

# expEYES-17



Manual del Usuario

## Experiencias para Jovenes Ingenieros y Científicos

[http ://expeyes.in](http://expeyes.in)

del

Proyecto PHOENIX  
Centro Acelerador Interuniversitario  
(centro de investigación de I'UGC)  
New Delhi 110 067  
[www.iuac.res.in](http://www.iuac.res.in)

Traducción : Bibiana Boccolini

## Prefacio

El proyecto PHOENIX (PHYSICS WITH HOME-MADE EQUIPMENT & INNOVATIVE EXPERIMENTS : Physique avec un matériel « maison » & des expériences innovantes) comenzó en 2004 en INTER-UNIVERSITY ACCELERATOR CENTRE con el objetivo de mejorar la educación científica en las universidades indias El desarrollo de equipos de laboratorio de bajo costo y la capacitación de docentes son las dos actividades principales de este proyecto..

EXPEYES-17 es una versión avanzada de EXPEYES publicada antes. Está diseñado para ser una herramienta de aprendizaje de experimentación, válida para clases de secundaria y superiores. Hemos tratado de optimizar el diseño para hacerlo simple, flexible, robusto y económico. El bajo precio lo hace accesible a las personas y esperamos ver a los estudiantes haciendo experimentos fuera de las cuatro paredes del laboratorio, que se cierra cuando suena la campana.

Este software se publicó bajo licencias GNU GENERAL PUBLIC LICENSE et CERN OPEN HARDWARE LICENCE. El proyecto ha avanzado gracias a la participación activa y las contribuciones de la comunidad de usuarios y muchas otras personas externas de IUAC. Agradecemos al Dr. D Kanjilal por las etapas necesarios para desarrollar esta nueva versión del trabajo de su desarrollador, Jithin B P, de CSpark Research.

El manual de usuario de EXPEYES-17 se distribuye bajo licencia GNU FREE DOCUMENTATION.

Ajith Kumar B.P.      (ajith@iuac.res.in)   [http ://expeyes.in](http://expeyes.in)  
V V V Satyanarayana

---

## Índice general

---

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. El material</b>	<b>3</b>
2.1. Conexiones externas . . . . .	3
2.2. Kit de accesorios . . . . .	6
<b>3. Instalación del software</b>	<b>9</b>
3.1. Para cualquier distribución GNU/Linux : . . . . .	9
3.2. Distribuciones GNU/Linux Debian o Ubuntu . . . . .	10
3.3. El CD live expEYES / La unidad flash USB . . . . .	10
3.4. Bajo MSWindows . . . . .	10
<b>4. El programa principal de gráficos</b>	<b>13</b>
<b>5. Familiarizarse con ExpEYES17</b>	<b>17</b>
<b>6. Experiencias « escolares »</b>	<b>19</b>
6.1. Medir un voltaje . . . . .	19
6.2. Medir una resistencia . . . . .	20
6.3. Medir resistencias en serie . . . . .	20
6.4. Medir resistencias en paralelo . . . . .	21
6.5. Medir una capacidad . . . . .	21
6.6. Medir la capacidad de capacitores en serie . . . . .	22
6.7. Medir la capacidad de capacitores en paralelo . . . . .	22
6.8. Medir resistencias por comparación . . . . .	23
6.9. Corriente continua y alterna . . . . .	24
6.10. Señal de antena alterna, debido al sector . . . . .	25
6.11. Separación de componentes continuo y alterno . . . . .	25
6.12. El cuerpo humano como conductor . . . . .	26
6.13. Resistencia eléctrica del cuerpo humano . . . . .	27
6.14. Foto-resistencia . . . . .	28
6.15. Voltaje de una pila de limón . . . . .	28
6.16. Un generador alterno simple . . . . .	29

6.17.	Transformador de corriente alterna . . . . .	30
6.18.	Resistencia del agua, en corriente alterna . . . . .	31
6.19.	Generar un sonido . . . . .	32
6.20.	Numerizar un sonido . . . . .	33
6.21.	Estroboscopia . . . . .	33
<b>7.</b>	<b>Experiencias de electrónica</b>	<b>35</b>
7.1.	Osciloscopio de cuatro canales, y más . . . . .	35
7.2.	Rectificación de media onda con una unión PN . . . . .	37
7.3.	Rectificación de onda completa con diodos a unión PN . . . . .	38
7.4.	Desfase utilizando un diodo de unión PN . . . . .	39
7.5.	Defasaje utilizando un diodo de unión PN . . . . .	39
7.6.	Oscilador IC555 . . . . .	40
7.7.	Amplificador inversor . . . . .	41
7.8.	Amplificador no inversor . . . . .	41
7.9.	Integrado de amplificador operacional . . . . .	42
7.10.	Puertas lógicas . . . . .	43
7.11.	Divisor de reloj . . . . .	43
7.12.	Característica U-I de un diodo . . . . .	44
7.13.	Característica de la salida (CE) de un transistor . . . . .	45
7.14.	Transmisión de una señal opto-eléctrica . . . . .	46
<b>8.</b>	<b>Experiencias de electricidad y magnetismo</b>	<b>49</b>
8.1.	Plot I-V Curve . . . . .	49
8.2.	XY plotting . . . . .	50
8.3.	Circuitos RLC, respuesta en estado estable . . . . .	50
8.4.	Respuesta de circuitos RC en régimen transitorio . . . . .	51
8.5.	Respuesta transitoria de circuitos RL . . . . .	52
8.6.	Respuesta transitoria del circuito RLC . . . . .	53
8.7.	Diferenciación e integración RC . . . . .	54
8.8.	Análisis de Fourier . . . . .	55
8.9.	Inducción electromagnética . . . . .	56
<b>9.</b>	<b>Experiencias con el sonido</b>	<b>59</b>
9.1.	Respuesta de frecuencia de un piezo . . . . .	59
9.2.	Velocidad del sonido . . . . .	60
9.3.	Latidos sonoros . . . . .	61
<b>10.</b>	<b>Experiencias de mecánica</b>	<b>63</b>
10.1.	Aceleración de la gravedad con un péndulo pesado . . . . .	63
10.2.	Velocidad angular de un péndulo . . . . .	64
10.3.	Resonancia de un péndulo forzado . . . . .	65
10.4.	Medición de distancia por ultrasonido (ecografía?) . . . . .	65
<b>11.</b>	<b>Otras experiencias</b>	<b>67</b>
11.1.	Medición de la temperatura con una sonda PT100 . . . . .	67
11.2.	Data Logger . . . . .	68
11.3.	Adanced Data Logger . . . . .	68

<b>12. Modulos I2C</b>	<b>71</b>
12.1. B-H Curve . . . . .	71
12.2. Light Sensor Logger . . . . .	72
12.3. MPU6050 . . . . .	72
12.4. I2C Logger . . . . .	73
<b>13. Codificar en Python para expEYES-17</b>	<b>75</b>
13.1. Establecer la conexión . . . . .	75
13.2. set_pv1(v), set_pv2(v) . . . . .	75
13.3. get_voltage(entrada) . . . . .	76
13.4. get_voltage_time(entrada) . . . . .	76
13.5. get_resistance() . . . . .	76
13.6. get_capacitance() . . . . .	76
13.7. get_version() . . . . .	77
13.8. get_temperature() . . . . .	77
13.9. set_state(SALIDA=valor) . . . . .	77
13.10.set_sine(frecuencia) . . . . .	77
13.11.set_sine_amp(amplitud) . . . . .	77
13.12.set_sqr1(frecuencia) . . . . .	78
13.13.set_sqr1_slow(frecuencia) . . . . .	78
13.14.set_sqr2(frecuencia) . . . . .	78
13.15.set_sqr1(frecuencia, cicloDeTrabajo) . . . . .	78
13.16.get_freq(entrada) . . . . .	78
13.17.duty_cycle(entrada) . . . . .	79
13.18.r2ftime(entrada1, entrada2) . . . . .	79
13.19.multi_r2rtime(entrada, nCiclos) . . . . .	79
13.20.select_range(canal, calibre) . . . . .	79
13.21.capture1(entrada, nMuestras, intervaloTiempo) . . . . .	80
13.22.capture2(nMuestras, intervaloTiempo) . . . . .	80
13.23.capture4(nMuestras, intervaloTiempo) . . . . .	81
13.24.set_wave(frecuencia, tipoDeSenal) . . . . .	82
13.25.load_equation(funcion, intervalo) . . . . .	82
13.26.load_table(tabla) . . . . .	83



# CAPÍTULO 1

---

## Introducción

---

La ciencia es el estudio del mundo físico a través de observaciones y experimentos sistemáticos. La buena educación científica es esencial para cultivar una sociedad donde prevalecen el razonamiento y el pensamiento lógico en lugar de la superstición y las creencias irracionales. La educación científica también es esencial para capacitar suficientes técnicos, ingenieros y científicos para la economía del mundo moderno. Es ampliamente aceptado que la experiencia personal resultante de experimentos y observaciones hechas por estudiantes o por maestros como demostración o esencial para la pedagogía de la ciencia. Sin embargo, en casi todas partes la ciencia se enseña en gran parte de los libros de texto sin dar importancia a la experimentación, en parte debido a la falta de equipos. Como era de esperar, la mayoría de los estudiantes no correlacionan su conocimiento del aula con los problemas que se encuentran en la vida cotidiana. Esto puede corregirse hasta cierto punto enseñando ciencias a través de preguntas y experimentación.

El advenimiento de las computadoras personales y su comercialización ha abierto un nuevo camino para los experimentos de laboratorio. Agregar algún equipo a una computadora normal puede convertirlo en un laboratorio de ciencias. Realizar mediciones rápidas con buena precisión permite estudiar una amplia gama de fenómenos. Los experimentos científicos generalmente involucran la medición y el control de ciertos parámetros físicos como temperatura, presión, velocidad, aceleración, fuerza, voltaje, corriente, etcétera. Si la cantidad física estudiada evoluciona rápidamente, es necesario automatizar la medición y una computadora se vuelve útil. Por ejemplo, comprender la variación del voltaje de CA del sector requiere medirlo cada milisegundo.

La posibilidad de realizar experimentos con una precisión razonable también abre la posibilidad de una educación científica orientada a la investigación. Los estudiantes pueden comparar datos experimentales con modelos matemáticos y examinar las leyes fundamentales que rigen muchos fenómenos. El kit ExpEYES (Experimentos para jóvenes ingenieros y científicos) está diseñado para permitir una amplia variedad de experiencias, desde la escuela hasta la universidad. También se puede utilizar como equipo de prueba para ingenieros electrónicos o aficionados al bricolaje. La arquitectura simple y abierta de expEYES permite usuarios para desarrollar

nuevas experiencias sin entrar en los detalles de la electrónica y la programación de computadoras. Este manual del usuario describe \* expEYES-17 \* con varios experimentos, y también hay un manual del programador.



## CAPÍTULO 2

---

### El material

---

ExpEYES-17 está conectado y alimentado a través del puerto USB de la computadora. Para conectar señales externas, tiene varias entradas / salidas, ubicadas en cada lado, como se muestra en la figura: ref: *fig-e17*. Puede monitorear y controlar voltajes en sus conexiones. Para medir otros parámetros (como temperatura, presión, etc.), es necesario convertirlos en señales eléctricas utilizando sensores adecuados.

La precisión de las mediciones de voltaje está condicionada por la estabilidad de la referencia a:  $3,3\text{ V}$  utilizada, ella varía de  $50\text{ ppm}$  por grados Celsius. Los errores de ganancia y compensación se eliminan mediante una calibración inicial, utilizando el convertidor analógico a digital de 16 bits.

Aunque nuestro primer objetivo es experimentar, le recomendamos que lea la breve descripción del material a continuación. El dispositivo también se puede utilizar como equipo de prueba para experimentos de electricidad y electrónica.

#### **IMPORTANTE :**

*Los voltajes externos conectados a ExpEYES17 deben estar dentro de los límites permitidos. Las entradas A1 y A2 deben estar en el intervalo  $\pm 16$  los voltios y las entradas IN1 e IN2 deben estar en el rango de 0 a  $3.3\text{ V}$ . El voltaje excesivo puede causar daños permanentes. Para medir voltajes más altos, disminuya usando divisores de voltaje.*

### 2.1 Conexiones externas

Las funciones de las conexiones externas se explican brevemente a continuación. Todos los terminales de color negro son masas ( $0\text{ V}$ ), todos los demás voltajes se miden en relación con ellos.



Figura 1: ExpEYES17

El frente de ExpEYES17 con las conexiones externas en la parte superior.

### 2.1.1 Las salidas :

#### Fuente de corriente constante (CCS) :

La fuente de corriente constante puede habilitarse o deshabilitarse (ON y OFF) bajo control del software. El valor nominal es 1.1 mA pero puede variar de una unidad a otra debido a la tolerancia de los componentes. Para medir su valor exacto, conecte un amperímetro entre CCS y GND. Otro método es conectar una resistencia conocida. (alrededor de  $1\text{ k}\Omega$ ) y medir la diferencia potencial en los terminales. La resistencia de carga debe ser inferior a  $3\text{ k}\Omega$  para esta fuente actual.

#### 2.1.2 Voltaje programable (PV1) :

El software puede configurarlo a cualquier valor en el rango de -5 V a +5 V. La resolución es de 12 bits, lo que implica una resolución de voltaje de aproximadamente  $2,5\text{ mV}$ .

#### Voltaje programable (PV2) :

Se puede configurar mediante software a cualquier valor en el rango de -3.3 V a +3.3 V. La resolución es de 12 bits.

#### Señal cuadrada SQ1:

La salida oscila entre 0 y 5 V y la frecuencia se puede ajustar entre 10 Hz y 100 kHz. Todos los valores de frecuencia intermedios no son posibles. El ciclo de trabajo puede ser programado. Establecer la frecuencia en 0 Hz provoca un estado ALTO en la salida, y si se establece en -1 Hz, la salida pasa al estado BAJO; en ambos casos la generación de señal cuadrada está

desactivada. La salida SQR1 tiene una **resistencia en serie** de  $100\ \Omega$  integrado para que pueda controlar los LED directamente.

### **Señal cuadrada SQ2:**

La salida oscila entre 0 y 5 V y la frecuencia se puede ajustar entre 10 Hz y 100 kHz. Todos los valores de frecuencia intermedios no son posibles. El ciclo de trabajo puede ser programado. La salida SQR2 no está disponible cuando WG está activo.

### **Salida digital (OD1) :**

El voltaje en OD1 se puede configurar a 0 o 5 V, por software.

### **Señal Sinusoidal/Triangular WG :**

Su frecuencia se puede ajustar entre 5 Hz y 5 kHz. El valor máximo se puede establecer en 3 V, 1.0 V u 80 mV. La forma de la señal es programable. Usando la interfaz de usuario puede seleccionar una forma sinusoidal o triangular.  $\overline{WG}$  es la señal de WG, inversa..

## **2.1.3 Entradas :**

### **Medición de capacidad IN1 :**

Se puede medir el valor de un condensador conectado entre IN1 y GND. Funciona mejor para valores de capacidad pequeños, hasta 10 nF, los resultados son menos precisos más allá de eso.

### **Medidor de frecuencia IN2 :**

Es capaz de medir frecuencias de hasta varios MHz.

### **Sensor de resistencia (SEN) :**

Esta entrada está especialmente diseñada para sensores como fototransistores (LDR), termistores, fototransistores, etc. La entrada SEN está conectada internamente a 3.3 V a través de una resistencia de  $5,1\ k\Omega$ .

### **Entradas analógicas $\pm 16V$ , A1 & A2 :**

Estos pueden medir voltajes alrededor de  $\pm 16\ V$ . Podemos elegir el tamaño de 0.5 V a 16 V en escala completa. El voltaje de estas entradas se puede visualizar en función del tiempo, lo que proporciona una función de osciloscopio para bajas frecuencias. La tasa de muestreo más alta es 1 Méc/s para un solo canal. Cada una de las entradas tiene una impedancia de  $1\ M\Omega$ .

### Entrada analógica $\pm 3,3V$ A3 :

Esto puede medir un voltaje en el intervalo  $\pm 3,3 V$ . Esta entrada puede amplificarse conectando una resistencia entre Rg y GND,  $gain = 1 + \frac{Rg}{10000}$ . Esto permite que se muestren señales de amplitud muy pequeña. La impedancia de la entrada A3 es  $10 M\Omega$ .

### Entrada de micrófono MIC :

Se puede conectar un micrófono de condensador a este terminal para capturar la señal en la salida.

### 2.1.4 Interfaz para sensores I2C :

Las cuatro conexiones (+5 V, GND, SCL et SDA) ubicado en la regleta de conexión Berg admite los sensores de la familia I2C. El software puede reconocer una gran cantidad de sensores I2C disponibles comercialmente.

### 2.1.5 Alimentación $\pm 6 V/10 mA$ :

Los terminales VR + y VR- son fuentes de alimentación reguladas. Proporcionan potencia, pero lo suficiente como para alimentar un amplificador operacional.

## 2.2 Kit de accesorios

Algunos accesorios vienen con expEYES.

- Cables eléctricos, con terminal macho rígido y con pinza de cocodrilo.
- Micrófono de condensador con sus cables.
- Bobina de inducción (2): alambre aislado 44SWG enrollado en una bobina de 1 cm de diámetro. Aproximadamente 3000 vueltas (puede haber algunas vueltas más). Estas bobinas se pueden usar para estudiar inductancia, inducción electromagnética, etc.
- Disco piezoeléctrico (2): su frecuencia de resonancia es de aproximadamente 3500 Hz. Puede ser alimentado por la salida WG o SQR1. El disco está encerrado en una carcasa de plástico que forma una cavidad, lo que aumenta la amplitud del sonido producido.
- Motor DC: debe ser alimentado por un voltaje DC de menos de 3 V.
- Imanes permanentes: (a) diámetro y longitud 10 mm (b) diámetro 5 mm y longitud 10 mm (c) imanes de tamaño de botón (2)
- LED 5 mm: rojo, azul, verde, blanco.
- Condensadores : 100 pF, 0.1  $\mu F$  , 1  $\mu F$  et 22  $\mu F$
- Inductancias : 10 mH / 20  $\Omega$ ,

- Resistencias :  $560\ \Omega$ ,  $1\ k\Omega$ ,  $2,2\ k\Omega$ ,  $10\ k\Omega$ ,  $51\ k\Omega$  et  $100\ k\Omega$
- fotoresistencia (LDR )
- Dos diodos de silicio (1N4148) y un diodo Zener de  $3,3\ V$
- Transistor NPN (2N2222)



## CAPÍTULO 3

---

### Instalación del software

---

ExpEYES puede ejecutarse en cualquier computadora con un intérprete de Python y un módulo de Python para acceder al puerto serie. La interfaz USB es compatible con el programa controlador que presenta el puerto USB como un puerto RS232 para los programas de aplicación. La comunicación con el cuadro expEYES se realiza mediante una biblioteca escrita en lenguaje Python.

Se han escrito programas con una interfaz gráfica de usuario para muchos experimentos. El software Eyes17 depende de los siguientes paquetes de software:

- `python3-serial`
- `python3-numpy`
- `python3-scipy`
- `python3-qt5`
- `python3-pyqtgraph`

### 3.1 Para cualquier distribución GNU/Linux :

Descargar **eyes17-x.x.x.zip** (la última versión) desde **<http://expeyes.in>** y descomprima este archivo, luego vaya a la nueva carpeta. Escribe los comandos :

```
$ sudo sh postinst          # donne la permission d'accès à tous
$ python main.py
```

Recibirá mensajes de error para cualquier paquete faltante que pueda ser necesario para expeyes. Instale estos paquetes e intente nuevamente. Los programas de Python necesarios para

muchos experimentos están en el mismo directorio, son llamados por `main.py`.

### 3.2 Distribuciones GNU/Linux Debian o Ubuntu

Descargar **eyes17-x.x.x.deb** (la última versión) desde la zone de escargas de <http://expeyes.in> e instalar usando el comando :

```
$ sudo gdebi eyes17-x.x.x.deb
```

mientras estamos conectados a internet

El paquete `eyes17` (version supérieure a 3) no depende de versiones anteriores d'ExpEYES, como `expeyes-junior`. Durante la instalación `gdebi` descargará automáticamente e instalará los paquetes necesarios.

**N.B. :** también podemos usar el comando :

```
$ sudo apt install eyes17
```

mientras estamos conectados a internet; el paquete `eyes17` disponible en la distribución (actualmente en `debian` / `buster` o `ubuntu` / `bionic`) así como todas sus dependencias serán descargadas e instaladas.

### 3.3 El CD live expEYES / La unidad flash USB

La imagen ISO que ofrece soporte para `eyes17` está disponible AQUÍ para descargar. Cree un DVD de arranque o una memoria USB con esta imagen ISO (descargue `rufus` desde <https://rufus.akeo.ie> para hacerlo en MSWindows)

Apague la PC y conecte la unidad flash USB o inserte el CD live, luego encienda la computadora. Ingrese al BIOS durante la fase de inicio y tenga en cuenta el CD o la unidad USB como primer medio de arranque. Reinicie guardando esta configuración. Aparecerá un escritorio y puede ejecutar `expEYES-17` desde el menú **Applications->Éducation->ExpEYES-17**.

También se puede iniciar desde una terminal con el comando :

```
$ python /usr/share/expeyes/eyes17/main.py
```

### 3.4 Bajo MSWindows

En primer lugar, debe instalar el software del controlador para el convertidor USB de la serie MCP2200, que está disponible en el sitio web de Microchip (y también en el sitio web de `expeyes`). Después de instalar este controlador aparecerá un puerto COM, que puede probarse utilizando el administrador de dispositivos de MSWindows. Entonces hay dos opciones..



Un archivo zip que contiene todas las cosas necesarias para ExpEYES está disponible en el sitio `expeyes`, bajo el nombre `eyes17win.zip`. Descargue y descomprima este archivo y luego inicie `main.py` desde allí. Con este método, no podremos escribir código Python nosotros mismos para acceder a `expeyes`; Para hacer esto, instale de la siguiente manera:

- Python version 2.x
- python-serial
- python-qt4
- python-pyqtgraph
- python-numpy
- python-scipy

Descargar el fichero “`eyes17-x.x.x.zip`” (la última version) Al descomprimir este archivo obtenemos una carpeta llamada `**eyes17**`, inicie `**main.py**` desde allí.



## CAPÍTULO 4

### El programa principal de gráficos

Inicie Aplicaciones-> Educación-> ExpEYES-17 desde el menú. Una pantalla de osciloscopio de cuatro canales con muchas más funciones, abierta como se muestra en la figura [Scope17](#). Podemos elegir muchas experiencias del menú.

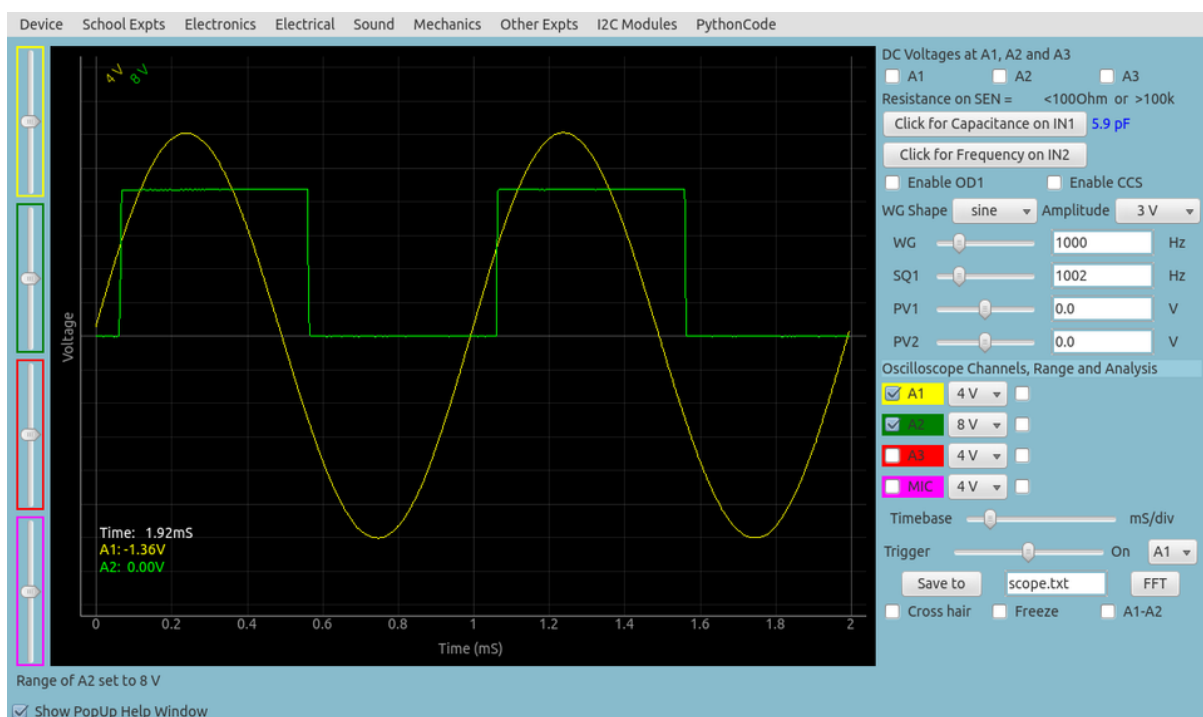


Figura 1: Scope17  
La pantalla scope17 que muestra dos trazas

La ventana principal aparece como un osciloscopio de baja frecuencia con cuatro canales y varias funciones más a la derecha de la pantalla. Puede seleccionar aplicaciones para múltiples

experiencias de menú desde la barra superior. Una breve descripción del programa. El alcance se da a continuación.

- Cada una de las cuatro entradas (A1, A2, A3 o MIC) se puede activar usando su casilla de verificación. Los calibradores se pueden seleccionar haciendo clic en el botón de menú a la derecha de la casilla de verificación. El calibre deseado se elige del menú emergente.
- Hay otra casilla de verificación para habilitar el ajuste matemático de datos usando una plantilla  $V = V_0 \sin(2\pi ft + \theta) + C$  para mostrar amplitud y frecuencia.
- La escala horizontal (base de tiempo) se puede ajustar mediante un control deslizante, desde una escala completa de 0,5 ms hasta una escala completa de 500 ms.
- El botón de verificación **Congelar**, le permite hacer una pausa o volver a la operación normal del osciloscopio.
- El nivel de activación se puede configurar con un control deslizante, y hay un botón de menú para seleccionar la fuente de sincronización.
- Para guardar los rastros en un archivo, edite el nombre del archivo deseado haciendo clic en el botón **Guardar como**.
- Cuando hacemos clic en **FFT** Los espectros de frecuencia de los canales seleccionados se muestran en ventanas emergentes.

Además del osciloscopio, hay varias opciones de control / medición disponibles en la interfaz de usuario, que se explican a continuación. :

- Si se selecciona, los voltajes en las entradas A1, A2 y A3 se muestrean cada segundo y se muestran.
- La resistencia conectada entre SEN y GND se mide y se muestra cada segundo.
- Si hacemos clic en **Capacidad en IN1**, se mide el valor del condensador conectado entre IN1 y GND.
- Si hacemos clic en **Frecuencia en IN2**, medimos la frecuencia de una fuente externa (estándar TTL) conectada a IN2
- La forma del generador de señal WG se puede seleccionar con un botón de menú, la forma predeterminada es sinusoidal. Podemos cambiar a triangular. Cuando se elige la opción de onda cuadrada, la salida se mueve a SQ2. No puede usar una señal sinusoidal / triangular y usar SQ2 al mismo tiempo.
- La frecuencia de la señal WG se puede ajustar con el control deslizante o el botón de menú, la forma predeterminada es sinusoidal. Podemos cambiar con la entrada de texto. Los dos métodos de entrada se esclavizan entre sí: cuando mueve el cursor, el texto cambia, y cuando ingresa un texto, el cursor se ajusta. La frecuencia se ajusta al valor más cercano posible y se muestra en la ventana de mensajes a continuación. La amplitud de la salida WG se puede establecer en 3 V, 1 V u 80 mV.
- SQ1 se puede configurar utilizando el mismo método que el anterior. El ciclo de trabajo se puede establecer entre 1 % y 99 %, el valor predeterminado es 50 %.
- Las dos salidas de voltaje programables PV1 y PV2 también se configuran de manera similar. ...

- Se proporcionan botones de verificación para controlar OD1 y CCS.



## CAPÍTULO 5

---

### Familiarizarse con ExpEYES17

---

Antes de comenzar los experimentos, hagamos algunos ejercicios simples para familiarizarnos con expEYES-17. Inicie su computadora con el live CDROM, conecte el dispositivo a un puerto USB e inicie el programa EYES-17 desde el menú « Aplicacioness->Ciencias ». Active la opción «ventana de ayuda emergente» y seleccione los primeros elementos del menú « Exp. escolares ».

Los siguientes capítulos están estructurados de acuerdo con los menús del programa eyes17, cada capítulo contiene las experiencias disponibles en el menú correspondiente, como « Exp. escolares », « Electrónica », « Électricité », etc. Para realizar el experimento, lo seleccionamos en el menú. La ayuda en línea está disponible para cada experimento, de forma redundante con este manual

Las capturas de pantalla proporcionadas en este documento no provienen de la interfaz de usuario, ya que las imágenes con un fondo negro son problemáticas cuando se imprimen. Los gráficos son generados por un código independiente.





## CAPÍTULO 6

---

### Experiencias « escolares »

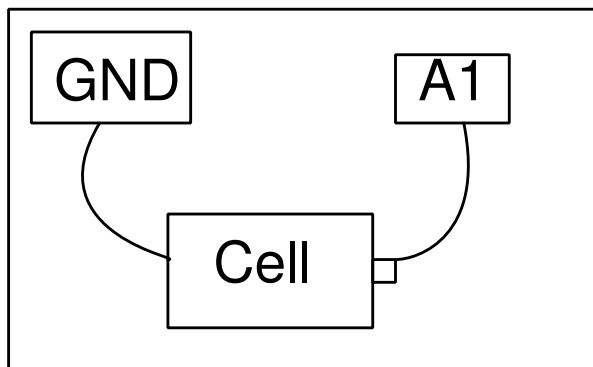
---

En este capítulo se discutirán experiencias y demostraciones sin mucho análisis de los datos, las experiencias están en el menú **Experiencias escolares**. Se harán tareas sencillas como medir un voltaje, una resistencia, etc., utilizando resistencias que cambian con la temperatura o la luz. El concepto de corriente alterna es introducido trazando la curva de un voltaje en función del tiempo. Serán consideradas la generación y la digitalización de un sonido serán consideradas. Cuando se selecciona una experiencia, la pantalla de ayuda correspondiente aparece, si está arreglada así.

#### 6.1 Medir un voltaje

##### Objetivo

Aprender a medir el voltaje utilizando expEYES y obtener una comprensión del concepto de masa eléctrica (descarga a tierra). Se necesitan una pila seca y dos hilos de conexión.



##### Procedimiento

- Observar el voltaje mostrado por A1.

- Volver invirtiendo las conexiones a la pila. Concluir.

### Discusión

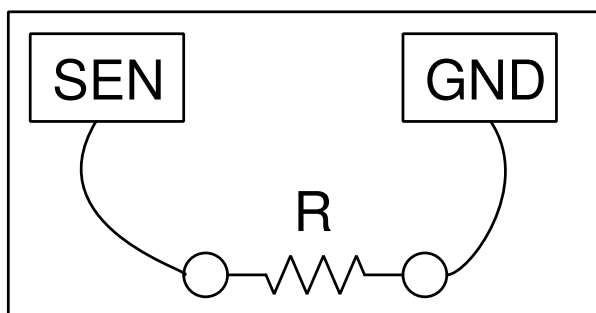
El voltaje medido es +1,5 V y se cambian en -1,5 V después de la inversión de conexiones.

La diferencia de potencial se mide entre dos puntos. Uno puede ser considerado como cero volt, o potencial de la masa (GND, Tierra). El voltaje mostrado por expEYES es una medida del voltaje relativo a las conexiones de masa, identificadas como GND. Tuvimos el terminal negativo de la pila a GND y el positivo esta a +1,5 V relativamente a GND. *¿Daría el voltaje correcto si la conexión a masa [Tierra] no estuviera conectada?*

## 6.2 Medir una resistencia

### Objetivo

ExpEYES tiene un terminal marcado **SEN**, que se puede utilizar para medir resistencias en el intervalo  $100\ \Omega$  a  $100\ k\Omega$ .



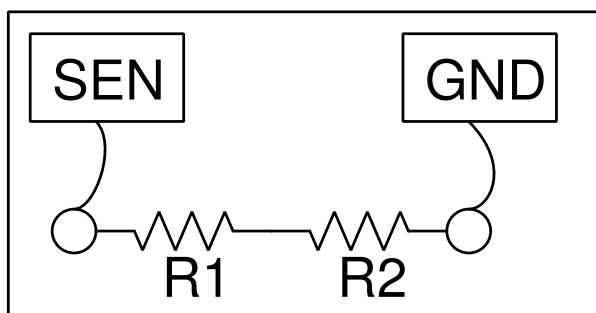
### Procedimiento

- Conectar la resistencia entre terminales SEN y GND
- Observar el valor mostrado en el panel de derecha.

## 6.3 Medir resistencias en serie

### Objetivo

La resistencia equivalente a una serie de resistencias es  $R = R_1 + R_2 + \dots$



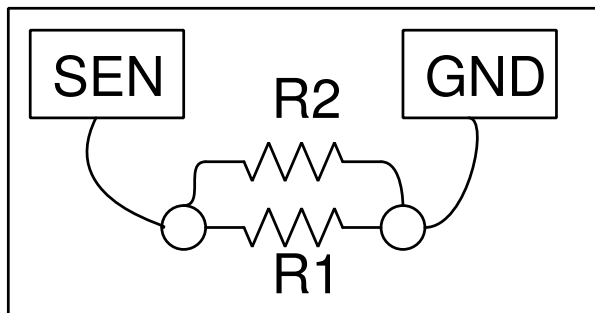
### Procedimiento para dos resistencias

- Conectar una resistencia a SEN y otra a GND. Conectar ambos terminales opuestos de las resistencias entre sí.
- Observar el valor mostrado en el panel de derecha.

## 6.4 Medir resistencias en paralelo

### Objetivo

Para resistencias en paralelo, la relación para calcular la resistencia equivalente:  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$



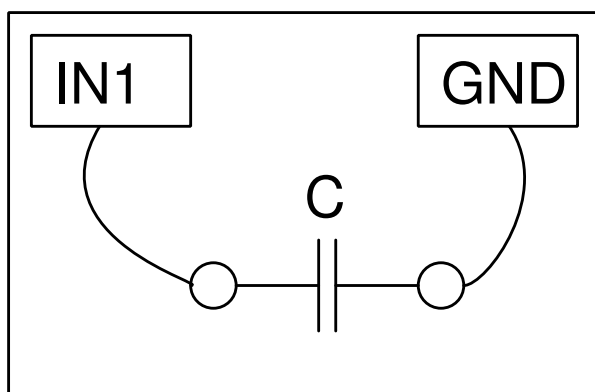
### Procedimiento para dos resistencias

- Conectar ambas resistencias entre SEN y GND.
- Observar el valor mostrado en el panel de derecha.

## 6.5 Medir una capacidad

### Objetivo

Medir la capacidad de un capacitor.



### Procedimiento

- Conectar el capacitor entre IN1 y GND.
- Hacer clic en «Capacidad en IN1». No se debe tocar el capacitor durante la medida.

### Discusión

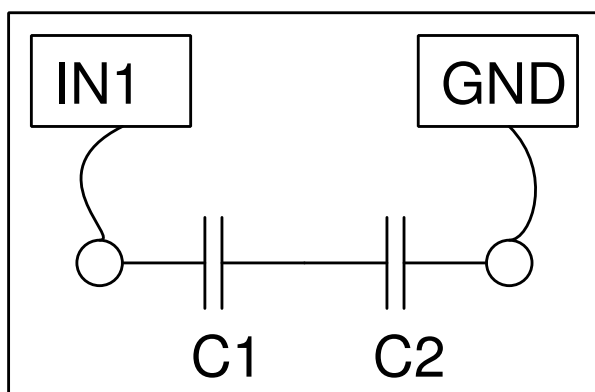
Se ha utilizado un capacitor de 100 pF para esta actividad.

Se puede crear capacitores si se pega finas hojas de metal en ambas caras de un aislante como papel, poliestireno o vidrio.

## 6.6 Medir la capacidad de capacitores en serie

### Objetivo

Medir la capacidad de capacitores en serie.



### Procedimiento para dos capacitores

- Conectar un capacitor en IN1 y otro en GND. Conectar ambas extremidades opuestas de los capacitores entre sí.
- Hacer clic en «Capacidad en IN1». No se deben tocar los capacitores durante la medida.

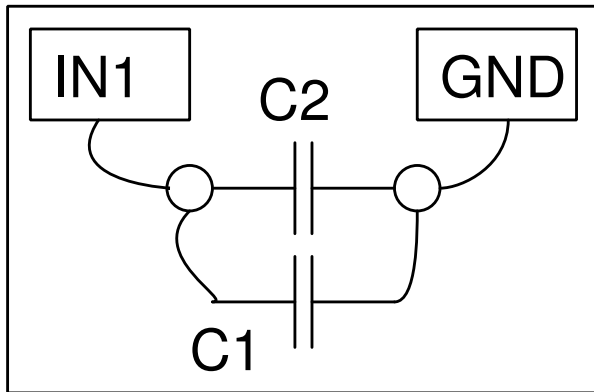
### Discusión

Para capacitores en serie, se calcula la capacidad equivalente gracias a la relación:  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$

## 6.7 Medir la capacidad de capacitores en paralelo

### Objetivo

Medir la capacidad de capacitores en paralelo.



### Procedimiento para dos capacitores

- Conectar ambos capacitores entre IN1 y GND.
- Hacer clic en «Capacidad en IN1». No se deben tocar los capacitores durante la medida.

### Discusión

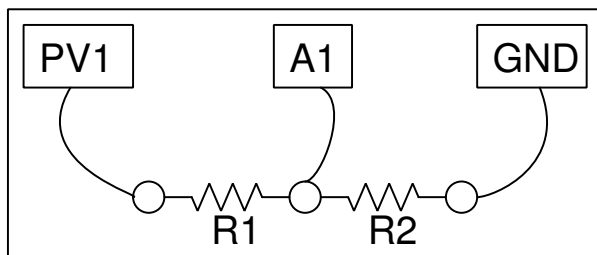
Para capacitores en paralelo, se calcula la capacidad equivalente gracias a la relación:  $C = C_1 + C_2 + \dots$

## 6.8 Medir resistencias por comparación

### Objetivo

Aprender a aplicar la Ley de Ohm para encontrar el valor de una resistencia desconocida comparándola con una resistencia conocida.

El voltaje a través de una resistencia viene dada por  $U = RI$ . Si la corriente que pasa a través de dos resistencias es la misma, entonces el cociente de los voltajes será el mismo que el cociente de las resistencias,  $I = U_{A1}/R_2 = (U_{PV1} - U_{A1})/R_1$ .



### Procedimiento

- Conectar la resistencia desconocida entre PV1 y A1.
- Conectar  $1\text{ k}\Omega$  ( $R_2$ ) entre A1 y GND.
- Fijar PV1 en 4 V.
- Medir el voltaje en A1. Calcular el corriente  $I = U_{A1}/R_2$ . Valor de  $R_1 = (U_{PV1} - U_{A1})/I$ .

- Seleccionar « Electricidad->Dibujar la curva Corriente-Voltaje » en el menú para tener una curva I-U.

### Discusión

¿Cuál es el límite de este método? ¿Cómo se elige la resistencia de referencia? Supongamos que el valor desconocido está en  $M\Omega$ , ¿cuál sería la caída de voltaje en una resistencia de referencia de  $1\text{ k}\Omega$ ? Nuestra medida de voltaje tiene una resolución de  $1/4096$ .

Usaremos este método más adelante para medir la resistencia de soluciones, con corriente alterno.

## 6.9 Corriente continua y alterna

### Objetivo

Introducir el concepto de voltaje dependiente del tiempo, gracias a una curva  $U(t)$ . Comparar las curvas continuas y alternas.

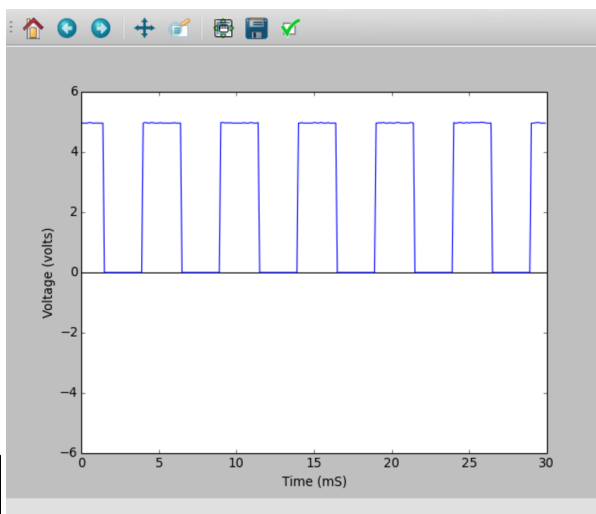


### Procedimiento

- Fijar PV1 en 2 V y fijar WG en 200 Hz
- Activar el análisis en A1, para medir el amplitud y la frecuencia.
- Activar A2

### Discusión

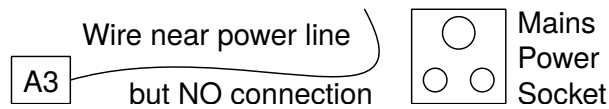
En la curva, si la línea del voltaje no cambia (si está horizontal), es corriente continua pura. Si el voltaje cambia con el tiempo, hay un componente alterno. Si el voltaje medio se anula, entonces es alterna pura. En la segunda curva, el voltaje cambia entre cero y cinco voltios; ¿sería corriente alterna, continua, o cualquier otra cosa?



## 6.10 Señal de antena alterna, debido al sector

### Objetivo

Estudiar la alimentación del sector con corriente alterna. Explorar el fenómeno de la propagación de voltajes alternativos a través del espacio.

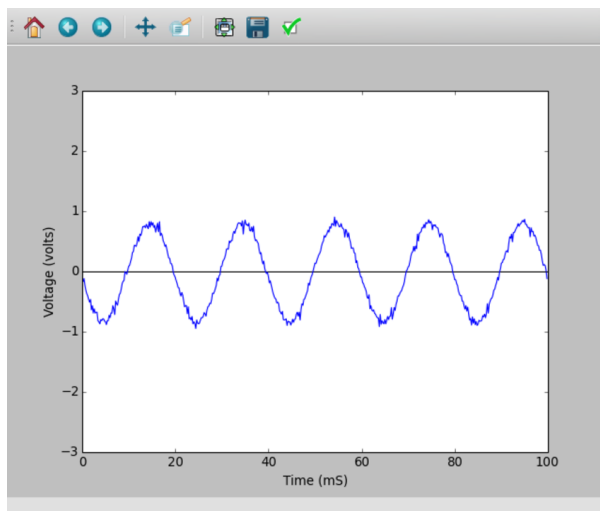


### Procedimiento

- Conectar un largo trozo de cable eléctrico en A3
- Colocar el otro extremo del cable eléctrico cerca de un cable eléctrico conectado a la red eléctrica (nunca toque el cable).
- Activar A3, y su análisis.

### Discusión

La señal de antena del sector está mostrada abajo: hay cinco ciclos en 100 ms. Sin hacer ninguna conexión, ¿cómo es posible recuperar un voltaje alterno de la red eléctrica? ¿Por qué cambia el valor del voltaje cuando se toca el cable conectado en A3 con el mano?

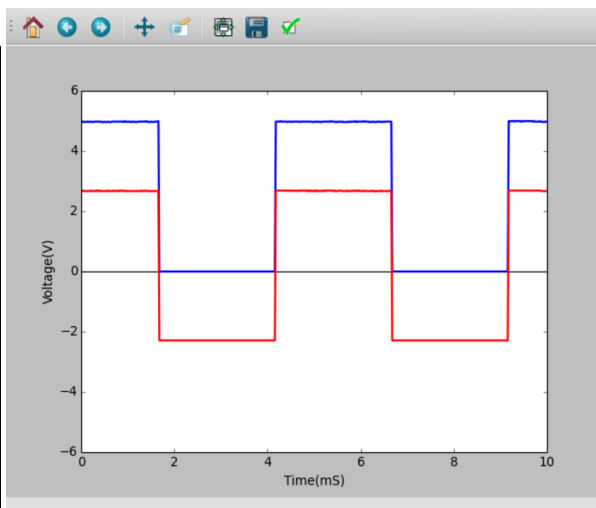
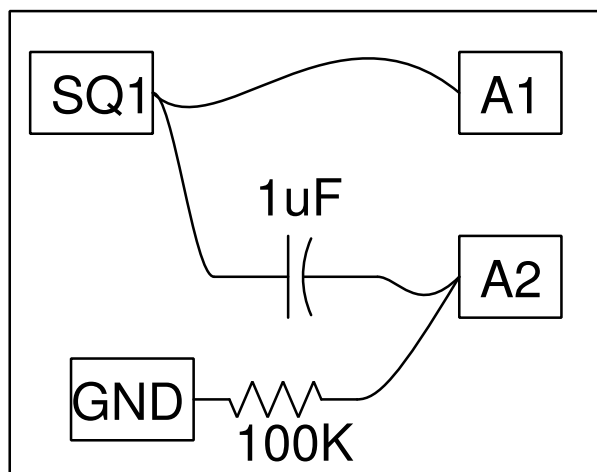


## 6.11 Separación de componentes continuo y alterno

### Objetivo

Separar los componentes alterno y continuo de una señal con un capacitor.

### Procedimiento



- Fijar SQR1 en 500 Hz
- Activar A1 y A2 - Ajustar la escala horizontal para observa algunos ciclos.

### Discusión

Los señales observadas con y sin el capacitor en serie están mostrados en la figura. El voltaje oscila entre 0 y 5 V. Después de atravesar un capacitor, el voltaje oscila entre -2,5 V y +2,5 V.

¿Qué obtendría si restara 2.5 V de la coordenada de cada punto en el primer gráfico? Eso es lo que hizo el condensador. Se opuso al paso del componente en voltaje continuo. El voltaje original puede considerarse como la superposición de un voltaje de alterno de 5 V (pico a pico) y un voltaje continuo de 2,5 V.

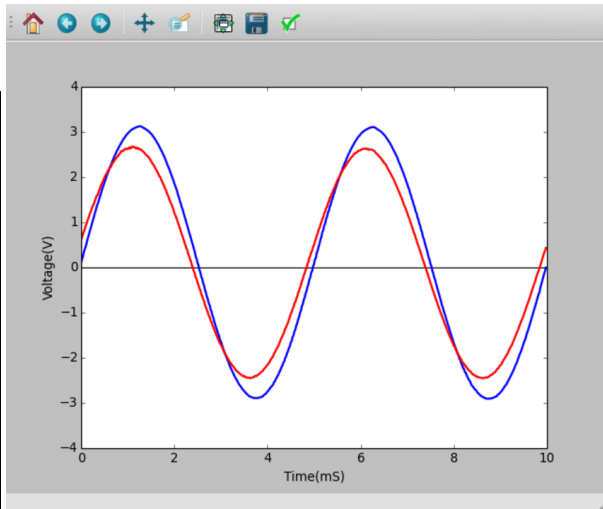
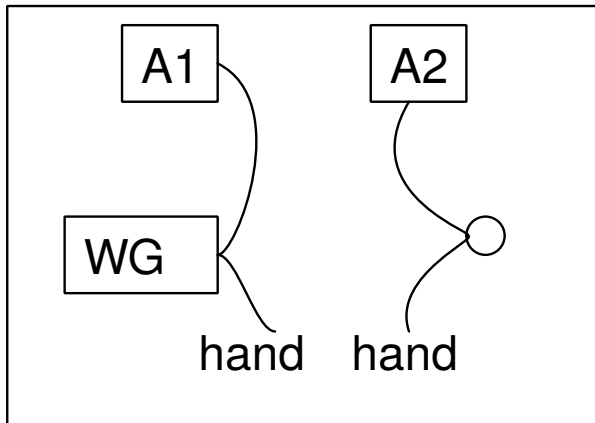
Puede ser necesario conectar una resistencia entre A2 y GND para ver una señal oscilante entre -2.5 y +2.5 V. Quitar la resistencia y observar la señal.

## 6.12 El cuerpo humano como conductor

### Objetivo

Tocar un terminal del sector es fatal porque nuestro cuerpo conduce la electricidad. Se puede explorar este fenómeno con señales de pequeño voltaje.





### Procedimiento

- Fijar WG en 200 Hz.
- Activar A1, A2 con sus análisis.
- Conectar WG y A1, por un hilo.
- Conectar WG y A2 con su cuerpo y notar los voltajes.
- Reiterar con una señal de 3 V continuos procedente de PV1.

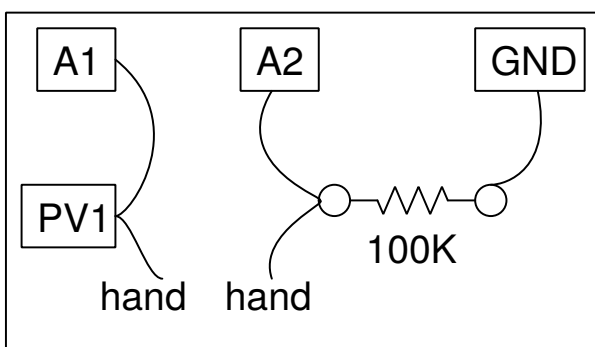
### Discusión

El voltaje pico a pico que se observa es menos de 3 V, debido a la resistencia del cuerpo humano. Pueden ser perturbaciones debidas a la señal a 50 hercios del sector, captados por efecto de antena. Se los puede eliminar si se trabaja lejos de las líneas de alimentación del sector, con un ordenador portátil.

## 6.13 Resistencia eléctrica del cuerpo humano

### Objetivo

Medir la resistencia eléctrica del cuerpo humano, comparándola a una resistencia conocida. Se empieza con una señal continua procedente de PV1 y después se continua con una señal alterna procedente de WG.



### Procedimiento

- Fijar PV1 en 3 V
- Conectar PV1 con A2, atravesando su cuerpo, y medir el voltaje en A2.
- Calcular la resistencia de su cuerpo como fue explicado en la sección 2.4
- Reiterar utilizando una señal sinusoidal remplazando PV1. Activar las análisis de A1 y A2 para medir los voltajes.

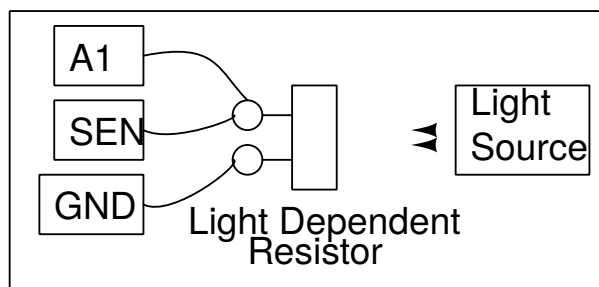
### Discusión

Las medidas en corriente continua están más afectadas por ruidos eléctricos. La resistencia en corriente alterna es inferior a la resistencia en corriente continua, supuestamente. La resistencia es debida a nuestra piel, la corriente pasa ahí como a través de un capacitor.

## 6.14 Foto-resistencia

### Objetivo

Estudiar una foto-resistencia (LDR). Medir la intensidad de la luz y su variación con la distancia a la fuente.



### Procedimiento

- Medir la resistencia de la LDR, para varias intensidades de luz.
- Iluminar la LDR con una lámpara fluorescente, supuestamente A1 mostrará variaciones.
- Fijar A1 en modo alterno y medir la frecuencia de la oscilación.

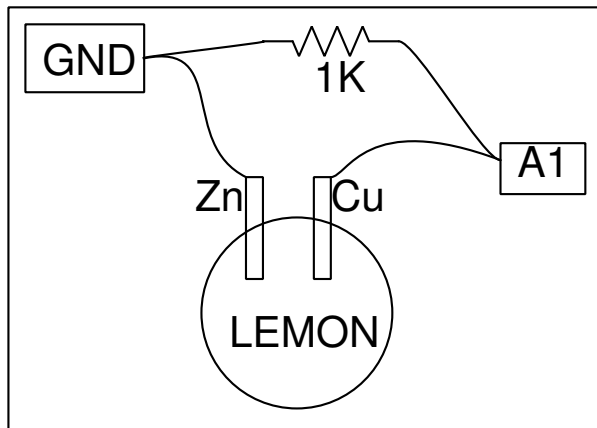
### Discusión

La resistencia varia de  $1\text{ k}\Omega$  hasta cerca  $100\text{ k}\Omega$  según la luz que la ilumina. El voltaje es proporcional a la resistencia (si la corriente no cambia). La resistencia baja cuando la iluminación sube. Si se utiliza una fuente de luz puntual, la resistencia aumenta supuestamente como el cuadrado de la distancia entre foto-resistencia y fuente de luz.

## 6.15 Voltaje de una pila de limón

### Objetivo

Crear una fuente de voltaje insertando placas delgadas de zinc y de cobre en un limón. Explorar las posibilidades de generar corriente, y la resistencia interna.



### Procedimiento

- Hacer clic en A1 para medir el voltaje.
- Medir el voltaje con y sin una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$ .

### Discusión

El voltaje entre zinc y cobre es aproximadamente 0.9 V. Cuando se conecta la resistencia, puede disminuir hasta cerca 0.33 V. Cuando se conecta la pila, la corriente comienza a fluir a través de la resistencia. Pero ¿por qué disminuye el voltaje?

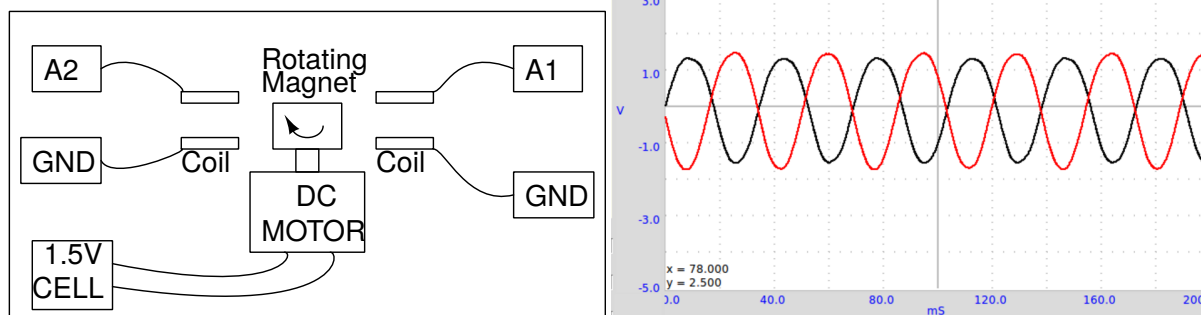
Cuál es la resistencia interna de la batería?

La corriente es causada por el movimiento de cargas eléctricas y debe circular completamente. Esto significa que la corriente también tiene que pasar por la batería. Según la resistencia interna de la batería, parte del voltaje se pierde dentro de la propia batería. ¿Ocurrirá lo mismo con una pila seca nueva del comercio?

## 6.16 Un generador alterno simple

### Objetivo

Medir la frecuencia y el amplitud de una tensión inducida voltaje en un bobinado por un imán en rotación. Se utiliza el imán de  $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$  y el bobinado de 3000 ciclos que vienen con el kit.



### Procedimiento

- Fijar el imán acostado en el eje del motor y alimentar el motor con una pila de 1.5 V.
- Activar A1 y A2, con opción de análisis.
- Fijar la base de tiempo en 100 ms escala completa.
- Aproximar el bobinado de imán (sin tocarlo) y observar la tensión inducida.
- Reiterar la experiencia con dos bobinados.

### Discusión

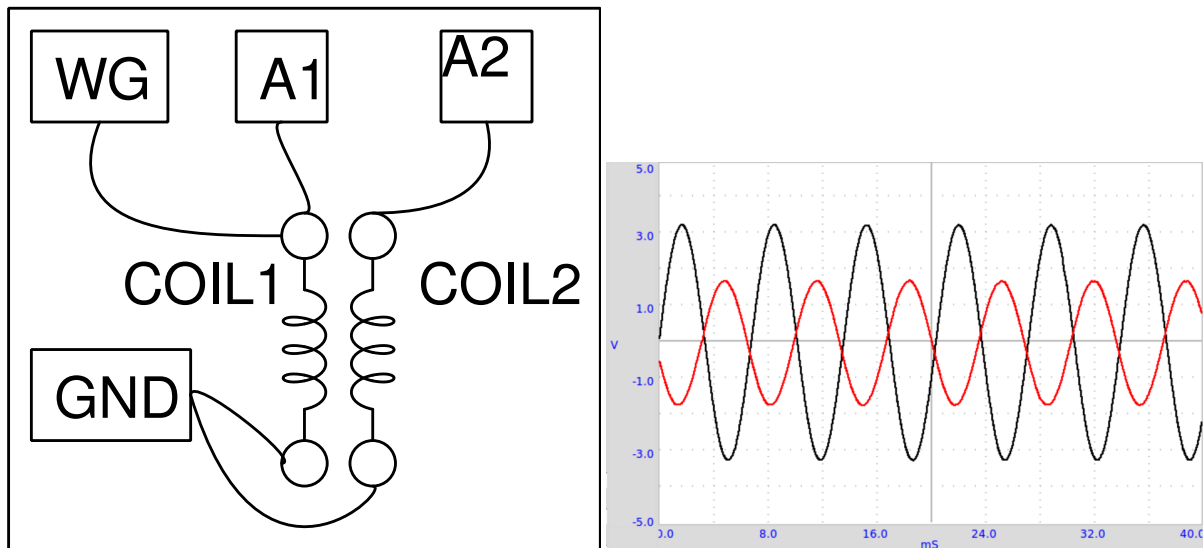
La tensión obtenida se muestra en la figura. La diferencia de fase entre ambas señales depende de la diferencia angular entre los ejes de ambos bobinados.

Aproximar un bobinado en corto-circuito del imán y observar el cambio de frecuencia. El bobinado en corto-circuito toma energía del generador y la velocidad baja.

## 6.17 Transformador de corriente alterna

### Objetivo

Demostrar la inducción mutua entre dos bobinados, que vienen con el kit. Se conecta un de los dos bobinados, el primario, entre WD y GND. Se alinean los ejes de los bobinados, y se inserta un núcleo de ferrita.



### Procedimiento

- Conectar como lo muestra la figura.
- Activar A1 y A2
- Fijar WG en 500  $Hz$
- Aproximar los bobinados uno con el otro y observar el voltaje en A2.
- Insertar un núcleo de ferrita.

### Discusión

La señal aplicada y inducida está representada en la figura. Un campo magnético oscilante causa la tensión inducida. En los dos experimentos previos, el campo magnético era creado por los movimiento de imanes. En el caso presente, es creado por una corriente variable en el tiempo.

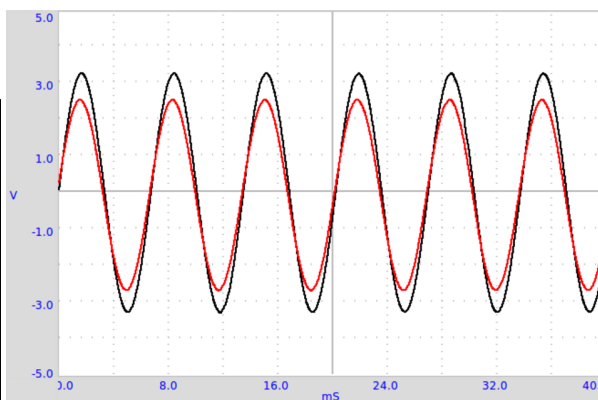
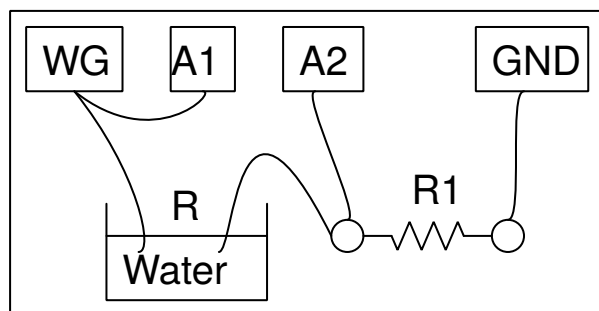
Intentar la misma experiencia con una señal cuadrada. Conectar una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$  a los terminales del bobinado secundario para reducir las oscilaciones de resonancia.

El concepto de corriente alterna es introducido por la curva de la tensión como función del tiempo. Se explora el comportamiento de varios dipolos como capacitores y bobinados en corriente continua y alterna, midiendo parámetros como amplitud, frecuencia y fase. La conversión de señales eléctricas en sonido y la recíproca, se demuestra. Para cada experiencia, se realizan conexiones según el diagrama anexo.

## 6.18 Resistencia del agua, en corriente alterna

### Objetivo

Medir la resistencia de soluciones iónicas, utilizando señales continua y alterna. Se utiliza agua de la canilla. Intentar medir la resistencia previamente con un multímetro.



### Procedimiento

- R1 es supuestamente comparable con R, se empieza con  $10\text{ k}\Omega$ .
- Activar A1 y A2
- Calcular la resistencia como explicado en la sección 2.4

### Discusión

Los valores obtenidos se muestran en la tabla. Resistencias en continuo y en alterno parecen muy diferentes. En corriente continua, la resistencia del líquido cambia con el tiempo, debido a una electrólisis y la formación de burbujas. La resistencia poco depende de la distancia entre electrodos, el mayor efecto está en la superficie del electrodo. La resistencia depende de la concentración de iones y de la presencia de impurezas en el agua.

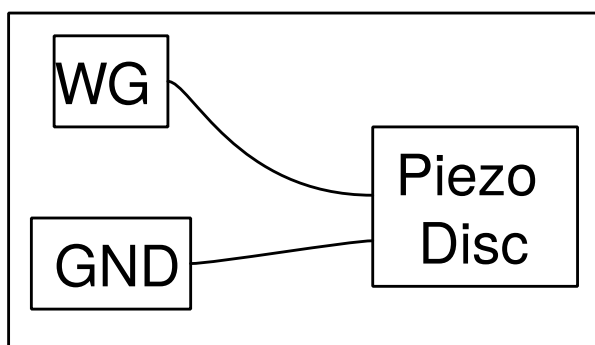
Intentar cambiar la distancia entre electrodos. Intentar agregar un poco de sal y repetir las medidas. ¿Por qué el comportamiento es diferente en continua y alterna? ¿Cuáles son los transportistas de cargas responsables del paso de la electricidad a través de las soluciones? ¿Hay una reacción química que se produce?

## 6.19 Generar un sonido

### Objetivo

Generar un sonido con señales eléctricos, usando un zumbador piezo-eléctrico. Numerizar un sonido y medir su frecuencia. Utilizar un zumbador piezo-eléctrico o cualquier fuente sonora como diapasón.

### Procedimiento



- Activar A1, y su análisis
- Fijar WG en 1000  $Hz$ , y después escuchar el sonido.

### Discusión

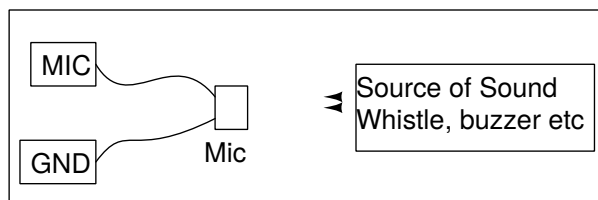
Cuando se cambia la frecuencia de la señal que excita el piezo, la frecuencia y la intensidad del sonido cambian ambas. La intensidad es máxima cerca de 3500  $Hz$ , debido a la resonancia. La frecuencia de resonancia de un zumbador piezo depende de su tamaño y de sus propiedades mecánicas.

## 6.20 Numerizar un sonido

### Objetivo

Numerizar señales sonoras de un micrófono, y medir su frecuencia. Utilizar el zumbador o cualquier otra fuente de sonido como diapasón.

### Procedimiento



- Activar A1 y MIC, y también sus análisis.
- Aproximar el micrófono del zumbador.
- Fijar WG en 1000  $Hz$ , después modificarlo, y observar la salida MIC.
- Utilizar un silbato en lugar del zumbador y encontrar su frecuencia con la salida MIC.

### Discusión

La señal del generador y la salida del micrófono se muestran en la figura.

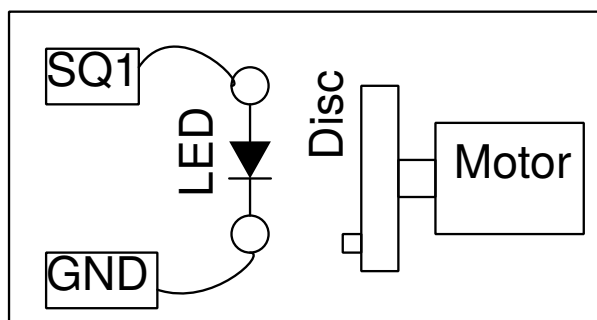
Las ondas sonoras crean variaciones de presión en el medio en que pasan. El micrófono crea una tensión proporcional a las variaciones de presión. Las variaciones del voltaje están al unísono de las variaciones de presión. Se puede comparar el micrófono a un sensor de presión, pero que funciona únicamente con variaciones de presión.

## 6.21 Estroboscopio

### Objetivo

Observar un fenómeno periódico con luz pulsada periódicamente.

### Procedimiento



- Hacer girar un disco con el motor alimentado por una pila de 1.5 V.
- Iluminar el disco solamente por la luz del LED, se prescinden otras fuentes de luz.
- Ajustar la frecuencia de SQ1, el disco parece estacionario cuando se equipara a la frecuencia de giración del disco.

### Discusión

Cuando la frecuencia del fenómeno observado y la frecuencia de la luz pulsada se equiparan, se puede observar una imagen estática.

¿Qué pasa cuando se sube o se baja un poco la frecuencia de la luz?

¿Qué pasa cuando la frecuencia de la luz es el doble de la frecuencia del fenómeno? ¿Y cuando es la mitad?



---

## Experiencias de electrónica

---

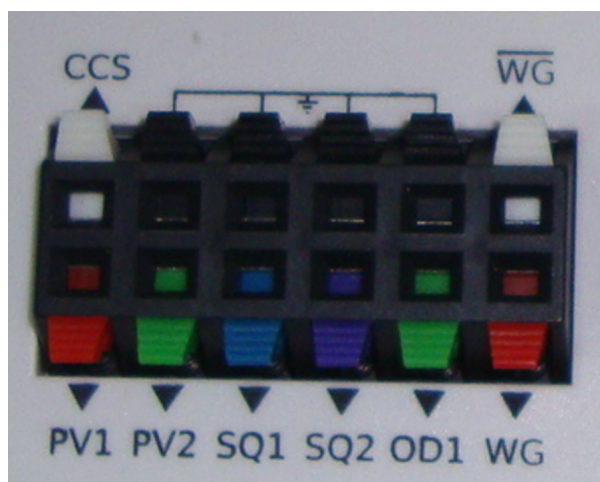
Este capítulo muestra varias experiencias de electrónica. La mayor parte de estas son hechas con la interfaz de usuario del osciloscopio. Algunas, como las características de un diodo o de un transistor tienen su interfaz propia.

### 7.1 Osciloscopio de cuatro canales, y más

Eyes17 viene con una aplicación cuya interfaz de usuario por defecto es un osciloscopio de cuatro canales mejorado.

- [Enlace a vídeos YouTube](#)
- El programa de osciloscopio de cuatro canales funciona aproximadamente como un osciloscopio que tiene entradas nombradas A1, A2, A3 y MIC.
- Ajustar la sensibilidad en X de la pantalla, con el cursor de Base de Tiempo, generalmente para observar algunos periodos de la señal.
- Si la señal no está estable, seleccionar la fuente apropiada para la función « trigger ». Si necesario ajustar el nivel del « trigger ».
- Se pueden registrar la curvas en un archivo, en formato texto. Se puede extraer la transformada de Fourier y visualizar el espectro de frecuencia de la señal de entrada.
- El programa de osciloscopio también tiene widgets de control en el panel de derecha para acceder a la mayoría de la funciones de ExpEYES.
- Las entradas A1, A2, A3 y la resistencias conectadas en SEN son medidas y sus valores son mostradas cada segunda. Pero esos valores no tienen sentido cuando se conectan fuentes alternas.

- Para entradas en alterna, se pueden marcar las casillas a la derecha del widget de cada canal para leer el voltaje pico y la frecuencia.
- Las conexiones de entrada/salida de ExpEYES son brevemente descritas aquí abajo.

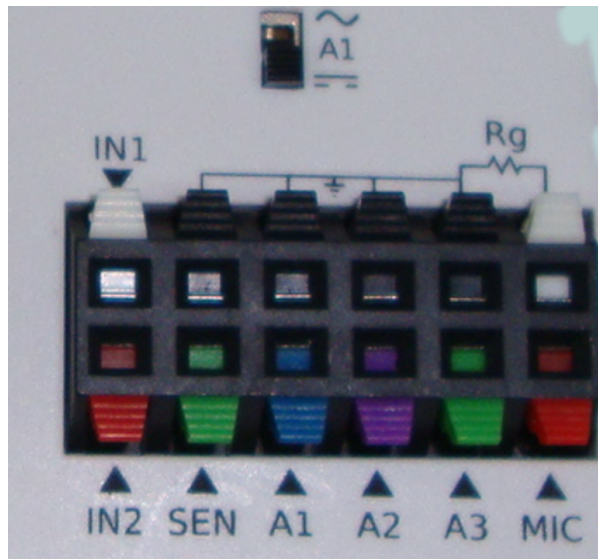


### 7.1.1 Conexiones de salida

- **CCS:** fuente de corriente constante de  $1,1\text{ mA}$ , se activa y se desactiva marcando la casilla CCS.
- **PV1:** Tensión programable, en el intervalo  $\pm 5\text{ V}$ . Se puede fijar gracias al cursor o por una entrada de texto.
- **PV2:** similar a PV1, pero por el intervalo  $-3,3\text{ V}$  a  $+3,3\text{ V}$
- **SQ1:** Generador de señal cuadrada, variando entre  $0$  y  $5\text{ V}$ . La frecuencia puede ser fijada entre  $1\text{ Hz}$  y  $5\text{ kHz}$ .
- **SQ2:** parecida a SQ1, pero disponible como opción de WG.
- **OD1:** Salida digital, su voltaje puede ser  $0$  o  $5\text{ V}$ .
- **WG:** Generador de señal de baja frecuencia. Su frecuencia está entre  $1\text{ Hz}$  y  $5\text{ kHz}$ . Se puede fijar su amplitud en  $3\text{ V}$ ,  $1\text{ V}$  o  $80\text{ mV}$ . La señal puede ser sinusoidal, triangular o cuadrada. En modo señal cuadrada, la salida está en SQ2, con una variación de  $0$  a  $5\text{ V}$ .
- **-WG:** Salida de WG, invertida.

### 7.1.2 Conexiones de entrada

- **IN1:** Entrada para medir la capacidad de un capacitor. Un pulsador permite iniciar la medida.
- **IN2:** Entrada para medir la frecuencia de señales digitales, que varían entre  $0$  y  $3$ , hasta  $5\text{ V}$ . Un pulsador permite iniciar la medida.
- **SEN:** Entrada para medir la resistencia. Este punto es conectado internamente a  $3,3\text{ V}$  por una resistencia de  $5,1\text{ k}\Omega$ .

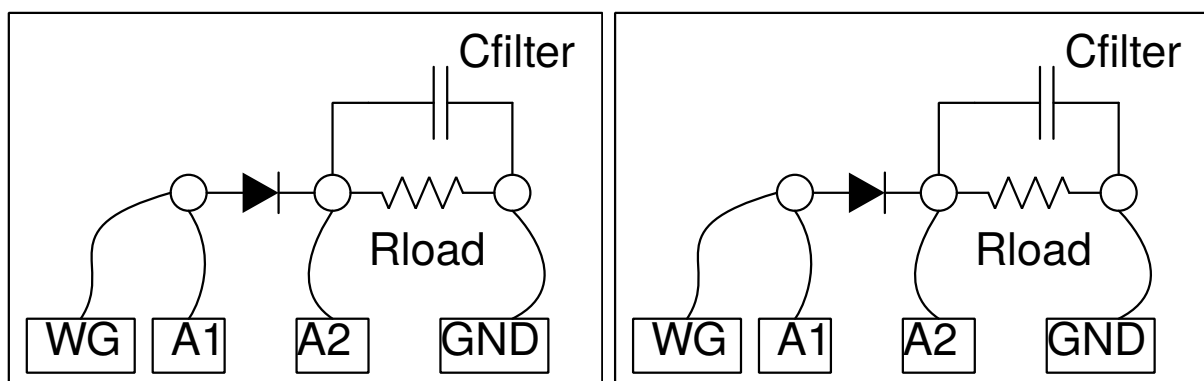


- **A1:** Entrada de medida de voltaje, funciona como un voltímetro o como osciloscopio. El rango máximo es  $\pm 16\text{ V}$ , se selecciona el rango desde un menú desplegable. Se puede elegir el modo de acoplamiento continuo/alterno con un contacto en dos posiciones en la caja.
- **A2:** parecido a A1, pero sin acoplamiento alterno.
- **A3:** Entrada de medida de voltaje para  $\pm 3,3\text{ V}$ . Se pueden amplificar señales débiles conectando una resistencia entre  $R_g$  y GND.
- **MIC:** Entrada para micrófono (de condensador), su señal aparece como canal numero cuatro del osciloscopio.
- **Rg:** Resistencia de ganancia para A3.  $Gan. = 1 + \frac{R_g}{100}$ . Por ejemplo, si se conecta una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$  se logra una ganancia de 11.

## 7.2 Rectificación de media onda con una unión PN

### Objetivo

Estudiar el funcionamiento de un diodo de unión PN como rectificador. Filtración RC para reducir las variaciones de voltaje (el componente alterno).



### Procedimiento

- Hacer las conexiones y observar las salidas.
- Conectar una resistencia de carga de  $1\text{ k}\Omega$ , notar el cambio de amplitud.
- Conectar un capacitor de  $1\mu F$ , y observar el efecto de filtración.
- Probar varios valores de resistencia de carga y de capacitor de filtración.

### Discusión

La parte negativa es bloqueada por el diodo como se muestra en la figura. Se nota también que la tensión disminuye cerca de  $0.7\text{ V}$  en la mitad positiva, es la caída de voltaje en los terminales de un diodo de silicio, cuando la corriente fluye. Una resistencia de carga es necesaria para que el circuito funcione correctamente, se puede utilizar más de  $1\text{ k}\Omega$ , pero QUE NO SE UTILICE menos, porque la fuente de corriente alterna no puede proporcionar más que  $5\text{ mA}$ .

Se puede ver que el capacitor se carga y después mantiene la tensión durante la parte vacía del ciclo.

¿Se pueden utilizar capacitores de larga capacidad para reducir la fluctuación de voltaje?

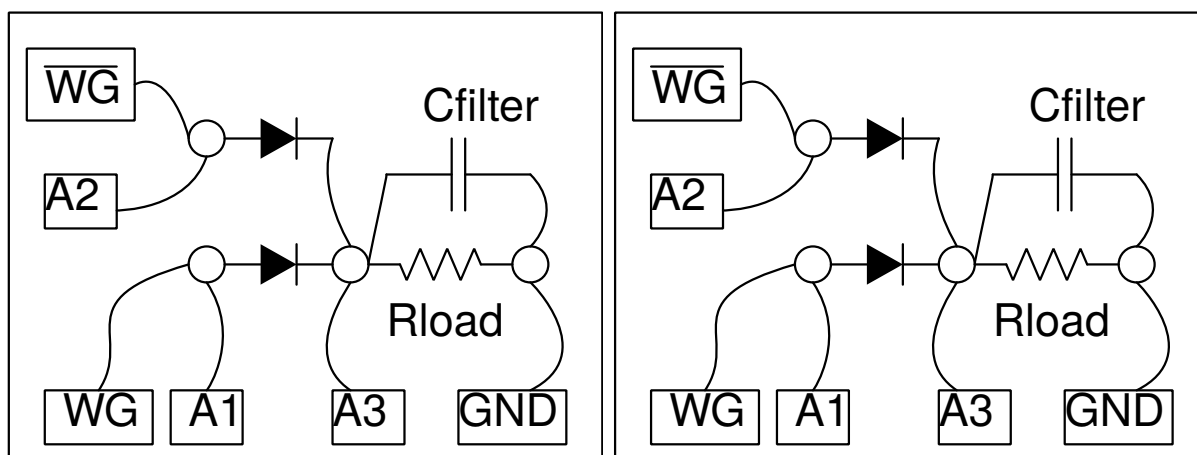
¿En qué parte del ciclo fluye la corriente en el diodo?

¿De qué depende el valor de la corriente pico?

## 7.3 Rectificación de onda completa con diodos a unión PN

### Objetivo

Realizar un rectificador de onda completa, con dos diodos. Se necesitan dos señales alternas, desfasadas de  $180$  grados. Estos son proporcionados por WG y  $\overline{WG}$ .



### Procedimiento

- Realizar las conexiones.
- Activar A1, A2 y A3

- Fijar WG en 200 Hz y ajustar la base de tiempo para ver 4 o 5 ciclos.

### Discusión

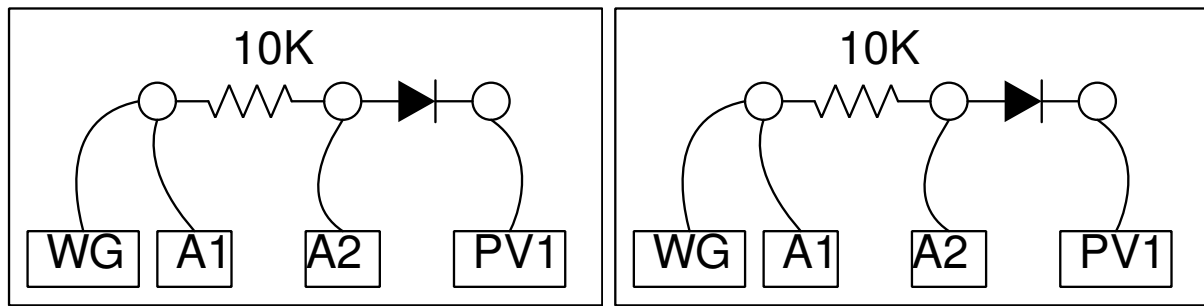
Se deja cómo ejercicio par el lector, reducir la fluctuación de voltaje gracias a un capacitor. Esta experiencia está aquí únicamente para mostrar el funcionamiento de una rectificación de onda completa, no puede producir más que escasos miliamperios de corriente.

¿Por qué sería una rectificación de onda completa superior a una rectificación de media onda?

## 7.4 Desfase utilizando un diodo de unión PN

### Objetivo

Demostrar el desfase de una señal alterna en diferentes niveles, utilizando un diodo de unión PN.



### Procedimiento

- Hacer las conexiones y observar las salidas.
- Cambiar PV1 y observar el cambio en las salidas.

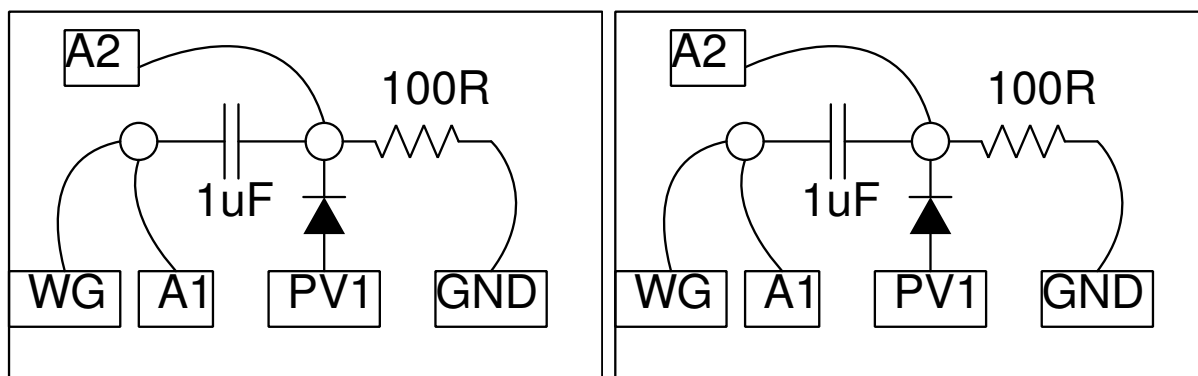
### Discusión

El nivel de desfase está condicionado por el voltaje continuo aplicado y por la caída de voltaje del diodo.

## 7.5 Defasaje utilizando un diodo de unión PN

### Objetivo

Demostrar el cambio de una señal alterna en diferentes niveles, utilizando un diodo de unión PN



### Procedimiento

- Hacer las conexiones y observar las salidas.
- Cambiar PV1 y observar el cambio en las salidas.

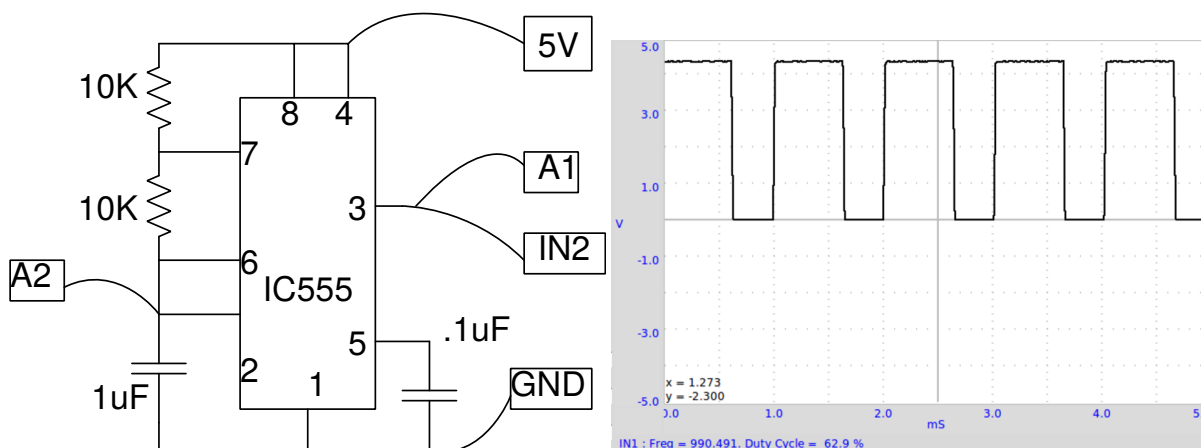
### Discusión

El nivel de desfase está condicionado por el voltaje continuo aplicado y por la caída de voltaje del diodo.

## 7.6 Oscilador IC555

### Objetivo

Cablear un circuito multivibrador astable usando un IC555, medir la frecuencia y la relación cíclica de trabajo de la salida.



El circuito se muestra en la figura. La frecuencia está dada por  $f = 1/(\ln 2 \times C \times (R_1 + 2R_2))$ . La duración ALTA está dada por  $\ln 2 \times C \times (R_1 + R_2)$  et la durée BAJA par  $\ln 2 \times C \times R_2$ .

### Procedimiento

- Hacer las conexiones
- Medir la frecuencia y la relación cíclica.
- Recomenzar cambiando los valores de R1

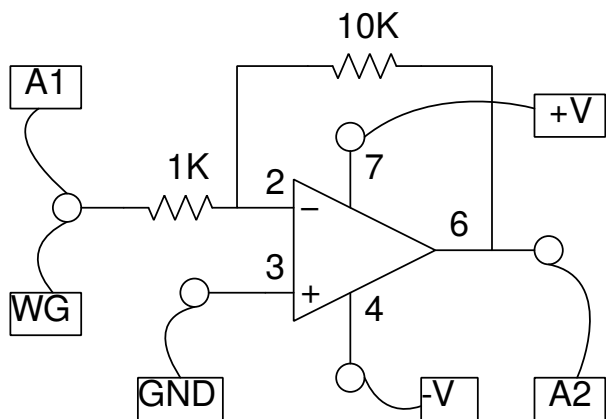
**Discusion**

La señal de salida se muestra en la figura. Cambiar el valor de resistencias y el condensador, a continuación, comparar la frecuencia y el informe cíclico con los valores calculados.

## 7.7 Amplificador inversor

**Objetivo**

Cablear un amplificador inversor con un ampli-op y probarlo.

**Procedimiento**

- Ajustar la amplitud de WG a 80 mv y la frecuencia a 1000 Hz
- Activar A1 y A2 con opción de análisis.
- Seleccionar el calibre 1 V para A1 y A2.
- Hacer las conexiones y mirar la salida.
- Cambiar la ganancia modificando los valores de resistencia.

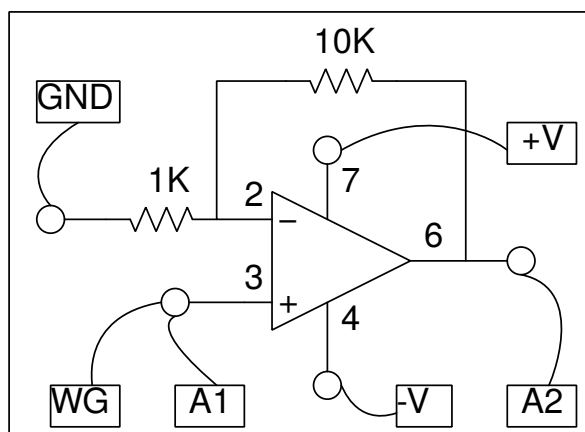
**Discusión**

Podemos observar la ganancia por la amplitud, pero también el cambio de fase en los resultados.

## 7.8 Amplificador no inversor

**Objetivo**

Cablear un amplificador no inversor con un ampli-op y probarlo.



### Procedimiento

- Ajustar la amplitud de WG a 80 mv y la frecuencia a 1000 Hz
- Activar A1 y A2 con opción de análisis
- Seleccionar el calibre 1 V para A1 y A2
- Conectar y observar la salida
- Cambiar la ganancia modificando los valores de las resistencias.

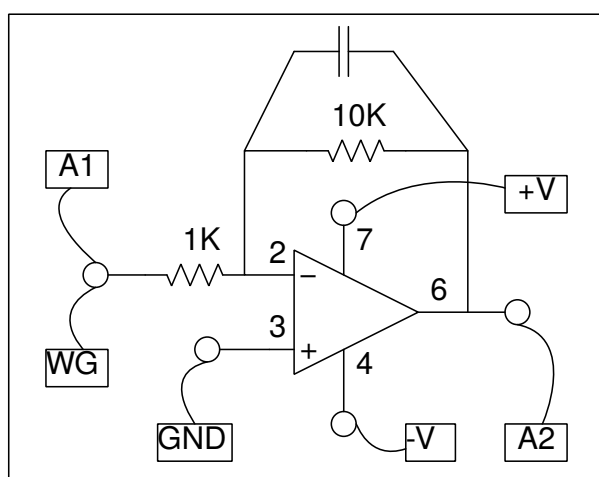
### Discusión

Podemos observar la ganancia por la amplitud, pero también el cambio de fase en los resultados.

## 7.9 Integrado de amplificador operacional

### Objetivo

Conectar un integrado de amplificador operacional y probarlo.



### Procedimiento

- Ajustar la amplitud de WG en 80 mv y la frecuencia en 1000 Hz
- Activar A1 y A2 con opción de análisis



- Seleccionar el calibre 1 V para A1 y A2
- Hacer les connexions et observer la salida.
- Cambiar la ganancia modificando los valores de las resistencias.

### Discusión

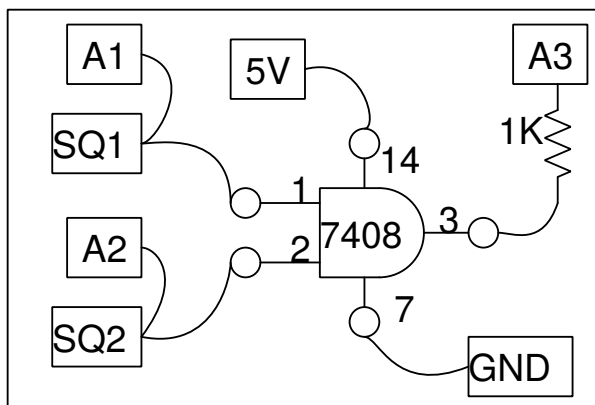
Se puede observar la ganancia por la amplitud, pero también el desfase en los resultados.

## 7.10 Puertas lógicas

### Objetivo

Estudiar puertas lógicas utilizando SQ1 y PV1 como entradas, con circuitos integrados de puertas lógicas TTL 7408 y 7432.

### Procedimiento



- Activar A1, A2 y A3. Regular el calibre para A1 y A2 en 8 V
- Regular SQ1 en 200 Hz y ajustar la base de tiempo para ver varios ciclos
- Ajustar SQ2 desde la forma de señal de WG, ajustar WG en 200 Hz.
- Recomenzar con la puerta OR, 7432
- La resistencia de 1 k $\Omega$  es necesaria para conectar una señal de 5 V en la entrada A3.

### Discusión

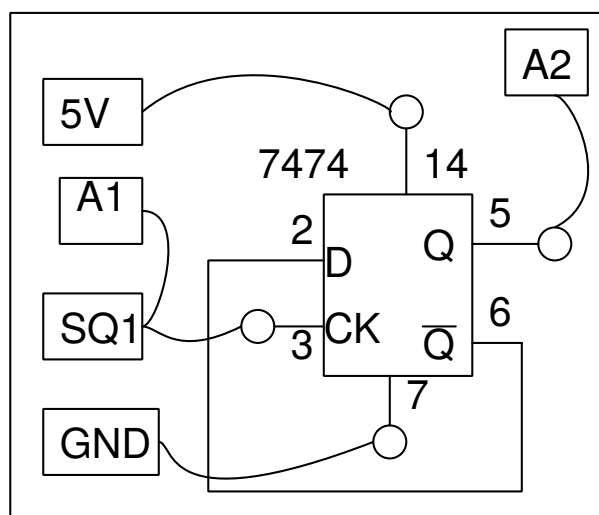
El funcionamiento de la puerta lógica será evidente a partir de las tres señales. Podemos mover las trazas verticalmente para separarlas y hacerlas más claras.

## 7.11 Divisor de reloj

### Objetivo

Estudiar un divisor de reloj con una báscula D (familia TTL, 7474).

### Procedimiento



- Activar A1 y A2, ajustar sus calibres a 8 V
- Regular SQ1 en 500 Hz

### Discusión

La salida cambia en cada borde ascendente en la entrada, de modo que la frecuencia se divide por dos. La señal de salida es una onda cuadrada simétrica, incluso si la señal de entrada tiene un ciclo de trabajo diferente. El alto voltaje de salida de un TTL es cercano a 4V solamente.

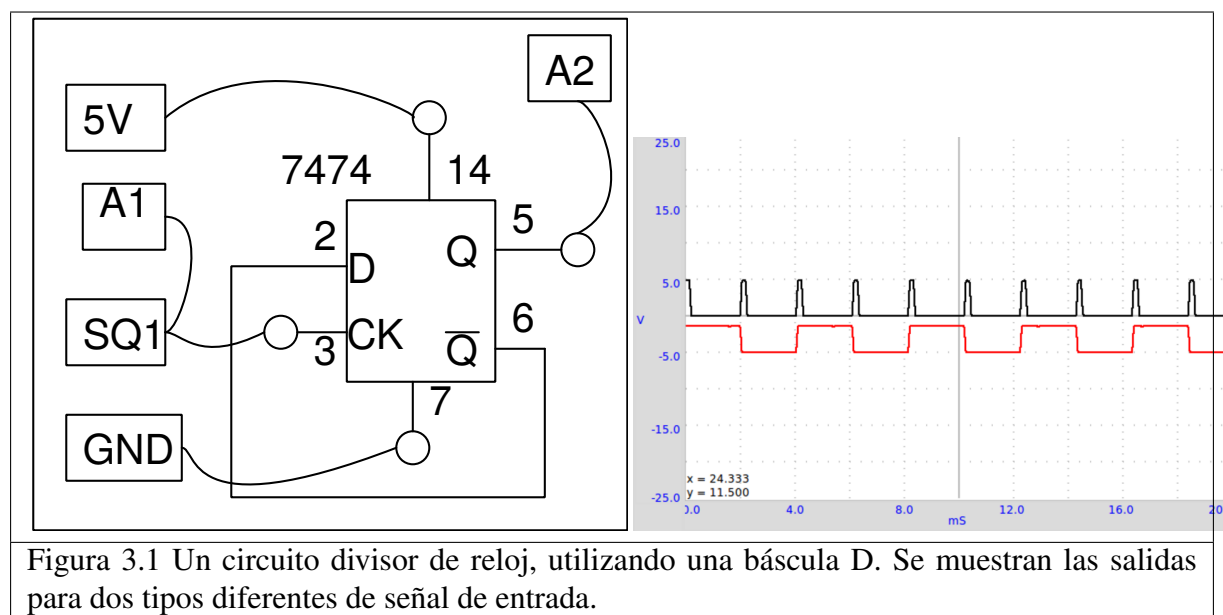


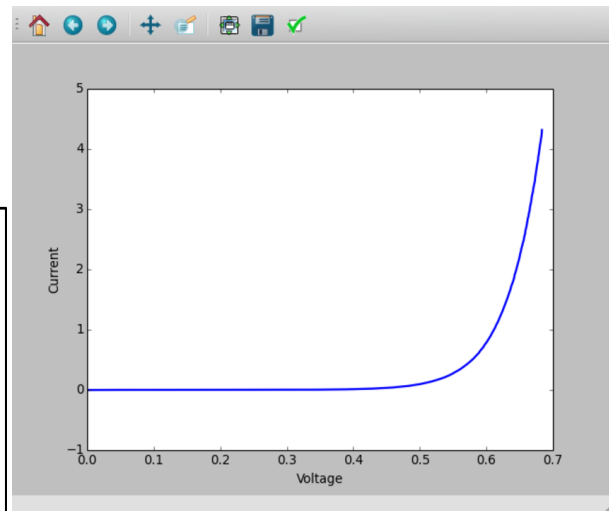
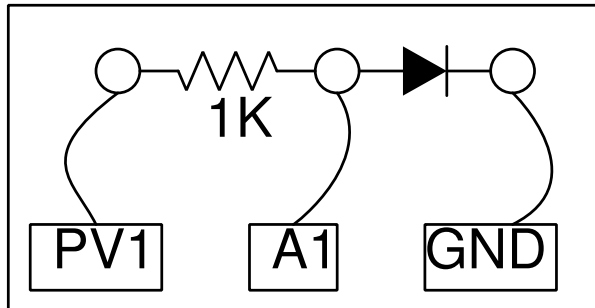
Figura 3.1 Un circuito divisor de reloj, utilizando una báscula D. Se muestran las salidas para dos tipos diferentes de señal de entrada.

## 7.12 Característica U-I de un diodo

### Objetivo

Trazar la característica U-I de un diodo y comparar los resultados con la teoría.

### Procedimiento



- Hacer las conexiones
- Hacer clic en INICIAR para dibujar la curva característica.
- Analizar los datos.
- Dibujar las curvas U-I de LEDs

### Discusión

La característica U-I de una unión PN ideal viene dada por la ecuación  $I = I_0 \times e^{(qU/kT)-1}$ , donde  $I_0$  es la corriente de saturación inversa,  $q$  la carga del electrón,  $k$  la constante de Boltzmann,  $T$  la temperatura en Kelvin. Para un diodo real, no ideal, la ecuación es  $I = I_0 \times e^{(qU/nkT)-1}$ , donde  $n$  es el factor ideal, que vale 1 para un diodo ideal. Para los diodos reales varía entre 1 et 2. Se utilizó un diodo de silicio 1N4148. El valor de  $n$  para 1N4148 está próximo a 2. Hemos calculado el valor de  $n$  modelizando los valores experimentados por la ecuación.

El voltaje al que un LED comienza a emitir luz depende de su longitud de onda y la constante de Planck. La energía de un fotón está dada por  $E = h\nu = hc/\lambda$ . Esta energía es igual al trabajo de un electrón que cruza un umbral de potencial, que se da por  $E = eU_0$ . Entonces la constante de Planck es  $h = eU_0 \times \lambda/c$ , donde  $\lambda$  es la longitud de onda del LED,  $e$  la carga del electrón y  $c$  la velocidad de la luz.

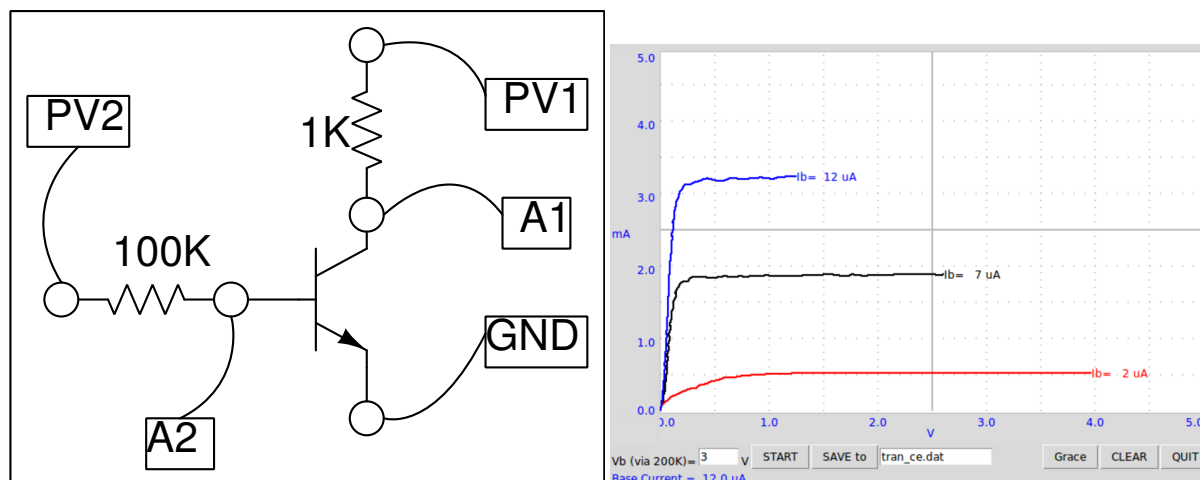
Repita este experimento calentando el diodo a diferentes.

temperaturas.

## 7.13 Característica de la salida (CE) de un transistor

### Objetivo

Trace la curva característica de salida de un transistor. El colector está conectado a PV1 a través de una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$ .



### Procedimiento

- Ajustar el voltaje básico a 1 V y COMENZAR.
- Repetir para varios valores de la corriente básica.

### Discusión

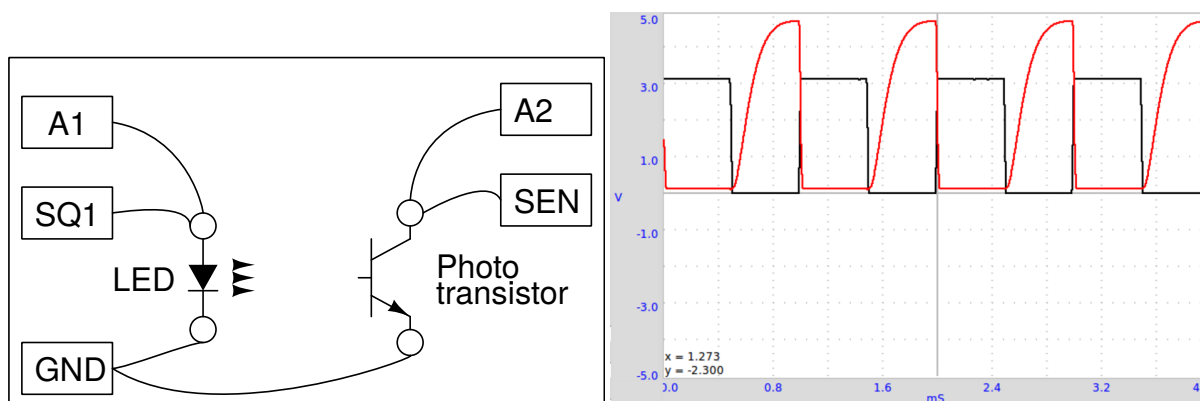
Las curvas características para diferentes valores de la corriente de base se muestran en la figura. La corriente de colector se obtiene a partir de la diferencia de potencial en los terminales de la resistencia de  $1\text{ k}\Omega$ .

La corriente de la base depende del ajuste de la fuente de tensión en el extremo de la resistencia de  $100\text{ k}\Omega$ , el otro extremo estando conectado a la base. El valor de la corriente de base está dada por  $I_b = (U_{PV2} - U_{A2}) / (100 \times 10^3) \times 10^6\text{ }\mu\text{A}$ . Si A2 no está conectado, el código considera un valor de 0.6 V para el base para calcular la corriente en ella.

## 7.14 Transmisión de una señal opto-eléctrica

### Objetivo

Demuestre la transmisión de señales con luz. Un LED es alimentado por una señal de frecuencia de 1 kHz y dirigimos su luz hacia un fototransistor.



### Procedimiento

- Colocar el LED delante del fototransistor y configurar SQ1 en  $1000\text{ Hz}$
- Repetir el experimento cambiando la frecuencia.

### Discusión

La entrada SEN está conectada en  $5\text{ V}$  a través de una resistencia de  $5,1\text{ k}\Omega$ . La salida del fototransistor crea una señal de frecuencia  $1\text{ kHz}$ . Cuando el LED está apagado, el transistor entra en modo de aislamiento y el colector vuelve al voltaje de la fuente de alimentación. Los tiempos de ascenso y caída del foto transistor parecen ser diferentes. Encuentra el límite superior en frecuencia a la que el fototransistor es capaz de responder.

Repita este experimento con una fibra óptica para guiar la luz del LED al fototransistor.



---

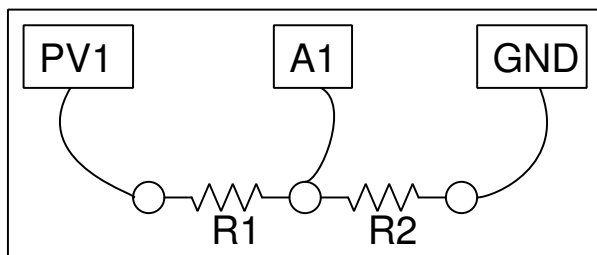
### Experiencias de electricidad y magnetismo

---

Este capítulo contiene principalmente experiencias a propósito de dipolos RLC en estado estable y en repuesta transitoria. Compara resultados experimentales con la teoría. Además propone una experiencia sobre la inducción electromagnética.

## 8.1 Plot I-V Curve

### 8.1.1 Schematic

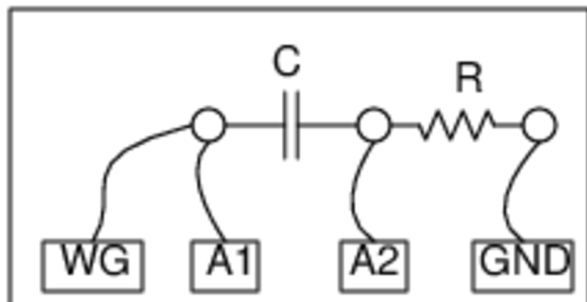


### 8.1.2 Instructions

- Connect the resistors as shown in the figure.
- R2 is used for measuring current, generally 1000 Ohms
- Current through the circuits is Voltage at A1 / R2
- PV1 is varied in steps. Voltage across R1 with current is plotted

## 8.2 XY plotting

This program plots A1 vs A2 or (A1-A2) vs A2. It is useful for plotting Lissajous figures and studying RC circuits



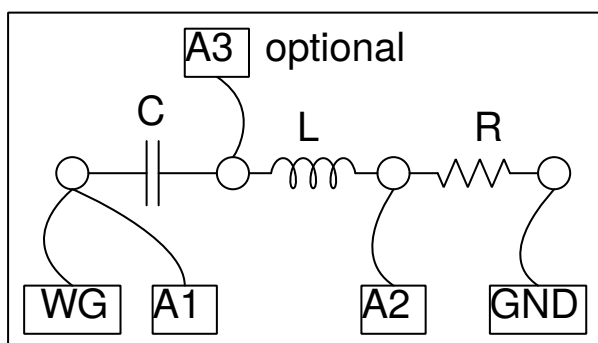
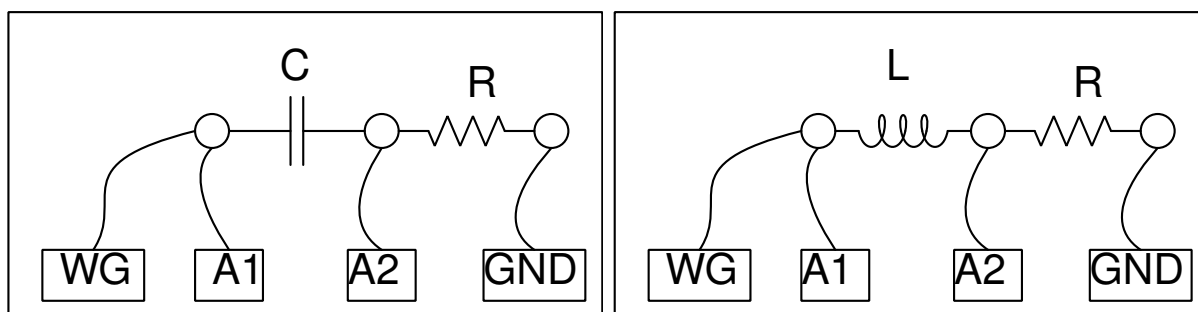
For the circuit shown above, we can plot the voltage across the capacitor against the voltage across the resistor. It will form a circle when they are equal.

- Select  $C = 1\mu\text{F}$ ,  $R = 1\text{ k}\Omega$  and plot (A1-A2) vs A2. Adjust the frequency to get a circle

## 8.3 Circuitos RLC, respuesta en estado estable

### Objetivo

Estudiar el comportamiento del dipolo RLC en un circuito de corriente. alterna. Se pueden estudiar tres combinaciones diferentes.



### Procedimiento

- Hacer las conexiones una por una, de acuerdo con los diagramas.



- Tomar nota de las medidas de amplitud y fase, en cada caso
- Repetir las mediciones cambiando la frecuencia.
- Para el circuito de la serie RLC, se supervisa la unión entre L y C con A3.
- **Para resonancia, seleccionar**  $C = 1 \mu F$ ,  $L = 10 mH$  et  $f = 1600 Hz$ , ajustar  $f$  para obtener un cambio de fase cero
- El voltaje total a través de L y C se acerca a cero, el voltaje de cada uno no está sincronizado con la resonancia

### Discusión

El voltaje alterno de la fuente está en A1 y el voltaje a través de la resistencia en A2. Si restamos los valores instantáneos de A2 de A1, obtenemos el voltaje total a través de L y C. Use un bobinado con resistencia insignificante para obtener buenos resultados. La diferencia de fase entre corriente y voltaje viene dada por  $\Delta\Phi = \arctan((Z_C - Z_L)/Z_R)$ .

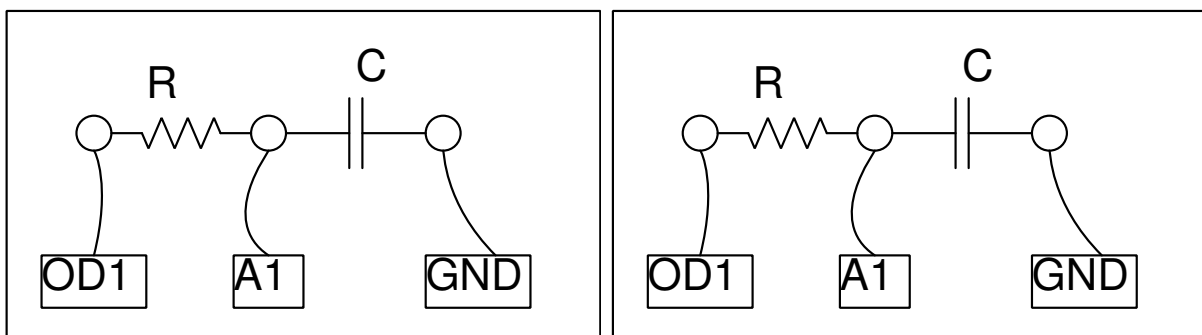
El voltaje total, el voltaje a través de R y el voltaje a través de LC se muestran en la figura. El diagrama de fases muestra el cambio de fase entre corriente y voltaje. El bobinado utilizado en la experiencia tiene una inductancia de alrededor de  $10 mH$  y una resistencia de  $20 \Omega$ .

Cuando  $1600 Hz$ ,  $Z_C \simeq Z_L$  el voltaje en las terminales LC está determinado por la resistencia del devanado. A la frecuencia de resonancia, el voltaje a través de LC será mínimo, determinado por el Resistencia de bobinado. La entrada A3 está conectada entre L y C, entonces se pueden presentar los voltajes individuales de L y C.

## 8.4 Respuesta de circuitos RC en régimen transitorio

### Objetivo

Trazar la evolución de la tensión a los terminales de un condensador, cuando se cargue aplicando un paso de voltaje a través de una resistencia. Calcular el valor de la capacidad sobre la base de la curva.



### Procedimiento

- En el menú «Electricidad», seleccionar el sub-menú «Circuito RC en régimen transitorio».
- Hacer clic en los botones *Échelon 0->5V* et *Échelon 5->0V* para mostrar los gráficos.

- Ajustar la escala horizontal si es necesario, y comenzar nuevamente.
- Calcular la constante de tiempo RC.

### Discusión

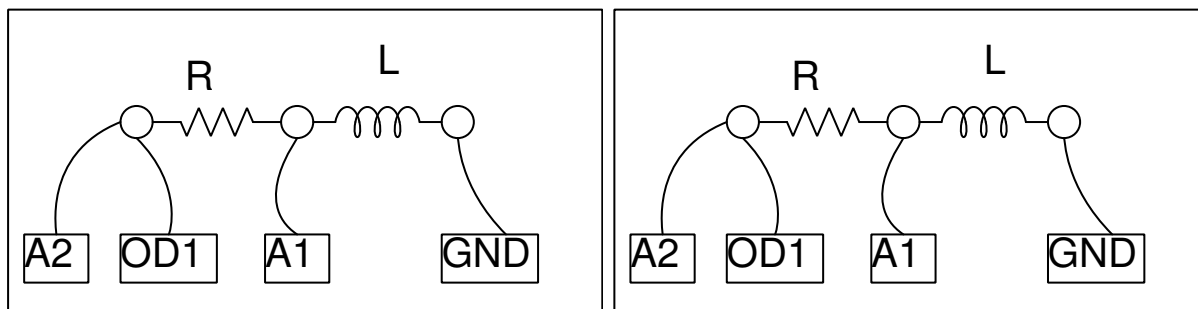
Cuando se aplica un paso de 0 a 5 V, el voltaje a través del el condensador se aproxima exponencialmente a 5 V como se muestra en el Fig. modelando la curva de descarga por  $U(t) = U_0 \times e^{-t/RC}$ , podemos extraer la constante de tiempo RC y usarla para encontrar el valor de la capacidad.

El voltaje a través de un condensador varía exponencialmente solo cuando se carga a través de un dipolo lineal, una resistencia por ejemplo. Si se carga utilizando una fuente de corriente constante, el el voltaje cambia linealmente, ya que  $Q = It = CU$ , y el voltaje crece linealmente con el tiempo como  $U = (I/C) \times t$ .

## 8.5 Respuesta transitoria de circuitos RL

### Objetivo

Explore la naturaleza de la corriente y el voltaje cuando se aplica un paso de voltaje a una resistencia y un bobinado en serie. Al medir el voltaje en función del tiempo a través del devanado, es posible calcular su inductancia



En el circuito RL,  $U = RI + L(dI/dt)$ , la ecuación que se resuelve en  $I = I_0 \times e^{-(R/L)t}$ . El coeficiente del término exponencial R/L puede deducirse de la gráfica de la voltaje a través del devanado. La resistencia del devanado debe ser incluido en los cálculos,  $R = R_{ext} + R_L$ .

### Procedimiento

- El devanado es el carrete de 3000 vueltas.
- Hacer clic en los botones \* Escalón 0-> 5V \* y \* Escalón 5-> 0V \* para mostrar gráficos.
- Ajustar la escala horizontal, si es necesario, y comenzar nuevamente.
- Calcular el valor de la inductancia.
- Insertar un núcleo de hierro en el bobinado y comenzar nuevamente.

### Discusión

La respuesta transitoria del circuito RL se muestra en la figura. La curva exponencial se modela para extraer el valor de  $L/R$ . La resistencia de la bobina se mide comparándola con la resistencia externa conocida, en corriente continua. A2 está conectado a OD1 para una medición más precisa de la resistencia del bobinado.

Los voltajes aplicados son positivos, pero el gráfico va hacia voltajes negativos, ¿por qué?

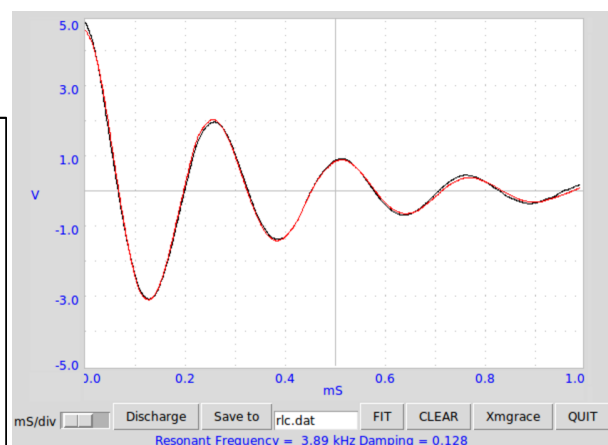
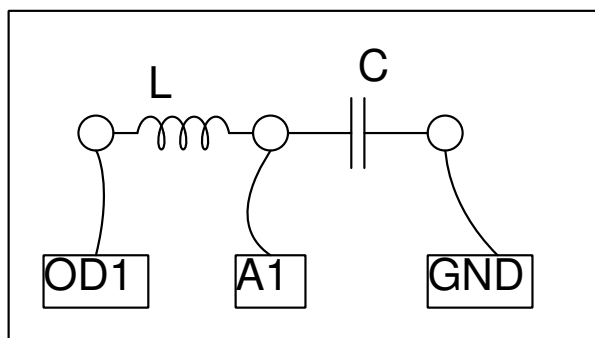
¿Cuál era la corriente antes del inicio del paso 5  $\rightarrow$  0 V? ¿Cuál es la fuerza contraelectromotriz ( $f_{cem}$ )?

Repita con dos bobinas en serie, (a) colocándolas una lejos de la otra, (b) colocándolas una encima de la otra, (c) después de cambiar la orientación de una de las dos. Podemos ver el efecto de la inducción mutua.

## 8.6 Respuesta transitoria del circuito RLC

### Objetivo

Explorar la naturaleza oscilatoria de la serialización L y C. La frecuencia de resonancia de un circuito LC en serie viene dada por  $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ . El factor de amortiguación es  $R/(2\sqrt{LC})$ , y vale 1 por la amortiguación crítica ([http://en.wikiversity.org/wiki/RLC\\_circuit](http://en.wikiversity.org/wiki/RLC_circuit)). De acuerdo a valores de C/L y R, la respuesta puede ser sub-amortiguada, amortiguada crítica o sobre-amortiguada.



### Procedimiento

- Comenzar con el bobinado y un condensador de  $0,1 \mu F$
- Clicar sobre *Échelon* 5  $\rightarrow$  0 V. Ajuste el eje x de las abscisas y recomenzar si fuera necesario.
- Ajustar el gráfico (FIT) para encontrar la frecuencia de resonancia y la amortiguación.
- Recomenzar con resistencia entre OD1 y el bobinado.
- Recomenzar el experimento con varios valores de R, L y C.

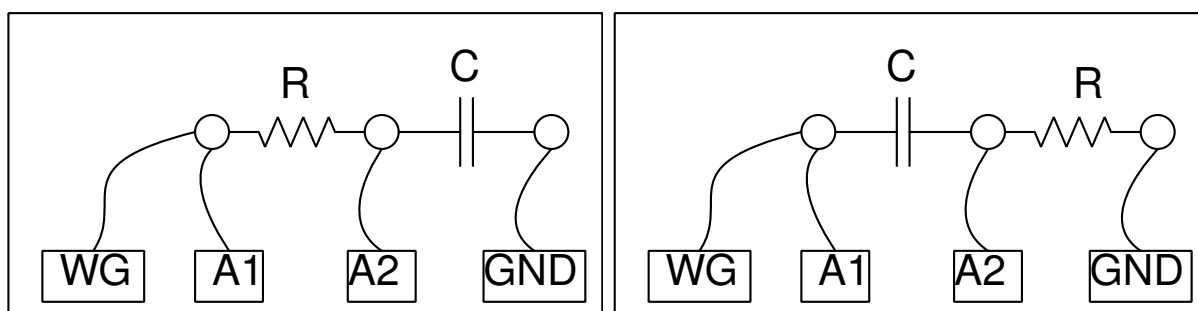
### Discusión

Se utilizó el bobinado de 3000 vueltas y el condensador de  $0,1 \mu F$ . El voltaje a través del condensador se muestra en la figura después de un paso 5  $\rightarrow$  0 V. La frecuencia de resonancia medida está de acuerdo con  $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ , dada la tolerancia en los valores de los componentes.

## 8.7 Diferenciación e integración RC

### Objetivo

Los circuitos RC pueden integrar o diferenciar una señal de voltaje en relación al tiempo. Si integramos una señal cuadrada obtenemos una señal triangular y si diferenciamos obtenemos picos en las transiciones.

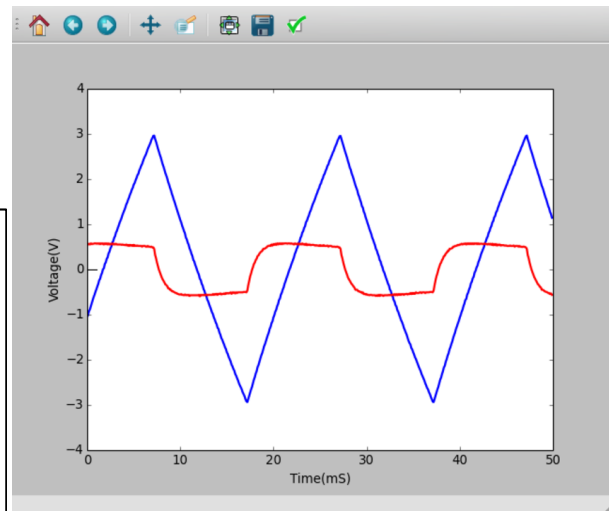
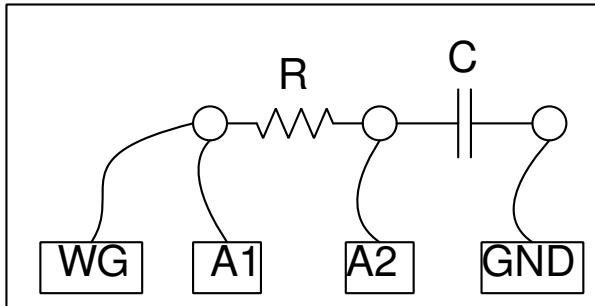


### Procedimiento

- Seleccionar la opción de señal triangular para WG
- Establecer WG a 500 Hz ( $T = 2 \text{ ms}$ ),  $R = 1 \text{ k}\Omega$  et  $C = 1 \mu F$
- Ajustar la escala horizontal para ver más de cuatro ciclos.
- Repetir lo mismo para el diferenciador RC, con 50 Hz.

### Discusión

La integración de una señal triangular da una forma parabólica y la diferenciación da una forma cuadrada. La diferenciación solo se puede mostrar a baja frecuencia. Probar esto para otras formas de señales, por ejemplo, onda cuadrada. Si integramos una señal cuadrada se supone que debemos obtener una señal triangular.



## 8.8 Análisis de Fourier

### Objetivo

Estudie la transformada de Fourier de una señal. Representaciones temporales y de frecuencia de una señal.

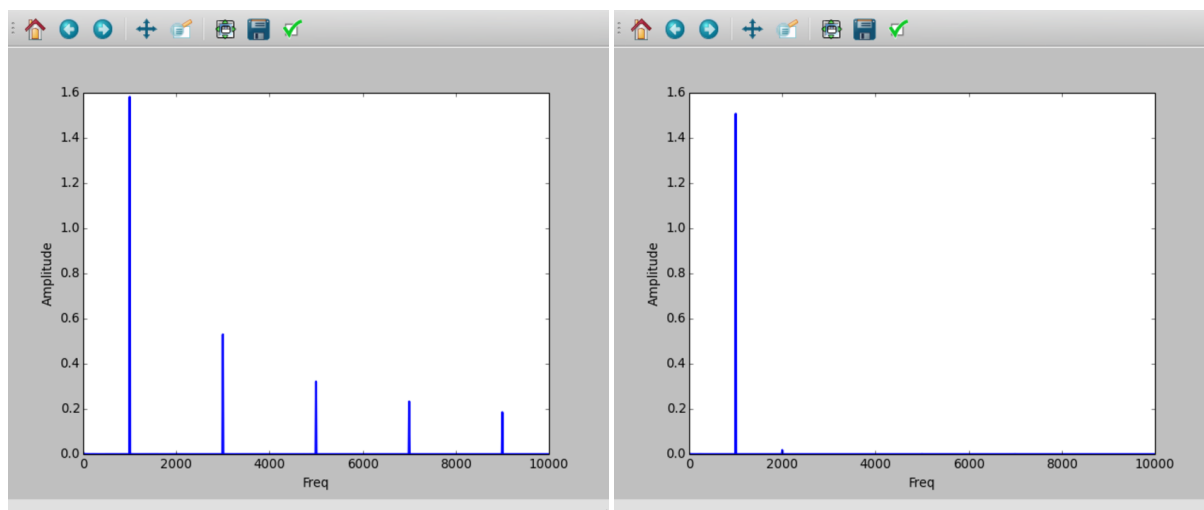
### Procedimiento

- Conectar SQ1 a A1 y WG a A2. Establecer A1 en modo de acoplamiento alternativo (interruptor deslizante en la caja)
- Activar A1 y A2, seleccionar el calibre en 4 V
- Establecer WG y SQ1 a 500 Hz
- Hacer clic en el botón FFT

### Discusión

En el gráfico de la transformada de Fourier, la frecuencia está en el eje x y el eje, y muestra la intensidad relativa de los componentes de frecuencia de la señal. Esto se llama representación de frecuencia ([http://en.wikipedia.org/wiki/Fourier\\_transform](http://en.wikipedia.org/wiki/Fourier_transform)). En el caso de la señal sinusoidal solo hay un pico dominante, los picos más pequeños son una medida de distorsión de señal sinusoidal.

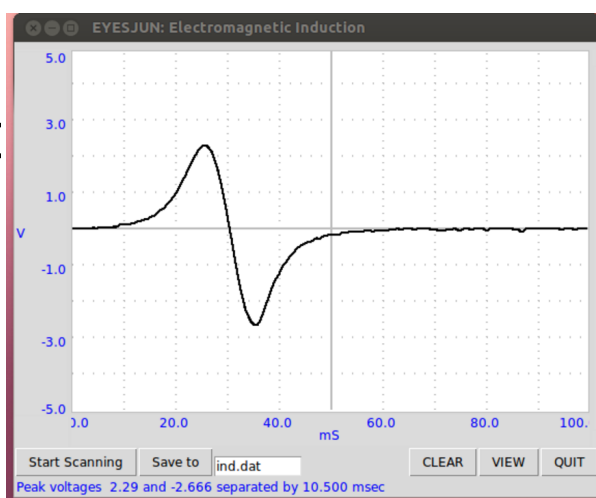
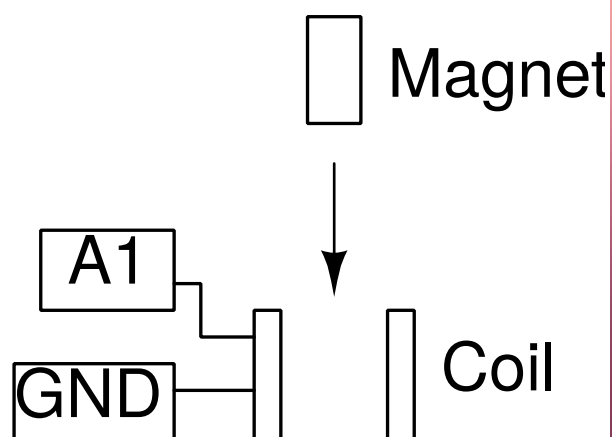
Una señal cuadrada puede ser representada con  $f(\theta) = \sin(\theta) + \sin(3\theta)/3 + \sin(5\theta)/5 + \dots$ . En la transformada de Fourier de una señal de frecuencia cuadrada  $f$ , habrá un componente  $3f$  (cuya amplitud es un tercio del componente  $f$ ), un componente  $5f$  (amplitud un quinto), etc. como se muestra en la figura.



## 8.9 Inducción electromagnética

### Objetivo

Explorando el voltaje inducido a través de un bobinado por un campo magnética variable, dejando caer un pequeño imán cilíndrico a través del bobinado. Se usa un tubo para guiar el imán a través de bobinado



### Procedimiento

- Hacer clic en «Iniciar escaneo». Una traza horizontal debe aparecer
- Dejar caer el imán a través de la bobina hasta que capture un rastro.
- Repetir el proceso cambiando parámetros como la fuerza del imán, velocidad, etc.

### Discusión

El resultado se muestra en la figura. La amplitud aumenta con la velocidad del imán. A partir del gráfico, podemos determinar el tiempo que tarda el imán en pasar por el bobinado.

El segundo pico es más grande que el primero. Por qué ? ¿Dónde se supone que está el imán cuando el voltaje inducido pasa por cero? Deje caer el imán desde diferentes alturas y grafique

el voltaje máximo frente a la raíz cuadrada de la altura de caída.





## CAPÍTULO 9

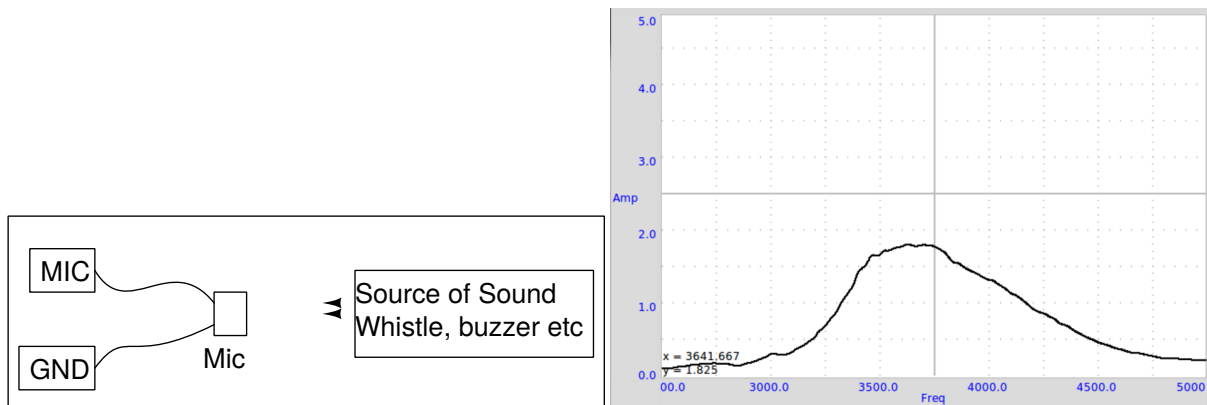
### Experiencias con el sonido

Variaciones de la presión, alrededor de la presión de equilibrio, transmitidas por un medio, se llama sonido. Son ondas longitudinales. Si se mueve una hoja de papel adelante y atrás en el aire se puede generar este tipo de ondas de presión, como con el cono de papel de un altavoz. Cuando la frecuencia está dentro del intervalo de 20 a 20000 Hz, se puede oír el sonido. En este capítulo, el sonido será generado con señales eléctricas, detectado con un micrófono (¡un sensor de presión!) y estudiado para propiedades como la amplitud y la frecuencia. La velocidad del sonido será medida con la observación del desfase de un sonido digitalizado, según la distancia.

#### 9.1 Respuesta de frecuencia de un piezo

##### Objetivo

Grafica la curva de respuesta de un disco piezoeléctrico escaneando la frecuencia y midiendo la amplitud en la salida del micrófono.



##### Procedimiento

- Conectar y fijar el timbre y el micrófono cara a cara
- Hacer clic en el botón INICIO

### Discusión

El gráfico de amplitud vs. frecuencia se muestra en la figura. La amplitud es máxima cerca de 3500 Hz.

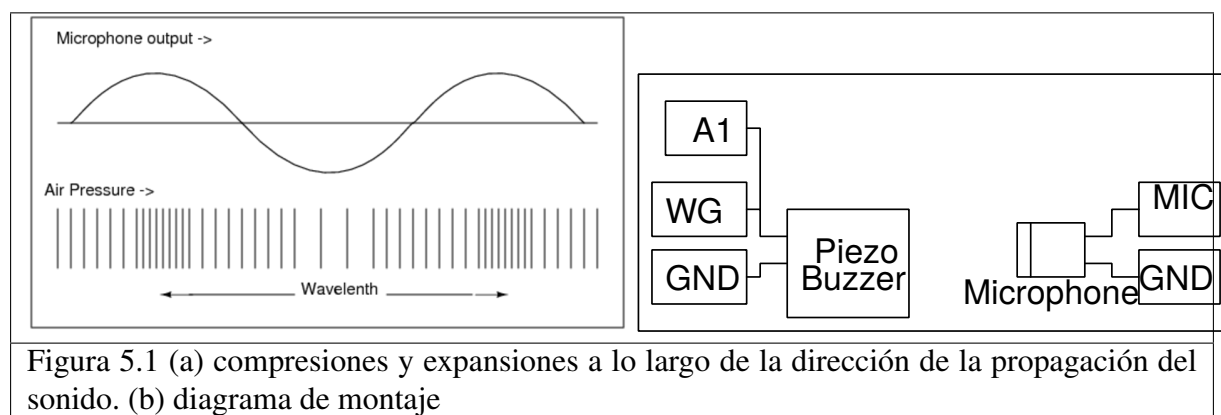
## 9.2 Velocidad del sonido

### Objetivo

Calcular la velocidad del sonido midiendo la variación de presión según la distancia.

El sonido viaja como una serie de compresiones y expansiones. La figura 5.1(a) muestra las regiones de alta y baja presión a lo largo de la dirección de propagación, junto con la salida de un sensor de presión en las posiciones correspondientes.

Se puede hacer un gráfico de las variaciones de presión en cualquier punto en sincronización con la variación en el punto de partida. La fase de la salida del micrófono cambia cuando cambia su distancia al piezo. Cuando se mueve por una longitud de onda, la fase cambia en  $360^\circ$ . Si la fase cambia en  $X$  grados para un cambio en la distancia de  $\Delta D$ , la longitud de onda viene dada por  $\lambda = (360 \times \Delta D)/X$ . Se obtiene la velocidad del sonido multiplicando esto por la frecuencia.



### Procedimiento

- Ajuste la frecuencia a la resonancia máxima midiendo la respuesta de amplitud 5.1
- Ubicar el piezo frente al micrófono, a lo largo de un eje
- Activar medición
- Ajustar la distancia para que las dos pistas estén en fase
- Cambiar la distancia para eliminar  $180^\circ$ ; esta distancia es la media longitud de onda.

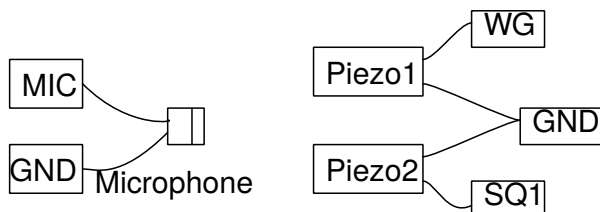
### Discusión

A 3500 Hz, un cambio de distancia de 2 cm provoca un cambio en fase de  $176^\circ$  a  $102^\circ$ . Usando la ecuación,  $v = f \times (360 \times \Delta D)/X$ ,  $v = 3500 \times (360 \times 2)/(176 - 102) = 34054 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ . Es importante mantener el micrófono y el disco piezoeléctrico en el mismo eje para resultados precisos.

## 9.3 Latidos sonoros

### Objetivo

Estudiar la interferencia sonora de dos fuentes individuales. Dos zumbadores piezoeléctricos funcionan con dos fuentes independientes, y el sonido se envía a un micrófono.



### Procedimiento

- Establecer WG a 3500 Hz y SQ1 a 3600 Hz
- Activar WG y SQ1 por separado para verificar la salida MIC
- Ajustar la posición de los zumbadores piezoeléctricos, en relación con el micrófono, para obtener prácticamente la misma amplitud con cada.
- Activar ambos al mismo tiempo para obtener la figura de ritmo
- Hacer clic en FFT para ver el espectro de frecuencia

### Discusión

En la figura podemos ver cómo la envolvente de baja frecuencia aparece. La duración entre dos instantes de presión mínima, en el sobre, corresponde a la media frecuencia de los latidos. La transformada de Fourier se muestra en la figura.

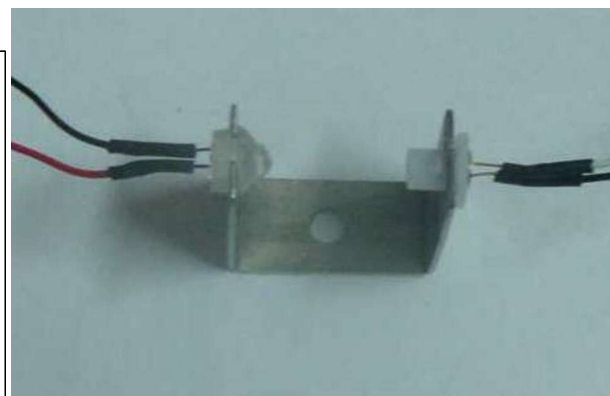
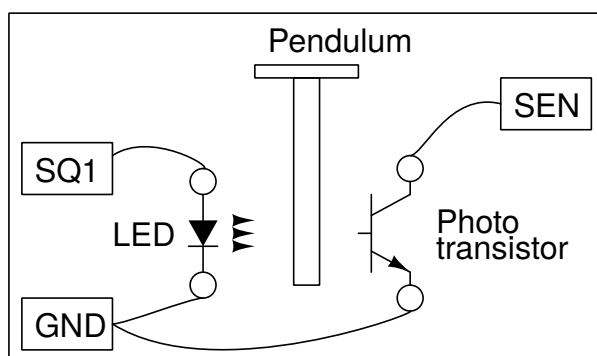


Fenómenos de resonancia son estudiados con el péndulo forzado. La aceleración de la gravedad es medida con un péndulo.

### 10.1 Aceleración de la gravedad con un péndulo pesado

#### Objetivo

Medir el período de oscilación de un péndulo con ayuda de una barrera fotoeléctrica y calcular la aceleración de la gravedad. El período de oscilaciones de una varilla uniforme alrededor de uno de sus extremos está dada por  $T = 2\pi\sqrt{2l/3g}$ , donde  $l$  es la longitud y  $g$  es la aceleración de la gravedad. El péndulo (en forma de  $T$ , un filo de cuchilla unido a una varilla de 6 mm de diámetro) y puesto en un oscilador entre una LED y un foto transistor, conectados en ExpEYES. La LED y el foto transistor están montados sobre un soporte en forma de  $U$  como lo muestra la figura.



### Procedimiento

- Poner el péndulo en oscilación y hacer clic en INICIO
- Recomenzar con diferentes longitudes de péndulo.

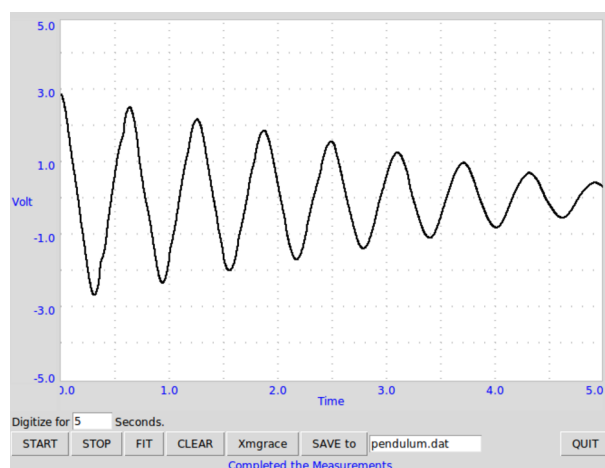
### Discusión

El período se mide 50 veces, utilizando un péndulo pesado de 14,6 cm, y el valor medio es 0,627 s. El valor calculado de  $g$  es  $977,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$ , ligeramente diferente del valor real por las siguientes razones : La longitud es medida desde el borde del cuchillo hasta la parte inferior de la hoja y utilizada en la fórmula. Pero hay un poco de masa presente sobre el filo cuchillo que no está incluido en el cálculo. Otra razón puede ser que el péndulo tal vez no es exactamente vertical en la posición de descanso.

## 10.2 Velocidad angular de un péndulo

### Objetivo

Estudiar la naturaleza de las oscilaciones de un péndulo. Un codificador angular es necesario para medir el desplazamiento angular en función del tiempo. Pero utilizando un motor de corriente continua como sensor, puede medir la velocidad angular en función del tiempo.



### Procedimiento

- Atar cualquier péndulo rígido al eje del motor.
- Conectar el motor entre A3 y GND
- Conectar una resistencia de  $100 \sim \Omega$  entre rg y GND
- Poner el péndulo en oscilación e INICIAR el escaneo

### Discusión

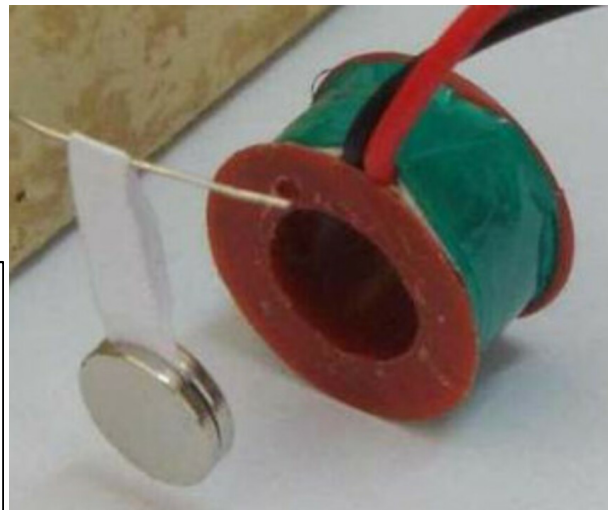
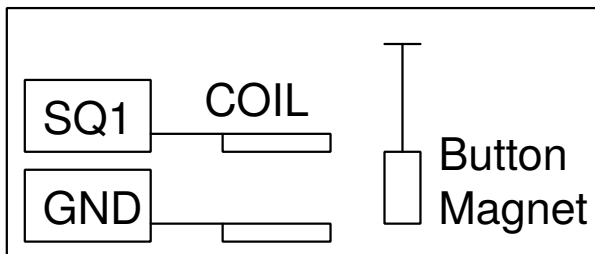
La señal obtenida se muestra en la figura. Cuando se modeliza por una ecuación  $A = A_0 \sin(\omega t + \theta) \exp(-Dt) + C$ , con la ayuda de Grace, hemos obtenido una frecuencia angular de  $10 \text{ Hz}$ .

Es conveniente realizar el péndulo con un mazo bastante pesado y una varilla ligera que la conecte al eje del motor. En este caso, el motor de corriente continua se comporta como generador y la tensión es proporcional a la velocidad angular.

## 10.3 Resonancia de un péndulo forzado

### Objetivo

Demostrar la resonancia de un péndulo forzado.



### Procedimiento

Realizar un péndulo con dos imanes de botón y un trozo de papel. colgarlo y colocar la bobina de 3000 vueltas cerca, como se muestra en la figura.

- Conectar la bobina entre SQ1 y GND
- Calcular la frecuencia de resonancia por la longitud del péndulo
- Escanear la frecuencia en las proximidades de la frecuencia de resonancia esperada

### Discusión

Cuando SQ1 alcanza la frecuencia de resonancia del péndulo, su amplitud aumenta. Un péndulo de 4 cm de largo (desde el centro de los imanes hasta el eje de rotación) ha resonado 2,5 Hz, casi de acuerdo con la frecuencia natural calculada. La frecuencia de resonancia viene dada por  $f = 1/(2\pi\sqrt{g/l})$ , donde  $l$  es la distancia desde el centro del imán en el punto de suspensión y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

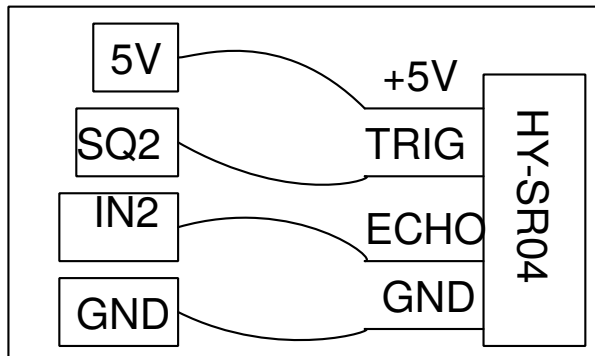
Repetir el experimento cambiando la longitud del péndulo.

## 10.4 Medición de distancia por ultrasonido (ecografía?)

### Objetivo

Medir una distancia midiendo el tiempo que toma una salva de frecuencia:  $40\text{ kHz}$  para hacer un eco contra una superficie dura.

### Procedimiento



- Colocar una superficie dura, como un cartón, a unos 10 cm del módulo de eco
- Hacer clic en INICIO
- Cambiar la distancia

### Discusión

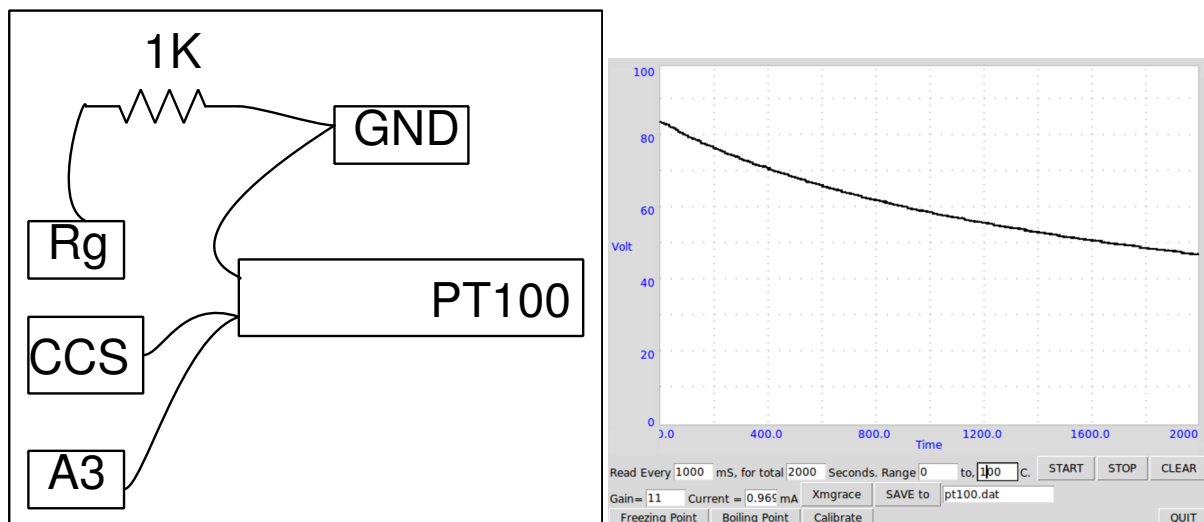
La distancia se calcula a partir del tiempo que tarda una salva acústica en recorrer ida y vuelta (en eco) la distancia que separa el módulo de la superficie reflectante. La distancia puede medirse en función del tiempo, lo que permite calcular velocidad, aceleración, etc.



### 11.1 Medición de la temperatura con una sonda PT100

#### Objetivo

Registrar la temperatura de un líquido con un termómetro de resistencia de platino. La resistencia de un módulo PT100 depende de la temperatura por la relación  $R(T) = R_0(1 + AT + BT^2)$ , donde  $A = 3,9083 \times 10^{-3}$  et  $B = -5,775 \times 10^{-7}$ .



#### Procedimiento

- Ingresar el error de compensación de ganancia y el valor actual de CSS
- Seleccionar el rango de temperatura y los intervalos de tiempo
- Seleccionar los parámetros requeridos y haga clic en INICIAR

### Discusión

En la figura se muestra un gráfico de refrigeración del agua de un recipiente.

Para medir la resistencia de un elemento PT100, se conecta entre CSS y GND y se mide la tensión en sus terminales. Es posible medir el valor exacto de CSS utilizando un multímetro o midiendo la tensión en los terminales de resistencia conocida. La entrada de A3 se amplifica 11 veces conectando una resistencia de  $1\text{ k}\Omega$  entre Rg y GND.

La resistencia de una sonda PT100 es  $1000\ \Omega$  en  $0^\circ\text{C}$ . Ella cambia prácticamente de  $0,4\ \Omega/^\circ\text{C}$ , modificando el voltaje de  $0,4\text{ mV}$ . La salida del convertidor analógico digital cambia un bit de peso bajo para un cambio de  $1,22\text{ mV}$  en la tensión de entrada, por lo tanto un cambio de temperatura de menos de  $3^\circ\text{C}$  no sería siempre detectada. Se utiliza un amplificador no inversor para aumentar la resolución. La ganancia de este amplificador deberá ser tal que temperatura máxima medida da un voltaje de salida inferior a  $3,3\text{ V}$ . Modificar el campo «Ganancia» según sea.

## 11.2 Data Logger

- Select Channels A1, A2, A3 or SEN
- Record them for the desired time interval

## 11.3 Advanced Data Logger

### 11.3.1 Introduction

The simple data logger you are already familiar with records any specified input voltage with respect to time, however, it is often desirable to vary one output parameter, and study the effect on some other aspect of the experiment.

In the advanced data logger, both X and Y can be chosen from the following list

- Inputs
  - Time
  - Voltmeter: A1,A2,A3,IN1,SEN,AN8,CCS
  - Capacitance
  - Resistance
  - Oscilloscope
    - Extracted frequency,phase,amplitude or offset using a sine fit
    - Difference in phase between A1(Any analog input) and A2. Also, ratio of amplitudes.
  - Frequency on IN2

- Any connected I2C sensor (Magnetometer, accelerometer, temperature, gyro etc)
  - Select 1 parameter from any of the detected sensors added automatically to the list
- SR04 distance sensor
- Outputs (Start and End must be specified)
  - WG Sine wave generator frequency
  - SQ1, SQ2 square wave generator
  - PV1, PV2 voltage outputs

[Online Examples](#)



## 12.1 B-H Curve

### 12.1.1 Schematic

- To Record Magnetic Hysteresis using a solenoid connected to PV1, and a MPU925x magnetometer connected to the I2C port.

### 12.1.2 Instructions

- Connect the coil between PV1 and ground
- Connect the Magnetometer(MPU925x) to the I2C port
- Place the solenoid on top of the sensor such that the magnetic axis is perpendicular to the sensor
- Acquire data : This changes the PV1 voltage from -3 to 3 volts in 100 steps, and returns from 3V to -3V . This results in a proportional magnetic field generated by the solenoid which is also measured by the sensor and plotted
- Add a ferromagnetic material such as an alligator clip, and repeat the acquisition. Observe the hysteresis for various different materials.

## 12.2 Light Sensor Logger

### 12.2.1 Schematic

- To Record luminosity values from the TSL2561 sensor.

### 12.2.2 Instructions

- Connect the light sensor(TSL2561) to the I2C port
- Set the acquisition time, interval, and select the values to plot.
- Acquire data as a function of time

## 12.3 MPU6050



I2C module with Accelerometer, Gyroscope and Temperature

- Connect the module to the I2C port. Pins used are VCC, GND, SCL and SDA only
- Select the desired parameters to be measured.
- Select the Total Duration and the time between two consecutive readings.
- Press the start button. You can stop the measurement before it completes also
- Data is saved as text, in a two column (time, value) format, each set separated by an empty line.

## 12.4 I2C Logger





# CAPÍTULO 13

---

## Codificar en Python para expEYES-17

---

---

**Nota:** Programas con interfaz gráfica descritos en los capítulos anteriores están previstos para un conjunto determinado de experimentos. Para desarrollar nuevas experiencias, uno debe saber cómo acceder a las funcionalidades de expEYES por software. Llamadas de funciones importantes para comunicarse con el dispositivo se dan a continuación.

---

### 13.1 Establecer la conexión

Para acceder al hardware EYES17, los módulos Python para `eyes17` debe estar instalado. Se supone que están en un directorio denominado `eyes17`, que podría estar en su directorio personal o sobre « Python PATH ».

**Todos los programas deben comenzar con las siguientes dos líneas:**

```
import eyes17.eyes
p = eyes17.eyes.open()
```

La variable `p` es el objeto de software que representa el hardware.

Las siguientes secciones explican las llamadas a la función Python para acceder al hardware EYES17. Cada llamada a la función se explica con un ejemplo de uso.

### 13.2 `set_pv1(v)`, `set_pv2(v)`

Ajusta el voltaje de CC en PV1 y PV2. El intervalo para PV1 es de -5 a 5. El intervalo para PV2 es de -3,3 a 3,3.

```
print p.set_pv1(4)
print p.set_pv2(2.1)
```

Se muestra el valor asignado a la salida. Medir los voltajes con un voltímetro

## 13.3 get\_voltage(entrada)

Devuelve el voltaje de la entrada especificada.

```
print p.get_voltage('A1')
print p.get_voltage('A2')
print p.get_voltage('A3')
print p.get_voltage('MIC')
print p.get_voltage('SEN')
```

Conectar PV1 en A1, y utilizar `set_pv1()` y `get_voltage('A1')` juntos. Esta función ajusta la plantilla de entrada por prueba y error, dependiendo del valor de la señal de entrada..

## 13.4 get\_voltage\_time(entrada)

Devuelve una tupla, que contiene el sello de fecha de la computadora y el voltaje en la entrada especificada..

```
print p.get_voltage_time('A1')
```

## 13.5 get\_resistance()

Devuelve el valor de la resistencia conectada en SEN, que debería ser entre  $100\ \Omega$  y  $100\ k\Omega$  para una precisión razonable.

..code-block:: python

```
print p.get_resistance()
```

## 13.6 get\_capacitance()

Devuelve el valor de la capacidad conectada en IN1 (funciona bien en el dominio de  $pF$ )

```
print p.get_capacitance()
```

## 13.7 get\_version()

Devuelve la versión del firmware.

```
print p.get_version()
```

## 13.8 get\_temperature()

Devuelve la temperatura del procesador dentro de EYES17

```
print p.get_temperature()
```

## 13.9 set\_state(SALIDA=valor)

Establece el estado lógico de la salida OD1, SQ1, etc. Conectar OD1 en A1 y lanzar :

```
p.set_state(OD1=1)
print p.get_voltage('A1')
```

## 13.10 set\_sine(frecuencia)

Genera la señal sinusoidal de la frecuencia solicitada en WG (intervalo de 5  $Hz$  a 5000  $Hz$ ). Todos los valores intermedios no son posibles, la función devuelve el valor realmente adoptado.

```
print p.set_sine(502)
```

502.00803

## 13.11 set\_sine\_amp(amplitud)

La amplitud se puede establecer en tres valores de voltaje preestablecidos en las cresta (0 para tener 80  $mV$ , 1 para tener 1  $V$ , 3 para tener 3  $V$ ).

```
p.set_sine_amp(2)
```

Ajusta la amplitud en 3  $V$  cresta.

## 13.12 set\_sqr1(frecuencia)

Ajusta la frecuencia de la salida SQ1 (intervalo de 4  $Hz$  en 1  $MHz$ ). Todos los valores intermedios no son posibles, la función devuelve el valor realmente adoptado.

```
print p.set_sqr1(15030)
```

15030.53

## 13.13 set\_sqr1\_slow(frecuencia)

Ajusta la frecuencia de la salida SQ1 (intervalo de 0,1  $Hz$  a 1  $MHz$ ). Todos los valores intermedios no son posibles, la función devuelve el valor realmente adoptado. La resolución está bien, pero WG está deshabilitado cuando se ordena SQ1 de esta manera.

```
print p.set_sqr1_slow(0.5)
```

## 13.14 set\_sqr2(frecuencia)

Similar a set\_sqr1() pero SQ2 no está disponible al mismo tiempo que WG, sólo se puede usar una de las dos salidas a la vez.

## 13.15 set\_sqr1(frecuencia, cicloDeTrabajo)

Ajusta la frecuencia de la salida SQ1 (intervalo de 0,1  $Hz$  a 1  $MHz$ ). Todos los valores intermedios no son posibles, la función devuelve el valor realmente adoptado.

```
print p.set_sqr1(1000, 30)           #1000 Hz, ciclo de trabajo 30%
```

## 13.16 get\_freq(entrada)

Mide la frecuencia de una señal cuadrada en la entrada, IN2 o SEN. Conectar SQ1 en IN2 e iniciar el código:

```
p.set_sqr1(1000)
print p.get_freq('IN2')
```

## 13.17 duty\_cycle(entrada)

Mide el ciclo de trabajo de una onda cuadrada, IN2 oo SEN. Conectar SQ1 en IN2 y lanzar el código :

```
p.set_sqr1(1000, 30)
print p.duty_cycle('IN2')
```

## 13.18 r2ftime(entrada1, entrada2)

Mide el intervalo de tiempo entre un flanco ascendente en la entrada1 hasta un flanco descendente en la entrada2, las entradas pueden ser las mismas. Se puede usar para probar una onda cuadrada.

Conectar SQ1 en IN2 y lanzar el código :

```
p.set_sqr1(1000, 30)
print p.r2ftime('IN2', 'IN2')
```

0.0003

La señal cuadrada en 1 *kHz* y permanece en el estado ALTO durante 0,3 *ms*.

## 13.19 multi\_r2rtime(entrada, nCiclos)

Mide el intervalo de tiempo entre dos bordes ascendentes de la entrada *entrada*. La duración entre dos bordes ascendentes es un ciclo. Se puede especificar el número de ciclos a medir, el valor predeterminado es 1. Los valores permitidos son 1,2,4,8,12,16,32 y 48. Esto se puede probar con una señal cuadrada.

Conectar SQ1 en IN2 y lanzar el código :

```
p.set_sqr1(1000)
print p.multi_r2rtime('IN2', 8)
```

0.008

## 13.20 select\_range(canal, calibre)

Los calibres para A1 y A2 se pueden ajustar desde  $\pm 0,5\text{ V}$  hasta  $\pm 16\text{ V}$ , utilizando amplificadores de ganancia programables.

```
p.select_range('A1', 4)           # 4 volt maximum
p.select_range('A1', 8)           # 8 volt maximum
```

## 13.21 capture1(entrada, nMuestras, intervaloTiempo)

Escanea la entrada especificada. El número de muestras puede subir hasta 10000. La duración entre dos muestras consecutivas se da en microsegundos (intervalo de 2 a 1000  $\mu s$ ).

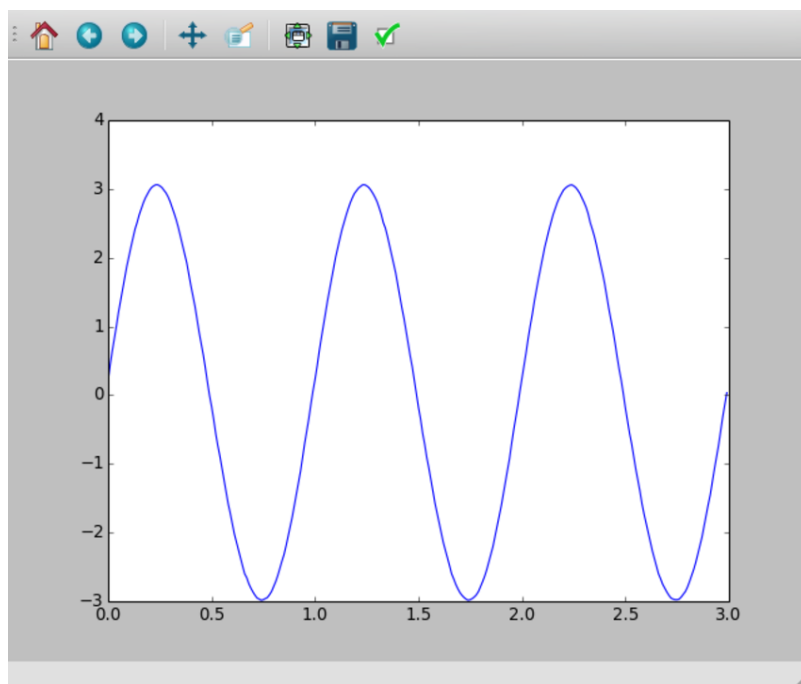
```
print p.capture1('A1', 5, 5)
```

mostrará dos tablas de fechas y voltajes.

Cuando necesite crear un gráfico del voltaje de salida para una mejor comprensión, puede hacerlo utilizando el módulo `matplotlib`, importado a través de la interfaz `pylab`. Conectar WG en A1 con la ayuda un hilo y tirar :

```
from pylab import *
p.set_sine_amp(2)
p.set_sine(1000)
p.select_range('A1', 4)
t,v = p.capture1('A1', 300, 10)
plot(t,v)
show()
```

El resultado de este código se da a continuación.



## 13.22 capture2(nMuestras, intervaloTiempo)

Escanea las entradas A1 y A2 simultáneamente. El número de muestras puede ser de hasta 10000. La duración entre dos muestras consecutivas se da en microsegundos (intervalo de 2 a 1000  $\mu s$ ).

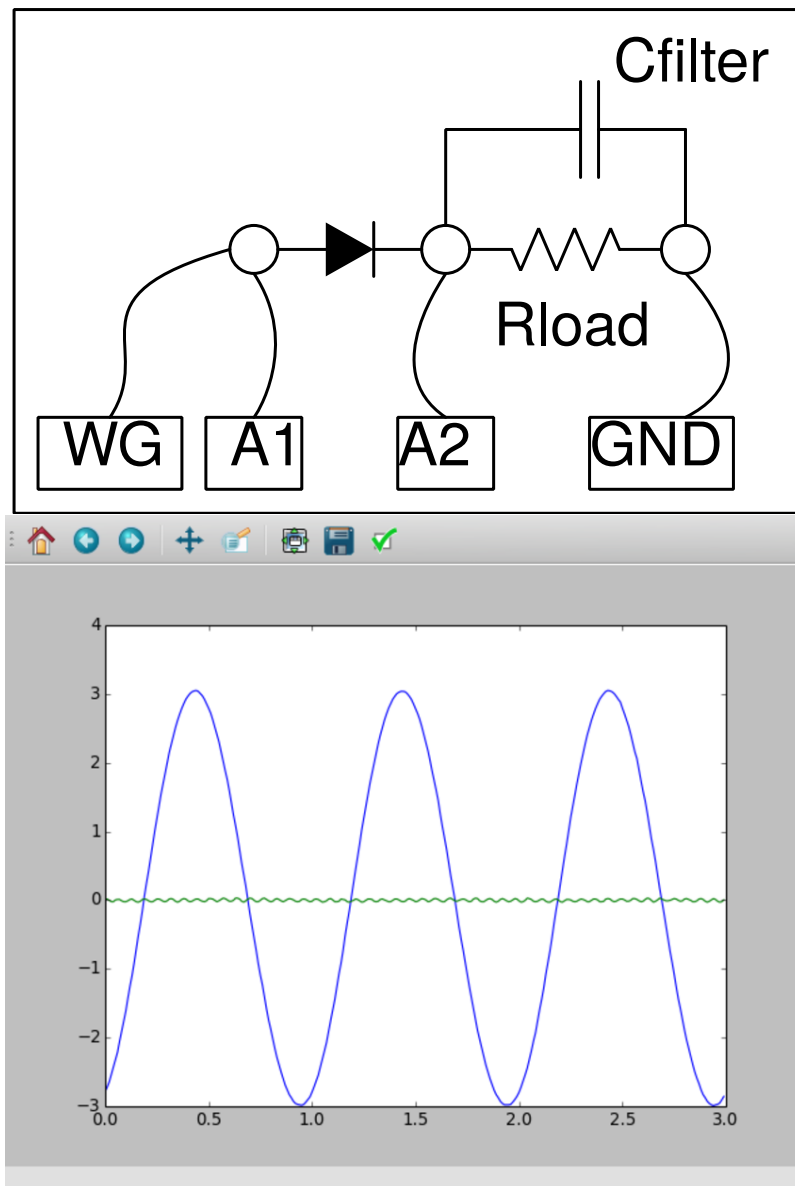
Conectar WG en A1, y un diodo entre A1 y A2. Iniciar el siguiente código :

```

from pylab import *
p.set_sine_amp(2)
p.set_sine(1000)
p.select_range('A1', 4)
t,v,tt,vv = p.capture2(300, 10)
plot(t,v)
plot(tt,vv)
show()

```

El resultado de este código se da a continuación.



### 13.23 capture4(nMuestras, intervaloTiempo)

Escanea las entradas A1, A2, A3 y MIC simultáneamente. El número de muestras puede ser de hasta 10000. La duración entre dos muestras consecutivas se da en microsegundos (intervalo

de 2 a 1000  $\mu s$ ).

Conectar WG en A3 e inicie el código que figura a continuación. El resultado se muestra a continuación.

```
from pylab import *
p.set_sine_amp(2)
p.set_sine(1000)
p.select_range('A1', 4)
res = p.capture4(300, 10)
plot(res[[]4{}],res[[]5{}])          # A3
plot(res[[]6{}],res[[]7{}])          # MIC
show()
```

### 13.24 set\_wave(frecuencia, tipoDeSenal)

Si el parámetro `tipoDeSenal` no está especificado, esto genera una signal señal utilizando la tabla de ondas existente. Si `tipoDeSenal` está especificada 'sine' ou 'tria', la tabla de onda correspondiente está cargada.

```
from pylab import *
p.set_wave(1000, 'sine')
p.set_wave(100)          # frec. 100Hz con la tabla corriente
x,y = p.capture1('A1', 500,50)
plot(x,y)
p.set_wave(100, 'tria')  # tabla de onda triangular y 100 Hz
x,y = p.capture1('A1', 500,50)
plot(x,y)
show()
```

### 13.25 load\_equation(funcion, intervalo)

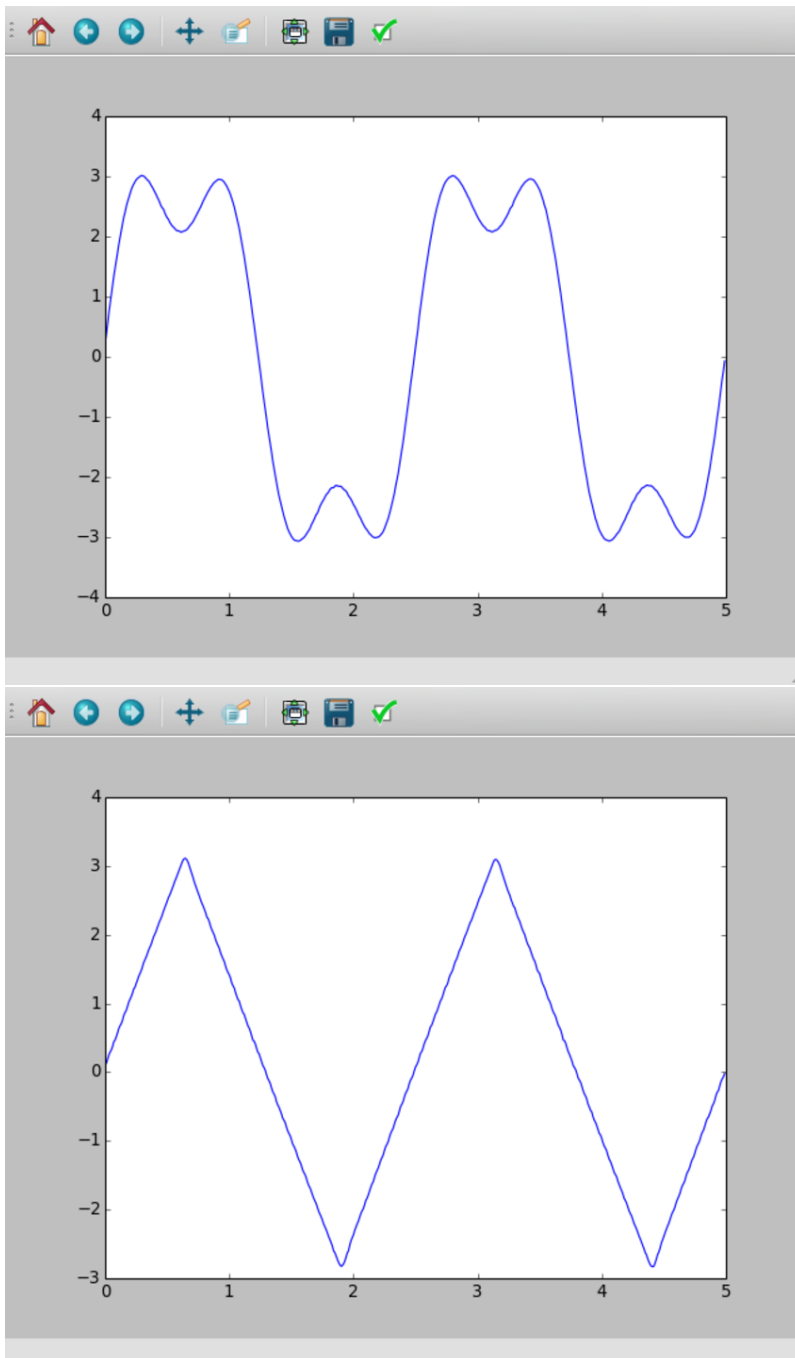
Crea la tabla de ondas usando la ecuación. Conecte WG a A1 e inicia el código siguiente. El resultado se muestra a continuación.

```
from pylab import *

def f1(x):
    return sin(x) + sin(3*x)/3

p.load_equation(f1, [-pi,pi])
p.set_wave(400)
x,y = p.capture1('A1', 500,10)
plot(x,y)
show()
```





## 13.26 load\_table(tabla)

También puede cargar la tabla de ondas con una matriz de 512 elementos. Conecte WG a A1 e inicie el código a continuación. Después de la operación de valor absoluto, la tabla comienza con 256, luego baja a 0 y finalmente vuelve a 255, que dibuja una señal triangular. El resultado debido a esta tabla se muestra arriba.

```
from pylab import *  
x = arange(-256, 256)  
x = abs(x)
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
p.load_table(x)
p.set_wave(400)
x,y = p.capture1('A1', 500, 10)
plot(x,y)
show()
```