
	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	1/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Manual de prácticas del laboratorio de Acústica y Óptica

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Dr. Heriberto Aguilar Juárez Ing. Martín Bárcenas Escobar Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales Fis. Salvador E. Villalobos Pérez.	M. en A. M. del Carmen Maldonado Susano Q. Antonia del Carmen Pérez León Dr. Heriberto Aguilar Juárez Fis. Salvador E. Villalobos Pérez. Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales	Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales	2 de agosto de 2019

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	2/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Índice de Prácticas

Práctica 1. Movimiento ondulatorio	3
Práctica 2. Ondas electromagnéticas	9
Práctica 3. Polarización de la luz	15
Práctica 4. Polarización de microondas.....	22
Práctica 5. Reflexión y Refracción	29
Práctica 6. Guías de ondas y Fibras ópticas	41
Práctica 7. Lentes	48
Práctica 8. Sistemas de lentes	56
Práctica 9. Interferencia	64
Práctica 10. Interferometría de Fabry-Perot	71
Práctica 11. Difracción.....	77

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	3/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1.

Movimiento ondulatorio

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	4/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Base de soporte universal.	Mal colocada en la mesa puede caer y provocar una lesión al alumno y causar daños permanentes al equipo.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Observar el fenómeno de propagación de ondas longitudinales y encontrar la relación entre frecuencia y tono para las ondas observadas.
2. Determinar la longitud de onda, la frecuencia y la rapidez de propagación de una onda transversal estacionaria.

3. Material y Equipo

generador de funciones
 dos cables banana-banana de 1 [m] de longitud
 dos bases universales
 dos varillas de 1 [m]
 varilla de 1.5 [m]
 varilla de 20 [cm]
 impulsor de ondas
 tres tornillos de sujeción
 cuerda de longitud ≥ 2 [m]
 masa de 100 [g]
 masa de 50 [g]
 flexómetro
 bocina
 luz estroboscópica (opcional para el profesor)
 osciloscopio y conector BNC (opcional para el profesor)
 balanza para medir la masa de la cuerda (opcional para el profesor)
 dos cables banana-banana (opcional para el profesor).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	5/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. ONDAS LONGITUDINALES.

- I.1 Conecte la clavija del generador de funciones al tomacorriente y, mediante dos cables banana-banana, conecte la bocina al generador.
- I.2 Encienda el generador de funciones, seleccione la función senoidal y ajuste la perrilla de rango de frecuencia en el valor más pequeño.
- I.3 Gire la perrilla de ajuste variable desde su valor mínimo hasta su valor máximo; realice lo anterior para cada valor de perilla de rangos.

ACTIVIDAD 1.


Describe que ocurre al variar la frecuencia de la señal con que se excita la bocina.

ACTIVIDAD 2.

¿Qué tipo de onda se generó? Justifique su respuesta.

ACTIVIDAD 3.

Encuentre el rango auditivo de frecuencias de cada integrante de su brigada.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	6/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO II. ONDAS TRANSVERSALES ESTACIONARIAS.

II.1 Arme el dispositivo experimental de la figura 1.1 y genere una onda estacionaria de tipo transversal.

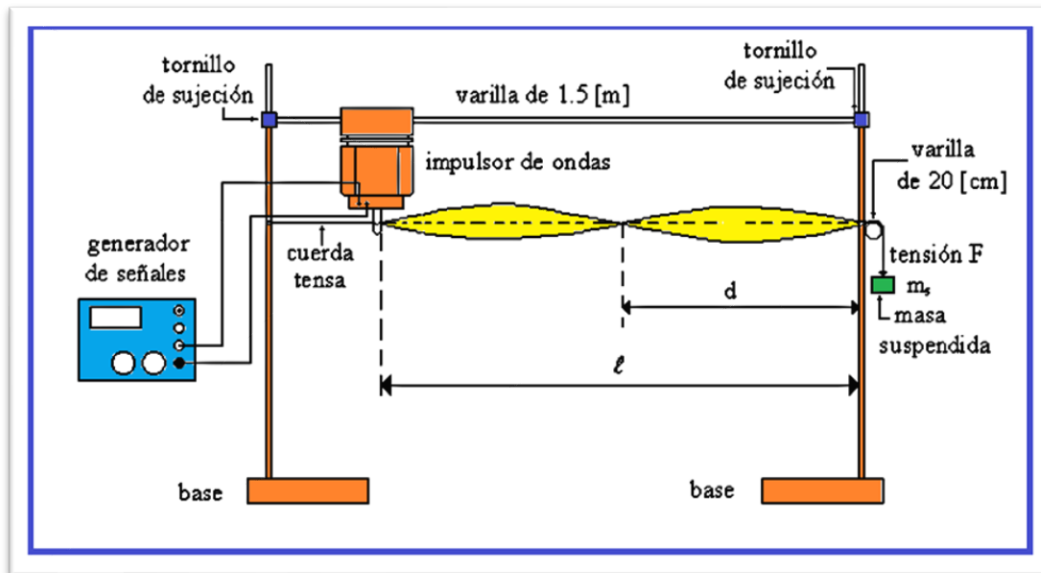


Figura 1.1. Dispositivo experimental para generar una onda estacionaria.


ACTIVIDAD 4.

Dibuje la onda transversal estacionaria (OTE) oscilando en frecuencia fundamental.

ACTIVIDAD 5.

Determine la densidad lineal de la cuerda, en el SI.

Masa de la cuerda	Longitud de la cuerda	Densidad lineal

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	7/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 6.

Llene la siguiente tabla con sus respectivas unidades en el SI.

Modo de vibración	Tensión de la cuerda	Rapidez de propagación	Distancia entre nodos consecutivos	Frecuencia de vibración.
6				
5				
4				
3				
2				
1				

ACTIVIDAD 7.

¿Cómo son las frecuencias de los modos observados con respecto a la frecuencia del modo fundamental (modo 1)?

ACTIVIDAD 8.

¿Qué relación guarda la separación entre dos nodos consecutivos con respecto a la longitud de onda observada en la cuerda?


ACTIVIDAD 9.

¿Cómo son las longitudes de onda de los modos armónicos con respecto a la longitud de onda del modo fundamental?

ACTIVIDAD 10.

¿Cómo es la rapidez de propagación de cada uno de los modos de vibración con respecto a las de los demás modos?

5. Conclusiones


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	8/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario

1. ¿Cuál es la diferencia entre una onda longitudinal y una transversal?
2. ¿Cómo se calcula la rapidez de propagación de las ondas en una cuerda tensa, en términos de la tensión y la densidad lineal de masa?
3. ¿Qué es una onda estacionaria?
4. ¿Qué se entiende por “modos de vibración”?
5. ¿Cómo se calcula la longitud de onda del enésimo modo de vibración?
6. ¿Cómo se calcula la frecuencia natural (de resonancia) del enésimo modo de vibración?


7. Bibliografía

- Resnick R, Halliday D. y Krane K.S.; “FÍSICA” Vol. I; Editorial C.E.C.S.A.; 3ª edición; México, 1997.
- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.
- Wilson J.D.; “FÍSICA CON APLICACIONES”; Editorial Mc. Graw Hill. 2ª edición. México, 1991.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	9/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2.

Ondas electromagnéticas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	10/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Eliminadores de batería	Al conectarlos a los aparatos.
2	Prisma de vidrio	Pieza frágil, de difícil adquisición de importación
3	Banco óptico	Mal colocado en la mesa puede caer y provocar una lesión al alumno y causar daños permanentes al equipo.

2. Objetivos de aprendizaje

- Determinar la longitud de onda, la rapidez de propagación y la energía del fotón de una microonda.
- Conocer los elementos básicos que componen el sistema de óptica con el que se cuenta en el laboratorio y adquirir habilidad en su manejo.
- Reproducir el fenómeno de la dispersión de la luz y observar la porción visible del espectro electromagnético.

3. Material y equipo

emisor de microondas de 10.525 [GHz] \pm 5 %
 receptor de microondas de 10.525 [GHz] \pm 5 %
 goniómetro con su riel portacomponentes
 eliminador de baterías
 transportador de plástico (para emisores y receptores que no tienen goniómetro)
 fuente de luz incandescente
 banco óptico
 transportador angular
 portacomponentes estándar
 portacomponentes especial
 abertura rectangular
 pantalla con escala milimétrica
 prisma de vidrio 45° 90° 45°

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	11/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. RAPIDEZ DE PROPAGACIÓN Y ENERGÍA DE UN FOTÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA.

- I.1 Arme el equipo como se muestra en la figura 2.1, procure que el emisor y el receptor se encuentren lo más cerca posible. Ajuste los controles del receptor hasta obtener una lectura a escala completa.

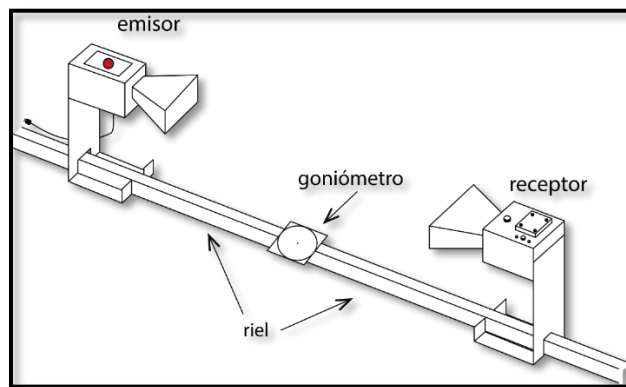


Figura 2.1. Dispositivo experimental para producir un patrón de ondas estacionarias.

- I.2 Desplace el receptor a lo largo del riel del goniómetro, alejándolo del emisor.


ACTIVIDAD 1.

Describe lo que sucede con la lectura indicada en la carátula del medidor del receptor.

- I.3 Regrese el receptor a la posición en que se tuvo la lectura a escala completa y registre su posición. Desplace el receptor hasta que la aguja del medidor cruce por cinco valores mínimos, correspondientes a cinco nodos consecutivos.

Finalmente, coloque el receptor en la posición del siguiente valor máximo (contiguo al quinto valor mínimo) registre su posición final.

- I.4 Repite el proceso del punto anterior como mínimo seis veces y elabore una tabla en que se registren: las posiciones inicial y final del receptor, la distancia entre éstas y el número de valores mínimos (5) que fueron cruzados.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	12/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 2.

Determine el valor promedio de la longitud de onda, de las microondas, con su incertidumbre.

ACTIVIDAD 3.

Determine la rapidez de propagación de las microondas, con su incertidumbre, considerando la actividad anterior y las especificaciones del equipo.

ACTIVIDAD 4.

Determine la energía de un fotón de la radiación empleada, en las unidades joule [J] y electrón-volt [eV].

EXPERIMENTO II. PORCIÓN VISIBLE DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. DISPERSIÓN DE LA LUZ.

II.5 Arme el equipo como se muestra en la figura 2.2, asegúrese de que la línea de 0° a 180° del goniómetro del transportador angular corra paralela a lo largo del eje longitudinal del banco óptico.

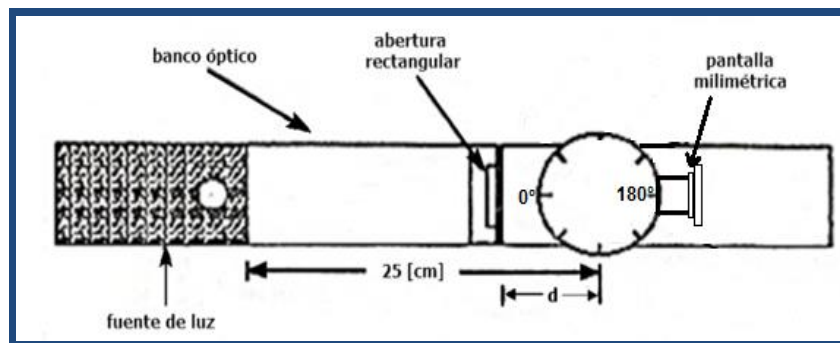



Figura 2.2 Dispositivo experimental.

ACTIVIDAD 5.

Describe los ajustes necesarios indicados por el profesor para conseguir un haz de luz estrecho y centrado en la pantalla milimétrica.

II.6 Coloque el prisma de vidrio sobre la mesa giratoria del transportador angular como se muestra en la figura 2.3. Gire muy lentamente la mesa giratoria en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que aparezca un haz transmitido por la cara 2.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	13/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Localice el haz transmitido proyectándolo sobre una hoja de papel blanco aproximadamente a 15 [cm] del transportador angular y observe los colores que lo componen.

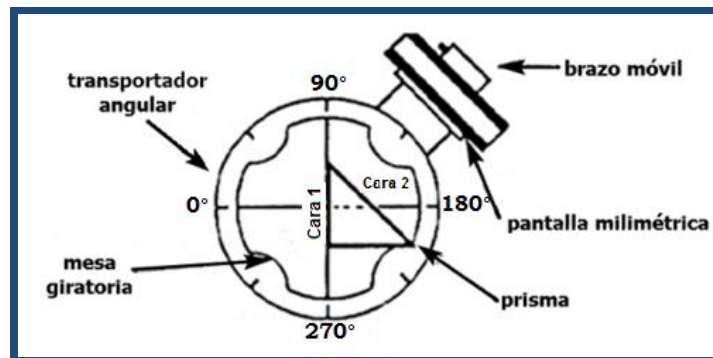


Figura 2.3 Dispositivo experimental para observar la descomposición de la luz.

ACTIVIDAD 6.

Registre el valor del ángulo de incidencia para el cual logró la visión más nítida del espectro.

ACTIVIDAD 7.

Elabore un esquema de los colores observados, indicando cuál de ellos tiene mayor ángulo de desviación con respecto al haz de luz incidente en el prisma, así como el que tiene el menor ángulo de desviación.

ACTIVIDAD 8.


Describe brevemente los fenómenos de la refracción y la dispersión.

ACTIVIDAD 9.

Explique ¿por qué en el experimento con el prisma, un color se desvía más que otro?

ACTIVIDAD 10.

A nivel cualitativo ¿qué relación existe entre la longitud de onda de un haz de luz y el ángulo de desviación al atravesar el prisma?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	14/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 11.

A nivel cualitativo ¿cómo varía la rapidez de propagación de la luz con respecto a su longitud de onda en un medio dieléctrico transparente como el vidrio?


5. Conclusiones

6. Cuestionario

1. ¿Qué es la longitud de onda?
2. ¿Qué es frecuencia de la onda?
3. Dibuje el perfil de una onda sinusoidal. Localice en su dibujo una longitud de onda y media longitud de onda.
4. ¿Cómo se puede determinar la rapidez de propagación de la onda a partir de los parámetros anteriores?
5. Elabore un esquema del espectro de la radiación electromagnética detallando los colores que componen la porción visible.


7. Bibliografía

- Resnick R, Halliday D. y Krane K.S.; “FÍSICA” Vol. I, Editorial C.E.C.S.A.; 3ª edición; México, 1997.
- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.
- Wilson J.D.; “FÍSICA CON APLICACIONES”; Editorial Mc. Graw Hill. 2ª edición. México, 1991.
- Hecht E.; “ÓPTICA”; Addison Wesley Iberoamericana; 3ª edición. Madrid, España, 2000.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	15/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3.

Polarización de la luz

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	16/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Banco óptico.	Mal colocado en la mesa puede caer y provocar una lesión al alumno y causar daños permanentes al equipo.
2	Fotómetro con sonda.	La sonda puede zafarse del conector y dar lecturas erróneas. No torcer ni doblar la sonda para evitar que se rompan las fibras.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Observar las características de operación de los polarizadores dicróicos.
2. Comprobar la ley de Malus.
3. Determinar el ángulo de Brewster de la interfaz aire – vidrio y las características de polarización de las ondas reflejada y transmitida.

3. Material y equipo

banco óptico
 fuente de luz incandescente
 transportador angular
 fotómetro con su sonda
 portacomponentes estándar
 portacomponentes especial
 tres polarizadores
 placa de vidrio
 pantalla con escala milimétrica
 abertura rectangular
 difusor

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	17/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO 1. POLARIZADORES DICROICOS.

- I.1 Monte el dispositivo experimental de la figura 3.1, orientando el polarizador que se halla más próximo a la fuente de luz, con su eje de transmisión (dirección 0° - 180°) en posición vertical.
- I.2 Use como analizador el otro polarizador, como se muestra en la figura 3.1, observe cómo varía la intensidad de la luz en la pantalla al girar este alrededor de su eje óptico.

ACTIVIDAD 1.

Explique a qué se deben las variaciones de intensidad observadas.

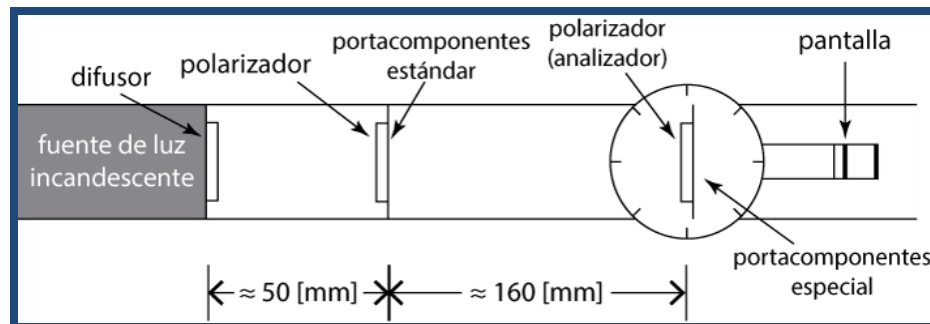


Figura 3.1 Dispositivo experimental.


EXPERIMENTO 2. POLARIZADORES DICROICOS.

- 2.1 Con el dispositivo experimental de la figura 3.1, ajuste los dos polarizadores de tal manera que se hallen perpendiculares entre sí y no se transmita luz a la pantalla.

Con esta configuración, inserte un tercer polarizador entre los dos primeros (puede fijarlo a la cara posterior del portacomponentes estándar), con su eje de transmisión formando un ángulo de 45° con respecto a los ejes de los otros dos; observe lo que ocurre en la pantalla.

ACTIVIDAD 2.

Explique a qué se debe la variación de intensidad en el haz transmitido, luego de la inserción del tercer polarizador.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	18/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO 3. LEY DE MALUS.

- 3.1 Restablezca la orientación original del analizador (eje de transmisión en dirección vertical), retire del dispositivo experimental la pantalla y el tercer polarizador.

A continuación, conecte la sonda del fotómetro al porta analizador del brazo móvil del transportador angular, como lo indica la figura 3.2.

Procure que el extremo de la sonda quede a ras de la superficie interior del porta analizador

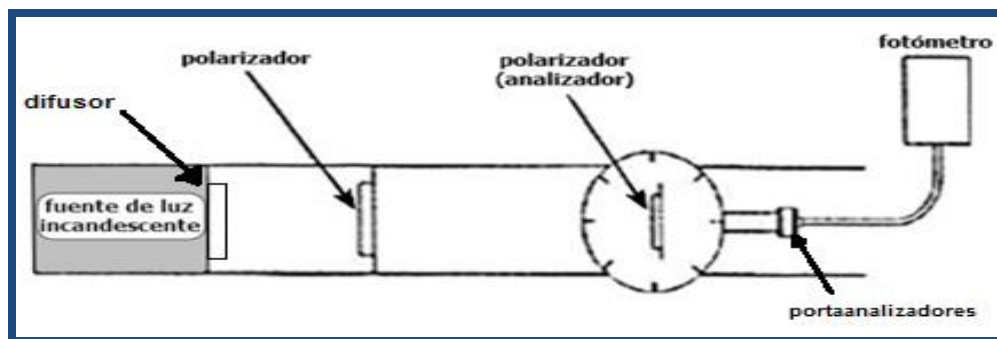



Figura 3.2 Fotómetro y polarizadores.

- 3.2 Por medio de los controles de “sensibilidad”, “ajuste de cero” y “variable”, ajuste el fotómetro para que indique una lectura de 10 (escala completa) cuando los ejes de transmisión de los polarizadores se hallen paralelos entre sí, y una lectura de 0, cuando aquéllos se hallen perpendiculares entre sí.
- 3.3 Gire el polarizador un ángulo θ con respecto al eje de transmisión (vertical) del segundo polarizador (analizador) y registre las lecturas “I” del fotómetro para diversos valores de θ entre 0° y 90° (por ejemplo, cada 10°).

Realice la serie completa de mediciones al menos 5 veces y calcule el valor promedio de “I” para cada valor de θ .

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	19/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


ACTIVIDAD 3.

Llene la tabla y realice una gráfica ($\bar{I}(\theta)/I(0)$ vs θ), los valores observados de la razón $\bar{I}(\theta)/I(0)$ y los valores correspondientes de dicha razón, calculados a partir de la ley de Malus.

θ	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	$\bar{I}(\theta)$	Experimental	Teórica
							$\bar{I}(\theta)/I(0)$	$I(\theta)/I(0)$
0°								
10°								
20°								
30°								
40°								
50°								
60°								
70°								
80°								
90°								

EXPERIMENTO 4. ÁNGULO DE BREWSTER.

- 4.1 En el dispositivo experimental de la figura 3.2 sustituya el analizador por la placa de vidrio, de manera que su arista frontal inferior coincida con uno de los diámetros marcados en la mesa giratoria, como se muestra en la figura 3.3.
- 4.2 Gire el polarizador hasta que su eje de transmisión quede en dirección horizontal y coloque en la cara posterior del mismo porta componentes la abertura rectangular en posición vertical y la pantalla con escala milimétrica en la cara anterior del primer portaanalizador del brazo móvil.
- 4.3 Gire un ángulo pequeño la mesa giratoria y ajuste la posición del brazo móvil de manera que pueda observar en la pantalla el haz de luz reflejado. Continúe girando la mesa y el brazo móvil hasta que el haz reflejado alcance un mínimo de intensidad.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	20/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

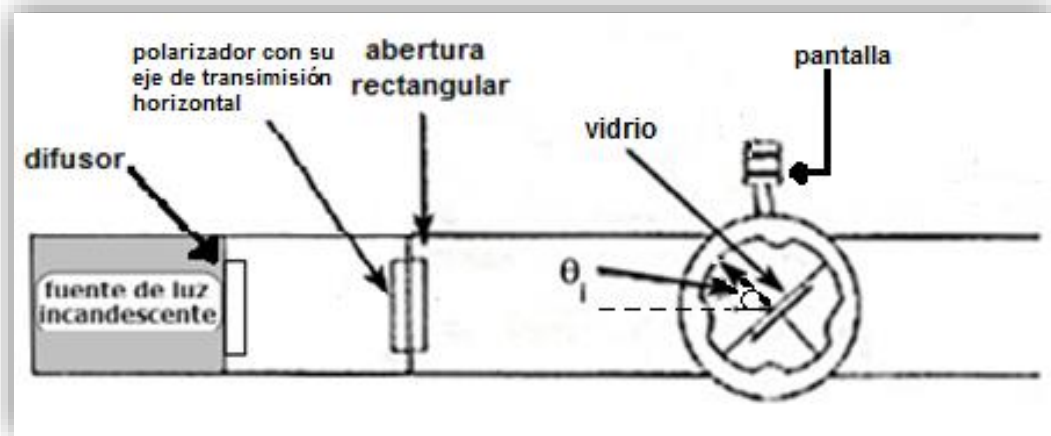


Figura 3.3 Dispositivo experimental para la determinación del ángulo de Brewster.

ACTIVIDAD 4.

Registre el valor del ángulo de incidencia con mínima intensidad reflejada, obtenido en el inciso 4.3, y explique por qué se afirma que éste es el ángulo de Brewster.

- 4.4 Sin modificar la orientación de la placa de vidrio, traslade el polarizador al primer portaanalizador, a fin de que sirva como analizador de la luz reflejada en el vidrio; ubique la pantalla en el segundo portaanalizador (figura 3.4).

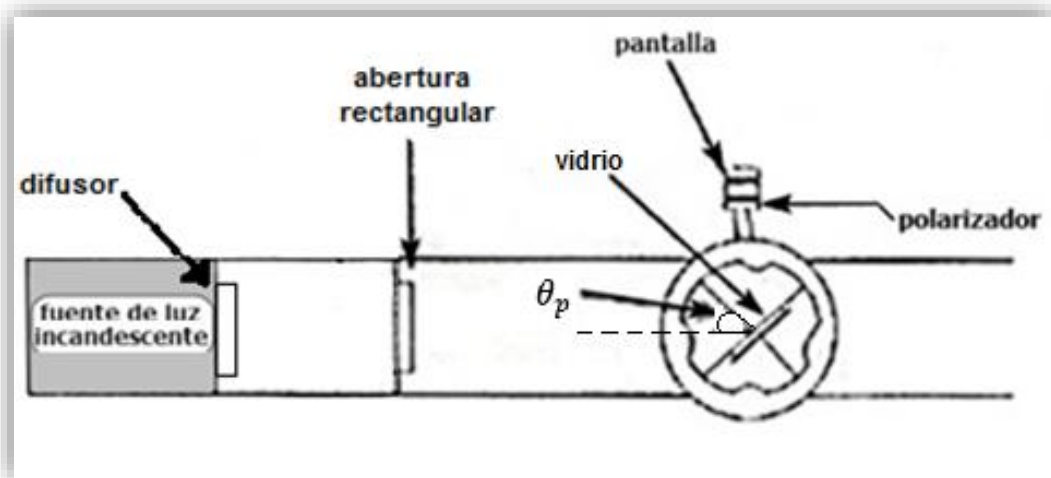



Figura 3.4 Polarización por reflexión.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	21/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- 4.5 Gire el polarizador en torno a su eje óptico y observe las variaciones de intensidad del haz reflejado.

En caso de que el haz se halle completamente polarizado, determine la dirección de polarización con respecto al plano de incidencia que en este caso es horizontal.

- 4.6 Analice el haz transmitido a través de la placa de vidrio en la misma forma que lo hizo en el inciso III.5 con el haz reflejado, girando el brazo móvil hasta que el haz transmitido llegue a la pantalla a través del polarizador.

ACTIVIDAD 5.

Explique brevemente los resultados obtenidos en los incisos 4.5 y 4.6. Realice las gráficas de la reflectancia y de la transmitancia.


5. Conclusiones

6. Cuestionario

1. ¿En qué caso se dice que una onda electromagnética está polarizada linealmente?
2. ¿Qué tipo de polarización tiene la luz natural?
3. ¿En qué consiste un polarizador dicróico?
4. ¿Qué establece la ley de Malus?
5. ¿Cómo se explica la polarización de la luz por reflexión?
6. ¿Cómo se define el “ángulo de Brewster” o “ángulo de polarización”?


7. Bibliografía

- Hecht E.; “ÓPTICA”; Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. España, 2000.
- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	22/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4.

Polarización de microondas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	23/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	Ninguno

2. Objetivos de aprendizaje

1. Verificar la ley de Malus.
2. Observar el funcionamiento de una rejilla metálica como polarizador de microondas.
3. Determinar el ángulo de Brewster para la interfaz aire – polietileno.

3. Material y equipo

emisor de microondas de 10.525 [GHz] \pm 5 %
 receptor de microondas de 10.525 [GHz] \pm 5 %
 goniómetro con su riel portacomponentes
 portacomponentes estándar
 mesa giratoria
 polarizador [rejilla]
 panel de polietileno
 goniómetro de plástico para emisores y receptores que no cuentan con él.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	24/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. LEY DE MALUS.

- I.1 El emisor del equipo produce microondas linealmente polarizadas a lo largo del eje del diodo que las genera; esta dirección es vertical cuando el emisor se encuentra en su posición normal como se indica en la figura 4.1.

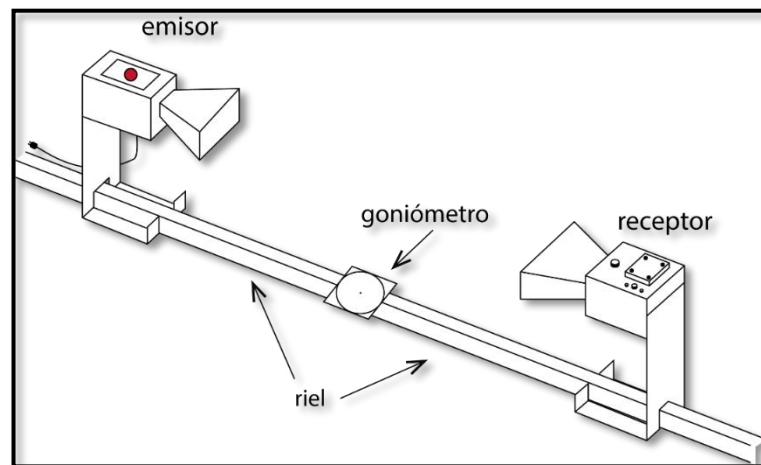



Figura 4.1 Dispositivo experimental.

- I.2 De igual modo, el diodo del receptor responde únicamente a la componente de la señal de microondas polarizada a lo largo de él (vertical) en la posición normal del receptor, mostrada en la figura 4.1.
- I.3 Arme el equipo como se muestra en la figura 4.1 y ajuste los controles del receptor de modo que se tenga una lectura de escala completa aproximadamente.
- I.4 Afloje ligeramente el tornillo que sujeta al emisor y gírelo un ángulo θ con respecto a la dirección (vertical) del diodo receptor. Observe cómo varía la lectura en el receptor cuando θ varía de 0° a 90° y registre las lecturas para los diferentes valores de θ , con intervalos de 10° .

Para ello, sírvase de la escala angular marcada en la parte posterior del emisor. Realice la serie completa de mediciones al menos 5 veces y calcule el promedio \bar{L} de las 5 lecturas para cada valor de θ .

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	25/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 1.


A partir de los datos obtenidos en el inciso 1.4 calcule para cada valor de θ la razón $\bar{L}(\theta)/L(0)$ en la que $L(0)$ es el valor de L correspondiente a $\theta = 0^\circ$, y llene la siguiente tabla.iguiente.

θ	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	$\bar{L}(\theta)$	Experimental	Teórica
							$\bar{L}(\theta)/L(0)$	$I(\theta)/I(0)$
0°								
10°								
20°								
30°								
40°								
50°								
60°								
70°								
80°								
90°								

ACTIVIDAD 2.

Realice una gráfica con los valores de $\bar{L}(\theta)/L(0)$ obtenidos experimentalmente y la relación $I(\theta)/I(0)$ vs θ , dada por la ley de Malus.

Nota: La lectura del receptor es sólo aproximadamente proporcional a la intensidad (o irradiancia) de la señal recibida, por lo que no cabe esperar una concordancia perfecta entre las cantidades $\bar{L}(\theta)/L(0)$ e $I(\theta)/I(0)$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	26/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO II. POLARIZADOR DICROICO.

- II.1 Regrese el emisor a su posición normal (figura 4.1) y, por medio del portacomponentes, coloque la rejilla metálica (polarizador) frente a la corneta de microondas con las rendijas en posición horizontal como en la figura 4.2.
- II.2 Ajuste los controles del receptor para tener una lectura de media escala aproximadamente.
- II.3 Gire el polarizador para que las rendijas queden ahora en posición vertical y observe cómo se modifica la lectura en el receptor.

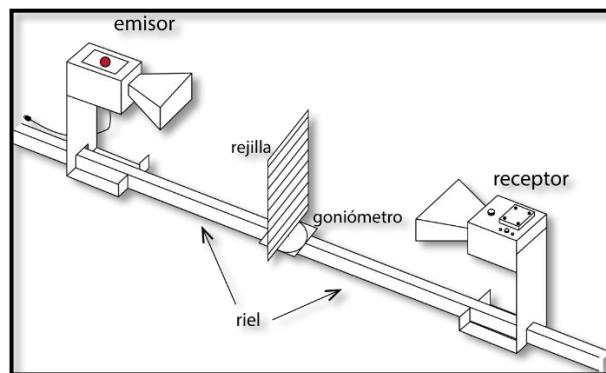


Figura 4.2. Rejilla polarizadora de microondas.


ACTIVIDAD 3.

¿En qué dirección tiene el eje de transmisión de la rejilla con respecto a la dirección de las rendijas?.

- II.4 Retire el polarizador, pero deje en su lugar el portacomponentes, y gire el emisor hasta que la dirección de su campo eléctrico forme un ángulo de 90° con respecto a la del receptor. Observe la lectura.
- II.5 Coloque nuevamente el polarizador frente al emisor con sus rendijas inclinadas 45° con respecto a la vertical y observe la lectura nueva.

ACTIVIDAD 4.

Explique brevemente lo observado en los incisos II.4 y II.5.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	27/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO III. ÁNGULO DE BREWSTER.

- III.1 Arme el dispositivo experimental de la figura 4.3 con las direcciones del campo eléctrico del emisor y del receptor en posición horizontal.

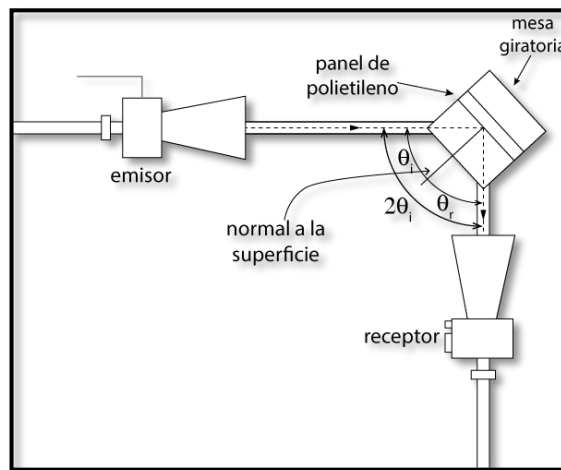



Figura 4.3. Reflexión de microondas con su campo eléctrico paralelo al plano de incidencia.

- III.2 Coloque el panel de polietileno de manera tal que su superficie frontal, sobre la que incide la señal del emisor, contenga al eje de giro (vertical) de la mesa giratoria.
- III.3 Gire la mesa hasta que el ángulo de incidencia de las microondas sobre el panel sea de 45° y gire el brazo móvil del goniómetro hasta que el receptor quede en la dirección de la señal reflejada en el panel (recuerde que $\theta_r = \theta_i$).
- III.4 Ajuste los controles del receptor para tener una lectura de media escala aproximadamente.
- III.5 Incremente el ángulo de incidencia con intervalos de 5° , hasta un valor máximo de 70° . En cada paso, ajuste la posición del brazo móvil del goniómetro y registre la lectura del receptor.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	28/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5.

Trace una gráfica de las lecturas L_r del receptor obtenidas en el inciso III.5, en función de los ángulos de incidencia θ_i y estime a partir de ella el ángulo de Brewster (θ_p).

ACTIVIDAD 6.


Calcule el índice de refracción (n_2) del panel de polietileno, a partir de la expresión:

$\tan\theta_p = n_2/n_1$, donde n_1 , es el índice de refracción del aire.


5. Conclusiones

6. Bibliografía

- Hecht E.; "ÓPTICA". Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición. España, 2000.
- Young H. D. y Freedman R. A.; "Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA" Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	29/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 5. Reflexión y Refracción

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	30/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Banco óptico	Mal colocado puede caer de la mesa y provocar una lesión.
2	Fuente de láser de He-Ne de 0.5 [mW]	No dirigir el haz sobre superficies reflejantes o directamente al ojo humano, ya que puede causar severos daños en la vista.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Determinar la ley de la reflexión.
2. Aplicar la ley de Snell para determinar el índice de refracción del acrílico.
3. Observar el fenómeno de reflexión interna total, determinar el ángulo crítico y utilizar la desviación angular mínima para obtener el índice de refracción de un prisma.

3. Material y Equipo

fuente de láser de He-Ne de 0.5 [mW]
 banco óptico
 transportador angular
 portacomponentes estándar
 portacomponentes especial
 abertura rectangular
 pantalla con escala milimétrica
 espejo plano
 placa de acrílico
 prisma de vidrio 45° 90° 45°
 calibrador con vernier

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	31/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. LEY DE LA REFLEXIÓN.

- I.1 Arme el dispositivo experimental como se muestra en la figura 5.1. Realice los cuatro ajustes que se mencionan a continuación:

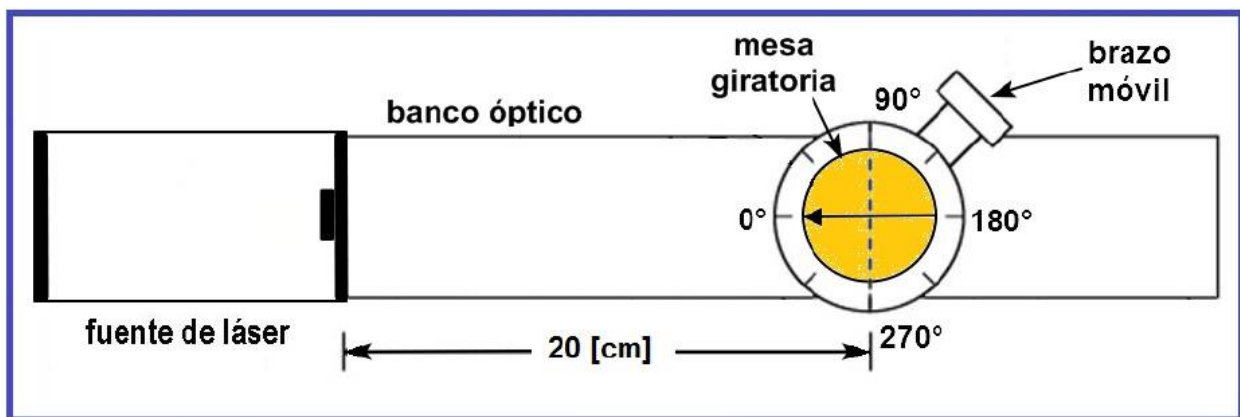



Figura 5.1 Dispositivo experimental.

- Sobre el banco óptico, con la escala graduada hacia el frente, coloque la fuente de láser sin encenderla, de manera que su rayo apunte hacia la pared más próxima para evitar incidir en algún compañero del grupo.
- Coloque sobre el banco óptico, a 20 [cm] aproximadamente de la fuente de láser, el transportador angular, alineándolo longitudinalmente con el banco en la dirección 0° y 180° (ver figura 5.1).
- Coloque sobre la mesa giratoria, del transportador angular, el portacomponentes especial (el de menor altura) con el espejo plano adherido. Hacer coincidir la línea de dirección 90° y 270° con el plano del espejo, a su vez quedando de frente a la fuente de láser, como se muestra en la figura 5.2.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	32/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

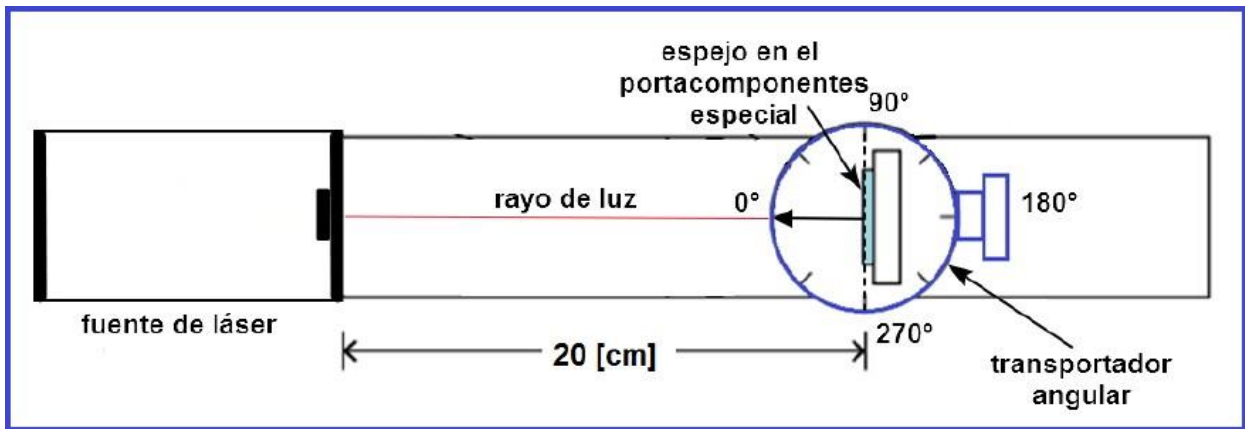



Figura 5.2 Dispositivo experimental.

- d) Encienda el láser y verifique el alineamiento del transportador angular y del espejo; como el rayo de luz incide sobre el espejo con un ángulo de cero grados, determinar el ángulo con que se refleja, recordar que los ángulos de incidencia, de reflexión y de transmisión se miden con respecto a la normal de la muestra en el punto de incidencia y dichos rayos y la normal son coplanares.
- 1.2 Gire 10° la mesa móvil del transportador, de manera que ahora el ángulo de incidencia θ_i sea de 10° , gire el brazo móvil del transportador angular en el cual colocamos la pantalla con escala milimétrica para localizar el rayo reflejado por el espejo.
- 1.3 Determine y registre el ángulo entre los rayos incidente y reflejado y por diferencia encontrar el ángulo de reflexión θ_r , como se indica en la figura 5.3; observe que $\varphi = \theta_i + \theta_r$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	33/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

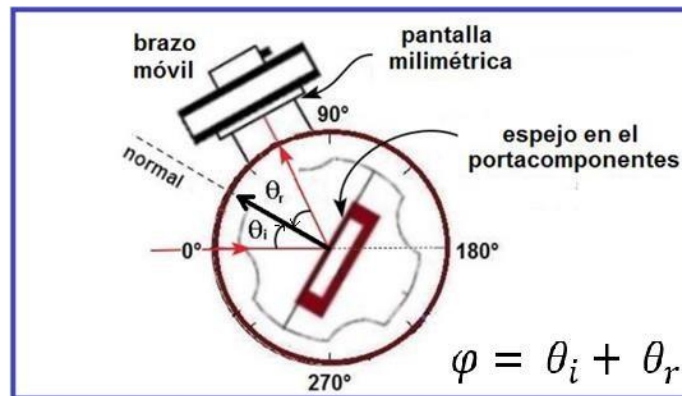



Figura 5.3 rayo incidente y rayo reflejado.

- I.4 Continúe de la manera descrita para cada uno de los ángulos de incidencia indicados en la tabla de mediciones de la reflexión de la luz.

ACTIVIDAD 1.

Elabore una tabla donde se registre el ángulo de incidencia θ_i , el ángulo φ y el de reflexión ($\theta_r = \varphi - \theta_i$).

θ_i [°]	φ [°]	θ_r [°]
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página:	34/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión:	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 2.

¿Qué relación guardan entre sí los ángulos de incidencia y de reflexión?

EXPERIMENTO II. LEY DE LA REFRACCIÓN.

II.1 Verifique los ajustes solicitados en el punto I.1 de esta práctica sustituya el espejo plano por la placa de acrílico y coloque la pantalla en el brazo móvil; gire éste hasta que la pantalla quede paralela a la placa de acrílico.

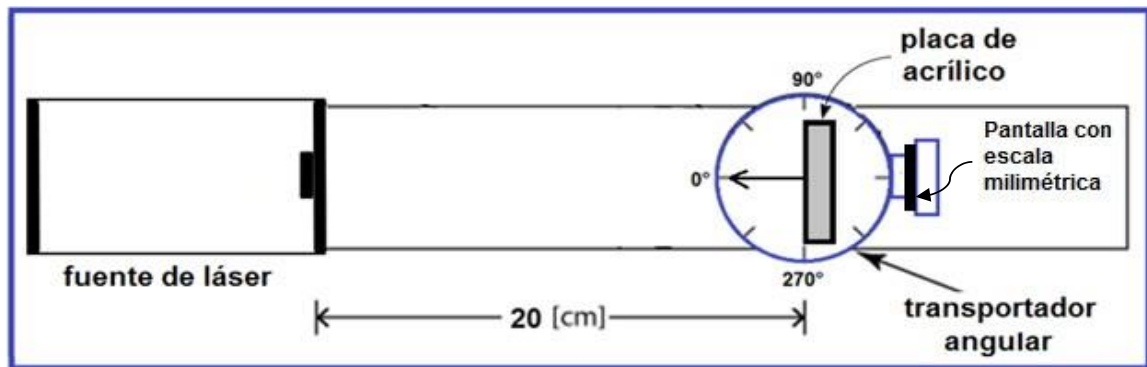


Figura 5.4 Dispositivo con la placa de acrílico.

ACTIVIDAD 3.

Con la ayuda del calibrador con vernier mide el espesor “t” del acrílico y regístrelo.


$$t = \text{_____} \text{ [mm]}$$

ACTIVIDAD 4.

Cuando el haz incidente es transmitido o refractado, ¿experimenta algún cambio de dirección? Explique su respuesta para $\theta_i = 0$ y para $\theta_i \neq 0$.

II.2 Gire la mesa giratoria del transportador angular un ángulo de 45° , gire el brazo móvil en sentido horario y antihorario, recorriendo el perímetro del transportador angular buscando el haz reflejado y el transmitido.

¿Cuántos haces de luz observa? Explique por qué.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	35/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5.

II.3 Regrese el brazo móvil a la posición inicial, es decir la indicada en el punto II.1 (pantalla paralela a la placa de acrílico), mida el desplazamiento d del haz transmitido, indicado en la figura 5.5.

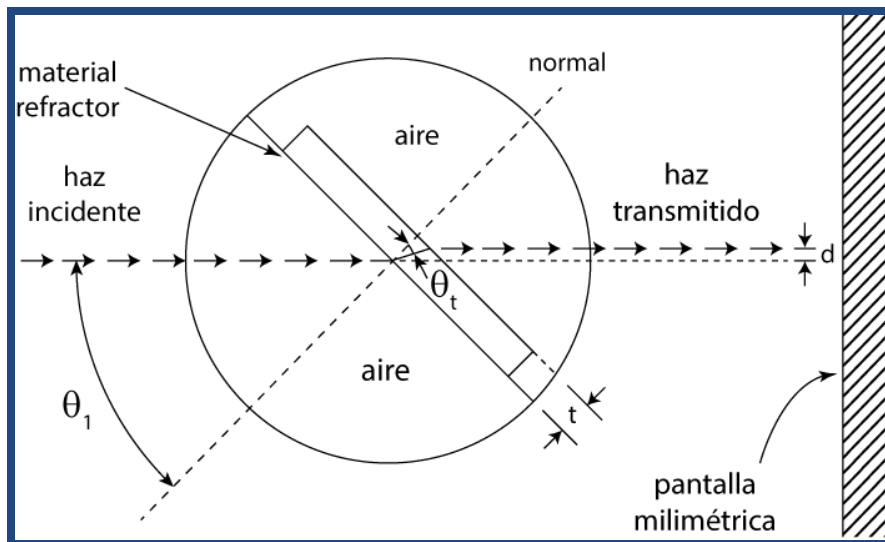



Figura 5.5. Desplazamiento lateral del haz transmitido.

II.4 Varíe los ángulos de incidencia y mida la distancia d . Registre en la siguiente tabla.

θ_i [°]	d [mm]
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	36/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 6.

Elabore una tabla donde se registren los ángulos de incidencia y de refracción o transmisión del haz con el desplazamiento lateral d medido en el punto anterior. La expresión que nos permite determinar el ángulo de transmisión θ_t es:

$$\tan\theta_t = \left[\frac{\text{sen}\theta_i - \frac{d}{t}}{\text{cos}\theta_i} \right]$$

θ_i [°]	d/t [1]	θ_t [°]
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	37/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 7.

Para cada pareja de datos (θ_i, θ_t) obtenga un el índice de refracción para el acrílico. Calcule el valor más representativo de estos valores, incluyendo su incertidumbre.

θ_i [°]	θ_t [°]	$\text{sen } \theta_i$	$\text{sen } \theta_t$	n
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				
				$\bar{n}_{\text{acrílico}} =$
				$\bar{n} \pm \Delta n =$

Recuerde que el índice de refracción del aire es $n_{\text{aire}} = 1.00029 (\approx 1)$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	38/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO III. REFLEXIÓN INTERNA TOTAL.

III.1 Sustituye la placa de acrílico por el prisma de vidrio, coloque como se muestra en la figura 5.6.

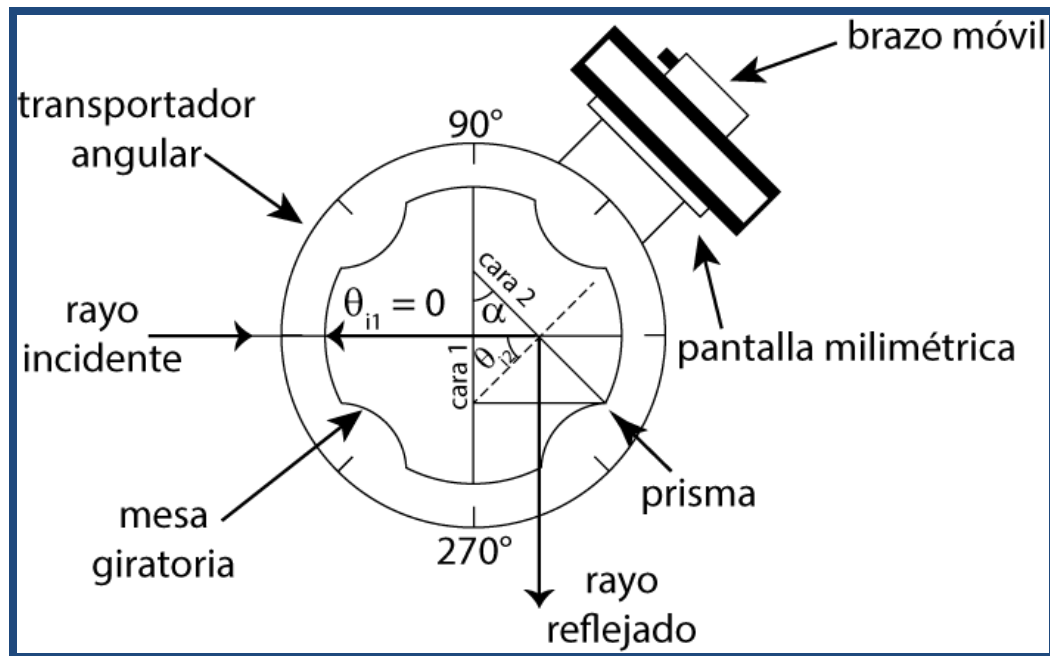


Figura 5.6. Reflexión interna total en prisma; $\theta_{i2} > \theta_c$.


III.2 Gire la mesa del transportador angular y un ángulo θ_{i1} , tal que aparezca un haz transmitido rasante en la cara 2 del prisma.

ACTIVIDAD 8.

Conociendo el ángulo de incidencia θ_{i2} ¿cómo se puede determinar el valor del ángulo crítico? En su respuesta muestre la construcción geométrica necesaria.

ACTIVIDAD 9.

Determine el ángulo crítico para la interfaz vidrio-aire, es decir cuando $\theta_{i2} = \theta_c$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	39/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO IV. ÁNGULO DE DESVIACIÓN MÍNIMA.

IV.1 Para determinar el ángulo de desviación mínima, gire la mesa del transportador en el sentido horario y observe que el movimiento del haz transmitido conserva un mismo sentido antihorario hasta un punto donde se invierte; en dicho punto se tiene el ángulo de desviación mínima.

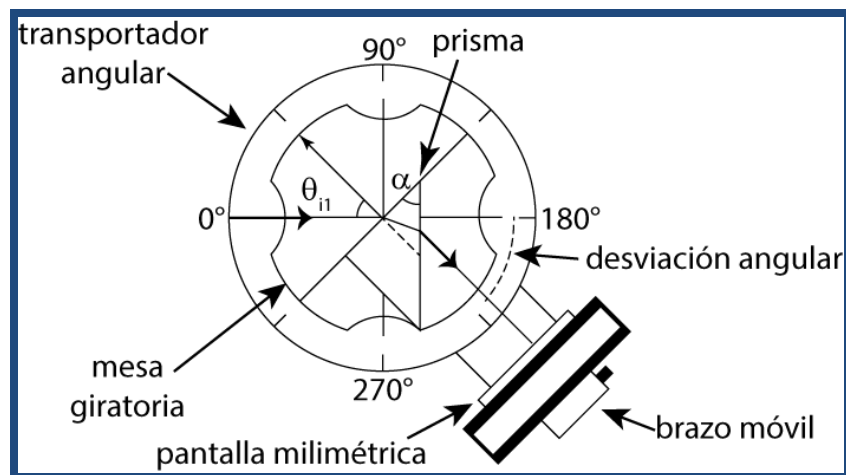



Figura 5.7. Desviación angular δ .

ACTIVIDAD 10.

Registre el ángulo de desviación mínima δ_m y a partir de éste obtenga el índice de refracción del vidrio del que está hecho el prisma.

ACTIVIDAD 11.

Compare el índice de refracción del vidrio con el del acrílico. ¿El índice de refracción es función de las dimensiones de la muestra? De acuerdo con lo anterior: ¿qué tipo de propiedad física es el índice de refracción?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	40/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


5. Conclusiones

6. Cuestionario

1. ¿Cómo se definen los ángulos de incidencia, reflexión y transmisión?
2. ¿Qué es el índice de refracción de una sustancia y cuáles son sus unidades en el SI?
3. ¿Qué establece la ley de Snell?
4. ¿En qué consiste el fenómeno de reflexión interna total?
5. ¿Qué se entiende por “ángulo crítico”?
6. ¿A qué se llama “desviación angular” δ en un prisma dispersor?
7. ¿Cuál es la expresión que permite determinar el índice de refracción de un prisma, si se conoce el ángulo entre las caras que intervienen en la desviación del haz (α) y la desviación angular mínima (δ_m)?


7. Bibliografía

- Alonso M. y Finn E.; “FÍSICA VOL. II: CAMPOS Y ONDAS”. Editorial Adisson–Wesley Iberoamericana. México, 1987.
- Hecht E.; “ÓPTICA”. Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición. España, 2000.
- Resnick R., Halliday D. y Krane K. S.; “FÍSICA” Vol. I. Editorial C.E.C.S.A. 3ª edición. México, 1997.
- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	41/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 6.

Guías de ondas y Fibras ópticas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	42/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Láser de He – Ne de 0.5 [mW]	Dirigir el haz sobre superficies reflejantes o directamente al ojo puede causar severos daños a la vista.
2	Fotómetro con sonda	La sonda puede zafarse del conector y dar lecturas erróneas. Doblar o torcer la sonda puede causar que se rompan sus fibras.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Conocer las precauciones que requiere el uso del láser y de la sonda del fotómetro.
2. Observar el efecto de encauzamiento de ondas electromagnéticas, y clasificar los conductos utilizados como “guías de ondas” o “fibras ópticas”.

3. Material y equipo

láser de He – Ne de 0.5 [mW]
 recipiente transparente con orificio de 3.175 [mm] (1/8 de pulgada), cercano a su base
 banco óptico
 transportador angular
 sonda del fotómetro
 emisor de microondas de 10.525 [GHz]
 receptor de microondas de 10.525 [GHz]
 goniómetro con su riel portacomponentes
 bolsa de granitos de estireno
 calibrador con Vernier
 eliminador de baterías

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	43/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. GUÍAS DE LUZ.

- I.1 Llene con agua el recipiente transparente y arme el dispositivo experimental de la figura 6.1.

Utilice como base para el recipiente algún objeto de dimensiones apropiadas (un cuaderno grueso, por ejemplo).

- I.2 Al utilizar el láser deben observarse estrictamente las precauciones siguientes:
- a) Nunca mire directamente el haz luminoso del láser, ni sus reflexiones en espejos o superficies metálicas.
 - b) Coloque el láser en una posición tal, que se evite cualquier posibilidad de contacto visual accidental con el haz luminoso por parte de los integrantes de la propia brigada de trabajo o de los miembros de otras brigadas.
 - c) Apague el láser antes de moverlo hacia otro dispositivo experimental.
- I.3 Encienda el láser, dirija el haz luminoso al orificio de salida del recipiente como se muestra en la figura 6.1 y observe como el chorro de agua guía a la luz.

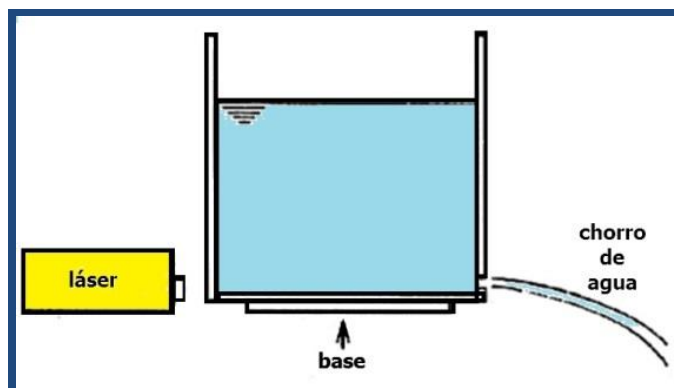



Figura 6.1. Dispositivo experimental.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	44/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 1.

Represente en un diagrama simplificado la trayectoria de un rayo de luz en el interior del chorro de agua. Con base en el diámetro del chorro y la longitud de onda de la luz del láser, clasifique al chorro de agua como “guía de ondas” o “fibra óptica”.

- I.4 Monte en el banco óptico como se muestra en la figura 6.2, tome en consideración las recomendaciones que se hacen en los incisos 1.5 y 1.6 siguientes.

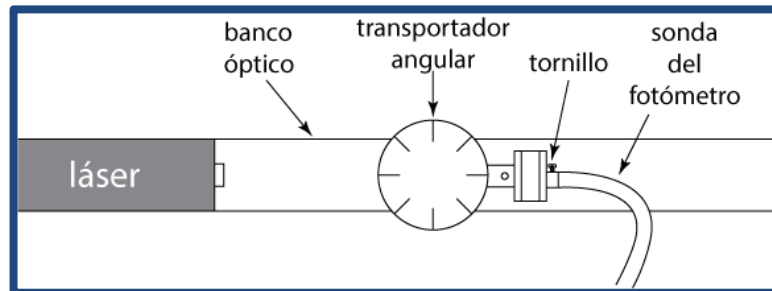



Figura 6.2. Montaje de la sonda del fotómetro y el láser.

- I.5 La sonda del fotómetro es un instrumento que requiere cuidado especial. No debe flexionarse con un radio menor de 5 [cm] en ningún punto, ni flexionarse en lo absoluto dentro de 7.5 [cm] a partir de cualquiera de sus extremos. Evite raspar o manchar los extremos de la sonda.
- I.6 Para fijar la sonda al portaanalizador del brazo móvil del transportador angular, afloje el tornillo ubicado en la parte posterior de éste, introduzca la sonda suavemente y luego apriete el tornillo ligeramente. Una presión excesiva podría dañar la sonda.
- I.7 Enciende el láser y dirige el haz al extremo fijo de la sonda, apunte el extremo libre de ésta hacia algún objeto (no al ojo), para observar la luz transmitida por la sonda.
- I.8 Apague el láser, desmonte la sonda y observe con cuidado sus extremos. Advertirá que ella se compone de un manojito de fibrillas delgadas. Estime el diámetro de una de esas fibrillas. Para ello, mida el diámetro externo de la sonda con el calibrador con vernier, determine el espesor (e) aproximado del revestimiento de plástico, deduzca el diámetro interno de la sonda y considere que ésta contiene alrededor de 60 fibrillas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	45/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

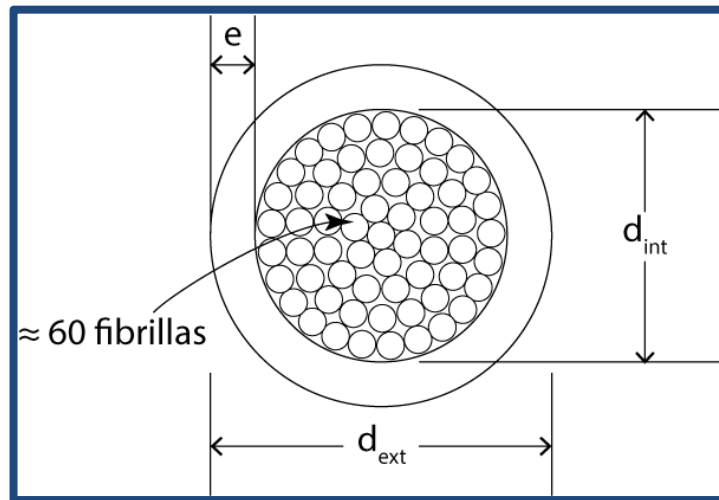


Figura 6.3. Corte transversal de la sonda del fotómetro

ACTIVIDAD 2.

Tome como base el diámetro aproximado de las fibrillas de la sonda y la longitud de onda de la luz roja del láser, clasifique a la fibrilla como “guía de ondas” o “fibra óptica”.

EXPERIMENTO II. GUÍAS DE MICROONDAS.

II.1 Disponga el emisor y el receptor de microondas sobre los brazos del goniómetro como lo indica la figura 6.3 conecte el emisor y ajuste los controles del receptor para tener una lectura de media escala aproximadamente.

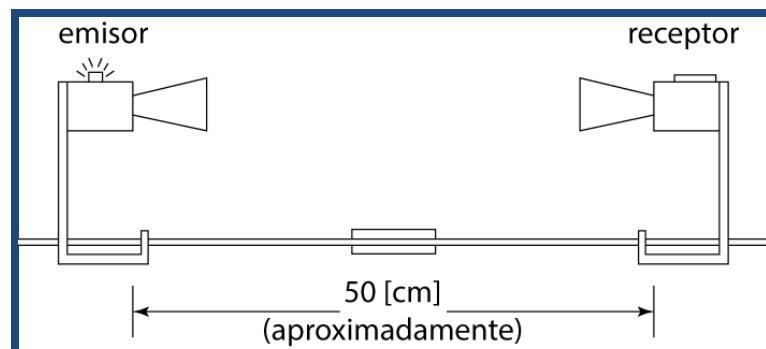



Figura 6.4. Emisor y receptor de microondas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	46/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- II.2 Coloque uno de los extremos de la bolsa llena de granitos de estireno en la corneta de microondas del emisor y observe cómo varía la lectura del receptor.
- II.3 En seguida, coloque el otro extremo de la bolsa en la corneta de microondas del receptor y observe nuevamente la lectura del receptor.

ACTIVIDAD 3.

Compare la intensidad de la señal detectada en el inciso II.3, con la de la señal detectada en ausencia de la bolsa en el inciso II.1 y proporcione una explicación cualitativa de los hechos.

- II.4 Retire la bolsa tubular y gire el brazo móvil del goniómetro hasta que la lectura en el receptor sea de cero.
- II.5 Coloque un extremo de la bolsa tubular en la corneta de microondas del emisor y con mucho cuidado flexione la bolsa para colocar su otro extremo en el receptor y observe la nueva lectura en éste.

ACTIVIDAD 4.


Compare las intensidades de la señal detectadas en los incisos II.4 y II.5; explique de manera cualitativa la razón de las diferencias observadas.

- II.6 Evite dañar la bolsa, estime, con ayuda del calibrador con Vernier, el diámetro de la bolsa tubular.

ACTIVIDAD 5.

Con base en el diámetro de la bolsa y la longitud de onda de las microondas, clasifique a la bolsa como “guía de ondas” o como “fibra óptica”.

5. Conclusiones


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	47/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario


1. ¿Qué es una “fibra óptica” y qué es una “guía de ondas”?
2. ¿Cuál es la diferencia esencial entre una “fibra óptica” y una “guía de ondas”?
3. En el caso de una fibra óptica, ¿cuál es el fenómeno óptico que le permite a la luz seguir la trayectoria impuesta por la fibra?
4. ¿Qué relación debe existir entre el índice de refracción de un material y el del medio que lo rodea, para que sea posible la reflexión interna total en el primero?
5. Indique el orden de magnitud de la longitud de onda de:
 - a) la luz visible (en nm)
 - b) las microondas (en mm)

7. Bibliografía

- Resnick R., Halliday D. y Krane K.S. “FÍSICA” Vol. I. Editorial C.E.C.S.A. 3ª edición. México, 1997.
- Hecht E. “ÓPTICA”. Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición España, 2000.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	48/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 7. Lentes

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	49/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Banco óptico	Puede caerse y lastimar las extremidades de los alumnos.
2	Lentes	Pueden caerse y dañarse permanentemente.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Determinar las distancias focales de lentes esféricas.
2. Observar las características de las imágenes producidas por las lentes esféricas.
3. Estudiar el aumento lateral de una imagen.

3. Material y Equipo

fuente de luz incandescente
 banco óptico
 transportador angular
 tres portacomponentes estándar
 pantalla con escala milimétrica
 figura transparente (flechas cruzadas)
 lente biconvexa ($f = 48 [mm]$)
 lente biconvexa ($f = 127 [mm]$)
 lente plano-cóncava ($f = -22 [mm]$)
 difusor
 abertura rectangular

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	50/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. DISTANCIA FOCAL DE UNALENTE CONVERGENTE.

- I.1 Arme el dispositivo experimental que se muestra en la figura 7.1. Fije el difusor sobre la superficie frontal de la fuente y coloque la figura transparente, montada en un portacomponentes, tan próxima al difusor como sea posible. De preferencia haga que la flecha graduada apunte hacia arriba.

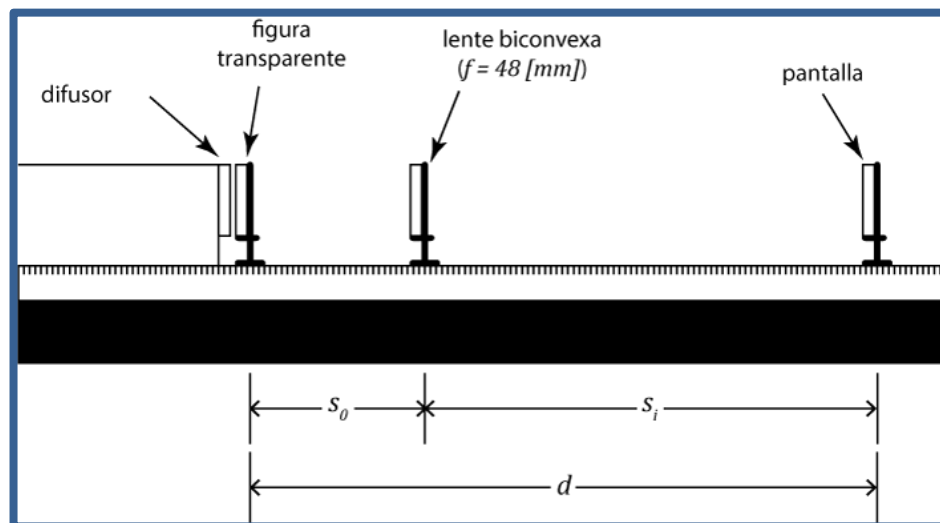



Figura 7.1 Dispositivo experimental.

- I.2 Para una distancia objeto-imagen d , tal que $d > 4f$, la ecuación de las lentes puede expresarse como:

$$\frac{1}{s_0} + \frac{1}{d - s_0} = \frac{1}{f}$$

donde f es la distancia focal y s_0 la distancia objeto-lente. La distancia focal viene dada entonces por la expresión:

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	51/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


$$f = \left[\frac{ds_0 - s_0^2}{d} \right]$$

El resultado es una ecuación de segundo grado, lo cual significa que hay dos valores para la distancia objeto-lente correspondiente. El que esta ecuación sea de segundo grado en s_0 , significa que hay dos valores (s_{01} y s_{02}), correspondientes a las posiciones que la lente puede ocupar para las que se forma una imagen nítida en la pantalla.

- I.3 Mantenga fija la pantalla cerca del extremo derecho del banco óptico, desplace la lente a lo largo de éste para localizar las dos posiciones que dan lugar a las imágenes nítidas, conocidas como imágenes conjugadas de la lente. Determine los valores s_{01} y s_{02} correspondientes y estime sus incertidumbres.

ACTIVIDAD 1.

Con cada uno de los valores s_0 obtenidos (s_{01} y s_{02}) calcule la distancia focal de la lente y su incertidumbre correspondiente y compare los resultados con el valor dado por el fabricante. Calcule el % de error de exactitud, si el valor del fabricante fuese exacto.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	52/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO II. CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES.

ACTIVIDAD 2.

Utilice el dispositivo experimental de la actividad anterior, con la misma lente, y para los casos de valores s_0 propuestos en la tabla siguiente, observe las características de las imágenes y regístrelas en ella.

s_0	s_i (+ o -)	Imagen		Aumento
		Real o virtual	Derecha o invertida	> 1 $= 1$ < 1
$s_0 > 2f$				
$f < s_0 < 2f$				
$s_0 = f$				
$s_0 < f$				

EXPERIMENTO III. AUMENTO LATERAL.


Mediante el mismo dispositivo experimental, use una separación d apropiada, para que la imagen de la flecha graduada quepa en la pantalla.

Determine el tamaño (y_i) de la imagen usando la graduación de la pantalla y mida también s_0 y s_i . Se sugiere que: $f < s_0 < 2f$.

ACTIVIDAD 3.

Determine el aumento lateral o transversal $m = \frac{y_i}{y_0}$ y compare su valor con el predicho por la fórmula.

$$M_T = m = -\frac{s_i}{s_0}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	53/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO IV. DISTANCIA FOCAL DE UNALENTE DIVERGENTE.

IV.1. En el caso de una lente cóncava o plano-cóncava no es posible determinar la distancia focal con el procedimiento del experimento I, debido a que las imágenes de objetos ubicados a una distancia finita de la lente son siempre virtuales; sin embargo, existen varios métodos alternos.

Uno de ellos consiste en medir las dimensiones y_1 y y_2 de un haz de rayos que son paralelos hasta incidir en la lente, y divergentes luego de atravesarla para dos posiciones diferentes de la pantalla y medir las distancias s_1 y s_2 correspondientes.

Que deduce de la construcción geométrica de la figura 7.2.

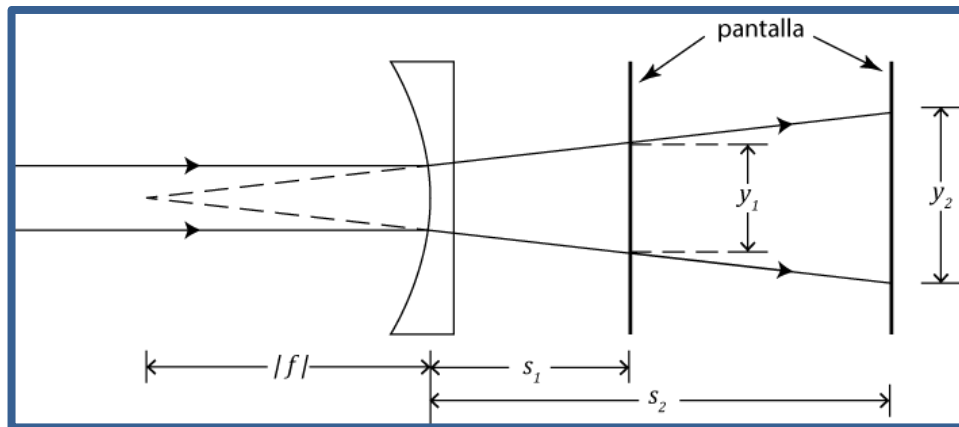



Figura 7.2. Diagrama del dispositivo experimental.

ACTIVIDAD 4.

Calcule la distancia focal mediante la expresión siguiente:

$$|f| = \left| \frac{s_2 y_1 - s_1 y_2}{y_2 - y_1} \right|$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	54/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

IV.2. Arme el dispositivo experimental de la figura 7.3. Coloque la lente biconvexa a una distancia mayor de $27[mm]$ de la lámpara incandescente. Desplace la pantalla hasta observar en ella la imagen nítida del filamento incandescente.

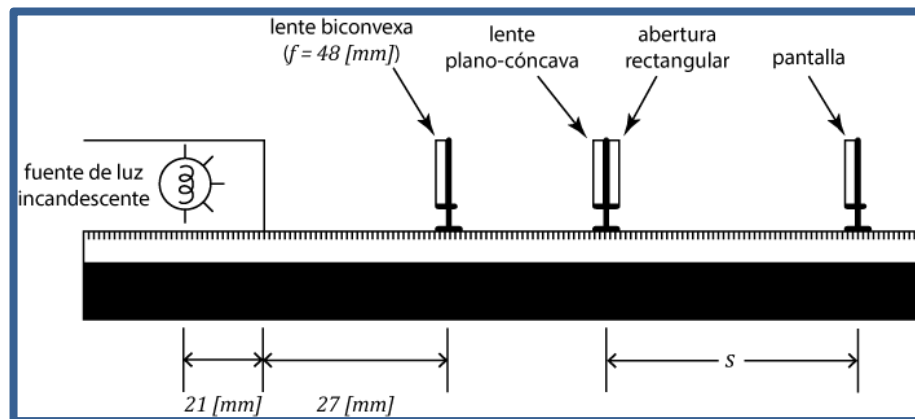


Figura 7.3 Dispositivo experimental.

ACTIVIDAD 5.


Explique brevemente por qué la lente biconvexa ubicada como se indicó en el párrafo anterior tiene el efecto de permitir que la lente plano cóncava forme imágenes reales del filamento incandescente.

IV.3. Coloque la lente biconvexa a la distancia de la lámpara indicada en la figura 7.3. Para dos posiciones diferentes de la pantalla mida las distancias s_1 y s_2 y los anchos y_1 y y_2 correspondientes del haz transmitido y observado en la pantalla y estime las incertidumbres en sus mediciones.

ACTIVIDAD 6.

Calcule la distancia focal objeto de la lente plano-cóncava con su incertidumbre y compárela con el valor proporcionado por el fabricante.

5. Conclusiones


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	55/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario


1. ¿Qué se entiende por “imagen” de una fuente puntual?
2. ¿Cuál es la diferencia entre una imagen real y una imagen virtual?
3. ¿Cómo se definen los conceptos de “foco objeto” y “foco imagen” de una superficie refractora?
4. ¿Cómo se definen los términos “distancia focal objeto” y “distancia focal imagen” de una superficie refractora?
5. ¿Qué relación guardan entre si las distancias focales objeto e imagen, en el caso de una lente delgada?
6. ¿Cuál es la forma gaussiana de la ecuación de las lentes delgadas?
7. ¿Cómo se define el “aumento lateral” M_T de una imagen?

7. Bibliografía

- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.
- Hecht E.; “ÓPTICA”. Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición. España, 2000.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	56/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 8. Sistemas de lentes

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	57/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Banco óptico	Puede caerse y lastimar las extremidades de los alumnos.
2	Lentes	Pueden caerse y dañarse permanentemente.

2. Objetivos de aprendizaje

- Construir en sus versiones más sencillas los siguientes sistemas de lentes:
 - Microscopio compuesto.
 - Telescopio de Kepler.
 - Telescopio terrestre (catalejo).
 - Telescopio de Galileo.
- Determinar el aumento angular (poder de aumento) de cada uno de los sistemas anteriores.
- Verificar experimentalmente las predicciones teóricas para la distancia objetivo–ocular en telescopios.

3. Material y equipo

fuente de luz incandescente
 banco óptico
 cuatro portacomponentes estándar
 pantalla con escala milimétrica
 figura transparente (flechas cruzadas)
 lente biconvexa ($f = 252 [mm]$)
 lente biconvexa ($f = 127 [mm]$)
 lente biconvexa ($f = 48 [mm]$)
 lente plano–cóncava ($f = -22 [mm]$)
 difusor

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	58/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. MICROSCOPIO COMPUESTO.

- I.1 Arme el dispositivo experimental de la figura 8.1 empleando para el objetivo y el ocular las lentes biconvexas que se indican.
- I.2 Mire a través del ocular, desplácese a lo largo del banco óptico hasta observar una imagen nítida.

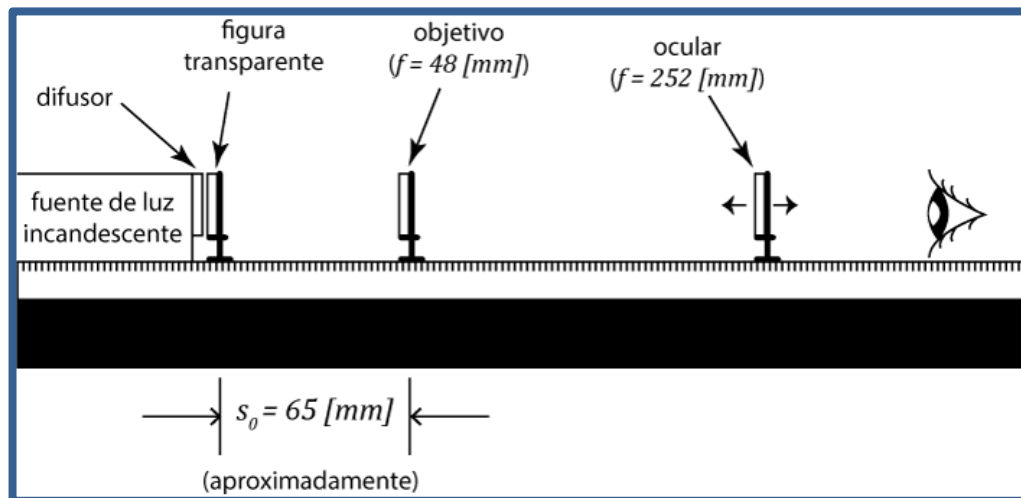


Figura 8.1 Lentes del microscopio compuesto.


ACTIVIDAD 1.

Con base en el valor de f_{oc} proporcionado por el fabricante del equipo, calcule el aumento angular del ocular.

- I.3 Sustituya el ocular por la pantalla y desplácela a lo largo del banco óptico hasta observar en ella una imagen nítida del objeto transparente, el objetivo debe permanecer fijo en su posición original, y mida las distancias objeto–lente (s_0) y lente–imagen (s_i) correspondientes.

ACTIVIDAD 2.

Con base en los datos obtenidos determine el aumento lateral del objetivo y el aumento angular (poder de aumento) del microscopio compuesto.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	59/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO II. TELESCOPIO DE KEPLER.

- II.1 Monte el dispositivo del telescopio como muestra la figura 8.2 colocando el ocular a unos 100 [mm] del extremo derecho del banco óptico.

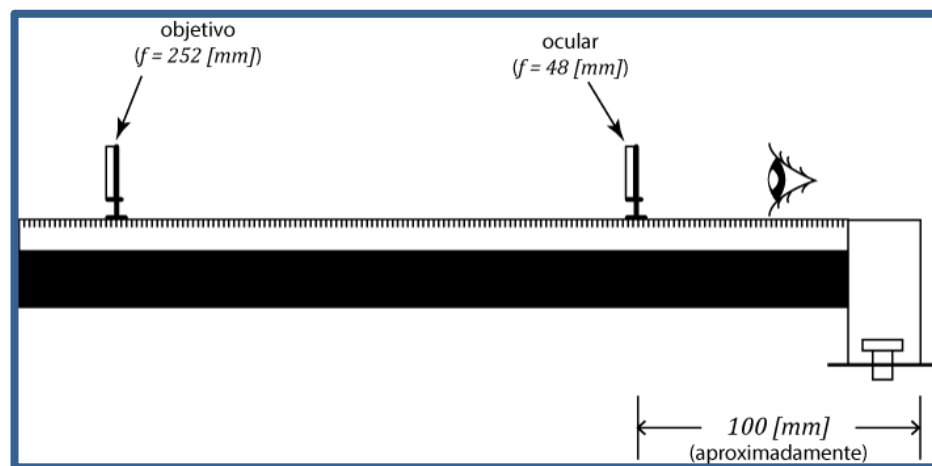


Figura 8.2 Telescopio de Kepler.

- II.2 Mire a través del ocular, aproximando su ojo tanto como sea posible, y desplace el objetivo a lo largo del banco hasta enfocar algún objeto lejano (al menos unos 30[m]).

ACTIVIDAD 3.


Mide la separación objetivo–ocular (d) cuando el telescopio se halla enfocado y compárela con el valor teórico.

$$d = f_{\text{objetivo}} + f_{\text{ocular}}$$

ACTIVIDAD 4.

Determine el aumento angular (poder de aumento) del telescopio, a partir de las distancias focales proporcionadas por el fabricante del equipo.

Revise que el banco óptico está firmemente apoyado sobre la mesa.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	60/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- II.3 Manteniendo fijos en sus posiciones el objetivo y el ocular del telescopio ya enfocado, agregue los componentes que faltan para completar el dispositivo experimental de la figura 8.3.

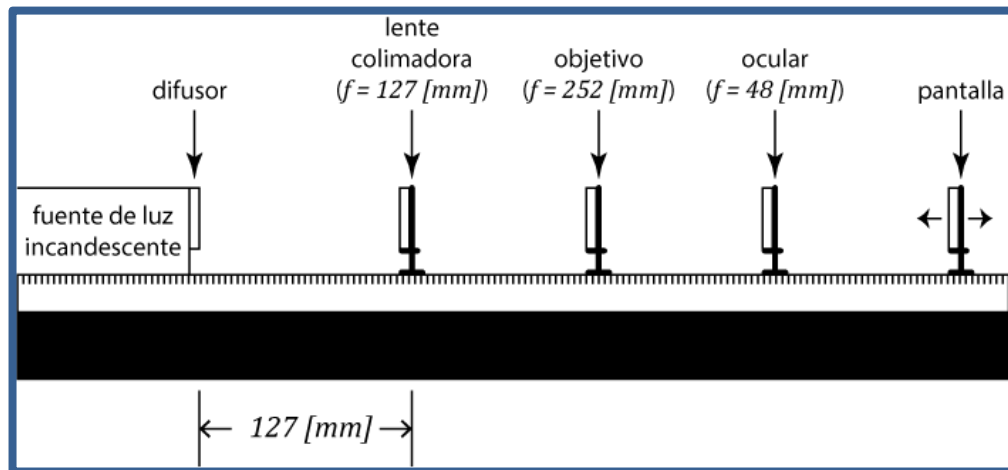


Figura 8.3 Dispositivo experimental.


- II.4 Encienda la lámpara y observe la imagen del objetivo formada por el ocular en la pantalla. Desplace la pantalla hasta obtener la imagen más nítida posible, la cual tiene, como podrá observarse, un diámetro mínimo, esta imagen recibe el nombre de “pupila de salida”.

ACTIVIDAD 5.

Mida el diámetro de la pupila de salida del telescopio.

ACTIVIDAD 6.

A partir del diámetro conocido del objetivo ($D = 21.8 \text{ [mm]}$) y del diámetro medido de la pupila de salida, calcule el aumento angular (poder de aumento) del telescopio y compárelo con el calculado en la actividad 4.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	61/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO III. TELESCOPIO TERRESTRE (CATALEJO).

- III.1 Retire del banco óptico los componentes del dispositivo de la figura 8.3, con excepción del objetivo y del ocular.
- III.2 Desplace el objetivo alejándolo 508 [mm] del ocular a partir de su posición inicial, coloque en medio de ellos una tercera lente biconvexa ($f = 127$ [mm]) y desplácela lentamente a lo largo del banco, entre el objetivo y el ocular, hasta observar por el ocular una imagen nítida.
- III.3 Observe que la imagen es ahora derecha, gracias a la inversión que realiza la nueva lente (inversora) de la imagen formada por el objetivo.

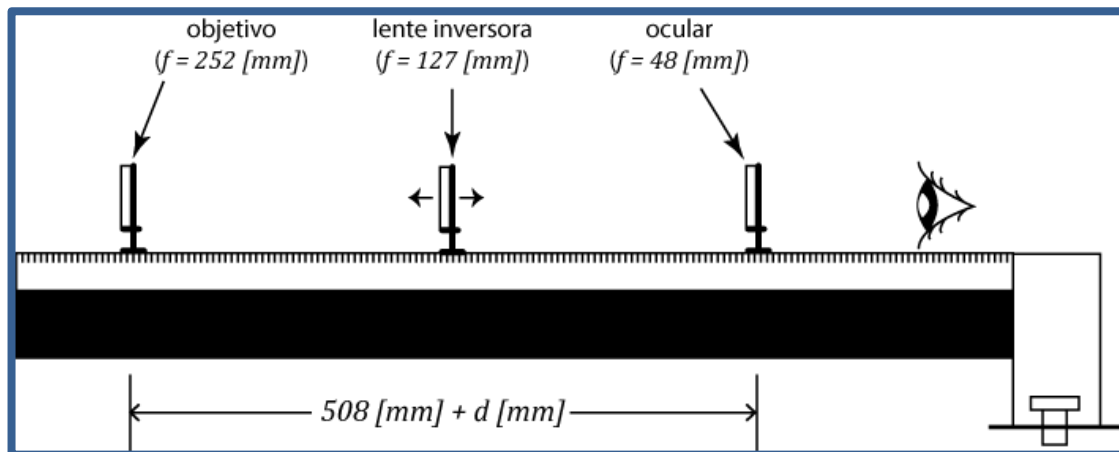



Figura 8.4 Telescopio terrestre (catalejo).

ACTIVIDAD 7.

Explique brevemente por qué la introducción de la lente inversora con distancia focal f_{inv} obliga a incrementar la separación objetivo-ocular en $4f_{inv}$.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	62/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO IV. TELESCOPIO DE GALILEO.

- IV.1 Reemplace la lente biconvexa que opera como ocular en el telescopio de Kepler, por la lente plano-cóncava con $f = -22\text{[mm]}$, y desplace el objetivo con el fin de enfocar algún objeto lejano.

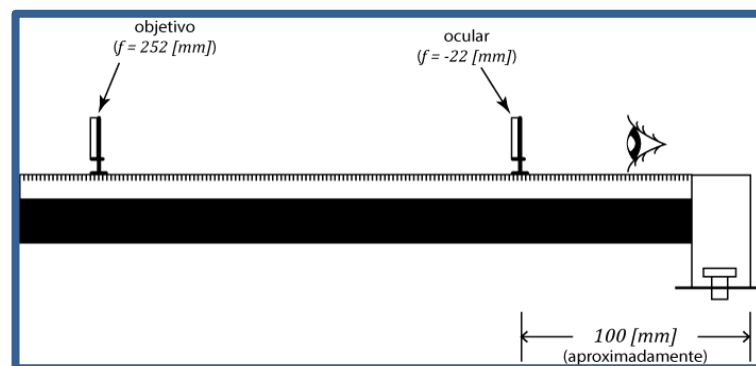


Figura 8.5. Telescopio de Galileo.

ACTIVIDAD 8.

Mide la separación objetivo–ocular (d) en el telescopio enfocado y compárela con la predicción teórica para este tipo de telescopio dada por:

$$d = \left| |f_{\text{objetivo}}| - |f_{\text{ocular}}| \right|$$

ACTIVIDAD 9.


Calcule el aumento angular (poder de aumento) del telescopio, tomando como base las distancias focales indicadas en las etiquetas de las lentes.

- IV.2. Sustituya la lente de 252 [mm] de distancia focal por la de 127 [mm] , como objetivo del telescopio, enfóquelo, de acuerdo con la actividad 8, y observe cómo es el nuevo aumento con relación al de la configuración anterior.

ACTIVIDAD 10.

Calcule, como en la actividad 9, el nuevo aumento angular del telescopio y compárelo con el determinado en esa actividad.

5. Conclusiones


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	63/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario


1. ¿Cómo se define el “aumento angular” de un microscopio simple?
2. En un sistema de lentes, ¿qué se entiende por “objetivo” y qué por “ocular”?
3. ¿Cómo se define el “aumento total” de un microscopio compuesto?
4. En un microscopio compuesto, ¿qué relación hay entre el aumento total, el aumento angular del ocular y el aumento lateral del objetivo?
5. ¿Cómo se define el “aumento angular” de un telescopio?
6. ¿Qué relación existe entre el aumento angular del telescopio y las distancias focales de su objetivo y de su ocular?
7. ¿Qué se entiende por “pupila de salida” (o anillo ocular)?
8. ¿Qué relación existe entre el aumento angular del telescopio y los diámetros de su objetivo y de su pupila de salida?

7. Bibliografía

- Hecht E.; “ÓPTICA”. Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición. España, 2000.
- Young H. D. y Freedman R. A.; “Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA” Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	64/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 9. Interferencia

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	65/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Láser de He – Ne de 0.5 [mW]	Dirigir el haz sobre superficies reflejantes o directamente al ojo puede causar severos daños a la vista.
2	Banco óptico	Mal colocado puede caer de la mesa y provocar una lesión.
3	Placa de vidrio	Puede romperse y causar cortaduras.
4	Lentes	Pueden caerse y dañarse permanentemente.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Reproducir el experimento de Young para observar el fenómeno de interferencia por división de frente de onda.
2. Reproducir el fenómeno de interferencia por división de amplitud, debido a reflexiones múltiples.

3. Material y equipo

láser de He – Ne de 0.5 [mW]
 fuente de luz incandescente
 pantalla con escala milimétrica
 banco óptico
 tres portacomponentes estándar
 banco de alineamiento para láser
 difusor
 abertura rectangular
 rendijas [9116]
 rendijas dobles [9165-B]
 placa de vidrio
 dos lentes biconvexas ($f = 18 [mm]$ y $f = 48 [mm]$)
 calibrador con vernier

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	66/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. EXPERIMENTO DE YOUNG.

- I.1 Arme el dispositivo experimental que se muestra en la Figura 9.1. Coloque entre la fuente de luz y las rendijas dobles, con la etiqueta del lado del observador, un portacomponentes estándar con una abertura rectangular y las rendijas sencillas.

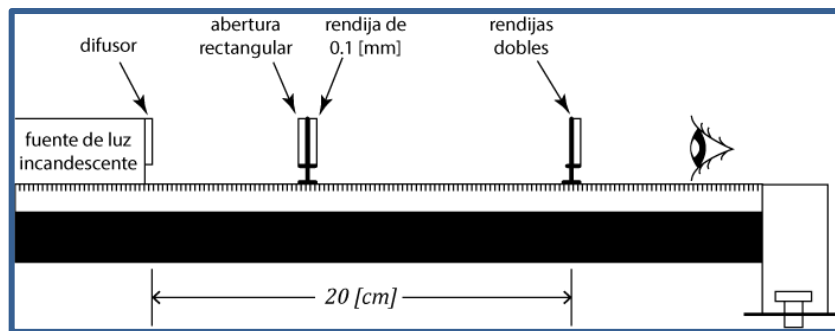


Figura 9.1 Dispositivo experimental.

- I.2 Coloque la rendija sencilla de 0.1 [mm] de ancho al centro del portacomponentes y la abertura rectangular de manera que al encender la fuente de luz, sólo se ilumine dicha rendija. El haz de luz que emerja de la rendija sencilla deberá iluminar a todas y cada una de las rendijas dobles.
- I.3 Acerque un ojo a las rendijas dobles y observe los patrones de interferencia producidos por cada par de rendijas. Fije su atención en la parte central del patrón de difracción, que es la más luminosa.

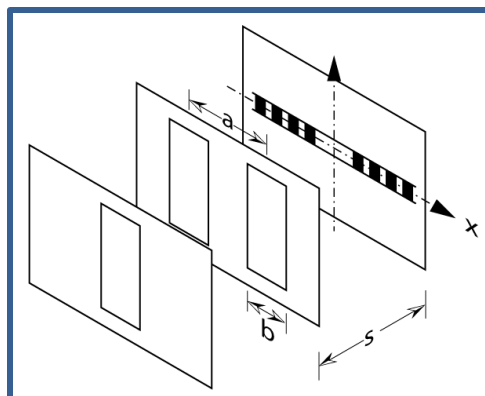



Figura 9.2 Representación esquemática de las rendijas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	67/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 1.

Registre la separación (**a**) de las rendijas dobles y el ancho (**b**) de las mismas. Elabore un esquema de la tarjeta que contiene las rendijas dobles, identificando cada par con las letras A, B, C y D; cada par con sus datos: separación entre rendijas (**a**) y ancho de rendija (**b**).

ACTIVIDAD 2.

Elabore un bosquejo de los patrones de interferencia producidos por los pares de rendijas A y B; recuerde observar la parte central más luminosa.

En forma cualitativa, ¿qué relación existe entre los patrones de interferencia observados y la separación **a** entre las rendijas?



bosquejo para las rendijas A

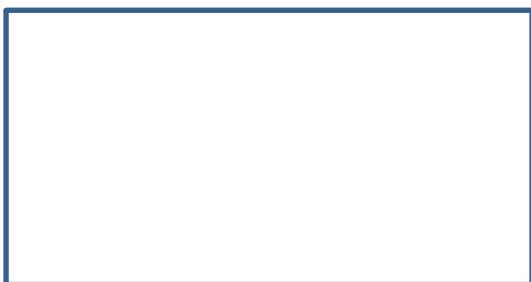


bosquejo para las rendijas B

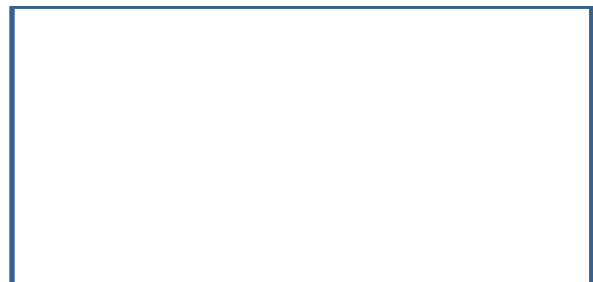
ACTIVIDAD 3.

Elabore un bosquejo de los patrones de interferencia producidos por los pares de rendijas A y C.

¿Qué relación cualitativa existe entre los patrones de interferencia observados y el ancho **b** de las rendijas dobles que los producen?




bosquejo para las rendijas A



bosquejo para las rendijas C

ACTIVIDAD 4.

Dibuje un esquema que muestre la forma en que ocurre la división del frente de onda del haz luminoso en este dispositivo.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	68/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO II. INTERFERENCIA POR REFLEXIONES MÚLTIPLES.

- II.1 Retire la fuente de luz incandescente del banco óptico y en su lugar coloque el láser. Monte las lentes en los portacomponentes para armar el ensanchador del haz mostrado en la figura 9.3.

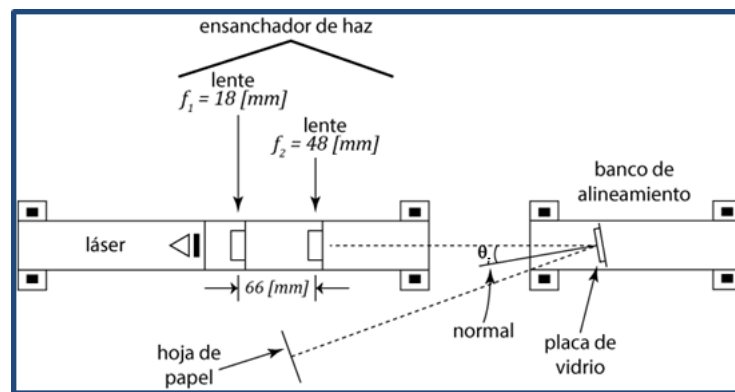



Figura 9.3 Interferencia por reflexiones múltiples.

- II.2 Coloque la placa de vidrio en un portacomponentes y éste, a su vez en el banco de alineamiento para el láser.
- II.3 Al utilizar el láser deben observarse estrictamente las precauciones siguientes:
- Nunca mire directamente el haz luminoso del láser, ni sus reflexiones en espejos o superficies metálicas.
 - Coloque el láser en una posición tal, que se evite cualquier posibilidad de contacto visual accidental con el haz luminoso, por parte de los integrantes de la propia brigada de trabajo o de los miembros de otras brigadas.
 - Apague el láser antes de moverlo hacia otro dispositivo experimental.
- II.4 Encienda el láser y haga incidir el haz ensanchado en la placa de vidrio con un ángulo de incidencia $\theta_i \approx 4^\circ$, de manera que el haz reflejado incida en la hoja de papel.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	69/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5.

Elabore un esquema del patrón de interferencia observado. Si es necesario ajuste ligeramente la distancia de separación entre las lentes.

ACTIVIDAD 6.

Bosqueje lo que ocurre al incidir el haz ensanchado del láser en la placa de vidrio. Explique brevemente cómo ocurre el fenómeno de interferencia por división de amplitud.


ACTIVIDAD 7.

Elabore un esquema y explique por qué el sistema de lentes utilizado ensancha el haz proveniente del láser.

5. Conclusiones


6. Cuestionario

- Con respecto a las ondas electromagnéticas, ¿a qué se refieren los conceptos siguientes: interferencia, interferencia constructiva e interferencia destructiva?
- Describa brevemente el experimento de Young.
- En el experimento de Young, ¿qué relación guarda la diferencia de caminos ópticos ($r_1 - r_2$) con la separación a entre las rendijas y con la longitud de onda de la luz incidente?
- En la relación de la diferencia de caminos ópticos con la longitud de onda, ¿para qué valores de m en la expresión de la diferencia de camino óptico, se da la interferencia constructiva y para cuáles valores, la destructiva?
- ¿Cuál es la diferencia entre los dos tipos de interferencia observados: por división de frente de onda y por división de amplitud?
- ¿A cuál de los tipos de interferencia mencionados en la pregunta 5, corresponden:
 - el que se utiliza en el experimento de Young?
 - los que producen interferencia por reflexiones múltiples?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	70/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


7. Bibliografía

- Young H. D. y Freedman R. A.; "Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA" Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.
- Hecht E.; "ÓPTICA", Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana. 3ª. Edición, España, 2000.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	71/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 10.

Interferometría de Fabry-Perot

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	72/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Láser de He – Ne de 0.5 [mW]	Dirigir el haz sobre superficies reflejantes o directamente al ojo puede causar severos daños a la vista.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Conocer el interferómetro de Fabry–Perot y familiarizarse con su procedimiento de ajuste.
2. Observar el patrón de interferencia producido por el interferómetro con el haz ensanchado de un láser.
3. Emplear la técnica interferométrica para determinar la longitud de onda del láser de He-Ne.

3. Material y equipo

base del interferómetro
 láser de He – Ne de 0.5 [mW]
 montaje del espejo estacionario
 espejo móvil
 banco de alineamiento de láser
 portacomponentes especial
 portacomponentes estándar
 pantalla (grande)
 lente biconvexa ($f = 18$ [mm])

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	73/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

AJUSTE DEL INTERFERÓMETRO.

- Arme el dispositivo de la figura 10.1, con excepción de la lente, la cual se deberá incorporar posteriormente. Coloque el láser sobre su banco de alineamiento para que se halle a la altura apropiada.

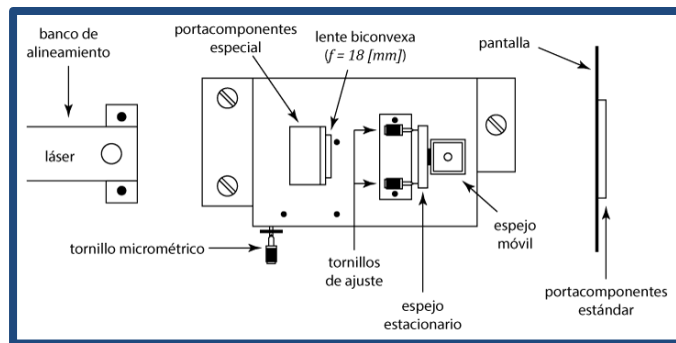



Figura 10.1 Montaje del interferómetro de Fabry-Perot.

- Al utilizar el láser deben observarse estrictamente las precauciones siguientes:
 - Nunca mire directamente el haz luminoso del láser, ni sus reflexiones en espejos o superficies metálicas.
 - Coloque el láser en una posición tal, que se evite cualquier posibilidad de contacto visual accidental con el haz luminoso por parte de los integrantes de la propia brigada de trabajo o de los miembros de otras brigadas.
 - Apague el láser antes de moverlo hacia otro dispositivo experimental.
- Encienda el láser y dirija su haz a través del etalón, es decir, el sistema de espejos, hacia la pantalla.
- Ajuste la inclinación del espejo estacionario hasta que se observe un sólo punto brillante en la pantalla. Para ello utilice los dos tornillos de ajuste ubicados (en posición horizontal) en la parte posterior del espejo.

ACTIVIDAD 1.

¿Qué se puede concluir acerca de la orientación relativa de los espejos del etalón, cuando el haz de láser que los atravesó incide en un solo punto de la pantalla?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	74/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

EXPERIMENTO I. PATRÓN DE INTERFERENCIA.

- I.1 Por medio del portacomponentes especial coloque la lente biconvexa sobre la base del interferómetro a 6 [cm] aproximadamente del espejo estacionario, en la trayectoria del láser, como lo indica la figura 10.1.
- I.2 Observe el patrón de interferencia que se forma en la pantalla y acérquela o aléjela para que la visión del patrón resulte lo más nítida posible.

ACTIVIDAD 2.

Elabore un bosquejo del patrón de interferencia observado.

ACTIVIDAD 3.

Represente de manera esquemática el efecto del juego de espejos del interferómetro, en un rayo de luz cuyo ángulo de incidencia sea diferente a 0° .

ACTIVIDAD 4.

Explique brevemente la función de la lente biconvexa en el dispositivo experimental.


EXPERIMENTO II. LONGITUD DE ONDA DEL LÁSER.

- II.1 Gire suavemente el tornillo micrométrico. Si se halla asegurado, gire la tuerca que lo asegura; ésta es de color negro y se encuentra cerca de la base del tornillo.

Observe cómo al girar el tornillo micrométrico, las franjas del patrón de interferencia se desplazan, de tal manera que la posición original de una franja es ocupada sucesivamente por otras.

- II.2 El tornillo micrométrico controla, por medio de un sistema mecánico, el movimiento del espejo móvil, que lo aleja o lo aproxima al espejo estacionario.

El sistema está calibrado de modo que cada división en la escala del tornillo micrométrico representa un desplazamiento de un micrómetro (μm) por parte del espejo móvil o, lo que es lo mismo, una vuelta completa del tornillo corresponde a un desplazamiento del espejo de 25 [μm] ($\pm 1\%$).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	75/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5.

Con base en la relación matemática que existe entre el orden de interferencia (m) de una franja dada, el ángulo de refracción (θ_t) de los rayos que originan dicha franja, la separación (d) de los espejos del interferómetro y la longitud de onda (λ) de la radiación, justifique de manera concisa los cambios de posición de las franjas, observados en el inciso II.1.

ACTIVIDAD 6.

A partir de la relación matemática mencionada en el párrafo anterior, para el caso particular de $\theta_t = 0$, demuestre que el número de franjas (Δm) que pasan por una posición dada en la pantalla, cuando la separación de los espejos experimenta un cambio (Δd), guarda con la longitud de onda (λ) de la radiación la relación siguiente:


$$\lambda \Delta m = 2 \Delta d$$

- II.3 Registre la lectura del tornillo y luego gírelo lentamente al tiempo que cuenta las franjas que pasan por una posición determinada en la pantalla. Cuente 20 o 30 franjas y registre la lectura nueva del tornillo micrométrico. Repita el proceso completo por lo menos 5 veces y anote sus resultados.

ACTIVIDAD 7.

Resuma en una tabla los valores de Δm y Δd obtenidos por usted en el inciso II.3 y utilícelos para calcular la longitud de onda λ , de la luz utilizada en el experimento.

5. Conclusiones


	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	76/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario


1. ¿Cuál es el principio de operación del interferómetro de Fabry–Perot?
2. ¿Qué parte del interferómetro de Fabry–Perot recibe el nombre de etalón?
3. ¿A cuál de los tipos de interferómetros, divisores de frente de onda o divisores de amplitud, pertenece el de Fabry–Perot?
4. En el interferómetro de Fabry–Perot y, en general, en la interferencia de haces múltiples, ¿qué relación existe entre la longitud de onda λ de la radiación, la separación d entre las superficies reflectoras y el orden de interferencia m ?

7. Bibliografía

- Hecht E., “ÓPTICA”, Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana, 3ª. Edición, España, 2000
- Smith F.G. y Thompson J.H., “ÓPTICA”, Editorial Limusa, México, 1979.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	77/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 11. Difracción

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	78/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Fuente de láser de He – Ne de 0.5 [mW]	Dirigir el haz sobre superficies reflejantes o directamente al ojo puede causar severos daños a la vista.
2	Banco óptico	Mal colocado puede caer de la mesa y provocar una lesión.
3	Placa de vidrio	Puede romperse y causar cortaduras.
4	Lentes	Pueden caerse y dañarse permanentemente.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Observar un patrón de difracción de Fresnel (o de campo cercano).
2. Observar un patrón de difracción de Fraunhofer (o de campo lejano).
3. Observar el disco y los anillos de Airy.

3. Material y equipo

Fuente de láser de He - Ne de 0.5 [mW]
 banco óptico
 tres portacomponentes estándar
 aberturas circulares [9118]
 rendijas sencillas [9165 - A]
 rendijas dobles [9165 - B]
 pantalla con escala milimétrica
 lente biconvexa ($f = 252$ [mm])

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	79/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Desarrollo

EXPERIMENTO I. DIFRACCIÓN DE FRESNEL.

- I.1 Arme el dispositivo que se muestra en la figura 11.1, haga incidir el haz del láser en cada una de las rendijas sencillas y observe los patrones de difracción generados.

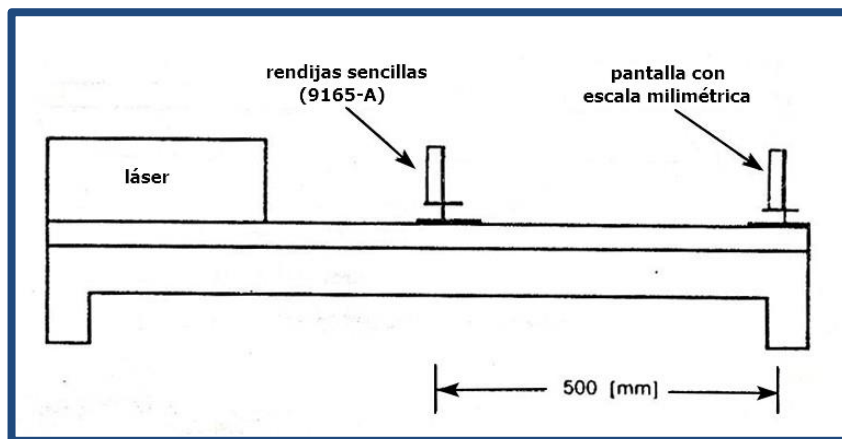



Figura 11.1 Dispositivo experimental para observar la difracción Fresnel.

- I.2 Al utilizar el láser deben observarse estrictamente las precauciones siguientes:
- No mire directamente el haz luminoso del láser, ni sus reflexiones en espejos o superficies metálicas.
 - Coloque el láser en una posición tal, que se evite cualquier posibilidad de contacto visual accidental con el haz luminoso por parte de los integrantes de la propia brigada de trabajo o de los miembros de otras brigadas.
 - Apague el láser antes de moverlo hacia otro dispositivo experimental.

ACTIVIDAD 1.

Elabore un esquema de los patrones observados, anotando para cada uno de ellos el ancho de la rendija utilizada.

- I.3 Sustituye las rendijas sencillas por las rendijas dobles y haga incidir el haz en cada par de ellas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	80/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 2.

Bosqueje los patrones observados anotando el ancho (**b**) y la separación (**a**) del par de rendijas que los generó.

ACTIVIDAD 3.

Anote las diferencias entre los patrones para rendijas sencillas y para rendijas dobles. ¿A qué se deben estas diferencias?

EXPERIMENTO II. DIFRACCIÓN DE FRAUNHOFER.

II.1 Coloque nuevamente las rendijas sencillas y además ponga la lente biconvexa ($f = 252 \text{ [mm]}$) en el portacomponentes.

Desplace la pantalla hacia la lente hasta que quede situada a una distancia focal (f) de ésta, como se indica en la figura 11.2.

Haga incidir el haz en cada rendija y observe los patrones generados.

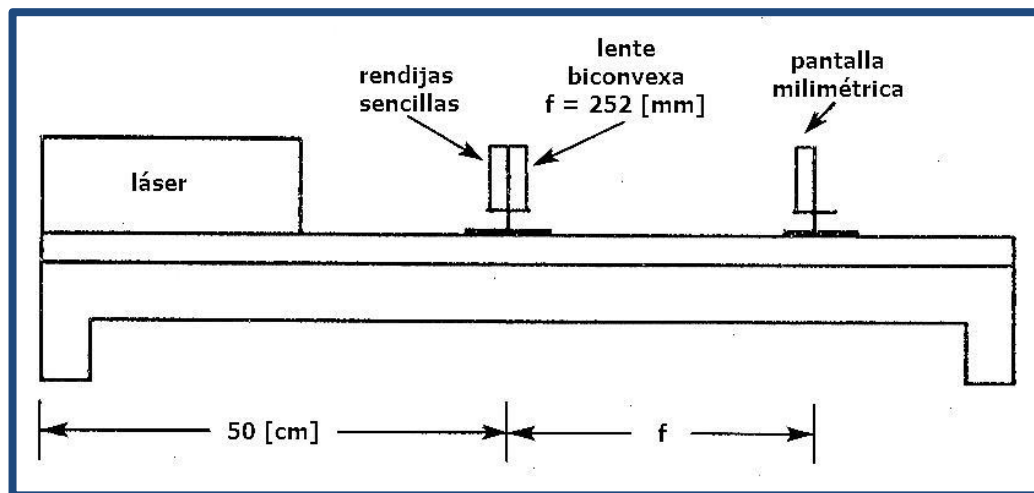



Figura 11.2 Dispositivo experimental para observar la difracción de Fraunhofer.

ACTIVIDAD 4.

Bosqueje los patrones de difracción como se pide en la actividad 1.

II.2 Sustituye las rendijas sencillas por las dobles y haga incidir el haz en cada par de ellas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	81/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5.

Repitew la actividad 2 para este caso.

ACTIVIDAD 6.

¿Qué diferencia existe entre los patrones observados de la difracción de Fresnel y la difracción de Fraunhofer?

EXPERIMENTO III. DISCO Y ANILLOS DE AIRY.

III.1 Arme el dispositivo de la figura 11.3, colocando la pantalla en el extremo derecho del banco, (o bien, una hoja de papel a mayor distancia), haga incidir el haz del láser en la abertura circular de 0.5 [mm] y observe el patrón de difracción.

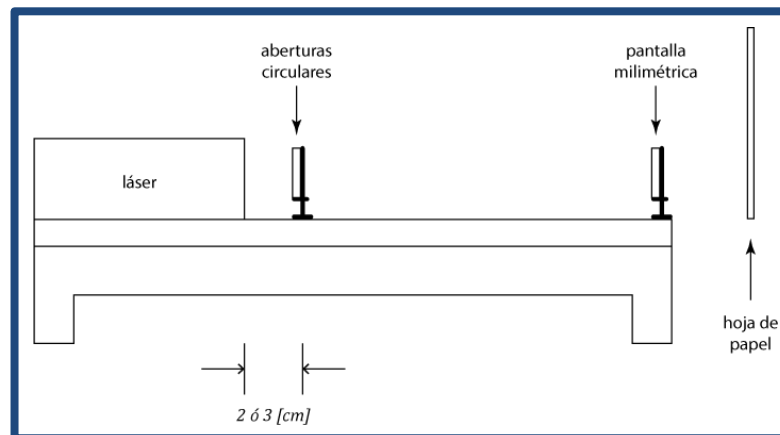


Figura 11.3 Dispositivo experimental para observar el disco y los anillos de Airy.


A continuación, desplace la tarjeta para que el haz del láser pase a través de la abertura circular de 0.75 [mm] de diámetro y observe el patrón correspondiente.

ACTIVIDAD 7.

Realice un esquema que muestre el patrón de difracción de cada abertura circular.

ACTIVIDAD 8.

¿Qué diferencia existe entre ambos patrones?

	Manual de prácticas del Laboratorio de Acústica y Óptica	Código:	MADO-10
		Versión:	03
		Página	82/82
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de agosto de 2019
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Acústica y Óptica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 9.

¿Qué relación guarda el diámetro de la abertura circular con los anillos observados?

ACTIVIDAD 10.

¿Qué tipo de difracción (de Fresnel o de Fraunhofer) se presenta en el dispositivo usado?

5. Conclusiones

6. Cuestionario

1. Con respecto a los fenómenos ondulatorios en general, ¿a qué se refiere el concepto de difracción?
2. Explique brevemente la difracción de Fresnel o de campo cercano.
3. Explique brevemente la difracción de Fraunhofer o de campo lejano.
4. ¿Cuál es la diferencia entre los patrones de la difracción de Fresnel y la de Fraunhofer?
5. En el experimento de Young se observa, además del patrón de interferencia, una serie de bandas luminosas y oscuras más anchas que las producidas por la interferencia, ¿a qué se debe esto?
6. ¿A qué se les denomina disco y anillos de Airy?

7. Bibliografía

- Hecht E., "ÓPTICA", Editorial Adisson – Wesley Iberoamericana, 3ª. Edición. España, 2000.
- Young H. D. y Freedman R. A.; "Sears y Zemansky FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA" Vol. 2; Editorial Pearson; 13ª edición; México, 2014.