

PRÁCTICA 2

(2 sesiones de clase)

Instrumentación y reflectometría en el dominio del tiempo (TDR)

Autores Andres Camilo Fuquen Gil cod. 2185571

John Jairo Gracia cod. 2143691

Grupo de laboratorio: L1A

Subgrupo de clase Grupo 6

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.

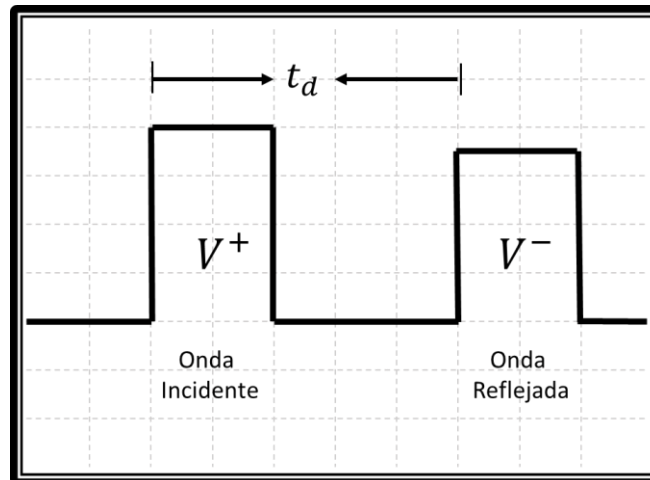
Al conocer la velocidad de propagación del medio, se puede calcular la distancia exacta entre el defecto y la fuente, con la siguiente ecuación:

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

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.

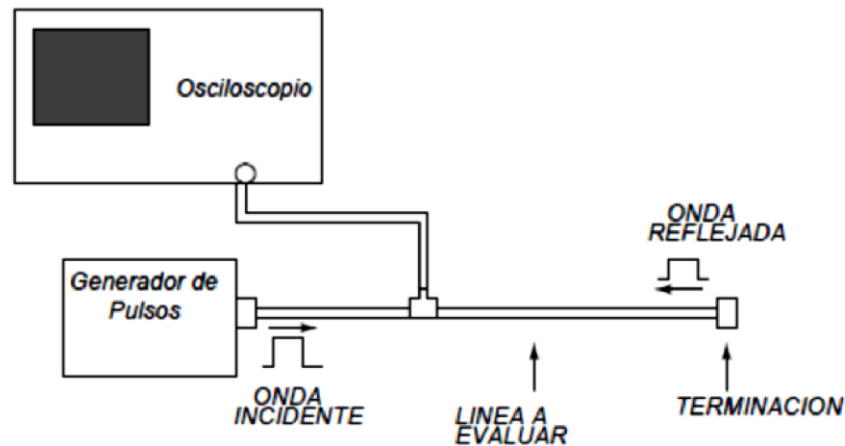


2. TRABAJO PREVIO

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.



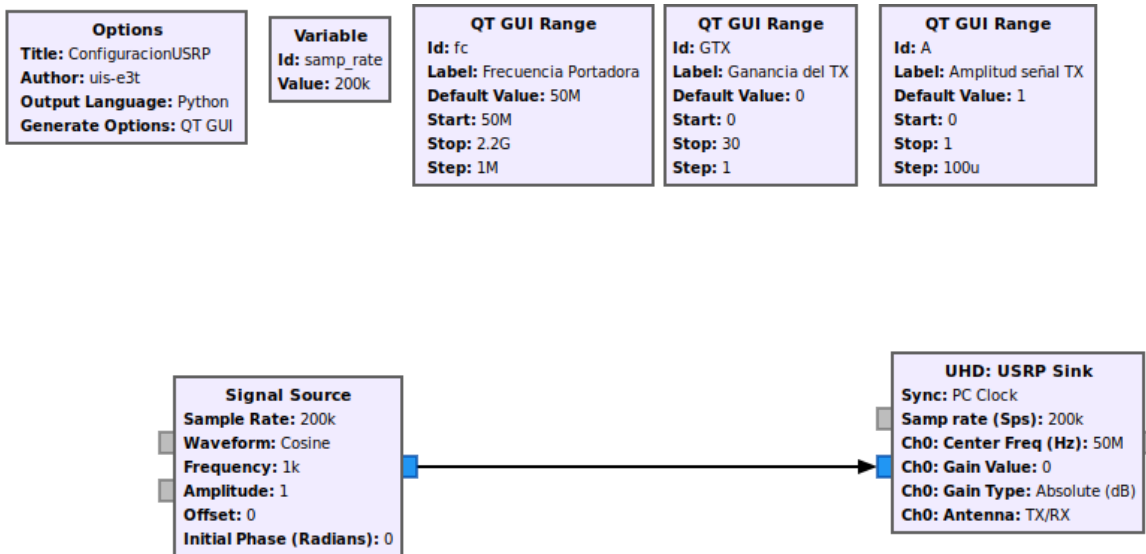
- 3.2. Mida la distancia de los cables coaxiales (todo cable coaxial tiene asociado una nomenclatura inscrita en letras blancas sobre él acompañado de las letras FT) esto indica la posición de uno de los extremos, para determinar la distancia debe restar los valores encontrados en cada extremo para determinar la longitud del cable (tenga en cuenta que la medida del cable está en pies (FT), este valor se .
- 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. 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.

- 3.5. Habilite la señal del generador de señales, obtenga las medidas de amplitud y de tiempo entre las señales incidentes y reflejadas en cada caso (cortocircuito, circuito abierto, carga acoplada y las dos cargas diferentes a 50 Ohm). Conecte en el terminal del cable coaxial la carga tipo cortocircuito apoyados con un cable coaxial terminado en pinzas. Registre los valores medidos.

2. INSTRUMENTACIÓN

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



2.1. 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 [mV]
1	354.22
0.5	174.22
0.25	91.08
0.125	40.39
0.0625	20.99
FC = 75 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	617.76
0.5	312.84
0.25	170.24
0.125	91.08
0.0625	49.50
FC = 100 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	457.40
0.5	231.66
0.25	126.80
0.125	65.34
0.0625	25.74
FC = 130 MHz	
Amplitud generada	Amplitud medida en el osciloscopio [mV]
1	116.82
0.5	58.41
0.25	28.71
0.125	15.84
0.0625	9.90

2.2. 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.

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	-41.54	-31.88	-22.13	-15.34
60	-40.31	-30.88	-20.94	-14.92
70	-40.06	-30.42	-20.68	-13.88
80	-40.18	-30.65	-20.73	-13.91
90	-40.25	-40.75	-20.93	-13.93
100	-40.62	-33.12	-21.11	-14.14
200	-42.52	-35.16	-23.31	-16.14
300	-44.51	-37.14	-25.53	-18.25
400	-46.30	-31.14	-27.48	-20.03
500	-48.49	-31.10	-29.65	-22.71
600	-50.65	-41.37	-31.90	-23.97
700	-52.95	-43.35	-34.00	-25.92
800	-54.77	-42.07	-35.75	-27.44
900	-57.77	-47.24	-37.98	-29.59
1000	-58.12	-48.99	-39.37	-30.72
2000	-73.20	-66.83	-58.49	-49.45

3. 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.

Cargas [Ω] (Z_R)	onda incidente	onda reflejada	Tiempo
Corto	860[mV]	720[mV]	425[ns]
10	840 [mV]	450[mV]	428[ns]
50	860 [mV]	0[mV]	405[ns]
100	860 [mV]	280[mV]	405[ns]
1000	860 [mV]	740[mV]	405[ns]

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

La ecuación que no relaciona el coeficiente de reflexión es:

$$\Gamma_R = \frac{V^-}{V^+} = \left| \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} \right|$$

- Para el corto teóricamente $\Gamma_R = \left| \frac{0-50}{0+50} \right| = 1$
- experimentalmente $\Gamma_R = \frac{720mV}{860mV} = 0.837$
- Para 10[Ω] teóricamente $\Gamma_R = \left| \frac{10-50}{10+50} \right| = 0.667$
- experimentalmente $\Gamma_R = \frac{450mV}{840mV} = 0.5357$
- Para 50[Ω] teóricamente $\Gamma_R = \left| \frac{50-50}{50+50} \right| = 0$
- experimentalmente $\Gamma_R = \frac{0mV}{860mV} = 0$

- Para $100[\Omega]$ teóricamente $\Gamma_R = \left| \frac{100-50}{100+50} \right| = \mathbf{0.333}$
- experimentalmente $\Gamma_R = \frac{280mV}{860mV} = \mathbf{0.3256}$

- Para $1000[\Omega]$ teóricamente $\Gamma_R = \left| \frac{1000-50}{1000+50} \right| = 0.905$
- experimentalmente $\Gamma_R = \frac{740mV}{860mV} = \mathbf{0.860}$

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.

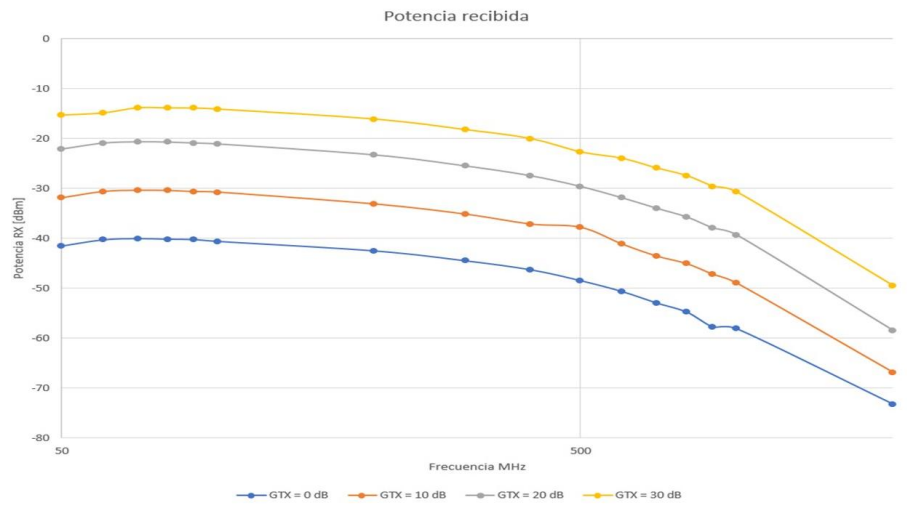
DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.1.

Determine la ganancia de amplitud del cable para cada valor de frecuencia de uso. Grafique estos valores en escala semilogarítmica.

AMPLITUD = 1[V]		AMPLITUD = 0.5[V]	
FRECUENCIA [MHz]	GANANCIA [V/V]	FRECUENCIA [MHz]	GANANCIA [V/V]
50	0,46728	50	0,2376
75	0,5742	75	0,29106
100	0,52074	100	0,26532
130	0,15246	130	0,08118

AMPLITUD = 0.25[V]		AMPLITUD = 1.25[V]	
FRECUENCIA [MHz]	GANANCIA [V/V]	FRECUENCIA [MHz]	GANANCIA [V/V]
50	0,12078	50	0,06336
75	0,14652	75	0,07524
100	0,13068	100	0,0693
130	0,04158	130	0,02574

AMPLITUD = 0.0625[V]	
FRECUENCIA [MHz]	GANANCIA [V/V]
50	0,0396
75	0,04158
100	0,04158
130	0,01386



¿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.

Para la realización de esta práctica no se podría realizar los cálculos y la visualización de una señal con esta frecuencia central y a ese ancho de banda, ya que, el osciloscopio del laboratorio tiene una frecuencia límite de 100MHz, por tanto, la señal después de esta frecuencia se pierde, puede tener fluctuaciones o mostrar una gráfica que no es la real.

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.

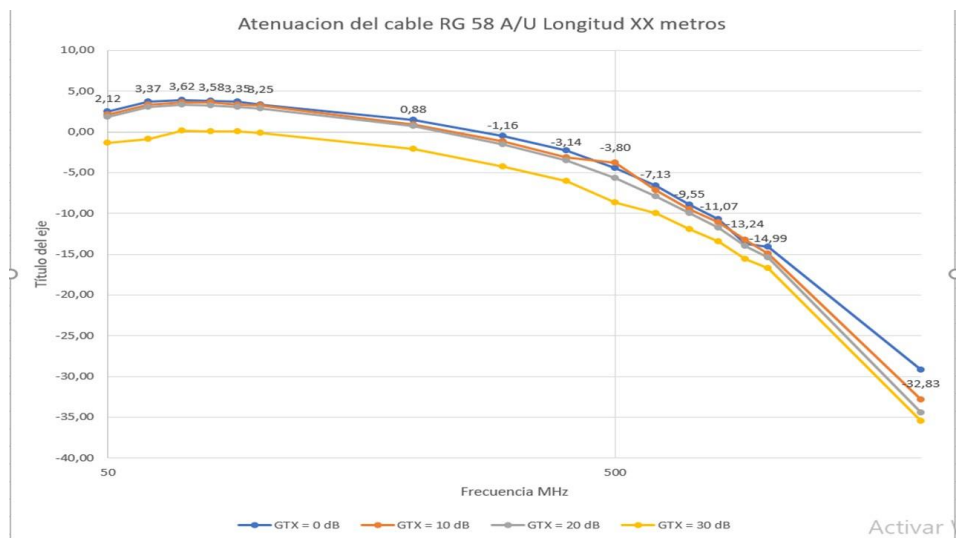
$$PTx = PRx - GT + Atenuador + Atenuacion/cable$$

Donde:

$$Atenuador = 30 \text{ [dB]}$$

$$Longitudcable = 38.4048 \text{ [m]}$$

atenuacion Cable				
Frecuencia MHz	GTX = 0 dB	GTX = 10 dB	GTX = 20 dB	GTX = 30 dB
50	2,46	2,12	1,87	-1,34
60	3,69	3,37	3,06	-0,92
70	3,94	3,62	3,32	0,12
80	3,82	3,58	3,27	0,09
90	3,75	3,35	3,07	0,07
100	3,38	3,25	2,89	-0,14
200	1,48	0,88	0,69	-2,14
300	-0,51	-1,16	-1,53	-4,25
400	-2,30	-3,14	-3,48	-6,03
500	-4,49	-3,80	-5,65	-8,71
600	-6,65	-7,13	-7,90	-9,97
700	-8,95	-9,55	-10,00	-11,92
800	-10,77	-11,07	-11,75	-13,44
900	-13,77	-13,24	-13,98	-15,59
1000	-14,12	-14,99	-15,37	-16,72
2000	-29,20	-32,83	-34,49	-35,45



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.

$$\begin{aligned}Atenuador &= 30 [dB] \\Longitud_{cable} &= 38.4048 [m]\end{aligned}$$

Frecuencia de 50MHz:

$$\begin{aligned}Atenuación_{cable} &= \frac{9.2dB}{100m} * 38.4048m \\Atenuación_{cable} &= 3.5332 [dB]\end{aligned}$$

Frecuencia de 100MHz:

$$\begin{aligned}Atenuación_{cable} &= \frac{13.4dB}{100m} * 38.4048m \\Atenuación_{cable} &= 5.1462 [dB]\end{aligned}$$

Frecuencia de 200MHz:

$$\begin{aligned}Atenuación_{cable} &= \frac{19.3dB}{100m} * 38.4048m \\Atenuación_{cable} &= 7.4221 [dB]\end{aligned}$$

Frecuencia de 400MHz:

$$\begin{aligned}Atenuación_{cable} &= \frac{28.5dB}{100m} * 38.4048m \\Atenuación_{cable} &= 10.9454 [dB]\end{aligned}$$

Frecuencia de 700MHz:

$$\begin{aligned}Atenuación_{cable} &= \frac{39.3dB}{100m} * 38.4048m \\Atenuación_{cable} &= 15.093 [dB]\end{aligned}$$

Frecuencia de 900MHz:

$$Atenuación_{cable} = \frac{45.9dB}{100m} * 38.4048m$$

$$Atenuación_{cable} = 17.6278 [dB]$$

-¿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.

Conclusiones

Se logró analizar experimentalmente que sucedía con una línea de transmisión con diferentes cargas al final de la línea, los cálculos teóricos y experimentales son relativamente igual, el margen de error producido podría deberse a que el cable tenía un poquito más longitud del medido con las indicaciones del cable.

Con respecto a las cargas, se logró obtener una máxima transferencia de potencia en la línea cuando la impedancia característica y la impedancia de carga eran iguales, es decir, el coeficiente de reflexión es cero; al igual que para cuando la carga al final de la línea era un corto circuito, se obtenía la señal de vuelta, porque nada al final de la línea podía recibir la señal incidente, por tanto, se reflejaba toda la señal.

Acerca del analizador de espectros, se logró concluir y evidenciar que la amplitud de la señal incidente y la ganancia del espectro asociado son directamente proporcionales, ya que, cuando la amplitud de la señal aumentaba la del espectro también lo hacía proporcionalmente.

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.