

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores: Sergio Andrés Jiménez Buitrago - 2172309

Yan Carlos Velasquez Meneses - 2183113

Grupo de laboratorio: J1A

Subgrupo de clase Grupo 5

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:

$$v_p = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

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.

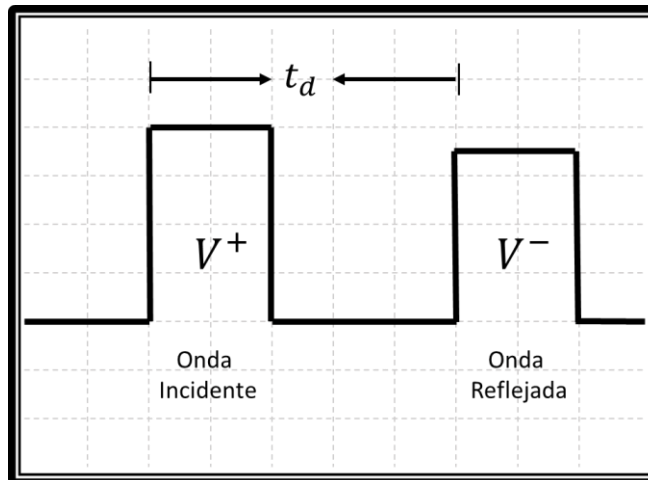
1.1. TDR para Localización de fallas

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.

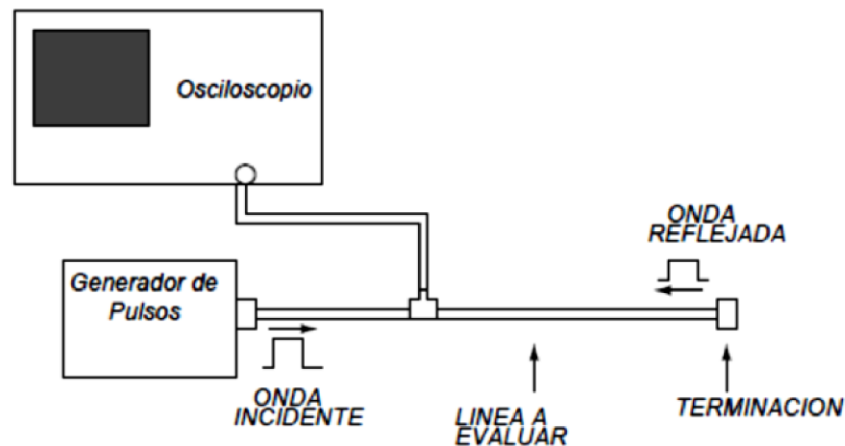


2. TRABAJO PREVIO

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. INSTRUMENTACIÓN

Configuración del módulo UHD USRP sink; Este bloque es el que nos permitirá transmitir nuestra información mediante 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 (fc) y la amplitud de la señal constante. Nota: los valores de fc 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 [mV]
1	416.76
0.5	209.88
0.25	106.92
0.125	55.44
0.0625	31.68
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	520.74
0.5	223.75
0.25	114.84
0.125	59.60
0.0625	31.28
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	334.62
0.5	166.32
0.25	84.74
0.125	43.37
0.0625	22.97
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	104.94
0.5	49.50
0.25	23.52
0.125	11.39
0.0625	6.34

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 (fc) como se relaciona en la siguiente tabla.

Frecuencia de operación (fc) MHz	Ganancia del transmisor (GTx=0)	Ganancia del transmisor (GTx=10)	Ganancia del transmisor (GTx=20)	Ganancia del transmisor (GTx=30)
50	-69	-61.5	-24.53	-19.39
60	-67.4	-58.5	-23.64	-18.86
70	-86.8	-58.5	-23.70	-19.15
80	-66.5	-58.1	-24.35	-19.05
90	-67.1	-57.1	-24.40	-19.62
100	-77.5	-56.8	-24.60	-19.73
200	-65.5	-66.5	-28.92	-23.50
300	-82.8	-53.8	-32.48	-26
400	-64.5	-55.1	-36.25	-30
500	-76.8	-57.1	-39.02	-33.07
600	-68.8	-60.1	-42.02	-36.15
700	-70.5	-64.4	-42.20	-38.81
800	-75.1	-64	-48.19	-41.07
900	-76.5	-67.5	-51.30	-44.06
1000	-77.9		-54.59	-46.48
2000	-97.1			

3. ANÁLISIS 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.

- Carga de 50Ω

$$\begin{aligned} Z_r &= 50 \Omega \\ Z_0 &\approx 50 \Omega \end{aligned}$$

$$\Gamma = \frac{Z_r - Z_0}{Z_r + Z_0} = \frac{50 - 50}{50 + 50} = 0$$

- Corto circuito 0Ω

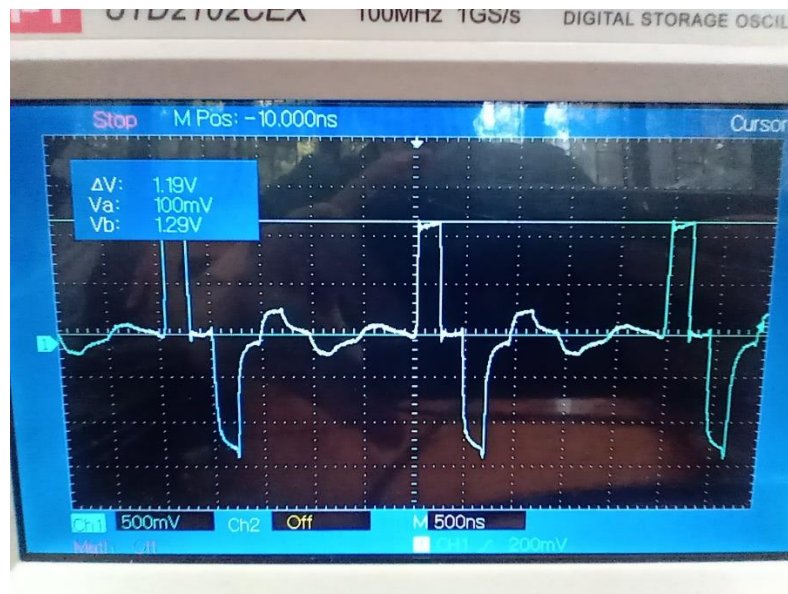


Figura 1. Tensión incidente, carga 0Ω

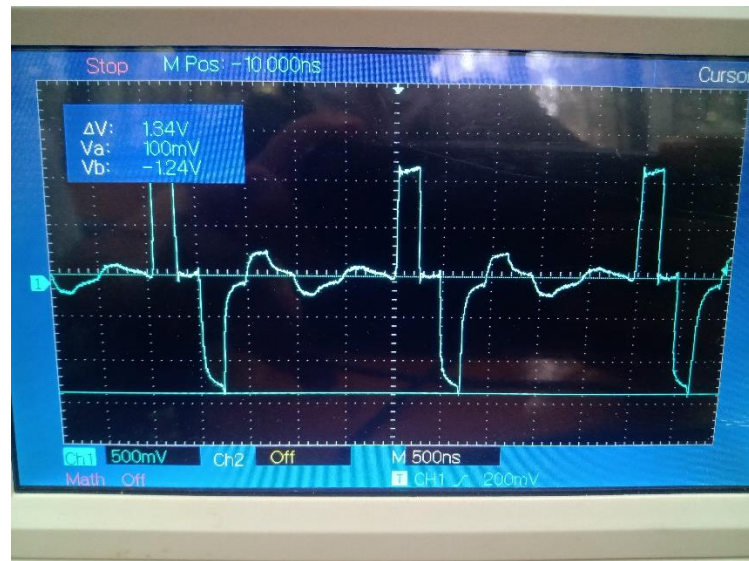


Figura 2. Tensión reflejada, carga $0\ \Omega$

$$\Gamma = \frac{V^-}{V^+}$$

$$\Gamma = \frac{1.34}{-1.19} = -1.1260$$

- Carga $\infty\ \Omega$ (circuito abierto)

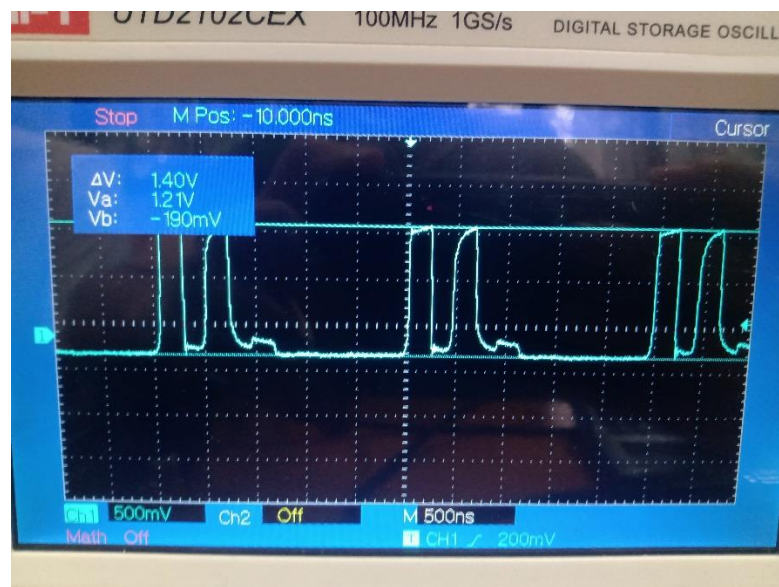


Figura 3. Tensión reflejada, carga $\infty\ \Omega$

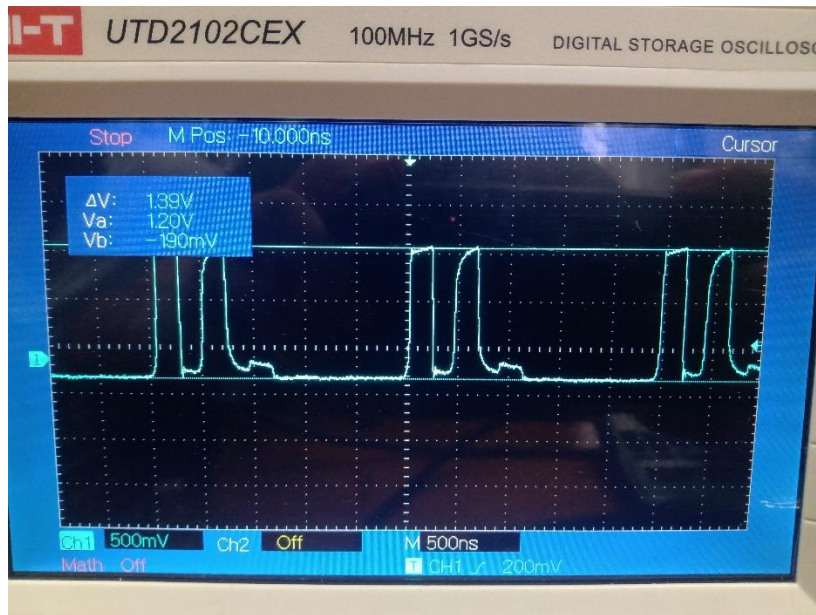


Figura 4. Tensión incidente, carga $\infty \Omega$

Con los datos que se aprecian en la figura 3 y figura 4, podemos calcular el coeficiente de reflexión, cuando se tiene un circuito abierto

$$\Gamma = \frac{1.40}{1.39} = 1.007$$

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

- Circuito abierto:

$$\begin{aligned}\alpha &= \text{Tension reflejada} - \text{Tension Incidente} = V^- - V^+ \\ \alpha &= 1.40 - 1.39 = 0.01 \\ \alpha &= 10 \log(0.01) = -20 \text{ dB}\end{aligned}$$

- Corto circuito 0Ω

$$\begin{aligned}\alpha &= V^- - V^+ \\ \alpha &= 1.34 - 1.19 = 0.15 \\ \alpha &= 10 \log(0.15) = -8.239 \text{ dB}\end{aligned}$$

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.

- Circuito abierto

Al tener una carga con resistencia infinita, los valores de amplitud de la tensión incidente serán aproximadamente igual a la amplitud de la tensión reflejada.

- Corto circuito

En nuestro caso para el terminal en corto circuito, la señal reflejada tiene una variación en su amplitud de tensión, un poco mayor a la amplitud de tensión de la señal incidente. Por lo tanto, la señal incidente está en contra fase con la señal reflejada.

- Carga de 50Ω

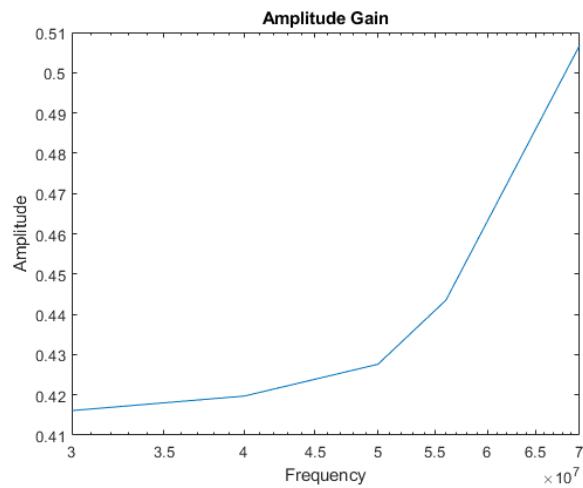
En este caso se tiene una carga con una impedancia aproximadamente igual a la impedancia característica del cable, por lo tanto, el coeficiente de reflexión es cero, y se observa que no hay una reflexión en la señal incidente.

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.

Amplitud Generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mv]	Frecuencia MHz	Ganancia (V/V)
1	416.76	30	0.4161
0.5	209.88	40	0.4197
0.25	106.92	50	0.4276
0.125	55.44	56	0.4435
0.0625	31.68	70	0.5068

Tabla 1



Amplitud Generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mv]	Frecuencia MHz	Ganancia (V/V)
1	433.32	50	0.4333
0.5	223.75	60	0.4375
0.25	114.84	75	0.4593
0.125	59.60	80	0.4768
0.0625	31.28	90	0.5164

Tabla 2

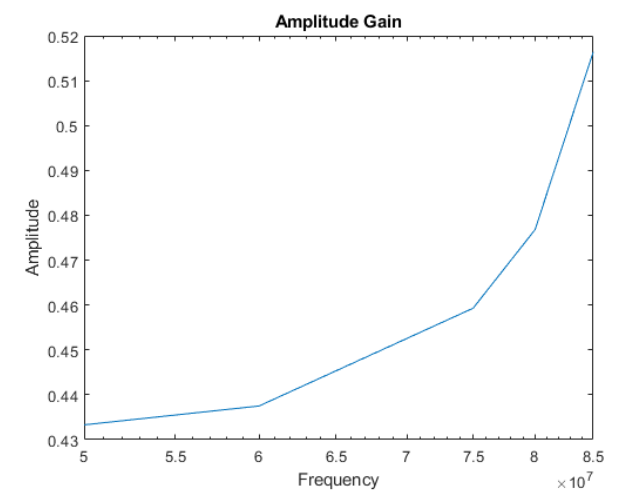


Figura 5.

¿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.

No es posible, operar dicha señal, debido a que el osciloscopio del laboratorio trabaja en el orden máximo de 5MHz

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.

Distancia del cable = 41.452 [m]

Atenuador = -30 dB

$$P_{TX} - P_{RX} = GT_x + \text{Atenuador} + \text{cable R658} \frac{A}{U}$$

Para ganancia $GT_x = 0$

FRECUENCIA MHz	ATENUACIÓN DEL CABLE dB/100	GANANCIA DEL TRANSMISIOR	ATENUACIÓN
1	42/100	-50	-46,25
10	150/100	-53	-88,06
50	370/100	-69	-173,22
100	540/100	-77.5	-239,03
200	810/100	-65.6	-343,54
500	1396/100	-76.8	-570,38
1000	2280/100	-77.9	-912,51

Tabla 3

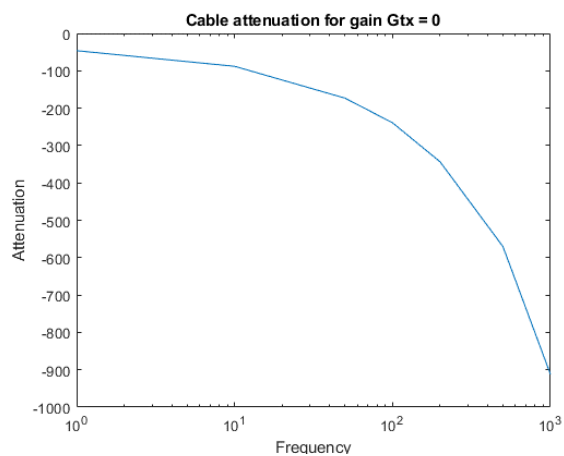


Figura 6

Para ganancia Gtx=10

FRECUENCIA MHz	ATENUACIÓN DEL CABLE dB/100	GANANCIA DEL TRANSMISOR	ATENUACIÓN
1	42/100	-53	-36,25
10	150/100	-56	-78,06
50	370/100	-61.5	-163,22
100	540/100	-56.8	-229,03
200	810/100	-66.5	-333,54
500	1396/100	-57.1	-560,38
1000	2280/100	-902,57	-902,57

Tabla 4.

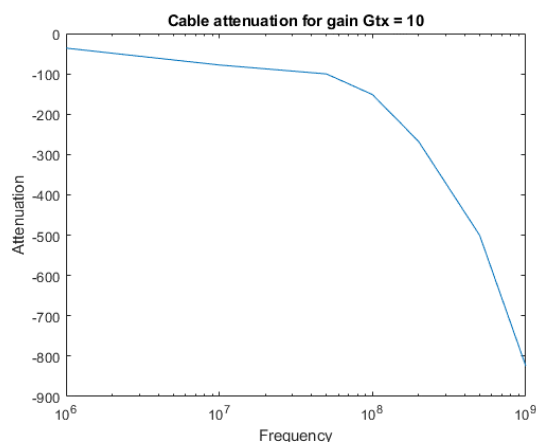


Figura 7.

Para ganancia $G_{tx}=20$

FRECUENCIA MHz	ATENUACIÓN DEL CABLE dB/100	GANANCIA DEL TRANSMISOR	ATENUACIÓN (dB)
1	42/100	-26.01	-26.225
10	150/100	-63.02	-68,06
50	370/100	-24.53	-153.22
100	540/100	-24.60	-219.03
200	810/100	-28.92	-313.54
500	1396/100	-39.02	-550.38
1000	2280/100	-54.59	-892.51

Tabla 5

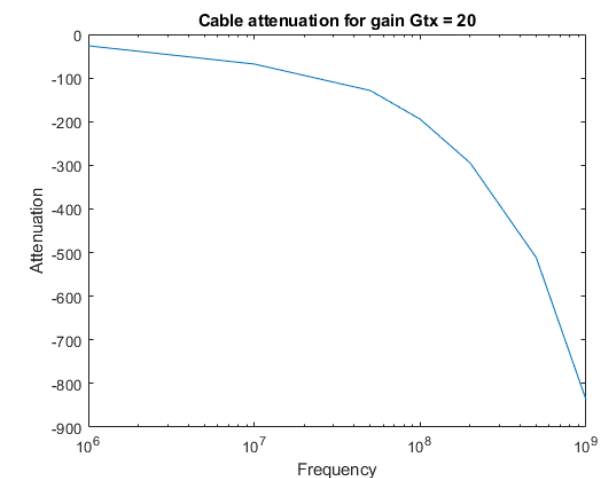


Figura 8

Para ganancia $G_{tx}=30$

FRECUENCIA MHz	ATENUACIÓN DEL CABLE dB/100	GANANCIA DEL TRANSMISOR	ATENUACIÓN
1	42/100	-19.03	-16,25
10	150/100	-18.23	-58,06
50	370/100	-19.39	-143,22
100	540/100	-19.73	-209,03
200	810/100	-23.50	-313,54
500	1396/100	-33.07	-540,38
1000	2280/100	-46.48	-882,51

Tabla 6.

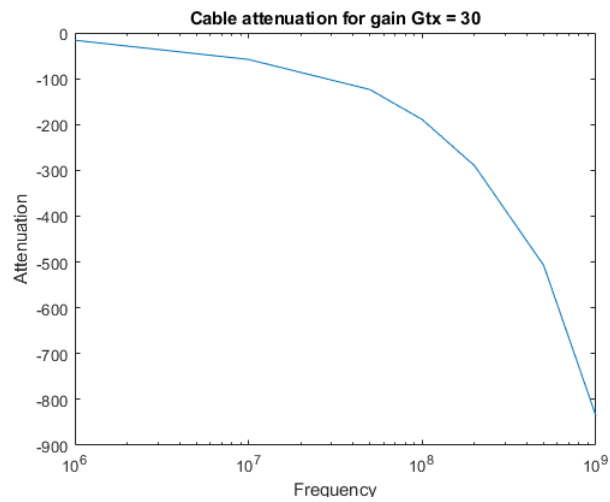


Figura 9.

¿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.

Para el caso del analizador de espectro con el que trabajamos en el laboratorio el rango máximo de frecuencia de operación en el que trabajaba era de 1000 MHz, por lo tanto, no era posible generar una señal que operara en una frecuencia central de 2200MHz

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.

Para una atenuación a una frecuencia de 100 MHz y una ganancia GTX = 0 el cable coaxial tiene la siguiente atenuación:

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

$$A_{CT} = -77.5 + 30 - 48.5 = -96 \text{ dB}$$

$$A_{TC} = \frac{96 \text{ dB}}{41.452 \text{ m}} = \frac{2.31 \text{ dB}}{100 \text{ m}}$$

NOMINAL ATTENUATION	
MHz	dB/100'
1	0.40
10	1.20
50	2.90
100	4.20
200	6.00
500	10.17
1000	16.50

$$Error = \frac{4.20 - 2.31}{2.31} = 0.8 * 100 = 81,8 \%$$

Podemos observar que hay un margen de error muy grande debido al momento de hacer la mediciones, falta precisión en los datos.

Conclusiones

- Cuando se tiene una impedancia de carga aproximadamente igual a la impedancia característica de la línea de transmisión, se tiene un coeficiente de reflexión igual a cero, donde toda la señal transmitida llega a la carga y no se presentan reflexiones.
- Al conectar cargas mayores a la impedancia característica, el porcentaje de onda que se refleja no invierte su fase. Con respecto a cargas menores, se evidencio una reflexión en contra fase.
- Al variar los valores de la ganancia, se evidencio una relación directamente proporcional con la amplitud del espectro resultando, con sus respectivos valores de frecuencias.