

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MASSACHUSETTS**  
*(Massachusetts Institute of Technology)*

6.071: prácticas de laboratorio de introducción a la electrónica  
**Práctica 1: equipo de laboratorio y redes de resistencias**

Primavera de 2002

## 1 Ejercicios previos

Es obligatorio realizar los ejercicios previos. Responda a las preguntas y presente su trabajo. Para realizar las prácticas de laboratorio es necesario realizar correctamente los ejercicios previos. El ayudante técnico pedirá los ejercicios previos antes de comenzar las sesiones y no se permitirá realizar la práctica a quienes no los tengan preparados.

### 1.1 Divisores de tensión y de corriente

Observe los circuitos de las figuras 1 y 2. La figura 1 representa el circuito fundamental de un divisor de tensión, y la figura 2 muestra un circuito divisor de corriente. Son circuitos muy fundamentales y los utilizaremos frecuentemente durante el semestre.

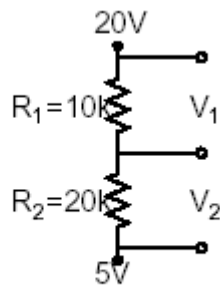


Figura 1: divisor de tensión



Figura 2: divisor de corriente

P: Calcular los voltajes  $V_1$  a través de  $R_1$  y  $V_2$  a través de  $R_2$ .

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

P: Calcular la corriente  $I_1$  e  $I_2$ .

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 1.2 Generadores de voltaje y de corriente: disipación de potencia

Los generadores de voltaje y de corriente son dispositivos creados con resistencias internas  $R_{int}$ , como se muestra en la figura 3.

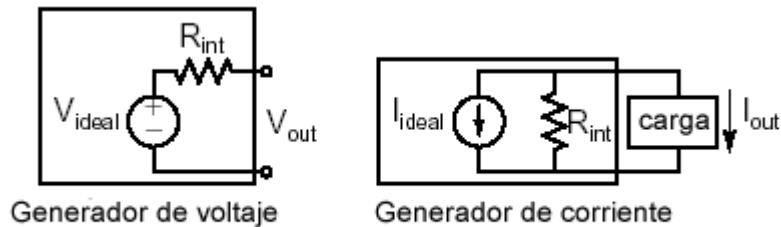


Figura 3: modelos de generadores de voltaje y corriente

No es recomendable cablear los generadores de voltaje directamente en paralelo, ni los de corriente directamente en serie. Veamos el motivo.

Tomemos en cuenta las conexiones de dos generadores de +5V y +15V que aparecen en la figura 4. Las fuentes de alimentación están dispuestas como un generador de voltaje en serie con una pequeña resistencia ( $0.5\Omega$ ). Supongamos que la potencia disipada en el generador de voltaje es igual a la disipada en la resistencia. En la práctica, el cálculo se queda corto, pero es suficiente para la finalidad de este problema.

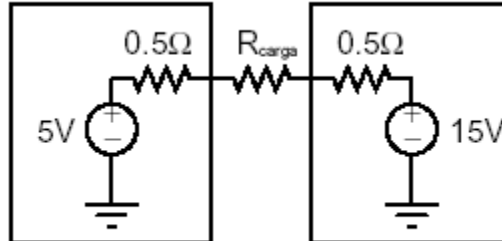


Figura 4: conexiones de fuente de alimentación

Recuérdese que  $P = IV$ . Para  $R_{carga}$  igual a :  $10k\Omega$ ,  $1\Omega$  y  $0\Omega$ , calcular:

- La corriente que fluye a través de las resistencias.
- La potencia disipada en la resistencia de carga ( $R_{carga}$ ).
- La potencia disipada en la fuente de alimentación de 15V.
- Suponiendo que haya una resistencia de  $\frac{1}{4}$  de vatio y una disipación máxima de potencia de 10 vatios en la fuente de alimentación, ¿cuáles de estas configuraciones son seguras y cuáles no? En las inseguras, ¿qué fallará?

$R$	Corriente	Potencia ( $R_{carga}$ )	Potencia (fuente de 15V)	¿Es segura? ¿Qué falla?
10 k				

(10k)				
1 $\Omega$ (1 $\Omega$ )				
0				

( $R_{carga}$ )

### 1.3 Carga

Ahora volvamos a la figura 1. Suponiendo que  $V_2$  se mida utilizando un dispositivo con una resistencia interna de  $1M\Omega$ .

Dibujar un circuito sencillo del modelo.

¿Cuál es el valor del voltaje que se esperaría medir?

Si se pide un error máximo del 5% en la medición del voltaje solicitado, ¿cuál es el valor mínimo / máximo (marcar con un círculo según proceda) de la resistencia interna del dispositivo de medición? Mostrar el trabajo realizado.

## **2 Práctica de laboratorio 1**

### **2.1 Finalidad**

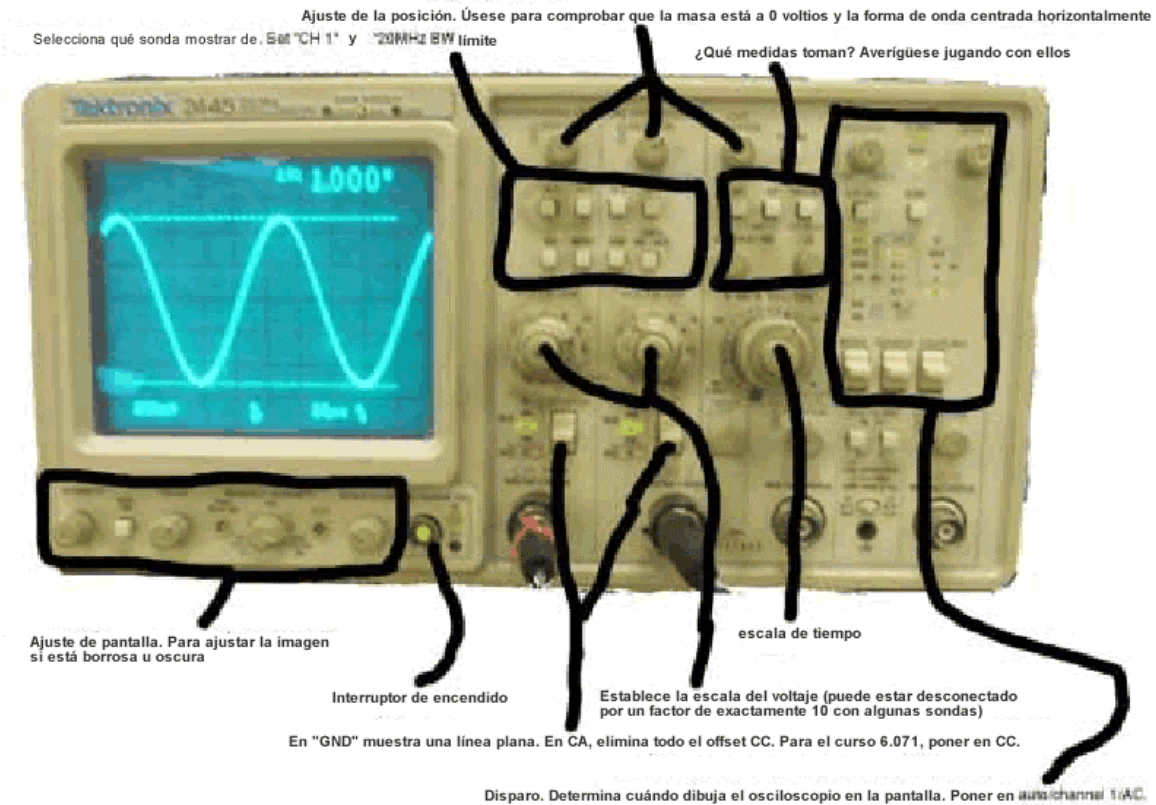
La finalidad de esta práctica es desarrollar algunas de las capacidades necesarias para utilizar equipos de laboratorio básicos, para construir circuitos electrónicos y calificar / describir el comportamiento y el rendimiento de dichos circuitos”

### **2.2 Preparación**

- Completar los ejercicios de práctica previos y tenerlos listos para que el ayudante técnico los revise al comienzo de la sesión de prácticas.
- Antes de asistir a la práctica, preparar la sesión leyendo la entrega correspondiente .

### **2.3 Familiarizarse con el equipo de laboratorio**

El mejor modo de familiarizarse con el equipo de laboratorio es utilizarlo. En nuestro laboratorio usaremos tres clases de equipos: el osciloscopio, el multímetro digital y el generador de función. El ayudante técnico explicará el funcionamiento de estos dispositivos antes de que los estudiantes se inicien en su uso realizando algunas mediciones básicas.



**Figura 5: cómo configurar el osciloscopio**

Primero, encender el osciloscopio y el generador de función. Conectar la salida del generador de señal al osciloscopio. Manipular los controles hasta obtener señal. La configuración adecuada se muestra en la figura 5. Si no se consigue pronto que el aparato funcione (unos 5 minutos manipulándolo), pedir ayuda al ayudante técnico.

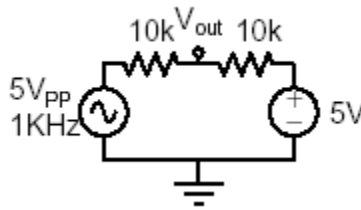
A continuación, se calibra el osciloscopio. Manipular el botón de offset (en la parte superior, con el nombre “position”) y comprobar como hace que la señal suba y baje. Poner el canal uno en modo “Ground” (masa). De este modo, la salida se liga a masa en lugar de tomarla de la sonda, por lo que se verá una línea recta. Girar el botón de offset hasta que esté en el centro de la pantalla. Volverlo a poner en modo “CC”.

Establecer el generador de función para que produzca una onda sinusoidal de salida de 1KHz a 5V. Medir la amplitud de la salida en el osciloscopio (pico a pico) y en el multímetro digital (configuración CA). Registrar los valores en la siguiente tabla.

	Valor
Generador de función	
Osciloscopio	
DMM	

Dividir el valor del osciloscopio por el del DMM para calcular la diferencia de las medidas. ¿Cuál es el origen de esta diferencia? *Clave: consultar el material de clase y de repaso sobre los tipos de medición de voltaje.*

A continuación introduciremos algún offset CC. Aunque nuestros generadores de señal disponen de botón de offset, lo introduciremos manualmente calculándolo en un promedio de 5 voltios. Construir el circuito de la imagen.



**Figura 6: divisor de tensión utilizado como generador de offset CC.**

Calcular la cantidad de offset que debería producir este circuito. A continuación, cambiar el osciloscopio al modo “CC”. Medir (habrá que aproximar) el offset en el osciloscopio y el valor de CC en el multímetro.

Como medición final, poner el osciloscopio en modo CC y ubicar una de las líneas de medición encima de la forma de onda. A continuación, cambiar a modo CA utilizando el interruptor situado justo debajo del botón de escala de voltaje y mover la otra línea a la parte superior de la nueva forma de onda. Este es un modo sencillo de obtener resultados exactos para medidas CC en un osciloscopio, evitando los errores que muchos multímetros introducen. Registrar los resultados obtenidos en esta tabla:

	Valor
Offset calculado	
Osciloscopio (modo CC)	
DMM	
Osciloscopio (diferencia modo CC y CA)	

Ahora trataremos de medir el voltaje que atraviesa la resistencia, en lugar del que va de  $V_{out}$  a masa. Dado que la pequeña clavija de cocodrilo de la sonda del osciloscopio está puesta a masa, no se puede poner la sonda “a través” de la resistencia, porque estaríamos puenteando algún nodo a masa(¿?). En lugar de eso, conectaremos una sonda a cada extremo de la resistencia y restaremos los valores de ambas sondas. *Nótese que cada dispositivo tiene su propia masa. A menos que los conectemos entre sí, no se puede esperar que la masa del osciloscopio sea la misma que la de la fuente de alimentación. Incluso puede dañar el funcionamiento del circuito si lo conectamos a un nódulo que se supone que no está puesto a masa.*

Formar una masa común conectando las clavijas de cocodrilo de las sondas a la masa de la fuente de alimentación. Poner el osciloscopio en modo diferencial (los botones “add” –

añadir– e “invert” –invertir– situados encima del botón de rango de voltaje, y no seleccionar ningún canal), y conectar las sondas del osciloscopio a ambos lados de la resistencia que se quiere medir. ¿Cuál es el voltaje CC que atraviesa la resistencia?

Valor CC: \_\_\_\_\_

¿Cuál es el voltaje CA pico a pico con el generador de señal a 5V?

Valor CA: \_\_\_\_\_

### 2.3.1 Medición de la temperatura

Ya estamos listos para utilizar un dispositivo bastante elaborado para medir la temperatura. Utilizaremos un termistor, que es un dispositivo cuya resistencia viene determinada por la temperatura.

Hay muchos tipos de termistores. Los hay de Coeficiente de Temperatura Positivo (CTP) –su resistencia aumenta con la temperatura– y de Coeficiente de Temperatura Negativo (CTN) –su resistencia disminuye con la temperatura–. Normalmente, los termistores se diseñan por su valor de resistencia a una determinada temperatura. En el kit de estudiante habrá un termistor con una resistencia de  $10k\Omega$  a  $25^\circ\text{C}$ . Repasando la ficha técnica, el estudiante podrá familiarizarse con la nomenclatura.

Ahora construiremos un circuito incorporando el termistor para medir la temperatura. La idea principal es convertir la resistencia en voltaje.

Dado que se conoce la dependencia de la temperatura de la resistencia, se puede medir el voltaje del que se deducirá la resistencia del termistor y, por lo tanto, la temperatura.

Para ello, se incorporará el termistor de un circuito divisor de tensión.

Dibujar dicho circuito en este espacio

*Al construir el circuito, se debe tener cuidado con los contactos del termistor, porque son muy pequeños y se pueden romper al conectarlos. También es recomendable moverlos un poco una vez conectados, para comprobar que hacen buen contacto.*

El jefe de ingeniería ha indicado que el dispositivo tiene que ser capaz de medir la temperatura en un rango muy amplio (de  $-10^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$ ). Revisando más detenidamente la ficha técnica y el material sobre la aplicación, responder: ¿Qué valor se ha elegido para la resistencia fija del circuito? ¿Por qué?

A continuación, medir el voltaje que atraviesa la resistencia y el termistor a temperatura ambiente (25° C) y a temperatura corporal (37° C). Calcular el cambio en la resistencia producido por el cambio de temperatura ( $\frac{dR}{dT}$ )

Para comparar, medir la resistencia del termistor con el DMM a 25° C y a 37° C. ¿En qué se diferencia ésta de los valores observados con el divisor de tensión? *Nota: el multímetro funciona aplicando un voltaje pequeño al elemento y midiendo la corriente. Si ya existe un voltaje que cruce el elemento, como será el caso en la mayoría de los circuitos, el multímetro puede dar lecturas incorrectas.*

Calcular el flujo de corriente que atraviesa el circuito. Si esta corriente fuese *mucho* mayor, ¿qué problemas comportaría para medir la temperatura del entorno? *Clave: si no se encuentra respuesta, practicar la sección Carga, parte 1, y volver a esta pregunta..*

### 2.3.2 Carga, parte 1 (disipación de potencia)

En los ejercicios previos se ha visto que conectar las fuentes de alimentación de +5V y de +15V puede producir efectos negativos (figura 4). En este experimento, lo veremos en la práctica.

Fijar alambres a las terminales de masa y de +15V de la fuente de alimentación de la tableta experimental. Colocar varias resistencias en la mesa. Tocar los alambres de masa y de +15V a lo largo de las resistencias. Experimentar un poco y registrar la resistencia de menor valor que se pueda utilizar sin que ésta eche humo. Como se recordará de las clases, la resistencia se puede calentar bastante, por lo que hay que tocar los alambres que van a la resistencia y no viceversa. Además, aunque se debe usar la fuente de alimentación de la tableta experimental, no se hará pasar la corriente por la tableta en sí, ya que éstas están diseñadas para soportar corrientes pequeñas y se podrían fundir los diminutos contactos de su interior. *¿Cuánta potencia disipa esta resistencia (suponiendo que la fuente de alimentación es suficientemente potente para generar continuamente 15V)? No hay peligro de fundir la fuente de alimentación, ya que está diseñada para que la usen los estudiantes. Es bastante resistente y cortará la corriente antes de fundirse (y aunque no lo hiciera, se arregla fácilmente).*

Una dos alambres: ¿saltan chispas? ¿Se calientan los cables? ¿Por qué o por qué no? *Se debe considerar la resistencia de los cables y a qué valor se aproxima la disipación de potencia cuando  $R \rightarrow 0$ . Además, se tendrá presente el tamaño del área en la que el cable puede disipar el calor y compararlo con el de la resistencia.*

### 2.3.3 Carga, parte 1 (resistencia interna)



**Figura 7: otro divisor de tensión**

Conectar dos resistencias idénticas  $R$  para formar un divisor de tensión de 0V a 15V, como se muestra en la figura 7. Para  $R = 1k\Omega$ ;  $100k\Omega$  y  $10M\Omega$ , medir el voltaje que atraviesa una de ellas con el DMM y el osciloscopio y registrar los resultados en la siguiente tabla.

<i>Resistencia</i>	Calculado	Medido (DMM)	Medido (osciloscopio)
$1k\Omega$			
$100k\Omega$			
$10M\Omega$			

Explicar las discrepancias entre los valores calculados y los medidos. Explicar también las posibles discrepancias entre las mediciones realizadas con el DMM y el osciloscopio.

¿Qué dispositivo tiene mayor resistencia interna?

Calcular la resistencia interna del multímetro.

¿Cuál de los dispositivos es más exacto para medir el voltaje?