

NOTAS:

**LABORATORIO DE ANTENAS****Índice de prácticas**

	Página
1. Dipolo de media onda	5
2. Antena monopolo con plano de tierra	9
3. Antena YAGI-UDA de 7 elementos	12
4. Valores intrínsecos de una antena	17
5. Antenas Modificadas	21
6. Arreglos de fase	26
7. Antenas de microondas	30
8. Receptor de TV de satélite	36
9. La antena de Fresnel	38
10. Proyecto Individual	43
Apéndice A Procedimiento general para el uso del analizador de redes de radio frecuencia modelo HP 8753C	46



NOTAS:



NOTAS:

Reconocimientos

Este trabajo se realizó adoptando como base la valiosa obra académica de semestres anteriores sobre este tema , del Prof. Mario Alfredo Ibarra Pereyra (†), y con las aportaciones adicionales de los profesores:

Ing. Salvador Terrones Fonseca

Ing. Agustín Flores Rodríguez

Ing. José Alberto López Cervantes

Ing. Francisco Emmanuel Casillas Salazar

quienes de manera desinteresada proporcionaron su punto de vista y ayudaron a mejorar el presente trabajo. La Ing. Margarita Bautista González apoyó amablemente en las labores de recopilación y adecuación.

Todo error en este trabajo, si bien por completo involuntario, es exclusiva responsabilidad mía, por lo que ofrezco mis sinceras y anticipadas disculpas. Sólo me queda agradecer todos los comentarios que envíen al siguiente correo: lab_antenas@yahoo.com.mx

Atentamente

Ing. José Luis Villedas Morales.

Paso 11 Resolución o ajuste de las escalas para mediciones

Para conocer las coordenadas de algún punto en la gráfica desplegada, debe oprimirse MKR en la carátula y moverse el marcador o cursor con la perilla hasta el punto deseado. En la pantalla aparecerán los valores de la frecuencia y la variable desplegada. El cursor también se puede posicionar con el teclado numérico en dígitos y unidades. Finalmente, se puede mover el cursor de cuadro en cuadro con las teclas $\uparrow\downarrow$ de la carátula.

Para las gráficas de ganancia, la escala vertical usual es 10 dB/cuadro.

Si se quiere cambiar la escala de ganancia:

Oprimir SCALE REF en la carátula.

Oprimir SCALE/DIV en la pantalla.

Anotar la escala deseada con el teclado numérico de la carátula.

Oprimir X1 en el mismo teclado numérico.

Oprimir MKR en la carátula.

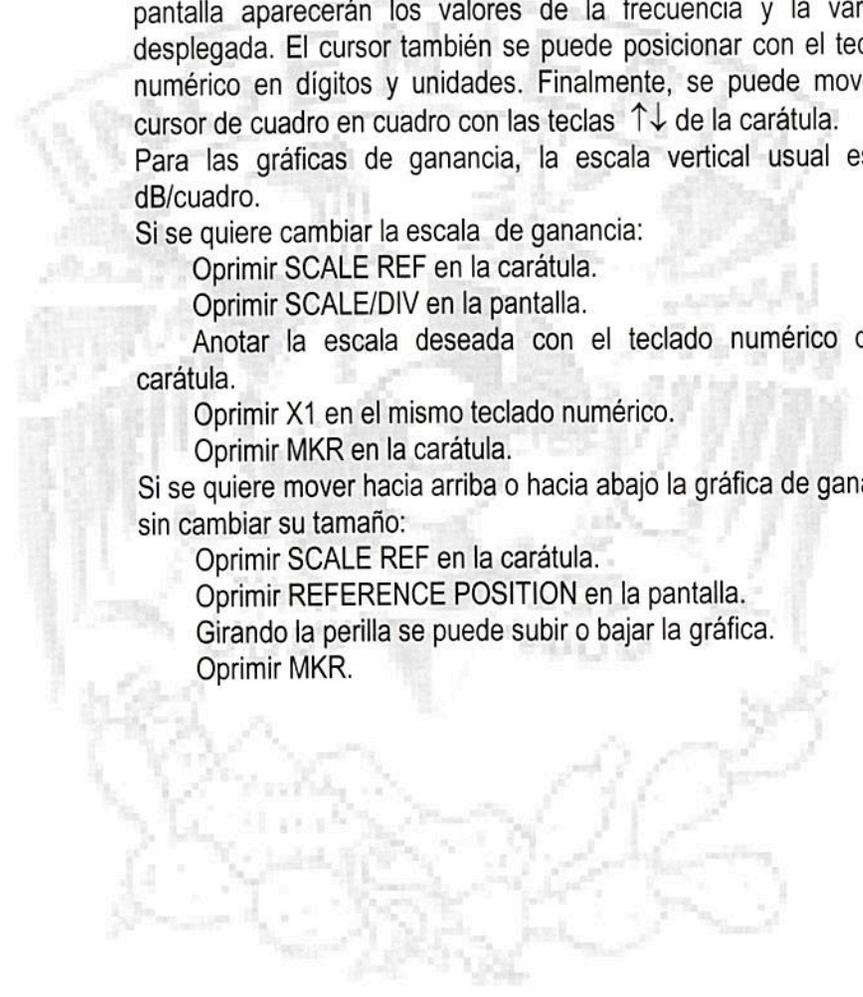
Si se quiere mover hacia arriba o hacia abajo la gráfica de ganancia sin cambiar su tamaño:

Oprimir SCALE REF en la carátula.

Oprimir REFERENCE POSITION en la pantalla.

Girando la perilla se puede subir o bajar la gráfica.

Oprimir MKR.



MEAS (RESPONSE)

S_{11} en la pantalla.

FORMAT (RESPONSE)

SMITH CHART en la pantalla

La grafica desplegada es la carta Smith y de ella se obtienen los valores de impedancia para diferentes frecuencias y es la requerida para obtener la impedancia de la antena bajo estudio.

Impedancia en el puerto derecho; si se pretende medir la impedancia en el puerto derecho, oprimir:

MEAS (RESPONSE)

S_{22} en la pantalla.

FORMAT (RESPONSE)

SMITH CHART en la pantalla.

La gráfica mostrada es la carta Smith y corresponde a las impedancias en la antena conectada en el puerto 2. No es común hacer esto en las pruebas de antenas.

SWR de la antena bajo prueba; si se pretende medir SWR en el puerto izquierdo, oprimir:

MEAS (RESPONSE)

S_{11} en la pantalla.

FORMAT (RESPONSE)

SWR en la pantalla.

En la pantalla se despliega una grafica cuadrículada, donde el eje X es la frecuencia y el eje Y es la relación de onda estacionaria (SWR o ROE)

La grafica desplegada muestra los diferentes valores del SWR para la antena transmisora.

Retardo; si se pretende medir retardo, oprimir:

MEAS en la carátula.

S_{21} en la pantalla.

DELAY en la pantalla.

FORMAT en la carátula.

No es común utilizarlo en las pruebas de antenas.

Práctica No. 1

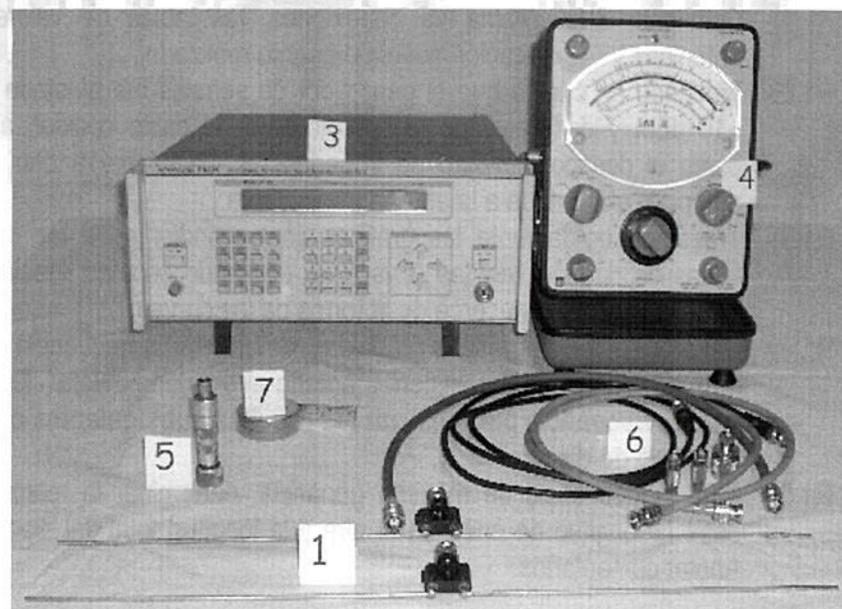
Dipolo de media onda

Objetivos:

- i).- Conocer el funcionamiento de la antena más sencilla y las técnicas de prueba más usuales.
- ii).- Conocer los cuidados y manejo del equipo de alta frecuencia con que se dispone en el laboratorio, a fin de obtener las mediciones necesarias para realizar la práctica.

Equipo y materiales requeridos:

- 1.- Dos antenas dipolo.
- 2.- Extensión de AC (no se muestra).
- 3.- Un generador de señales de alta frecuencia.
- 4.- Un medidor de SWR o un medidor de potencia de RF.
- 5.- Un diodo demodulador de envolvente.
- 6.- Cables y adaptadores coaxiales.
- 7.- Una cinta métrica.



Experimento I

Respuesta en frecuencia de un dipolo de media onda.

Desarrollo:

- D1.1)- Realice las conexiones necesarias para obtener la respuesta en frecuencia de una antena. Considere que los dipolos deben orientarse en posición paralela entre sí.
- D1.2)- Ajuste 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.
- D1.3)- Realice las mediciones necesarias para obtener las gráfica de respuesta en frecuencia de la antena bajo estudio, con incrementos de frecuencia de 10 MHz., en un rango de 200 a 500 MHz.
- D1.4)- Analicer la tabla de datos obtenida a fin de localizar el rango de frecuencias donde se presente la máxima potencia recibida.
- D1.5)- Repita el paso 3 para el rango de frecuencias obtenido en el paso 4, con incrementos de 1 MHz.

Reporte:

- R1.1)- Consignar el diagrama de conexiones, las tablas de valores obtenidos y la explicación del experimento realizado.
- R1.2)- Teniendo en cuenta que el generador de señales fue ajustado a +10 dBm y despreciando las pérdidas en el cable coaxial, así como el desacoplamiento de impedancias, calcular y anotar la potencia alimentada a la antena transmisora.
- 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 de máxima ganancia del sistema antena-aire-antena. Nota: **Esta será la frecuencia para realizar las pruebas subsiguientes con este tipo de dipolo.**
- R1.5)- Para la frecuencia de máxima ganancia, determinar la relación entre la longitud de onda en el aire y la longitud total del dipolo. Anotar comentarios.

Deberá desplegarse una carta de Smith en color blanco y en el centro de ella un diminuto punto amarillo. Un punto pequeño es aceptable. Si se presenta cualquier otra figura en color amarillo, es indicio de que el aparato quedó mal calibrado y habrá que volver a empezar el proceso.

Oprimir MEAS (RESPONSE)

Oprimir S_{21} en el menú de la pantalla.

Deberá desplegarse una cuadrícula cartesiana en color blanco y en el eje central una línea amarilla. Si se presenta cualquier otra figura en color amarillo, es indicio de que el aparato quedó mal calibrado y habrá que volver a empezar el proceso.

Paso 10.- Utilización.

Conectar a cada puerto una antena, por facilidad la antena a probar se conecta en el puerto 1.

Ganancia en directa. Para medir ganancia en directa, oprimir:

MEAS (RESPONSE).

S_{21} en la pantalla.

FORMAT (RESPONSE)

LOG MAG en la pantalla.

En la pantalla se despliega una gráfica cuadrículada, donde el eje X es la frecuencia y el eje Y es la ganancia

(La grafica desplegada es la utilizada en las pruebas de respuesta a la frecuencia)

Ganancia en inversa; si se pretende medir ganancia en inversa, oprimir:

MEAS en la carátula.

S_{12} en la pantalla.

FORMAT en la carátula

LOG MAG en la pantalla.

En la pantalla se despliega una grafica cuadrículada, donde el eje X es la frecuencia y el eje Y es la ganancia (No es común utilizarla la ganancia en inversa en las pruebas de antenas)

Impedancia en la antena bajo prueba; Si se pretende medir impedancia en el puerto izquierdo, oprimir:

El aparato se tomará unos minutos para realizar los cálculos de calibración. Una vez que lo haya logrado, el menú en la pantalla mostrará nuevamente las tres opciones:

REFLECTION
TRANSMISIÓN
ISOLATION

Paso 8.- Etapa final de calibración.

Separar los puertos y conectar a cada uno de ellos una terminación "corto circuito".

Oprimir ISOLATION en la pantalla.

Oprimir FWD ISOLATION en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir REV ISOLATION en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir ISOLATION DONE en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir DONE 2 PORT CAL en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

El aparato se tomará un minuto para calcular los coeficientes de calibración, después de lo cual finaliza esta etapa y con ello termina el proceso de calibración. Se realizará este paso para verificar que el proceso de calibración fue exitoso.

Paso 9.- Verificación.

Retirar los cortos e interconectar los cables nuevamente (con auxilio del adaptador hembra-hembra tipo "N")

Oprimir MEAS (RESPONSE)

Oprimir S_{11} en el menú de la pantalla

Oprimir FORMAT (RESPONSE)

Oprimir SMITH CHART en el menú de la pantalla.

Experimento II

Patrón de radiación del dipolo.

Desarrollo:

- D2.1)- Verificar que la antena se ubique en el centro de la mesa circular, y que las antenas se orienten de forma paralela; este punto se considera de valor de cero grados.
- D2.2)- Ajustar el generador de señales a la frecuencia óptima, obtenida en el experimento anterior y los parámetros restantes a los valores indicados en el paso D1.2.
- D2.3)- Realizar las mediciones necesarias para obtener el patrón de radiación de la antena bajo estudio; para este fin se recomienda por facilidad incrementos de 10° hasta tener el barrido total de la mesa.
- D2.4)- Ajustar el generador de señales al doble de la frecuencia óptima y repetir el punto anterior.
- D2.5)- Apagar y desconectar el equipo

Reporte:

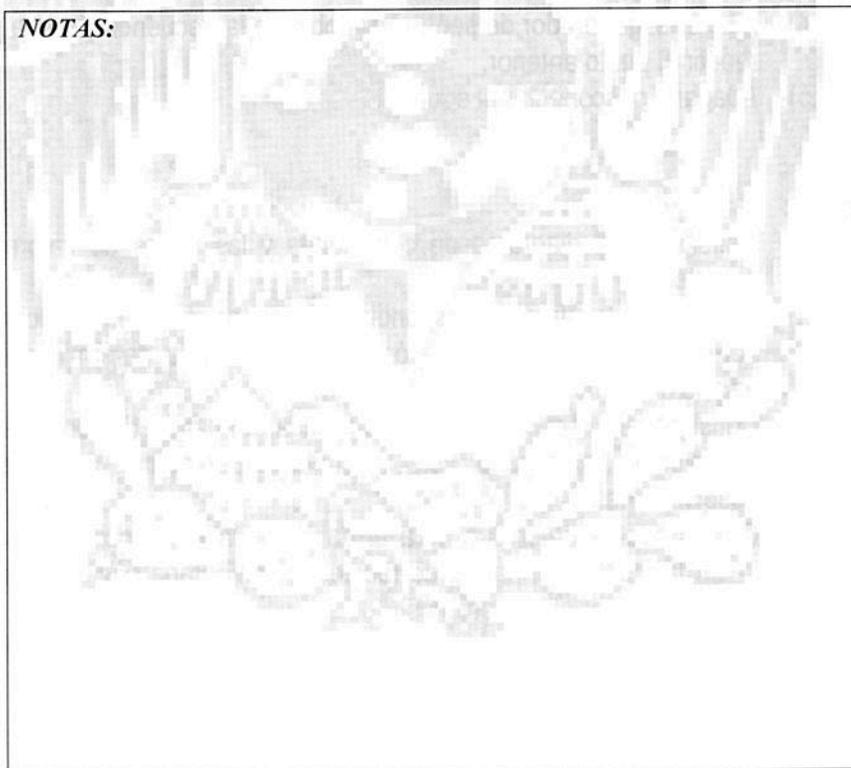
- R2.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R2.2)- Obtener la gráfica correspondiente al patrón de radiación normalizado a la frecuencia óptima y sobre esta determinar el ángulo de apertura de -3 dB.
- R2.3)- Consignar en el reporte la gráfica teórica del patrón de radiación del dipolo, compararla con la curva experimental y anotar observaciones.
- R2.4)- Con los datos obtenidos para el doble de la frecuencia óptima trazar la gráfica del patrón de radiación, compararla con la curva teórica y anotar observaciones.
- R2.5)- Del análisis de la gráfica del punto R2.3 y R2.4, deducir conclusiones.

3 Cuestionario extra.

- 3.1).- ¿Qué tipo de generador se utilizó para realizar la práctica y qué cuidado es crucial durante su operación?
- 3.2).- ¿El patrón de radiación obtenido corresponde a la antena transmisora o a la receptora?, justifique su respuesta.
- 3.3).- Anote el patrón de radiación de la antena faltante e indique que procedimiento utilizó para obtenerlo.
- 3.4).- ¿Por qué se normaliza el patrón de radiación?

Anote sus comentarios y bibliografía utilizada (incluya páginas consultadas)

NOTAS:



Oprimir DONE SHORT en el menú de la pantalla
Retirar la terminación "Corto circuito" del cable, seleccionar una terminación "Carga de 50 ohms" e instalarla en el cable.
Oprimir S_{11} LOAD en la pantalla.
Después de un segundo, el aparato emitirá un tono de audio y subrayará la opción seleccionada.

Paso 6.- Proceso de calibración del puerto derecho.

Para el puerto derecho repetir el paso 5 desde (*****).

Al terminar:

Oprimir REFLECTION DONE en la pantalla

El aparato se tomará 6 minutos para realizar los cálculos de calibración. Una vez que lo haya logrado, el menú en la pantalla mostrará nuevamente las tres opciones:

REFLECTION
TRANSMISIÓN
ISOLATION

Paso 7.- Etapa intermedia de calibración.

Oprimir TRANSMISSION en la pantalla.

Retirar la carga de 50 ohms e interconectar los dos puertos (con auxilio de un adaptador hembra hembra tipo "N").

Oprimir FWD TRANS THRU en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir FWD MATCH THRU en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir REV TRANS THRU en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir REV MATCH THRU en la pantalla.

El aparato emitirá un tono audible y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir TRANSMISIÓN DONE en la pantalla

Paso 3.- Definir la calidad de las gráficas.

Oprimir MENU (STIMULUS)

Oprimir NUMBER OF POINTS en el menú de la pantalla.

Girar la perilla (ENTRY) varias vueltas a reloj, hasta que en la pantalla aparezca el letrero NUMBER OF POINTS 1601. Con este ajuste se le indica al aparato cuantos puntos van a tener las gráficas desplegadas.

Paso 4.- Indicar al instrumento el tipo de conectores que se van a usar.

Oprimir CAL (RESPONSE)

Oprimir CAL KIT 7 MM en el menú de la pantalla.

Oprimir N 50 OHMS en el menú de la pantalla.

Oprimir RETURN en el menú de la pantalla.

Paso 5.- Proceso de calibración del puerto izquierdo.

Oprimir CALIBRATE MENU en el menú de la pantalla.

Oprimir FULL 2-PORT en el menú de la pantalla.

En la pantalla se despliega un menú con tres opciones:

REFLECTION

TRANSMISIÓN

ISOLATION

Oprimir REFLECTION

Seleccionar una terminación "circuito abierto" en el estuche de calibración e instalarlo en el cable del puerto izquierdo (*****)

Oprimir S_{11} OPEN en la pantalla.

Oprimir **OPEN (F)** u OPEN (M) según el conector que se haya instalado en el cable.

Después de un segundo, el aparato emitirá un tono de audio (beep) y subrayará la opción seleccionada.

Oprimir DONE OPENS en el menú de la pantalla.

Retirar el "Circuito abierto", seleccionar una terminación "Corto circuito" en el estuche de calibración y conectarlo al cable.

Oprimir S_{11} SHORT en la pantalla.

Oprimir **SHORT (F)** u SHORT (M) según sea la terminación que se haya instalado en el cable.

Después de un segundo, el aparato emitirá un tono de audio y subrayará la opción seleccionada.

Práctica No. 2

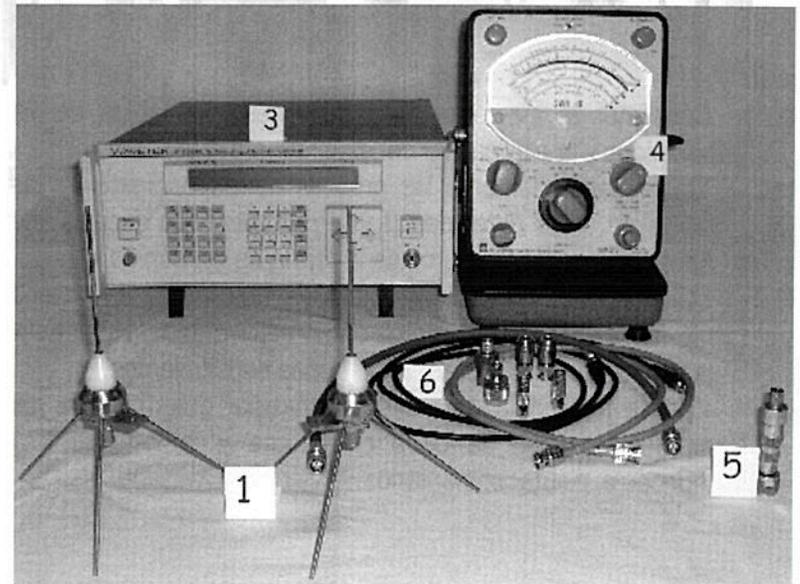
Antena monopolo con plano de tierra

Objetivos:

- i).- Conocer el funcionamiento de la antena omnidireccional más común.
- ii).- Conocer los cuidados y manejo del equipo de alta frecuencia con que se dispone en el laboratorio a fin de obtener las mediciones necesarias para realizar la práctica.

Equipo y materiales requeridos:

- 1.- Dos antenas monopolo.
- 2.- Extensión de AC (no se muestra).
- 3.- Un generador de señales de alta frecuencia.
- 4.- un medidor de SWR o un medidor de potencia de RF.
- 5.- Un diodo demodulador de envolvente.
- 6.- Cables y adaptadores coaxiales.
- 7.- Una cinta métrica (no se muestra)



Experimento I

Respuesta en frecuencia de un monopolo con plano de tierra inclinado.

Desarrollo:

- D1.1)- Realice las conexiones necesarias para obtener la respuesta en frecuencia; considere que los monopolos deben estar orientados (ambos en la misma posición y separados una distancia de más de un metro).
- D1.2)- Ajuste el generador de señales a 600 MHz y +10 dBm. La señal alimentada a la antena transmisora debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz.
- D1.3)- Realice las mediciones necesarias para obtener las gráfica de respuesta a la frecuencia de la antena bajo estudio, con incrementos de frecuencia de 10 MHz., en un rango de 500 a 800 MHz.
- D1.4)- Analice la tabla de datos obtenida a fin de localizar el rango de frecuencias donde se presente la máxima potencia recibida.
- D1.5)- Repita el paso 3 para el rango de frecuencias obtenido en el paso 4, con incrementos de 1 MHz.

Reporte:

- R1.1)- Consignar el diagrama de conexiones, las tablas de valores obtenidos y la explicación del experimento realizado.
- R1.2)- 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.
- R1.3)- Del análisis de las gráficas obtenidas, determinar la frecuencia de máxima ganancia del sistema antena-aire-antena. Nota: Esta será la frecuencia para realizar las pruebas subsiguientes.
- R1.4)- Para la frecuencia de máxima ganancia, determinar la relación entre la longitud de onda en el aire y la longitud total del monopolo. Anotar comentarios.

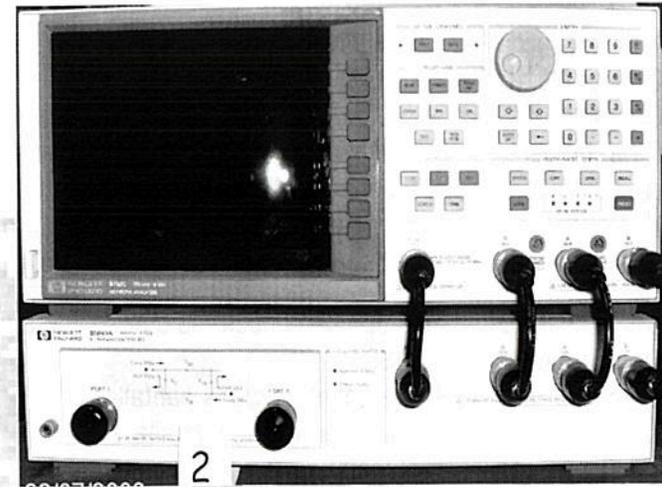


Figura No. 1

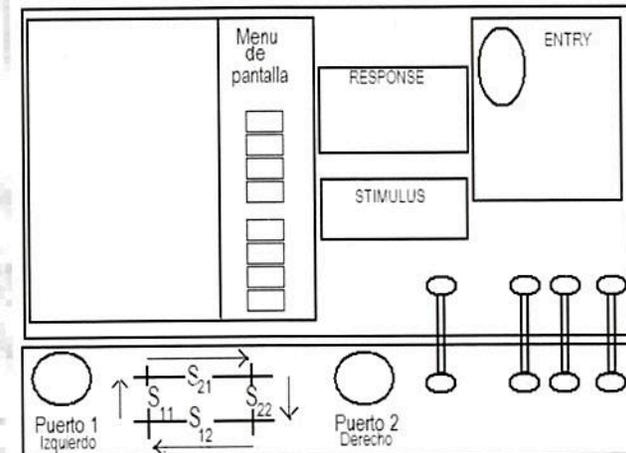


Figura No. 2

Los valores establecidos deben aparecer en la parte inferior de la pantalla.

Oprimir STOP en la carátula.(STIMULUS)

Escribir la frecuencia final en el teclado numérico (ENTRY)

Oprimir KHZ, MHZ o GHZ según sea el caso (ENTRY)

Procedimiento de calibración del analizador de redes de radio frecuencia.

En frecuencias altas, los cables y los conectores con los que se conecta el D.U.T. al analizador, tienen impedancias y ganancias que es necesario compensar o “descontar” para obtener exclusivamente las características deseadas (ganancia o impedancia) de la red en prueba. Es por esto que antes de realizar las pruebas requeridas, es necesario calibrar el analizador de redes, proceso que se describirá a continuación.

Para este proceso de calibración es necesario contar con los cables que se van a usar en las mediciones, los cuales forzosamente deben terminar en conectores del tipo correspondiente a los del D. U. T. También se debe contar con un estuche de piezas (kit) de calibración. Este kit está provisto de piezas machos y hembras, cuyo uso dependerá del tipo de entrada de los conectores de los cables de prueba. Los conectores del analizador de redes son APC-7, también llamados 7 mm.

Una forma de observar visualmente si el equipo está calibrado o no es verificar que en la gráfica de Carta Smith solo se debe observar un punto al centro y en la gráfica de frecuencia versus ganancia el trazo amarillo debe coincidir con el trazo rojo de forma horizontal.

Paso 1.- Antes de encender el aparato, se deben conectar a los puertos del analizador los cables requeridos para la prueba. El aparato tiene teclas en la carátula y también en la pantalla, con las que se efectúan todas las operaciones. La Figura No. 1 muestra una fotografía del equipo y la Figura No. 2 indica las aéreas involucradas en la calibración. Se recomienda memorizarlas antes de iniciar la calibración.

Paso 2.- Definir el rango de frecuencias de trabajo.
 Oprimir START (STIMULUS)
 Escribir la frecuencia inicial en el teclado numérico (ENTRY).
 Oprimir KHZ, MHZ o GHZ según sea el caso (ENTRY)

Experimento II

Patrón de radiación de la antena monopolo con plano de tierra inclinado.

Desarrollo:

- D2.1)- Verificar que la antena transmisora se ubique en el centro de la mesa circular.
- D2.2)- Ajustar el generador de señales a la frecuencia óptima, obtenida en el experimento anterior y los parámetros restantes a los valores indicados en el paso D1.2.
- D2.3)- Realice las mediciones necesarias para obtener el patrón de radiación de la antena bajo estudio, para este fin se recomienda por facilidad incrementos de 10° hasta tener el barrido total de la mesa.
- D2.4)- Apagar y desconectar el equipo

Reporte:

- R2.6)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos.
- R2.7)- Obtener la gráfica correspondiente al patrón de radiación normalizado a la frecuencia óptima y sobre esta determinar el ángulo de apertura de -3 dB.
- R2.8)- Consignar en el reporte la gráfica teórica del patrón de radiación del monopolo, compararla con la curva experimental y deducir conclusiones.

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 páginas consultadas)

Práctica No. 3

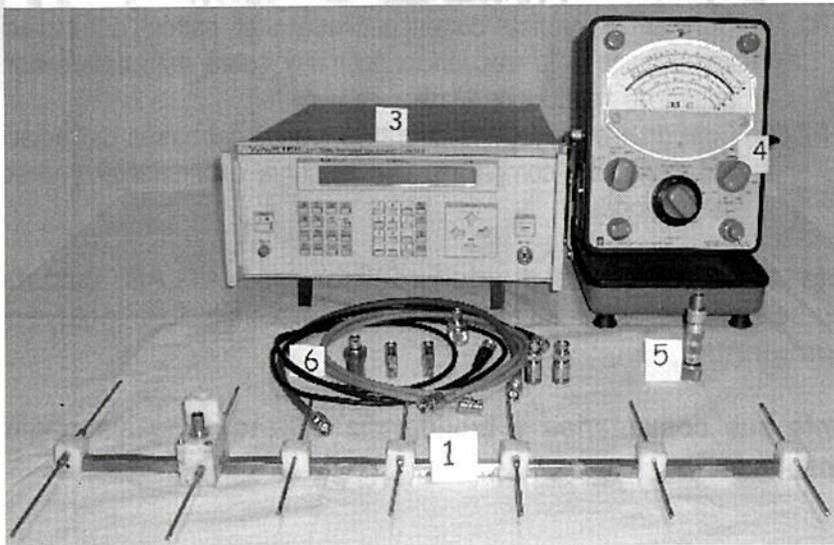
Antena YAGI-UDA de 7 elementos

Objetivos:

- i).- Aprender a manejar la antena direccional más ampliamente utilizada.
- ii).- Conocer los cuidados y manejo del equipo de alta frecuencia con que se dispone en el laboratorio a fin de obtener las mediciones necesarias para realizar la práctica.

Equipo y materiales requeridos:

- 1.- Dos antenas Yagi Uda de siete elementos (se muestra una solamente).
- 2.- Cinta métrica (no se muestra).
- 3.- Un generador de señales de alta frecuencia.
- 4.- Un medidor de SWR.
- 5.- Un diodo demodulador de envolvente.
- 6.- Cables y adaptadores coaxiales.
- 7.- Extensión de AC (no se muestra).



La matriz de dispersión para una red de n puertos se define matemáticamente de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} V_1^- \\ V_2^- \\ \dots \\ V_n^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n1} & \dots & \dots & \dots & S_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^+ \\ V_2^+ \\ \dots \\ V_n^+ \end{bmatrix}$$

donde:

V_n^+ es el voltaje incidente en el puerto n -ésimo;

V_n^- es el voltaje reflejado en el puerto n -ésimo

$$S_{ij} = \frac{V_i^-}{V_j^+} \quad , \quad V_k^+ = 0 \quad \text{para } k \neq j$$

y S_{ij} es el coeficiente de reflexión del puerto (i) al puerto (j).

En el caso más frecuente, las redes sólo tienen dos puertos, de modo que la matriz de dispersión será de 2×2 .

Finalmente, para el analizador de redes, los parámetros S tienen el siguiente significado:

S_{11} es la impedancia conectada al puerto 1 o puerto izquierdo.

S_{22} es la impedancia conectada al puerto 2 o puerto derecho.

$$S_{21} = 20 \log_{10} \frac{V_{der}}{V_{izq}} = \text{ganancia en modo directo [dB]}$$

$$S_{12} = 20 \log_{10} \frac{V_{izq}}{V_{der}} = \text{ganancia en modo inverso [dB]}$$

Apéndice A

Procedimiento general para el uso del analizador de redes de radio frecuencia modelo HP 8753C

Antecedentes.

En este caso, una "red" es una caja negra con un borne o puerto de entrada y otro de salida. Dentro de tal caja puede haber cualquier combinación de elementos eléctricos activos o pasivos. Ver figura A.6.

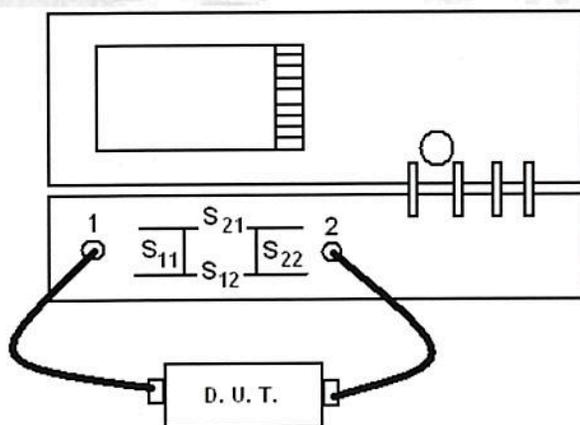


Figura A.6.- Analizador de redes

En la figura, D. U. T. significa "Dispositive Under Test".

Para el análisis de redes eléctricas existen varios procedimientos: las leyes de Kirchoff, la matriz de impedancias, la matriz de admitancias, los parámetros imagen, la matriz de transmisión y la matriz de dispersión, por mencionar algunos.

En el caso presente, la matriz de dispersión (Scattering Matrix) es el más adecuado, ya que los otros métodos requieren la medición de voltajes y corrientes, labor nada fácil a altas frecuencias; en cambio, los parámetros de la matriz de dispersión, tales como el coeficiente de reflexión, son fáciles de determinar experimentalmente.

Experimento I Respuesta en frecuencia de la antena Yagi Uda

Desarrollo:

- D1.1)- Armar el arreglo de instrumentos de la figura 3.1, verificando que los elementos de la antena estén ubicados en su posición correcta.



Figura 3.1.- Arreglo para obtener la respuesta a la frecuencia de una antena Yagi Uda.

- D1.2)- Ajustar el generador de señales a 500 MHz y +3 dBm. La señal alimentada a la antena transmisora debe estar modulada en amplitud con una onda cuadrada de 1 KHz.
- D1.3)- Realizar las mediciones necesarias para obtener las gráfica de respuesta a la frecuencia de la antena bajo estudio, con incrementos de frecuencia de 10 MHz y en un rango de 500 a 900 MHz.
- D1.4)- Analizar la tabla de datos obtenida a fin de localizar el rango de frecuencias donde se presente la máxima potencia recibida.
- D1.5)- Repetir el paso 3 para el rango de frecuencias obtenido en el paso 4, con incrementos de 1 MHz.

Reporte:

- R1.1)- Consignar la descripción del equipo y el material, el diagrama de conexiones, las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado.
- R1.2)- Dibujar un diagrama de la antena con los nombres de los elementos, sus longitudes y separaciones. Anotar también la finalidad de cada elemento ya sea que la antena trabaje como transmisora o como receptora
- R1.3)- Trazar separadamente las gráficas correspondientes a las dos tablas de datos obtenidas (f vs P_{rx}), utilizando escalas lineales. Anotar comentarios acerca de la forma de las curvas.
- R1.4)- Del análisis de las gráficas obtenidas, determinar la frecuencia de máxima ganancia del sistema antena-aire-antena. Nota: Esta será la frecuencia para realizar las pruebas subsiguientes.
- R1.5)- Determinar si se sigue cumpliendo la "receta" que relaciona la longitud del dipolo activo con la frecuencia óptima de operación

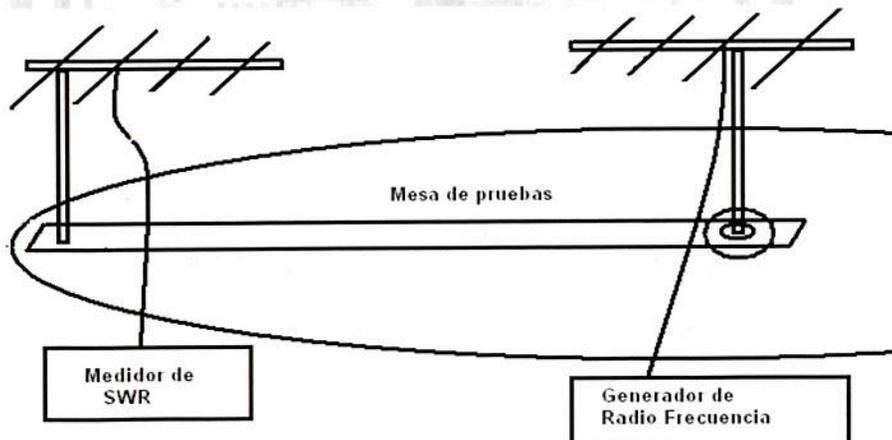
Experimento II**Patrón de radiación de la antena Yagi Uda**

Figura 3.2.- Arreglo para obtener el patrón de radiación de una antena Yagi Uda.

Práctica No. 10

Proyecto Individual

Objetivo:

- i).- Que el alumno construya una antena, tomando como restricción el equipo con el que se tiene en laboratorio para realizar pruebas, y a partir de ellas poder caracterizarla de manera experimental y compararla con el diseño teórico.

Equipo requerido:

Los solicitado por el alumno para realizar sus pruebas, previo consenso con su asesor de laboratorio.

Experimento I**Fabricación de la antena seleccionada, diferente a las vistas en el laboratorio****Desarrollo:**

- D1.1)- El alumno debe contar con la antena terminada y caracterizada teóricamente (memoria técnica y entre los datos que debe contener son: tipo de antena, motivo de su selección, características teóricas, patrones de radiación, frecuencia de operación, etc.)
- D1.2)- El alumno tiene que proponer las pruebas a realizar y el equipo que necesita para esto, en el entendido que el equipo disponible es el que se manejó a lo largo de la impartición del laboratorio de antenas. Se recomienda que antes de iniciar pruebas se asegure que las terminales de la antena bajo prueba no se encuentren cortocircuitadas.

Reporte:

- R1.1)- Consignar los diagramas de conexiones, las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado y una comparación entre los datos experimentales y los teóricos.

Escribir conclusiones generales acerca del desarrollo de la práctica y de los resultados obtenidos

Experimento III**Respuesta a la frecuencia de la placa zonal****Desarrollo:**

- D3.1)- Disponer los equipos y componentes tal como se aprecia en la figura 10.2. La frecuencia del generador será de 10 GHz con modulación y el nivel será el máximo permisible.
- D3.2)- Verificar que para 10 GHz se tenga una onda plana en el marco portaplacas.
- D3.3)- Instalar la placa en el marco. Variar la frecuencia del generador entre 8 y 12 GHz y para cada valor establecido medir y anotar la potencia recibida. La corneta receptora debe estar siempre en el punto focal obtenido en el punto R2.3

Reporte:

- R3.1)- Consignar los diagramas de conexiones, las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado.
- R3.2)- Graficar el nivel de potencia recibida [dBm] contra la frecuencia en escalas lineales. Examinar la gráfica y anotar comentarios y conclusiones.

Experimento IV Pruebas a la placa de inversión de fase**Desarrollo:**

- D4.1)- Disponer los equipos y componentes tal como se aprecia en la figura 10.2, utilizando una placa de inversión de fase.
- D4.2)- Realizar con esta placa los experimentos II y III.

Reporte:

- R4.1)- Consignar los diagramas de conexiones, las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado.
- R4.2)- Realizar los puntos R2.2, R2.3 y R3.2 para este experimento.
- R4.3)- Comparar los resultados obtenidos con las dos placas y anotar conclusiones

Emitir conclusiones generales acerca del desarrollo de la práctica y de los resultados obtenidos**Desarrollo:**

- D2.1)- Verificar que la antena transmisora se ubique en el centro de la mesa circular.
- D2.2)- Disponer los equipos como lo muestra la figura 3.2.
- D2.3)- Ajustar el generador de señales a la frecuencia óptima obtenida en el punto R1.4 y un nivel de salida de +3 dBm
- D2.4)- Realizar las mediciones necesarias para obtener el patrón de radiación de la antena bajo estudio, para este fin se recomienda por facilidad incrementos de 50 hasta tener el barrido total de la mesa (como mínimo ± 500 , centrados en cero).

Reporte:

- R2.1)- Consignar el diagrama de conexiones y las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado.
- R2.2)- Obtener la gráfica correspondiente al patrón de radiación normalizado a la frecuencia óptima y sobre esta determinar el ángulo de apertura de -3 dB.
- R2.3)- Calcular la relación frente/atrás de la antena y explicar qué representa este valor.
- R2.4)- Consignar en el reporte la gráfica teórica del patrón de radiación, compararla con la curva experimental y deducir conclusiones.

Experimento III**Influencia de los elementos parásitos de la antena****Desarrollo:**

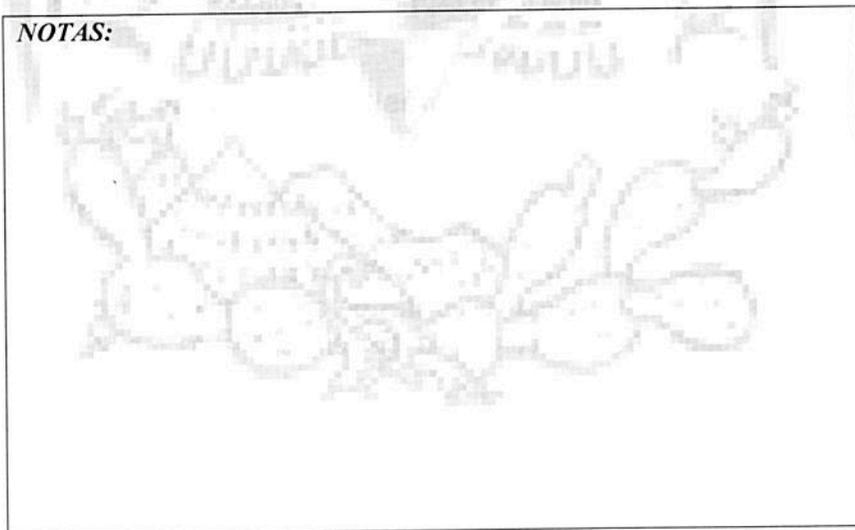
- D3.1)- Verificar que se cumpla la configuración mostrada en la figura 3.2 y que el generador tenga a la salida la frecuencia de máxima ganancia con un nivel de salida de +3 dBm.
- D3.2)- Retirar los elementos directores de ambas antenas, uno a uno, consignando en cada caso la relación frente/atrás y el ángulo de apertura.
- D3.3)- Retirar el elemento reflector y consignar la relación frente/atrás, así como el ángulo de apertura.
- D3.4)- Apagar y desconectar el equipo

Reporte:

- R3.1)- Consignar el diagrama de conexiones y la explicación del experimento realizado
- R3.2)- Concentrar en una tabla los parámetros solicitados en los puntos D3.2 y D3.3
- R3.3)- Con base en el punto anterior indicar como afectan los elementos parásitos en la antena y a qué se debe su nombre.
- R3.4)- ¿Es posible colocar un número infinito de elementos parásitos?, En caso negativo, indique cuál es el límite y en cualquier caso justifique la respuesta.
- R3.5)- ¿En qué aplicaciones es común utilizar 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, las graficas de patrón polar se grafican en hojas polares o diagramas polares, No se aceptarán graficas en Excel.

Anote sus comentarios y bibliografía utilizada (incluya páginas consultadas).

NOTAS:**Experimento II****Determinación de la distribución axial de intensidad****Desarrollo:**

- D2.1)- Disponer los equipos y componentes tal como se aprecia en la figura 10.1. La frecuencia del generador será de 10 GHz con modulación y el nivel será el máximo permisible.
- D2.2)- Empezando con la boca de la corneta receptora en el plano de la placa de Fresnel, deslizar la corneta hacia atrás, tomando lectura del nivel de potencia registrado con respecto a la distancia.

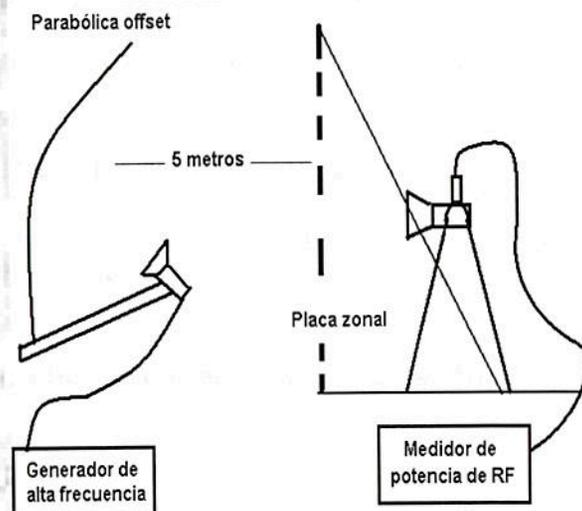


Figura 10.2.- Diagrama para obtener la distribución axial de intensidad de señal electromagnética.

Reporte:

- R2.1)- Consignar los diagramas de conexiones, las tablas de valores obtenidos, así como la explicación del experimento realizado.
- R2.2)- Graficar la potencia recibida en función de la distancia.
- R2.3)- Si en la gráfica se presenta un máximo pronunciado, este representa la potencia acumulada en el punto focal. Anotar la distancia y la potencia obtenidas.