

Práctica 2: INSTRUMENTACIÓN Y REFLECTOMETRÍA

JHONATAN OSWALDO FRANCO

GUERRON - 2194673

JHONATAN FELIPE VALEST

FLORES - 2184672

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad Industrial de Santander

12 de mayo de 2023

Resumen

En esta práctica consta de identificar tipos de fallas en las líneas de transmisión, para esto se llevan a cabo tres diferentes situaciones de medida al final de la línea de transmisión con la ayuda del osciloscopio, esta señal transmitida por dicho cable de transmisión presentará un coeficiente de reflexión dependiendo del tipo de prueba que se presente.

También es necesario conocer cómo determinar el tiempo de respuesta en el que se transmite la señal de regreso por el cable de transmisión.

Palabras clave: Reflexión, Transmisión, Prueba, Osciloscopio, Medida.

1. Introducción

Para el laboratorio de comunicaciones se usa un aparato de medida que es el osciloscopio, este equipo es de alta importancia al analizar comportamientos de señales en el dominio del tiempo, el hecho de tener la presencia de este equipo de medida en el laboratorio presenta muchas ventajas, por ejemplo:

- Visualización de señales continuas en tiempo real.
- Medidas de amplitud, frecuencia, tiempo, potencia, rms, picos que permiten realizar ajustes y optimizaciones.
- Reconocimiento de errores, en este caso la discontinuidad en un punto de la onda reflejada.

En resumen, el osciloscopio es una herramienta valiosa para las telecomunicaciones, ya que permite visualizar, medir, identificar errores, analizar y

almacenar datos de señales electrónicas para mejorar el rendimiento y solucionar problemas. [1]

La reflectometría me indica un proceso de transmisión de una señal a través de una línea de transmisión, si se presente un cambio en la impedancia de línea bien sea un corto o discontinuidad la señal se va a reflejar con un coeficiente determinado. La importancia de esta reflectometría en el dominio del tiempo es el análisis de la señal de entrada y salida para obtener datos como el tiempo en el que tarda en reflejarse la señal transmitida al punto de origen y así lograr determinar la longitud de la línea. Esta reflectometría depende también de la velocidad de propagación en el medio, distancia del cable de transmisión, impedancia y otros factores. [2]

Las consideraciones para el proceso de experimentación de la reflectometría se podrían considerar en tres situaciones. la primera es cuando la impedancia de la carga es igual a la de la línea, el coeficiente de reflexión es igual a cero y no hay reflexión. El segundo es cuando la impedancia de carga es un circuito abierto, es decir, es infinita, el coeficiente de reflexión es 1, y se puede apreciar que hay reflexión de la onda transmitida con un pequeño detalle, el cambio de fase. El tercer caso es cuando la impedancia de carga Z_L es cero, es decir existe un cortocircuito, el coeficiente de reflexión es -1 por lo tanto se reflejaría toda la onda de forma de inversión escalar de señal (señal negativa) con su respectivo desfase.

La longitud del cable puede ser una limitante para realizar la práctica de reflectometría debido a que, si el cable de transmisión es demasiado pequeño, el tiempo de transmisión debería ser tan pequeño que dependiendo de las capacidades de medida del osciloscopio se podría visualizar, otro limitante a tener en cuenta en el laboratorio a la hora de realizar

medidas es la frecuencia máxima que presenta el aparato de medida, en este caso el osciloscopio presenta una frecuencia máxima de 100MHz.

La importancia del analizador de espectro es que permite evaluar y comprender el comportamiento de la señal que se evalúa, medidos a través de la medición de la potencia de la señal (su amplitud) normalmente en [dBm], en un rango de frecuencias determinado.

La importancia de medir la atenuación y el equipo que facilita a medida es el mismo analizador de espectro que me permite calcular la atenuación de señales en función de la frecuencia, radica en que nos permite conocer con exactitud en que frecuencias de operación se tendría mayor y menor atenuación, con base en esto se establecería un rango de frecuencias donde tenga la menor atenuación posible en el cable.

Es importante la medición de la atenuación en un cable de transmisión debido a la necesidad de calidad de información, identificar posibles problemas de cableado y también la optimización de la señal de interés, todo esto con el deseo de reducir posibles interferencias y garantizar una buena transmisión de mensaje.

Básicamente, la forma de utilizar un analizador de espectros es la siguiente: En el eje de Y se tiene una escala logarítmica, normalmente en dBm, del contenido espectral de la señal y en el eje X se representa la frecuencia. Una vez que el equipo está encendido y se ha seleccionado una entrada, se puede configurar la frecuencia central, el ancho del espectro y los niveles de referencia de la amplitud (eje y). El ancho de banda de resolución (RBW), el ancho de banda de vídeo (VBW) y los ajustes de tiempo de barrido que se utilizan para controlar la precisión de las mediciones y la imagen resultante en la pantalla.

La atenuación de una señal es vital porque esta me determina qué tanta potencia de señal estoy transmitiendo y así reconocer que acciones se deben tener en cuenta en el debido proceso.

2. Procedimiento

Para estimar la longitud de un cable coaxial usando reflectometría en el dominio del tiempo usamos un

tren de pulsos rectangulares, donde generamos una señal de 400Khz y un ciclo de trabajo del 10%, conectamos el cable en el canal uno en el osciloscopio, el final de la línea era un circuito abierto por lo que nuestra señal reflejada iba ser casi igual al incidente debido a que no existen impedancias y nuestro índice de reflexión será mayor. Analíticamente calculamos la longitud mediante la información que nos brinda el cable coaxial en sus extremos, está escrita la distancia en ft(pies) en cada esquina tomamos esos valores los restamos y luego lo pasamos a metros, eso nos dio el valor de 41,45 metros, teniendo en cuenta que los valores escritos en el cable no cuentan una parte del extremo de este, esa parte que falta aproximadamente suma 1 metro, entonces nuestra distancia medida desde el cable fue aproximadamente 43 metros.

Para calcular este valor en la práctica realizamos las siguientes mediciones en el osciloscopio, viendo la onda incidente con respecto a la reflejada calculamos la distancia con la siguiente ecuación:

$$d = \frac{Vp * Td}{2}$$

Vp = velocidad de propagación en el medio

Td = tiempo de separación entre las ondas

Entonces nuestros valores son:

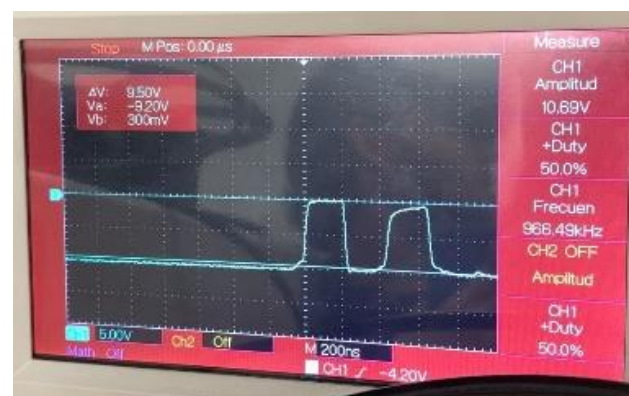


Figura (1). Onda incidente y onda reflejada en el dominio del tiempo (Amplitud)

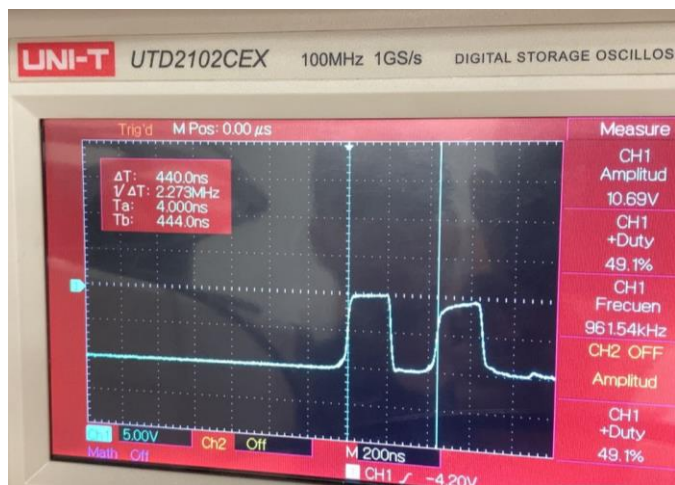


Figura (2). Onda incidente y onda reflejada en el dominio del tiempo (Tiempo de separación entre las ondas)

Con respecto a la Figura (1), y la Figura (2) tenemos que:

ONDA INCIDENTE		ONDA REFLEJADA	
AMPLITUD (V)	TIEMPO (nS)	AMPLITUD (V)	TIEMPO (nS)
10,4	288	9,5	
tc (s)	0,00000044		
vp	198000000		
Velocidad de la luz	300000000		
d	43,56		
longitud del cable (ft)	136		
longitud del cable (m)	41,4528		

Figura (3).Calculo práctico de la longitud del cable coaxial.

NOTA: Los valores de la tabla fueron tomados de una nueva medición en el osciloscopio, debido a que los cursores no se pusieron aproximado a lo que debía ser, en la Figura (1) se ve como el cursor está un poco más arriba y eso nos da un margen de error más grande, pero se arregló luego y esos valores están en la tabla.

Se considera el valor experimental la relación entre la amplitud de la onda reflejada sobre la onda incidente

$$(V - /V +)$$

y el valor teórico como el valor tomado con la relación de impedancia :

$$(Z_L - Z_o)/(Z_L + Z_o)$$

Compara medidas de coeficiente de reflexión		
impedancia [ohm]	Teórico	Experimental
impedancia 1 (97)	1 0.3197	1 0.3
impedancia 2 (308)	2 0.720	2 0.6
impedancia 3 (4,5)	3 -0.8348	3 -0.8
impedancia 4 (17,6)	4 -0.4792	4 -0.41

Podemos decir que el error presentado en las mediciones experimentales es debido al factor de error en las resistencias y mediciones del osciloscopio, ya que la línea tiene una impedancia característica, entonces los valores reales cambian con respecto a los teóricos

Para medir un cable de diferente longitud es recomendable no usar la misma frecuencia de la fuente esto debido a que la longitud del cable afecta la impedancia característica misma, esta variación de impedancias características afectarían la precisión de la medición en un alto rango.

Para esto las condiciones de misma frecuencia es que los cables sean de similar longitud si no lo son y queremos trabajar con la misma frecuencia podemos usar adaptadores de impedancia los cuales me aproximen la impedancia a la requerida por dicha longitud.

Para determinar la atenuación experimentalmente calculamos lo siguiente:

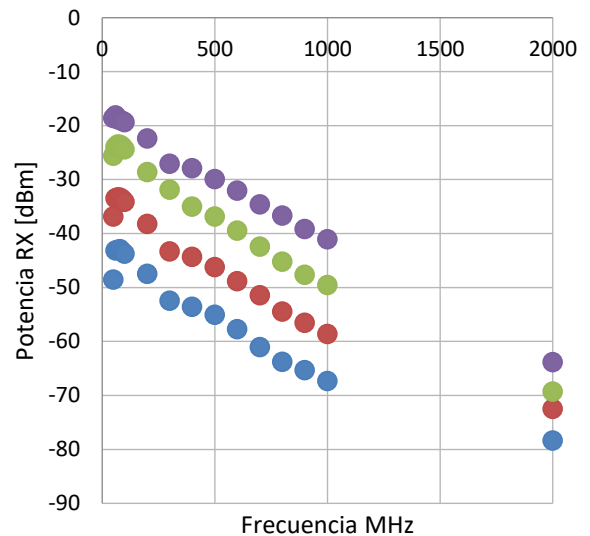
$$\begin{aligned} & \text{PotenciaTransmisor} + \text{GananciaTransmisor} \\ & - \text{atenuador}(30) \\ & - \text{Potencia en dBm con respecto a la ganancia} \end{aligned}$$

Datos Medidos				
Potencia medida en dBm				
GTX	0	10	20	30
Frecuencia	GTX = 0 dB	GTX = 10 dB	GTX = 20 dB	GTX = 30 dB
50	-48,55	-36,87	-25,6	-18,56
60	-43,14	-33,45	-23,92	-18,11
70	-43,02	-33,27	-23,5	-18,8
80	-42,9	-33,33	-23,59	-18,96
90	-43,36	-33,63	-23,84	-19,11
100	-43,71	-34,1	-24,39	-19,33
200	-47,44	-38,21	-28,6	-22,37
300	-52,45	-43,34	-31,9	-27,08
400	-53,57	-44,32	-35	-27,87
500	-55,08	-46,23	-36,86	-29,9
600	-57,73	-48,84	-39,48	-32,03
700	-61,05	-51,45	-42,42	-34,61
800	-63,78	-54,44	-45,2	-36,66
900	-65,31	-56,54	-47,62	-39,14
1000	-67,33	-58,62	-49,53	-41,06
2000	-78,36	-72,52	-69,32	-63,82

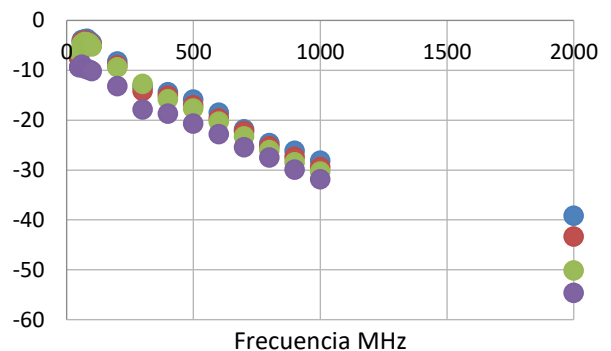
atenuacion Cable				
Frecuencia MHz	GTX = 0 dB	GTX = 10 dB	GTX = 20 dB	GTX = 30 dB
50	-9,33	-7,65	-6,38	-9,34
60	-3,92	-4,23	-4,70	-8,89
70	-3,80	-4,05	-4,28	-9,58
80	-3,68	-4,11	-4,37	-9,74
90	-4,14	-4,41	-4,62	-9,89
100	-4,49	-4,88	-5,17	-10,11
200	-8,22	-8,99	-9,38	-13,15
300	-13,23	-14,12	-12,68	-17,86
400	-14,35	-15,10	-15,78	-18,65
500	-15,86	-17,01	-17,64	-20,68
600	-18,51	-19,62	-20,26	-22,81
700	-21,83	-22,23	-23,20	-25,39
800	-24,56	-25,22	-25,98	-27,44
900	-26,09	-27,32	-28,40	-29,92
1000	-28,11	-29,40	-30,31	-31,84
2000	-39,14	-43,30	-50,10	-54,60

Potencia del
transmisor
en dBm

-9,22



Series1 Series2 Series3 Series4



Series1 Series2 Series3 Series4

Para validar nuestros datos de atenuación experimentales tomamos de referencia el datasheet del cable que usamos (RG58 A/U)

Nom. Attenuation Table

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)
1	1.4
10	5.0
50	12.2
100	17.8
200	26.6

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)
400	40.7
700	58.1
900	69.3
1000	74.9

Compara medidas de atenuación (para ganancia GTX=0 dB)		
Frecuencia [MHz]	teórica [dB/m]	Experimental [dB/100m]
50	-9.33	12.2
200	-8.22	26.6
400	-15.86	40.7
900	-26.09	69.3

Referencias

- [1] Artedínamico. (s. f.). DEFINICION, USO Y TIPOS DE OSCILOSCOPIOS. Equipos y laboratorio de Colombia. Available: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-uso-y-tipos-de-osciloscopios>
- [2] Díaz, F. (2021, 12 diciembre). Reflectometría de dominio del tiempo (TDR) - Aplicaciones de Reflectometría - Medium. Medium. Available: <https://medium.com/aplicaciones-de-reflectometr%C3%ADa/reflectometr%C3%ADa-de-dominio-del-tiempo-tdr-f352a7fccff>

3. Conclusiones

En cuanto a la atenuación en el cable, observamos que se comporta como un filtro pasa bajas a altas frecuencias.

En condiciones ideales se considera que el coeficiente de reflexión es 0, por lo tanto, se debe conseguir en lo posible que la impedancia de carga sea igual o aproximadamente del mismo valor que la impedancia característica de la línea.

Cuando la carga es un corto circuito o un circuito abierto se tiene la máxima reflexión, para el caso del corto circuito se refleja toda la señal y se invierte, caso contrario con el circuito abierto en el que se refleja toda la señal, pero no se invierte.