

# Práctica 2: INSTRUMENTACIÓN Y REFLECTOMETRÍA

Moreno Blanco Fabian Yesid - 2191469  
Morales Hernandez Juan José - 2191572

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones  
Universidad Industrial de Santander

13 de octubre de 2023

## Resumen

Este informe contiene información acerca de la reflectometría y la instrumentación necesaria para implementarla, explicaciones acerca de la identificación de fallas y problemas en un sistema de comunicaciones mediante la reflectometría, explica para qué sirve medir las atenuaciones de una señal a lo largo de una línea de transmisión. Asimismo contiene el desarrollo de la práctica de reflectometría, imágenes ilustrativas y los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Reflectometría, Atenuación, Líneas de Transmisión, Sistemas de Comunicaciones.

## 1. Introducción

Durante el desarrollo de esta práctica se buscan fortalecer las bases en cuanto al uso y la implantación de los equipos de laboratorio, tales como el radio generador, el osciloscopio y en especial, el analizador de espectros. Asimismo, se busca fortalecer el concepto de reflectometría, ya que este tiene gran utilidad en la vida real.

Siendo así, que notamos una gran importancia en entender concretamente qué es la reflectometría en el dominio del tiempo en el ámbito de las comunicaciones y las líneas de transmisión, pues un gran ejemplo, en el cual encontramos su principal aplicación, es en la identificación de una falla en una línea de transmisión. Ya que es posible identificar, no solamente el tipo, sino también es posible aproximar la ubicación de la falla.

Ahora bien, para desarrollar la reflectometría se tienen ciertas consideraciones, tales como que la manera de reconocer que hay una falla en una línea de transmisión es cuando vemos que en la señal transmitida hay una discontinuidad, esto hace que la señal se refleje en vez de continuar por el cable. También cabe mencionar que la reflectometría funciona similar que un radar, un pulso de corta duración, con corto tiempo de subida se propaga por un cable, medimos el tiempo en que regresa una parte de la señal a la fuente. Al conocer la velocidad

de propagación del medio, podemos proceder a calcular la distancia entre la falla y la fuente. Asimismo, para el estudio de estas técnicas debemos tener en cuenta que para el estudio de la reflectometría se realizan pruebas de circuito abierto, corto-circuito y carga completa y carga acoplada al final de la línea, de tal manera que se pueda diferenciar el tipo de falla asociada a cada prueba.

Es necesario resaltar que en el laboratorio contamos con equipos de alta medición, con lo cual pudimos realizar una práctica bastante completa, teniendo en cuenta que tanto el osciloscopio como el analizador de espectros con los que se cuenta son considerablemente robustos, asimismo, contábamos con un cable lo suficientemente largo para poder realizar el respectivo análisis de la reflectometría, al igual que se contaba con las impedancias para poder ubicarlas al final de la línea y los adaptadores necesarios para corto circuitar la línea o en su defecto abrir el circuito.

Ahora bien, una de las principales ventajas de utilizar el analizador de espectros en el laboratorio de comunicaciones es que podemos realizar medidas de alta precisión y ver fácilmente la potencia de la señal de interés mediante la visualización de marcadores ubicados en el punto donde se desee medir la señal, ya sea en decibelios o en watts

Este también nos permite medir la atenuación de un cable mediante la conexión de una carga al final de la línea y viendo la potencia de la señal transmitida y la potencia de la señal recibida. Es importante medir esta atenuación para garantizar un rendimiento confiable en sistemas de comunicación, calibrar equipos de prueba, diagnosticar fallas y problemas y eventualmente para cumplir con estándares de calidad

También es necesario mencionar que esta no es la única técnica para medir la atenuación de un medio de transmisión, existen otras técnicas tales como los analizadores de redes vectoriales (estos se utilizan para caracterizar componentes de radiofrecuencia, microondas y líneas de transmisión), y entre otras técnicas de

reflectometría y pruebas de pérdida de energía a lo largo de la línea de transmisión.

Siendo así que encontramos una gran importancia en la medida de la atenuación, ya que así podemos determinar el rendimiento del medio de transmisión, también podemos diseñar un sistema de comunicación, para tomar decisiones sobre la longitud máxima de la línea, la potencia de la señal y la elección de amplificadores o repetidores en el sistema; identificación de problemas y mantenimiento, como mencionamos anteriormente, es posible ubicar y determinar la falla de un sistema de comunicaciones mediante cambios inesperados en la atenuación del cable.

Ahora bien, teniendo en cuenta las mínimas consideraciones para realizar las mediciones con el analizador de espectros, debemos comenzar por tener en cuenta el span, para ajustar en qué ancho de banda queremos ver el espectro de la señal, asimismo debemos tener en cuenta la resolución de ancho de banda para poder distinguir mejor los pulsos o el espectro general de la señal. También debemos tener en cuenta los marcadores para medir la potencia de la señal, a su vez es importante tener un buen nivel de referencia de tal manera que se pueda distinguir correctamente el espectro de la señal, del ruido del ambiente o ruido térmico.

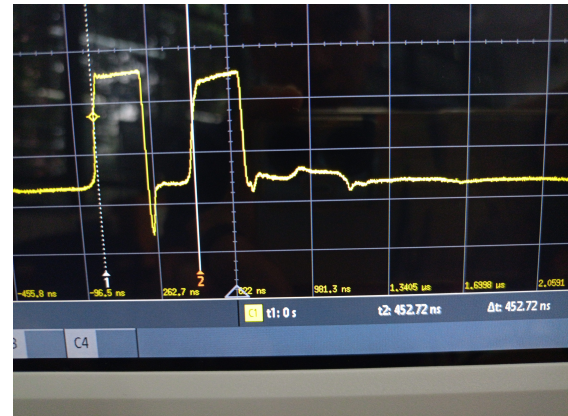


Figura 1. Gráfica de delta de tiempo entre la onda incidente y la reflejada.

- En la siguiente tabla se puede observar los valores teóricos y experimentales obtenidos en la práctica, en la cual se comparan los datos del coeficiente de reflexión, para calcular en valor teórico se utiliza la siguiente expresión

$$\Gamma_L = (Z_L - Z_0)/(Z_L + Z_0)$$

la cual relaciona los valores de la impedancia de línea e impedancia de carga y para calcular el valor experimental se utilizaron las amplitudes medidas de la onda incidente y la onda reflejada en el osciloscopio con la siguiente relación

$$\Gamma_L = (V - /V+)$$

Se debe a multiples factores, como lo puede ser la no calibracion de los equipos usados en la toma de datos al igual los acoplamientos mal ejecutados pueden generar variaciones considerables ala hora de tomar los datos.

## 2. Procedimiento

- Se puede estimar la longitud de un cable usando una tecnica de reflectometría en el cual conociendo el medio por el cual viaja la onda de puede saber la velocidad de propagación, la reflectometría funciona con un pulso de corta duración con corto tiempo, se propaga por un cable por el cual 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 final de la linea y la fuente.

Compara medidas de coeficiente de reflexión		
impedancia	teórico	Experimental
$\Omega$		
$Z_1 = 800$	0.8	0.8
$Z_2 = 200$	0.6	0.55
$Z_3 = 40,7$	-0.1	0.1
$Z_4 = 21$	-0.4	-0.47
$Z_5 = 2,6$	-0.9	-0.85

- Puede ser posible, mas no recomendado ya que al incrementar o dismunuir la longitud del cable se observa una mayor atenuación,ya que en el de mayor

longitud la señal ha tenido que recorrer una distancia mayor. En el caso de que tenga un afirmación de que la frecuencia utilizada es la apropiada para la longitud del cable. Se debe cambiar la frecuencia bien sea cuando tenemos un cable demasiado grande. .

- El proceso que sigue la señal desde el USRP hasta el analizador de espectros consta de varios subsistemas. En primer lugar, la señal se genera en el computador mediante el software y se transmite mediante el USRP, donde es modulada y amplificada. A continuación, la señal se transmite a través del cable coaxial, el cual introduce una atenuación que depende de las características del cable y de la frecuencia utilizada. Luego, la señal llega al atenuador de 30 dB, donde su nivel de potencia se reduce, y finalmente llega al analizador de espectros.



Figura 2. Gráfica de analizador de espectro.

- En la siguiente tabla se puede observar datos tomados en la práctica los cuales se midieron gracias el analizador de espectros, variando la frecuencia de la señal y su ganancia, se puede observar que a mayor frecuencia la atenuación del cable aumenta, y también de manera lógica a mayor ganancia las atenciones así disminuyen.

Frec. Operación [MHz]	GTX = 6 dBm	GTX = 12 dBm	GTX = 18 dBm
50	-53.5	-48.24	-42.53
60	-51.05	-46.21	-40.28
70	-50.5	-44.51	-38.43
80	-49.8	-43.63	-37.6
90	-48.5	-42.48	-36.33
100	-47.98	-41.93	-36.06
200	-44.76	-38.73	-32.94
300	-44.35	-38.73	-32.89
400	-45.61	-39.18	-33.71
500	-46.56	-40.43	-34.72
600	-48.27	-43.19	-37.14
700	-50.65	-44.92	-39.99
800	-52.14	-46.44	-40.51
900	-54.02	-48.05	-42.29
990	-55.29	-49.51	-43.73

### 3. Conclusiones

- Es posible determinar la ubicación aproximada de una falla y de qué tipo es mediante la implementación de la reflectometría, asimismo es posible estimar la longitud de un cable mediante esta técnica.
- Notamos que a mayor frecuencia de operación obtenemos una mayor atenuación, como lo pudimos observar tanto teórica como experimentalmente.
- Pudimos evidenciar que el coeficiente de reflexión depende de varios factores, tales como la impedancia de carga, impedancia de línea, frecuencia de operación de la señal, el ángulo de incidencia y la polarización de la onda incidente.
- Es posible manipular la reflexión de una señal mediante la conexión de cargas al final de la línea o creando ya sea un corto circuito o un circuito abierto en la carga del sistema de comunicaciones.
- La reflectometría se ha demostrado como una herramienta esencial para la evaluación y el diagnóstico de problemas en líneas de transmisión, lo que permite una rápida detección y solución de problemas.

Cree las referencias en el archivo "bibliografia.bib", y use el comando \cite para llamarlas.

Ejemplo 1: esta es la citación de un trabajo de Schneider y Samaniego [?].

Ejemplo 2: esta es una referencia a una página web: [?]

### Referencias