

**Universidad de Antioquia**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Instituto de Física**



1 8 0 3

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA.**

Presentado por:

Jaime Alberto Osorio Vélez

Medellín, enero de 2023.

### Agradecimiento

Los hombres sentimos confianza, esperanza y claro está, seguridad; debido a que estamos convencidos de que lograremos continuar nuestra labor académica. Profesores, administradores, almacenistas y estudiantes colaboraron para realizar esta guía para el desarrollo de prácticas de laboratorios remotos.

Es importante agradecer a las personas que decidieron ayudar en este momento, las personas que no solo observaron, sino que decidieron actuar, decidieron correr el riesgo contigo y ayudarte sin tener alguna obligación para hacer tal cosa, por esta razón agradezco a las personas que han aportado en la construcción de esta guía a: ***Jhon Alejandro Jaramillo Echeverri, Vidal Álvarez Vielman, Carlos Mario Varela, Diana Marcela Herrera Alzate, Clara Isabel Martínez Martínez, Eduin Alexander López Patiño, Fabián Andrés Castaño Úsuga, Víctor Gabriel Navarro Serna, Luis Felipe Ramírez García, Jorge Hernán López Botero, Johny Alexander Jaramillo Gallego, Daniel Estrada Acevedo.*** También deseo expresar mi agradecimiento al director del Instituto de Física, Dr. ***Leonardo Pachón***, y a la Decana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, ***Dra Adriana Echavarría*** por la dedicación y apoyo que han brindado a este trabajo.

*Jaime Osorio.*

### TABLA DE CONTENIDOS.

	TEMA	Página
1	Introducción.	4
	<b>MONTAJE DE LOS LABORATORIOS REMOTOS</b>	
2	Laboratorios Remotos	5
3	Acceso a los Laboratorios Remotos (profesores)	7
4	Dar acceso remoto a los estudiantes por parte del profesor.	8
5	Guía acceso de los estudiantes	13
6	Guía para la Conexión remota y operación del sistema de adquisición de datos.	16
7	Escritorio Remoto de Chrome	17
	<b>PRÁCTICAS DE LABORATORIO.</b>	
8	Péndulo simple.	21
9	Elementos Óhmicos y no Óhmicos.	22
10	Circuito RLC en función de la frecuencia.	24
11	Carga y descarga de un condensador	26
12	Otros equipos del laboratorio	28
13	Péndulo simple y péndulo en sistema masa resorte.	29
14	Campo magnético generado por un alambre conductor infinito y a partir de la bobina de Helmholtz.	32
15	Efecto de dos corrientes paralelas y una corriente en presencia de un campo magnético.	37
16	Ondas Estacionarias en una Cuerda.	40
17	Presión, ley de Boyle-Mariotte y compresibilidad de un gas.	45
18	Propiedades térmicas del material: conductividad térmica y coeficiente de dilatación térmica lineal.	47
19	Reflexión y refracción de la luz	52
20	Ondas en un resorte	56
21	Fuerza de rozamiento	58

### Introducción.

Las prácticas experimentales remotas se vuelven más significativas para el estudiante debido a que él es un agente activo del proceso y eso hace que no solo aprenda para el momento, sino que proyecte estos aprendizajes tanto a otras áreas del conocimiento como la informática, la tecnología y la Física, entre otras, además de sus proyectos de vida.

Los **Laboratorios Remotos** tienen como objetivo principal la conceptualización de los fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza a partir de un trabajo experimental, así como desarrollar habilidades, como: las capacidades lógicas y la creatividad necesarias para la observación, análisis e interpretación de datos experimentales y en el manejo de instrumentos de medición de forma remota.

Para la formación integral de un ingeniero es indispensable integrar los conocimientos teóricos con muy buenas bases experimentales, que permitan la confrontación y/o verificación de los modelos, además de desarrollar destrezas y aptitudes que puedan aplicarse a problemas, ya sean de frontera o del campo de acción del profesional.

La única forma efectiva de aprender a hacer ciencia es haciendo ciencia, acompañados de docentes bien entrenados y experimentados que puedan brindar apoyo, crítica y consejo durante la experimentación, se puede observar cómo el pensamiento de orden superior (como la creatividad) surge de manera natural en los estudiantes, sin tener que forzar o implementar estrategias complicadas para ello, en donde el docente es un guía y orientador de procesos formativos, y el estudiante asume un rol más participativo; logrando con ello realizar experimentos de forma remota. El estudiante universitario, se encarga de construir su propio conocimiento a través de las prácticas y experiencias obtenidas en el perfeccionamiento de experimentos en la casa y en forma remota dando solución a un problema actual de pandemia.

### LABORATORIOS REMOTOS

Para definir los laboratorios remotos partimos de la siguiente frase de Max Planck “*una experiencia no es otra cosa que una pregunta dirigida a la naturaleza, y la medida, la respuesta de la naturaleza*”. Por tanto, un experimento, sea remoto o no, debe mantener intacta esta premisa.

Los laboratorios remotos son sistemas de hardware/software, mediante los cuales un estudiante controla remotamente (escritorio remoto) un proceso y/o dispositivo ubicado en un laboratorio del Instituto de Física, a través de la red de datos.

De esta forma el estudiante utiliza y controla los recursos disponibles en un laboratorio, mediante el uso de cámaras web, fuentes, generadores, osciloscopios e instrumentación capaces de realizar una interactividad con equipamientos reales, en vez de usar programas que simulan los procesos que se quieren observar y estudiar. Lo que les permite realizar prácticas en tiempo real con visualización por medio de cámaras de dichos equipos, un espacio virtual donde pueda conectarse de forma remota para controlar y visualizar la práctica, llevar a cabo un experimento de la misma manera que si estuviera en el laboratorio presencial. Esto no significa que el laboratorio remoto sea lo mismo que laboratorio virtual, en donde la respuesta del experimento está diseñada, desarrollada y codificada por un programador.

Los laboratorios remotos presentan ventajas frente a los programas simulados como:

- Permiten la interactividad con el equipo y el alumno, en lugar de entrar en contacto con programas de experimentos simulados.
- Permiten aprovechar los recursos de los laboratorios del Instituto, tanto humanos como materiales, al integrar, los instrumentos necesarios para la ejecución de las prácticas con los computadores del laboratorio.
- A diferencia de los Laboratorios Virtuales (simulados), el estudiante no pierde la perspectiva real, porque visualiza los equipos del laboratorio y su funcionamiento a través de una cámara de video.
- La interacción directa con los equipos de laboratorio aporta a los estudiantes una experiencia difícil de igualar dado que, además de las variables medidas, los alumnos perciben los experimentos la vista y pueden interactuar con los equipos en tiempo real. También resulta de alto interés didáctico la resolución de problemáticas asociadas a la puesta a punto de los equipos, la configuración de los experimentos y la medida de las variables de interés, etc.

El desarrollo de los acontecimientos actuales de la pandemia y las perspectivas de futuro cercano, indican que el uso de laboratorios remotos se va a convertir en una herramienta innovadora docente de presente que los profesores deben aprender a usar y a integrar en sus

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

clases. Por supuesto, además de la problemática habitual de los laboratorios presenciales que incluye tanto el diseño de los experimentos como la configuración del equipamiento empleado para permitir realizar el experimento, se debe construir una infraestructura de acceso remoto que permita integrar la información obtenida a partir de diferentes medios y presentarla a los profesores y alumnos dentro de una plataforma amigable, multiplataforma y fácil de configurar como pueden ser los navegadores Web, proporcionando unos parámetros aceptables de calidad de servicio. Los Laboratorios Remotos son una oportunidad más de mejorar y democratizar el acceso a la ciencia.

Para las prácticas de los Laboratorios Remotos de Física usamos el Escritorio Remoto (*remote desktop*) de Google, como plataforma de comunicación de los equipos con los estudiantes. El cual permite al profesor tener acceso a todos los equipos que se encuentran en un laboratorio (nueve mesas de trabajo) y luego darle acceso a cada estudiante de los equipos disponibles en cada mesa. El profesor tiene los permisos para chequear las actividades que están realizando los estudiantes en el laboratorio y una comunicación directa con los estudiantes a través de una videoconferencia (MEET, por ejemplo).

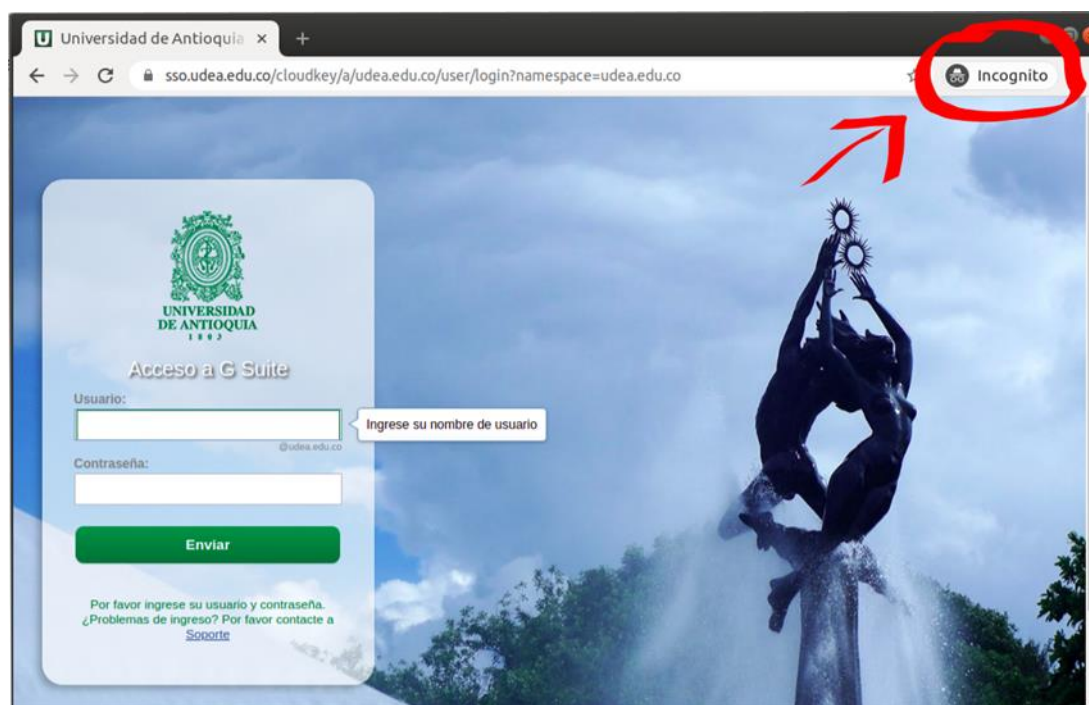
Una vez terminada la práctica el profesor puede chequear que los equipos estén en las condiciones iniciales y así dejar el laboratorio disponible para el próximo grupo de trabajo.

A continuación, podemos ver las instrucciones que le ayudan al profesor a acceder a los laboratorios y a autorizar a los estudiantes a realizar las prácticas de laboratorio propuestas.

### Acceso a los Laboratorios Remotos (profesores)

*Jhon Alejandro Jaramillo Echeverri.*

1. Tener instalado el navegador **Google Chrome**. Abrir una **ventana normal** para llevar a cabo la reunión o el **meet** con cada uno de los estudiantes y en el chat del **meet**, pueden ir **enviando** cada uno de los códigos que se generan en los equipos para que los estudiantes se conecten.
2. Abrir una **ventana** modo **incógnito** para que no vaya a presentar conflicto con la cuenta personal asociada al navegador, ver Figura 1.



**Figura 1.** Ventana modo incógnito.

3. Desde el modo incógnito ingresamos al correo de la Universidad de Antioquia y nos logueamos con la cuenta que tiene sincronizados los equipos remotos Datos:

Laboratorio 6-224	Laboratorio 6-307
usuario:	usuario:
clave:	clave:

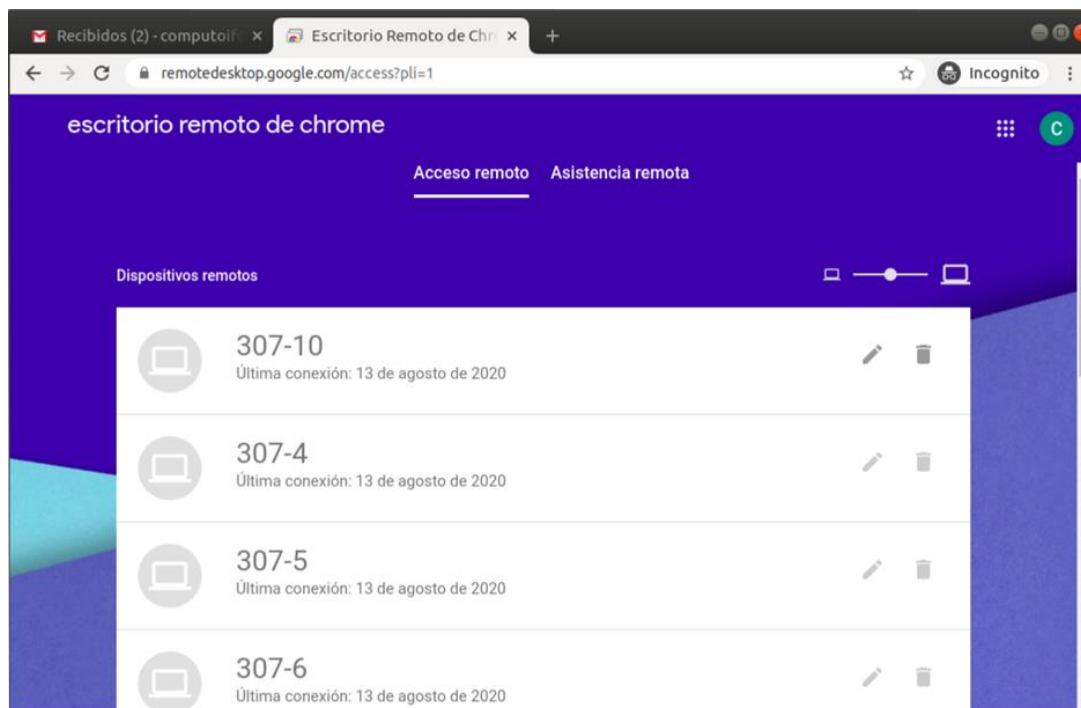
**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

- Una vez iniciada la sesión, abrir una **pestaña** en la ventana modo incógnito y escribir en la URL: [remotedesktop.google.com/access](https://remotedesktop.google.com/access)



**Figura 2.** Escritorio Remoto ([remotedesktop](https://remotedesktop.google.com)).

- Una vez abramos la URL, podemos escoger el equipo al cual queremos conectarnos (Ver Figura 2) y debemos asignar el respectivo código (pin): 123456789, esto para cada uno de los equipos.
- Esto implica nueve pestañas diferentes, es decir, una pestaña por cada uno de los computadores al que le va dar acceso a los estudiantes.

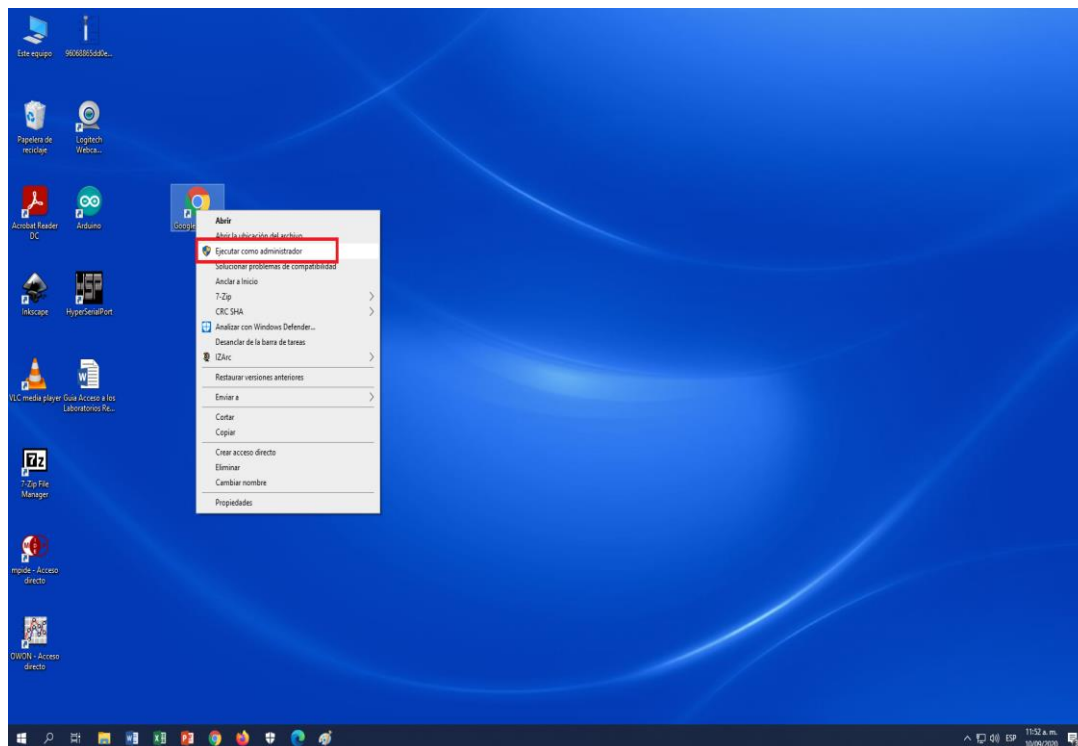
### Dar acceso remoto a los estudiantes

- Una vez hayan accedido remotamente al equipo, deben iniciar sesión como **usuarios** y abrir google Chrome como administrador. hacemos clic derecho sobre el



## Laboratorios Remotos de Física.

icono y le damos ejecutar como administrador, ver **figura 3**. Luego nos pedirá la **clave** del administrador donde digitamos: XXXXXXXXXX dependiendo del laboratorio donde estemos.



**Figura 3**, Aplicación (google Chrome como administrador)

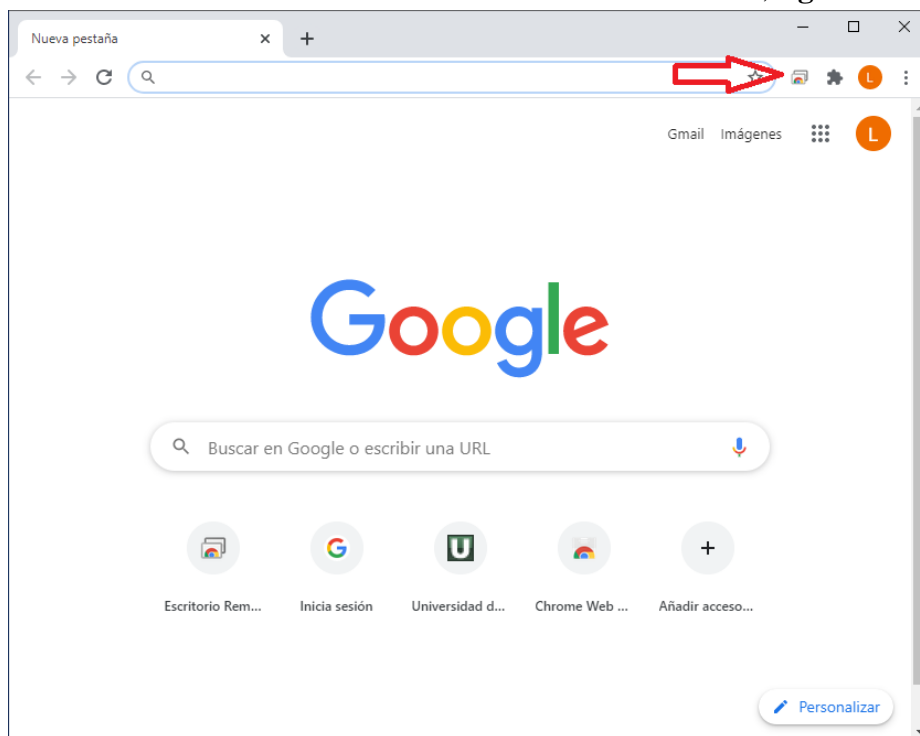
### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

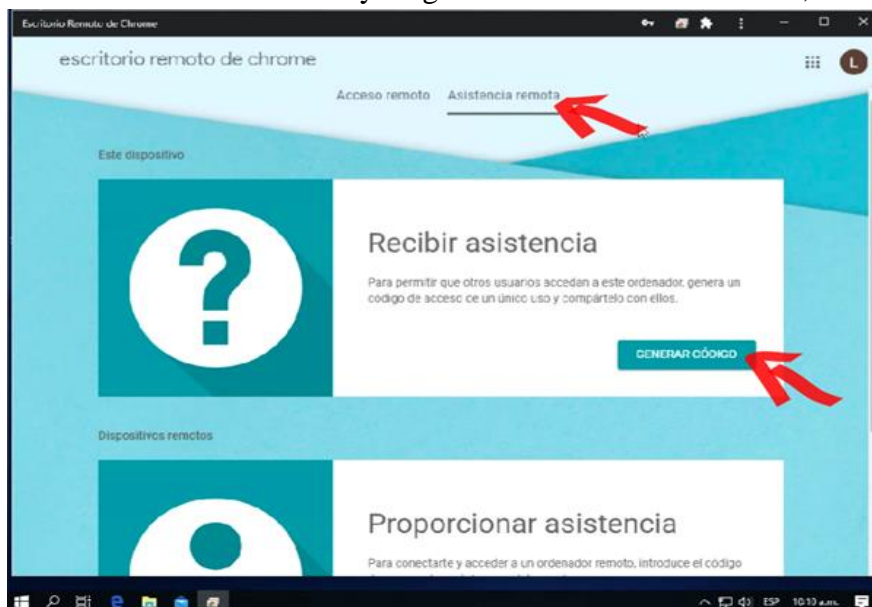
Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

2. Damos clic en el icono de escritorio remoto de Chrome, **figura 4**



**Figura 4.** Escritorio remoto.

3. Damos clic en **Asistencia remota** y luego en **GENERAR CÓDIGO**, ver **figura 5**



**Figura 5.** Generación de código para asistencia remota.

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

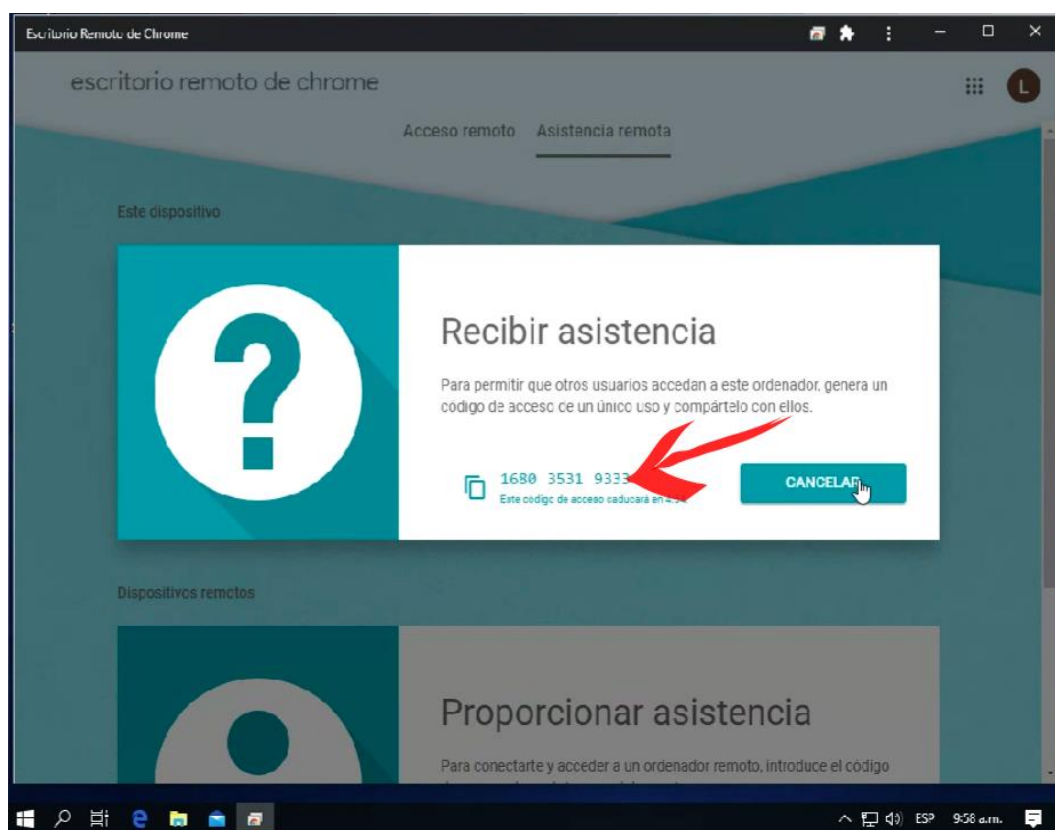
Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

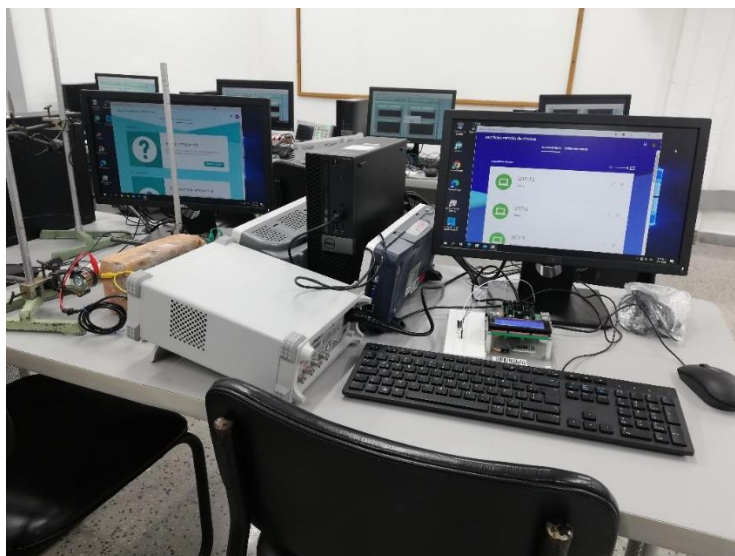
## Laboratorios Remotos de Física.

4. Una vez generemos el código (**ver figura 6**), este debe ser enviado al estudiante para que pueda acceder al equipo por medio del escritorio remoto de Chrome. Cuando acceda, el profesor podrá ver lo que hace el estudiante y este tendrá los permisos absolutos para desconectarlo o dejar que use el equipo.
5. Si desea compartir otro equipo a otro estudiante desde la casa debe abrir una nueva pestaña y escribir en la URL: <https://remotedesktop.google.com/access>



**Figura 6.** Código generado por el sistema para que el estudiante acceda por medio del escritorio remoto.

## Laboratorios Remotos de Física.



**Figura 7.** Manejo de equipos a través de Escritorio Remoto en el salón 6-307.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

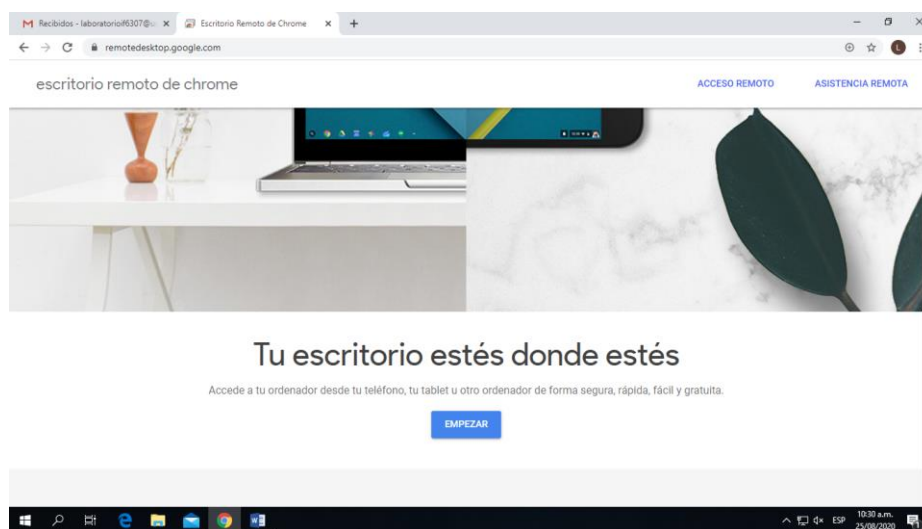
Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

### Guía acceso de los estudiantes

## Laboratorios Remotos.

Tener instalado el navegador **Google Chrome**

Instalar el **acceso remoto de Chrome**, para ello escribimos lo siguiente en la URL del navegador: **remotedesktop.google.com**, ver **Figura 8**. Luego damos click en **EMPEZAR**.



**Figura 8.** Pantalla de acceso remoto del Google Chrome.

Cuando nos aparezcan los asistentes de instalación, dar clic en **instalar** a todos, para que se instale el *plugin* en el navegador y el programa en el computador, ver **figura 9**

## Laboratorios Remotos de Física.

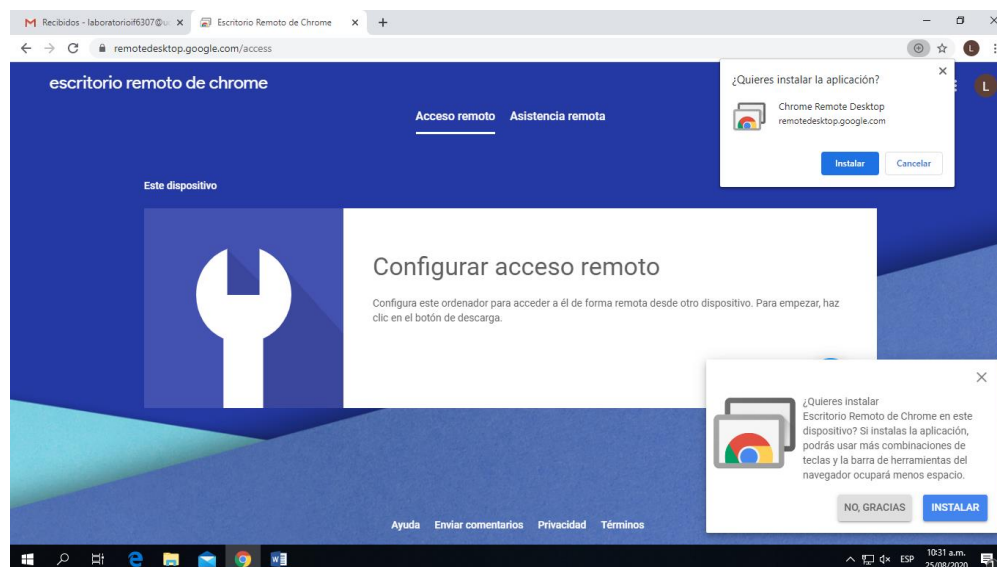


Figura 9. Configuración del escritorio remoto.

Abrimos el programa que se encuentra **en el escritorio de inicio** (ver figura 10) o el **plugin** (ver figura 11) que está en la parte de arriba costado derecho del navegador de *Google Chrome*.

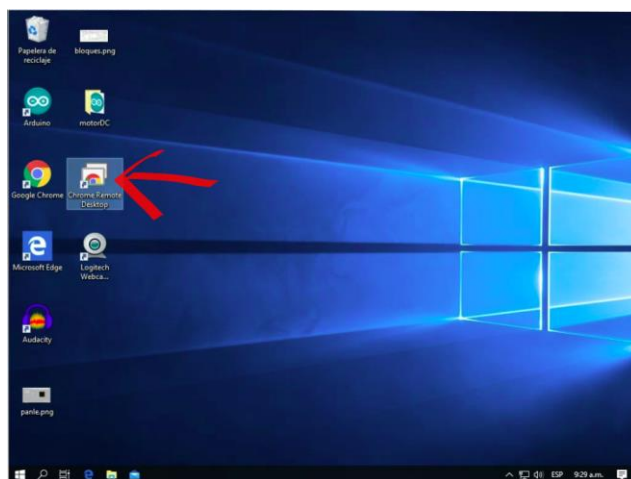


Figura 10. Programa en el escritorio.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

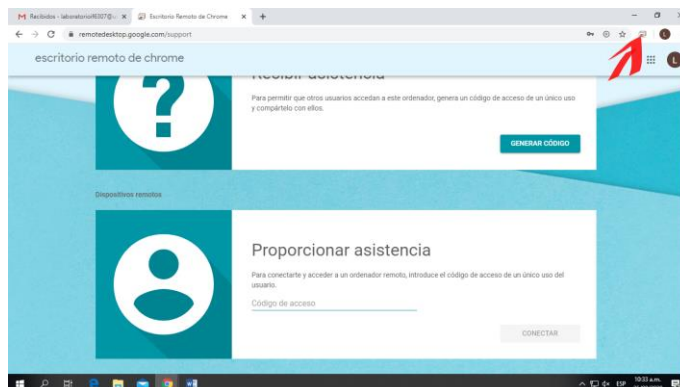


Figura 11. Plugin del navegador.

Luego damos *click* en **Asistencia remota** e ingresamos el **código de acceso** que nos da el profesor y por último *click* en **CONECTAR** (ver figura 12).

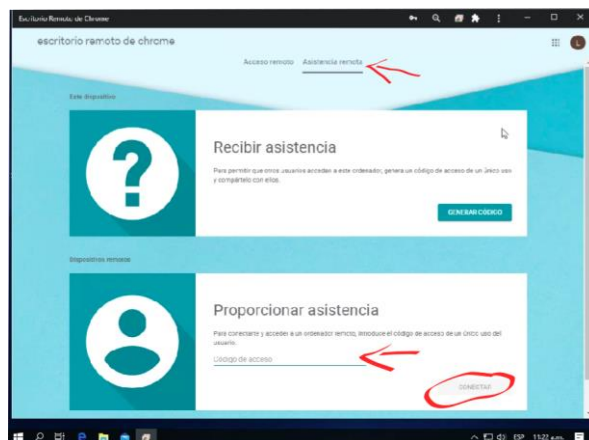


Figura 12. Pantalla de asistencia remota.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ■ Medellín - Colombia




### Conexión remota y operación del sistema de adquisición de datos.

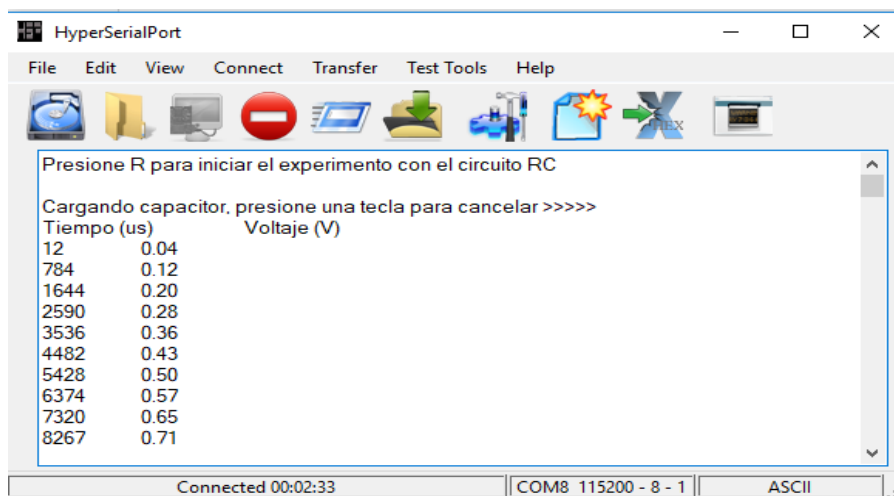
*Luis Felipe Ramírez García.*

Consulte la guía para el acceso remoto a los computadores del laboratorio 6-307 del Instituto de Física y conéctese al computador que le fue asignado.

Abra la aplicación [HyperSerialPort](#) y configúrela con los siguientes parámetros:

1. Select port to connect: *Generalmente es aquel **diferente** a COM1.*
  - Bits per second: 115200
  - Data bits: 8 (*valor por defecto*)
  - Parity: None (*valor por defecto*)
  - Stop bits: 1 (*valor por defecto*)
  - Flow Control: None

Una vez configurado, conéctese con el Arduino pulsando el botón  “connect”. Debe observar en pantalla un menú que le pide presionar la tecla ‘R’ (mayúscula) para comenzar. Una vez hecho esto, el sistema imprime en pantalla las parejas ordenadas (tiempo (us), voltaje en el condensador (V)) correspondientes a carga y a la descarga (ver **figura 13**).



**Figura 13.** Consola serial para el control y visualización de los datos del montaje de carga y descarga del condensador.

Los datos deben ser copiados y guardados para su posterior análisis.



### Escritorio Remoto de Chrome.

*Jhon Alejandro Jaramillo Echeverri.*

<https://support.google.com/chrome/answer/1649523?co=GENIE.Platform%3DDesktop&hl=es>

### Acceder a otro ordenador con Escritorio Remoto de Chrome

Puedes utilizar un ordenador o un dispositivo móvil para acceder a las aplicaciones y los archivos guardados en otro ordenador a través de Internet gracias a Escritorio Remoto de Chrome.

Puedes acceder a Escritorio Remoto de Chrome desde un ordenador conectándote a Internet. Para acceder a un ordenador de forma remota desde un dispositivo móvil, tendrás que descargar la aplicación Escritorio Remoto de Chrome.

### Configurar el acceso remoto a tu ordenador

Puedes configurar el acceso remoto a tu ordenador Mac, Windows o Linux siguiendo estos pasos:

1. Abre Chrome en tu ordenador.
2. Escribe [remotedesktop.google.com/access](https://remotedesktop.google.com/access) en la barra de direcciones.
3. En "Configurar el acceso remoto", haz clic en Descargar ↓.
4. Sigue las instrucciones que aparecen en pantalla para descargar e instalar Escritorio Remoto de Chrome.

Puede que tengas que escribir la contraseña de tu ordenador para que Escritorio Remoto de Chrome pueda acceder. También es posible que se te pida que cambies la configuración de seguridad en Preferencias.

Para utilizar Escritorio Remoto de Chrome en tu Chromebook, consulta cómo compartir tu ordenador con otro usuario (a continuación).

### Compartir tu ordenador con otro usuario

Puedes permitir que otros usuarios accedan de forma remota a tu ordenador. Tendrán acceso completo a tus aplicaciones, archivos, correos electrónicos, documentos e historial.

1. Abre Chrome en tu ordenador.

#### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

2. Arriba, en la barra de direcciones, escribe [remotedesktop.google.com/support](https://remotedesktop.google.com/support) y pulsa Intro.
  3. En "Recibir asistencia", haz clic en Descargar ↓.
  4. Sigue las instrucciones que aparecen en pantalla para descargar e instalar Escritorio Remoto de Chrome.
  5. En "Recibir asistencia", selecciona **Generar código**.
  6. Copia el código y envíasele a la persona que quieras que tenga acceso a tu ordenador.
  7. Cuando esa persona introduzca tu código de acceso en el sitio web, se te mostrará un cuadro de diálogo con su dirección de correo electrónico. Selecciona **Compartir** para permitirle el acceso completo a tu ordenador.
  8. Para finalizar la sesión compartida, haz clic en **Dejar de compartir**.
- El código de acceso solo funcionará una vez. Cuando compartas tu ordenador, se te pedirá que confirmes que quieres seguir compartiéndolo cada 30 minutos.

### Acceder a un ordenador de forma remota

1. Abre Chrome en un ordenador.
2. Arriba, en la barra de direcciones, escribe [remotedesktop.google.com/access](https://remotedesktop.google.com/access) y pulsa Intro.
3. Haz clic en **Acceder** para seleccionar el ordenador que quieras.
4. Introduce el PIN necesario para acceder a otro ordenador.
5. Selecciona la flecha para conectarte.

Para tu protección, todas las sesiones de escritorio remoto están completamente cifradas.

### Detener una sesión remota

Cuando hayas terminado, cierra la pestaña para detener la sesión. También puedes seleccionar **Opciones** y luego **Desconectar**.

### Quitar un ordenador de la lista

1. Abre Chrome en un ordenador.
2. Arriba, en la barra de direcciones, escribe [remotedesktop.google.com/access](https://remotedesktop.google.com/access) y pulsa Intro.
3. Junto al ordenador que quieras quitar, haz clic en Inhabilitar conexiones remotas Eliminar.



### Ofrecer asistencia remota

1. Si alguien ha compartido contigo su código de acceso remoto, puedes ofrecerle asistencia de forma remota.
2. Abre Chrome en un ordenador.
3. Arriba, en la barra de direcciones, escribe [remotedesktop.google.com/access](https://remotedesktop.google.com/access) y pulsa Intro.
4. En "Proporcionar asistencia", introduce el código y haz clic en **Conectar**.

LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

### Consejos para solucionar problemas

Si tienes problemas con la aplicación Escritorio Remoto de Chrome, sigue estos pasos:

- Debes estar conectado a Internet para compartir un ordenador o tener acceso a él. Si la página no se abre, comprueba la configuración de red de tu ordenador.
- Puede que el software antivirus te impida utilizar Escritorio Remoto de Chrome. Si tienes problemas para usar Escritorio Remoto de Chrome, asegúrate de que tu antivirus permita lo siguiente:
  - El tráfico UDP saliente
  - Las respuestas UDP entrantes
  - Tráfico en el puerto TCP 443 (HTTPS)
  - Tráfico de TCP y UDP en el puerto 3478 (STUN)
- Si el ordenador al que intentas acceder pertenece a una red de un centro educativo o de trabajo, puede que no te permita conceder acceso a otros usuarios. Ponte en contacto con el administrador para obtener más información.
- Comprueba que utilizas la última versión de Chrome o de Chrome OS.

Si tienes algún otro problema, informa sobre él en el [Foro de ayuda de Chrome](#).

### Mejorar la aplicación Escritorio Remoto de Chrome

Para conseguir mejorar la aplicación Escritorio Remoto de Chrome, Google recoge y almacena algunos datos anónimos sobre retrasos en la red y sobre el tiempo que dura la sesión.

Para obtener más información sobre Escritorio Remoto de Chrome, consulta el aviso de privacidad de Google Chrome y la política de privacidad de Google.

### Otras páginas de ayuda:

<https://www.nobbot.com/pantallas/escritorio-remoto-en-chrome-como-instalarlo/>

<https://www.vix.com/es/btg/tech/13019/como-funciona-la-aplicacion-de-escritorio-remoto-de-chrome>

## **PRÁCTICAS DE LABORATORIO.**

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

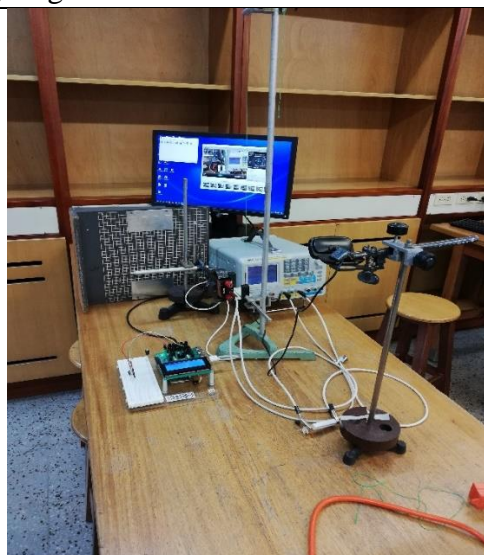
E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

### 8. Péndulo Simple.

Llamamos péndulo a todo cuerpo que puede oscilar con respecto de un eje fijo. Es muy fácil construir un péndulo y con él se puede estudiar las propiedades que le pertenecen. El péndulo simple consiste en una masa puntual suspendida de un hilo de masa despreciable y que no se puede estirar. Si movemos la masa a un lado de su posición de equilibrio (vertical) esta va a oscilar alrededor de dicha posición.

El movimiento del péndulo simple es armónico y que al estudiar la dinámica de su movimiento obtendremos que el periodo y la frecuencia dependen solamente de la longitud y la gravedad.



**Figura 1.** Fotografía del montaje del péndulo simple.



**Figura 2.** Montajes del péndulo simple en el salón 6-224.

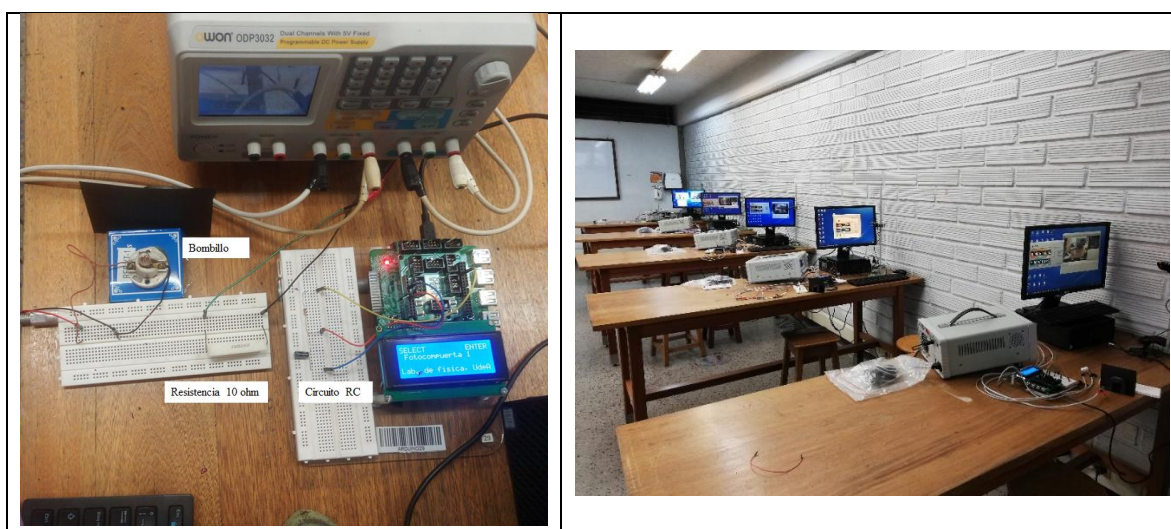
En el laboratorio se encuentra un péndulo simple (ver figura 1) que se encuentra en equilibrio en medio de una fotocompuerta, el cual puede ser impulsado con un electroimán que permite atraer la masa del péndulo hasta la posición del electroimán al encender la fuente de voltaje. Una vez la masa está en la posición del electroimán, se activa el programa de lectura de la fotocompuerta y el de grabación de la *webcam*, para apagar la fuente de voltaje y soltar la masa para que empiece el movimiento oscilatorio del péndulo. El estudiante tendrá los datos de la fotocompuerta y del video para hacer los análisis correspondientes del experimento. En cada una de las mesas del laboratorio se puede montar un experimento para que los estudiantes hagan la práctica programada, ver figura 2.

### 9. Elementos Óhmicos y no Óhmicos.

En esta práctica de laboratorio el estudiante observará el comportamiento de elementos óhmicos y no óhmicos dentro de un circuito. En esta práctica realizan medidas de voltaje y corriente para diferentes conductores (resistencia, lamparita, diodo y led).

Un conductor recibe la denominación de "óhmico" o lineal si el voltaje entre sus extremos es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por él. Un buen ejemplo de un conductor óhmico es la resistencia, ya que la caída de voltaje a través de una resistencia está directamente relacionada con la corriente que fluye a través de ella. Por lo tanto:  $V=I \times R$ . En una gráfica  $I$  vs  $V$ , la resistencia representa la pendiente. La resistencia de los materiales óhmicos depende de la forma del conductor, del tipo de material, de la temperatura (para la que está clasificada), pero no de la intensidad de corriente que circula por él.

Hay materiales, sin embargo, cuya resistencia, obtenida con el cociente  $V/I$  no es constante sino función de la intensidad  $I$ . Los materiales "no óhmicos" son aquellos en los cuales existe una relación no lineal entre la tensión aplicada sobre ellos y la corriente que los atraviesa. Los conductores no Óhmicos no siguen la ley de Ohm y tienen sus propias características. Hay una serie de ejemplos de conductores no óhmicos; Incluyendo filamentos de bulbo y semiconductores como diodos y transistores. En un filamento de bombilla; incluso a medida que aumenta el voltaje de manera significativa, solo permite que pase una cierta cantidad de corriente



#### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ■ Medellín - Colombia



## Laboratorios Remotos de Física.

**Figura 3.** Fotografía del montaje de elemento Óhmico y no Óhmico.

**Figura 4.** Montajes de elemento Óhmico y no Óhmico en el salón 6-224.

En esta práctica de laboratorio los estudiantes pueden hacer las medidas de corriente voltaje para una resistencia óhmica y un bombillo no óhmico. Con los datos tomado pueden hacer las gráficas y los ajustes respectivos.

En la Figura 3 se puede observar a través de la webcam el momento en el que el bombillo enciende y los valores que se reportan en la fuente. Una vista de las diferentes mesas de trabajo con los equipos montados se observa en la Figura 4 y una vista panorámica del salón de laboratorio 6-224 se aprecia en la Figura 5.



**Figura 5.** Panorámica del salón 6-224.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

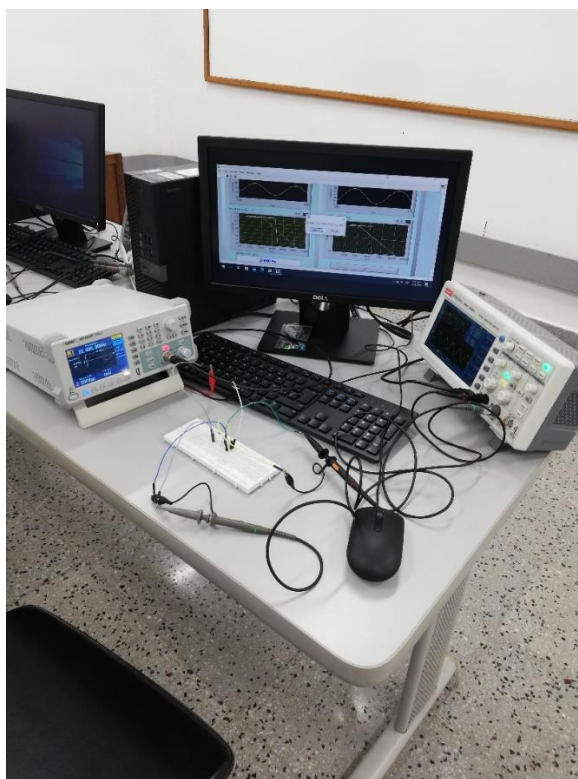
### 10. Circuito RLC en función de la frecuencia.

*Jorge Hernán López Botero.*

Un circuito RLC (resistencia eléctrica, bobina y capacitor, se deriva de las letras en inglés) es un circuito lineal. Se puede estudiar el comportamiento de la bobina, el condensador y la resistencia cuando se conectan por separado o con las diferentes combinaciones a un generador de corriente alterna.

Con ayuda de un generador de señales, es posible inyectar en el circuito oscilaciones y observar en algunos casos el fenómeno de resonancia, caracterizado por un aumento de la corriente (ya que la señal de entrada elegida corresponde a la pulsación propia del circuito, calculable a partir de la ecuación diferencial que lo rige).

Los circuitos RLC tienen muchas aplicaciones como circuitos osciladores, por ejemplo: los receptores de radio y los de televisores los utilizan para sintonizar y así seleccionar un rango de frecuencias estrecho de las ondas de radio ambiente. En esta función, el circuito a menudo se denomina circuito sintonizador.



**Figura 6.** Montaje del circuito RLC en el salón 6-307.

En esta práctica se puede estudiar la respuesta de un circuito RLC en serie conectado a una tensión senoidal, focalizando la atención en la respuesta del sistema a la variación de la

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia



## Laboratorios Remotos de Física.

frecuencia de la tensión perturbadora, como se ve en la Figura 6. Este modelo experimental nos permitirá introducir los conceptos de reactancia e impedancia y estudiar el fenómeno de resonancia de tales circuitos, los cuales tienen análogos clásicos y cuánticos en diversas áreas de la física. Además, este tipo de circuitos tienen una gran aplicación tecnológica especialmente en el área de las comunicaciones.

Dentro de las actividades que se pueden desarrollar en esta práctica está encontrar la frecuencia de resonancia en un circuito RLC serie y paralelo. Estudiar el desfase en función de la frecuencia del generador. El ángulo de desfase entre  $I$  y  $V$  puede ser mayor que cero, en cuyo caso el circuito es capacitivo, menor que cero en cuyo caso es inductivo o cero en cuyo caso el circuito es solamente resistivo, la tensión y la corriente están en fase y la parte imaginaria de la impedancia es cero.

El estudiante puede manejar independientemente el generador de funciones y el osciloscopio, también puede usar un programa en *LabVIEW* para hacer un control automático de los equipos y encontrar automáticamente las frecuencias de resonancia.

En la Figura 7 se pueden ver los equipos instalados en el laboratorio 6-307 del Instituto de Física.



**Figura 7.** Montajes de los circuitos RLC en el salón 6-307.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

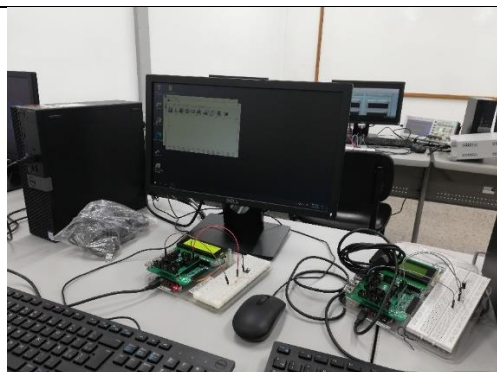
Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

### 11. Montaje de carga y descarga de un condensador.

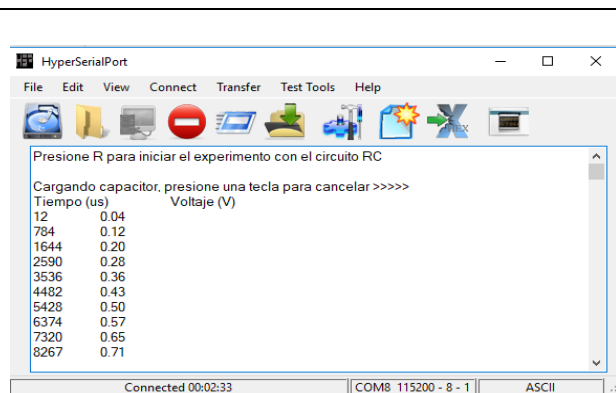
*Luis Felipe Ramírez García.*

Un condensador eléctrico (también conocido frecuentemente con el anglicismo capacitor, proveniente del nombre equivalente en inglés) es un dispositivo pasivo, empleado en todo tipo de circuitos eléctricos para almacenar temporalmente carga eléctrica en forma de campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras (frecuentemente dos películas metálicas) separados entre sí por un material dieléctrico. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total. Cuando aplicamos una diferencia de potencial  $\Delta V$  entre ambos un conductor adquiere una carga  $+Q$  y el otro  $-Q$  de modo que,  $Q = C \Delta V$  donde  $C$  es la capacidad del condensador (es la relación entre la carga total almacenada en el capacitor y la diferencia de potencial entre las superficies conductoras). Esta última representa la carga eléctrica que es capaz de almacenar el condensador por unidad de voltaje y se mide en faradios (1 Faradio = 1 Culombio / 1 Voltio).

El condensador almacena energía en un campo eléctrico, se carga cuando se conecta a una diferencia de potencial y luego libera la energía acumulada en un proceso de descarga. Por lo tanto, los condensadores se encuentran en casi cualquier circuito electrónico, se utilizan para filtros, rectificadores, para permitir el paso de corriente alterna y muchos otros usos.



**Figura 8.** Montaje de carga y descarga de un condensador en el salón 6-307.



**Figura 9.** Consola serial para el control y visualización de los datos del montaje de carga y descarga del condensador.

El propósito de esta práctica es mostrar qué es un condensador, cómo funciona, cómo calcular el proceso de carga y descarga y cuáles son sus aplicaciones. Al conectar el condensador a una fuente de voltaje (Arduino), comenzará a cargarse hasta alcanzar un valor de voltaje igual al aplicado a sus terminales, ver Figura 8. Por lo tanto, suponiendo que tenemos una resistencia conectada en serie a la fuente para cargar el condensador, podemos describir el

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

voltaje a lo largo del tiempo en el componente. Por lo tanto, cuando el voltaje es máximo, es decir, igual al valor de la fuente, significa que el componente está completamente cargado.

El circuito permite descargar lentamente el condensador  $C$  a través de una resistencia  $R$ .

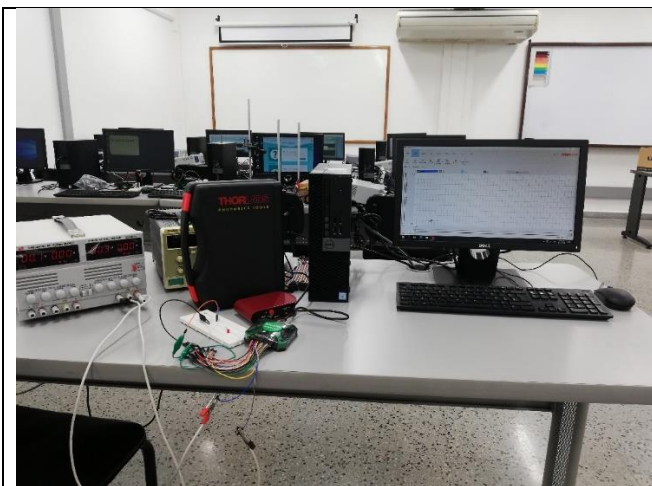
En esta práctica se estudia el comportamiento de los circuitos  $RC$ , para ello se obtendrán las leyes de la intensidad y la carga en función del tiempo, y se compararán con los obtenidos teóricamente. Se pretenden examinar y analizar los cambios en las magnitudes eléctricas que actúan sobre un circuito de Resistencias y condensadores, cuando en dicho sistema fluyen una determinada cantidad de corriente; también calcular ciertos datos, definir y comprobar ciertas propiedades y comportamientos a partir de unas tablas con medidas de tiempo para carga y descarga del circuito, tratando de poner en práctica conocimientos pertenecientes a dicho circuito eléctrico.

Las medidas de carga y descarga del condensador las realizan los estudiantes a través del *Hyper Serial Port* (ver Figura 9). A partir de los datos de tiempo y voltaje se pueden hacer las gráficas de carga y descarga, pudiendo calcular los valores de los elementos  $RC$  con el tiempo calculado en los ajustes.

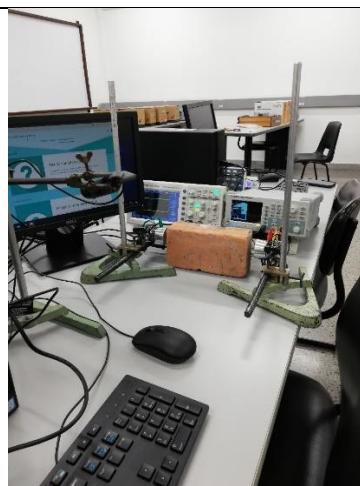
### 12. Otros equipos del laboratorio: Fotoespectrómetro de la ThorLabs, FPGA y piezoeléctricos.

*Johny Alexander Jaramillo Gallego, Eduin Alexander López Patiño,  
Daniel Estrada Acevedo*

Otros equipos que se han podido instalar en los laboratorios para el manejo a través del escritorio remoto de Google son: Fotoespectrómetro de la ThorLabs y la FPGA (Analog Discovery 2) como se ve en la Figura 10 y los piezoeléctricos para medir propagación de ondas en un medio como se ve en la Figura 11.



**Figura 10.** Manejo del Fotoespectrómetro de la ThorLabs y la FPGA (Analog Discovery 2) a través de Escritorio Remoto en el salón 6-307.



**Figura 11.** Manejo de piezoeléctricos a través de Escritorio Remoto en el salón 6-307.

Con el fotoespectrómetro el estudiante puede hacer medidas de intensidad de la radiación en función de la longitud de onda de una fuente de luz que puede ser controlada por medio de la FPGA.

### 13. Péndulo simple y péndulo en sistema masa resorte.

*Eduin Alexander López Patiño*

#### Objetivos

- Calcular la longitud de la cuerda del péndulo simple
- Estimar la constante de un resorte en el péndulo del sistema masa resorte.
- Determinar la propagación de la incertidumbre de estas variables
- Hallar la forma de la fuerza de fricción que afecta cada sistema.

#### Materiales

Electroimán, fuente de voltaje variable, cuerda, balín, resorte, masa de hierro de 100 g, fotocompuertas, Arduino, regla.

#### Teoría básica

El periodo del péndulo simple se puede escribir como

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

El periodo de un sistema masa-resorte es proporcional a la raíz cuadrada de la masa e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la constante del resorte.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

#### Procedimiento experimental

Usando el montaje de la **Figura 12**, se realiza el proceso de medición bajo condiciones dinámicas

##### *Péndulo simple*

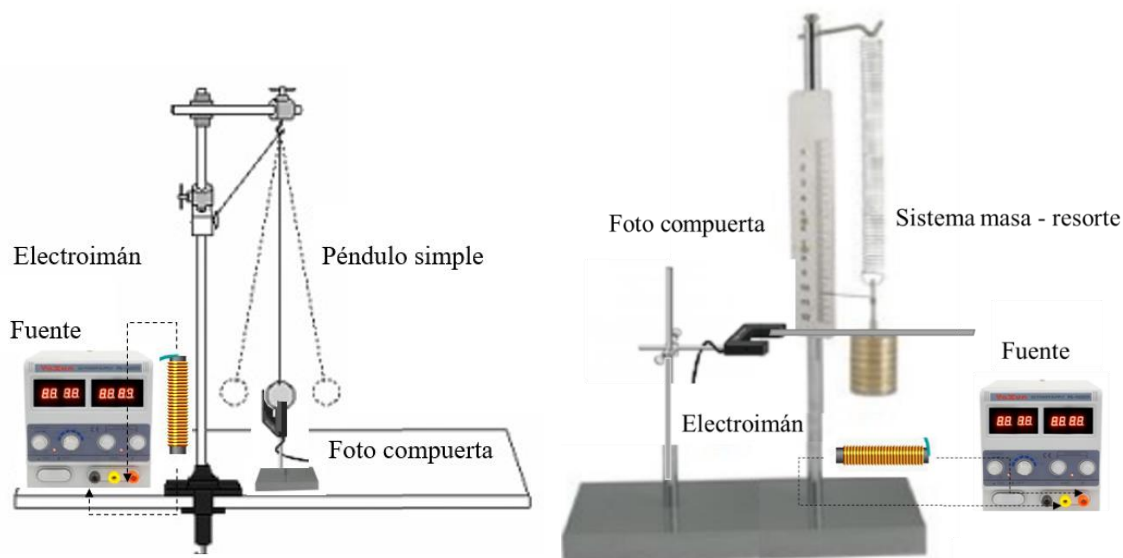
Inicialmente la masa de hierro se somete a una fuerza magnética que genera una amplitud del péndulo. Se mide el tiempo de oscilación con la fotocompuerta y se graba un video que se analiza con *software Tracker*. De allí, se obtiene la longitud de la cuerda, (Calcularlo al menos por dos caminos, con el periodo y con relación de triángulos semejantes), además, obtener la forma funcional de la fricción con los puntos de máxima elongación y su atenuación en el tiempo analizar cada una de los parámetros al ajustar un modelo exponencial decreciente.

##### *Sistema masa resorte*



## Laboratorios Remotos de Física.

Generar una deformación sobre el sistema masa resorte con el electroimán. Luego apagar el electroimán y permitir la oscilación del sistema masa resorte. Calcular el periodo y calcular la constante del resorte. Estimar el valor de la constante del resorte bajo un análisis del sistema masa resorte en equilibrio y comparar. Luego, con el video grabado calcular la forma funcional de la fricción. Analizar los resultados obtenidos en ambos casos.



a. Esquema péndulo simple

b. Esquema de sistema masa -resorte



c. Péndulo simple

d. Sistema masa-resorte

**Figura 12.** Esquemas del montaje y foto real del montaje.

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

### Datos

Considere que el péndulo tiene una longitud teórica de 47 cm y que en el sistema masa resorte se tiene una masa de 100 g. En este sistema masa-resorte con el electroimán se realiza una deformación del resorte de 4 cm.

### Simulación

Siguiendo el procedimiento planteado en la siguiente página, realice al menos una simulación donde puede realizar variaciones de parámetros del modelo

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/oscilaciones/pendulo/pendulo.html>

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/oscilaciones/pendulo/pendulo\\_1.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/oscilaciones/pendulo/pendulo_1.html)

### Preguntas

¿Existe variación del periodo si se cambia la masa, la longitud, el ángulo o amplitud de oscilación en el péndulo simple?

¿Hay efecto sobre el periodo si se varia la masa, la amplitud de oscilación y la constante del resorte?

¿Cómo se comparan las fuerzas de fricción obtenidas por ambos sistemas?

### Referencia

1. Ortiz Berrocal, Luis (1998). McGraw-Hill, ed. Elasticidad. Aravaca (Madrid). pp. 94-96. ISBN 84-481-2046-9.
2. F.M.S. Lima. Analytical study of the critical behavior of the nonlinear pendulum. Am. J. Phys. 78 (11), November 2010, pp. 1146-1151

## **14. Campo magnético generado por un alambre conductor infinito y a partir de la bobina de Helmholtz.**

*Eduin Alexander López Patiño*

*Fabián Castaño*

### **Objetivos**

- Calcular la magnitud normalizada del campo magnético  $B/B_0$  generado por una corriente que pasa a través de un alambre de longitud infinita.
- Estimar el valor del campo magnético en la posición en la que se encuentra el centro de la brújula.
- Calcular la magnitud normalizada del campo magnético  $B/B_0$  generado por una bobina de Helmholtz.
- Hallar matemáticamente el campo magnético generad por las bobinas de Helmholtz en el centro de las bobinas donde se posiciona la brújula.
- Realizar el cálculo de la propagación de la incertidumbre en cada caso.

### **Materiales**

Fuente de voltaje variable, espira de alambre, bobinas de Helmholtz, brújulas.

### **Teoría básica**

#### *Alambre infinito – Experimento de Oersted*

El valor del campo magnético ( $B$ ) creado por un hilo por el que circula una corriente de intensidad  $I$  en un punto situado a una distancia  $r$ , viene dado por la ley de Biot-Savart:

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \frac{I}{r}$$

Las líneas del campo magnético son circunferencias concéntricas al hilo y situadas en un plano perpendicular al mismo.

#### *Bobina de Helmholtz*

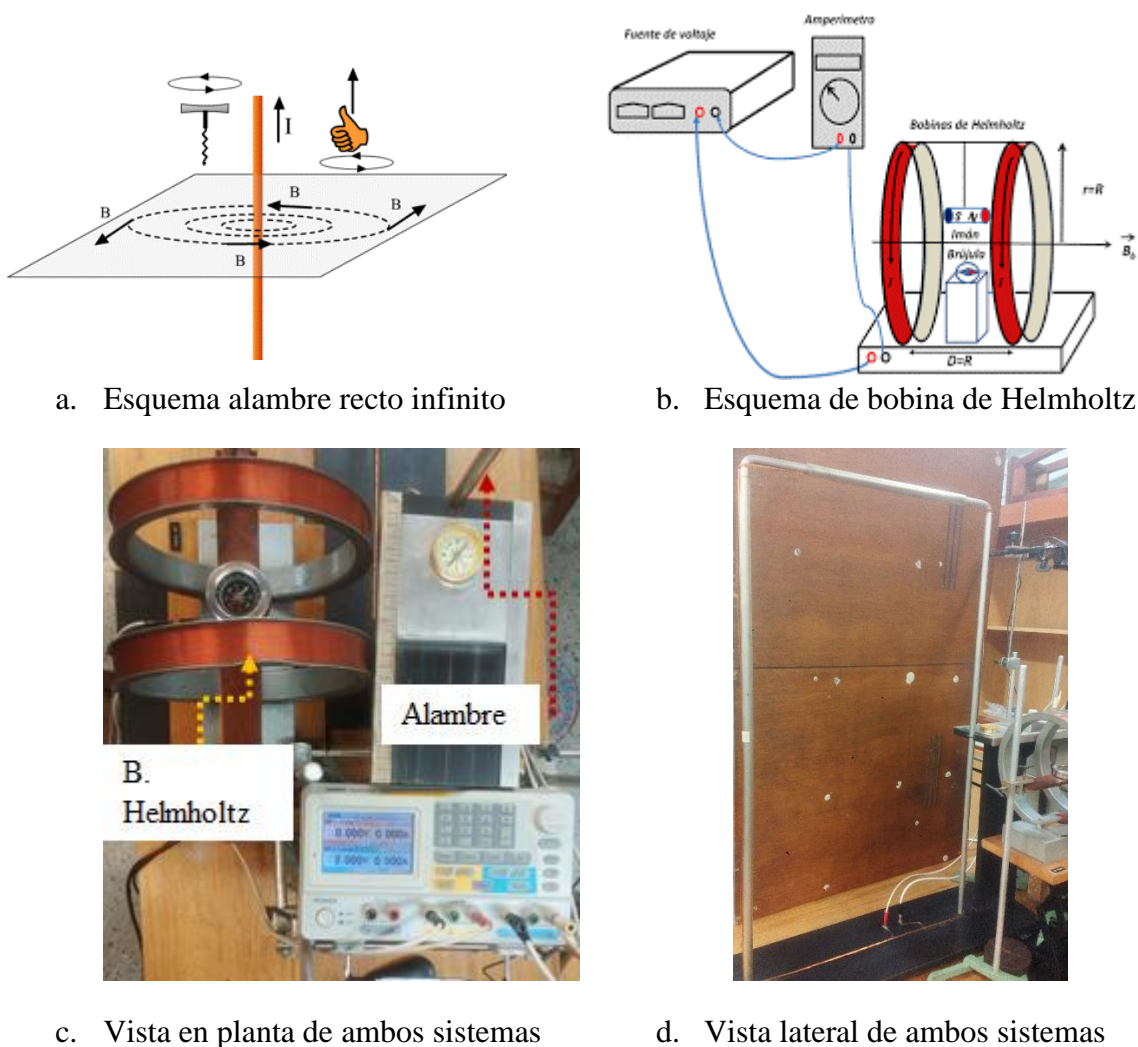
Esta consiste en dos bobinas circulares de radio  $R$  y separadas por una distancia igual a su radio, como lo muestra la **Figura 13**. Si ambas espiras tienen un número de arrollamiento igual a  $N$  y por ambas espiras circula una corriente  $I$  (en el mismo sentido), se tiene que el campo magnético en el centro de las espiras es constante dentro de un volumen de radio  $R$ . El valor del campo magnético cuando las intensidades en los solenoides tienen el mismo sentido, y en el punto medio entre los dos solenoides y sobre el eje, viene dado por:

$$B = \frac{\mu}{R} \frac{NI}{5^{3/2}}$$



### Procedimiento experimental

Usando el montaje de la **Figura 13**, se realiza el proceso de medición. Tanto para el alambre infinito con corriente como para las bobinas de Helmholtz. Varié la corriente de las fuentes duales. Para el alambre usando la fuente superior y la fuente inferior en otro caso. Espere en que cada valor se estabilice la aguja de la brújula. Siga aumentando el valor de la corriente hasta un máximo de 2 amperios. Tome al menos cinco valores. Ahora cambie la dirección de la corriente y repita el procedimiento.



**Figura 13.** Esquemas del montaje a y b y fotos reales del montaje en vista en planta c. y lateral d.

### Datos

LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

Utilice las siguientes consideraciones para realizar los cálculos asociados a estos experimentos.

*Bobinas de Helmholtz.* Considere que el radio ( $r$ ) de cada bobina es de 20 cm y la distancia ( $D$ ) entre los centros de las bobinas es de 12 cm (Ver figura 13b). Además, asuma que se ubica la brújula sobre un eje imaginario que pasa axialmente por el centro de dichas bobinas.

*Espira con alambre infinito o experimento de Oersted.* Esta está compuesta de 8 alambres los cuales generan un campo magnético circular concéntrico en dichos alambres y en un plano perpendicular a la dirección de los 8 alambres.

### Nota

El sistema usa dos cámaras la primera enfocada en observar el cambio en la fuente dual y tener una panorámica de los dos sistemas mencionados. De otro lado, la segunda cámara acercarse y alejarse de un punto de interés (Ver **Figura 14**). Esto con el fin de poder acercar el lente a cada brújula que aparece en cada sistema estudiado. Así, la aplicación Logitech, permite realizar dicho acercamiento y además permite el desplazamiento de hacia la región de interés, es decir, hacia cada brújula usada (para el experimento de Oersted y bobinas de Helmholtz).



**Figura 14.** Vista panorámica en Logitech, con panel de control.

Finalmente se hace notar que para realizar el desplazamiento hacia izquierda derecha arriba abajo, el acercamiento no puede estar en un máximo o un mínimo. En la **Figura 15b**, se observa que el acercamiento está al mínimo. Por tanto, no se puede desplazar.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.



**Figura 15.** Controles de desplazamiento y alejamiento/acercamiento para cámara logitech.

### Simulación

Siguiendo el procedimiento planteado en la siguiente página, realice al menos una simulación donde puede realizar variaciones de parámetros del modelo como radio de las bobinas, distancia entre ellas, etc. Por ejemplo, del campo generado en una bobina de Helmholtz

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/espira/espira.html>

### Preguntas

¿Qué ocurre al incrementar la corriente a través del alambre infinito y que pasa cuando esto se realiza en la bobina de Helmholtz?

¿El campo magnético de la tierra tiene algún efecto sobre la deflexión de la brújula cuando está afectada por los campos producidos con el alambre y las bobinas?. Calcular.

¿Qué ocurre con la dirección la aguja de la brújula si se invierte la dirección de la corriente?

¿Qué aplicaciones tienen las bobinas de Helmholtz?

¿Qué relaciona la ley de Biot-Savart?

### Referencia

1. Jonathan E. Williams. Measuring Earth's Local Magnetic Field Using a Helmholtz Coil. The Physics Teacher, Vol. 52, April, 2014, pp. 236-238
2. M. Sosa, J. Bernal-Alvarado, J. L. González-Solis, G. Gutiérrez-Juárez, M. Vargas-Luna, M. Durán-Santamaría, S. P. Preciado-Galván, A. Ruiz-Velasco, V. D. Trujillo

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

García. A tangent magnetometer to measure the earth magnetic field. Revista Mexicana de Física. 49 (4) 379-383.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## **15. Efecto de dos corrientes paralelas y una corriente en presencia de un campo magnético.**

*Eduin Alexander López Patiño*

### **Objetivos**

- Calcular la magnitud del campo magnético  $B$  generado por una corriente que pasa a través de un alambre de longitud infinita a una distancia  $R$ .
- Estimar el valor de la fuerza magnética por unidad de longitud que genera un campo  $B$  a una distancia  $R$ .
- Calcular la magnitud del campo magnético  $B$  de un imán de herradura que interactúa con una corriente.
- Realizar el cálculo de la propagación de la incertidumbre en cada caso.

### **Materiales**

Fuente de voltaje variable, espiras de alambre, imán de herradura.

### **Teoría básica**

#### *Interacción de dos corrientes paralelas en dos espiras enfrentadas*

Cuando dos cargas eléctricas se mueven en forma paralela interactúan sus respectivos campos magnéticos y se produce una fuerza magnética entre ellas. Se puede determinar la fuerza sobre uno de los alambres debida al campo magnético producido por el otro alambre. El alambre 2, el cual lleva una corriente  $I_2$ , genera un campo magnético  $B_2$  en la posición del alambre 1, la fuerza magnética sobre una longitud  $l$  del alambre 1 es  $F_1 = I_1 l \times B_2$

$$B_2 = \frac{\mu}{2\pi} \frac{I_2}{R}$$

La fuerza puede ser calculada como

$$dF_1 = I_1 dl_1 \frac{\mu}{2\pi} \frac{I_2}{R}$$

#### *Interacción campo magnético y corriente*

Aquí la corriente que pasa por una espira se somete a la presencia de un campo magnético generado por un imán de herradura, como se presenta en la **Figura 16**. La corriente de la espira interactúa con el campo magnético de dicho imán.

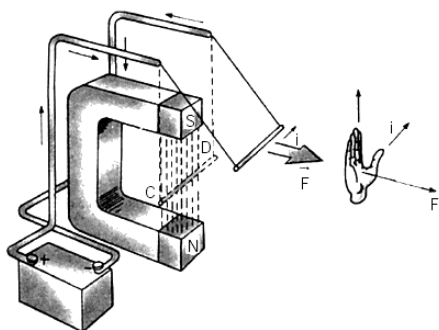


### Procedimiento experimental

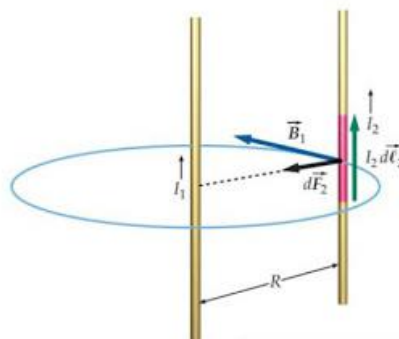
Usando el montaje de la **Figura 16**, se realiza el proceso de medición. En ambos casos, es decir para las espiras enfrentadas como para la espira y el imán. Varié la corriente de las fuentes duales.

Inicialmente, estudie el fenómeno entre el imán y la corriente, usando máximo un voltaje de 5 V. Así varié la corriente que pasa por la espira desde valores pequeños hasta 1 amperio y mida cuanto se desplaza ésta de la posición inicial. Tomar al menos 5 datos. Ahora cambie el sentido de la corriente y repita las mediciones.

Posteriormente, suba los voltajes de la fuente dual hasta 15 V. Mida cuanto se separan las corrientes. Ahora cambie el sentido de la corriente y realice de nuevo la medida. **Al terminar cerciőrese de apagar el equipo para evitar que se queme las resistencias.**



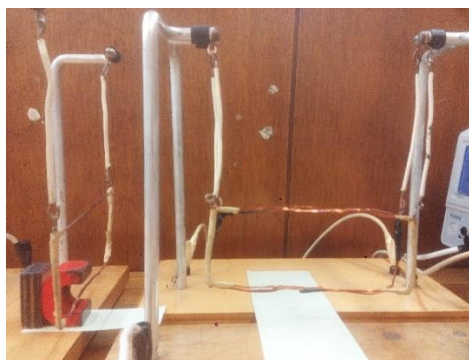
a. Esquema espira e imán



b. Esquema de espiras enfrentadas



c. Vista en planta de ambos sistemas



d. Vista lateral de ambos sistemas

**Figura 16.** Esquemas del montaje a y b y fotos reales del montaje en vista en planta c. y lateral d.

### Simulación

Siguiendo el procedimiento planteado en la siguiente página, realice la simulación allí estipulada donde puede realizar variaciones de parámetros del modelo.

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/espira/espira\\_2.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/espira/espira_2.html)

### Preguntas

- ¿Qué ocurre al incrementar la corriente a través de las espiras que interactúan?
- ¿Qué ocurre con la interacción entre las espiras si se invierte la dirección de la corriente?
- ¿Qué sucede en la interacción entre la corriente un campo magnético si se invierte la dirección de la corriente en la espira?

### Referencia

1. Fletcher K. A., Lyer S. V., Kinsey K. F. Some pivotal thoughts on the current balance. The Physics Teacher, Vol 41, May 2003, pp. 280-284.

## **16. Ondas Estacionarias en una Cuerda.**

*Eduin Alexander López Patiño*

*Fabián Castaño*

*Víctor Navarro*

### **Objetivos**

1. Calcular la frecuencia y la longitud de onda del modo fundamental de oscilación de una cuerda.
2. Encontrar dicha frecuencia experimentalmente y realizar comparación.
3. Determinar y encontrar las frecuencias de vibración y sus longitudes de onda para armónicos de orden 2 y 3
4. Estudiar el efecto del aumento de la tensión o peso sobre la frecuencia de vibración.
5. Realizar el cálculo de la propagación de la incertidumbre en cada caso.

### **Materiales**

Fuente de voltaje variable, cuerda, parlante, Generador de Ondas, masa.

### **Teoría básica**

Las ondas estacionarias no son ondas de propagación sino los distintos modos de vibración de una cuerda, una membrana, etc. Cuando dos trenes de onda de la misma frecuencia, velocidad y amplitud, viajan en sentidos opuestos, la superposición de ellos da lugar a ondas estacionarias. Una de las características más importantes de estas ondas es el hecho de que la amplitud de la oscilación no es la misma para diferentes puntos, sino que varía con la posición de ellos. Hay puntos que no oscilan, es decir, tienen amplitud cero; dichas posiciones se llaman nodos.

También hay puntos que oscilan con amplitud máxima; esas posiciones se llaman antinodos. En una cuerda fija en ambos extremos, se pueden formar ondas estacionarias de modo que siempre los puntos extremos son nodos. La cuerda puede oscilar con distintas formas denominadas modos de vibración, con nodos entre sus extremos, de tal manera que las longitudes de onda correspondientes a las ondas  $\lambda$  estacionarias cumplen con la relación.

$$n \frac{\lambda}{2} = L$$

donde  $L$  es el largo de la cuerda y  $n = 1, 2, 3, \dots$  son los armónicos. De otro lado, se sabe que la velocidad de propagación de una onda en un medio homogéneo, está dado por:

$$v = \lambda f$$

Siendo  $f$  la frecuencia de vibración. Por otra parte, la velocidad de propagación de una onda transversal en una cuerda, está dada por

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia



$$v = \sqrt{T/\mu}$$

Donde  $T$  es la tensión de la cuerda y  $\mu$  su densidad lineal. Además, de las expresiones anteriores se puede deducir que:

$$f_n = \frac{nv}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$


### Procedimiento experimental

Usando el montaje de la **Figura 17**, se realiza el proceso de medición bajo condiciones estáticas

*Calculo de la densidad lineal de masa de la cuerda*

Con una cuerda de aproximadamente 0.77 m de longitud. Calcule la frecuencia fundamental de vibración considerando una densidad lineal de la cuerda ( $\mu$ ) de  $3.21 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$ . Exprésela en el S.I.

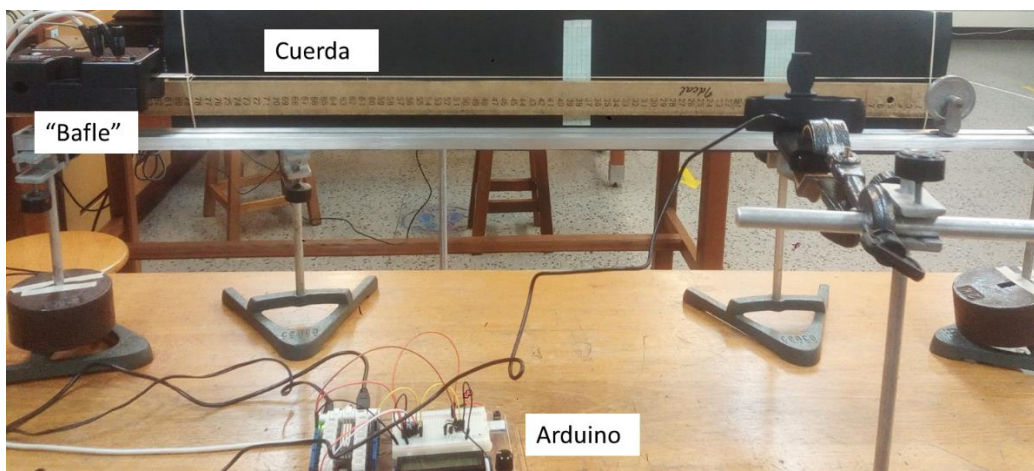
*Tensión variable; frecuencia y longitud constantes*

Inicialmente, se abre el *software* del Arduino y luego la terminal de éste . Esperar que aparezca el menú. Para activar o desactivar se oprime 6 y luego la opción 5, para entrar en el menú de frecuencias. Posteriormente, se tipea el valor de la frecuencia hasta encontrar las frecuencias buscadas.






Medir la longitud de la sección de la cuerda que vibrará y registre esta longitud. Obtenga al menos 3 modos de vibración. Registre el número de segmentos o armónico. Para cada medición del armónico escogido mida la longitud de onda ( $\lambda$ ) correspondiente

*Frecuencia variable; tensión y longitud constantes*

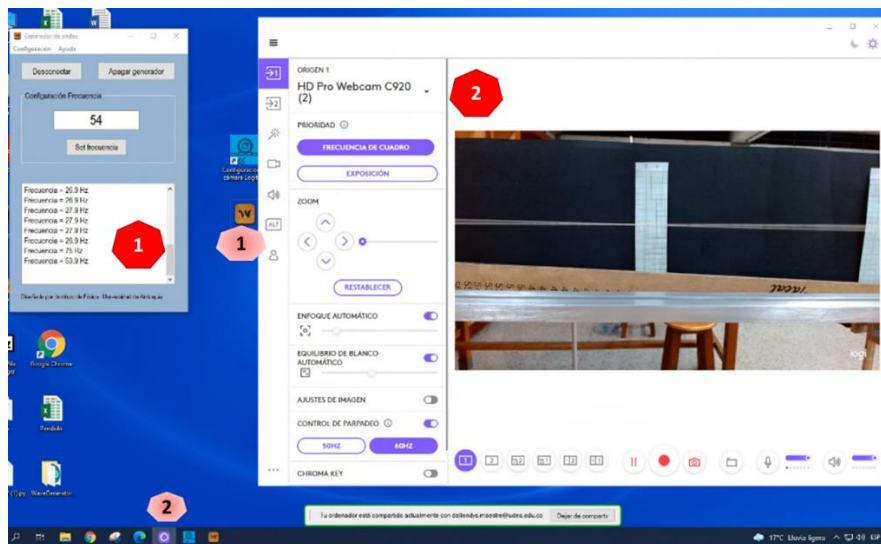
Con un peso constante o con una tensión constante. Variar el valor de la frecuencia en el generador de onda hasta que la cuerda vibre hasta un modo de vibración en estado de resonancia estacionario. Ajuste el valor de la frecuencia de tal forma que la cuerda vibre con tres nodos etc., cuidando que el punto de vibración sea lo más próximo a un nodo (estable). Registre al menos 3 frecuencias que generen 3 armónicos diferentes. En la **Figura 17** se presenta el esquema del montaje.



**Figura 17.** Vista lateral del montaje para medición de frecuencia.

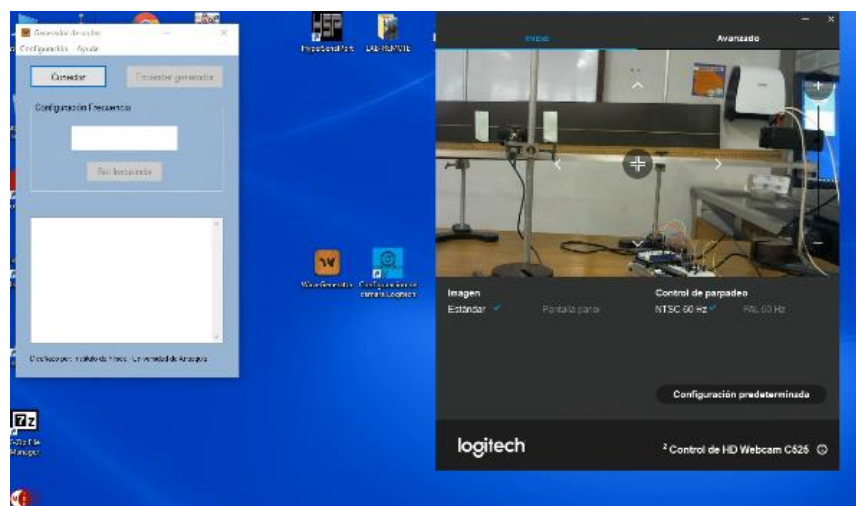
Con un peso constante o con una tensión constante (100 y 250 g para este laboratorio). Calcular las frecuencias de fundamentales para una longitud de 0.77 m. Luego entrar a la aplicación de Arduino (Wave Generator) , una vez allí  ir a configuración y seleccionar **puerto diferente** de COM1, luego oprimir botón de “conectar” y continuar con botón “Encender generador”. Al mismo tiempo, abrir icono Logitech  y observar las subventanas , a la izquierda aparece la ventana de control que muestra menú de configuración de la cámara. Por ejemplo, podemos movernos en diferentes direcciones con icono , además, en la parte inferior aparece ventana de visualización de cámaras, donde se pueden escoger diferentes modos, Cámara 1, Cámara 2, Cámara 1 en ventana principal y cámara 2 en miniatura, etc. (Ver **Figura 18a**). De otro lado, puede que el software de Logitech no se encuentre actualizado o las cámaras sean de una versión anterior lo cual hace necesario usar la **Figura 18b**.

## Laboratorios Remotos de Física.



**Figura 18a.** Pantalla de trabajo donde se presenta *software*, menú arduino y cámara con versión de Logitech actualizada.

En esta **Figura 18b.** el software de Logitech es una versión anterior. Sin embargo, se puede desplegar la pestaña de Avanzado, inmediatamente se despliega una subventana como aquella descrita en la **Figura 18.a** donde se pueden modificar el Zoom y otras propiedades. Adicionalmente, en el experimento se presentan dos cámaras para tener acceso a la otra dando “click” en la pestaña “Control de HD Webcam C626” allí se desplegará una subventana con opción de escoger dos cámaras. De esto modo al “cliclear” se puede seleccionar cada cámara. Específicamente, en la ventana de la cámara en la Figura 18b, se observa vista de la cámara panorámica donde se aprecia la segunda cámara justa a la izquierda de dicha ventana.



**Figura 18b.** Pantalla de trabajo donde se presenta *software*, menú Arduino y cámara con versión de Logitech atrasada.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

Variar el valor de la frecuencia en el generador en el rango que fue estimado para cada una de las frecuencias asociadas a los modos 1, 2 y 3. Esto se realiza entrando en la ventana de menú, el valor de 6 para encender el arduino y luego teclear el valor de 5 para entrar en el modo de frecuencia. Posteriormente, se teclean los valores de las frecuencias asociadas a los nodos fundamentales y con la cámara se valida que justamente esto se cumpla.

### Simulación

Siguiendo el procedimiento planteado en la siguiente página, realice la simulación allí estipulada donde puede realizar variaciones de parámetros del modelo.

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/cuerda/cuerda\\_1.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/cuerda/cuerda_1.html)

### Preguntas

- ¿En este procedimiento se presentan efectos de resonancia? ¿Explique?
- ¿Qué aplicaciones tiene el estudio de las vibraciones en una cuerda? ¿Cómo se puede relacionar con las propiedades mecánicas de un material?
- ¿Qué ocurre al incrementar la longitud y la densidad de la cuerda?

### Referencia

6. Wilson, Jerry D & Buffa, Anthony J. (2003). Vibraciones y ondas. Física 5ª edición. México: PEARSON EDUCACIÓN. Pág 458-467.

## **17. Presión, ley de Boyle-Mariotte y compresibilidad de un gas.**

*Eduin Alexander López Patiño*

### **Objetivos**

- Calcular la presión aplicando su definición
- Verificar la ley de Boyle
- Determinar la compresibilidad del aire.
- Aplicar teoría de propagación de la incertidumbre.

### **Materiales**

Electroimán, fuente de voltaje variable, jeringa, balanza digital, plastilina, vaso, balines.

### **Teoría básica**

La presión relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa. Cuando sobre una superficie plana de área  $A$  se aplica una fuerza normal  $F$  de manera uniforme, la presión  $P$  viene dada de la siguiente forma [1]:

$$P = F/A$$

Ley de Boyle- Mariotte relaciona la presión ejercida por una fuerza química que es inversamente proporcional a la masa gaseosa, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante (si el volumen  $V$  aumenta la presión disminuye, y si el volumen disminuye la presión aumenta). Matemáticamente puede escribirse como [2]:

$$PV = k$$

Donde  $k$  es una constante y si se realizan dos o más medidas de tiene

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

La compresibilidad de un cuerpo o sistema termodinámico cuando se somete a un proceso termodinámico de transformación cuasiestática de presión mientras su temperatura se mantiene constante y uniforme, viene dada por  $c$  se define como la variación del volumen debido al cambio de presión partido por el volumen, es decir:

$$c = \frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$$

### **Procedimiento experimental**

Usando el montaje de la **Figura 19**, se realiza el proceso de medición. Sellar con plastilina la salida de la jeringa, dejándola con un volumen de aire inicial y fijándola en una base rígida (Piso). Se llena de agua o de balines el recipiente y se pesa, para obtener una medida de fuerza. Se coloca el recipiente encima de la jeringa (ver **Figura 19**), generando una presión

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

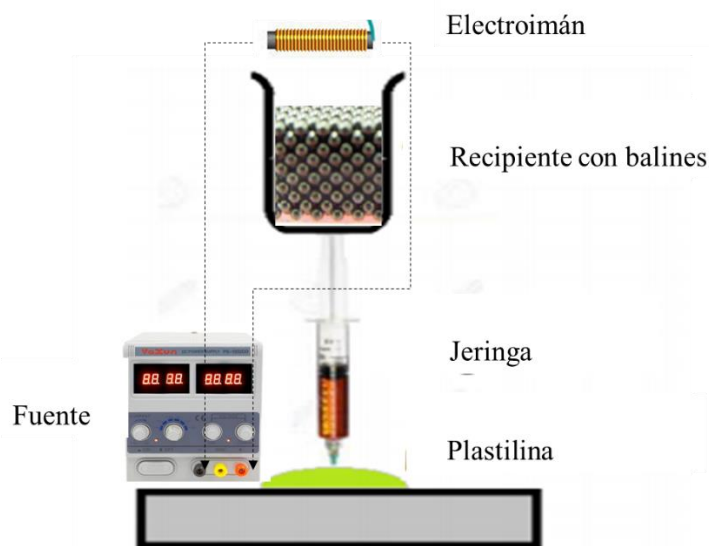
**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## Laboratorios Remotos de Física.

y un cambio en el volumen, debido que con el electroimán se retiran esferas metálicas al cambiar la corriente que pasa por éste, permitiendo la variación de la presión y por tanto del volumen. Así, se genera una tabla de presión vs. volumen. Para medir el diámetro de la jeringa se puede usar un pie de rey o plasmar en una hoja el diámetro del émbolo de la jeringa y lo medirlo.



**Figura 19.** Esquemas del montaje

### Simulación

Visitar la siguiente página, y analizar el montaje allí presentado.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boyles\\_Lawanimated.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boyles_Lawanimated.gif)

### Preguntas

¿Qué es la teoría cinética de los gases?

¿Cómo se aplica dicha teoría a cada procedimiento realizado en esta práctica?

### Referencias

1. Giancoli, Douglas G. (2004). Physics: principles with applications (en inglés) (6 edición). Upper Saddle River, New Jersey (Estados Unidos): Pearson Education. ISBN 0-13-060620-0.
7. Ercilla, Santiago Burbano de; Muñoz, Carlos Gracia (2003). Física general. Editorial Tebar. ISBN 9788495447821.

**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

## **18. Propiedades térmicas del material: conductividad térmica y coeficiente de dilatación térmica lineal.**

*Eduin Alexander López Patiño*

*Fabián Castaño*

*Víctor Navarro*

### **Objetivos**

- Calcular la conductividad térmica de un material
- Estimar el coeficiente de dilatación térmica lineal.
- Validar la ley de enfriamiento de Newton.
- Variar los materiales usando cobre, aluminio y/o hierro galvanizado.
- Aplicar teoría de propagación de la incertidumbre.

### **Materiales**

Generador de vapor, multímetro, termómetro digital y de mercurio, base con medidor milimétrico de deformación.

### **Teoría básica**

Dentro de las propiedades térmicas de un material se encuentran la capacidad calorífica, la emisividad [1], la conductividad térmica [2], el coeficiente de expansión térmica entre otras. En esta práctica estimaremos las dos últimas propiedades

*Coeficiente de expansión térmica lineal.*

Este se define como un módulo, esto quiere decir, que éste es igual al cambio de la longitud respecto a la temperatura ( $\Delta L / \Delta T$ ) dividido por la longitud inicial del objeto ( $L_0$ ), (en este caso la barra). Así [3]:

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \left( \frac{\Delta L}{\Delta T} \right)$$

*Conductividad térmica*

Considerando la ecuación de flujo de calor se tiene

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

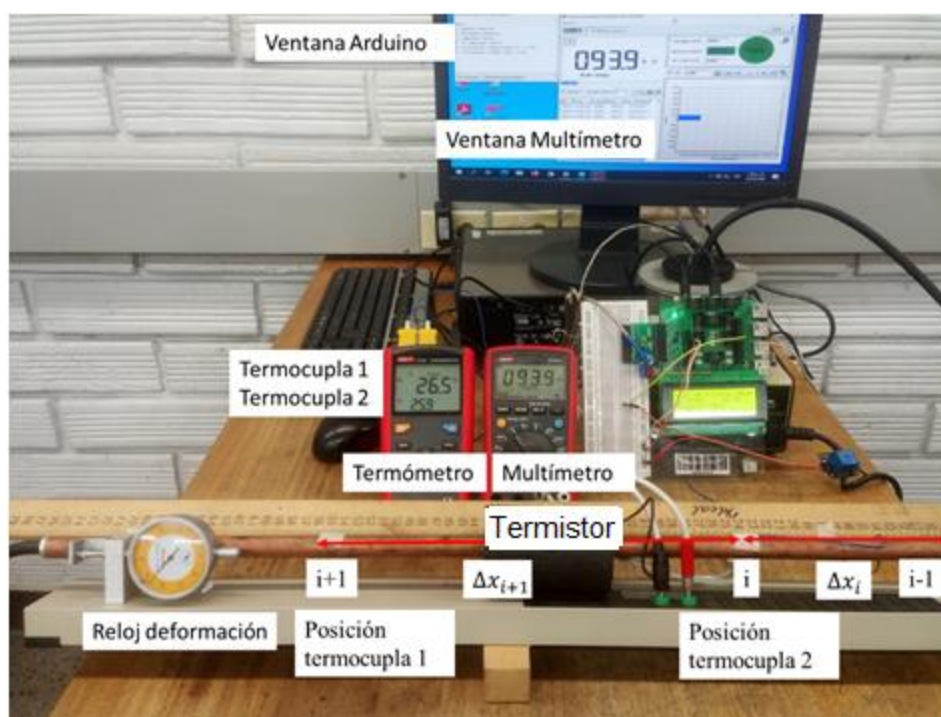
Donde  $\rho$  es la densidad,  $c_p$  es la capacidad calorífica a presión constante y  $k$  es la conductividad térmica. Usando el método de volúmenes finitos se tiene



## Laboratorios Remotos de Física.

$$\underbrace{\rho_i c_{pi} \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{t_i^{n+1} - t_i^n}}_y = k_i \underbrace{\frac{1}{\Delta x_i} \left[ \frac{T_{i-1}}{\Delta x_i} - \left( \frac{1}{\Delta x_i} + \frac{1}{\Delta x_{i+1}} \right) T_i - \frac{T_{i+1}}{\Delta x_{i+1}} \right]}_x$$

Donde  $i$  es la posición donde se toma la temperatura. La **Figura 20** muestra las posiciones donde se encuentran las termocuplas 1 y 2 en  $i$  y  $i+1$ , respectivamente. Adicionalmente, la temperatura en  $i-1$ , es aquella que se lee en la pantalla del Arduino.



**Figura 20.** Montaje para medición de propiedades térmicas.

Realizando la transformación propuesta en la ecuación anterior se tiene la forma de una línea recta cuyo intercepto es la conductividad térmica.

### *Ley de expansión de Newton*

Esta expresión no es muy precisa y se considera tan sólo una aproximación válida para pequeñas diferencias entre  $T$  y las temperatura ambiente  $T_m$ . En todo caso la expresión que se describe a continuación es útil para mostrar como el enfriamiento de un cuerpo sigue aproximadamente una ley de decaimiento exponencial. Matemáticamente puede escribirse como [4]:

$$T = T_m + (T_0 - T_m)e^{-rt}$$

Donde  $r$  es una constante de proporcionalidad y  $T_0$  es la temperatura inicial.


LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

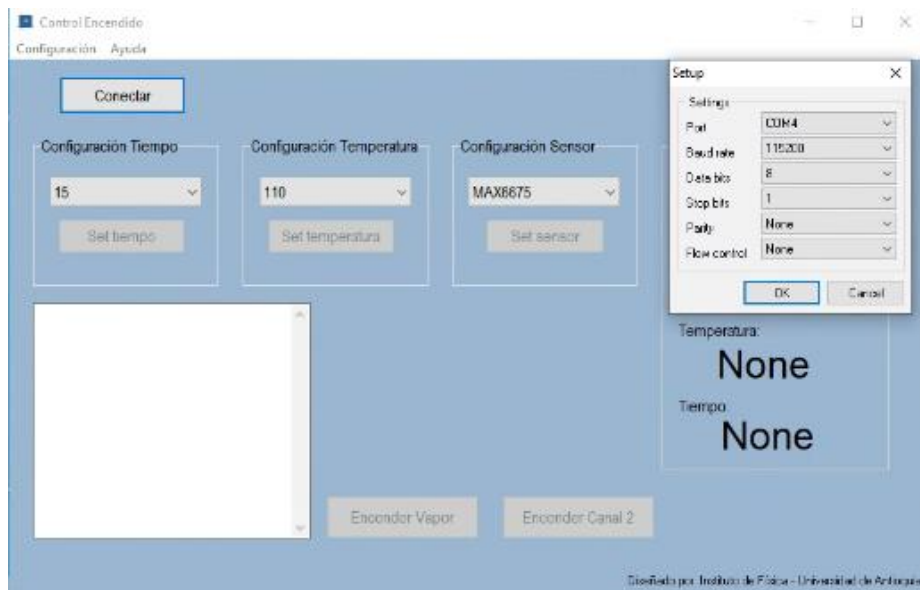
Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

### Procedimiento experimental

Usando el montaje de la **Figura 20**, se realiza el proceso de medición. Mediante el uso del Arduino, comenzar el proceso de calentamiento del generador de vapor. Para esto se abre el icono de Arduino en la pantalla del escritorio. Luego, abrir la terminal del Arduino  y esperar que aparezca el menú de Máquina de vapor (como se muestra en la **Figura 21**).



**Figura 21.** Pantalla de Arduino para máquina de vapor

Allí ir a configuración/serial y seleccionar puerto **diferente de COM1**. Luego Conectar y posteriormente encender máquina de vapor.

Normalmente, si la temperatura es menor a 30°C, se debe esperar hasta que la temperatura supere los 70°C, (en la pantalla de la **Figura 21**) para comenzar a realizar medidas. Se hace notar que para llegar y superar esta temperatura se recomienda dar la orden de encendido al Arduino, cuantas veces se requiera (debido a que éste está temporizado (Ver **Figura 21**, en las secciones de configuración de tiempo y temperatura)).

Las medidas a ser tomadas dependen de las variables y/o ley a validar, así: para el *coeficiente de expansión térmica* se toma la longitud inicial del tubo, esta es de 0.755 m se realizan las mediciones de deformación  $\Delta L$ , en el reloj de deformación y de resistencia en el multímetro  $R$ , en  $K\Omega$ . (para transformar los datos del termistor). Usando la tabla de la **Figura 22**, se transforma el valor de kilo-ohmios a grados Celsius. Esta toma de datos se realiza cada minuto. **Por tanto, se recomienda abrir en la web un cronómetro e iniciarlo en el momento de realizar toda la toma de datos.**

## Laboratorios Remotos de Física.

Ahora en el caso de obtener la *conductividad térmica*, se toman medidas en el Arduino y las dos termocuplas del termómetro, (Ver **Figura 20**). Siempre la termocupla uno ( $T_1$ ) se encuentra localizada a 0.21 m de la entrada de vapor, en el tubo de cobre. Por tanto, ésta mostrará el mayor valor en temperatura cuando el vapor pase a través del tubo. En contraste, la termocupla dos ( $T_2$ ) está posicionada después de pasar la mitad del tubo y dicha medida se lee de la regla dispuesta para esto. El valor de la temperatura corresponde al número en el segundo reglón de la pantalla del termómetro. Similar al procedimiento en la expansión térmica se deben tomar datos cada medio o un minuto. Aquí deben consultarse los valores de la densidad y la capacidad calorífica del material del tubo sobre el cual se realizan las medidas.

611,870 $\Omega$ -10 °C	283,600 $\Omega$ 4 °C	139,610 $\Omega$ 18 °C	72,560 $\Omega$ 32 °C	39,605 $\Omega$ 46 °C	22,590 $\Omega$ 60 °C	13,405 $\Omega$ 74 °C	8,240.6 $\Omega$ 88 °C
577,940 -9	269,080 5	133,000 19	69,380 33	37,995 47	21,736 61	12,932 75	7,969.1 89
546,070 -8	255,380 6	126,740 20	66,356 34	36,458 48	20,919 62	12,479 76	7,707.7 90
516,130 -7	242,460 7	120,810 21	63,480 35	34,991 49	20,136 63	12,043 77	7,456.2 91
488,000 -6	230,260 8	115,190 22	60,743 36	33,591 50	19,386 64	11,625 78	7,214.0 92
461,550 -5	218,730 9	109,850 23	58,138 37	32,253 51	18,668 65	11,223 79	6,980.6 93
436,680 -4	207,850 10	104,800 24	55,658 38	30,976 52	17,980 66	10,837 80	6,755.9 94
413,280 -3	197,560 11	100,000 25	53,297 39	29,756 53	17,321 67	10,467 81	6,539.4 95
391,270 -2	187,840 12	95,447 26	51,048 40	28,590 54	16,689 68	10,110 82	6,330.8 96
370,540 -1	178,650 13	91,126 27	48,905 41	27,475 55	16,083 69	9,767.2 83	6,129.8 97
351,020 0	169,950 14	87,022 28	46,863 42	26,409 56	15,502 70	9,437.7 84	5,936.1 98
332,640 1	161,730 15	83,124 29	44,917 43	25,390 57	14,945 71	9,120.8 85	5,749.3 99
315,320 2	153,950 16	79,422 30	43,062 44	24,415 58	14,410 72	8,816.0 86	5,569.3 100
298,990 3	146,580 17	75,903 31	41,292 45	23,483 59	13,897 73	8,522.7 87	

**Figura 22.** Tabla de conversión de kilo-ohmios a grados Celsius del termistor.

Finalmente, para la validación de la *ley de enfriamiento de Newton*, se deben realizar medidas de temperatura vs tiempo. Así que se toman las temperaturas del termómetro reportadas por las dos termocuplas. De nuevo esto se puede realizar cada minuto. Aquí el proceso de calentamiento finaliza, es decir la pantalla del Arduino debe indicar que la máquina de vapor o el generador en este caso está apagado.

Como nota final del procedimiento, se debe realizar todo el proceso de calentamiento y enfriamiento de una vez.

### Simulación

Visitar la siguiente página, y analizar el montaje allí presentado.

Conductividad térmica

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/transporte/conduccion/conduccion.htm#Ley%20de%20Fourier>

Ley de enfriamiento

<https://sites.google.com/site/ss2017haab2/artifact-6/ley-de-enfriamiento-de-newton>

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia

### Preguntas

¿Qué aplicaciones tiene la ley de Newton?

¿Cómo explica la teoría cinética de los gases la conductividad térmica?

¿Qué importancia tiene el coeficiente de dilatación térmica en la construcción de puentes?

### Referencias

1. Incropera, Frank P., De Witt, David P. (1999). Fundamentos de transferencia de calor (4ª edición). Pearson Educación. ISBN 9789701701706.
2. Laider, Keith J. (1993). The World of Physical Chemistry. Oxford University Press. ISBN 0-19-855919-4.
3. Ortiz Berrocal, Luis (2007). Resistencia de materiales. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., ISBN 9788448156336.
4. Isaac Newton Opera quae exstant omnia, ed. Joannes Nichols, vol. 4 (1782), 403–407

### 19. Reflexión y refracción de la luz

Víctor Navarro

Las leyes de los fenómenos ópticos están basadas en que la luz se desplaza en línea recta, por lo que la luz se representa como un rayo que cambia de dirección de desplazamiento al pasar de un medio a otro o al reflejarse en la frontera de dos medios. Cuando un rayo de luz que viaja a través de un medio se encuentra con una frontera que lo lleva a otro medio, una parte de la luz se refleja y otra parte se refracta [1].

Nuestro objetivo es poner a prueba las leyes de reflexión y refracción, además de medir el índice de refracción de una sustancia desconocida y el fenómeno de reflexión total interna que como sabemos sucede cuando la luz pasa de una sustancia cuyo índice de refracción es menor a otra de mayor índice, el rayo refractado se acerca a la normal [2].

Las actividades que el estudiante puede desarrollar son:

Comprobar que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

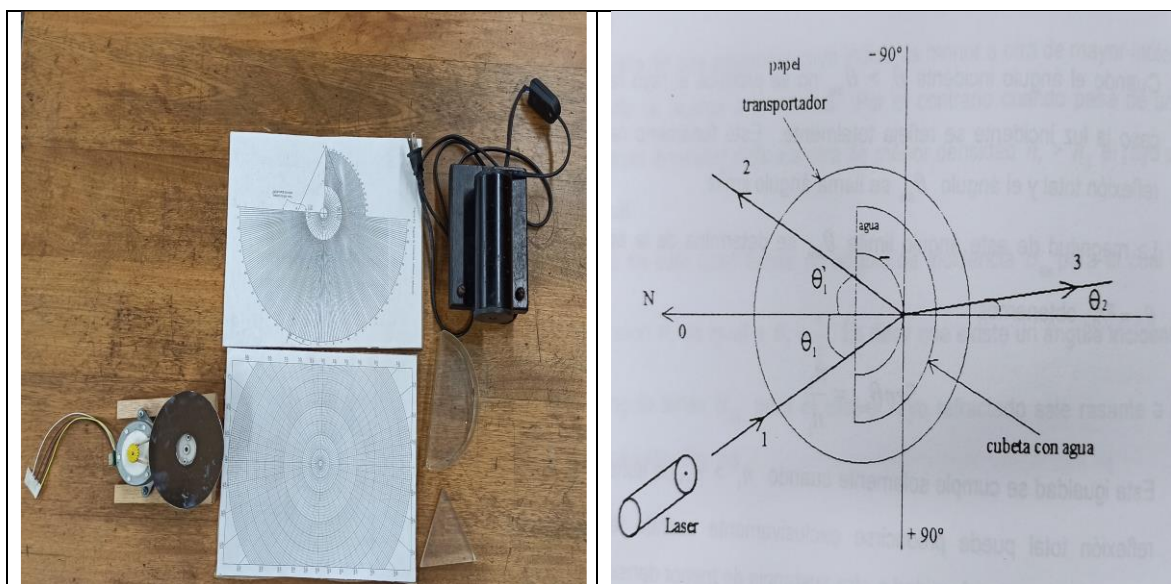
Encontrar el índice de refracción del agua y del prisma, al igual que la velocidad de la luz en estos medios.

Hallar el ángulo de reflexión total interna.

Encontrar el índice de refracción de una sustancia desconocida.

#### Montaje del experimento

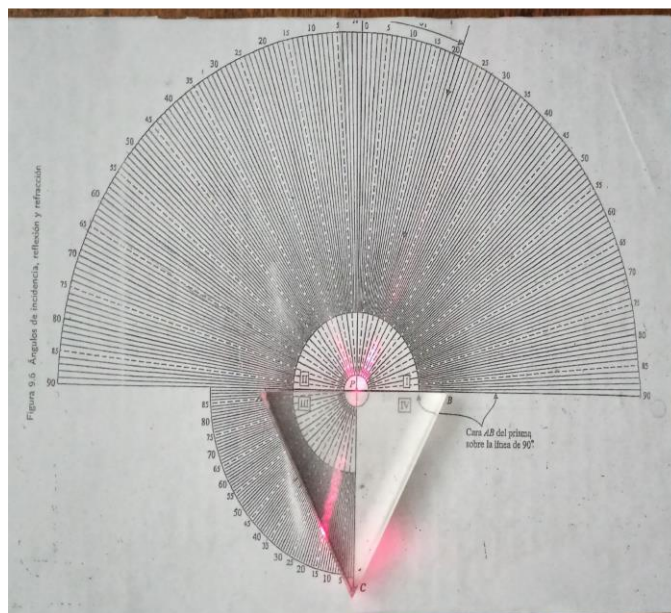
Para la realización del experimento hicimos uso de: Laser, cubeta plástica semicircular, prisma, tablero de papel con medidor de ángulos y un programa en ARDUINO Preguntarle a Fabián nombre que usa un motor de paso, el cual por cada paso barre un ángulo de 2.5o aproximadamente, ver Fig. 23.



**Figura 23:** En la primera imagen vemos el equipo utilizado en la práctica y en la segunda el montaje para la cubeta semicircular con agua [3].



Ahora mostramos un ejemplo de lo que el estudiante podrá observar, de donde finalmente obtendrá los datos necesarios para cumplir con los objetivos, ver Fig. 24.



**Figura 24:** La imagen nos muestra un prototipo de la práctica.

### Óptica física de la luz

A los efectos de la coincidencia espacial y temporal de dos o más ondas se les llama efectos de interferencia [1]. Vamos a considerar la naturaleza ondulatoria de la luz al hacerla pasar por rendijas o aberturas de tamaño no mucho mayor que la longitud de onda de la luz, en donde usaremos los conceptos de desfase, longitud de onda, amplitud de las ondas, etc. Por lo que predomina el enfoque físico sobre el geométrico [3, 4].

Nuestro objetivo es que el estudiante comprenda que es un mínimo, el ancho de un máximo y comprobar patrones de difracción producidos por diferentes aberturas. El estudiante puede encontrar:

El ancho del máximo central y de los máximos laterales para una rendija.

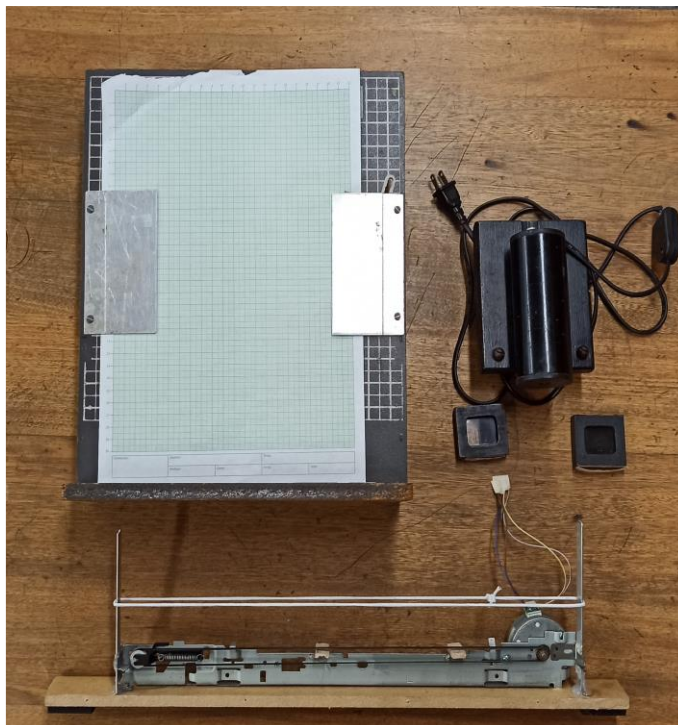
Los máximos y mínimos para una doble rendija.

El patrón de difracción de la rejilla de difracción.

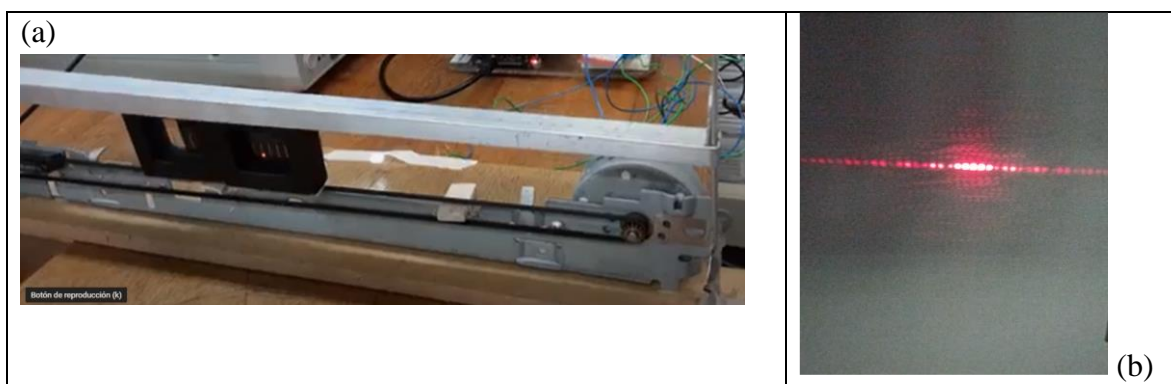
### Montaje del experimento

Para el montaje del experimento hicimos uso de: Laser, tablero con un de papel milimetrado, aberturas y un programa en ARDUINO Preguntarle a Fabián nombre que usa un motor de paso permitiéndonos un control más detallado para poder incidir en las aberturas. ver Fig. 25.

## Laboratorios Remotos de Física.



**Figura 25:** En la imagen mostramos el equipo utilizado para la óptica física de la luz.



**LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).**

**Ciudad Universitaria:** Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia





**Figura 26:** En la imagen se observa el sistema de rejillas, (b) el patrón de difracción y (c) el montaje experimental.

### 20. Ondas en un resorte

*Víctor Navarro*

Las ondas longitudinales en un resorte son equivalentes a la práctica de ondas en una cuerda con ondas transversales, en donde sometemos a vibraciones forzadas un resorte encontrando sus frecuencias de resonancia. En esta práctica el estudiante obtendrá las frecuencias de resonancia de un resorte permitiéndole compararlos con los valores esperados, además de observar osciladores en fase y contrafase en el resorte [3, 5, 6].

#### Montaje del experimento

Para el montaje del experimento hicimos uso de: resorte, oscilador soporte, nuez, varilla y un programa en ARDUINO Preguntarle a Fabián nombre, ver Fig. 27.



**Figura 27:** En la imagen mostramos el oscilador y el resorte utilizado para la práctica.

## **21. Fuerza de rozamiento**

*Víctor Navarro*

Es bien sabido que, si se impulsa un cuerpo con alguna velocidad inicial sobre una superficie plana, al cabo de cierto tiempo se habrá detenido. Este comportamiento se explica por la presencia de una fuerza que actúa en sentido opuesto a la velocidad, cuyo efecto es disminuir progresivamente la velocidad, hasta hacer que el cuerpo quede en reposo. A tal fuerza se le conoce como fuerza de fricción de rozamiento. Por otra parte, un cuerpo colocado sobre un plano inclinado, sin que otras fuerzas actúen sobre él, no se desplazará a no ser que el ángulo del plano inclinado sea mayor al ángulo crítico. Para ángulos menores, la componente del peso a lo largo del plano no producirá movimiento debido a la existencia de la fuerza de estática que la equilibra.

Por ello es necesario aplicar una cierta fuerza mínima para sobrepasar la fricción estática e iniciar el movimiento. La fuerza de fricción depende de la naturaleza de las superficies en contacto [2, 4, 5, 6]. Los objetivos que un estudiante puede alcanzar son:

Encontrar aproximadamente el ángulo crítico en el cual ocurre el movimiento inminente.

El coeficiente de fricción estático y cinético.

Determinar la dependencia entre la fuerza de fricción estática y la normal.

Determinar la dependencia entre la fuerza de fricción cinética y la normal.

### **Montaje del experimento**

Para la realización del experimento y su montaje hicimos uso de: plano inclinado, un bloque con diferentes superficies, nueces, soportes, un motor de paso que controla la inclinación del plano, dos motores de 5V utilizado para recoger la cuerda los cuales tienen un peso de 16 gr y un radio de (para iniciar el movimiento) y un programa en ARDUINO Preguntarle a Fabián nombre, ver Fig. 28.



**Figura 28:** En la imagen se puede observar el montaje experimental del bloque en plano inclinado y en una superficie horizontal.

### Conclusiones

### Bibliografía

- [1] Héctor Alzate, 2007. Física de las ondas. primera edición Ude@. Medellín.
- [2] Profesores instituto de Física, 1992-2009. Manuales de laboratorio Universidad de Antioquia, facultad de ciencias exactas y naturales.
- [3] Héctor Alzate, 1999. Manuales de laboratorio ondas Universidad de Antioquia, facultad de ciencias exactas y naturales.
- [4] J. Goldemberg, 1972. Física general y experimental. Interamericana.
- [5] Raymond Serway.; John Jewett Jr., 1992. Física para ciencias e ingenierías, sexta edición, Thompson.
- [6] Hugo Medina, 2009. Física 2, notas.



## Laboratorios Remotos de Física.



**Grupo de trabajo:** de pie: Carlos Mario Varela, Víctor Gabriel Navarro Serna, Jhon Alejandro Jaramillo Echeverri, Fabián Andrés Castaño Úsuga, Eduin Alexander López Patiño, sentados: Jaime Alberto Osorio Vélez, Vidal Álvarez Vielman.

### LABORATORIOS REMOTOS DE FÍSICA (2022).

Ciudad Universitaria: Calle 67 N° 53-108, bloque 6 oficina 105, Teléfonos: 604 219 56 30, 604 219 56 38

E-mail: [jaime.osorio@udea.edu.co](mailto:jaime.osorio@udea.edu.co)

Nit: 890.980.040-8 ▪ Medellín - Colombia