

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores

José David Yanez

Adriana Lorena La Rotta

Grupo de laboratorio:

J1A

Subgrupo de clase

4

1. LA REFLECTOMETRÍA EN EL DOMINIO DEL TIEMPO (PARTE 1)

La reflectometría en el dominio del tiempo es usada como una prueba estándar para detectar fallas en una línea de transmisión; no solamente se determina el tipo, también se es posible aproximar la localización de la falla.

Para el estudio del fenómeno de reflectometría se realizan pruebas de corto circuito, circuito abierto y carga acoplada en los terminales de la línea de transmisión, de tal manera que se pueda diferenciar el comportamiento del tipo de falla asociada a cada prueba.

La velocidad a la cual viaja la onda de tensión dentro de una línea coaxial se conoce como velocidad de propagación:

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

Por otra parte, La calidad de un sistema de transmisión es mostrada por la razón entre la onda reflejada y la onda incidente originada en la fuente. Esta relación es llamada el coeficiente de reflexión, Γ_R , y está relacionado con la impedancia de la línea de transmisión por la ecuación:

$$\Gamma_R = \frac{V^-}{V^+} = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0}$$

Donde: Z_R es la impedancia de carga; Z_0 es la impedancia característica de la línea de transmisión; V^+ es la magnitud de la onda incidente; V^- es la magnitud de la onda reflejada.

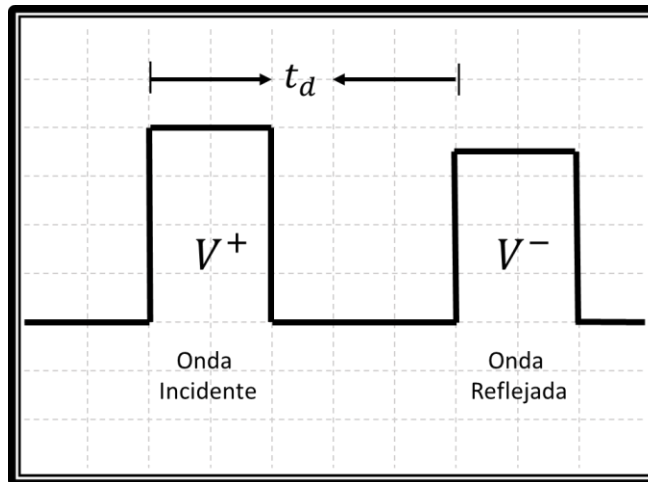
1.1. TDR para Localización de fallas

El punto en la línea donde se encuentra un defecto representado por una discontinuidad para la señal; este defecto hace que una parte de la señal transmitida se refleje en vez de continuar por el cable. La reflectometría funciona en forma similar al radar, un pulso de corta duración con corto tiempo de subida se propaga por un cable, se mide el tiempo en que regresa una parte de la señal a la fuente.

Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

$$d = \frac{v_p \cdot t_d}{2}$$

Donde: v_p es la velocidad de propagación en el medio; t_d es el tiempo de separación entre el pulso incidente y el reflejado.

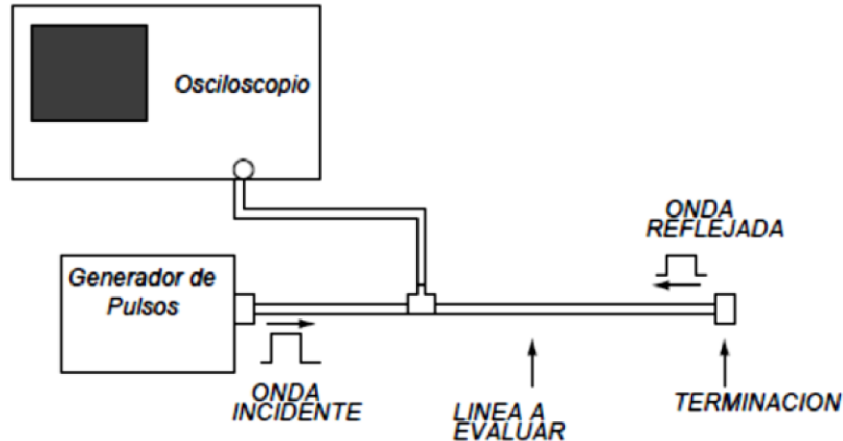


2. TRABAJO PREVIO

Investigue los parámetros eléctricos del Cable Coaxial RG-58: impedancia característica, ancho de banda, constante dieléctrica, atenuación, velocidad de propagación.

3. PROCEDIMIENTO

3.1. Realice el siguiente montaje usando como línea de evaluación el cable coaxial RG58 A/U.



3.2. Mida la distancia de los cables coaxiales

3.3. Genere un tren de pulsos rectangulares, el periodo de la señal en 400 kHz y el ciclo de trabajo sobre 10 %.

3.4. Habilite la señal del generador de señales, obtenga las medidas de amplitud y de tiempo entre las señales incidentes y reflejadas

- 3.5. Ajuste las escalas verticales y horizontales del osciloscopio de acuerdo con la señal generada. Ajuste los cursores horizontales sobre la onda incidente y la onda reflejada, ajuste los cursores verticales sobre el instante de tiempo donde aparece la onda incidente y la onda reflejada. Registre los valores medidos.
- 3.6. Luego, conecte en el terminal del cable coaxial la carga tipo corto circuito apoyados con . Registre los valores medidos.
- 3.7. Conecte en el terminal del cable coaxial la carga de $50\ \Omega$. Registre los valores medidos.
- 3.8. Conecte en el terminal del cable coaxial dos cargas diferentes con valores superiores a $50\ \Omega$ y dos cargas con valores inferiores a $50\ \Omega$. Registre los valores medidos.

2. INSTRUMENTACION

Configuración del módulo UHD USRP

2.1. SDR – OSCILOSCOPIO

Tomando como referencia el SDR como generador de señales (use la señal de referencia constante) y el canal 1 del osciloscopio. tome los datos de amplitud leída en el osciloscopio. variando la frecuencia de transmisión del radio (f_c) y la amplitud de la señal constante. Nota: los valores de f_c se pueden variar de acuerdo con el criterio propio o con los datos presentados por el profesor durante la práctica.

FC = 50 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	382mV
0.5	190mV
0.25	99mV
0.125	49,50mV
0.0625	27,72mV
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	540,5mv
0.5	271,26mV
0.25	138,6mV
0.125	71,28mV
0.0625	31,79mV
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	392,04mV
0.5	197,01mV
0.25	97,81mV
0.125	50,29mV
0.0625	25,24mV
FC = 130 MHz	

Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	99,99mV
0.5	50,49mV
0.25	27,72mV
0.125	14,85mV
0.0625	1,09mV

2.2. SDR – ANALIZADOR DE ESPECTROS

Para esta parte del laboratorio, se debe hacer la transmisión entre dos grupos de trabajo, el primero debe generar una señal desde el radio y el otro grupo debe medir la señal desde el analizador de espectros usando su cable RG58 A/U que uso en la sección anterior.

Usando el SDR como generador de señales (use la señal de referencia constante) por el puerto RX/TX (Un equipo de trabajo), y el analizador de espectros como equipo de medida conecte el cable RG58 A/U (del grupo de trabajo 2) y un atenuador de 30 dB. Varíe la ganancia del transmisor para cada valor de frecuencia de transmisión (f_c) como se relaciona en la siguiente tabla.

Frecuencia de operación (f_c) MHz	Ganancia del transmisor (GTx=0)	Ganancia del transmisor (GTx=10)	Ganancia del transmisor (GTx=20)	Ganancia del transmisor (GTx=30)
50	-45,15dbm	-35,3dbm	-25,71dbm	-19,39dbm
60	-43,22dbm	-34,54dbm	-24,94dbm	-18,86dbm
70	-43,38dbm	-34,50dbm	-24,92dbm	-19,15dbm
80	-44,66dbm	-34,77dbm	-25,05dbm	-19,05dbm
90	-45,17dbm	-35,16dbm	-25,39dbm	-19,62dbm
100	-45,50dbm	-35,52dbm	-25,86dbm	-19,73dbm
200	-49,83dbm	-39,70dbm	-30,03dbm	-23,50dbm
300	-54,59dbm	-43,38dbm	-33,95dbm	-26dbm
400	-58,46dbm	-46,63dbm	-37,11dbm	-30dbm
500	-60,22dbm	-49,81dbm	-40,25dbm	-33,07dbm
600	-65,45dbm	-53,14dbm	-43,46dbm	-36,15dbm

700	-66,50dbm	-56,21	-46,69dbm	-38,81dbm
800	-68,42dbm	-59dbm	-49,40dbm	-41,07dbm
900	-72,06dbm	-62,11dbm	-52,53dbm	-44,06dbm
1000	-74,64dbm	-64,54dbm	-55,13dbm	-46,48dbm
2000	-99,3dbm	-92dbm	-83,47dbm	-74,21dbm

3. 1,0ANÁLISIS DE DATOS

DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

Obtenga el coeficiente de reflexión para cada una de las cargas agregadas al final de la línea de transmisión, explique la importancia de su análisis.

Caso 1 (Carga de 50Ω):

$$r = \frac{50 - 50}{50 + 50} = 0$$

En este caso el coeficiente de reflexión teóricamente es 0 porque no va haber onda reflejada o va a ser nula.

Caso 2 (Corto circuito):

$$r = \frac{V -}{V +} = \frac{4.72}{-4.56} = -1.03$$

En este caso tenemos un r negativo ya que la onda reflejada viene invertida.

Caso 3 (Circuito abierto):

$$r = \frac{V -}{V +} = \frac{4.72}{4.08} = 1.156$$

Ahora vemos que la onda reflejada es positiva, similar al incidente.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos. encuentre la atenuación de las líneas de transmisión utilizadas en la práctica.

Se ignora el caso donde la carga es 50 ohms pues no se tiene valores precisos y sería difícil calcular estos valores.

Ganancia caso 1 (Corto circuito): Para este caso tenemos una atenuación, teniendo el cuenta los valores de V_{in} y V_{out} de la siguiente forma

$$V = 4,72 - (-4.56) = 0.14 [V]$$

Ganancia caso 2 (Corto abierto): Para este caso tenemos una atenuación, teniendo la cuenta los valores de V_{in} y V_{out} de la siguiente forma

$$V = 4,72 - (4.08) = 0.64 [V]$$

Realice una descripción general de los comportamientos con los terminales en circuito abierto, cortocircuito y carga acoplada ($Z_L = 50 \Omega$) en las líneas de transmisión.

Caso 1 (Carga de 50Ω):

Cuando la línea tiene una carga al final de 50Ω que en este caso es igual a la impedancia del cable se puede decir que no existe onda reflejada o que se ‘anula’.

Caso 2 (Corto circuito):

En este caso la onda reflejada es aproximadamente igual a la onda incidente pero invertida, es decir tienen valores de voltaje pico a pico y estos similares en valor absoluto pero en la parte negativa del eje y.

Caso 3 (Circuito abierto):

Para el circuito abierto la onda reflejada va a ser un espejo de la incidente literalmente, hay pequeñas diferencias en sus valores de voltaje debido a la atenuación del cable pero son casi iguales.

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.1.

Determine la ganancia de amplitud del cable para cada valor de frecuencia de usado. Grafique estos valores en escala semilogarítmica.

Se calculará la ganancia en valor absoluto de voltaje según la tabla del punto 2.1:

$$G = V_{out} - V_{in} [V]$$

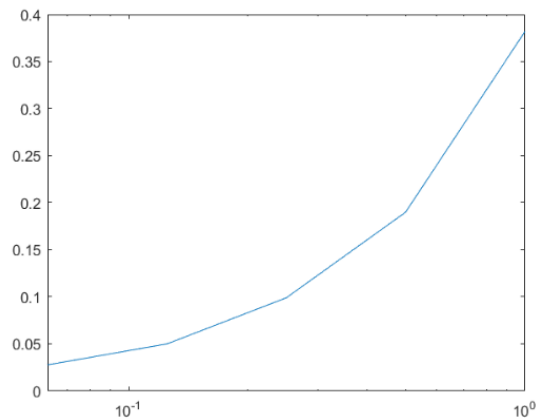
Para 50kHz:

$$1-0.382=-0.618$$

$$0.5-0.190=-0.31$$

$$0.125-0.04950=-0.0755$$

$$0.0625-0.02772=-0.03478$$



Grafica de amplitudes para frecuencia de 50kHz.

Para 75kHz:

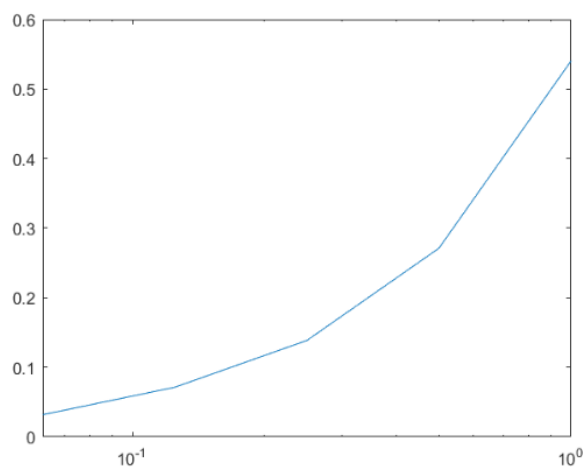
$$1-540,5\text{mv}=-0.4595$$

$$0.5-271,26\text{mV}=-0.22874$$

$$0.25-138,6\text{mV}=-0.1114$$

$$0.125-71,28\text{mV}=-0.05372$$

$$0.0625-31,79\text{mV}=-0.03071$$



Grafica de amplitudes para frecuencia de 75kHz.

Para 100 MHz:

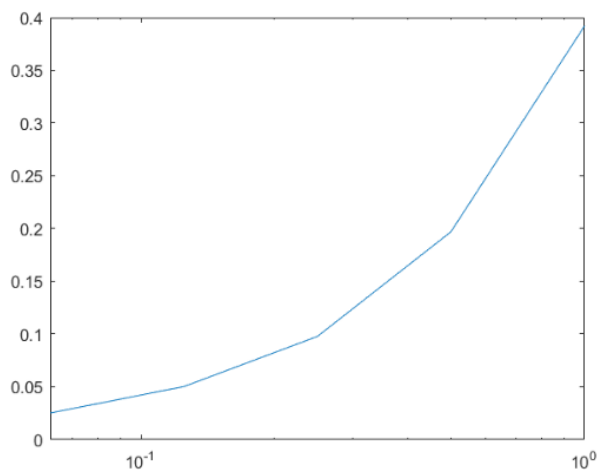
1-392,04mV=-0.60796

0.5-197,01mV=-0.30299

0.25-97,81mV=-0.15219

0.125-50,29mV=-0.07471

0.0625-25,24mV= -0.03726



Grafica de amplitudes para frecuencia de 100kHz.

Para 130MHz:

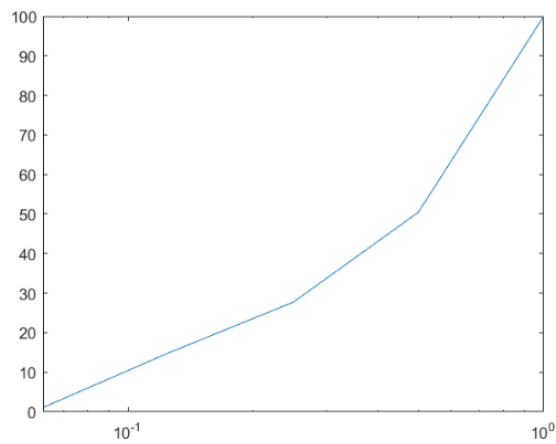
1-99,99mV=0.9

0.5-50,49mV=-0.4451

0.25-27,72mV=-0.22

0.125-14,85mV=-0.11015

0.0625-1,09mV=-0.06141



Grafica de amplitudes para frecuencia de 130kHz.

¿Es posible medir una señal que opera a una frecuencia central de 100 MHz y un ancho de banda de 20 MHz con el osciloscopio del laboratorio de comunicaciones? Justifique su respuesta.

100 MHz es precisamente el valor de limite de medida que tiene el osciloscopio, por lo que hasta este punto es posible visualizar bien las señales generadas, justo en el ya se van a empezar a ver distorsionadas y de ahí en adelante ni siquiera será posible visualizarlas.

Genere una señal de tipo coseno de amplitud 0.5 y frecuencia que corresponda a la relación **(samp_rate/10)** a una frecuencia de operación (**fc = 50 MHz**), mida en el osciloscopio la forma de onda generada. Realice los análisis matemáticos necesarios para describir esta medida.

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.2.

Determine la atenuación del cable RG58 A/U del cable para cada valor de ganancia del transmisor usado. Grafique estos valores en escala semilogarítmica en función de la frecuencia.

Potencia transmitida:

$$P_{Tx} = G_{TX} + A_T + A_{TC} - P_{RX}$$

Con el datasheet del cable hallamos la potencia transmitida.

Teniendo este valor, podremos hallar las atenuaciones para otras frecuencias y ganancias

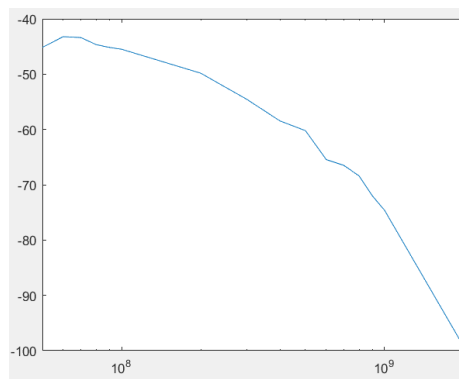
- Para una frecuencia de 100MHz:

$$P_{Tx} = 0 - 30 - 25.2 + 44.06$$

$$P_{Tx} = -11.14 [dB]$$

Atenuaciones:

Para una ganancia $G_{tx} = 0$



Grafica de dBm vs Frecuencia para una ganancia de 0dB.

- Frecuencia de 50MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 45,15 = -26.29 [dB]$$

- Frecuencia de 400MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 55.46 = -36,6 [dB]$$

- Frecuencia de 800MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 67.42 = -48.56 [dB]$$

- Frecuencia de 1000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

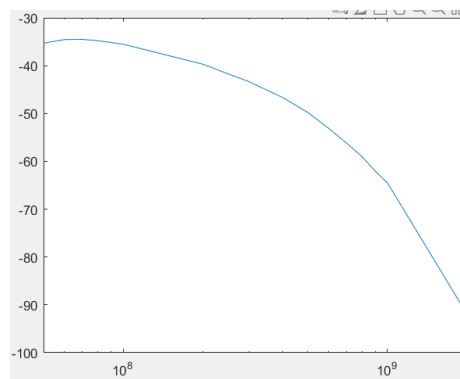
$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 74.64 = -55.78 [dB]$$

- Frecuencia de 2000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 99.3 = -80.44 [dB]$$

Para una ganancia Gtx = 10



Grafica de dBm vs Frecuencia para una ganancia de 10dB.

- Frecuencia de 50MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 10 + 30 - 35.3 = -26.44 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 400MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 10 + 30 - 34.54 = -25.68 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 800MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 10 + 30 - 58.01 = -58.71 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 1000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

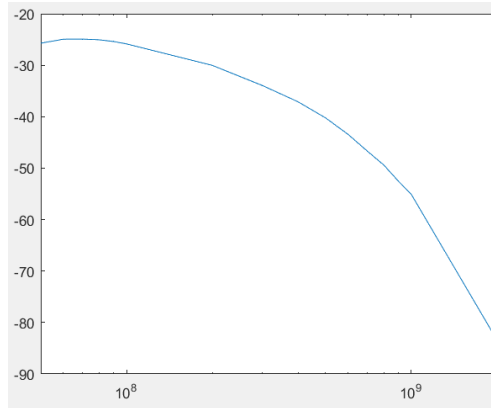
$$A_{TC} = -11.14 - 10 + 30 - 64.54 = -55.68 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 2000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 10 + 30 - 92 = -83.14 \text{ [dB]}$$

Para una ganancia Gtx = 20



Grafica de dBm vs Frecuencia para una ganancia de 20dB.

- Frecuencia de 50MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 20 + 30 - 25.71 = -26.85 [dB]$$

- Frecuencia de 400MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 20 + 30 - 24.94 = -26.08 [dB]$$

- Frecuencia de 800MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 20 + 30 - 49.40 = -50.54 [dB]$$

- Frecuencia de 1000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

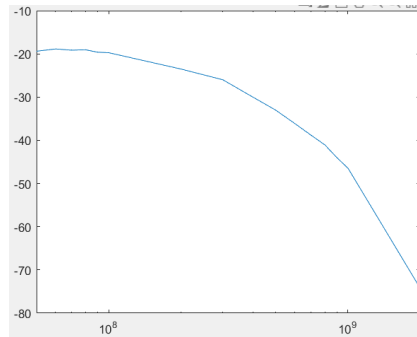
$$A_{TC} = -11.14 - 20 + 30 - 55.13 = -56.27 [dB]$$

- Frecuencia de 2000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 20 + 30 - 83.47 = -84.61 \text{ [dB]}$$

Para una ganancia Gtx = 30



Grafica de dBm vs Frecuencia para una ganancia de 30dB.

- Frecuencia de 50MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 30 + 30 - 19.39 = -30.53 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 400MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 30 + 30 - 29.53 = -41.14 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 800MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 30 + 30 - 41.07 = -52.21 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 1000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 30 + 30 - 46.48 = -57.62 \text{ [dB]}$$

- Frecuencia de 2000MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 30 + 30 - 74.21 = -85.35 [dB]$$

Determine la atenuación del cable por unidad de longitud y compare los datos medidos con la hoja de datos del fabricante. Justifique a que se debe el margen de error.

Atenuación para una frecuencia igual a 100MHz

$$A_{TC} = P_{Tx} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = -11.14 - 0 + 30 - 45.50 = -26.64 [dB]$$

Dividimos la atenuación por la longitud del cable.

$$A_{TC} obtenida = \frac{26.64dB}{42.672m} = \frac{62dB}{100m}$$

$$A_{TC} fabricante = \frac{26.8dB}{100m}$$

La atenuación que obtuvimos respecto a la atenuación del fabricante tiene una gran diferencia, esta medida puede variar en gran medida por los equipos que se usaron en el laboratorio.

-¿Es posible medir una señal que opera a una frecuencia central de 2200 MHz y un ancho de banda de 20 MHz con el analizador de espectro del laboratorio de comunicaciones?, justifique su respuesta.

No posible medirlo ya que el analizador no lo permitiría, por el lado de la frecuencia central no habría problema ya que el rango que tiene es de 100kHz hasta 3GHz, sin embargo el problema es con el ancho de banda, ya que el valor que se quiere medir esta fuera de las capacidades de este, el rango permitido por el analizado es de 10kHz a 1MHz.

--

Matriz de evaluación

Categoría	4	3	2	1
Procedimientos	Los procedimientos están enlistados con pasos claros. Cada paso está enumerado y es una oración completa.	Los procedimientos están enlistados en un orden lógico, pero los pasos no están enumerados y/o no son oraciones completas.	Los procedimientos están enlistados, pero no están en un orden lógico o son difíciles de seguir.	Los procedimientos no enlistan en forma precisa todos los pasos del experimento.
Dibujos / Diagramas	Se incluye diagramas claros y precisos que facilitan la comprensión del experimento. Los diagramas están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye diagramas que están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye diagramas y éstos están etiquetados.	Faltan diagramas importantes o faltan etiquetas importantes.
Datos	Una representación profesional y precisa de los datos en tablas y/o gráficas. Las gráficas y las tablas están etiquetadas y tituladas.	Una representación precisa de los datos en tablas y/o gráficas. Las gráficas y tablas están etiquetadas y tituladas.	Una representación precisa de los datos en forma escrita.	Los datos no son demostrados o no son precisos.
Cálculos	Se muestra todos los cálculos y los resultados son correctos y están etiquetados apropiadamente.	Se muestra algunos cálculos y los resultados son correctos y están etiquetados apropiadamente.	Se muestra algunos cálculos y los resultados están etiquetados apropiadamente.	No se muestra ningún cálculo.
Análisis	La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente. Las predicciones son hechas sobre lo que podría pasar si parte del laboratorio fuese cambiado o cómo podría ser cambiado el diseño experimental.	La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente.	La relación entre las variables es discutida, pero ni los patrones, tendencias o predicciones son hechos basados en los datos.	La relación entre las variables no es discutida.
Conclusión	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis, posibles fuentes de error y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye lo que fue aprendido del experimento.	No hay conclusión incluida en el informe.