

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores ANDRES FELIPE GOMEZ AGUDELO COD
2184675

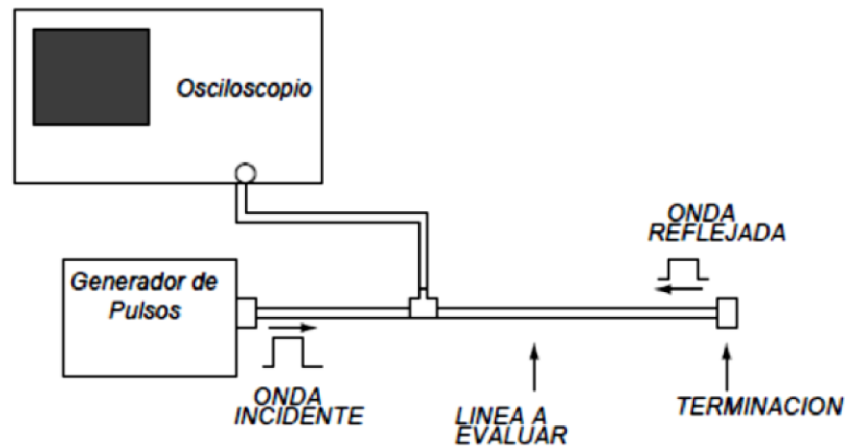
DANIEL ANDRES CERRO RAMOS COD 2182329

Grupo de laboratorio: D1A

Subgrupo de clase G4

1. PROCEDIMIENTO

1.1. Realice el siguiente montaje usando como línea de evaluación el cable coaxial RG58 A/U.



1.2. Mida la distancia de los cables coaxiales

Para realizar este ejercicio se tomaron las medidas impresas en el cable coaxial que están ubicados en sus extremos, donde se restaron sus valores con el objetivo de hallar la distancia del cable dispuesto,

$$d_{coaxial} = (37312 - 37172) \text{ ft} = 140 \text{ ft}$$

$$d_{coaxial} = 42.672 \text{ m}$$

Ahora, sabemos que al transmitir una señal y cuando esta se refleje encontramos una discontinuidad en la onda, por lo tanto, tenemos un defecto en ese punto, este tiempo en que la señal se refleja se calculó utilizando diferentes cargas para así hallar el tiempo en el cual regresa una parte de la señal, este periodo se denomina como t_d , y con la ayuda del osciloscopio se midió este tiempo para poder hallar toda la distancia exacta desde la fuente hasta el defecto que se encuentra en la carga, utilizando la siguiente ecuación:

$$d = \frac{v_p \cdot t_d}{2} \quad (1)$$

Donde v_p es el tiempo de propagación hallado en el datasheet que corresponde al 66% de la velocidad de la luz y d es la distancia en metros que va desde el defecto y la fuente.

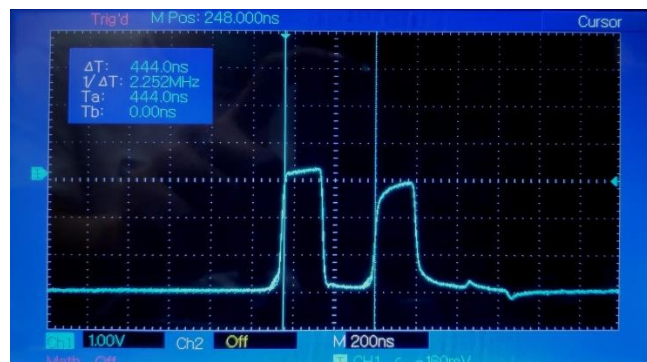


Figura 1, Onda incidente y onda reflejada.

Ya teniendo el tiempo el tiempo de separación entre el pulso y la onda reflejada procedemos a utilizar la ecuación (1)

$$d = \frac{1.98 * 10^8 . 444 * 10^{-9}}{2}$$

$$d = 43.956 \text{ m}$$

Ahora procedemos a hallar el margen de error correspondiente para la distancia del cable coaxial

$$e = \left| \frac{43.956 - 42.672}{42.672} \right| * 100$$

$$e = 2.92\%$$

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 (fc) y la amplitud de la señal constante. Nota: los valores de fc 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	325.70 mV
0.5	165.33 mV
0.25	84.15 mV
0.125	41.18 mV
0.0625	21.38 mV
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	650 mV
0.5	282,15 mV
0.25	140,18 mV
0.125	72,86 mV
0.0625	37,42 mV

FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	350, mV
0.5	173,82 mV
0.25	87,52 mV
0.125	44,72 mV
0.0625	22,27 mV
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio
1	100,98 mV
0.5	48,7 mV
0.25	24,95 mV
0.125	12,57 mV
0.0625	6,53 mV

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 uso 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 (fc) como se relaciona en la siguiente tabla.

Frecuencia de operación (fc) MHz	Ganancia del transmisor (GTx=0)	Ganancia del transmisor (GTx=10)	Ganancia del transmisor (GTx=20)	Ganancia del transmisor (GTx=30)
50	-43,97dBm	-34,32dBm	-24,62dBm	-17,53dBm
60	-42,97dBm	-33,35dBm	-23,63dBm	-17,58dBm
70	-43dBm	-33,32	-23,71	-17,81
80	-43,54	-33,81	-24,15	-18,11
90	-43,86	-34,13	-24,39	-18,47

100	-44,13	-34,46	-24,69	-18,75
200	-48,50	-38,87	-29,21	-22,56
300	-52,69	-43,21	-33,64	-26,76
400	-57,36	-48,04	-38,54	-31,30
500	-60,03	-50,79	-41,24	-33,97
600	-62,11	-52,72	-43,13	-35,64
700	-64,82	-55,42	-45,81	-33,93
800	-66,89	-57,34	-47,87	-39,84
900	-70,34	-60,72	-51,05	-42,67
1000	-72,45	-62,80	-53,22	-44,61
2000	-No aplica	-90,64	-82,10	-73,02

2. ANALISIS 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.

Las cargas empleadas para la práctica fueron;

1. $R = 180 \, \Omega$
2. $R = 39 \, \Omega$

Usando la información suministrada en la hoja de datos del cable coaxial Rg-58, tomamos la impedancia característica del cable $Z_0 = 50 \, \Omega$, y calculamos el coeficiente de reflexión para cada carga respectivamente:

Usamos la ecuación del coeficiente de reflexión del voltaje de carga que consisten en una relación entre el voltaje incidente y el reflejado

$$\Gamma_1 = \frac{180 - 50}{180 + 50} = 0.56$$

$$\Gamma_2 = \frac{39 - 50}{39 + 50} = -0.12$$

Siendo que el coeficiente es la amplitud incidente sobre a amplitud reflejada, al multiplicarla por 100 esto nos da el porcentaje del voltaje reflejado con respecto del voltaje incidente

$$\Gamma_1 = 0.56 * 100 = 56\% \text{ (Se refleja un 56\% de la señal)}$$

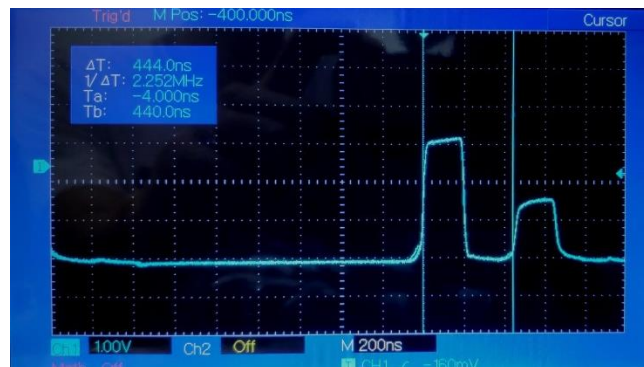


Figura 1, Reflectometría TDR carga 1

$$\Gamma_2 = -0.12 * 100 = -12\% \text{ (Invierte el 12\% de la señal)}$$

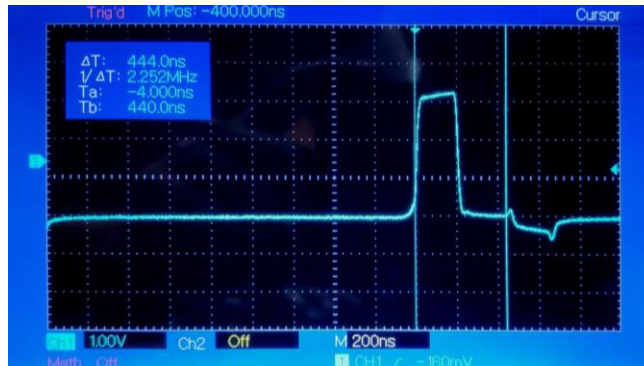


Figura 2, Reflectometría TDR carga 2

Este análisis se realiza para contrastar la reflexión que se da usando dos diferentes cargas, y así observar mejor la dinámica que hay entre la impedancia característica y la impedancia de la carga, siendo que entre mas cercana sea la impedancia de la carga a la característica, el acople tendrá mas efectividad y el voltaje reflejado será menor, esto puede evidenciarse en las figuras 1 y 2 obtenidas para cada resistencia.

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

Para calcular la atenuación del voltaje en el cable coaxial primero debemos obtener los valores de voltaje incidente, debido al generador V_i y voltaje reflejado por la carga V_r , los cuales hallamos en el laboratorio, midiendo las ondas ya antes mencionadas.

Ahora para hallar la atenuación en la línea de transmisión basta con restar la tensión reflejada con la tensión incida, a continuación, se mostrarán los datos obtenidos:

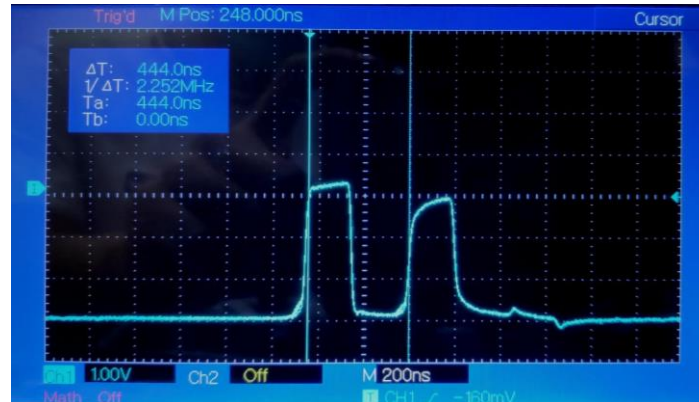
$Z_L \Omega$	V_i	V_r	Atenuación
0	1.27	-1.16	-2.26 V
39	1.31	-0.37	-1.68 V
180	1.96	1.17	-0.79 V

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.

Para un terminal en circuito abierto tendremos:

$$Z_L = \infty$$

$$\Gamma = 1\angle 0^\circ$$



Para un terminal en circuito abierto, la impedancia de línea cuenta con una carga infinita, donde toda la carga se refleja, por lo tanto en la carga tiene un mínimo de corriente y un voltaje máximo.

Para un terminal en circuito cerrado:

$$Z_L = 0$$

$$\Gamma = 1\angle 180^\circ$$

Cuando nuestra línea esta terminada en un corto circuito, ósea una impedancia de línea igual a cero, la reflexión de carga es total, y la señal tiene la forma mostrada en la figura 5, en donde se ve una onda incidente y la reflejada de esta.



Figura 5, Reflexión total de la onda.

Esta reflexión afecta a la distribución del voltaje y de la corriente en la línea, la corriente que se genera no cambia de fase, pero como se muestra el voltaje se invierte en 180° .

Para un terminar con una carga perfectamente acoplada:

$$Z_L = 50$$

$$\Gamma = 0$$

En este caso, no hay onda reflejada, por lo tanto, la impedancia de carga es igual a la impedancia de línea ($Z_L = Z_0$), esto provoca que el coeficiente de reflexión sea igual a cero y el voltaje pase a través de la línea de transmisión en un 100%.

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.

Amplitud 1V

Frecuencia	Amplitud medida en el osciloscopio
50	0,3257
75	0,65
100	0,35
130	0,10098

Amplitud 0.5V

Frecuencia	Amplitud medida en el osciloscopio
50	0,33066
75	0,5643
100	0,34764
130	0,0974

Amplitud 0.25V

Frecuencia	Amplitud medida en el osciloscopio
50	0,3366
75	0,56072
100	0,35008

130	0,0998
-----	--------

Amplitud 0.125V

Frecuencia	Amplitud medida en el osciloscopio
50	0,32944
75	0,58288
100	0,35776
130	0,10056

Amplitud 0.0625V

Frecuencia	Amplitud medida en el osciloscopio
50	0,34208
75	0,59872
100	0,35632
130	0,10448

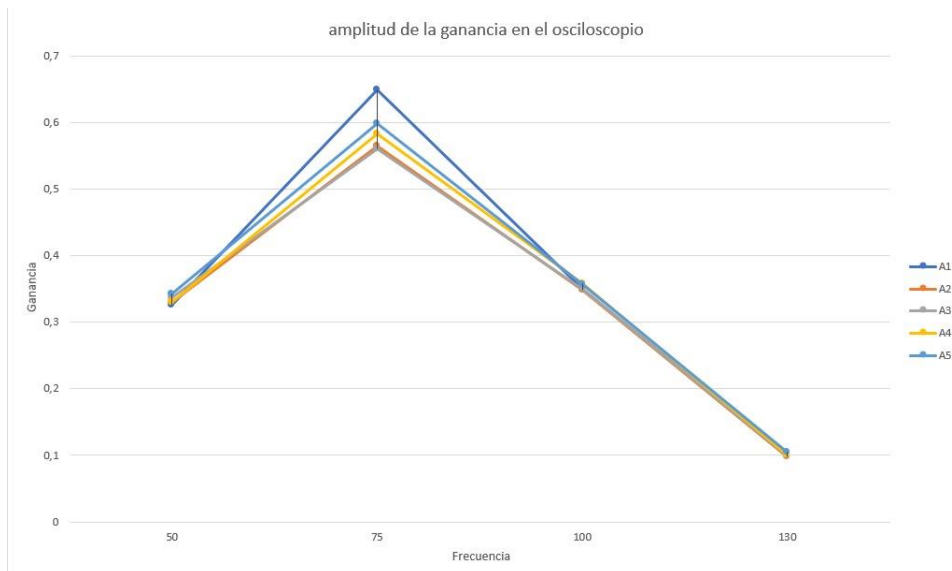


Figura 6, Amplitud en ganancia del cable

¿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.

Con la ayuda del osciloscopio, se realizó una simulación en donde se mide una frecuencia superior a 100MHz, donde se obtuvo una señal distorsionada, esto es debido a que nuestro oscilador está limitado a ciertas frecuencias. En conclusión, no es posible por qué el osciloscopio trabaja a un máximo de frecuencia apto.

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.

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.

Se necesita encontrar la atenuación de nuestro cable coaxial RG58 A/U, así que procedemos a hallar la potencia del transmisor utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{TX} - P_{RX} = G_{TX} + A_T - A_{TC}$$

Donde:

P_{TX} , es la potencia del transmisor

P_{RX} , es la potencia del receptor

G_{TX} , es la ganancia

A_T , es la atenuación del atenuador

A_{TC} , es la atenuación del cable RG58 A/U

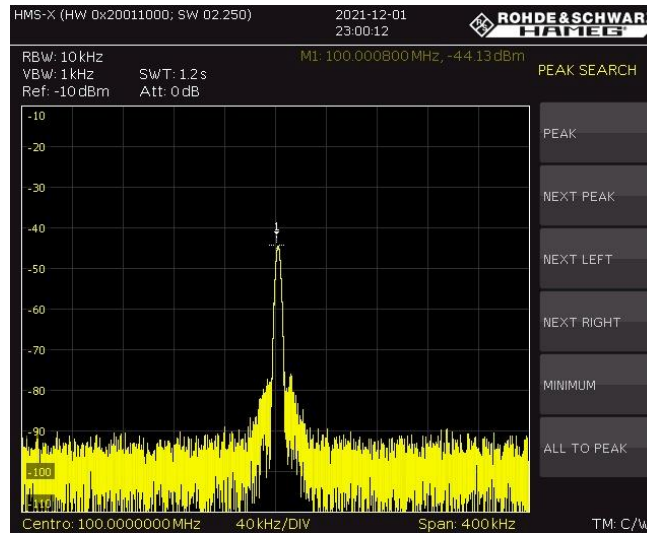


Figura 7, señal central a 100MHz vista en el analizador de espectro.

Frecuencia MHz	Potencia del transmisor dBm (GTx=0)	Potencia del transmisor dBm (GTx=10)	Potencia del transmisor dBm (GTx=20)	Potencia del transmisor dBm (GTx=30)
100	6,534384	6,864384	7,094384	11,154384
200	7,149248	7,519248	7,859248	11,209248
400	9,992496	10,672496	11,172496	13,932496
700	10,027568	10,627568	11,017568	9,137568
900	10,768304	11,148304	11,478304	13,098304
1000	10,488672	10,838672	11,258672	12,648672

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.

Para una atenuación a una frecuencia de 200MHz y una ganancia GTX=0, el cable coaxial tiene la siguiente atenuación,

$$A_{TC} = P_{TX} - G_{TX} - A_T + P_{RX}$$

$$A_{TC} = 6.53 - 0 + 30 - 48.5 = -11.351 \text{ dB}$$

Haciendo la relación de dB/100m, obtenemos la siguiente expresión

$$A_{TC} = \frac{11.351 \text{ dB}}{42.672 \text{ m}} = \frac{26 \text{ dB}}{100 \text{ m}}$$

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

Figura 8, datasheet atenuación fabricante, obtenido del sitio web "www.b3cable.com"

$$e = \frac{26.6 - 26}{26} * 100 = 2.30\%$$

Por lo tanto, podemos observar un pequeño margen de error del 2.30%, este margen de error puede causarse debido a algunos parámetros de medida hallados en el laboratorio y los valores presentados en el analizador de espectro, ya que se debe calibrar bien la escala de dB para tener un mejor resultado.

-¿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.

Se realizo la practica en el laboratorio, pero se observo que se necesita una ganancia mayor a 10 para proyectar una señal, esto es debido a las grandes frecuencias son necesarias mas ganancia para poder obtener un espectro visible.

Conclusiones

Se realizaron varias practicas con distintas cargas para analizar el comportamiento de el voltaje incidente y reflejado en el cable coaxial a lo cual pudimos concluir que el coeficiente de reflexión nos indica el porcentaje de tensión que no atraviesa la línea de transmisión, si no que por el contrario se refleja, y que el voltaje reflejado se comporta como una atenuación de voltaje que puede ser representada en una escala de decibelios, y que la magnitud y fase de esta atenuación,

depende de la diferencia entre la de la impedancia de carga y la impedancia característica del cable, siendo que cuanto es mayor la impedancia de carga con respecto de la característica, el voltaje reflejado es mayor, y cuando es menor, este voltaje se reflejara en contra fase y su magnitud aumentara cuanto menor sea esta.

Adicionalmente, se observó en el osciloscopio una reducción de la amplitud de la ganancia con el aumento de la frecuencia durante la práctica, ya que a partir de una frecuencia de 100MHz, las amplitudes de ganancia empiezan a ser en promedio menores en comparación con potencias anteriores, esto es debido a que la atenuación de dB/100 m del cable para cada frecuencia es distinta y la atenuación de este cable en particular es considerablemente más grande después de este valor de frecuencia, por lo que la reducción de potencia es más apreciable. estos datos fueron tomados claro está de el datasheet del cable coaxial usado para la práctica.

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 una manera ordenada y precisa.	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.
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	La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente. Las predicciones son hechas sobre lo que podría pasar si parte del laboratorio fuese cambiado o cómo podría ser cambiado el diseño experimental.	La relación entre las variables es discutida y las tendencias/patrones analizados lógicamente.	La relación entre las variables es discutida, pero ni los patrones, tendencias o predicciones son hechos basados en los datos.	La relación entre las variables no es discutida.
Conclusión	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis, posibles fuentes de error y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye lo que fue aprendido del experimento.	No hay conclusión incluida en el informe.