

PRACTICA 2

(2 SESIONES DE CLASE)

**INSTRUMENTACIÓN Y REFLECTOMETRÍA EN EL DOMINIO DEL TIEMPO
(TDR)**

AUTORES:

VÍCTOR MANUEL MIRANDA BENAVIDES

BRAYAN HERNANDO GONZALEZ MENDOZA

GRUPO DE LABORATORIO:

D1B

SUBGRUPO DE CLASE:

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.

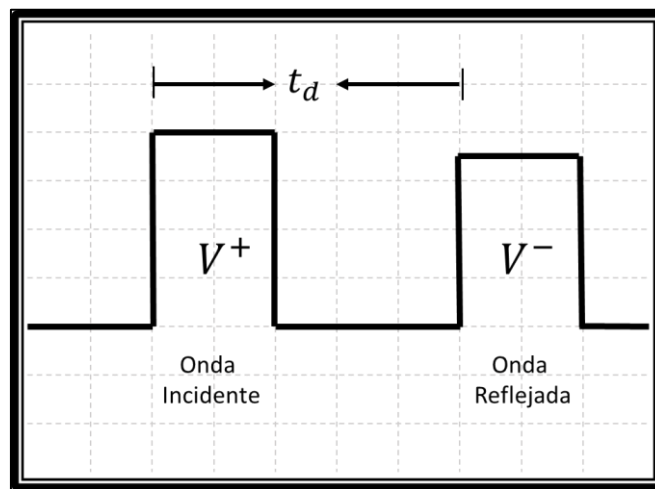
Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

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

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.

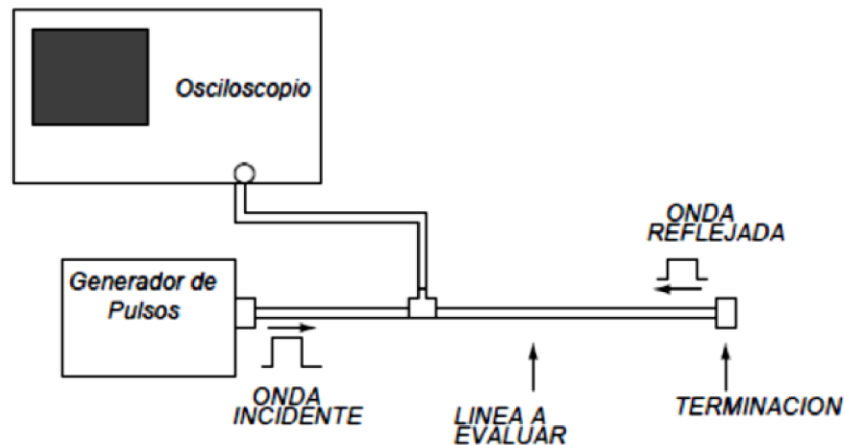


2. TRABAJO PREVIO

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)).

Para medir la distancia se tiene las siguientes mediciones:

$$|ext_1 - ext_2| = |037172 - 037312| = 140 \text{ FT} = 42.672 \text{ m}$$

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. Habilite la señal del generador de señales, obtenga las medidas de amplitud y de tiempo entre las señales incidentes y reflejadas

3.5. 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.

$$Tv^+ = 456 \text{ ns}$$

$$Tv^- = 456 \text{ ns}$$

$$V^+ = 2.28 \text{ V}$$

$$V^- = 2.18 \text{ V}$$

$$\frac{V^-}{V^+} = r = \frac{2.18}{2.28} = 0.95614$$

3.6. Luego, conecte en el terminal del cable coaxial la carga tipo cortocircuito apoyados con un cable coaxial terminado en pinzas. Registre los valores medidos.

Para este caso se obtuvo que

$$Tv^+ = 492 \text{ ns}$$

$$Tv^- = 492 \text{ ns}$$

$$V^+ = 2.32 \text{ V}$$

$$V^- = -2.06 \text{ V}$$

$$\frac{V^-}{V^+} = \Gamma = \frac{-2.06}{2.32} = -0.85344$$

3.7. Conecte en el terminal del cable coaxial la carga de 50Ω . Registre los valores medidos.

Para este caso se obtuvo que

$$Tv^+ = 304 \text{ ns}$$

$$Tv^- = 304 \text{ ns}$$

$$\frac{V^-}{V^+} = \Gamma = \frac{0}{2.28} = 0$$

3.8. Conecte en el terminal del cable coaxial dos cargas diferentes con valores superiores a 50 Ω y dos cargas con valores inferiores a 50 Ω . Registre los valores medidos.

$$ZL = 14,7 \text{ Ohm}$$

$$Tv^+ = 488 \text{ ns}$$

$$Tv^- = 488 \text{ ns}$$

$$\frac{V^-}{V^+} = \Gamma = \frac{-1,12}{2,28} = -0,4912$$

$$ZL = 297,7 \text{ Ohm}$$

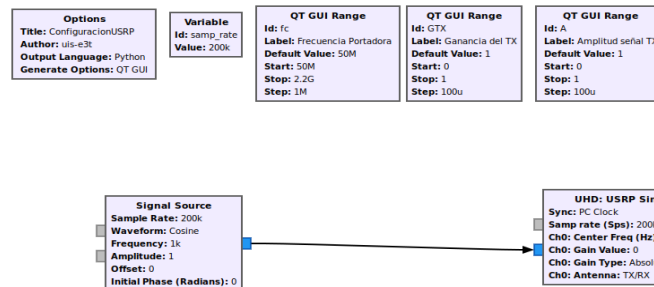
$$Tv^+ = 480 \text{ ns}$$

$$Tv^- = 480 \text{ ns}$$

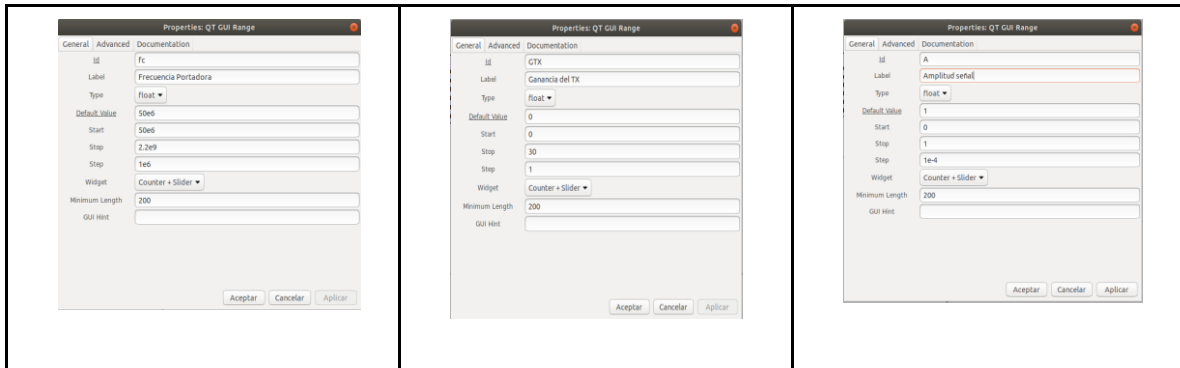
$$\frac{V^-}{V^+} = \Gamma = \frac{1,52}{2,30} = 0,66$$

INSTRUMENTACIÓN

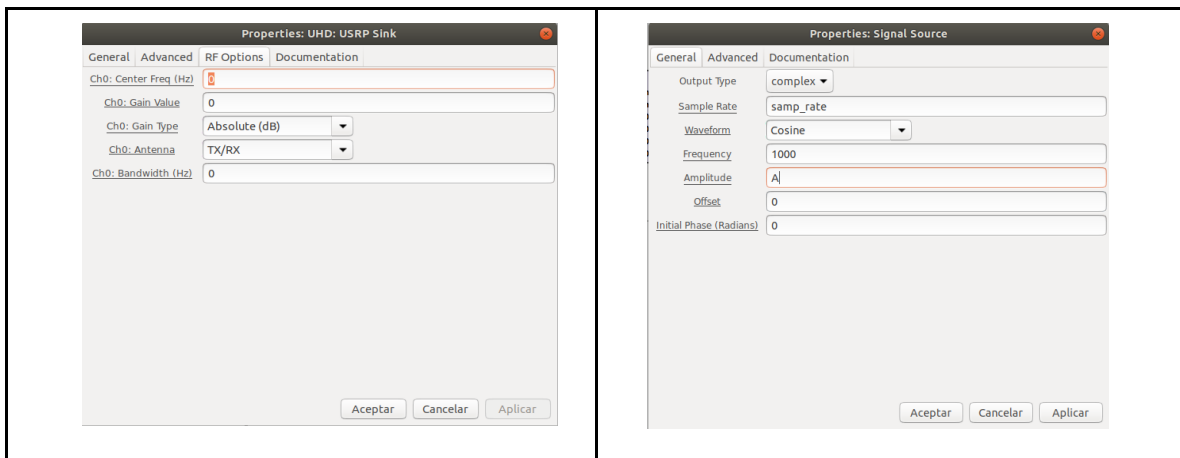
Para realizar la configuración del USRP como transmisor se debe realizar el siguiente montaje:



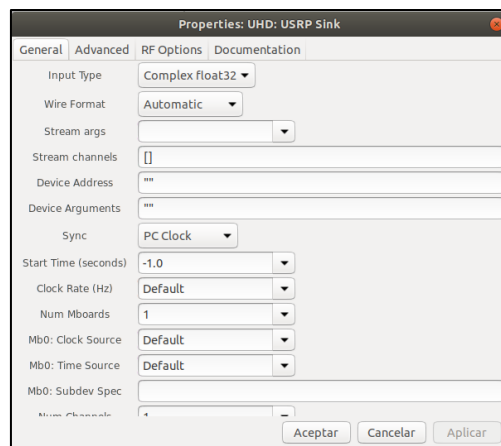
La configuración de las variables de rango se realiza como se muestra a continuación



Las variables **fc** y **G** se asignan a los módulos **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**



1.1. 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	439,56 mV
0.5	197,01 mV
0.25	98,2 mV
0.125	50,69 mV
0.0625	25,34 mV
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	542,52 mV
0.5	229,68 mV
0.25	112,86 mV
0.125	59,20 mV
0.0625	11,09 mV
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	346,50 mV
0.5	171,07 mV
0.25	86,33 mV
0.125	10,45 mV
0.0625	5,74 mV
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	94,05 mV
0.5	47,52 mV
0.25	23,76 mV
0.125	1,84 mV Limite de operación
0.0625	1,19 mV Limite de operación

1.2. 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 (f_c) como se relaciona en la siguiente tabla.

NOTA: Amplitud de 1.

Frecuencia de operación (f_c) MHz	Ganancia del transmisor (gtx=0)	Ganancia del transmisor (gtx=10)	Ganancia del transmisor (gtx=20)	Ganancia del transmisor (gtx=30)
50	-39.49 dBm	-29.75 dBm	-19.95 dBm	-12.99 dBm
60	-37.92 dBm	-28.22 dBm	-18.44 dBm	-12.30 dBm
70	- 37.38 dBm	-27.60 dBm	-17.71 dBm	-10.83 dBm
80	-36.96 dBm	-27.26 dBm	-17.46 dBm	-10.50 dBm
90	-36.71 dBm	-27,04 dBm	- 17,22 dBm	- 10,21 dBm
100	-36,64 dBm	-26.81 dBm	-17.08 dBm	-10,06 dBm
200	-36.64 dBm	-27.11 dBm	-17.3 dBm	-9.93 dBm
300	-36.69 dBm	-27.15 dBm	-17.50 dBm	-10.12 dBm
400	-36,68 dBm	-27.28 dBm	-17.65 dBm	-10,03 dBm
500	-37.15 dBm	-27.79 dBm	-18.25 dBm	- 10.57 dBm
600	-38.17 dBm	-28.66 dBm	-19 dBm	-11.43 dBm
700	-38.93 dBm	-29.39 dBm	-19.80 dBm	-11.64 dBm
800	-39.48 dBm	-29.86 dBm	-20.28 dBm	-11.94 dBm
900	-40.17 dBm	-30.45 dBm	-21.12 dBm	-12.38 dBm
1000	-40.77 dBm	-30.97 dBm	-21.35 dBm	-12.79 dBm
2000	-48.56 dBm	-38.35 dBm	-28.82 dBm	-19.59 dBm

2. 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.

RTA: El coeficiente de reflexión nos indica la relación que existe entre la amplitud de la onda reflejada respecto a la onda incidente y su importancia se ve de manera mas directa en las líneas de transmisión ya que esta relación nos permite conocer características del medio de propagación y se puede hallar mediante la siguiente formula:

$$\frac{V^-}{V^+} = \Gamma$$

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

RTA: $\Gamma_{Zr1} = \frac{14,7-50}{14,7+50} = -0,5455$ y $\Gamma_{Zr2} = \frac{297,7-50}{297,7+50} = 0,7123$

Zr	Coeficiente de reflexión teórico	Coeficiente de reflexión experimental	Atenuación[V/V]
Circuito Abierto	1	0,9561	0,0439
Corto Circuito	-1	-0,8584	-0,1416
Zo (50)	0	0	0
Zr1<Zo	-0,5455	-0,4912	-0,0543
Zr2>Zo	0,7123	0,66	0,0523

Como se puede observar la variación entre el coeficiente de reflexión teórico y experimental es mínimo y este se presenta debido a la atenuación la cual a su vez puede ser hallada mediante la formula:

$$\alpha = \Gamma_{teo} - \Gamma_{exp} \left[\frac{V}{V} \right]$$

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.

RTA: Primeramente, para el caso del circuito abierto tenemos que la carga acoplada tiende a infinito, lo que nos indica que toda la amplitud de la onda incidente debe ser reflejada en su totalidad y con esto obtener un coeficiente de reflexión de 1. Pero como se observó en la elaboración del laboratorio nos da 0,9561 debido a que nuestro medio de propagación produce una atenuación específica.

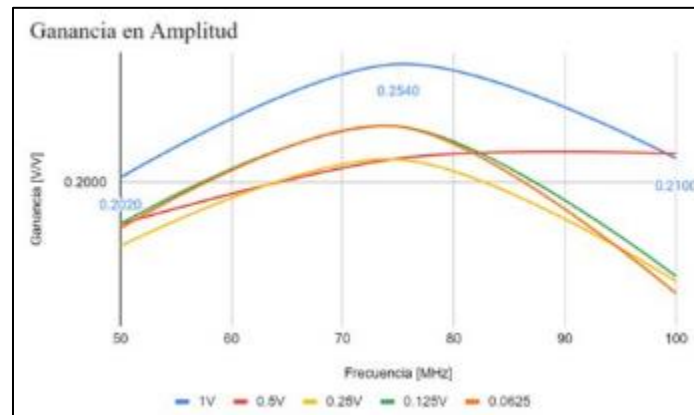
Para el caso del corto circuito tenemos que la carga acoplada es nula, lo que nos indica que la amplitud de la onda incidente es igual a la reflejada, pero esta última se debe presentar u observar invertida y con esto obtener un coeficiente de reflexión de -1. Pero como se observó en la elaboración del laboratorio nos da -0,8584 debido a que nuestro medio de propagación produce una atenuación específica en este caso se presenta una atenuación de -0,1416.

Para el caso de una carga acoplada de 50Ohm, lo que nos indica que el valor de magnitud de la onda reflejada es nulo y con esto obtener un coeficiente de reflexión de 0.

Como se observó en el desarrollo del laboratorio.

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.

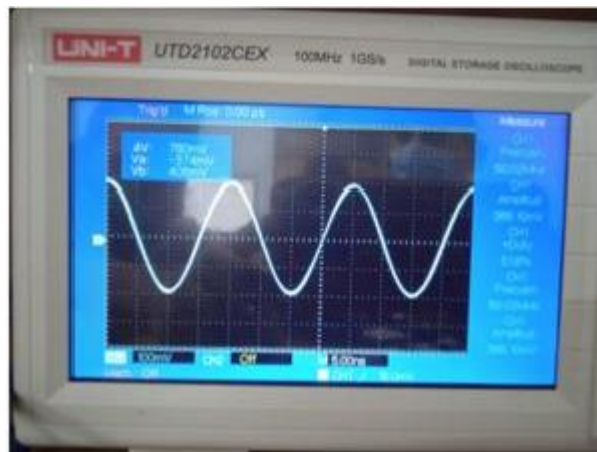


¿Es posible medir una señal que opera a una frecuencia central de 100 MHz y un ancho de banda de 20 MHz con el osciloscopio del laboratorio de comunicaciones? Justifique su respuesta.

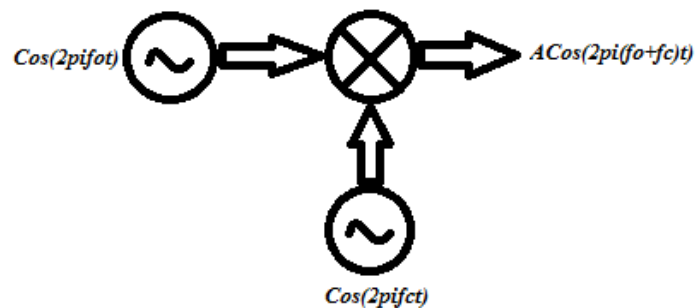
RTA: No se puede por la capacidad del osciloscopio que solo es hasta 100 MHz y con el ancho de banda tan ancho sobrepasa ese límite así que la grafica que se genere será incorrecta con sus valores teóricos.

Genere una señal de tipo coseno de amplitud 0.5 y frecuencia que corresponda a la relación $(\text{samp_rate}/10)$ a una frecuencia de operación ($f_c = 50 \text{ MHz}$), mida en el osciloscopio la forma de onda generada. Realice los análisis matemáticos necesarios para describir esta medida.

RTA:



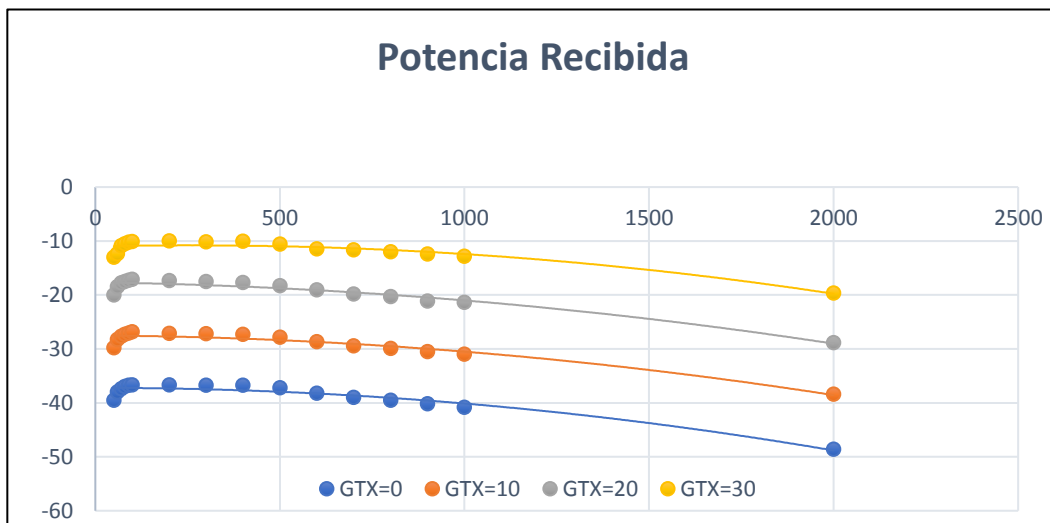
Se puede observar de la imagen anterior que la onda senoidal mantiene su misma amplitud solo que cambia su frecuencia esto debido a que se multiplica la señal de entrada de Frecuencia $F_0=20 \text{ kHz}$ por una señal senoidal de $F_c=50 \text{ MHz}$.



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.

RTA:



Como se observa en la gráfica anterior con los datos obtenidos en el laboratorio se ve que únicamente se desplaza la curva en el eje vertical al cambiar la ganancia de GTX.

Determine la atenuación del cable por unidad de longitud y compare los datos medidos con la hoja de datos del fabricante. Justifique a que se debe el margen de error.

RTA: Comparando los datos dados por el fabricante y los experimentales que nos dan, los valores nos dan cercanos hasta la ganancia de $G_{TX}=30$ que dan valores mas lejos de los dados por el fabricante esto debido a que se mide la atenuación directamente del cable.

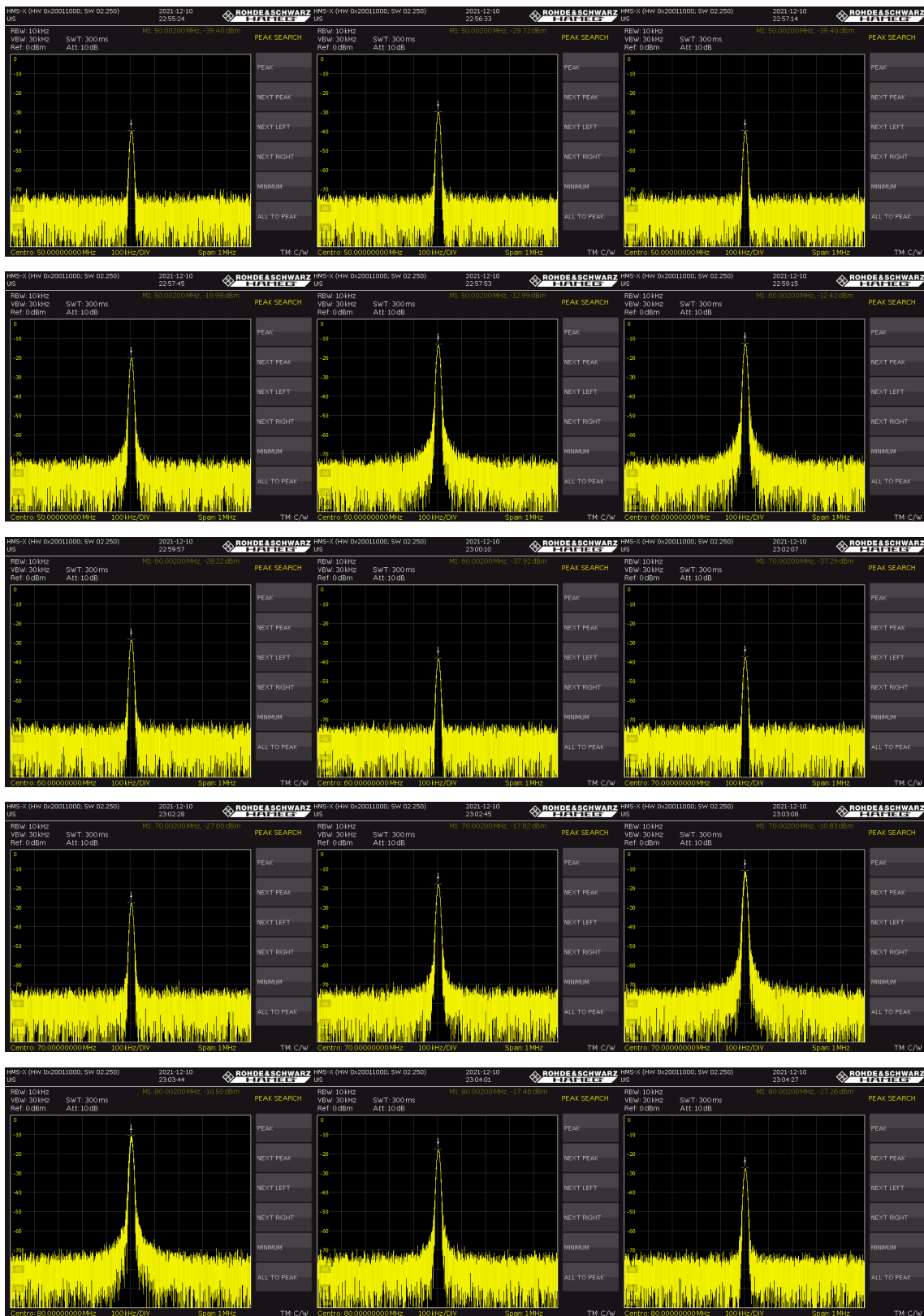
- ¿Es posible medir una señal que opera a una frecuencia central de 2200 MHz y un ancho de banda de 20 MHz con el analizador de espectro del laboratorio de comunicaciones?, justifique su respuesta.

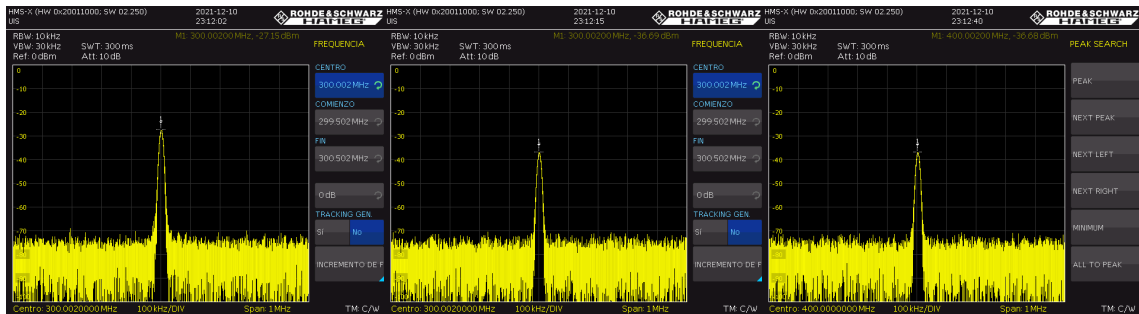
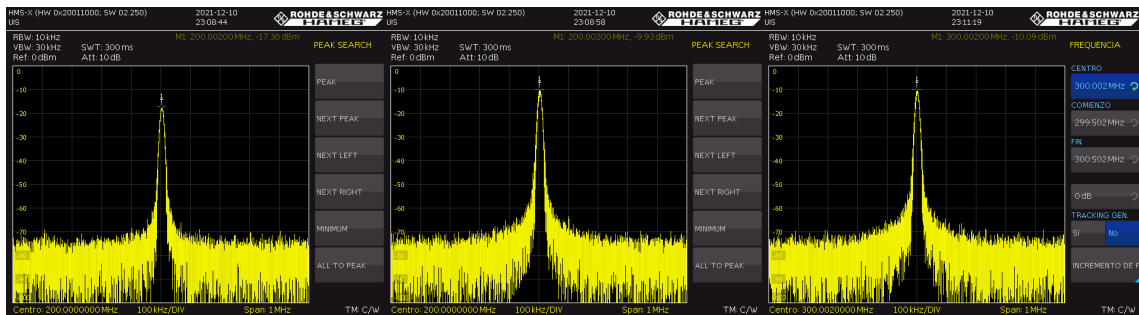
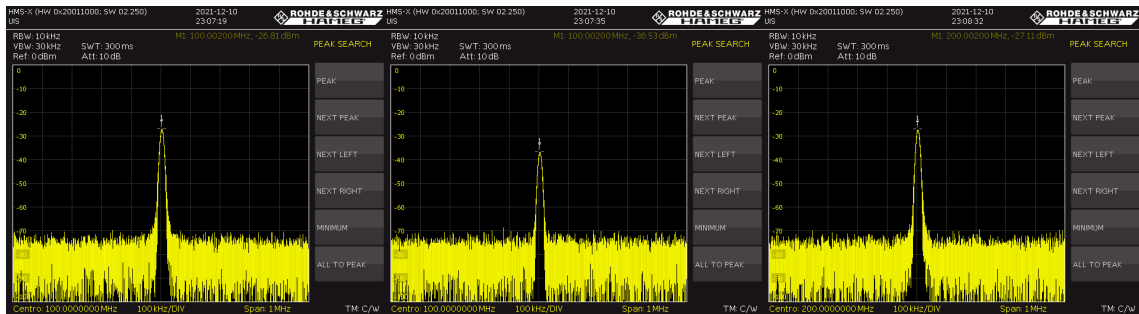
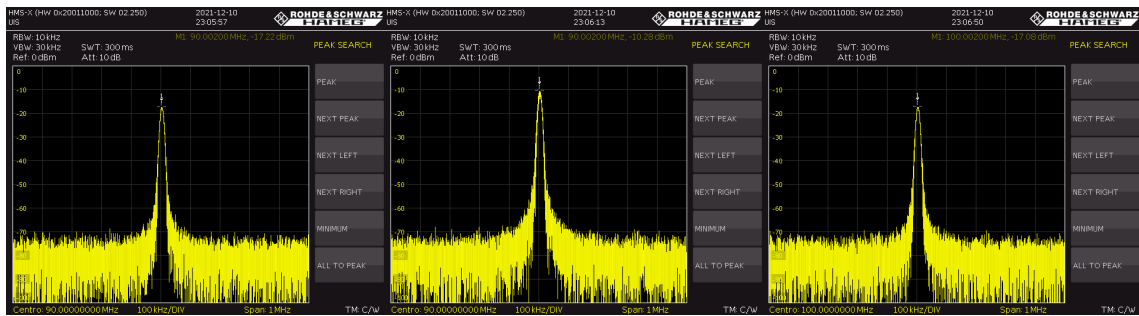
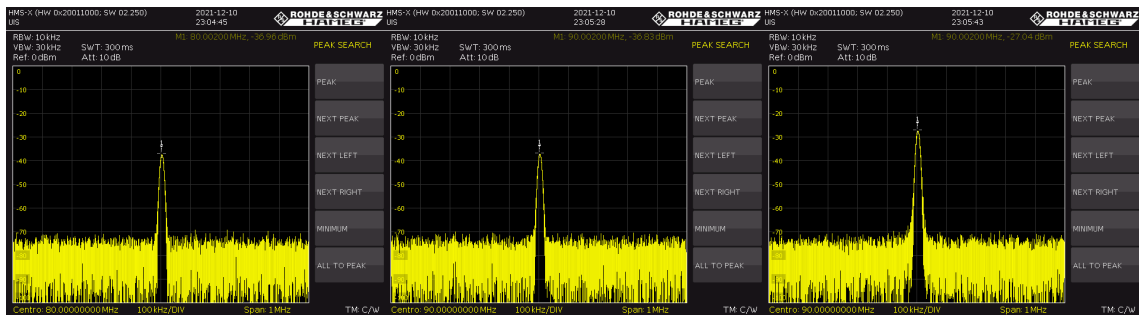
RTA: Si, pero debido al analizador de espectros solo se podría visualizar la parte inferior de la señal ya que para valores mayores a 2.2 GHz falla debido a las limitaciones del mismo equipo.

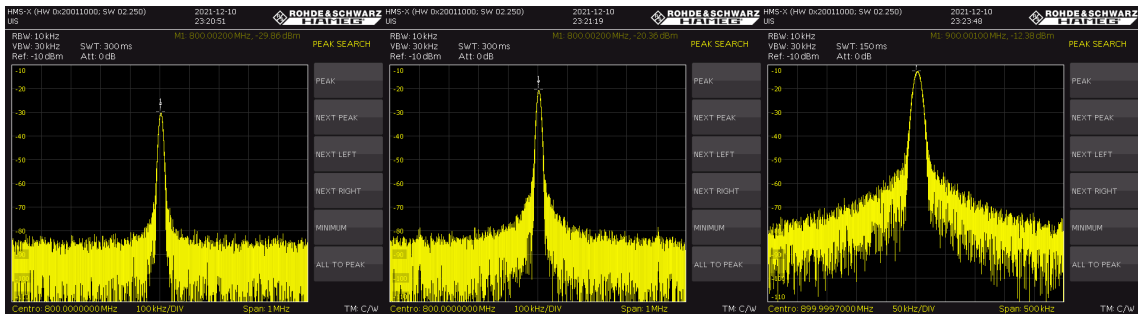
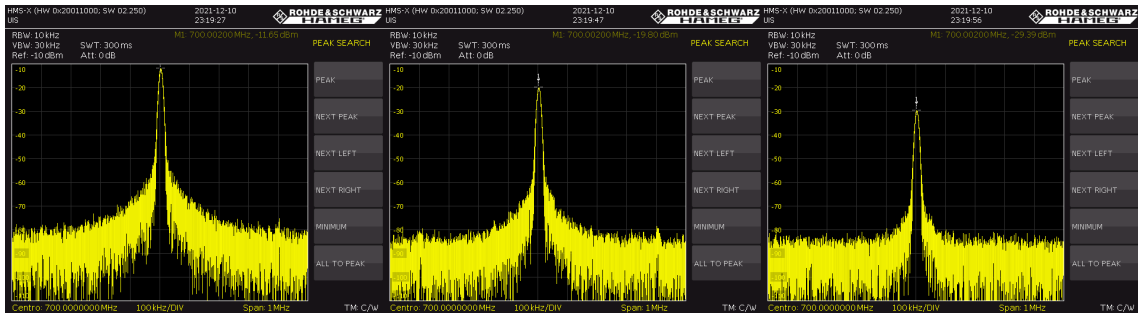
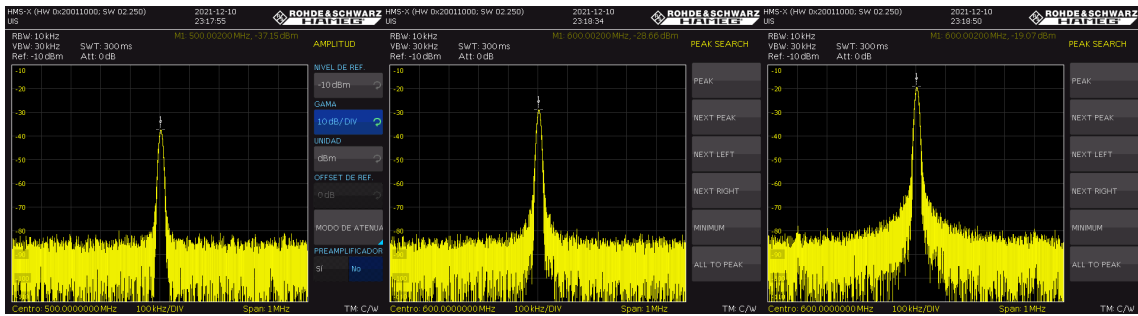
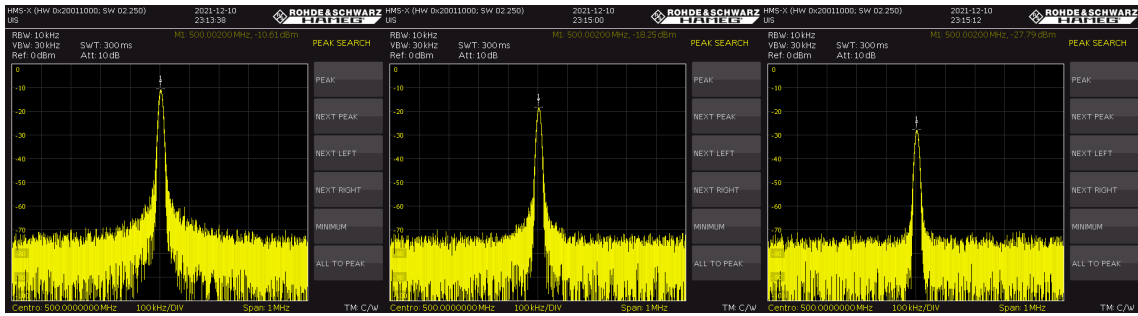
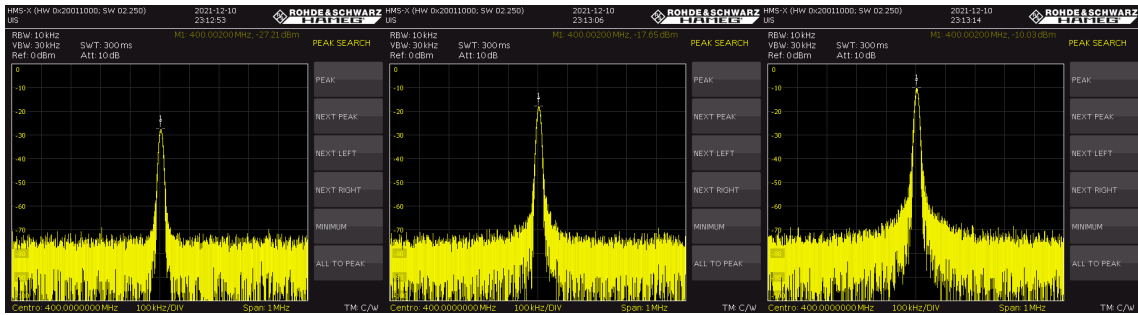
CONCLUSIONES:

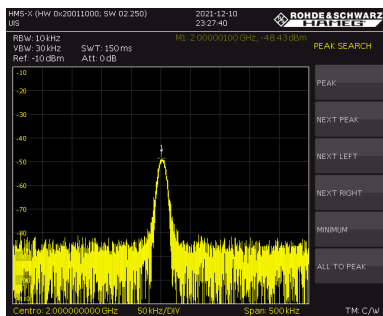
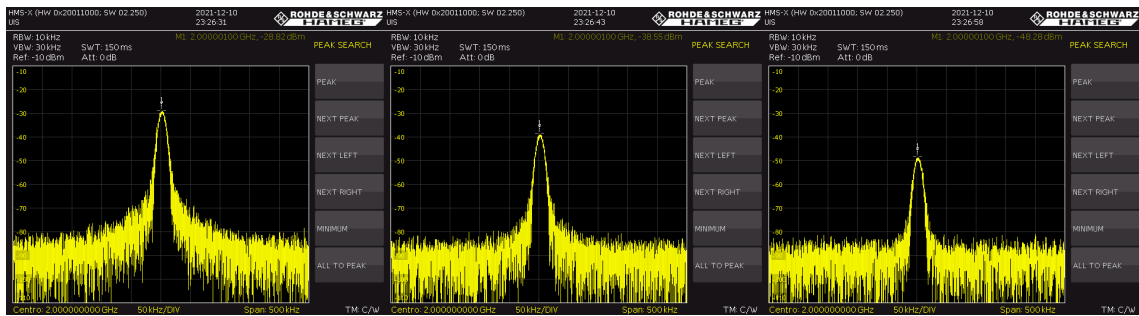
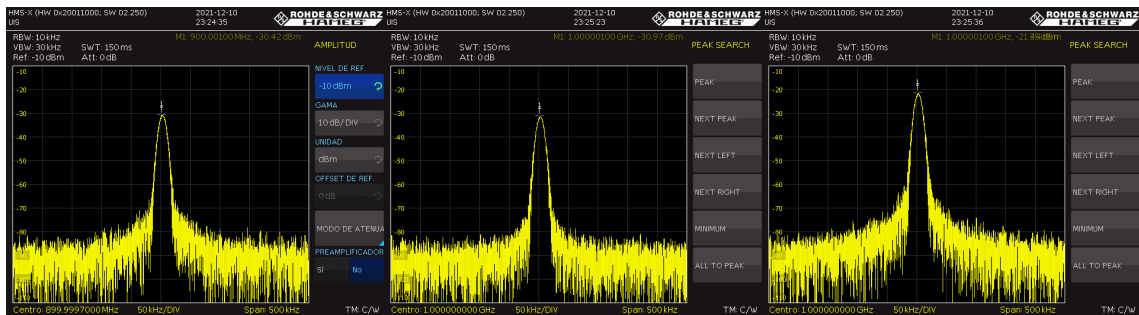
Podemos concluir que con la elaboración de este laboratorio pudimos aclarar las dudas y profundizar en el tema de Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR), donde se analizaron temas como ganancias y atenuaciones en diferentes casos presentados o introducidos por el profesor donde se pueden observar los casos mas comunes que se pueden presentar en este tipo de configuraciones como son corto circuito, circuito abierto y carga acoplada en los terminales de la línea de transmisión, donde se analizaron los cambios presentados en la onda refleja respecto a la incidente. Además, se hizo uso del analizador de espectros donde se pudo dar un primer un primer visto o manejo de este aparato de gran importancia para el desarrollo del curso donde se analizaron algunas limitaciones que presenta al realizar algunas configuraciones que se salen de las especificaciones del analizador suministrado en el aula.

ANEXOS:









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	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.

	una manera ordenada y precisa.			
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	<p>La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente.</p> <p>Las predicciones son hechas sobre lo que podría pasar si parte del laboratorio fuese cambiado o cómo podría ser cambiado el diseño experimental.</p>	<p>La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente.</p>	<p>La relación entre las variables es discutida, pero ni los patrones, tendencias o predicciones son hechos basados en los datos.</p>	<p>La relación entre las variables no es discutida.</p>
Conclusión	<p>La conclusión incluye los descubrimiento</p>	<p>La conclusión incluye los descubrimiento</p>	<p>La conclusión incluye lo que fue aprendido</p>	<p>No hay conclusión incluida en el informe.</p>

	s que apoyan la hipótesis, posibles fuentes de error y lo que se aprendió del experimento.	s que apoyan la hipótesis y lo que se aprendió del experimento.	del experimento.	
--	--	---	------------------	--