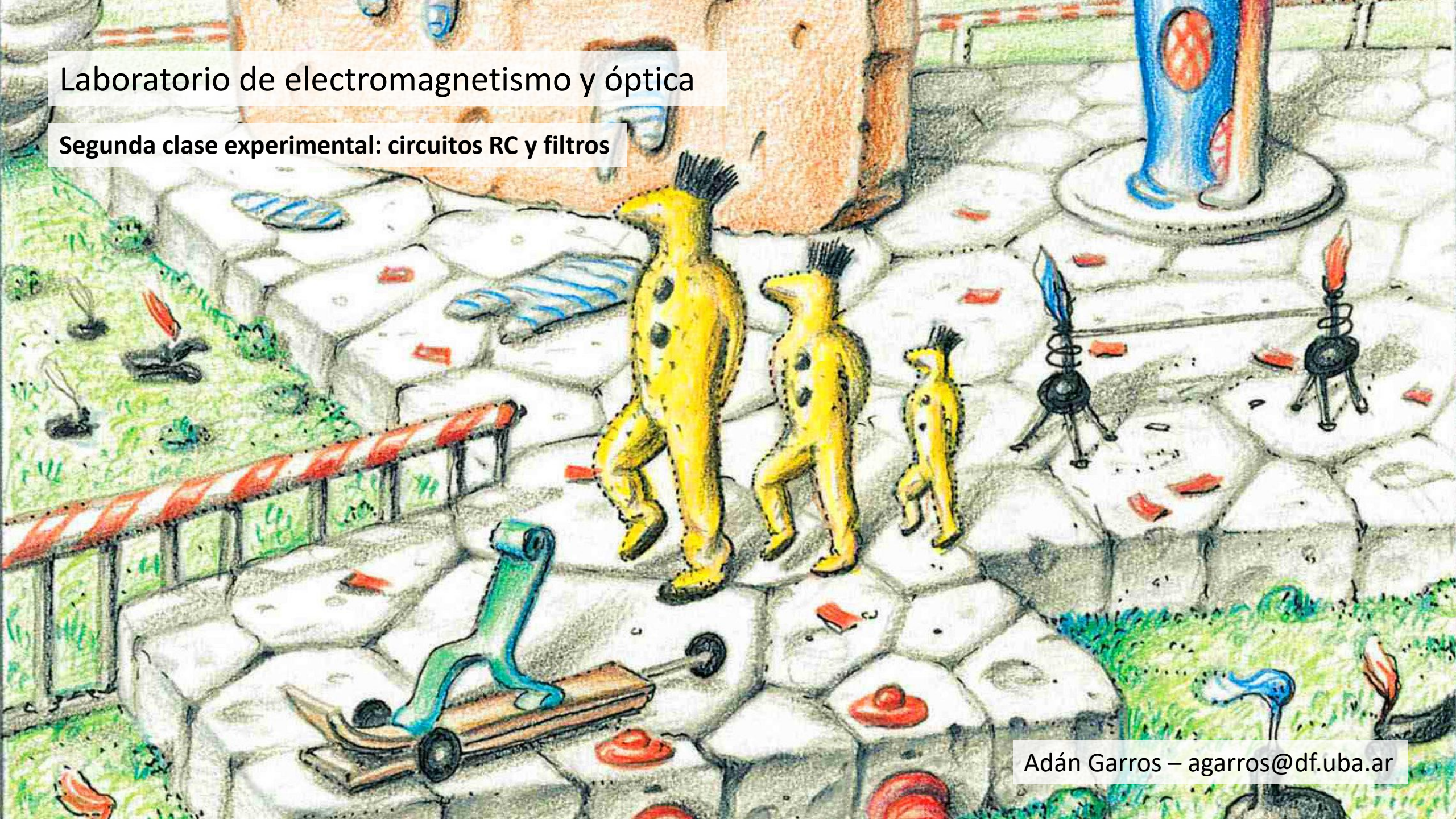
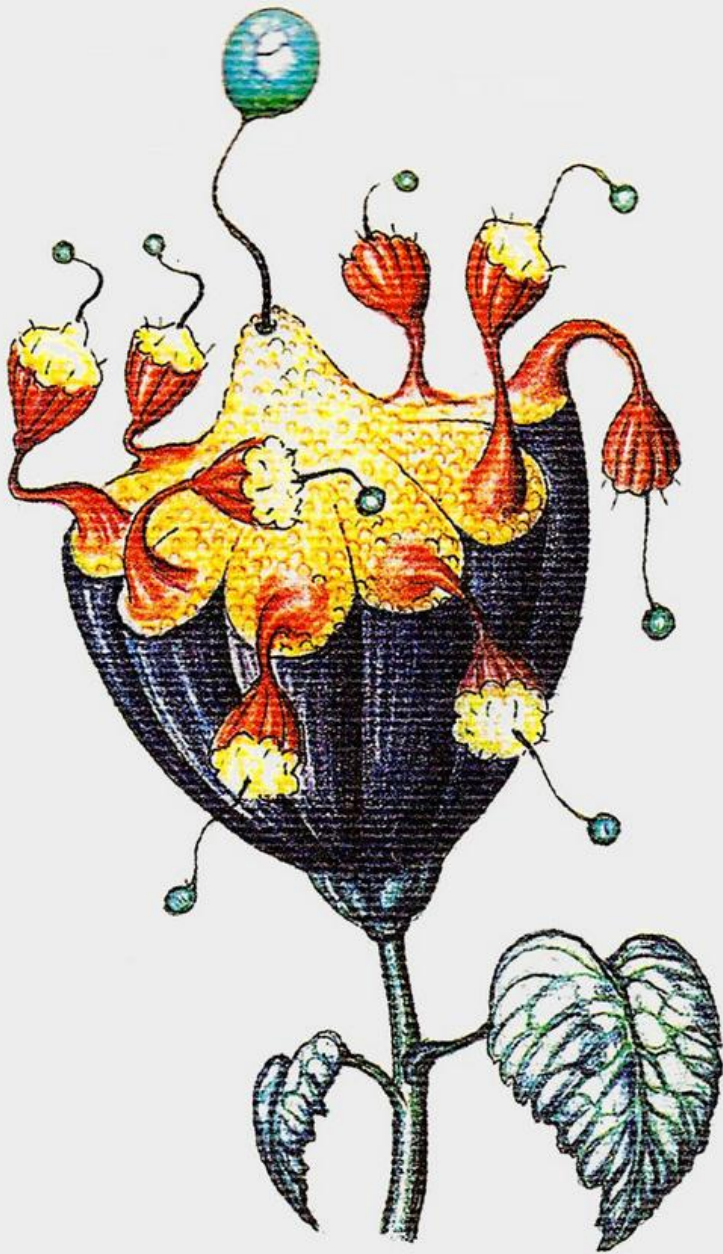


# Laboratorio de electromagnetismo y óptica

## Segunda clase experimental: circuitos RC y filtros





Handwritten signature or text at the bottom left of the page.

## CONCEPTOS BÁSICO SOBRE CIRCUITOS RC

### ¿Qué es un circuito RC?

Un circuito RC es un circuito eléctrico compuesto por una **resistencia ( $R$ )** y un **capacitor ( $C$ )** **conectados en serie o en paralelo**, utilizado para filtrar señales, generar retardos temporales y controlar la frecuencia en aplicaciones electrónicas.

### ¿Qué es capacitor?

Un capacitor es un dispositivo electrónico que **almacena y libera energía en forma de carga eléctrica**, formado por dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico, utilizado para filtrar, estabilizar voltajes y bloquear señales de corriente continua en circuitos.

### Ejemplo de un circuito RC en biología:

- **Sinápsis neuronal:** La **membrana celular** de las neuronas se comporta como un **capacitor** (almacena carga), mientras que las **proteínas** de los canales iónicos actúan como **resistencias**, regulando la velocidad de descarga y la propagación de impulsos eléctricos en el sistema nervioso.

### ¿Qué interés tiene aprender todo esto biología, geología, paleontología...?

- Elaboremos en conjunto la respuesta.

# TIPOS DE CAPACITORES

Papel



Poliestireno



Bipolar



Electrolítico



Policarbonato



Poliéster



Mylar



Mica plateada



Cerámico



Tántalo



Paso de alimentación



Ajustable



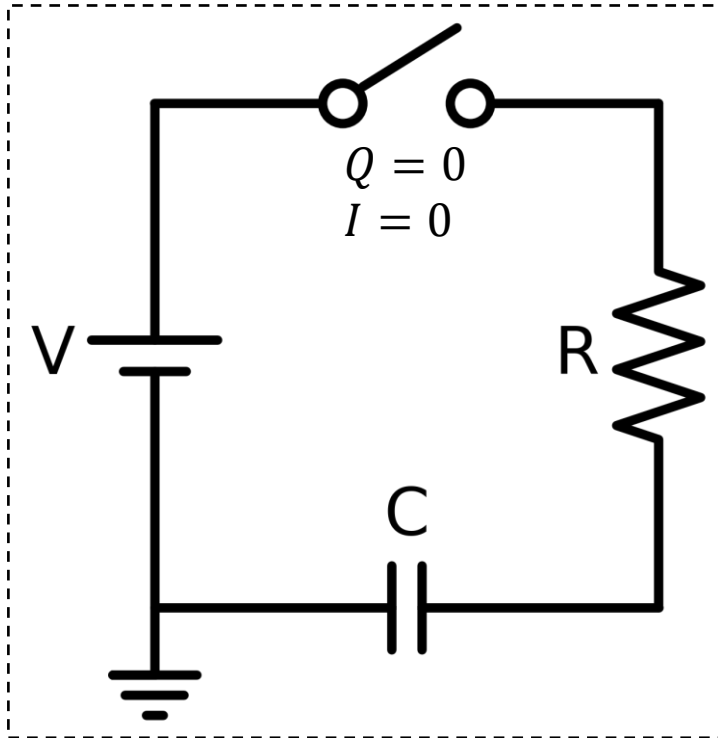
Variable



# RESPUESTA DE UN CIRCUITO RC

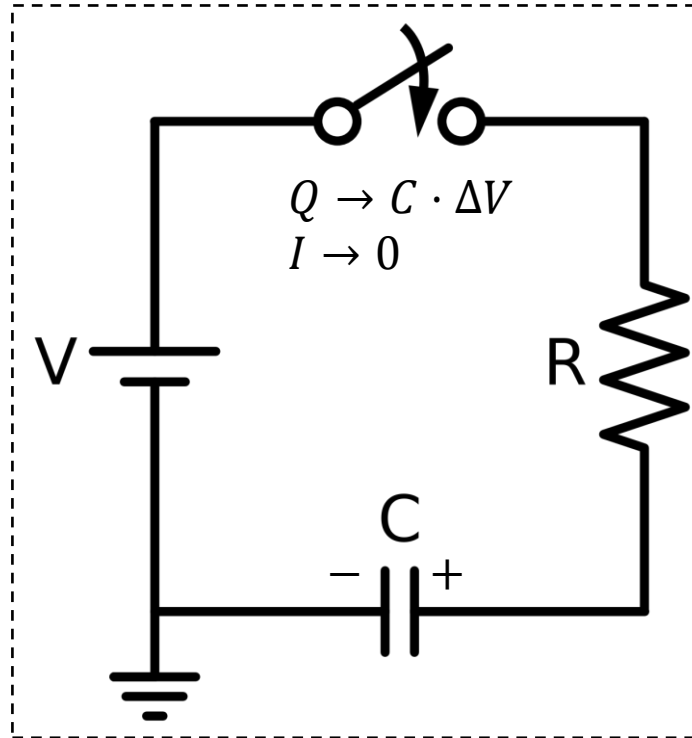
## INICIAL: CIRCUITO RC ABIERTO

- Capacitor está descargado
- No circula corriente



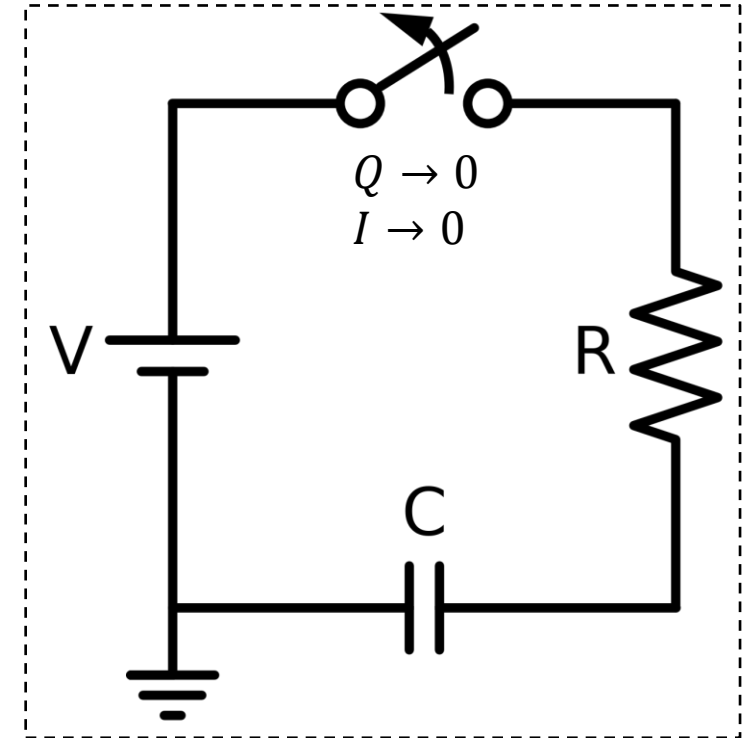
## ACCIÓN: SE CIERRA EL CIRCUITO

- El capacitor acumula carga (estado transitorio)
- La resistencia, junto al capacitor, permite mediar el tiempo característico del estado transitorio
- Eventualmente, se llega a un estado estacionario en el que el capacitor está completamente cargado



## ACCIÓN: SE ABRE EL CIRCUITO

- El capacitor libera la carga acumulada
- Circula una corriente (aun con circuito abierto)
- En el estacionario no circula más corriente.



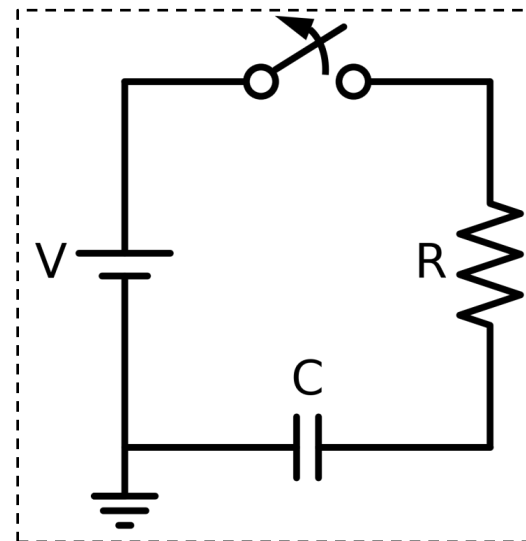


## Tip para graficar circuitos en Python/Colab

```
pip install schemdraw
```

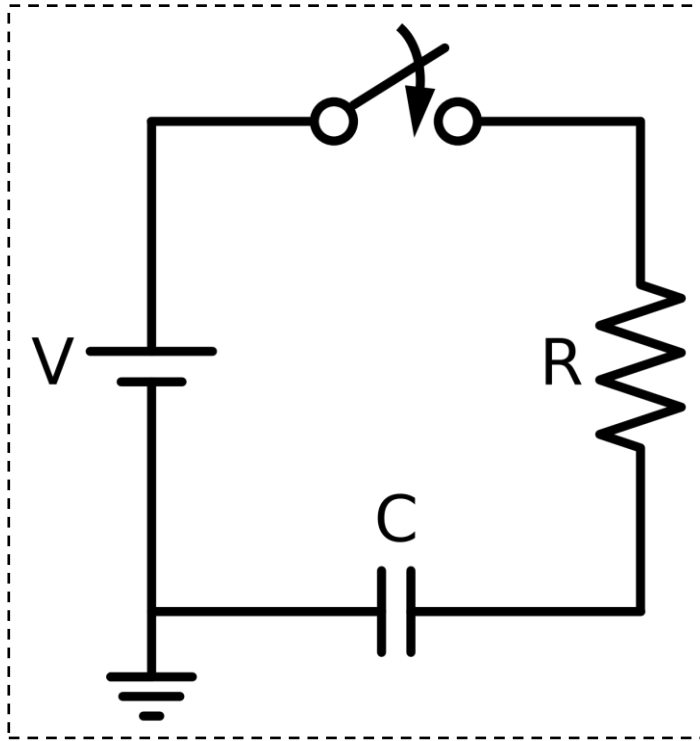
```
import schemdraw  
import schemdraw.elements as elm
```

```
with schemdraw.Drawing() as d:  
    d.config(unit=3)  
    d += elm.BatteryCell(reverse=True).up().label('V')  
    d += elm.Switch(sw='open').right()  
    d += elm.Resistor().down().label('R')  
    d += elm.Capacitor().left().label('C')  
    d += elm.Line().left().tox(0)  
    d += elm.Ground()  
    d.draw()
```



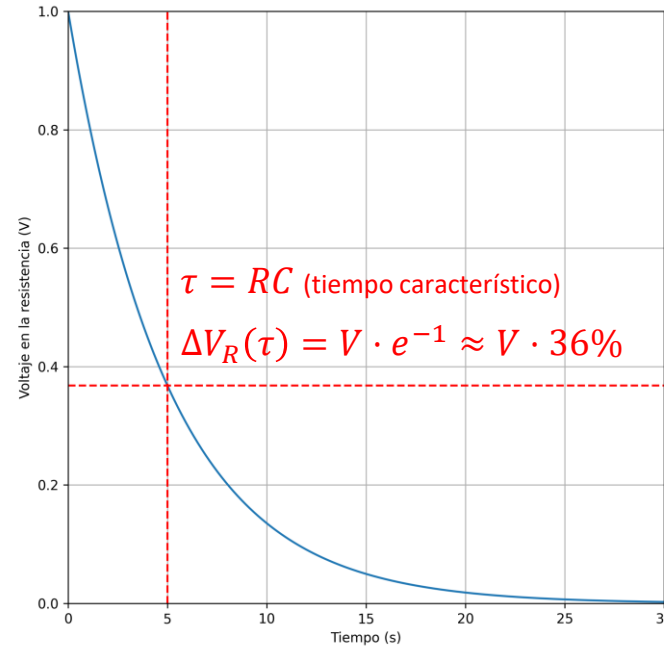
# RESPUESTA DE UN CIRCUITO RC

Carga del capacitor



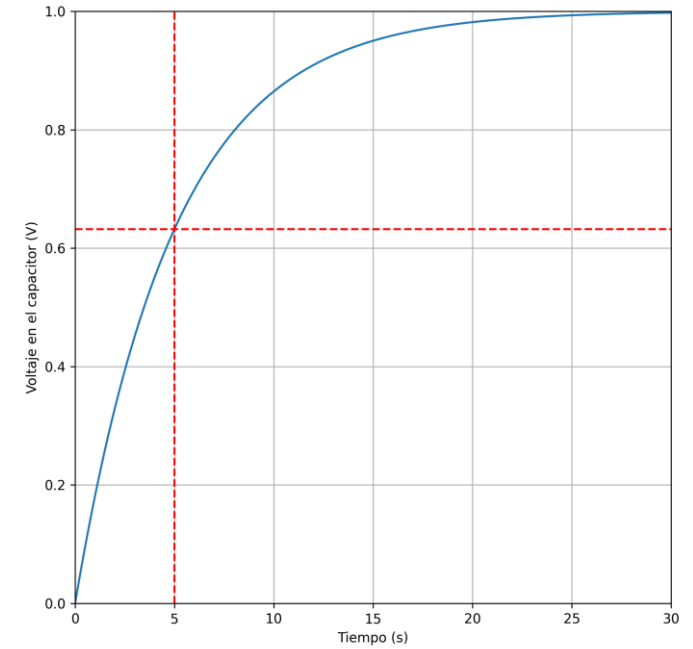
Voltaje en la resistencia

$$\Delta V_R = V \cdot e^{-t/\tau}$$



Voltaje en el capacitor

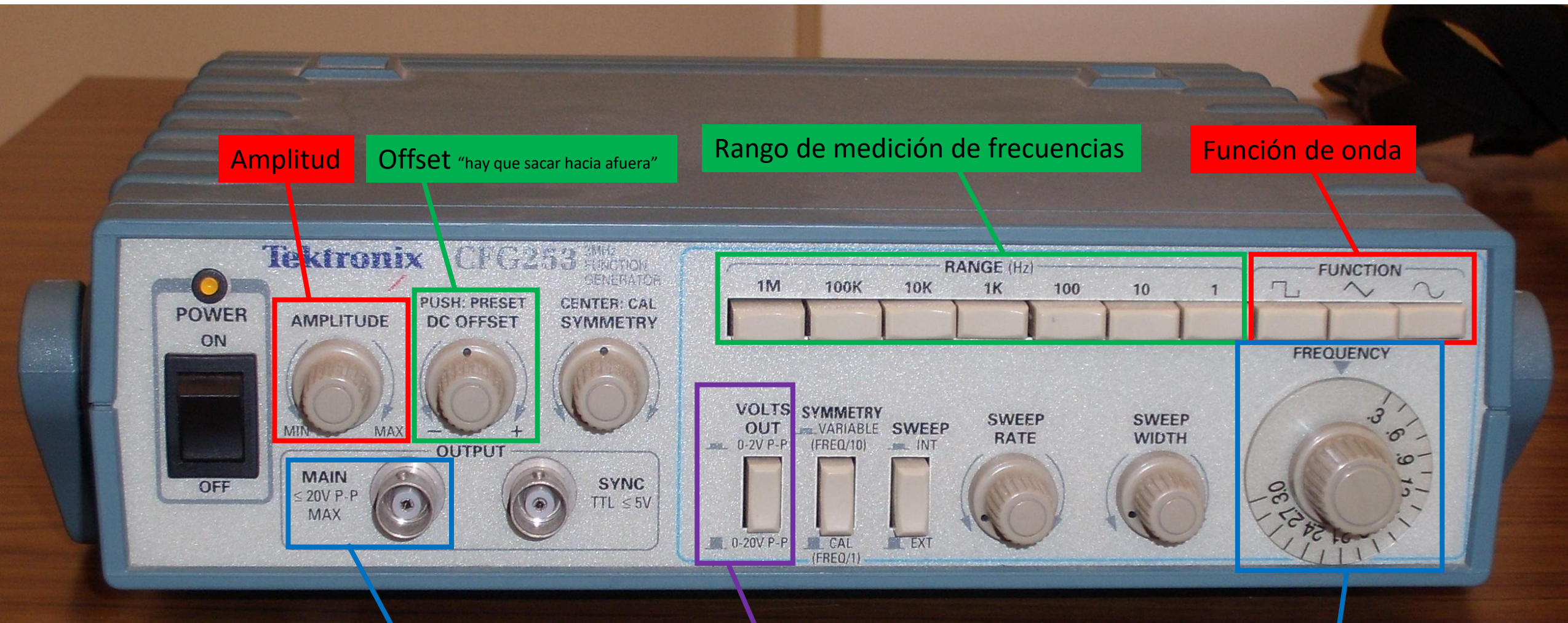
$$\Delta V_C = V \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$



- En el caso de una descarga se tiene que  $\Delta V_R = -\Delta V_C$  (resuelvan este caso)
- Importa **estimar los tiempos característicos**. Por ejemplo, consideremos

$$\tau = R \cdot C = 1 \text{ k}\Omega \cdot 2 \text{ }\mu\text{F} = 1 \cdot 10^3 \cdot \Omega \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot \text{F} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 2 \text{ ms}$$

# GENERADOR DE FUNCIONES – Tektronix CFG253



Amplitud

Offset “hay que sacar hacia afuera”

Rango de medición de frecuencias

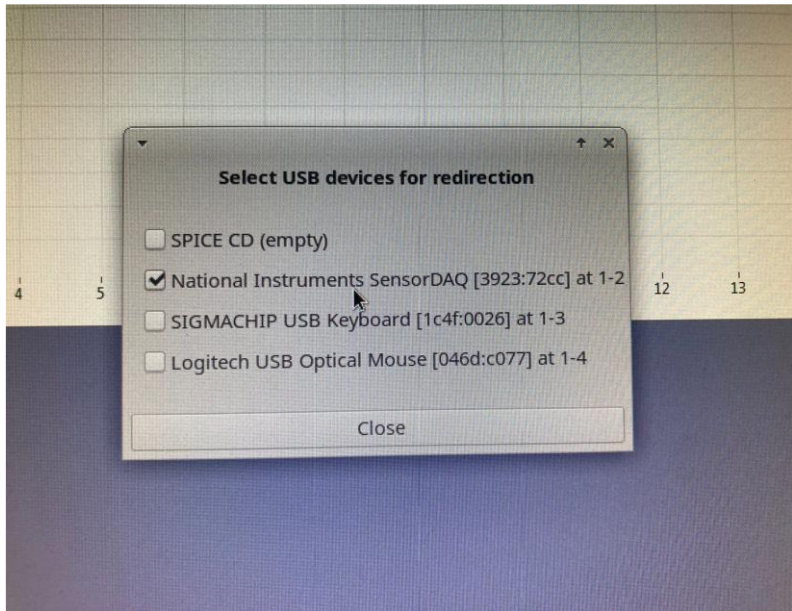
Función de onda

Salida de la señal (conector BNC)  
Núcleo (interior) es positivo  
Malla (exterior) a tierra (GND 0 V)  
**IMPORTANTE:** ¡siempre a tierra!

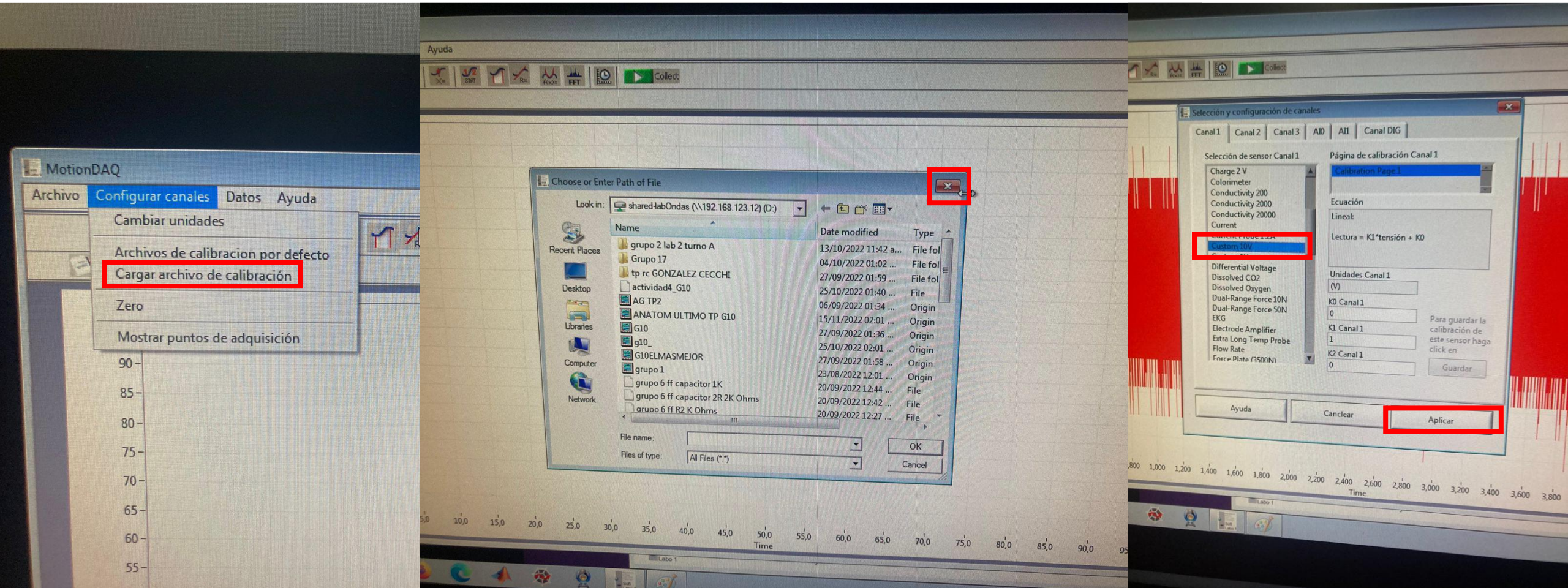
Selector: “0-2 Vpp” o “0-20 Vpp”

Multiplicador del rango de frecuencias

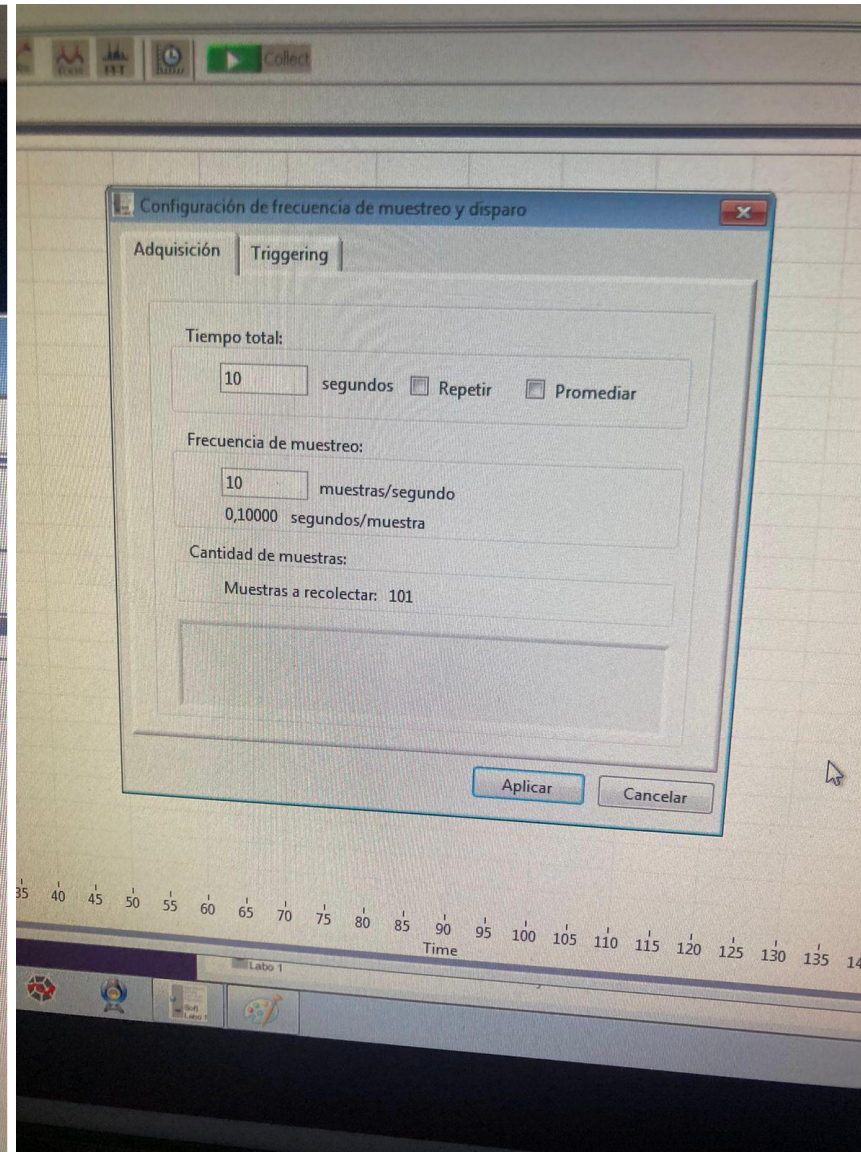
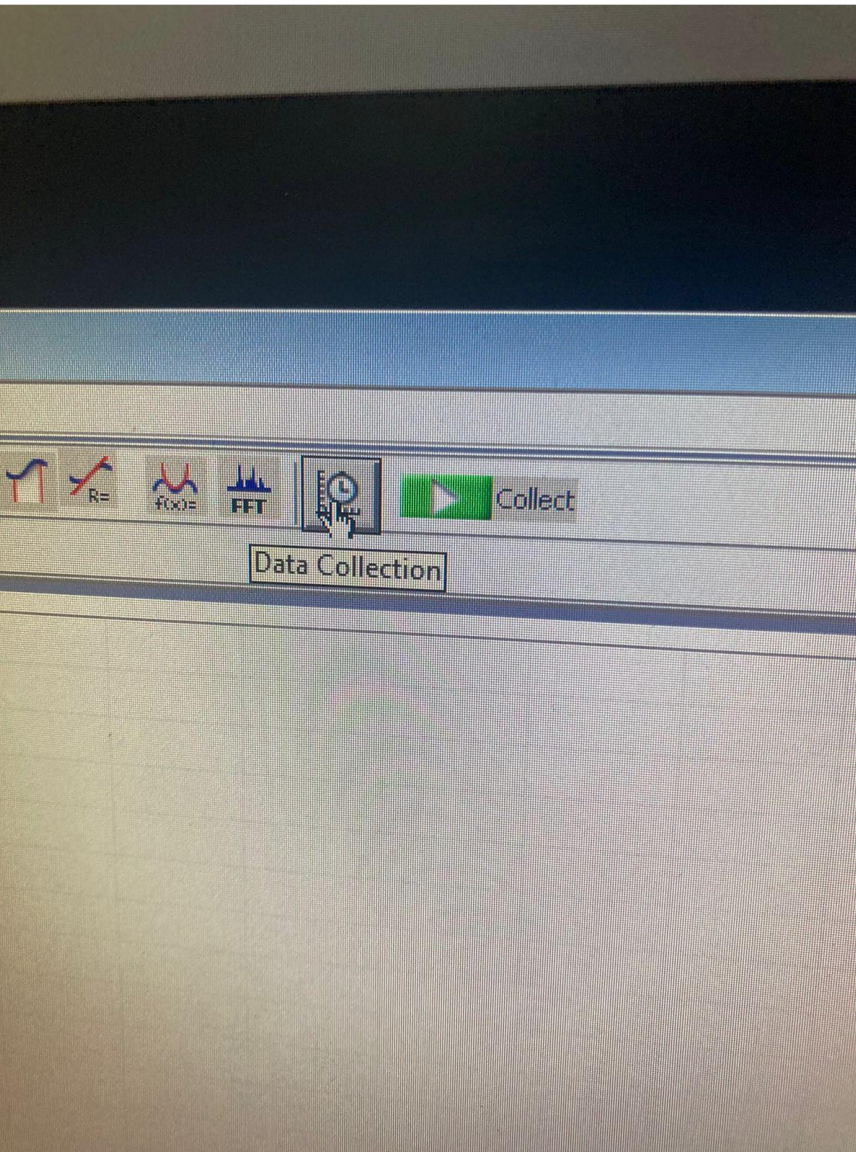
# DISPOSITIVO DE ADQUISICIÓN – Vernier SensorDAQ



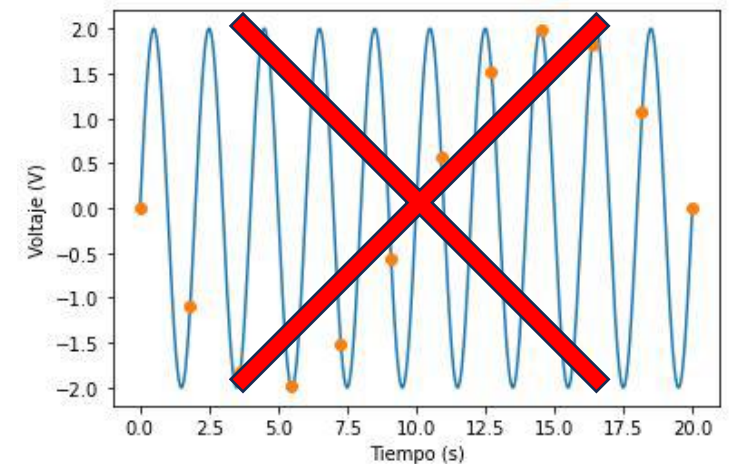
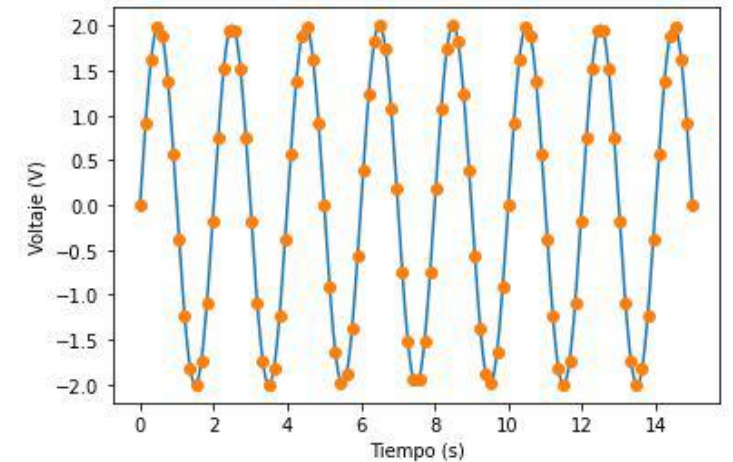
# Selección y configuración de canales en MotionDAQ

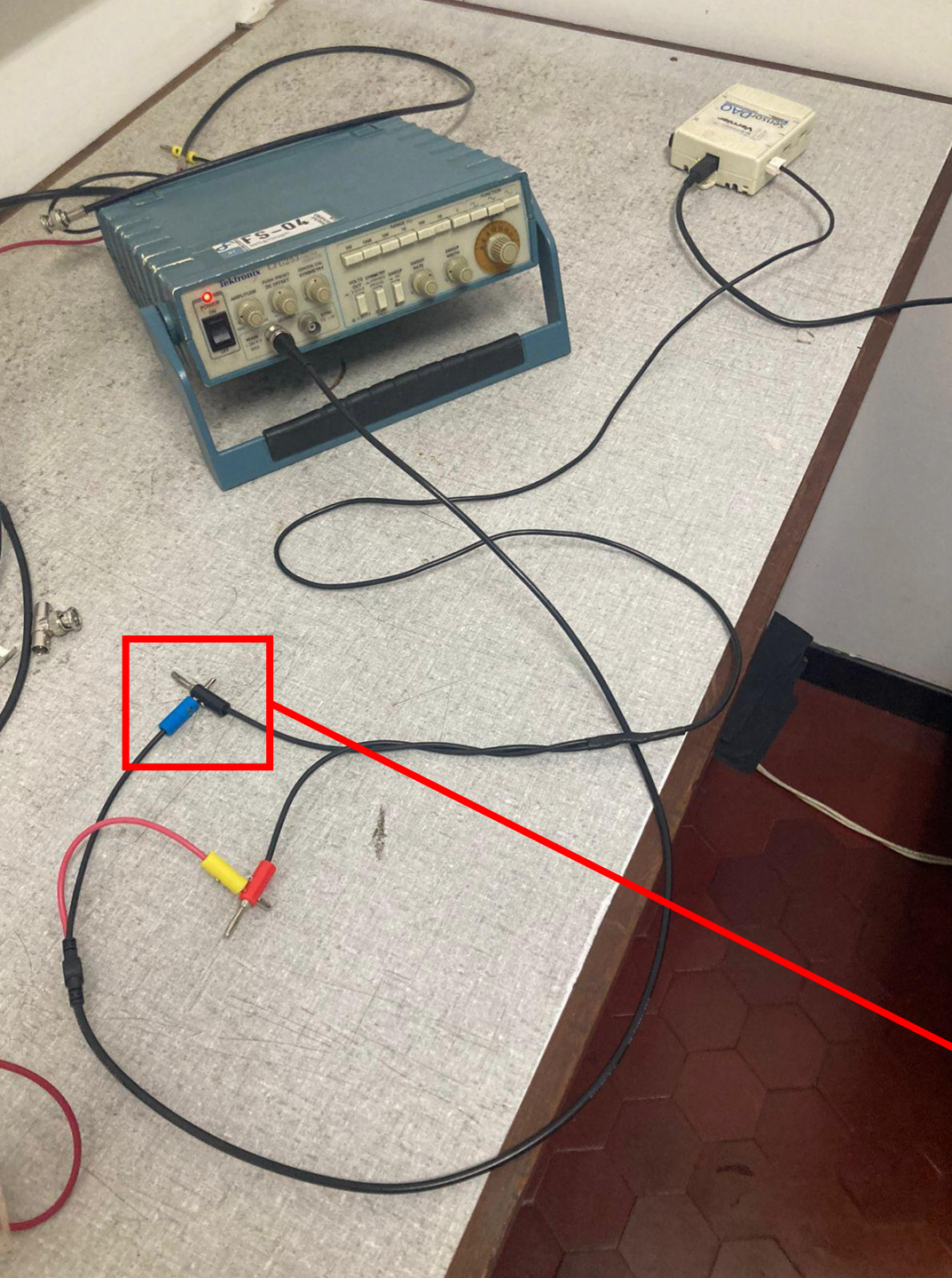


# Frecuencia de muestreo en MotionDAQ



**Criterio de Nyquist:** La frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble que la frecuencia de la señal.





## ACTIVIDAD 1 - GENERADOR DE FUNCIONES

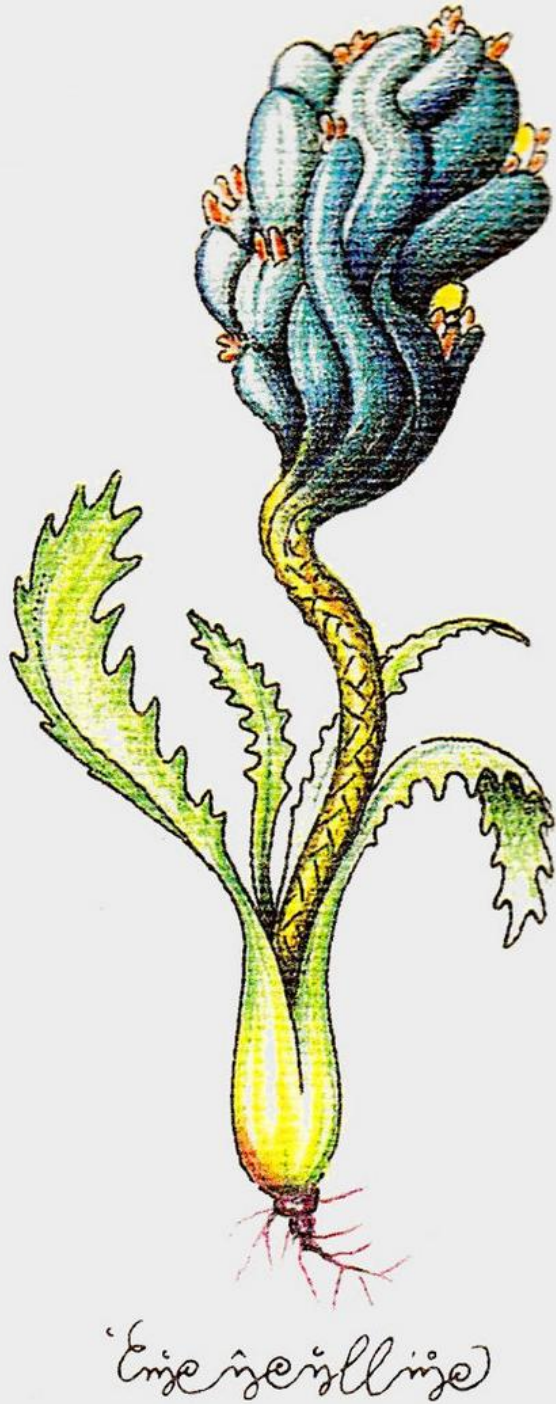
Adquirir directamente tres señales distintas del generador de funciones:

- Señal sinusoidal centrada en cero.
- Señal cuadrada con mínimo en 0 V y máximo en 5V
- Señal a elección

Exportar los datos en un CSV y graficar la tensión como función del tiempo. En particular, identificar que **la señal cuadrada va a permitir replicar la apertura y cierre** en un circuito RC para estudiar el transitorio.

**PRECAUCIÓN:** DESCARGAR el capacitor antes de manipularlo (unir ambas patas). Por ejemplo, si se carga un capacitor y se desconecta el circuito, entonces el capacitor queda cargado y puede descargar corriente en el usuario o bien en otro circuito o instrumentos.

**IMPORTANTE:** La malla (negativo) de la salida del generador de funciones siempre está a tierra (0 V). Por ende, debe conectarse **SIEMPRE con otras tierras** y no con otros puntos de distinto voltaje. En este caso, se deben conectar los cables negros y fichas negras/azules.

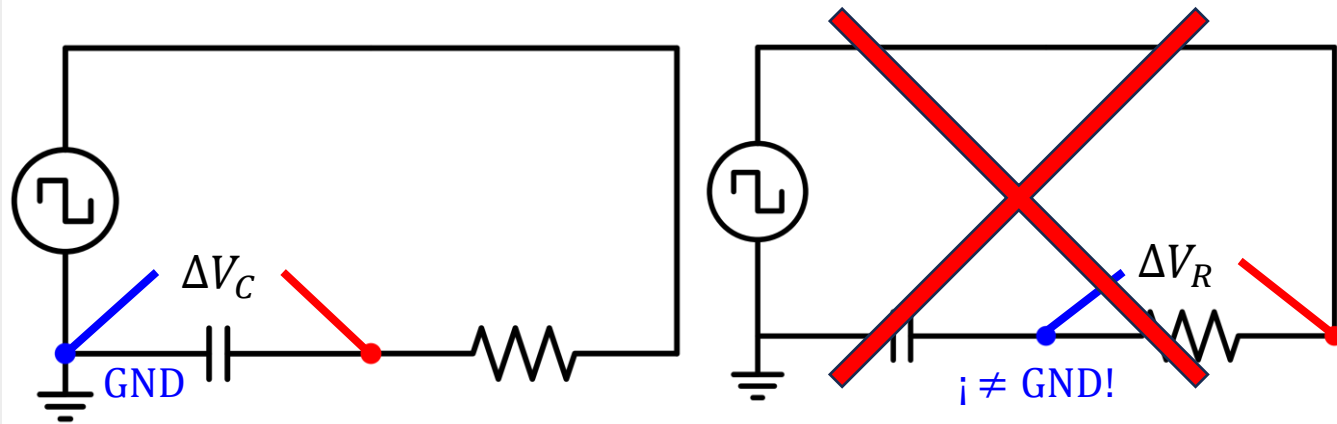


## ACTIVIDAD 2 – CIRCUITOS RC

Armar un circuito RC alimentado con una señal cuadrada entre 0 y 5 V con el objetivo de estudiar la carga y descarga sobre el capacitor en el régimen transitorio:

- Calcular analíticamente el tiempo característico del circuito. Estimar un periodo para la señal cuadrada que permita visualizar el efecto de carga y descarga. Proponer una frecuencia de muestro apropiada para obtener la señal.
- Alimentar el circuito, recoger los datos, exportarlos a un CSV y graficarlos.
- Ajustar las cargas y descargas mediante la relación funcional que corresponda y, a partir del ajuste, estimar experimentalmente el tiempo característico del sistema.

Repetir el procedimiento para tres circuitos con tiempos característicos distintos.

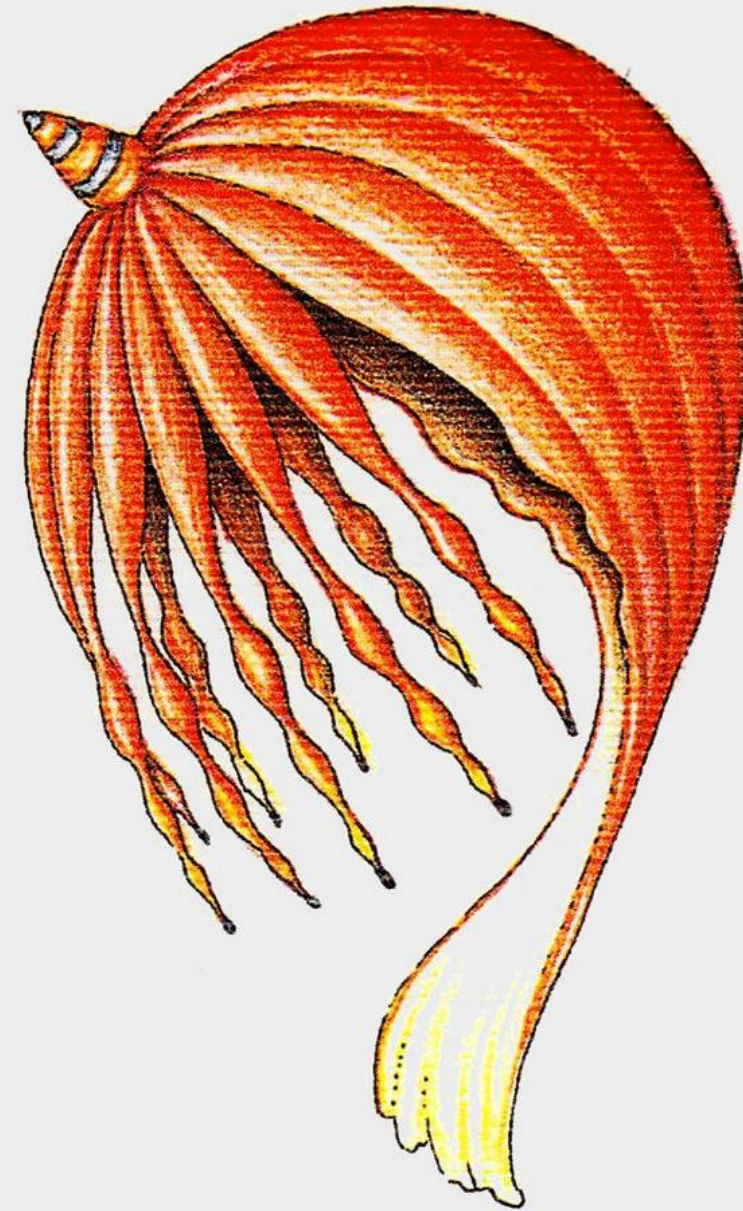


La configuración de la derecha no permite medir la caída de tensión en la resistencia ya que el SensorDAQ tiene que estar a la misma tierra del generador. Una solución es intercambiar de lugar capacitor con resistencia.

### ACTIVIDAD 3 – FILTROS DE FRECUENCIA

Alimentar un circuito RC con una señal sinusoidal centrada de amplitud 5 Vpp (pico a pico). Esta señal de entrada ( $V_{in}$ ) se corresponde con el generador.

- Estudiar la señal de salida ( $V_{out}$ ) midiendo la caída de tensión en el capacitor para valores por encima y por debajo de la frecuencia de corte  $f_c = 1/(2\pi RC)$ . Graficar  $V_{out}/V_{in}$  como función de la frecuencia.
- Repetir el procedimiento anterior pero considerando que la señal de salida ( $V_{out}$ ) se estudia midiendo la caída de tensión en la resistencia (corroborar que la tierra del sensorDAQ coincida con la del generador).
- Indicar cuál de los anteriores filtros es pasa bajos y cuál pasa altos. Explique el comportamiento e investigue aplicaciones.



*Engelmann*



## Propuesta

A mitad de la clase armemos un “recreo” y una puesta en común de resultados. Para ello, manden a los docentes por email los siguientes resultados:

1. Por la actividad 1, un gráfico de la señal a elección como función del tiempo.
2. Por la actividad 2, un gráfico de la carga (o descarga) incluyendo el ajuste correspondiente y la estimación experimental del tiempo característico.
3. Si tienen otro resultado de interés, o si obtuvieron resultados de filtros, pueden también subirlos.