma se involucraron con este trabajo. La Ing. Margarita Bautista González apoyó en forma desinteresada en las labores de recopilación y adecuación, y el Ing. D. Federico Vargas Sandoval apoyó con una primera revisión y comentarios que mejoraron el presente manual.

Para finalizar, debe decirse que este manual representa grandes esfuerzos personales del Ing. José Luis Villedas Morales y no debe considerarse como un trabajo terminado, ya que seguramente tiene errores involuntarios y fallas, por lo que se agradece cualquier comentario que ayude a mejorarla, en el siguiente correo: [lab\\_teoria@yahoo.com.mx](mailto:lab_teoria@yahoo.com.mx).

ATENTAMENTE

ING. JOSÉ LUIS VILLEDAS MORALES.

Febrero de 2009



- R2.4)- Sobre la gráfica del patrón de radiación, determinar el ángulo de apertura de -3 dB
- R2.5)- Anote el patrón de radiación teórico y compárelo con el experimental.
- R2.6)- Comparar los valores obtenidos del ángulo de apertura de la antena de corneta y de la antena parabólica.
- R2.7)- ¿Qué aplicación le asignaría a este tipo de antenas?

**Nota:** Las graficas se pueden realizar en *matlab*, cuidando que se anote en el diagrama(s) el punto solicitado e incluyendo el programa.

**Anote sus comentarios y bibliografía utilizada (incluya la dirección de las páginas consultadas en la red).**

**NOTAS:**

**Reporte**

- R1.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R1.2)- Agregue una columna a la tabla del punto D1.4, ubique el valor de máxima potencia y réstelo a todas las lecturas de potencia, llenando con estos valores la última columna.
- R1.3)- En una hoja polar grafique el ángulo y la última columna, la que se denomina potencia normalizada.
- R1.4)- Sobre la gráfica del patrón de radiación, determinar el ángulo de apertura de -3 dB.
- R1.5)- Anote el patrón de radiación teórico y compárelo con el patrón experimental.

**Experimento 2****Patrón de radiación de una antena parabólica****Desarrollo**

- D2.1)- Habilitar la antena parabólica en el banco de microondas, utilice como elemento de alimentación la antena de corneta.
- D2.2)- Conecte a la entrada del banco el generador HP8620 A ajustar a su máxima potencia, con frecuencia de 10 GHz., la señal de salida debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz.
- D2.3)- Habilitar el equipo receptor, utilizando la base móvil de este mismo banco.
- D2.4)- Girar lentamente la antena receptora, tomando lecturas de potencia cada 5 grados, hasta completar una vuelta completa, con los valores obtenidos genere una tabla, donde una columna es el ángulo y otra es la potencia medida en el punto correspondiente.
- D2.5)- Al terminar Disminuya la potencia del generador y apague todo el equipo y guarde.

**Reporte**

- R2.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R2.2)- Agregue una columna a la tabla del punto D1.4, ubique el valor de máxima potencia y réstelo a todas las lecturas de potencia, llenando con estos valores la última columna.
- R2.3)- En una hoja polar grafique el ángulo y la última columna, la que se denomina potencia normalizada.

**Reglamento**

El laboratorio se imparte en el laboratorio de Electromagnetismo Aplicado.

Las prácticas se componen de cuestionarios previos que son puntos a investigar, y reportes de los experimentos correspondientes realizados en el laboratorio.

Los cuestionarios previos se entregarán al iniciar la práctica correspondiente y los reportes se entregarán la siguiente clase después de haber concluido la práctica. La entrega extemporánea quedará sujeta a consideración del profesor de laboratorio.

Los reportes y los cuestionarios previos deben contener la pregunta y el desarrollo de ésta, en caso de no incluir la pregunta el profesor puede desecharla en la evaluación, por no ser específico en la respuesta.

Los cuestionarios previos y reportes deberán entregarse en hojas blancas tamaño carta, escritas por un solo lado y se evaluará presentación. La primer hoja (portada o carátula) deberá contener como mínimo la siguiente información: nombre de laboratorio, nombre de la práctica y del alumno, número de práctica, grupo de laboratorio y grupo de teoría, semestre, fecha de entrega del reporte, nombre del profesor de teoría y nombre del profesor de laboratorio. En caso de faltar la portada o algún dato puede no recibirse por lo que es responsabilidad del alumno revisar que este completa y engrapada.

La ponderación de los cuestionarios previos y reportes está sujeta a consideración del profesor y queda abierta la posibilidad de que él mismo pueda solicitar más elementos (exámenes, proyectos, investigaciones etc.) con el fin de evaluar el curso. El alumno podrá solicitar al profesor de laboratorio, en tiempo y forma, la realización de algún examen que sustituya la calificación de un reporte o de la evaluación final, quedando a consideración y criterio del profesor la aceptación o rechazo a esta solicitud.

Es obligación del alumno al iniciar o terminar la práctica verificar el estado del equipo o material, en caso de falla o duda es necesario comunicárselo inmediatamente al profesor en turno.

El alumno podrá faltar a clase de laboratorio, como máximo una vez al semestre y sólo se le permitirá la entrada 5 minutos después de iniciar la clase, tres retardos generan una falta. No se permiten bebidas, comidas o fumar y se deben tener las manos limpias. Cada alumno deberá contar en clase con el manual de prácticas para este laboratorio y el material necesario.

Es responsabilidad del alumno revisar su evaluación final de laboratorio al término del semestre, acordando con su profesor la fecha de entrega de ésta (se recomienda la última semana de clase). Posterior a esta fecha no se realizará modificación alguna de la calificación.

## Práctica No. 8 Antena de Apertura

### Objetivos:

Aplicar las técnicas de prueba más sencillas para obtener el patrón de radiación de:

1. Antena de corneta.
2. Antena parabólica.

### Cuestionario previo No. 8

- P. 1- ¿Qué es una antena de apertura?
- P. 2- ¿Cómo funciona una antena de corneta
- P. 3- ¿Qué elementos forman una antena parabólica?
- P. 4- ¿Cómo se pueden clasificar las antenas parabólicas?

### Equipo y materiales requeridos:

1. Oscilador de alta frecuencia HP 8620A
2. Un banco educacional de microondas con antenas de corneta.
3. Un reflector parabólico de 30 cm. de diámetro...
4. Un alimentador de corneta.
5. Diversos cables y adaptadores.
6. Dos antenas de corneta.
7. Diodo desmodulador

### Experimento 1 Patrón de radiación de una antena de corneta

#### Desarrollo

- D1.1)- Conectar la antena de corneta al generador HP 8620
- D1.2)- Ajustar el generador HP 8620 a su máxima potencia a una frecuencia de 10 GHz., la señal de salida debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz,
- D1.3)- Habilitar el equipo receptor, utilizando como antena receptora la antena de corneta.
- D1.4)- Girar lentamente la antena receptora, tomando lecturas de potencia cada 5 grados, hasta completar una vuelta completa, con los valores obtenidos genere una tabla, donde una columna es el ángulo y otra es la potencia medida en el punto correspondiente.
- D1.5)- Al terminar disminuya la potencia del generador.

el punto D2.3 y anote en ella los valores de la diferencia entre la lectura correspondiente y la máxima lectura obtenida en las mediciones.

- R2.3)- Genera la grafica polar de ángulo VS potencia normalizada.
- R2.4)- Consignar en el reporte la gráfica teórica del patrón de radiación del dipolo
- R2.5)- Comparar las curvas experimental y teórica.
- R2.6)- Comparar los patrones de radiación teóricos de las dos antenas analizadas.
- R2.7)- ¿En qué aplicación emplearías una antena monopolio?
- R2.8)- ¿En qué servicio de comunicación utilizarías una antena dipolo?
- R2.9)- Consulta el espectro de frecuencias para la república mexicana e indica qué servicio se podría prestar con cualquiera de las dos antenas analizadas.
- R2.10)- Con la frecuencia de operación y el patrón de operación, ¿se tiene la suficiente información para poder prestar el servicio del punto anterior?, justifica tu respuesta.

**Nota:** Las gráficas se pueden realizar en *matlab*, cuidando que se anote en el diagrama(s) el punto solicitado e incluyendo el programa.

**Anote sus comentarios y bibliografía utilizada (incluya la dirección de las páginas consultadas en la red).**

**NOTAS:**

## Práctica No. 1

### Manejo de equipo y el uso del dBm en las mediciones de laboratorio

#### Objetivos:

1. Conocer el cuidado y manejo del equipo con el que se dispone en el laboratorio.
2. Conocer las ventajas que ofrece el uso de los dBm.

#### Cuestionario previo No. 1

P.1.- ¿Qué tipo de señal se puede analizar en un osciloscopio?, ¿Qué nombre recibe?

P.2.- ¿Cómo determinas los valores Vpp, Vp y Vrms en el osciloscopio?

P.3.- ¿Qué es el periodo de una señal?, ¿Qué es la frecuencia de una señal?, ¿En el osciloscopio cómo lo determinas?

P.4.- Ordena la siguiente secuencia de frecuencias, iniciando en el valor mínimo y de forma creciente, justifica la respuesta: 1Hz, 10Hz, 100Hz, 999Hz, 1KHz, 10KHz, 100KHz, 999KHz, 1MHz, 10MHz, 100MHz, 999MHz, 1GHz, 10GHz, 100GHz, 999GHz, 1THz. ¿Qué significan los prefijos: M, K, T y G?

P.5.- ¿Qué es un oscilador de alta frecuencia?

P.6.- ¿Qué unidad es la utilizada para designar potencia en el SIU?

P.7.- ¿Qué son los dB, dBm, dBw?, (incluya su ecuación)

P.8.- Transforme los siguientes valores en Watts : 0 dBm, -10 dBm, -20 dBm, -30 dBm, -100dBm

P.9.- Transforme los siguientes valores en dBm : 1 mw, 12 mw, 300mw, 3 nw, 15nw.

P.10.- ¿Qué significa calibrar un equipo?, incluya un ejemplo.

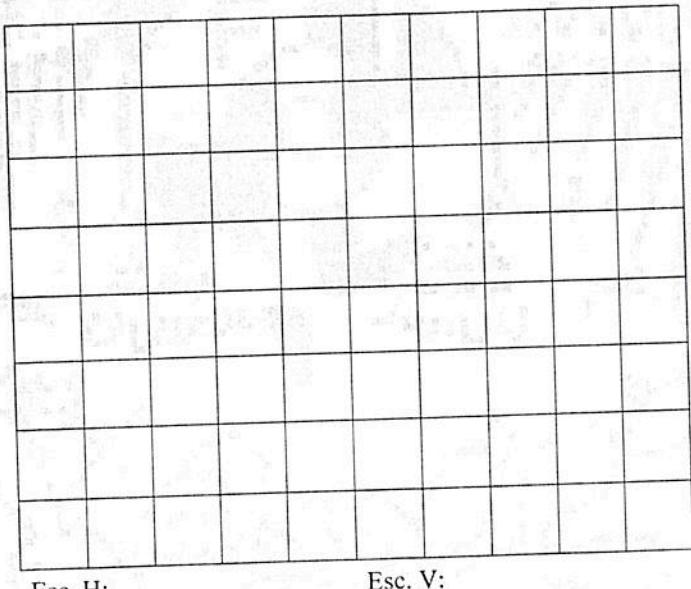
#### Equipo y materiales requeridos

1. Un Oscilador de 1 GHz (sintetizador Wavetek)
2. Un osciloscopio de 2 GHz.
3. Un medidor de SWR GR.
4. Un diodo detector (demodulador)
5. Diversos cables y conectores.

## Experimento 1 Manejo de un osciloscopio de alta frecuencia

### Desarrollo

- D1.1)- Encienda el equipo *Wavetek* e identifique con ayuda del profesor los elementos que muestra la pantalla.
- D1.2)- Ajuste el equipo Wavetek para obtener una señal con frecuencia de 1 Ghz, 0 dBm y desactivada la sección de modulación.
- D1.3)- Conecte la salida del Wavetek con el canal A del osciloscopio.
- D1.4)- Active la salida del Wavetek y ajuste para observar la señal en el osciloscopio.
- D1.5)- Anote la señal observada con todas sus características, al terminar apague el equipo.



Esc. H:

Esc. V:

### Reporte

- RI.1)- Anote el diagrama de conexiones, identificando cada uno de los elementos que lo forman.
- RI.2)- Dibuje el frente del generador, ubique las teclas utilizadas y mencione su función.

- D1.3)- Gire lentamente la antena receptora, tomando lecturas de potencia cada 10 grados, hasta completar una vuelta completa, con los valores obtenidos genere una tabla, donde una columna es el ángulo y otra es la potencia medida en el punto correspondiente.
- D1.4)- Al terminar deshabilite la salida del Wavetek

### Reporte

- R1.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R1.2)- Agregue una columna a la tabla del punto D1.3, ubique el valor de máxima potencia y réstelo a todas las lecturas de potencia, llenando con estos valores la última columna.
- R1.3)- En una hoja polar grafique el ángulo y la última columna, la que se denomina potencia normalizada.
- R1.4)- Consignar en el reporte la gráfica teórica del patrón de radiación del dipolo de media longitud de onda y compararla con la curva obtenida experimentalmente.
- R1.5)- ¿El patrón de radiación obtenido corresponde a la antena transmisora o receptora?, justifique su respuesta.

## Experimento 2 Patrón de radiación de un monopolio.

### Desarrollo

- D2.1)- Cambiar los Dipolos por antenas monopolio.
- D2.2)- Ajustar el generador de señales a la frecuencia de máxima potencia recibida obtenida en la práctica anterior y los parámetros restantes iguales a los del experimento 1.
- D2.3)- Habilite la salida del *Wavetek* y gire lentamente la antena receptora, tomando lecturas de potencia cada 10 grados, hasta completar una vuelta completa, con los valores obtenidos genere una tabla, donde una columna es el ángulo y otra es la potencia medida en el punto correspondiente
- D2.4)- Al terminar apagar y guardar el equipo y material.

### Reporte:

- R2.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R2.2)- Agregue una columna a la izquierda de las lecturas obtenidas en

## Práctica No. 7

### Antenas Elementales 2

**Objetivos:**

Aplicar las técnicas de prueba más sencillas para obtener el patrón de radiación de:

1. Antena Dipolo.
2. Antena monopolo.

**Cuestionario previo No. 6**

- P. 1- ¿Qué se entiende por reciprocidad en una antena?
- P. 2- ¿Qué es un plano de tierra en una antena?
- P. 3- ¿Es posible utilizar una antena como transmisora o receptora?, justifique su respuesta.
- P. 4- ¿Qué es el patrón de radiación en una antena?, incluye un ejemplo.
- P. 5- ¿Una antena es un elemento pasivo o activo?, justifica tu respuesta.

**Equipo y materiales requeridos**

- 1).- Un adaptador GR a BNC Hembra.
- 2).- Un Diodos detectores.
- 3).- Medidor SWR GR (medidor de potencia GR).
- 4).- Extensión de AC
- 5).- Cables coaxiales y diversos adaptadores.
- 6).- Dos antenas Dipolo
- 7).- Dos antenas monopolo.
- 8).- Generador Wavetek.

**Nota:** Se recomienda identificar cada uno de los elementos mencionados.

**Experimento 1****Patrón de radiación de un dipolo.****Desarrollo:**

- D1.1)- Ajustar el *Wavetek* a +10 dBm y la frecuencia donde se recibió la máxima potencia obtenida en la práctica anterior, la señal de salida debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz,
- D1.2)- Conectar el dipolo transmisor el *Wavetek* con los valores solicitados en el punto anterior y colocarlo en el centro de la mesa circular, además comprobar que el dipolo receptor y transmisor estén paralelos entre ellos, esta posición se le asigna el valor de cero grados. Habilite la salida del *Wavetek*.

- RI.3)- Dibuje el frente del osciloscopio, ubique los controles utilizados y mencione su función.
- RI.4)- Determine el periodo de la señal, y ubíquelo en la gráfica.
- RI.5)- Determine el Valor Vpp de la señal y anótelos en su gráfica.
- RI.6)- Determine el valor Vp de la señal y anótelos en la gráfica
- RI.7)- Determine el valor Vrms, ¿Es posible observarlo en la pantalla del osciloscopio?
- RI.8)- Determine el valor de la frecuencia de la señal, ¿Es posible observarlo en la pantalla del osciloscopio?
- RI.9)- Anote la ecuación de la señal observada.
- RI.10)- Indique qué precauciones se deben tener en el uso de un oscilador o generador de alta frecuencia y el osciloscopio.

**Experimento 2****Medidor SWR GR (medidor de nivel de potencia)****Desarrollo**

- D2.1)- Habilite el medidor SWR GR.
- D2.2)- Ajuste el equipo *Wavetek* para tener una modulación al 90% (IAM), frecuencia de 1 GHz y potencia de -6 dBm, con la salida deshabilitada.
- D2.3)- Conecte el *Wavetek* a la entrada del diodo detector y su salida al medidor SWR GR.
- D2.4)- Anote las lecturas registradas en el medidor SWR GR con los siguientes valores en el *Wavetek* en dBm: -6,-9,-12,-15,-18,-21,-24,
- D2.5)- Al terminar apague y guarde el material y equipos utilizados.

**Reporte**

- R2.1)- Anote el diagrama de conexiones, identificando cada uno de los elementos que lo forman.
- R2.2)- Dibuje el frente del medidor SWR.
- R2.3)- Anote el procedimiento para habilitar el medidor SWR GR.
- R2.4)- Que parámetro de la señal se mide con este equipo.
- R2.5)- ¿En qué escala realizo la medición?
- R2.6)- Si la lectura es de -14 dBm, ¿qué posiciones deben tener la aguja de lectura y la perilla central (perilla interior negra)?
- R2.7)- Las mediciones en el SWR GR transfórmelas a mw y con estos valores genere una tabla.

- R2.8)- Observe dos lecturas de potencia consecutivas e intente determinar qué porcentaje existe entre la primera y la segunda  
R2.9)- De los dos puntos anteriores, ¿cómo disminuye o aumenta la potencia cada tres dB?  
R2.10)- Si la potencia medida fuera positiva, negativa o cero, ¿qué implica en el cociente de la ecuación de los dBm en cada caso?

Anote sus conclusiones, comentarios y bibliografía (incluya la dirección web de la página consultada).

**NOTAS:**

- D2.1)- Analizar la tabla de datos obtenida a fin de localizar el rango de frecuencias donde se presente la máxima potencia recibida.  
D2.2)- Genere otra tabla para el rango de frecuencias obtenido en el paso anterior, con incrementos de 1 MHz  
D2.3)- Al terminar apague los equipos y guárdelos, junto con el material utilizado.

**Reporte:**

- R1.6)- Consignar el diagrama de conexiones, identificando cada elemento.  
R1.7)- Trazar separadamente las gráficas correspondientes a las dos tablas de datos obtenidas ( $f$  vs  $Prx$ ), utilizando escalas lineales. Anotar comentarios acerca de la forma de las curvas  
R1.8)- Del análisis de las gráficas obtenidas, determinar la frecuencia con mayor potencia del sistema.  
R1.9)- ¿Existe alguna relación entre la frecuencia de máxima potencia y alguna característica de las antenas?, Justifique su respuesta  
R1.10)- Compara la frecuencia de trabajo de la antena monopolo y la antena dipolo.

Anote sus comentarios y bibliografía utilizada (incluya la dirección de las páginas consultadas en la red)

**NOTAS:**

- D1.3)- Ajustar el generador de señales a 200 MHz. y +10 dBm. La señal alimentada al dipolo transmisor debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz,
- D1.4)- Gire la antena receptora hasta tener el máximo de potencia recibida (dipolos en paralelo)
- D1.5)- Genere una tabla donde una de las columnas es la frecuencia que marca el Wavetek y otra columna es la potencia recibida (medidor GR), en un rango de 200 a 500 MHz, con incrementos de 10 MHz entre lecturas consecutivas.
- D1.6)- Analizar la tabla de datos obtenida a fin de localizar el rango de frecuencias donde se presente la máxima potencia recibida.
- D1.7)- Genere otra tabla para el rango de frecuencias obtenido en el paso anterior, con incrementos de 1 MHz.
- D1.8)- Al terminar deshabilite la salida del Wavetek.
- D1.9)-

**Reporte**

- R1.1)- Consignar el diagrama de conexiones del sistema analizado, identificando cada elemento.
- R1.2)- Explicación el experimento realizado.
- R1.3)- Trazar separadamente las gráficas correspondientes a las dos tablas de datos obtenidas ( $f$  vs  $Prx$ ), utilizando escalas lineales. Anotar comentarios acerca de la forma de las curvas.
- R1.4)- Del análisis de las gráficas obtenidas, determinar la frecuencia con mayor potencia del sistema.
- R1.5)- ¿Existe alguna relación entre la frecuencia de máxima potencia y alguna característica de las antenas?, Justifique su respuesta.

**Experimento 2****Determinar la frecuencia de operación de una monopolo.****Desarrollo:**

- D2.4)- Cambie las antenas dipolo por antenas monopolo.
- D2.5)- Verifique que ambas antenas se encuentran en posición vertical.
- D2.6)- Ajuste el generador de señales a 600 MHz. y +10 dBm. La señal alimentada al dipolo transmisor debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz.
- D2.7)- Genere una tabla donde una de las columnas es la frecuencia que marca el Wavetek y otra columna es la potencia recibida (medidor GR), en un rango de 600 a 900 MHz, con incrementos de 10 MHz entre lecturas consecutivas.

**Práctica No. 2 “Ondas Planas”  
(Propagación de un frente de onda plano)****Objetivos:**

1. Verificar la generación de ondas electromagnéticas en el laboratorio.
2. Aproximación a una onda plana a partir de un frente de onda plano.

**Cuestionario Previo No. 2**

- P.1.- ¿Qué es el movimiento ondulatorio?
- P.2.- ¿Cómo se clasifican las ondas?
- P.3.- Indique las relaciones fundamentales de las ondas periódicas.
- P.4.- ¿Qué se entiende por frente de onda?, anote su clasificación
- P.5.- ¿Cómo se propagan las ondas electromagnéticas?
- P.6.- ¿Mencione la diferencia entre los dos campos involucrados en las ondas electromagnéticas?
- P.7.- ¿Indique la diferencia entre radiación y propagación?
- P.8.- ¿Por qué se denominan “ecuaciones de Maxwell” y no “Leyes de Maxwell”?
- P.9.- Anote las ecuaciones de Maxwell en forma diferencial e indique qué nos representa cada letra, además en sus propias palabras mencione que nos representa cada ecuación
- P.10.- Anote la forma que se obtiene la ecuación de la onda plana a partir de las ecuaciones de Maxwell, realizando las consideraciones pertinentes. ¿Por qué es importante el estudio de este tipo de ondas?

**Equipo y materiales requeridos**

1. Generador de barrido HP 8620-A (oscilador de alta frecuencia).
2. Base con antena piramidal de madera o antena parabólica de offset para banda Ku o X.
3. Diversos cables y adaptadores.
4. LNB para banda Ku.
5. Spliter de 2 salidas.
6. Fuente de poder variable a 20 volts.
7. Osciloscopio de 2 GHz.
8. Antena piramidal, con adaptador N a guía de onda y diodo detector
9. Medidor SWR GR (medidor de potencia GR).
10. Marco de madera y 2 mesas.

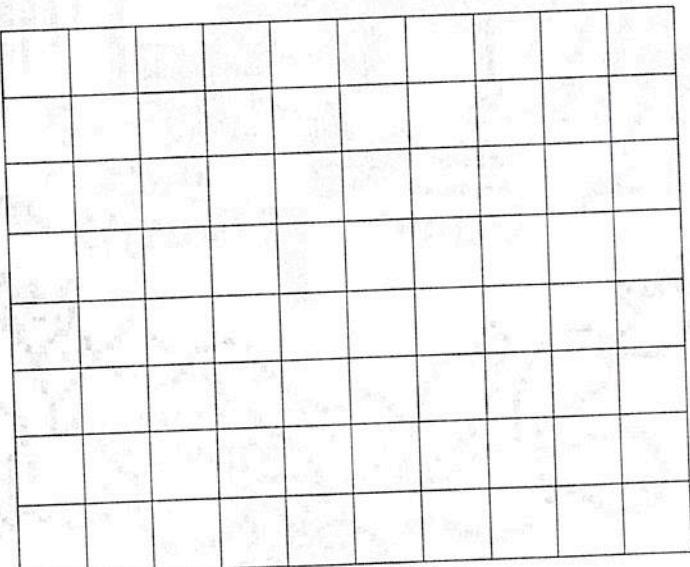
**Nota:** se recomienda identificar cada uno de los elementos mencionados.

## Experimento 1

### Observar de forma indirecta una señal electromagnética.

**Desarrollo**

- D1.1)- Habilite la fuente de ondas electromagnéticas, para generar una señal de 10 GHZ a su máxima potencia sin modulación.
- D1.2)- Habilite el sistema de detección para observar la señal en el osciloscopio, utilizando el LNB.
- D1.3)- Separe 4 m la antena de la fuente y la entrada del LNB cuidando que ambas antenas se encuentren orientadas. Ajuste los controles del osciloscopio para observar la señal en el LNB; en caso de que la señal observada tenga distorsión, disminuya la potencia de la fuente, hasta que desaparezca.
- D1.4)- Anote la señal del osciloscopio con todas sus características.
- D1.5)- Al terminar disminuya al mínimo la potencia de la fuente y apague y desarrene el equipo de detección.



Esc. H:

Esc. V:

## Práctica No. 6

### Antenas Elementales 1

**Objetivos:**

Aplicar las técnicas de prueba más sencillas para obtener la frecuencia de operación de:

1. Antena Dipolo.
2. Antena monopolo.

**Cuestionario previo No. 6**

P.1- Describe que es una antena.

P.2- ¿Cómo se clasifican las antenas?

P.3- ¿Por qué son necesarias las antenas?, justifica tu respuesta

P.4- ¿Qué es una antena Dipolo?, ¿Cuál es su principio de funcionamiento?

P.5- ¿Qué es una antena Monopolio?, ¿Cuál es su principio de funcionamiento?

**Equipo y materiales requeridos**

- 1).- Un adaptador GR a BNC Hembra.
- 2).- Un Diodos detectores.
- 3).- Medidor SWR GR (medidor de potencia GR).
- 4).- Extensión de AC
- 5).- Cables coaxiales y diversos adaptadores.
- 6).- Dos antenas Dipolo.
- 7).- Dos antenas monopolo.
- 8).- Generador Wavetek.

**Nota:** se recomienda identificar cada uno de los elementos mencionados.

## Experimento 1

### Determinar la frecuencia de operación de una antena dipolo.

**Desarrollo:**

- D1.1)- Coloque en el poste central de la mesa circular una antena dipolo y aliméntela con el generador Wavetek (antena transmisora).
- D1.2)- En el extremo de la tabla que gira coloque la antena receptora, conectada al medidor GR (con el diodo demodulador).

- R.3)- Genere la gráfica distancia Vs Voltaje del la tabla del punto D1.7. ¿Qué tipo de curva se obtuvo?
- R.4)- Obtenga la gráfica de onda estacionaria a lo largo de un cable coaxial ranurado, (punto D1.8), considere una longitud de 70 cm.
- R.5)- De la gráfica de onda estacionaria obtenga: longitud de onda, frecuencia, velocidad de propagación y VSWR.
- R.6)- Determine el valor de la impedancia de la carga (utilice la carta Smith e incluya los cálculos y trazos realizados).
- R.7)- Anote en una tabla los valores de carga obtenidos, con el multímetro, con el código de colores y con la carta Smith.
- R.8)- De los anteriores valores, indique qué valor es el correcto para la carga incógnita, justificando su respuesta.
- R.9)- Obtenga el valor de la impedancia del generador, incluya todos sus cálculos y trazos.
- R.10)- Para otra frecuencia de trabajo, ¿Se afectara el valor de la carga calculado?, Justifique su respuesta

Anote sus conclusiones, comentarios y bibliografía (incluya páginas consultadas en la red)

NOTAS:

### Reporte

- R1.1)- Anote el diagrama de conexiones de la fuente y del sistema de monitoreo, identificando cada uno de los elementos que lo forman.
- R1.2)- ¿Qué es el LNB?, ¿cuál fue su utilidad?
- R1.3)- Indique en el oscilograma, T, f, Vpp y forma de onda.
- R1.4)- ¿La frecuencia de la señal observada corresponde con la señal viajera?, justifique la respuesta.
- R1.5)- Determine el valor de escalamiento de la señal observada en el oscilloscopio
- R1.6)- Anote la ecuación de la señal observada.
- R1.7)- ¿La señal observada es del tipo armónico?, Justifique la respuesta.
- R1.8)- ¿Cómo se puede demostrar experimentalmente que la señal observada es la generada por la fuente?
- R1.9)- ¿Es posible generar ondas electromagnéticas?, indique un procedimiento.
- R1.10)- ¿Es posible clasificar la onda observada en función de la dirección de la perturbación?, justifique la respuesta.

### Experimento 2

Aproximación a una onda plana a partir de un frente de onda plano, en una región acotada.

### Desarrollo

- D2.1)- Habilite el medidor SWR GR.
- D2.2)- Active el sistema de medición utilizando el medidor SWR GR.
- D2.3)- Separe la antena de la fuente de la del equipo de monitoreo 4 m. y ajuste hasta tener lectura.
- D2.4)- Coloque el marco de madera sobre una mesa móvil y manteniendo la distancia, mida la potencia en las regiones indicadas por la siguiente figura:

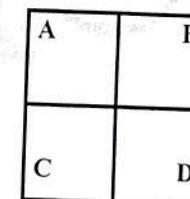
Potencia medida

A= \_\_\_\_\_

B= \_\_\_\_\_

C= \_\_\_\_\_

D= \_\_\_\_\_



D2.5)- Con base en el punto anterior, modifique la posición de la fuente hasta tener una potencia uniforme dentro del marco, anote los valores en las mismas regiones como muestra la figura siguiente:

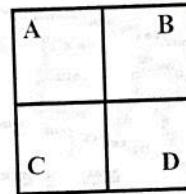
Potencia medida

A= \_\_\_\_\_

B= \_\_\_\_\_

C= \_\_\_\_\_

D= \_\_\_\_\_



D2.6)- Recorra la mesa con el marco 6m y sólo en caso de ser necesario oriente para obtener una potencia uniforme dentro del marco; anote los valores en las mismas regiones como muestra la figura.

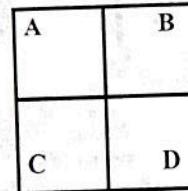
Potencia medida

A= \_\_\_\_\_

B= \_\_\_\_\_

C= \_\_\_\_\_

D= \_\_\_\_\_



D2.7)- Al terminar apague y guarde el equipo.

**Reporte**

R2.1)- Anote el diagrama de conexiones bajo estudio, identificando cada elemento.

R2.2)- Con base en los puntos D2.5 y D2.6, indique las características de una onda plana, mencione el parámetro que faltó verificar para asegurar lo anterior.

R2.3)- ¿Qué características debe cumplir una onda no plana?

R2.4)- ¿Qué es una onda?

R2.5)- Menciona un ejemplo de onda no plana, justifica la respuesta.

R2.6)- ¿Qué medio es el utilizado para que se transporten las ondas electromagnéticas?

D.5)- Ajuste los controles en el osciloscopio para poder observar la señal en el cable coaxial.

D.6)- Deslice la sonda a lo largo de la línea y observe qué sucede con el oscilograma.

D.7)- Identifique dos puntos consecutivos de mínima lectura y divida en 10 segmentos de igual longitud la distancia que los separa, anote las lecturas en la tabla inferior, incluya en valor de voltaje máximo y tome como punto de distancia cero el extremo libre de la carga.

Puntos	1 Vmín	2	3	4	5	Vmáx	6	7	8	9	10 Vmín
Distancia (cm)											
Voltaje (mV)											

D.8)- Deslice la sonda suavemente a todo lo largo de la línea e identifique en ella la posición con puntos de máximo y mínimo voltaje, anote los valores solicitados en la tabla inferior, tome como inicio de la distancia el extremo libre de la carga.

Línea cargada con Zca, T=		
Puntos característicos	Voltaje (Vpp)	Distancia (cm)
1 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
2 <sup>do</sup> mínimo de voltaje		
3 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
1 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
2 <sup>do</sup> máximo de voltaje		
3 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
Promedio de voltaje mínimo		
Promedio de voltaje máximo		

D.9)- Al terminar regrese la sonda a la posición inicial y apague y guarde todo el material y equipo utilizado.

**Reporte:**

R.1)- Anota el diagrama del sistema bajo estudio.

R.2)- ¿Qué sucede con la señal al deslizarse la sonda?, ¿A qué atribuyes este comportamiento? (punto D1.6). ¿Qué sucede con los mínimos de voltaje?, Justifica tu respuesta.

### Equipo y materiales requeridos

- 1).- Generador de barrido GR 1362 (UHF Oscillator).
- 2).- Línea ranurada marca GR
- 3).- Diversos cables y adaptadores.
- 4).- Osciloscopio de alta frecuencia.
- 5).- Puntas activas.
- 6).- Carga desconocida.
- 7).- Multímetro con puntas.

### Recomendaciones

- Colocar en modo Standby el generador GRC antes de modificar cualquier conexión o cambiar la carga.
- Al colocar cualquier adaptador o conector a la sonda de la línea ranurada, cuidar que esta se encuentre en uno de los extremos y evitar utilizar la sección ranurada como apoyo.
- Tome como inicio de línea o referencia de 0 cm. al punto donde se ubicaba el extremo libre de la carga y todas las lecturas de distancia son respecto a esta referencia.

### Experimento

Obtener la impedancia de la carga a la frecuencia de trabajo, utilizando el diagrama de onda estacionaria y la carta Smith

### Desarrollo

- D.1)- Determine el valor de la impedancia proporcionada con el multímetro.
- D.2)- Tomando como referencia los valores de la cinta métrica en la línea ranurada, conecte al inicio la carga con valor desconocido y al final el Oscilador GR, auxiliándose para este fin del cable coaxial con conectores GR. Conecte el oscilador GR al tomacorriente y verifique que el interruptor izquierdo se ubique en la posición stand-by y posteriormente active el equipo (interruptor en power).
- D.3)- Ubique la sonda de la línea ranurada en el extremo izquierdo y conecte en ella el osciloscopio, utilizando las puntas activas para este fin.
- D.4)- Active el osciloscopio y conecte el eliminador de las puntas activas al tomacorriente. Ubique la perilla central del oscilador GR en 800 MHz y coloque el interruptor izquierdo en HV ON.

- R2.7)- ¿Qué entiendes por “campo”?
- R2.8)- Incluye tres ejemplos de campos
- R2.9)- ¿A qué se atribuye que tardaron tanto en ser estudiadas las ondas electromagnéticas?
- R2.10)- ¿Es posible generar ondas planas?, justifica la respuesta

Anote sus conclusiones, comentarios y bibliografía (incluya dirección de páginas consultadas en la red).

### NOTAS:

### Práctica No. 3

#### Propiedades de las ondas electromagnéticas

**Objetivos:**

1. Determinar algunas de las propiedades que presenta una señal electromagnética.
2. Obstrucción a las señales electromagnéticas con diversos materiales.

**Cuestionario Previo No. 2**

- P.1.- Describe las siguientes propiedades en los fenómenos que se comportan como ondas:
- a) Superposición e interferencia
  - b) Refracción.
  - c) Difracción
  - d) Polarización
  - e) Dispersión
  - f) Absorción
- P.2.- ¿Cómo podrías asegurar que las señales electromagnéticas se comportan como ondas?
- P.3.- ¿Qué es una guía de onda?, ¿Cuál es su función?
- P.4.- Menciona unos ejemplos de guía de onda.
- P.5.- ¿Qué ocurre con la señal electromagnética cuando no está confinada en una guía de onda?

**Equipo y materiales requeridos**

- 1).- Generador de barrido HP 8620-A (oscilador de alta frecuencia).
- 2).- Banco de microondas.
- 3).- Diversos cables y adaptadores.
- 4).- Antena monopolo con diodo detector integrado, con su base.
- 5).- Antena de corneta tipo piramidal.
- 6).- Un adaptador N a guía de onda
- 7).- Dos adaptador GR a BNC Hembra.
- 8).- Dos Diodos detectores.
- 9).- Dos medidores SWR GR (medidor de potencia GR).
- 10).- Diversas hojas de materiales.

**Nota** se recomienda identificar cada uno de los elementos mencionados.

### Práctica No. 5

#### Aplicación del fenómeno de onda estacionaria

**Objetivos:**

1. Utilizar la gráfica de onda estacionaria para determinar el valor de la carga conectada a la línea.
2. Conocer y manipular la carta Smith para el cálculo de parámetros.

**Cuestionario previo No. 4**

- P.1- ¿Existe diferencia entre SWR y VSWR?, justifique su respuesta.
- P.2- ¿Qué es la impedancia?, ¿Cómo se determina?, proporcione algunos ejemplos.
- P.3- ¿Qué unidades tiene una impedancia?
- P.4- En una impedancia, ¿por qué presenta una parte real y una imaginaria? Si tienen las mismas unidades, ¿por qué se manejan como números complejos?
- P.5- ¿Qué es la carta de Smith? (véase líneas de transmisión).
- P.6- En una carta Smith, ¿Qué representa las circunferencias completas?
- P.7- En la carta Smith, ¿Qué nos representa los segmentos de circunferencia?
- P.8- ¿Cuándo se aplica el concepto de impedancia normalizada? ¿Cómo se determina?
- P.9- La carta Smith, tiene una circunferencia que representa las longitudes de onda. Indica dónde se ubica. ¿Qué valor se toma cuando se ha recorrido una vuelta completa? ¿Qué valor se toma cuando se recorren dos vueltas completas?
- P.10- Ubique los siguientes puntos en una carta Smith.
- a)  $Z1 = 1-j1$
  - b)  $Z2 = 0.5+j0.6$
  - c)  $Z3 = 1+j2.15$

**Material que el alumno necesita traer para realizar la práctica**

- Un compás.
- Una calculadora.
- Regla, lápiz.
- Tres cartas Smith.

- R3.6)- Comparando el voltaje máximo pico de los dos primeros experimentos con el obtenido en el punto D3.4, ¿qué sucede?
- R3.7)- ¿Qué valor de voltaje es el generado por el generador?
- R3.8)- ¿Existe onda reflejada en el cable coaxial que conecta la línea ranurada con el generador?, Justifique su respuesta.
- R3.9)- ¿Qué consecuencias puede traer para el generador el hecho de tener conectada una carga igual a  $Z_0$ ?
- R3.10)- ¿Por qué fue necesario utilizar las puntas activas?

**Anote sus conclusiones, comentarios y bibliografía (incluya páginas consultadas en la red).**

**NOTAS:**

### Experimento 1

Deducir si la señal electromagnética presenta comportamiento de fenómeno ondulatorio.

### Desarrollo

- DI.1)- Habilite la fuente de ondas electromagnéticas, para generar una señal de 10 GHZ a su máxima potencia, para este fin utilice el banco de microondas y el generador HP 8620A.
- DI.2)- Habilite el sistema de detección, utilizando la antena monopolo y un medidor de SWR GR.
- DI.3)- Separe la antena monopolo de la antena del banco aproximadamente 20 cm., cuidando que el medidor SWR no se sature, anote la potencia detectada.
- DI.4)- Obstruya completamente la boca de la antena de la fuente con algún material reflejante o hoja de metal y lentamente desplacela sobre la boca de la antena del banco de microondas, hasta llegar a la punta de la antena monopolo, cada 5 mm tomar lecturas de potencia.
- DI.5)- Habilite otro equipo de detección, con auxilio del medidor SWR y la antena de corneta.
- DI.6)- Proponga un experimento con el material y equipo existente para demostrar que la señal electromagnética al incidir en algún metal se refleja.
- DI.7)- Diseñe otro experimento para verificar que la señal electromagnética puede ser absorbida por al incidir en un medio apropiado.
- DI.8)- Separe 20 cm aproximadamente la fuente y la antena monopolo y verifique que la aguja indicadora de la junta giratoria del banco de microondas este en 0 grados, gire lentamente la junta y realice mediciones de potencia cada 5 grados, hasta completar una vuelta, anote estos valores en una tabla.
- DI.9)- Coloque la antena de la fuente en 0 grados y gire la antena monopolo a 0 y 180 grados y en ambos casos anote la potencia.

### Reporte

- RI.1)- Anote el diagrama de conexiones de la fuente y del sistema de detección, identificando cada elemento.
- RI.2)- Con base en el punto D1.4, si la señal electromagnética viaja en línea recta, ¿debería existir señal en el osciloscopio?, ¿a qué atribuyes la potencia detectada?, ¿qué propiedad está presentando la señal?

- RI.3)- Explique el experimento propuesto para el punto D1.6 y mencione si se cumplió lo solicitado.
- RI.4)- Lo mismo del punto anterior con D1.7
- RI.5)- Del punto D1.8 grafique los valores de ángulo Vs. potencia e indique en dónde se ubica la potencia máxima.
- RI.6)- Con base en los dos puntos anteriores, ¿qué entiendes por polarización?
- RI.7)- Todas las propiedades observadas, ¿a qué tipo de fenómeno corresponde?, justifique.

## Experimento 2

### Realizar una clasificación básica del comportamiento de diferentes materiales al incidir en ellos señales electromagnéticas

#### Desarrollo

- D2.1)- Coloque ambos medidores de SWR de manera en que pueda intercalar entre ellos una hoja de material y pueda detectar la señal transmitida y la señal reflejada.
- D2.2)- Coloque las diferentes hojas de material proporcionada en el laboratorio y anote la potencia transmitida, como la potencia reflejada y anote estos valores en una tabla.
- D2.3)- Al terminar apague y guarde el material y equipos utilizados.

#### Reporte

- R2.1)- Anote el diagrama de conexiones, identificando cada uno de los elementos que lo forman.
- R2.2)- En base a la tabla del punto D2.2, proponga una clasificación de los diversos materiales.
- R2.3)- ¿Qué usos le podrías dar a los diferentes materiales, a partir de su comportamiento con las señales electromagnéticas?

Anote sus conclusiones, comentarios y bibliografía (incluya páginas consultadas en la red)

#### Reporte

- R3.1)- Anote el diagrama de conexiones del sistema bajo estudio.
- R3.2)- ¿Qué sucede con la señal al deslizarse la sonda?, ¿A qué atribuyes este comportamiento? (punto D2.3).
- R3.3)- Genere la gráfica distancia Vs Voltaje del la tabla del punto D2.4. ¿La curva es parecida a la obtenida en Zca?
- R3.4)- Obtenga la gráfica de onda estacionaria a lo largo de un cable coaxial ranurado, que tiene conectada una carga igual terminado en Zca, (punto D2.5), considere una longitud de 70 cm.
- R3.5)- Obtenga la longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación.
- R3.6)- ¿Qué diferencias o similitudes encuentras entre las gráficas de onda estacionaria de Zcc y Zca?

## Experimento 3

### Obtener la onda estacionaria en un cable coaxial terminado en Zo.

#### Desarrollo

- D3.1)- Siguiendo las recomendaciones al inicio de la práctica, coloque Zo al inicio de la línea ranurada.
- D3.2)- Con la misma configuración del experimento anterior, coloque la sonda en el extremo izquierdo de la línea ranurada y ubique el interruptor del oscilador GR en HV ON.
- D3.3)- Deslice la sonda a lo largo de la línea y observe qué sucede con el oscilograma.
- D3.4)- Anote el valor del voltaje pico y el periodo de la señal en cualquier punto.
- D3.5)- Al terminar apague y guarde el material y equipos utilizados.

#### Reporte:

- R3.1)- Anote el diagrama del sistema bajo estudio.
- R3.2)- ¿Qué sucede con la señal al deslizarse la sonda?
- R3.3)- ¿Que sucede con los máximos y mínimos de voltaje a todo lo largo de la línea?
- R3.4)- Obtenga la gráfica de onda estacionaria a lo largo de un cable coaxial ranurado, que tiene conectada una carga terminada en Zo, considere una longitud de 70 cm.
- R3.5)- Obtenga la longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación, anote la forma en que los determinó.

**Experimento 2**

Obtener la onda estacionaria en un cable coaxial terminado en corto circuito.

**Desarrollo:**

- D2.1)- Siguiendo las recomendaciones al inicio de la práctica, coloque Z<sub>cc</sub> al inicio de la línea ranurada.
- D2.2)- Con la misma configuración del experimento anterior, coloque la sonda en el extremo izquierdo de la línea ranurada y ubique el interruptor del oscilador GR en HV ON.
- D2.3)- Deslice la sonda a lo largo de la línea y observe que sucede con el oscilograma.
- D2.4)- Identifique dos puntos consecutivos de mínima lectura y divida en 10 segmentos de igual longitud la distancia que los separa, anote las lecturas en la tabla inferior, incluya en valor de voltaje máximo y tome como punto de distancia cero el extremo libre de la carga.

Puntos	1 V <sub>min</sub>	2	3	4	5	V <sub>máx</sub>	6	7	8	9	10 V <sub>min</sub>
Distancia (cm)											
Voltaje (mV)											

- D2.5)- Deslice la sonda suavemente a todo lo largo de la línea e identifique en ella la posición con puntos de máximo y mínimo voltaje, anote los valores solicitados en la tabla inferior, tome como inicio de la distancia el extremo libre de la carga.

Línea cargada con Z <sub>ca</sub> , T=		
Puntos característicos	Voltaje (V <sub>pp</sub> )	Distancia (cm)
1 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
2 <sup>do</sup> mínimo de voltaje		
3 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
1 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
2 <sup>do</sup> máximo de voltaje		
3 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
Promedio de voltaje mínimo		
Promedio de voltaje máximo		

- D2.6)- Al terminar regrese el interruptor del oscilador GR a la posición Stand By.

## Práctica No. 4

### Fenómeno de onda estacionaria

**Objetivos:**

1. Entender el concepto de onda estacionaria.
2. Analizar el comportamiento de la onda estacionaria para tres diferentes cargas.
3. Conocer el uso y cuidados que se deben seguir con el equipo que se dispone en laboratorio.

**Cuestionario Previo No. 4**

- P.1- ¿Qué es una línea de transmisión?
- P.2- Menciona algunos ejemplos de líneas de transmisión.
- P.3- Indica como está formado un cable coaxial.
- P.4- ¿Qué es una onda estacionaria y cómo se origina?,
- P.5- ¿Qué consecuencias se tiene en el equipo al presentarse la onda reflejada?
- P.6- ¿En qué condiciones la onda reflejada adquiere su máximo y mínimo valor?
- P.7- ¿Qué es el VSWR y qué nos representa?
- P.8- ¿Qué es una línea ranurada?, ¿Qué función tiene?
- P.9- ¿Qué son las puntas activas? (véase accesorios de osciloscopio)
- P.10- ¿Qué valor tienen las cargas con impedancia Z<sub>cc</sub>, Z<sub>ca</sub> y Z<sub>o</sub>? , ¿Qué significan estas abreviaturas?

**Equipo y materiales requeridos**

- 1).- Generador de barrido GR 1362 (UHF Oscillator).
- 2).- Línea ranurada marca GR
- 3).- Diversos cables y adaptadores.
- 4).- Osciloscopio de alta frecuencia.
- 5).- Puntas activas.
- 6).- Diversas cargas (Z<sub>cc</sub>, Z<sub>ca</sub>, Z<sub>o</sub>)
- 7).- Multímetro con puntas.

**Recomendaciones**

- Colocar en modo Standby el generador GRC antes de modificar cualquier conexión o cambiar la carga.
- Al colocar cualquier adaptador o conector a la sonda de la línea ranurada, cuidar que ésta se encuentre en uno de los extremos y evitar utilizar la sección ranurada como apoyo.

➤ Tome como inicio de línea o referencia de 0 cm. el punto donde se ubique el extremo libre de la carga, todas las lecturas de distancia son respecto a esta referencia, para todos los experimentos.

**Experimento 1**

**Obtener la onda estacionaria en un cable coaxial terminado en circuito abierto.**

**Desarrollo**

- DI.1)- Ubique las cargas proporcionadas y con auxilio del multímetro determine el valor de la impedancia en cada una de ellas
- DI.2)- Tomando como referencia los valores de la cinta métrica en la línea ranurada, conecte al inicio la carga con valor Zca y al final el Oscilador GR, auxiliándose para este fin del cable coaxial con conectores GR. Conecte el oscilador GR al tomacorriente y verifique que el interruptor izquierdo se ubique en la posición stand-by y posteriormente active el equipo ( interruptor en power)
- DI.3)- Ubique la sonda de la línea ranurada en el extremo izquierdo y conecte en ella el oscilloscopio, utilizando las puntas activas para este fin.
- DI.4)- Active el oscilloscopio y conecte el eliminador de las puntas activas al tomacorriente, ubique la perilla central del oscilador GR en 800 MHz y coloque el interruptor izquierdo en HV ON.
- DI.5)- Ajuste los controles en el oscilloscopio para poder observar la señal en el cable coaxial.
- DI.6)- Deslice la sonda a lo largo de la línea y observe qué sucede con el oscilograma.
- DI.7)- Identifique dos puntos consecutivos de mínima lectura y divida en 10 segmentos de igual longitud la distancia que los separa, anote las lecturas en la tabla inferior, incluya en valor de voltaje máximo y tome como punto de distancia cero el extremo libre de la carga.

Puntos	1 Vmín	2	3	4	5	Vmáx	6	7	8	9	10 Vmín
Distancia (cm)											
Voltaje (mV)											

- DI.8)- Deslice la sonda suavemente a todo lo largo de la linea e identifique en ella la posición con puntos de máximo y mínimo voltaje; anote los valores solicitados en la tabla inferior, tome como inicio de la distancia el extremo libre de la carga.

Línea cargada con Zca, T=		
Puntos característicos	Voltaje (Vpp)	Distancia (cm)
1 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
2 <sup>do</sup> mínimo de voltaje		
3 <sup>er</sup> mínimo de voltaje		
1 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
2 <sup>do</sup> máximo de voltaje		
3 <sup>er</sup> máximo de voltaje		
Promedio de voltaje mínimo		
Promedio de voltaje máximo		

- DI.9)- Al terminar, regrese el interruptor del oscilador GR a la posición Stand By.

**Reporte:**

- R.1)- Genere una tabla con el código de las cargas, su valor de impedancia y clasifíquela en Zcc, Zca y Zo
- R.2)- Anota el diagrama del sistema bajo estudio.
- R.3)- ¿Qué sucede con la señal al deslizarse la sonda?, ¿A qué atribuyes este comportamiento? (punto D1.6)
- R.4)- ¿A qué atribuyes los mínimos o máximos de voltaje?, justifica tu respuesta.
- R.5)- Genere la grafica distancia Vs Voltaje del la tabla del punto D1.7. ¿Qué tipo de curva se obtuvo?
- R.6)- Obtenga la grafica de onda estacionaria a lo largo de un cable coaxial ranurado, que tiene conectada una carga igual terminado en Zca, (punto D1.8), considere una longitud de 70 cm.
- R.7)- De la grafica de onda estacionaria obtenga la longitud de onda, ¿Cómo lo determino?
- R.8)- Indique qué frecuencia tiene la señal del generador y la velocidad de propagación de la señal dentro de la línea.
- R.9)- ¿Existe onda reflejada en el cable coaxial que conecta la línea ranurada con el generador?, Justifique su respuesta.
- R.10)- ¿Qué consecuencias puede traer para el generador el hecho de que exista en la línea onda reflejada?