

$$A = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)$$

Ecuación 1.

Ramirez Velásquez, Tomas Alejandro.

Medición de Atenuación en

UMNG

cables coaxiales con señales de RF

Est.tomas.ramirez@unimilitar.edu.co

I. RESUMEN

En esta práctica de laboratorio se tiene como propósito estudiar el comportamiento del factor de atenuación de señales RF en cable coaxiales, teniendo en cuenta las diferentes referencias de los anteriores y la frecuencia de la señal transmitida. Para cerrar con análisis sobre la atenuación vs la frecuencia se tabulan los datos experimentales y se procede a una gráfica en el dominio frecuencial.

II. INTRODUCCIÓN

Las referencias de coaxiales a usar son TWS-400uF, RG-58 (50Ω), RG-6 (75Ω) y un cable casero. Planteado esto, también es necesario mencionar el generador RF HM8135, del cual saldrá una señal con una potencia de 1dBm (esta será constante en toda la práctica) y diferentes frecuencias según los rangos planteados en la guía de laboratorio, esta señal llega por medio de los coaxiales al analizador de espectros HSM3010 de 3GHz. Dicho esto, se procede al marco teórico con el fin de aclarar conceptos para al final cerrar con análisis frente al comportamiento de la atenuación en los diferentes cables coaxiales.

III. Fundamentos Teóricos y Metodología

A. Atenuación

Es la pérdida (en este caso en cables coaxiales) de potencia de la señal RF cuando viaja por el medio, esta se puede presentar en distintas magnitudes, bien sea por la frecuencia de la señal, la longitud o el material del cable.

Esta se puede calcular por medio de la siguiente ecuación, donde se tienen en cuenta las potencias de entrada y salida del cable:

B. dBm

Como se sabe los dB son medidas logarítmicas para medir pérdidas o ganancias entre dos puntos de voltajes o potencias, por otro lado los dBm son la potencia relativa en decibelios (dB) con respecto a 1 milivatio (mW).

$$dBm = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1mW} \right)$$

Ecuación 2.

C. Coaxial

El cable coaxial es un tipo de línea de transmisión ampliamente utilizado en telecomunicaciones, redes de datos y aplicaciones de radiofrecuencia (RF). Su diseño concéntrico permite transmitir señales eléctricas de alta frecuencia con baja interferencia electromagnética. Está compuesto por un conductor central rodeado de un aislante dieléctrico, una malla conductora que es como blindaje y una cubierta exterior protector. Esta estructura disminuye las pérdidas por radiación y reduce el acoplamiento de ruido externo, lo que lo hace ideal para entornos con alta densidad de señales.

Uno de los parámetros clave del cable coaxial es su impedancia que suele ser de 50 ohmios (Ω) en aplicaciones de RF y telecomunicaciones, o de 75 Ω en sistemas de televisión por cable y video. La impedancia depende de las dimensiones físicas del cable y del material dieléctrico utilizado.

Existen diferentes tipos de cables coaxiales, como el **RG-6** (75 Ω, usado en TV por cable), el **RG-58** (50 Ω, común en redes antiguas y radioafición) y el **TWS-400uF** (50 Ω, empleado en WiFi profesional y el laboratorio de comunicaciones de la universidad). Cada tipo tiene características específicas de ancho de banda, flexibilidad y resistencia a las interferencias.



Imagen 1. Cable coaxial TWS-400 uf [3]

El cable de baja pérdida de la serie **TWS-400UF** está diseñado para tramos cortos de alimentación de antena, lo que facilita su instalación y ofrece la máxima flexibilidad, incluso en entornos con curvas, dobleces y torsiones que impiden el uso de cables de transmisión rígidos estándar. La cubierta del cable está fabricada con elastómero termoplástico, un caucho sintético extremadamente duradero. [3]



Imagen 2. Cable coaxial RG-58 [4]

El coaxial **RG-58** de 50Ω utiliza un conductor central de cobre estañado puro (T-OFC) con una construcción de 19 hilos de 0.18 mm cada uno, equivalente a un calibre AWG20 (0.5 mm^2). La aislación está hecha de polietileno (PE) con un espesor de 1.0 mm, un diámetro externo de 2.95 mm y color transparente. El blindaje consiste en una malla trenzada de 112 hilos de cobre estañado (T-OFC) de 0.10 mm cada uno, lo que proporciona una excelente protección contra interferencias electromagnéticas. La cubierta exterior es de PVC no contaminante (NC-PVC) con un espesor de 0.8 mm y un diámetro total de 5.0 mm, garantizando resistencia mecánica y durabilidad en condiciones ambientales adversas. [4]



Imagen 3. Cabel coaxial RG-6 [5]

El cable coaxial **RG-6** es un modelo estándar diseñado para aplicaciones de televisión por cable, satélite y banda ancha, con una impedancia característica de 75 ohmios. Su conductor interno está fabricado en acero recubierto de cobre (copper-clad steel, CCS), lo que combina una buena conductividad eléctrica con resistencia mecánica. El aislante dieléctrico utiliza espuma de polietileno (PE foam), que reduce las pérdidas de señal y mejora la eficiencia en la transmisión de altas frecuencias. [5]

IV. MEDICIONES REALIZADAS CON LOS CABLES Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

Se realizan mediciones con los diferentes tipos de cables (TWS-400uf, RG-58, RG-6 y por ultimo el casero), se registra mediante la opción MARKER del analizador de espectros, Recordemos que la potencia de salida del generador (P_{in}) en las señales RF es constante para todas las mediciones (1dBm). Dicho esto, es necesario pasar a dB ya que la ecuación de atenuación (ecuación 1.), las potencias deben estar en dB y los equipos entregan las medidas en dBm, para ello se aplica la fórmula de dBm expresada anteriormente en los fundamentos teoricos (ecuación 2.)

Al medir la potencia para medir la frecuencia y el pico máximo en dBm. Se construye la siguiente taba con los datos medidos:

TWS-400 uF

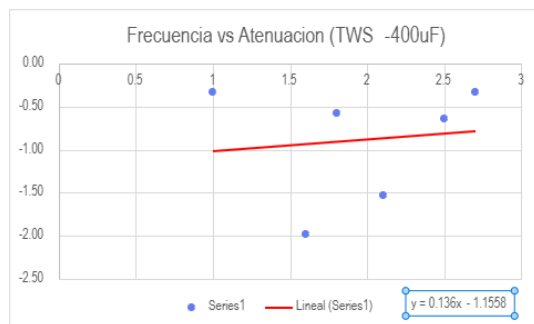
Frecuencia(GHz)	P(in) dBm	P(in) dB	P(out) dBm	P(out) dB
1	1	30	0,61	27,85
1,6	1	30	-0,08	19,03
1,8	1	30	0,43	26,33
2,1	1	30	-0,13	21,14
2,5	1	30	0,39	25,91
2,7	1	30	0,61	27,85

Tabla 1. tabla de frecuencia, medición del analizador cable TWS-400 uF

Es necesario en este punto calcular la atenuación para cada frecuencia, para ello se usa la (Ecuación 1.). Luego se grafica Frecuencia vs atenuación, para analizar el comportamiento de este cable (cabe aclara que el TWS es un coaxial de bajas atenuaciones, entonces se espera una pequeña casi nula variación en la gráfica.

Frecuencia(GHz)	Atenuacion
1	-0,32
1,6	-1,98
1,8	-0,57
2,1	-1,52
2,5	-0,64
2,7	-0,32

Tabla 2. tabla de frecuencia, calculo atenuación cable TWS-400 uF



Gráfica 1. Frecuencia vs atenuacion del coaxial TWS-400uF

Como se puede observar en la gráfica, existe una dispersión en los datos. Esto se debe a la escala de la gráfica, ya que graficamos en una escala mayor los datos se ven más cercanos y se puede observar el comportamiento lineal. Sin embargo, Excel nos permite agregar una línea de tendencia y la ecuación que la describe, donde se puede concluir que la tasa de variación entre la frecuencia y la atenuación en este cable (TWS) es de 0,14 aproximadamente, concluyendo que entre mayor frecuencia el cable presenta mayor atenuación.

Es necesario mostrar en este informe las imágenes capturadas en el analizador de espectros, para ello se adjunta la primera y última toma con las frecuencias de 1GHz y 2,7GHz (si se quieren ver las otras imágenes capturadas se pueden encontrar en el repositorio de GitHub adjunto a la entrega del presente informe):

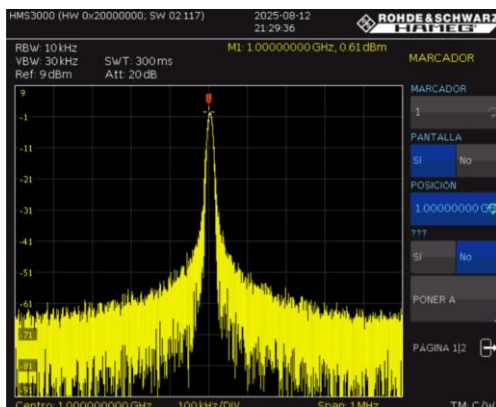


Imagen 4. Captura de la medición del analizador de espectros para 1GHz del cable TWS-400

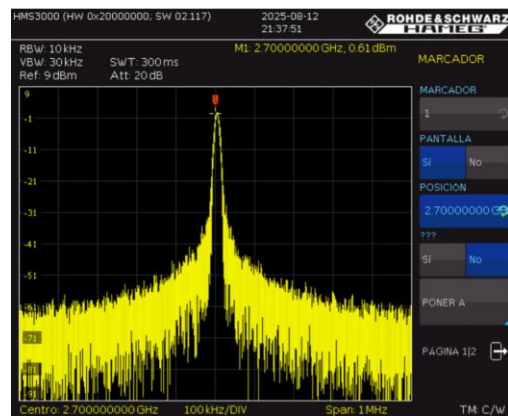


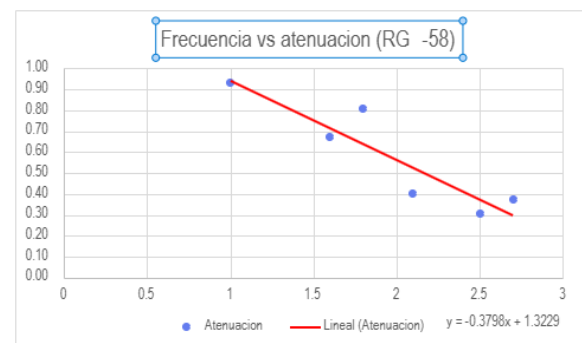
Imagen 5. Captura de la medición del analizador de espectros para 2,7GHz del cable TWS-400

El mismo procedimiento se realiza con los otros 3 tipos de cables, el propósito es llegar a una gráfica frecuencia vs atenuación por cada cable y desarrollar un análisis de sus diferentes comportamientos. A continuación, se encuentran las tablas para cada uno de los cables con sus respectivas gráficas y un análisis de estas:

RG-58

Frecuencia (GHz)	P(in) dBm	P(in) dB	P(out) dBm	P(out) dB	Atenuación
1	1	30	-5,24	37,19	0,93
1,6	1	30	-3,17	35,01	0,67
1,8	1	30	-4,11	36,14	0,81
2,1	1	30	-1,96	32,92	0,40
2,5	1	30	-1,65	32,17	0,30
2,7	1	30	-1,86	32,70	0,37

Tabla 3. tabla de frecuencia, medición del analizador cable RG-58



Gráfica 2. Frecuencia vs atenuacion del coaxial RG-58

En la gráfica se evidencia un gran cambio con respecto al cable anterior (TWS), en este caso el RG-58 de 50Ω presenta una variación entre la frecuencia y la atenuación es de -0,38 aproximadamente, lo cual indica que entre mayor frecuencia se use en este cable se presenta una mayor atenuación, ya que se presentan valores negativos de dB.

Es necesario mostrar en este informe las imágenes capturadas en el analizador de espectros, para ello se adjunta la primera y última toma con las frecuencias de 1GHz y 2,7GHz:

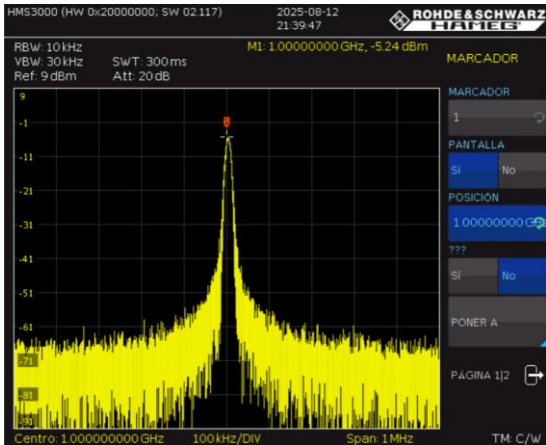


Imagen 6. Captura de la medición del analizador de espectros para 1GHz del cable RG-58

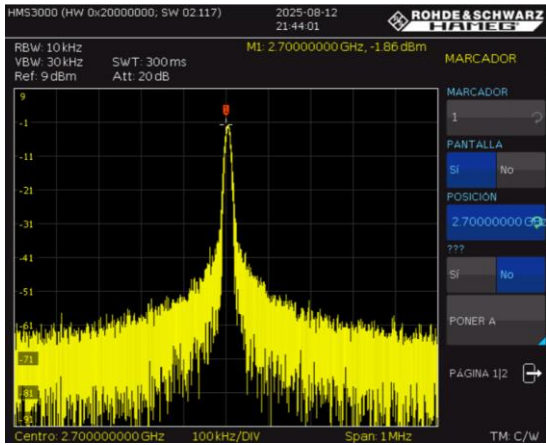


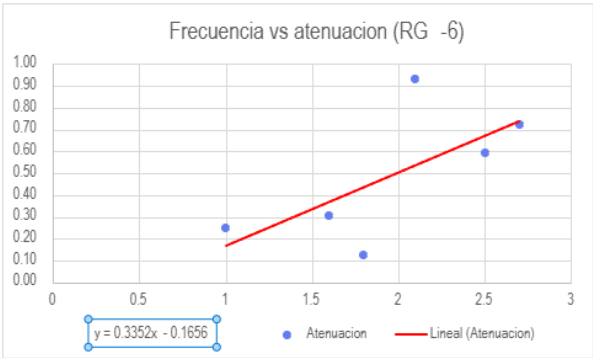
Imagen 7. Captura de la medición del analizador de espectros para 2,7GHz del cable RG-58

RG-6

Frecuencia (GHz)	P(in) dBm	P(in) dB	P(out) dBm	P(out) dB	A
1	1	30	-1,5	31,76	0,25
1,6	1	30	-1,66	32,20	0,31
1,8	1	30	-1,22	30,86	0,12
2,1	1	30	-5,21	37,17	0,93
2,5	1	30	-2,75	34,39	0,59

2,7	1	30	-3,51	35,45	0,73
-----	---	----	-------	-------	------

Tabla 3. tabla de frecuencia, medición del analizador cable RG-6



Grafica 3. Frecuencia vs atenuacion del coaxial RG-6

Este coaxial RG-6 presenta un comportamiento similar al primer cable TWS-400uF, donde existe una variación entre la frecuencia y la atenuación positiva de 0,33 aproximadamente, lo que indica que entre una mayor frecuencia el cable presentara menor atenuación. Es necesario mostrar en este informe las imágenes capturadas en el analizador de espectros, para ello se adjunta la primera y última toma con las frecuencias de 1GHz y 2,7GHz:

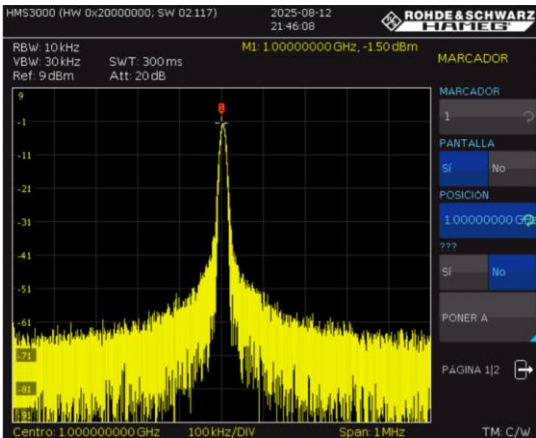


Imagen 8. Medición del analizador de espectros para 1GHz del cable RG-6

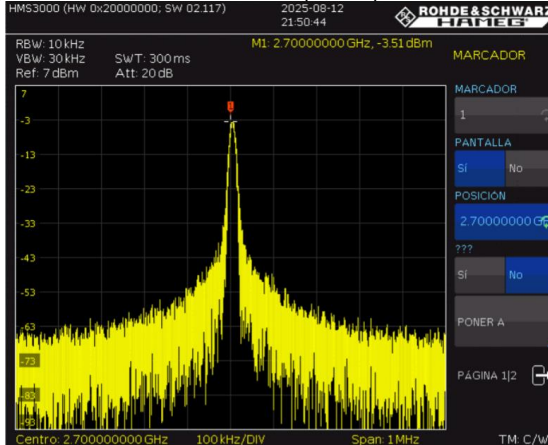
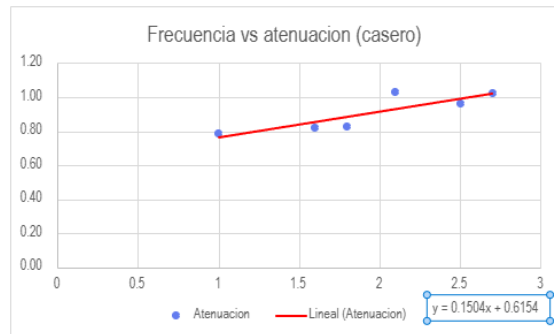


Imagen 9. Medición del analizador de espectros para 2,7GHz del cable RG-6

Casero

Frecuencia (GHz)	P(in) dBm	P(in) dB	P(out) dBm	P(out) dB	A
1	1	30	-3,96	35,98	0,79
1,6	1	30	-4,2	36,23	0,82
1,8	1	30	-4,26	36,29	0,83
2,1	1	30	-6,35	38,03	1,03
2,5	1	30	-5,54	37,44	0,96
2,7	1	30	-6,28	37,98	1,02

Tabla 4. tabla de frecuencia, medición del analizador cable casero



Grafica 4. Frecuencia vs atenuación del coaxial casero

Se puede observar que el comportamiento del coaxial casero es similar al cable anterior, pero también se evidencia una mayor amplitud en las atenuaciones, lo cual indica que hay una mayor atenuación por la simplicidad en la estructura del cable, la variación entre la frecuencia y la atenuación es positiva de 0,15 aproximadamente.

Es necesario mostrar en este informe las imágenes capturadas en el analizador de espectros, para ello se adjunta la segunda y última toma con las frecuencias de 1,6GHz y 2,7GHz:

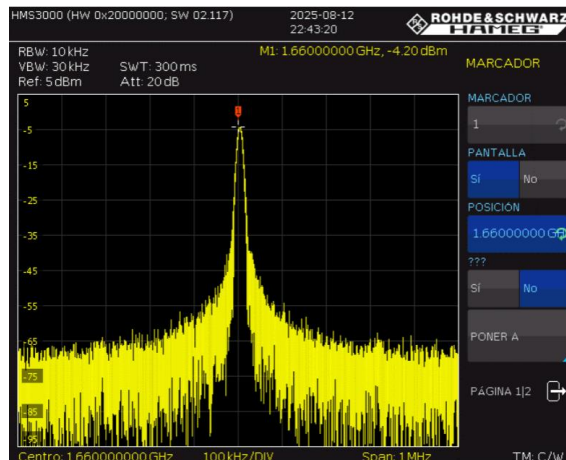


Imagen 10. Medición del analizador de espectros para 1,6GHz del cable casero

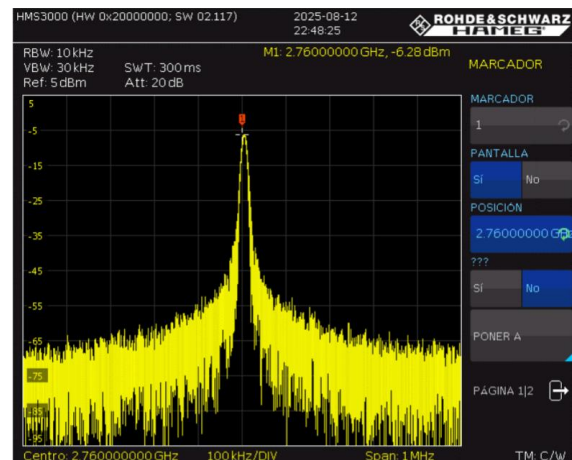


Imagen 11. Medición del analizador de espectros para 2,7 GHz del cable casero

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

- La relación frecuencia-atenuación permite saber como se comporta el cable con el fin de tomar acciones preventivas frente a la transmisión de las señales.
- Cada uno de los cables presenta una relación distinta, donde las muestras tomadas en diferentes frecuencias dentro de un rango bastante amplio, no mostraban una relación mayor a 1.
- Si bien se presentó una pendiente negativa, no significa que este cable (TWS-400 uF) presente mayor atenuación en frecuencias menores, por el contrario, las atenuaciones también resultaban negativas, por ello se llega a la misma conclusión de los otros tipos de cable, a mayor frecuencia se presenta una mayor atenuación.
- En los cables coaxiales no solamente es crucial el acoplamiento de ruido externo, también es necesaria una estructura que le permita conducir por largas distancias los campos electromagnéticos en su interior, sin presentar mucha atenuación así como lo fue el cable TWS que presentó muy poca variación en la relación estudiada (frecuencia vs atenuación), ya que su estructura le permite llegar a frecuencias más altas, evitando daños o atenuaciones en la señal.

VI. REFERENCIAS

- IEEE Standards Association. (1999). *IEEE Standard for Coaxial Cable*. IEEE Std 139-1999.
- ARRL. (2020). *ARRL Antenna Book*. American Radio Relay League.
- [3] <https://ventevinfra.com/product/tws-400uf-ultra-flex-coaxial-cable/>
- [4] https://welspec.com/products/coaxial-rg58c-u?srsltid=AfmBOoqGG4wr03eRyb6mjFlegjYA17f29QK5WjYORxRBS_A3RXCynyeF

- v. [5] https://www.vicartechz.com/producto/cable-coaxial-rg6-blindaje-aluminio-90-75-ohm/?srsltid=AfmBOoobFRwz0pOHUu3ke3TC_twTsOVofZECCGqTPMSG05FtqOpcKbA3

vi. **LINK REPOSITORIO GITHUB:**

<https://github.com/tomasramirez20/Practica-lineas-Medici-n-de-Atenuaci-n-en-cables-coaxiales-con-se-ales-de-RF/tree/main>