

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores _____Santiago Tarazona_____

_____Sebastian Mora_____

Grupo de laboratorio: _____D1B_____

Subgrupo de clase _____G1_____

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.

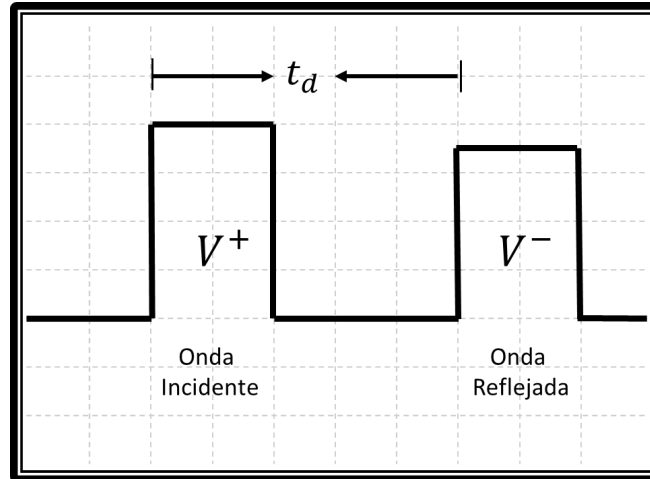
Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

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

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.

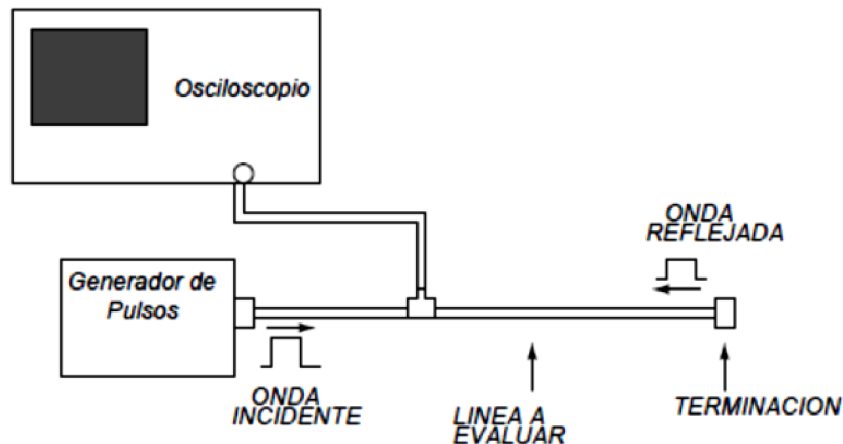


2. TRABAJO PREVIO

Investigue los parámetros eléctricos del [Cable Coaxial 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 (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)).
- 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

-Amplitud: $V^+ : 1.02 \text{ [V]}$ $V^- : 1.03 \text{ [V]}$
 -td: 404 [ns]

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 cortocircuito apoyados con un cable coaxial terminado en pinzas. Registre los valores medidos.

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = \frac{V^-}{V^+} = -1$$

$$v^+ = 970 \text{ [mV]}$$

$$v^- = -780 \text{ [mV]}$$

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = \frac{V^-}{V^+} = \frac{-780}{970} = -0.804 \frac{V}{V} \text{ experimental}$$

$$td = 440 \text{ [ns]}$$

$$L = V_p \frac{td}{2} = \frac{c}{\sqrt{E_r}} \frac{td}{2} = 198 * 10^6 \frac{440 * 10^{-9}}{2} = 43.56 \text{ [m]}$$

3.7. Conecte en el terminal del cable coaxial la carga de 50Ω . Registre los valores medidos.

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = \frac{V^-}{V^+} = 0$$

$$v^+ = 1.06 \text{ [V]}$$

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = 0 \frac{V}{V} \text{ experimental}$$

$$td = 400 \text{ [ns]}$$

$$L = V_p \frac{td}{2} = \frac{c}{\sqrt{E_r}} \frac{td}{2} = 198 * 10^6 \frac{400 * 10^{-9}}{2} = 39.6 \text{ [m]}$$

3.8. Conecte en el terminal del cable coaxial dos cargas diferentes con valores superiores a 50Ω y dos cargas con valores inferiores a 50Ω . Registre los valores medidos.

Resistencia: 14.7 ohms

$$td = 400 \text{ [ns]}$$

$$v^+ = 1.07 \text{ [V]}$$

$$v^- = -550 \text{ [mV]}$$

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = -0.55 \frac{V}{V} \text{ experimental}$$

$$L = V_p \frac{td}{2} = \frac{c}{\sqrt{E_r}} \frac{td}{2} = 198 * 10^6 \frac{400 * 10^{-9}}{2} = 39.6 \text{ [m]}$$

Resistencia: 200 ohms

$$td = 420 \text{ [ns]}$$

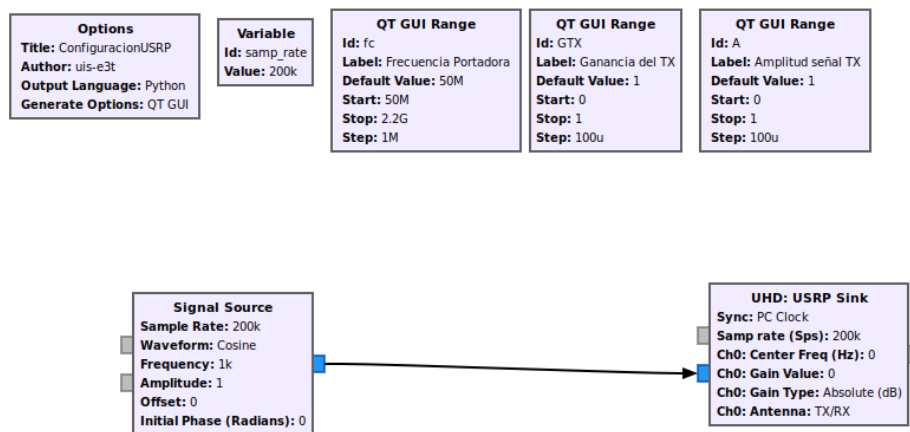
$v_{+} = 1$ [V]
 $v_{-} = 600$ [mV]

$$\Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = 0.6 \frac{V}{V} \text{ experimental}$$

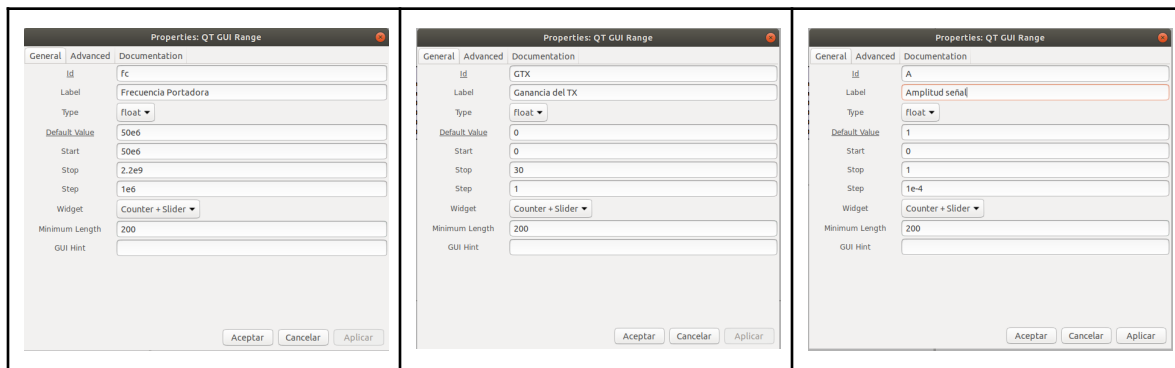
$$L = V_p \frac{td}{2} = \frac{C}{\sqrt{E_r}} \frac{td}{2} = 198 * 10^6 \frac{420 * 10^{-9}}{2} = 41.58[m]$$

2. INSTRUMENTACIÓN

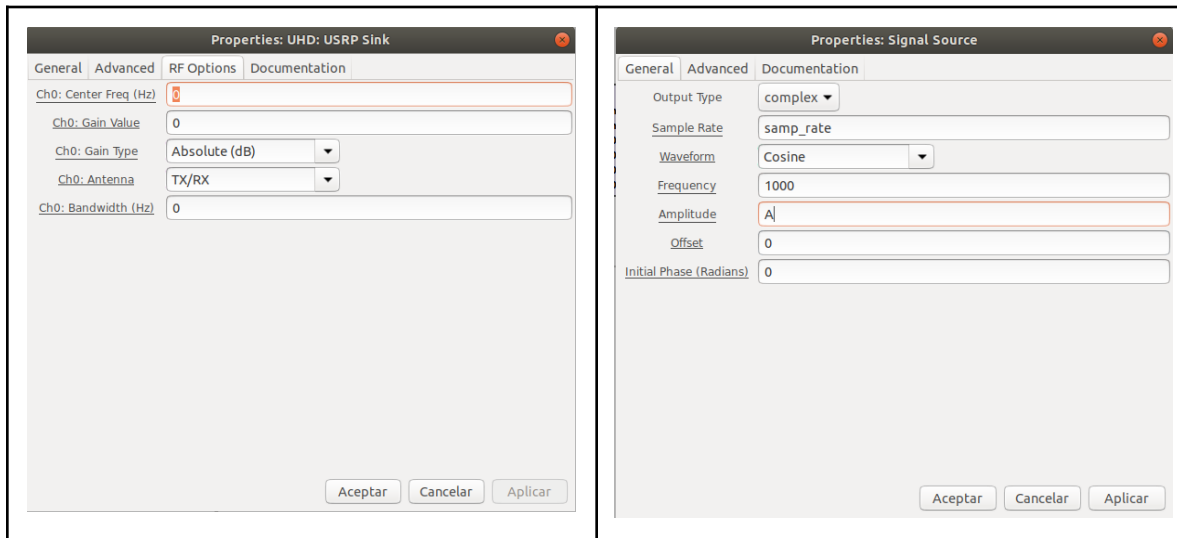
Para realizar la configuración del USRP como transmisor se debe realizar el siguiente montaje:



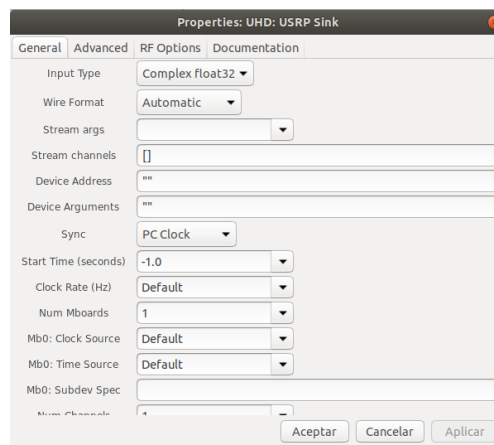
la configuración de las variables de rango se realizan como se muestra a continuación



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 (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 [mV]
1	390
0.5	196
0.25	100

0.125	55.4
0.0625	35.5
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	514
0.5	255.02
0.25	130.6
0.125	67.3
0.0625	28.2
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	337.5
0.5	172
0.25	85.4
0.125	44.25
0.0625	5.27
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	80
0.5	43.16
0.25	22
0.125	11
0.0625	relación de muestreo supera la relación de muestreo del osciloscopio

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.

ganancia de cable corto: -18.31 dBm

Valor de amplitud por defecto : 0.25

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	-79.85	-70.70	-61.6	-51.68
60	-75.86	-66.67	-56.9	-47,23
70	-73.81	-64.18	-54.39	-44.69
80	-72.64	-63.23	-53.39	-43.67
90	-72.85	-63.22	-53.40	-43.66
100	-73.09	-63.53	-53.73	-44.04
200	-72.76	-63.16	-53.33	-43.73
300	-71.41	-62.18	-52.56	-42,88
400	-73.14	-64.01	-54.39	-44.91
500	-73.53	-64.53	-54.85	-45.3
600	-76.13	-66.97	-57.39	-47.82
700	-76.16	-66.89	-57.16	-47.38
800	-79.93	-71.79	-61.20	-51.71
900	-80.86	-71.88	-62.52	-52.98
1000	-83.02	-74.1	-64.56	-54.85
2000	-96.82	-92.21	-87.25	-78.43

3. ANALISIS 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.

Las cargas que usamos para desarrollar la práctica fueron 2 resistencias de $R_1 = 14.7 \Omega$ y $R_2 = 200 \Omega$

teniendo en cuenta los datos suministrados por el datasheet del cable coaxial RG-58, tomamos la impedancia característica del cable $Z_0 = 50 \Omega$, teniendo este valor y el de las cargas podemos obtener los coeficientes de reflexión para ambos casos con la ecuación del mismo

$$\Gamma_1 = \frac{14.7 - 50}{14.7 + 50} = -0.545$$

$$\Gamma_2 = \frac{200 - 50}{200 + 50} = 0.6$$

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

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.

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 uso. Grafique estos valores en escala semilogarítmica.

¿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.
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.
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.
-¿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.

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.

