

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores

Elian Calderon Quintero - 2182341

Michael Mandón -2183108

**Grupo de
laboratorio:** L1A

Subgrupo de clase G-03

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 que está 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.

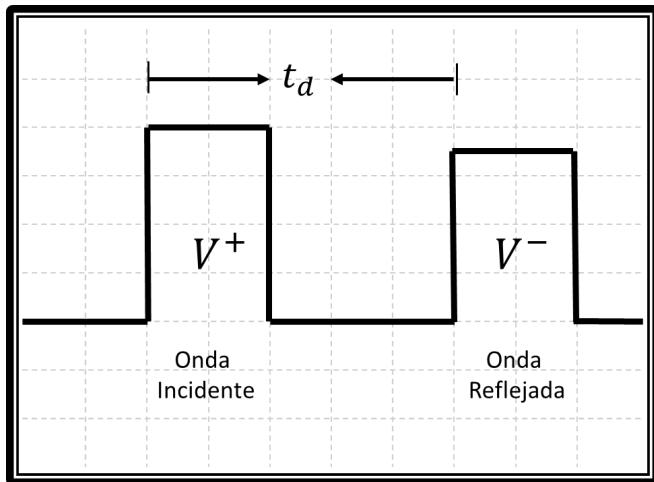
Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

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

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.

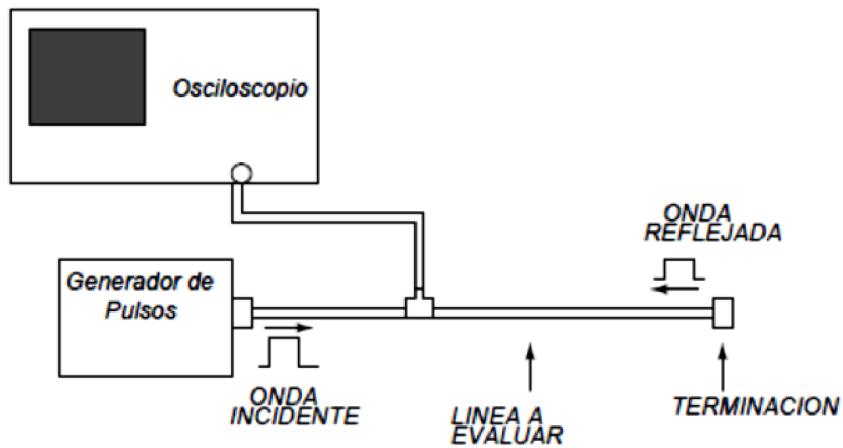


2. TRABAJO PREVIO

Investigue los parámetros eléctricos del [Cable Coaxial](#) y la señal de atenuación del cable, pero hay un leve error en la gráfica realizada experimentalmente debido a [tud](#) en la señal de atenuación del cable, pero hay un leve error en la gráfica realizada experimentalmente debido a [RG-58](#): impedancia característica, ancho de banda, constante dieléctrica, atenuación, velocidad de propagación.

3. PROCEDIMIENTO

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

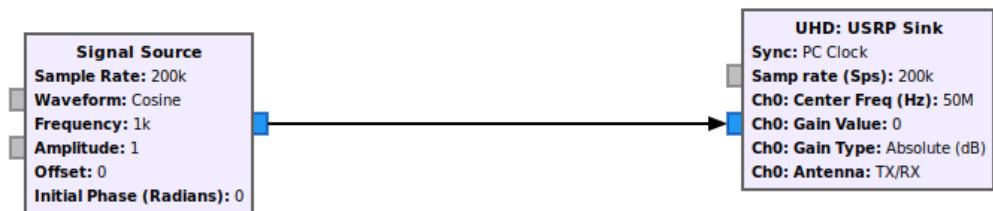
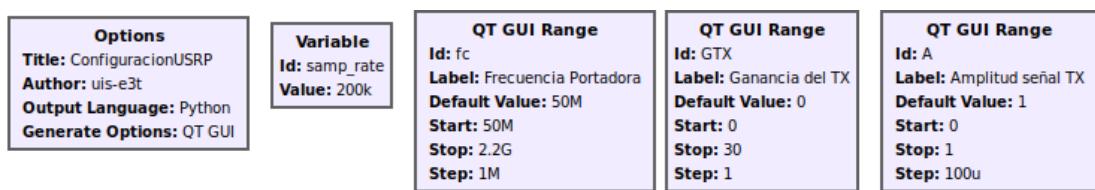


- Mida la distancia de los cables coaxiales (todo cable coaxial tiene asociado una nomenclatura inscrita en letras blancas sobre él acompañado de las letras FT) esto indica la posición de uno de los extremos, para determinar la distancia debe restar los valores encontrados en cada extremo para determinar la longitud del cable (tenga en cuenta que la medida del cable está en pies (FT), este valor se .

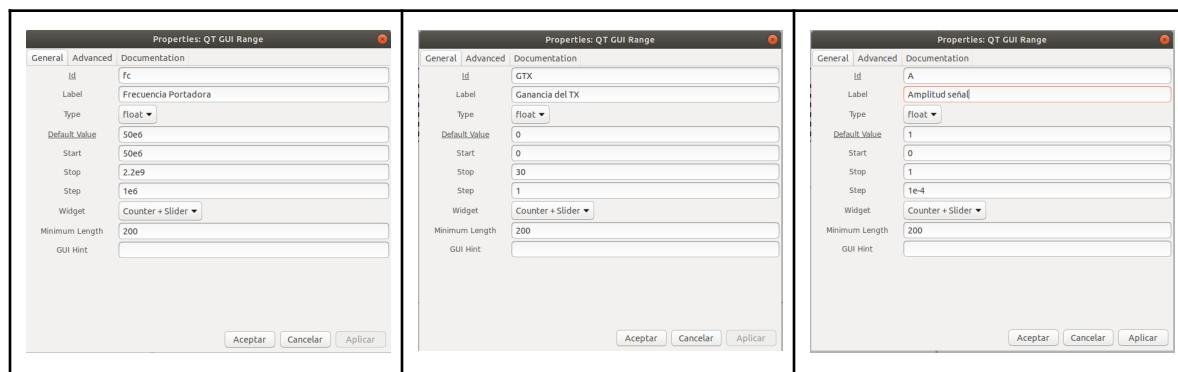
- 3.3. Genere un tren de pulsos rectangulares, el periodo de la señal en 400 kHz y el ciclo de trabajo sobre 10 %.
- 3.4. Ajuste las escalas verticales y horizontales del osciloscopio de acuerdo con la señal generada. Ajuste los cursores horizontales sobre la onda incidente y la onda reflejada, ajuste los cursores verticales sobre el instante de tiempo donde aparece la onda incidente y la onda reflejada. Registre los valores medidos.
- 3.5. Habilite la señal del generador de señales, obtenga las medidas de amplitud y de tiempo entre las señales incidentes y reflejadas en cada caso (cortocircuito, circuito abierto, carga acoplada y las dos cargas diferentes a 50 Ohm). Conecte en el terminal del cable coaxial la carga tipo cortocircuito apoyados con un cable coaxial terminado en pinzas. Registre los valores medidos.

2. INSTRUMENTACIÓN

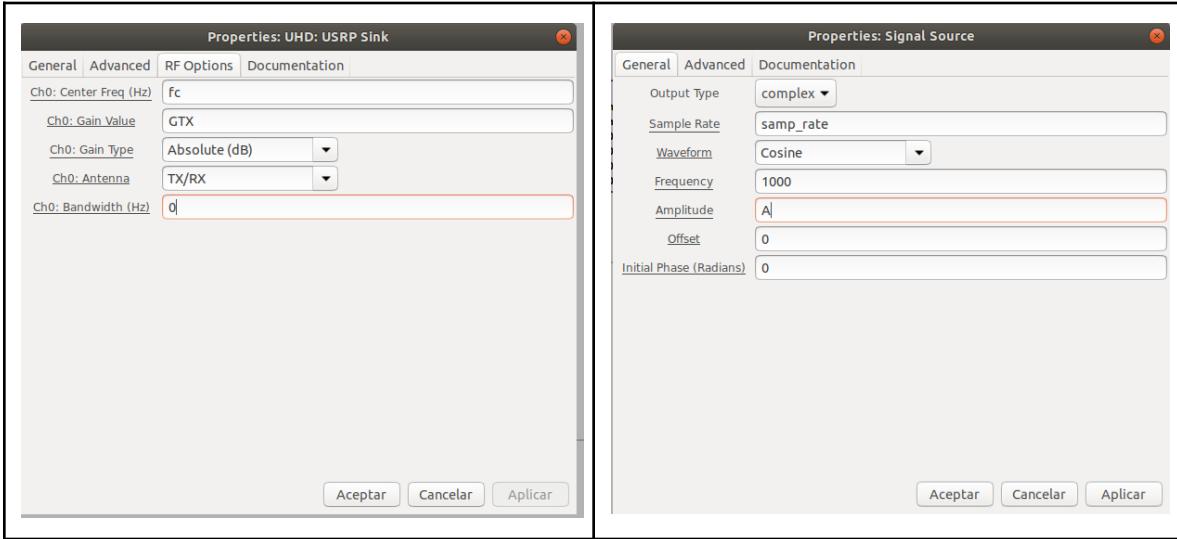
Para realizar la configuración del USRP como transmisor se debe realizar el siguiente montaje:



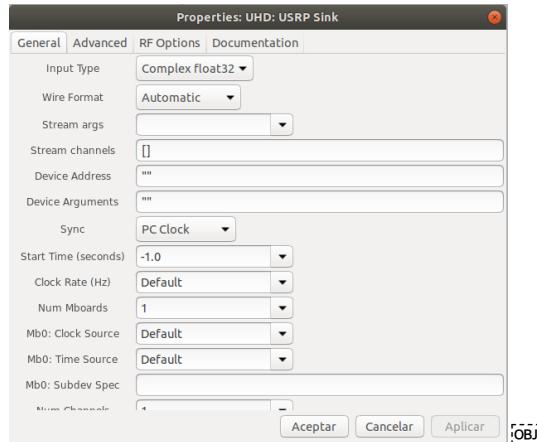
la configuración de las variables de rango se realizan como se muestra a continuación



Las variables **fc** y **G** se asignan a los módulo **UHD: USRP SINK** y la variable **A** al módulo **Signal Source**



Como parte del proceso de generación se debe sincronizar el SDR con el computador seleccionando la opción sink: por **PC Clock**



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 leídos 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	Ganancia V/V
1	202mv	0.202
0.5	92mv	0.184
0.25	44mv	0.176
0.125	23mv	0.184
0.0625	11.4mv	0.1824
FC = 75 MHz		
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio	
1	254mv	0.254
0.5	105mv	0.21
0.25	52.4mv	0.2096
0.125	28mv	0.224
0.0625	14mv	0.224
FC = 100 MHz		
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio	
1	210mv	0.210
0.5	106mv	0.212
0.25	41mv	0.164
0.125	20.7mv	0.1656
0.0625	10.1mv	0.16
FC = 130 MHz		
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio	
1	imposible	
0.5		
0.25		
0.125		
0.0625		

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 usó 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	-41.4 dbm	-31.62	-21.83	-14.92
60	-40.04	-30.25	-20.52	-14.38
70	-39.53	-29.89	-20.12	-13.27
80	-39.49	-29.85	-20.04	-13.10
90	-39.7	-29.92	-20.05	-13.18
100	-39.77	-30.01	-20.18	-13.26
200	-41.62	-31.83	-22.2	-15.58
300	-43.15	-33.58	-23.94	-17.05
400	-44.46	-35.15	-25.54	-18.45
500	-46.32	-37.03	-27.47	-20.2
600	-48.41	-38.88	-29.27	-21.88
700	-50.2	-40.56	-31.02	-23.18
800	-51.85	-42.16	-32.60	-24.36
900	-53.85	-44.13	-34.43	-26.09
1000	-55.23	-45.67	-35.94	-27.32
2000	-72.1	-62.3	-52.5	-43.21

Potencia transmitida -9.25dBm

-30 dB del conector amarillo

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.

Zr	v+	v+ experimental	v-	v- experimental	td	coeficiente de reflexión(Γ)
circuito a	1	820 mV	1	770 mV	260 ns	0,939
circuito c	1	880 mV	-1	-730 mV	274 ns	-0,829
tapón $Z_0(50 \Omega)$	1	856 mV	0	30 mv	253 ns	0,035
$Zr_1 > Z_0$	1	868 mv	1/3	296 mv	264 ns	0,341
$Zr_2 < Z_0$	1	840 mv	-1/3	-530 mv	279 ns	-0,630

- El coeficiente de reflexión nos indica la relación que existe entre la amplitud de la onda reflejada respecto a la onda incidente y su importancia se ve de manera más directa en las líneas de transmisión ya que esta relación nos permite conocer características del medio de propagación y, se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$V^- \text{ (experimental o teórico)}$$

$$\div V^+ \text{ (experimental o teórico)} = \text{coeficiente de reflexión}(\Gamma)$$

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

Zr	Coeficiente de reflexión teórico	Coeficiente de reflexión experimental	Atenuación
Circuito a	1	0,939	0,061
Circuito c	-1	-0,829	-0,171
Tapón $Z_0(50 \Omega)$	0	0,035	-0,035
$Z_{r1} > Z_0$	1/3	0,341	0,0076
$Z_{r2} < Z_0$	-1/3	-0,630	-0,296

- Encontramos que entre el coeficiente de reflexión teórico y experimental hay una pequeña diferencia que a su misma vez es el valor de la atenuación resultante del medio. Su medida es V/V y se encuentra mediante la fórmula:

$$\text{Coeficiente de reflexión teórico} - \text{coeficiente de reflexión experimental} = \text{atenuación}(\alpha)$$

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.

- Para el caso de circuito abierto tenemos que la carga acoplada tiende a infinito, lo que nos indica que toda la amplitud de la onda incidente debe ser reflejada en su totalidad y a su vez generar un coeficiente de reflexión igual a 1. En nuestro caso tenemos un coeficiente de reflexión menor, lo que nos indica que nuestro medio de propagación produce una atenuación específica.
- Para el caso de cortocircuito tenemos que la carga acoplada es nula, lo que nos indica que la amplitud de la onda reflejada es igual a la amplitud de la onda incidente pero de manera invertida, lo que quiere decir un valor de -1 para el coeficiente de reflexión. Para nuestro caso nos produce un valor de -0,829, por lo que podemos ver claramente un valor de atenuación de 0,171 debido a nuestro medio de transmisión.
- Para el caso de una carga acoplada con un valor de 50Ω , esperamos un coeficiente de reflexión igual a cero que en otras palabras se espera un valor nulo de magnitud en la onda reflejada. Para nuestro caso tenemos un coeficiente de reflexión de 0,035, valor muy cercano al cero como se esperaba.

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

Para los siguientes cálculos se realizaron de la siguiente manera para este caso solo es para un solo valor ya que los demás se realizaron de la misma manera.

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{202 \text{ mV}}{7 \text{ V}} = 0.202 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

$$P_{Rx} = P_{Tx} - 30 + G_{Tx} + \alpha ; \alpha \text{ es la损耗}$$

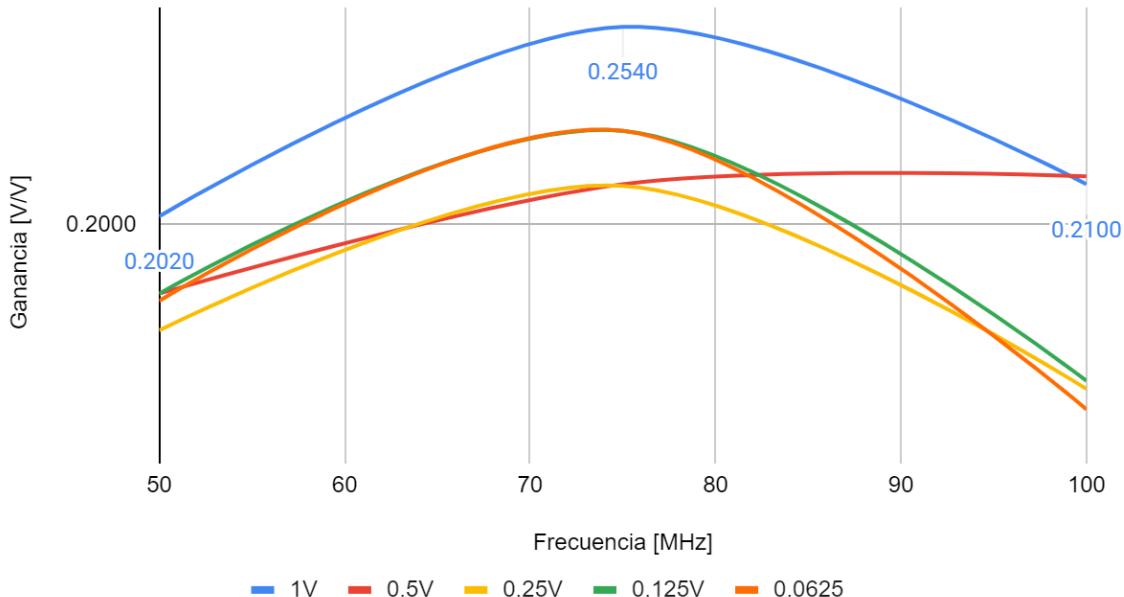
$$\alpha = P_{Rx} - P_{Tx} + 30 - G_{Tx} = -41.2 \text{ dBm} - (-9.2 \text{ dBm}) + 30 - 0 = -2.75 \text{ dB}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha}{L} ; L = 19,5072 \text{ m}$$

$$\alpha_m = \frac{-2.75 \text{ dB}}{19,5072 \text{ m}} = -0.14 \frac{\text{dB}}{\text{m}}$$

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

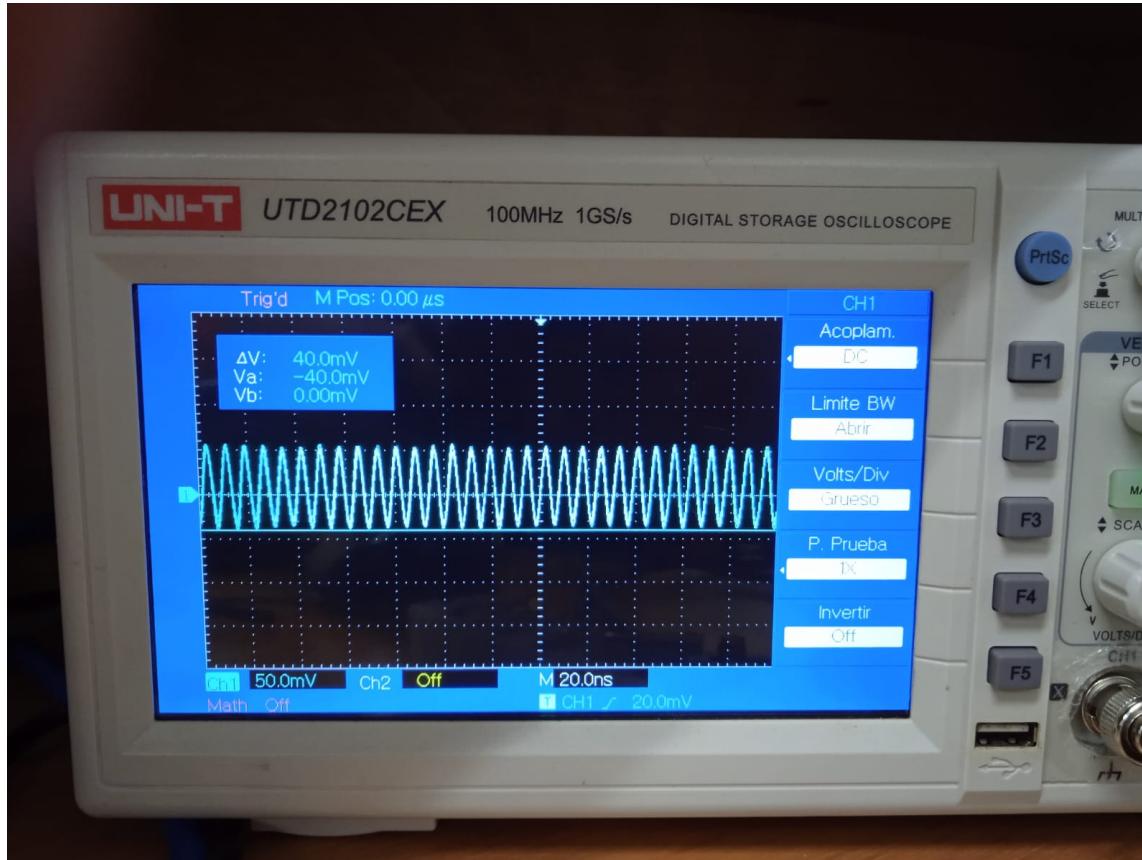
Ganancia en Amplitud



De la gráfica anterior podemos observar que para una frecuencia de 75 MHz tenemos la máxima ganancia de transmisión y es el punto de inflexión del cable ya que si la frecuencia es mayor a los 75 MHz la ganancia se reduce con una mayor pendiente que para valores menores a los 75 MHz

¿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.

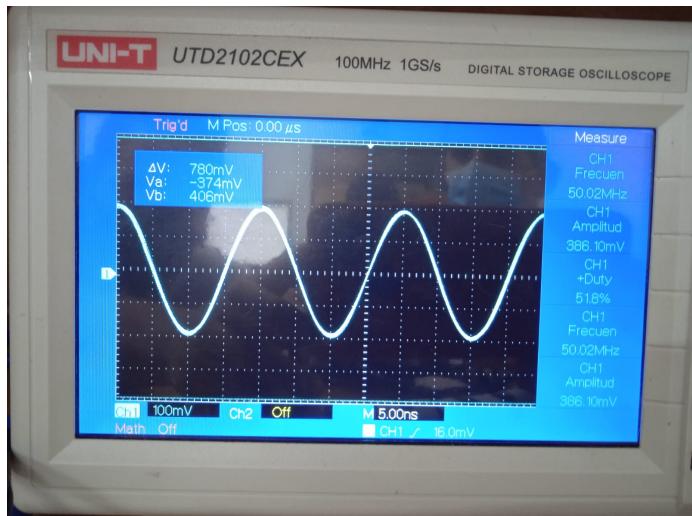
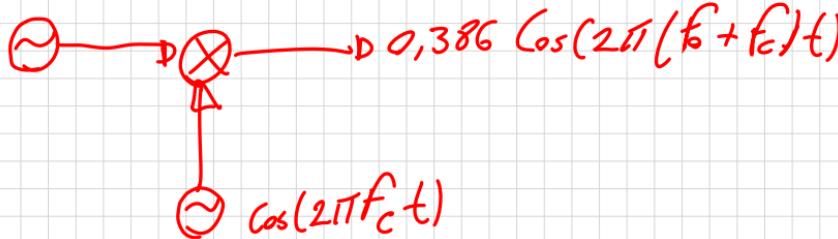
NO SE PUEDE POR LA CAPACIDAD DEL OSCILOSCOPIO QUE SOLO ES HASTA 100 MHZ Y CON EL ANCHO DE BANDA TAN ANCHO SOBREPASA ESE LIMITE ASI QUE LA GRÁFICA GENERADA SERÍA INCORRECTA



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.

Se puede observar que la onda senoidal mantiene su misma amplitud solo que cambia su frecuencia esto debido a que se multiplica la señal base de frecuencia $F_0=20\text{ KHz}$ por una señal senoidal con frecuencia $F_c=50\text{ MHz}$ como se puede observar en el siguiente esquema que representa lo observado en el osciloscopio.

$$0.386 \cos(2\pi f_0 t)$$



Options
Title: Radio USRP
Author: elian calderon
Description: config_usrp
Output Language: Python
Generate Options: QT GUI

Variable
Id: samp_rate
Value: 200k

QT GUI Range
Id: fc
Label: Frecuencia portadora
Default Value: 50M
Start: 50M
Stop: 2.2G
Step: 1M

QT GUI Range
Id: GTx
Label: Ganancia del TX
Default Value: 0
Start: 0
Stop: 30
Step: 1

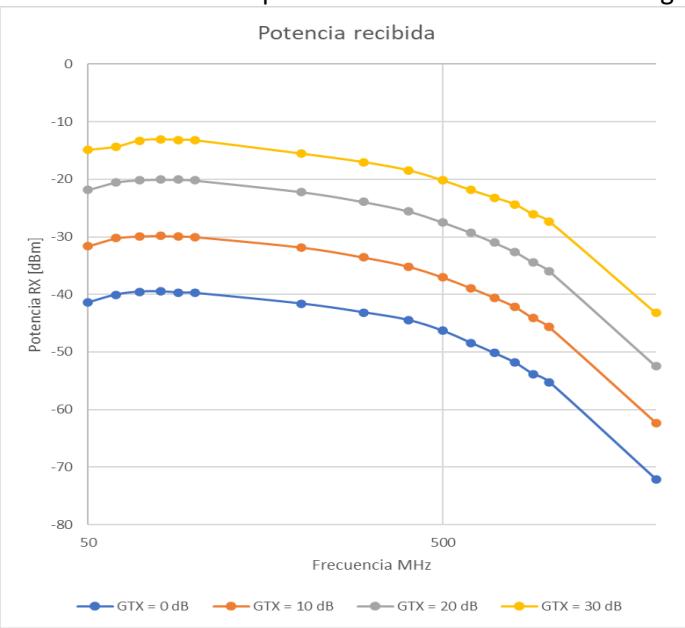
QT GUI Range
Id: A
Label: Amplitud señal Tx
Default Value: 1
Start: 0
Stop: 1
Step: 100u

Signal Source
Sample Rate: 200k
Waveform: Cosine
Frequency: 20k
Amplitude: 1
Offset: 0
Initial Phase (Radians): 0

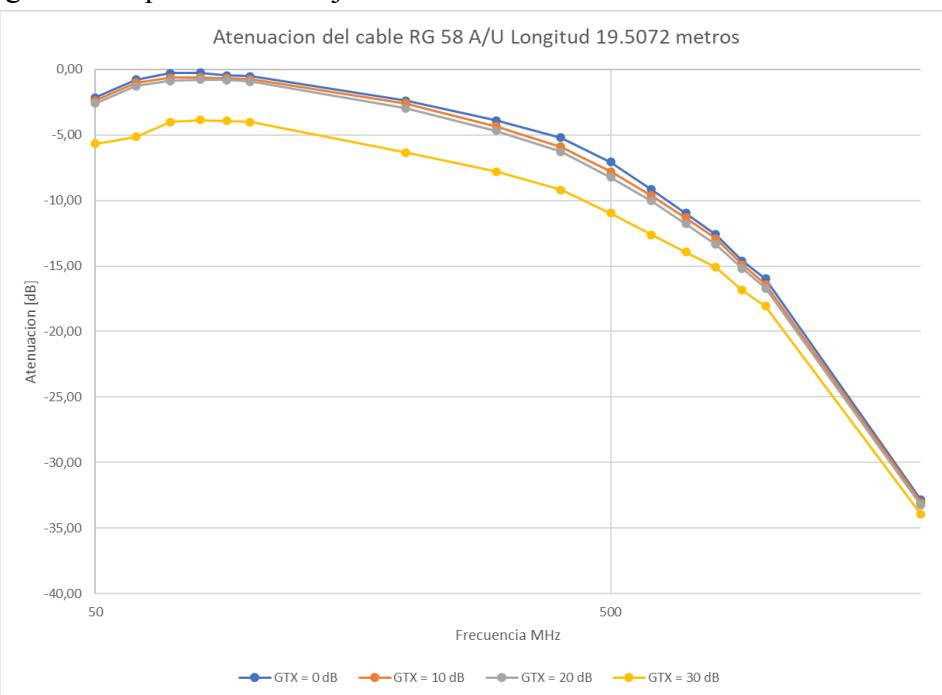
UHD: USRP Sink
Sync: PC Clock
Samp rate (Sps): 200k
Ch0: Center Freq (Hz): 50M
Ch0: Gain Value: 0
Ch0: Gain Type: Absolute (dB)
Ch0: Antenna: TX/RX

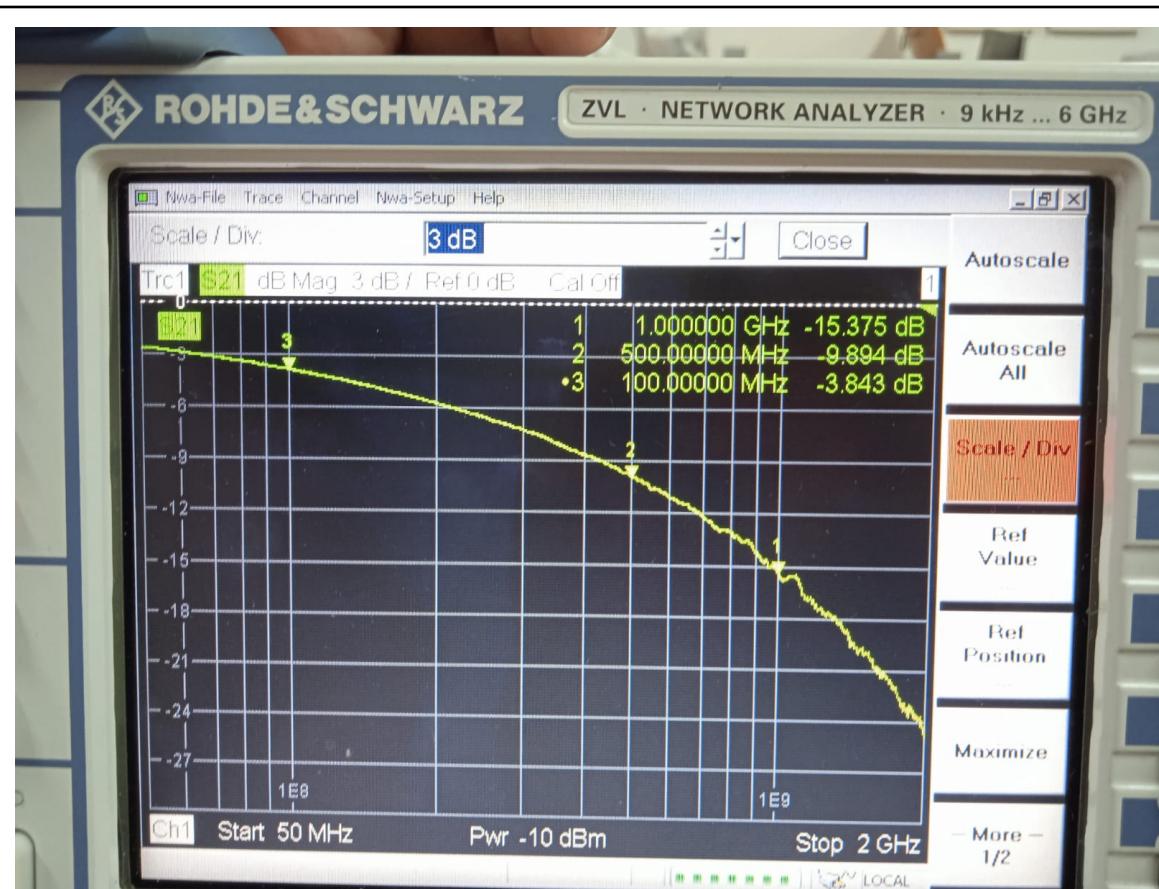
DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.2.

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.



Para la gráfica anterior se puede observar que al cambiar la ganancia de GTx se obtiene una gráfica desplazada en el eje vertical.





Comparando las dos gráficas anteriores se puede apreciar que tiene una similitud en la señal de atenuación del cable, pero hay un leve error en la gráfica realizada experimentalmente, debido a los equipos y los valores tomados manualmente ya que algunos variaban considerablemente, donde para la ganancia $GTX=30$ que prácticamente estamos midiendo la atenuación del cable directamente.

atenuacion Cable				
Frecuencia MHz	GTX = 0 dB	GTX = 10 dB	GTX = 20 dB	GTX = 30 dB
50	-2,15	-2,37	-2,58	-5,67
60	-0,79	-1,00	-1,27	-5,13
70	-0,28	-0,64	-0,87	-4,02
80	-0,24	-0,60	-0,79	-3,85
90	-0,45	-0,67	-0,80	-3,93
100	-0,52	-0,76	-0,93	-4,01
200	-2,37	-2,58	-2,95	-6,33
300	-3,90	-4,33	-4,69	-7,80
400	-5,21	-5,90	-6,29	-9,20
500	-7,07	-7,78	-8,22	-10,95
600	-9,16	-9,63	-10,02	-12,63
700	-10,95	-11,31	-11,77	-13,93
800	-12,60	-12,91	-13,35	-15,11
900	-14,60	-14,88	-15,18	-16,84
1000	-15,98	-16,42	-16,69	-18,07
2000	-32,85	-33,05	-33,25	-33,96

atenuacion Cable por metro				
Frecuencia MHz	GTX = 0 dB	GTX = 10 dB	GTX = 20 dB	GTX = 30 dB
50	-0,11	-0,12	-0,13	-0,29
60	-0,04	-0,05	-0,07	-0,26
70	-0,01	-0,03	-0,04	-0,21
80	-0,01	-0,03	-0,04	-0,20
90	-0,02	-0,03	-0,04	-0,20
100	-0,03	-0,04	-0,05	-0,21
200	-0,12	-0,13	-0,15	-0,32
300	-0,20	-0,22	-0,24	-0,40
400	-0,27	-0,30	-0,32	-0,47
500	-0,36	-0,40	-0,42	-0,56
600	-0,47	-0,49	-0,51	-0,65
700	-0,56	-0,58	-0,60	-0,71
800	-0,65	-0,66	-0,68	-0,77
900	-0,75	-0,76	-0,78	-0,86
1000	-0,82	-0,84	-0,86	-0,93
2000	-1,68	-1,69	-1,70	-1,74

Comprando los datos dados por el fabricante y los experimentales nos dan valores cercanos hasta la ganancia de GTX=30, que da valores que no son cercanos a los del fabricante esto debido a que prácticamente se mide la atenuación directamente del cable.

-¿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?

Si, pero solo se vería la parte inferior de la señal ya que para valores mayores a 2.2 GHz el analizador de espectros falla debido a las limitaciones del mismo equipo.

Conclusiones:

- Se pudo ver claramente que para un cable de longitud L va estar relacionada una atenuación con respecto a la frecuencia siendo que para una mayor frecuencia mayor sera esta atenuación por lo tanto se necesitará de acoplar algunas ganancias para no perder las señales en largas distancias.
- Se pudo apreciar por medio del osciloscopio que al cambiar las puntas o finales del cable la onda reflejada era menor o nula a la inicial.