

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores Edgar Camilo Rivera Pérez - 2180371

Andrés Camilo Rincón Santana - 2185581

Grupo de laboratorio: L1B

Subgrupo de clase Subgrupo 1

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.

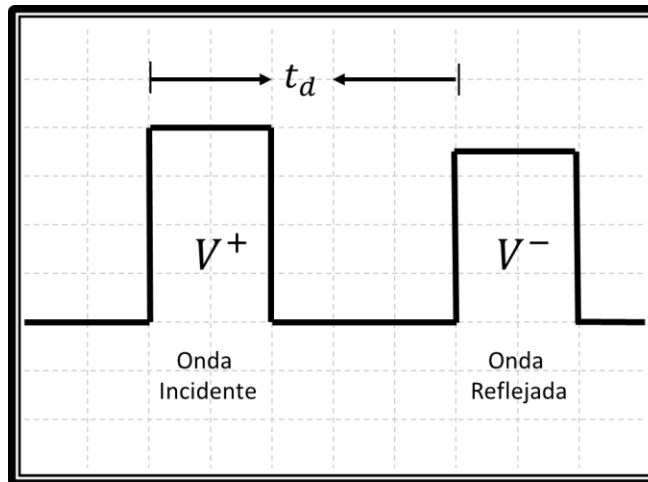
Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

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

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.

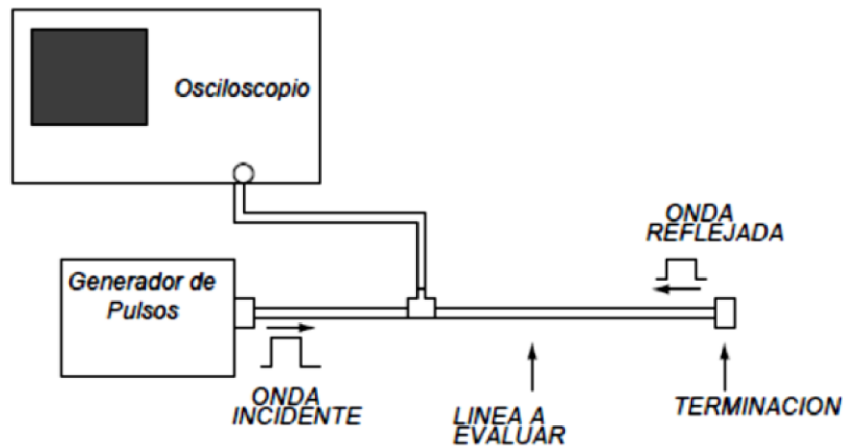


2. TRABAJO PREVIO

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.



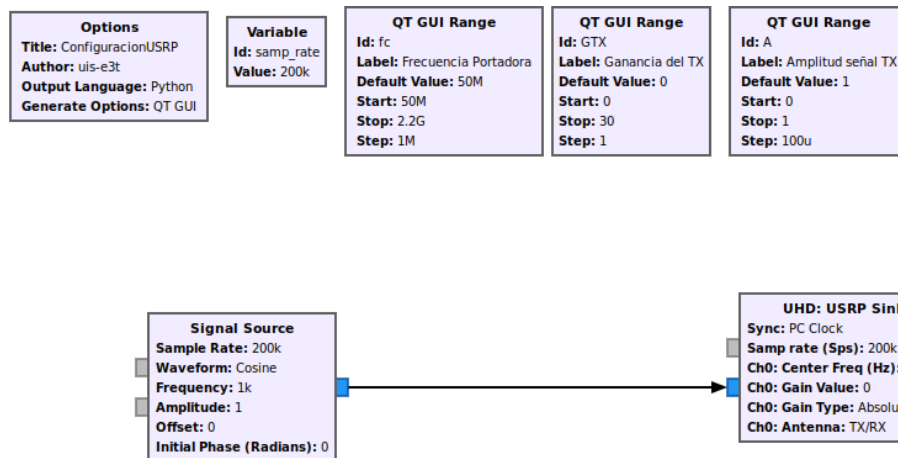
- 3.2. Mida la distancia de los cables coaxiales (todo cable coaxial tiene asociado una nomenclatura inscrita en letras blancas sobre él acompañado de las letras FT) esto indica la posición de uno de los extremos, para determinar la distancia debe restar los valores encontrados en cada extremo para determinar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

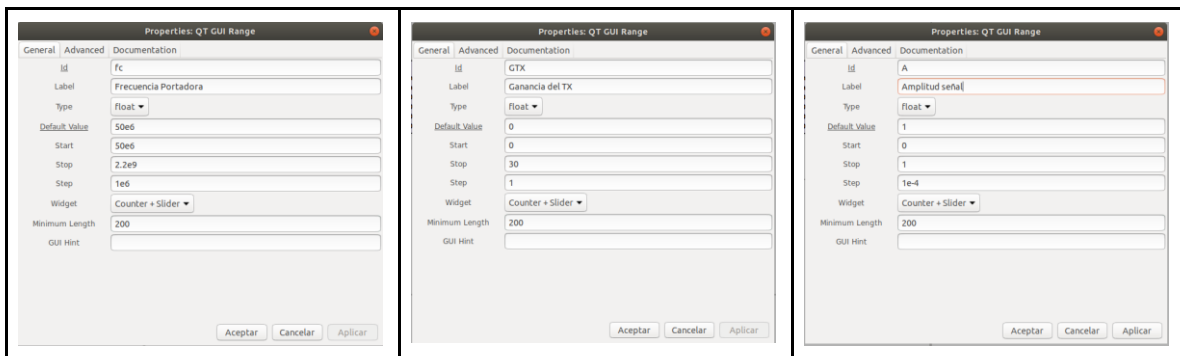
- 3.5. Habilite la señal del generador de señales, obtenga las medidas de amplitud y de tiempo entre las señales incidentes y reflejadas en cada caso (cortocircuito, circuito abierto, carga acoplada y las dos cargas diferentes a 50 Ohm). Conecte en el terminal del cable coaxial la carga tipo cortocircuito apoyados con un cable coaxial terminado en pinzas. Registre los valores medidos.

2. INSTRUMENTACIÓN

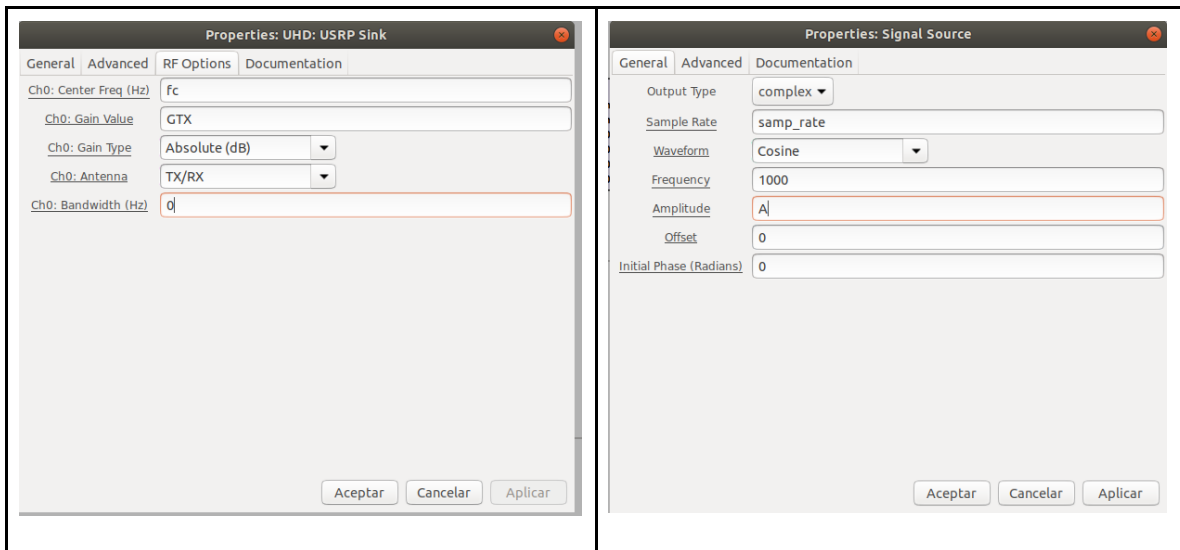
Para realizar la configuración del USRP como transmisor se debe realizar el siguiente montaje:



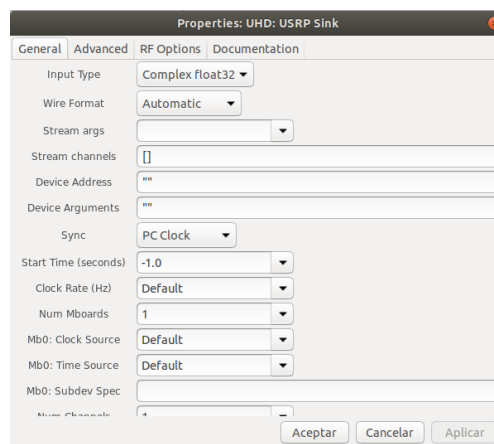
las configuraciones de las variables de rango se realizan como se muestra a continuación



Las variables **fc** y **G** se asignan al 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
1	44,55mV

0.5	21,98mV
0.25	11,09mV
0.125	5,84mV
0.0625	3,37mV
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	201,96mV
0.5	99,60mV
0.25	50,69mV
0.125	24,95mV
0.0625	12,67mV
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	125,14mV
0.5	62,57mV
0.25	31,68mV
0.125	16,24mV
0.0625	7,82mV
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	20,99mV
0.5	10,10mV
0.25	5,35mV
0.125	2,77mV
0.0625	1,49mV

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	-55,92dBm	-46,29dBm	-36,50dBm	-26,77dBm
60	-55,06dBm	-45,26dBm	-35,53dBm	25,87dBm
70	-55,16dBm	-45,48dBm	-35,52dBm	-25,81dBm
80	-55,33dBm	-45,51dBm	-35,71dBm	-26,04dBm
90	-55,69dBm	-45,94dBm	-36,04dBm	-26,45dBm
100	-90,16dBm	-90,56dBm	-90,86dBm	-91,96dBm
200	-90,35dBm	-91,51dBm	-92,81dBm	-93,66dBm
300	-92,74dBm	-92,85dBm	-93,90dBm	-93,16dBm
400	-93,29dBm	-93,82dBm	-92,47dBm	-93,96dBm
500	-93,69dBm	-92,04dBm	-93,35dBm	-93,56dBm
600	-91,93dBm	-92,57dBm	-93,09dBm	-94,24dBm
700	-93,41dBm	-92,02dBm	-91,21dBm	-93,93dBm
800	-87,64dBm	-86,12dBm	87,83dBm	-89,33dBm
900	-91,92dBm	-90,46dBm	-91,63dBm	-94,75dBm
1000	-92,17dBm	-91,85dBm	-93,47dBm	-92,61dBm
2000	-92,96dBm	-92,45dBm	-92,87dBm	-93,67dBm

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.

f=
700Khz

Z0=50Ω

	Zr(Ω)	V+ (V)	V- (V)	td (ns)	Coeficiente de Reflexión $ \Gamma_R $
Caso 1	infinito	1,09	1,09	214	1
Caso 2	0	1,06	-1,07	216	-1
Caso 3	50	1,07	0	212	0
Caso 4	10	1,03	-0,84	212	0,6667
Caso 5	10k	1,04	-0,94	206	0,99

Z0=Zr

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

Para encontrar la atenuación de la línea de transmisión trabajada en la práctica utilizaremos la siguiente fórmula

$$A = \frac{V_o}{V_i} = V^+ - V^-$$

En la tabla presentada a continuación presentamos los resultados obtenidos de cada uno de los casos.

Zl [Ω]	V+	V-	A [V/V]	A[dB]
infinito	1,09	1,09	0	No definido
0	1,06	-1,07	2.13	6.5675
50	1,07	0	1.07	0.5876
10	1,03	-0,84	1.87	5.4368
10k	1,04	-0,94	1.98	5.933

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.

Carga en Circuito Abierto:

En el osciloscopio pudimos observar que el comportamiento de la onda incidente y reflejada cuando dejamos el circuito abierto es idéntico, esto debido a que la tensión de la onda incidente es reflejada completamente y por eso la onda reflejada es un “reflejo” idéntico de la onda anteriormente mencionada por esto la tensión V^+ y V^- serán aproximadamente la misma y el coeficiente de reflexión es 1.

Carga en Cortocircuito:

En esta configuración podemos notar que el coeficiente teórico corresponde a aproximadamente -1 lo que puede notar que gráficamente en el osciloscopio es posible ver dos ondas una a contrafase de la otra con la misma tensión en valor absoluto. En la práctica el valor no es completamente idéntico, pero se aproxima a las especificaciones teóricas que se tienen.

Carga de 50[Ω] (Acople perfecto):

En el caso de la carga con acople perfecto (lo cual significa que la impedancia conectada es la impedancia de la línea) es notorio ver que relativamente no existe una onda reflejada, sin embargo, al hacer un zoom en el panel del osciloscopio se pueden ver pequeños picos de tensión en el periodo donde debería presentarse la onda reflejada. Teóricamente, la onda reflejada no se presenta debido al acople perfecto entre la línea y la carga, ya que la tensión es absorbida por la carga y no se “devuelve” nada de esta. Este es el caso ideal de las transmisiones ya que se desea que toda la información y potencia que sea transmitida llegue y no sea reflejado nada.

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.

Un osciloscopio de referencia UNI-T UTD2102CEX como el trabajado en el laboratorio cuenta con un ancho de banda de 100MHz, por lo tanto, teniendo en cuenta que podemos escoger una frecuencia central cualquiera (como en este caso de 100MHz) el osciloscopio medirá la señal que generemos. Sin embargo, el ancho de banda del osciloscopio indica la frecuencia a la cual el canal analógico de este puede trabajar sin generar atenuaciones, por lo que la señal que ingresa a este será atenuada de aproximadamente 3dB y dará una medida errada a la deseada.

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 qué 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.

En el laboratorio de comunicaciones fue utilizado un analizador de espectros el cual tenía como frecuencia máxima 1.8 [GHz] por lo tanto no se podría medir una señal con frecuencia de 2200 [MHz] y de ancho de banda de 20 [MHz] debido a que los valores no están para nada cerca del rango de valores que acepta y maneja el analizador.

Conclusiones

Durante la práctica pudo ser trabajada los conceptos de las líneas de transmisión no ideales y como los distintos factores externos a estas pueden cambiar los resultados deseados, un ejemplo de esto es en este caso la dificultad para encontrar una frecuencia en el generador de señales que se adecuara la deseada a la práctica debido a que el implemento mencionado anteriormente presentaba pequeños fallos ajenos a los estudiantes. Sin embargo, esto no fue un impedimento para la obtención de datos aproximados u óptimos para realizar el análisis correcto de los conceptos a trabajar.

En la primera parte de la práctica se puede evidenciar como en los sistemas de comunicaciones se espera un acople perfecto de impedancias de línea y carga para evitar reflexiones y absorber toda la potencia transmitida. Esto gracias al poder encontrar una impedancia de carga que se asemeje aproximadamente a la impedancia de la línea con el propósito se puede disminuir la magnitud del coeficiente de reflexión, hablando estrictamente de cargas resistivas, haciendo el valor de la impedancia de carga más pequeño que el valor de la impedancia de línea, cabe mencionar que a costa de esto, desde cierto valor, al tener un coeficiente de reflexión negativo cambia la fase de la onda incidente, con la onda que se refleja.

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.