



Práctica 2: INSTRUMENTACIÓN Y REFLECTOMETRÍA

JUAN MANUEL CARDONA ERAZO - 2195551
JUAN CAMILO TIBADUIZA ACEVEDO - 2192303

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

13 de octubre de 2023

1. Resumen

Durante esta práctica de instrumentación y reflectometría, exploramos a fondo el desempeño de las líneas de transmisión. Mediante el empleo de un reflectómetro, evaluamos la concordancia de impedancia y detectamos cualquier reflexión que pueda surgir al conectar diversas cargas al extremo de la línea. Más allá de sus aspectos técnicos, esta experiencia fortaleció significativamente nuestra habilidad para utilizar y comprender los instrumentos de medición, proporcionando una comprensión más sólida de cómo evaluar y mejorar la calidad de las conexiones de transmisión de señales. [1]

Palabras clave: Instrumentación, reflectometría, líneas de transmisión, impedancia, atenuador.

2. Introducción

Desde nuestra experiencia, esta práctica nos ha permitido fortalecer nuestra comprensión de conceptos clave en el campo de las comunicaciones. Hemos aprendido a utilizar la reflectometría en el dominio del tiempo para analizar el comportamiento de las líneas de transmisión, lo que es fundamental para entender la propagación de señales y cómo afectan la atenuación y las reflexiones. La capacidad de medir fenómenos transitorios en el dominio del tiempo utilizando señales en régimen permanente es crucial, ya que nos brinda información detallada sobre la calidad y el rendimiento de las conexiones. Además, hemos adquirido habilidades para aplicar esta técnica en situaciones de ingeniería cotidiana, como la detección de fallas en cables o la optimización del diseño de sistemas de comunicación. [2]

Para llevar a cabo el experimento de reflectometría en

el osciloscopio, hemos considerado varios aspectos mínimos. Primero, necesitamos un osciloscopio adecuado con funciones específicas, como la generación de pulsos y la capacidad de registrar y analizar respuestas de señales reflejadas. También es esencial contar con un generador de pulsos y un cable o línea de transmisión con características conocidas. La elección de conectores y adaptadores adecuados garantiza una conexión segura. Sin embargo, debemos tener en cuenta las restricciones de nuestros equipos y las capacidades técnicas del laboratorio para realizar cálculos precisos. [3]

En nuestro laboratorio de comunicaciones, el analizador de espectro desempeña un papel crucial. Nos brinda ventajas como el análisis detallado de frecuencia, la medición de ancho de banda y la identificación de interferencias, lo que resulta esencial para resolver problemas en sistemas de comunicación. Medir la atenuación de un cable coaxial en el laboratorio es importante para evaluar su rendimiento y optimizar el diseño del sistema. Esto es esencial desde nuestra perspectiva de estudiantes, ya que fortalece nuestra comprensión de conceptos, familiariza con equipos de medición y nos capacita para resolver problemas de comunicación en la práctica. [4]

En resumen, esta práctica ha cubierto una amplia gama de objetivos, desde la comprensión de conceptos clave hasta la aplicación de técnicas de medición en situaciones prácticas de ingeniería. Hemos fortalecido nuestras habilidades en el uso de equipos como el osciloscopio y el analizador de espectro, y hemos aprendido a medir y analizar la atenuación en cables coaxiales. Estos conocimientos y habilidades son fundamentales para nuestra formación en el campo de las comunicaciones. [5]

3. Procedimiento

El objetivo de la medición de la longitud del cable

coaxial es hacer el montaje que se indica en la guía de laboratorio, para generar pulsos rectangulares, con un periodo de 400 KHz y un ciclo útil del 10 por ciento. Se pretende hacer una prueba, sabiendo las medidas de la amplitud de tiempo entre las señales que llegan y las señales que se reflejan, sabiendo también la longitud del cable, para poder hacer los apartados siguientes conectando al final de la línea diferentes tipos de elementos que se describen en la guía de la práctica de laboratorio.

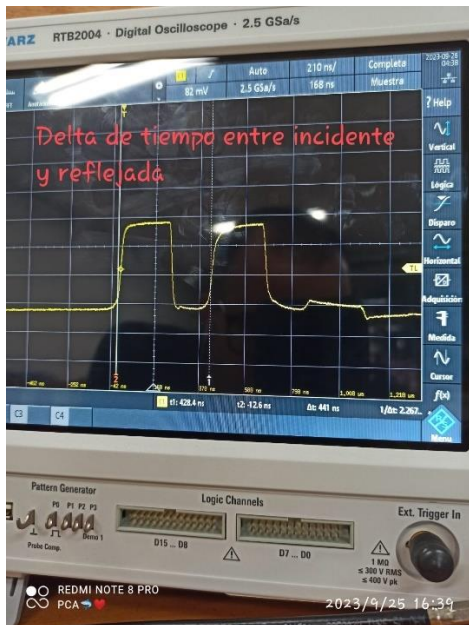


Ilustración 1: Tiempo entre señal incidente y señal reflejada.

En este caso, el cable midió 41.45 metros, esta medida se consiguió haciendo la resta de los números que se ven en los extremos del cable (número mayor menos número menor), con el osciloscopio se vieron correctamente las ondas que se produjeron, a las que se les hicieron las correspondientes mediciones de amplitud con el delta (240mV) que se calculó con el osciloscopio, para así obtener la medida de longitud del cable coaxial de forma analítica.

Compara medidas de coeficientes de reflexión		
Impedancia [Ohm]	Teórico	Experimental
27	0.29	0.23
28	0.28	0.25
100	-0.3	-0.26
0.8K	-0.8	-0.71

El coeficiente de reflexión puede tener un error de medida debido a varias causas o factores, como, por ejemplo, problemas en las conexiones o el cableado que se emplea para la medición. Esto se debe a que el cableado puede

presentar capacitancias o impedancias parásitas indeseables que pueden provocar un error porcentual. Otra causa que puede influir en el coeficiente de reflexión es el mal acople de las impedancias usadas en la práctica, ya que, si la resistencia que se coloca al final de la línea no coincide con el valor de la impedancia característica, entonces habría una discrepancia significativa en la proporción entre ambas lo que puede ocasionar errores en la medida. Asimismo, una mala calibración de los instrumentos de medición también puede estar relacionada con los errores de medida. En cuanto a la frecuencia de la fuente, no se puede usar esta para medir un cable de longitud distinta, ya que esto implicaría un cambio en la impedancia característica debido a que esta depende de la frecuencia lo que afecta a la forma en la que se comportan tanto la señal transmitida como la señal reflejada. Además de esto, también se alterarían otros valores como la atenuación que varía según la longitud del cable y la frecuencia. [6]

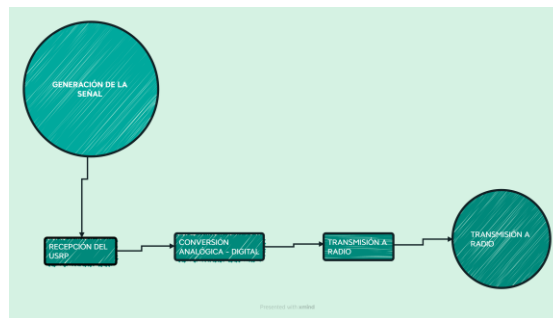


Ilustración 2: Diagrama de flujo.

Primero, se crea una señal con las propiedades necesarias para la práctica que se vaya a hacer, estas señales se conectan al USRP [7] (radio) que modula y envía la señal creada a través de la antena u otro medio de envío, al final la señal enviada se capta en el espectrómetro que muestra el gráfico de esa señal en función de la frecuencia. Para hacer la comparativa de los valores de atenuación del cable coaxial se crea una señal con frecuencia variable (creada en el ordenador) con la que se consiguen los valores siguientes:



Compara medidas de Atenuacion			
Frecuencia [MHz]	GTx = 3 [dBm]	GTx = 9 [dBm]	GTx = 15 [dBm]
50	-40.93	-34.9	-29.17
60	-39.96	-34.13	-28.42
70	-39.89	-34.05	-28.33
80	-40.17	-34.34	-28.62
90	-40.51	-34.67	-28.95
100	-40.91	-35.09	-29.37
200	-44.94	-39.14	-33.48
300	-49.32	-43.65	-38.07
400	-51.11	-45.44	-39.95
500	-52.93	-47.27	-41.78
600	-55.7	-49.94	-44.43
700	-58.67	-52.84	-47.34
800	-60.91	-55.03	-49.28
900	-63.68	-57.72	-51.88
990	-66.01	-60.15	-54.28

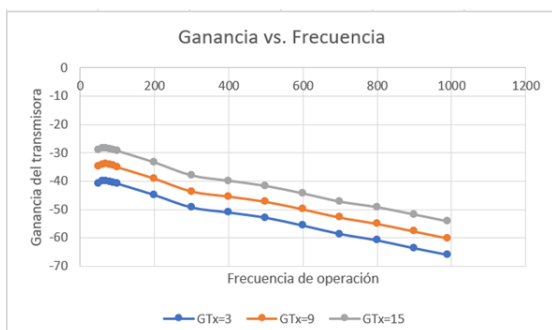


Ilustración 3: Ganancia vs freq operación.

4. Conclusiones

- Durante el desarrollo de esta práctica de reflectometría en el laboratorio de comunicaciones, se logró un avance significativo en la comprensión y aplicación de la reflectometría en el dominio del tiempo. Esto permitió identificar de manera eficiente la propagación en las líneas de transmisión, así como detectar y resolver posibles fallas o discontinuidades en los cables.
- La práctica también enfatizó la importancia de la calibración precisa de los instrumentos de laboratorio. Una calibración adecuada redujo el margen de error en las mediciones y garantizó resultados confiables, lo que es esencial para futuras investigaciones y proyectos de ingeniería.
- Se destacó la relevancia de la reflectometría en el dominio del tiempo para la optimización del diseño de sistemas de comunicación y la mejora del rendimiento de las líneas de transmisión. Esta técnica se reveló como una herramienta valiosa para garantizar una transferencia de señal eficaz y de alta calidad.

- En resumen, esta práctica permitió un sólido progreso en la comprensión de la reflectometría y su aplicación en el ámbito de las comunicaciones. Los participantes adquirieron habilidades prácticas que serán fundamentales en su formación y futuras investigaciones en el campo de la ingeniería de comunicaciones.

5. Referencias

- [1] [En línea]. Available: <https://medium.com/aplicaciones-de-reflectometria/reflectometria-4ab53e36ebbf>.
- [2] [En línea]. Available: <https://www.cartagena99.com/recursos/electronica/apuntes/CH9>
- [3] [En línea]. Available: <https://www.ferrovial.com/es/stem/oscillosco>
- [4] [En línea]. Available: <https://www.ferrovial.com/es/stem/analizado-espectro/>.
- [5] [En línea]. Available: <https://concepto.de/cable-coaxial/>.
- [6] [En línea]. Available: https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/temarios/21041-lineas_de_transmision_cap_67.pdf.
- [7] [En línea]. Available: <https://www.ettus.com/products/>.