

BLOQUE 4

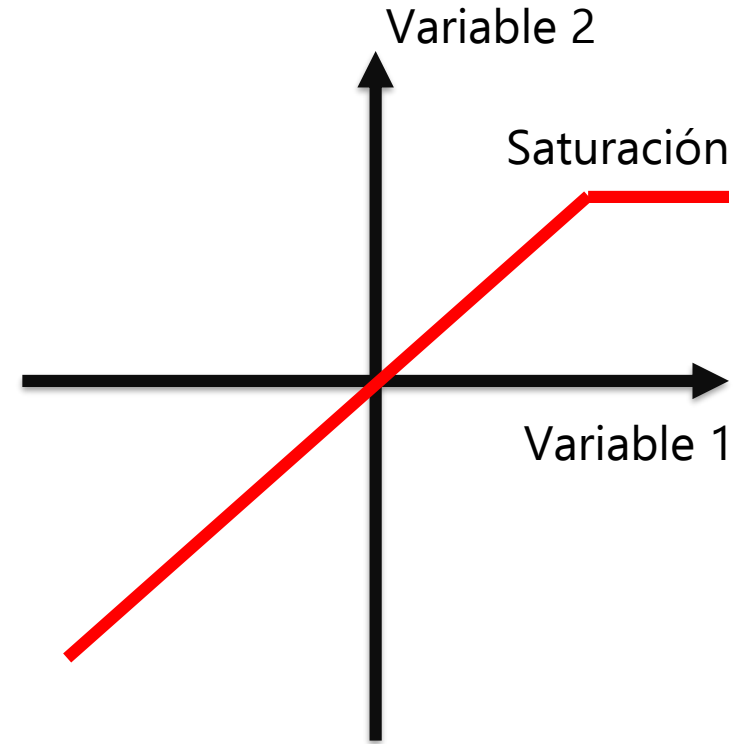
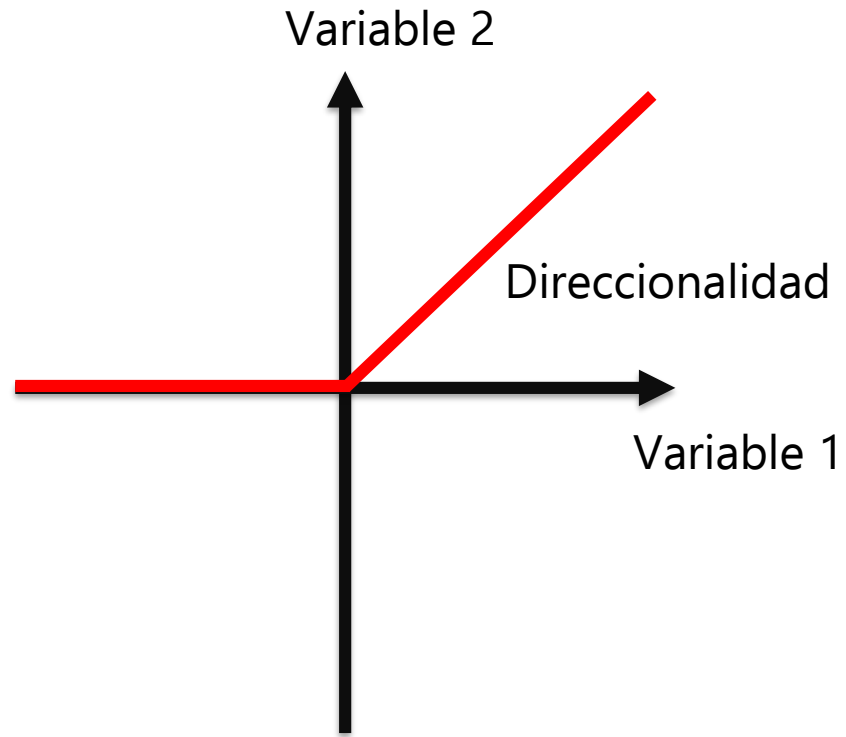
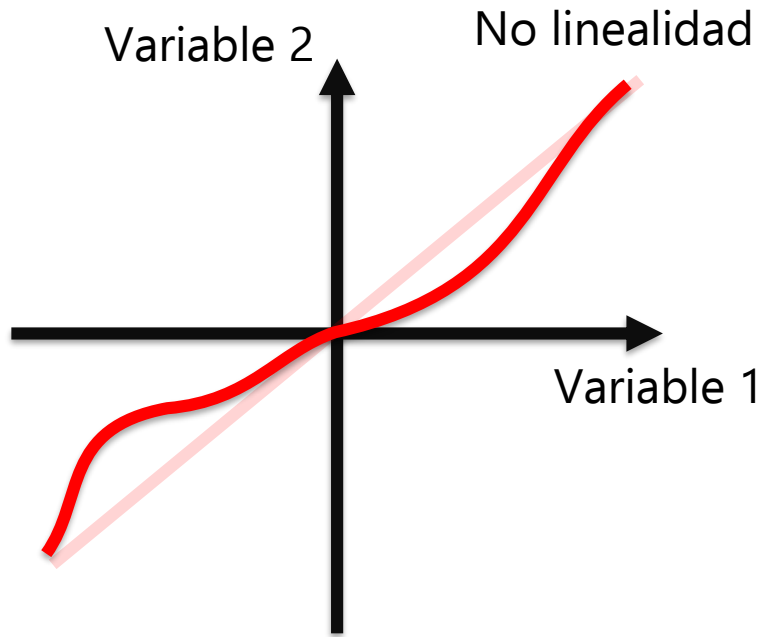
ELEMENTOS NO LINEALES



LABORATORIO 3
1er cuatrimestre 2026

Los elementos no lineales
dan lugar a otro tipo de dinámica.

Elementos no lineales # Posibilidades

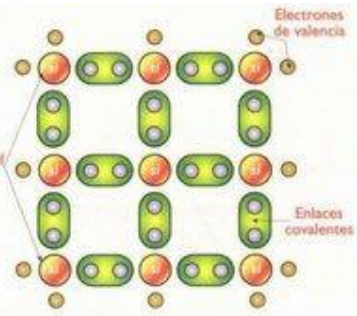


Diodo semiconductor: principio de funcionamiento

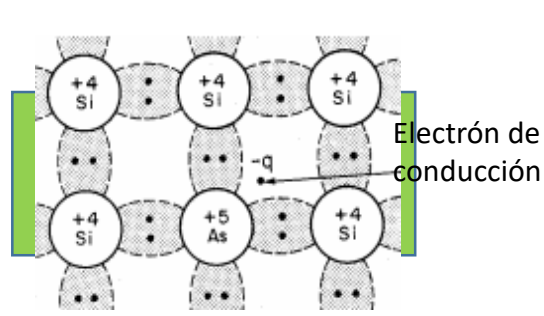
- Semiconductores de Si extrínsecos tipo **p** y tipo **n**



Dopantes

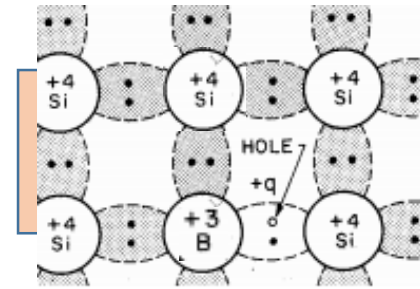


Silicio



Tipo **N**

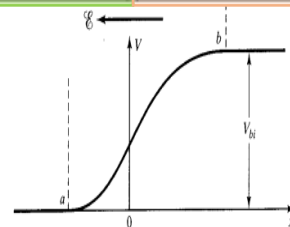
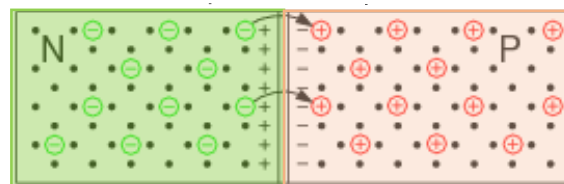
El material es neutro



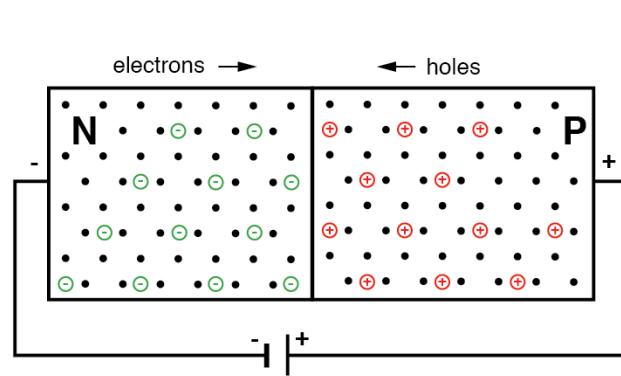
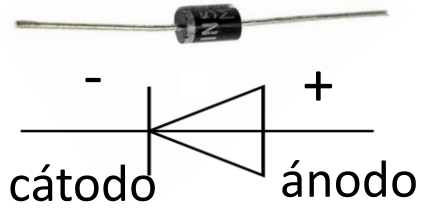
Tipo **P**

- Juntura PN

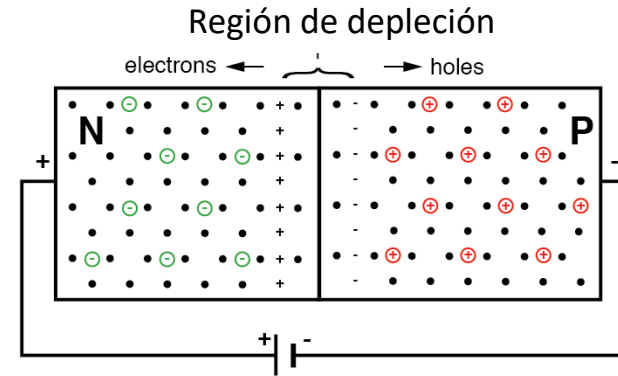
Zona de agotamiento o depleción



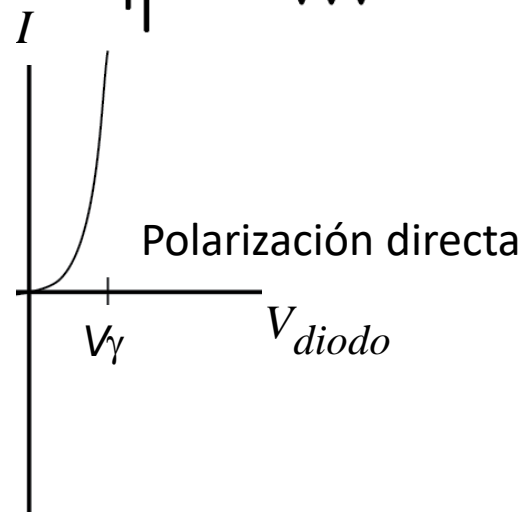
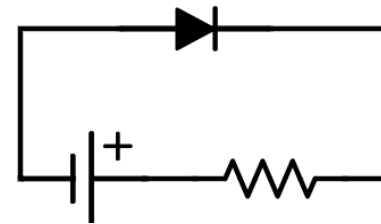
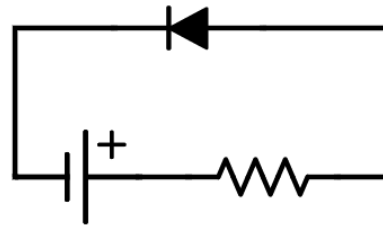
Diodo semiconductor: principio de funcionamiento



Polarización directa



Polarización inversa



Polarización directa

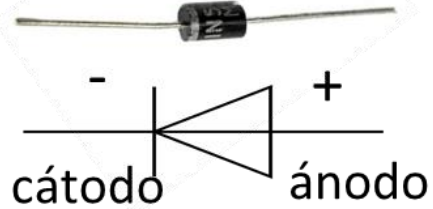
V_{γ} **tensión umbral o de codo**

Tensión a partir de la cual la corriente empieza a incrementarse rápidamente.

Diodo de silicio $V_{\gamma} \sim 0.7 \text{ V}$

Diodo semiconductor: principio de funcionamiento

Diodo rectificador



$$I = I_0 * (e^{V/\eta V_T} - 1)$$

Ecuación del diodo de Schockley

$$I_0 \sim 10^{-12} \text{ A}$$

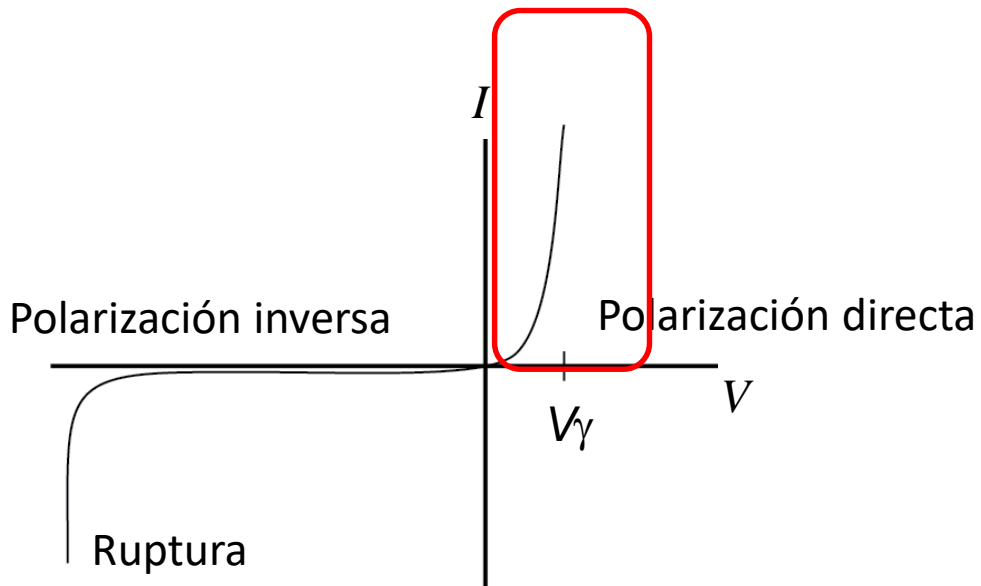
Corriente de saturación

$$V_T \sim 25 \text{ mV}$$

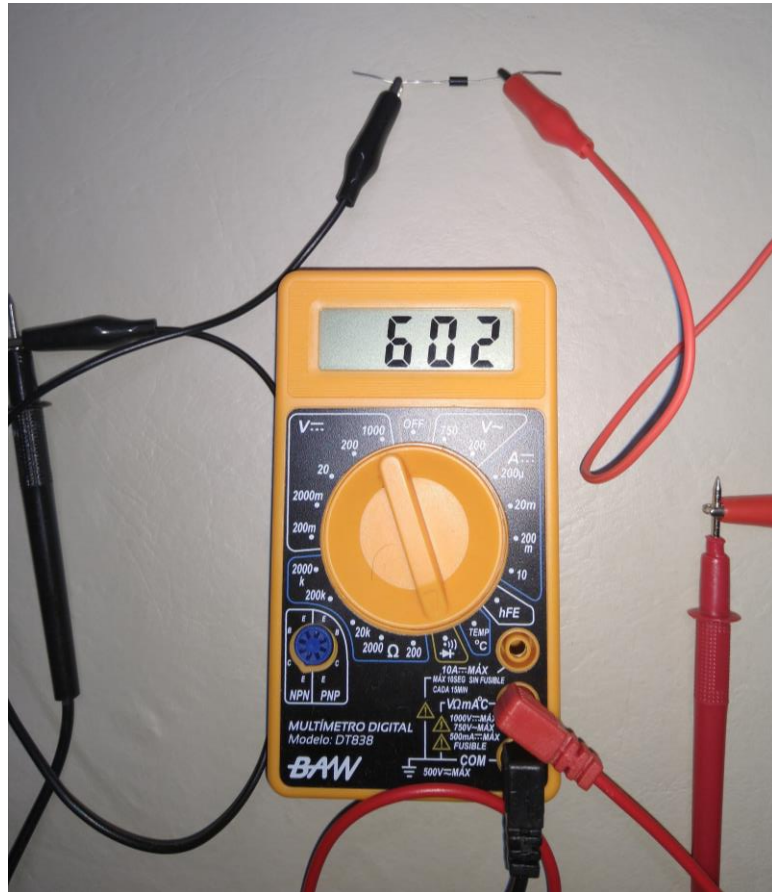
Tensión térmica $\propto T$

$$\eta = 1 \text{ (Ge) o } 2 \text{ (Si)}$$

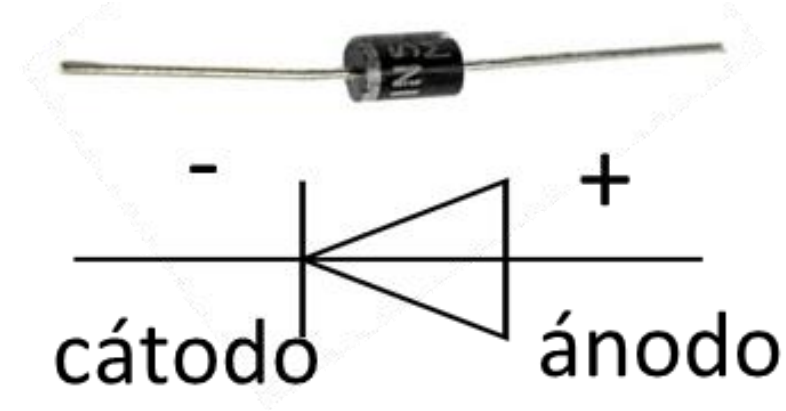
Coefficiente dependiente del material



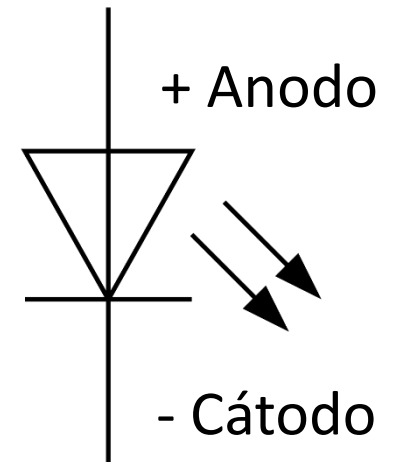
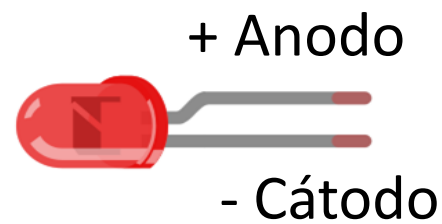
¿Cómo determinar el cátodo y el ánodo de un diodo?



Diodo rectificador de Si

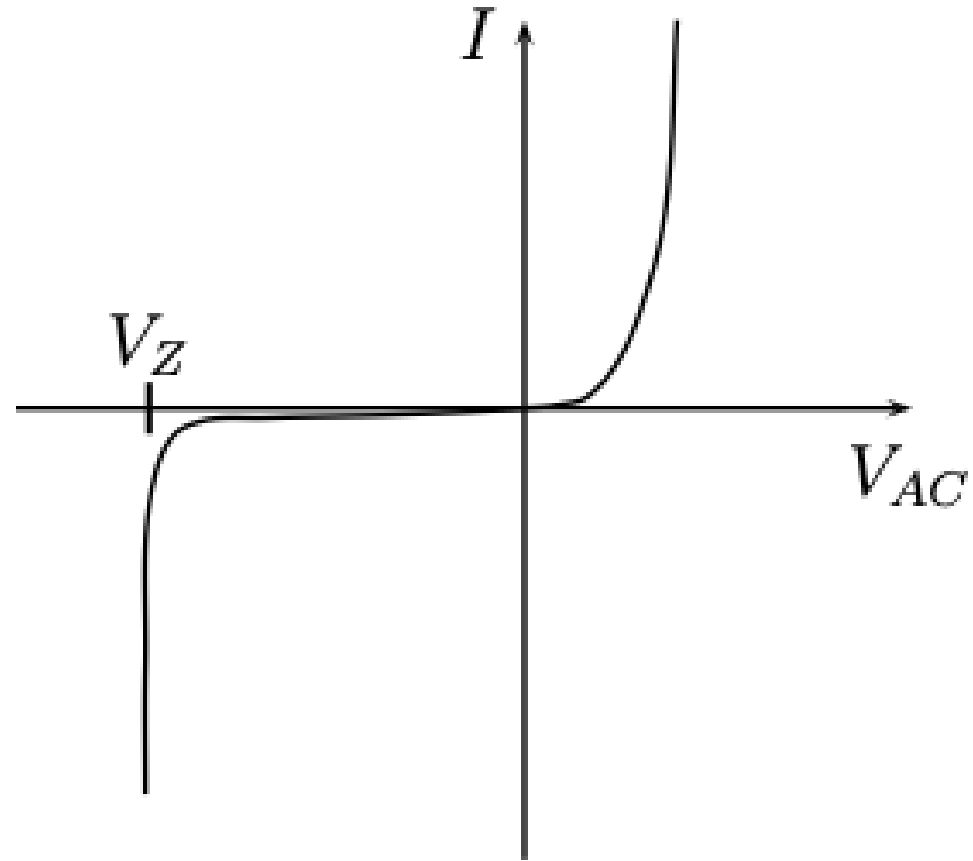
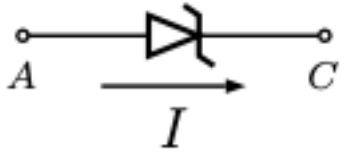


Light Emitting Diode (LED)



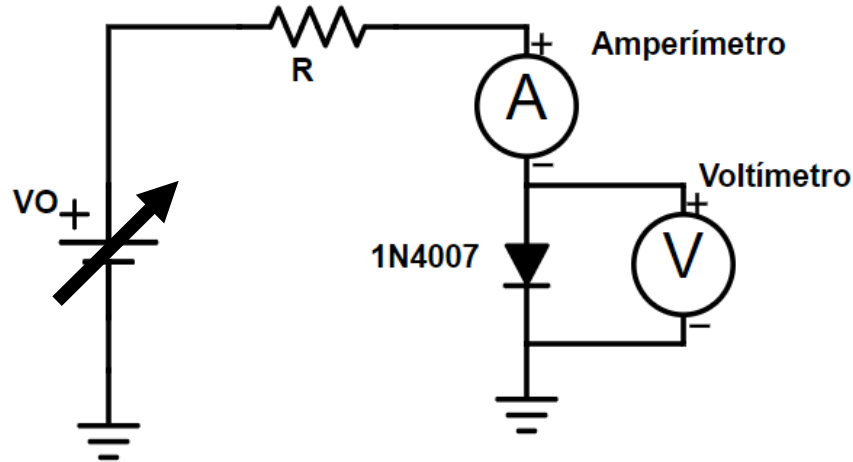
Diodo Zenner

Elementos eléctricos no lineales

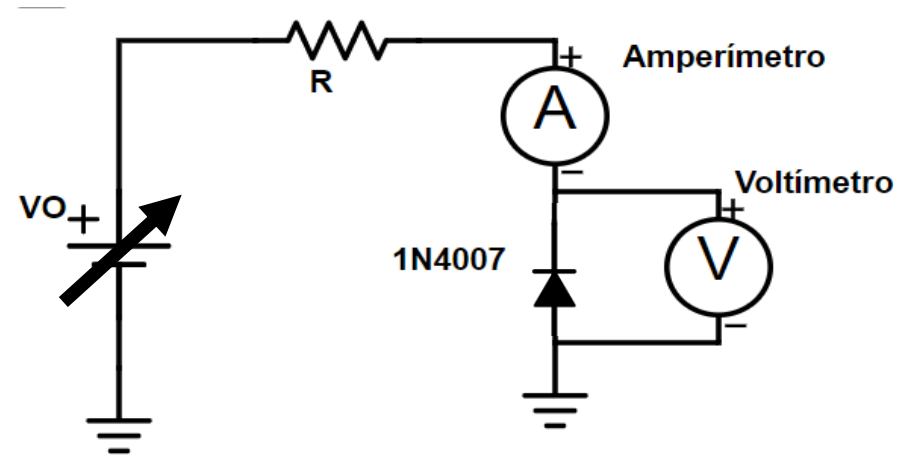


Estudio de la curva I vs V de elementos no lineales:

❖ Diodos rectificadores



Medición con el diodo en directa



Medición con el diodo en inversa

Corriente máxima del diodo en directa $I_{md} = 1 \text{ A}$

¿Cuál es el valor de R ?

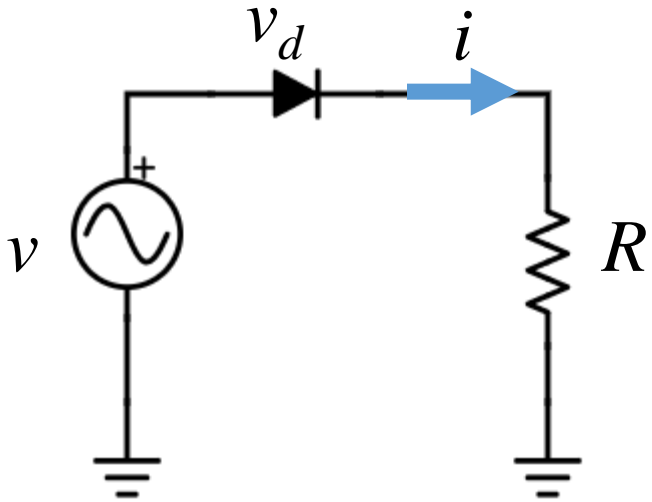
¿Cuál es la potencia máxima de R ?

¿Se puede medir con un generador y un osciloscopio?

Actividades propuestas

- 1. Leer la hoja de datos de los elementos a utilizar**
- 2. Medir las curvas IV de alguno de los elementos**
- 3. Comparar la curva IV con los datos de la hoja de datos**
(cuando esté disponible)

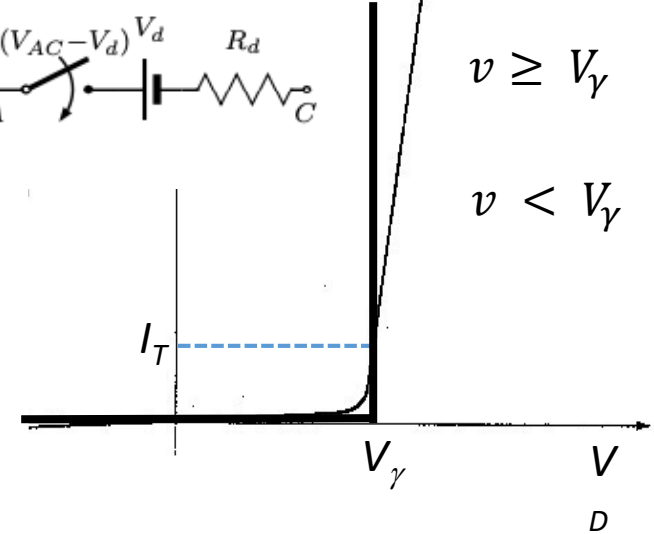
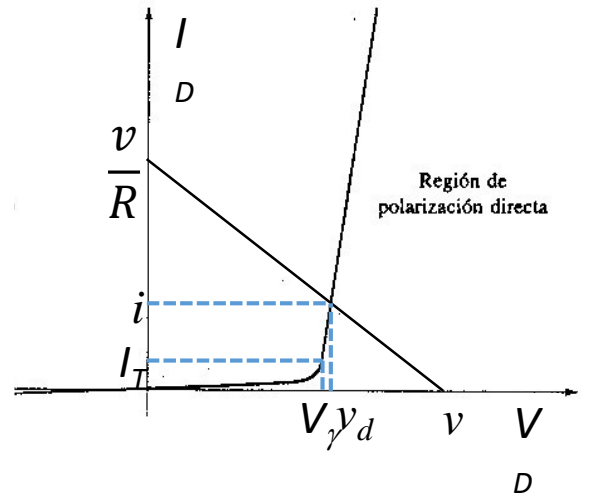
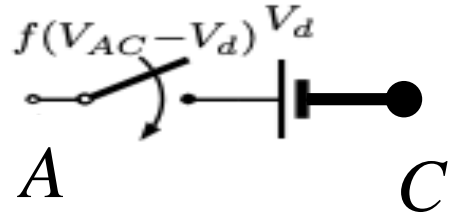
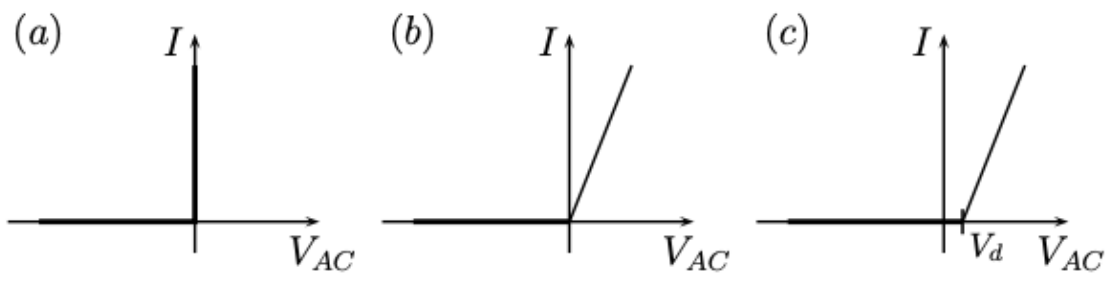
Diodo en circuitos AC



$$v(t) = V_0 \sin \omega t$$

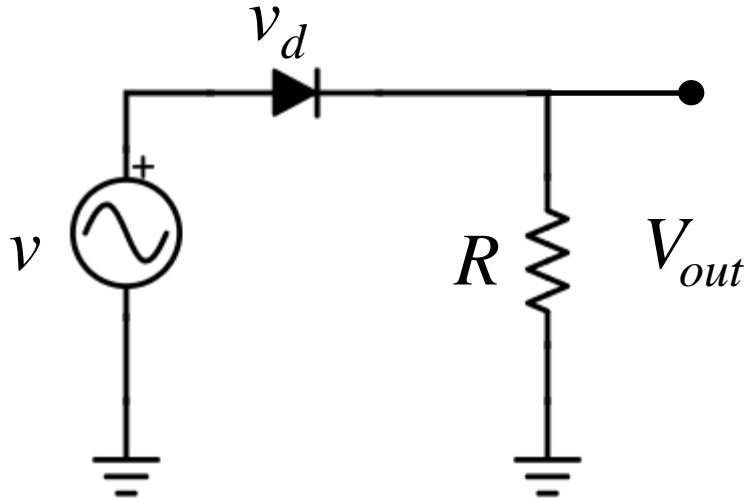
$$v = v_d + iR$$

$$v_d = v - iR$$



$v \geq V_\gamma$ $v_d = V_\gamma$
 $v < V_\gamma$ $i_d = 0$
 Circuito abierto

Diodo en circuitos AC



$$v(t) = V_0 \sin \omega t$$

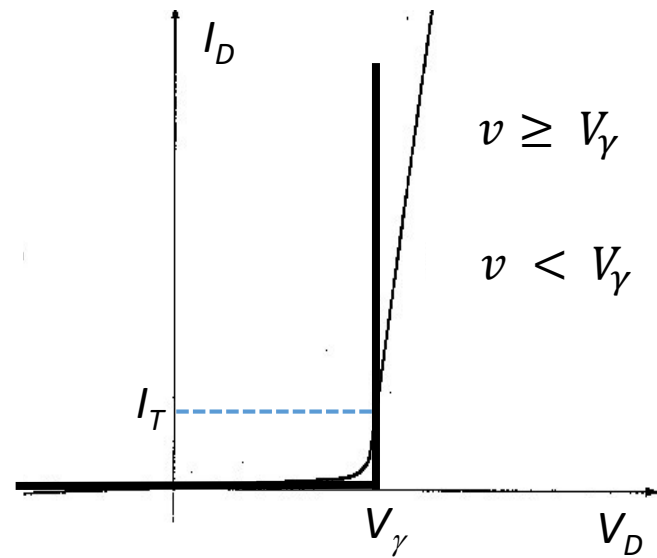
$$v = v_d + iR$$

$$V_{out} = iR = v - v_d$$

$$v \geq V_\gamma$$

$$V_{out} = v - V_\gamma$$

$$v < V_\gamma \quad V_{out} = 0$$

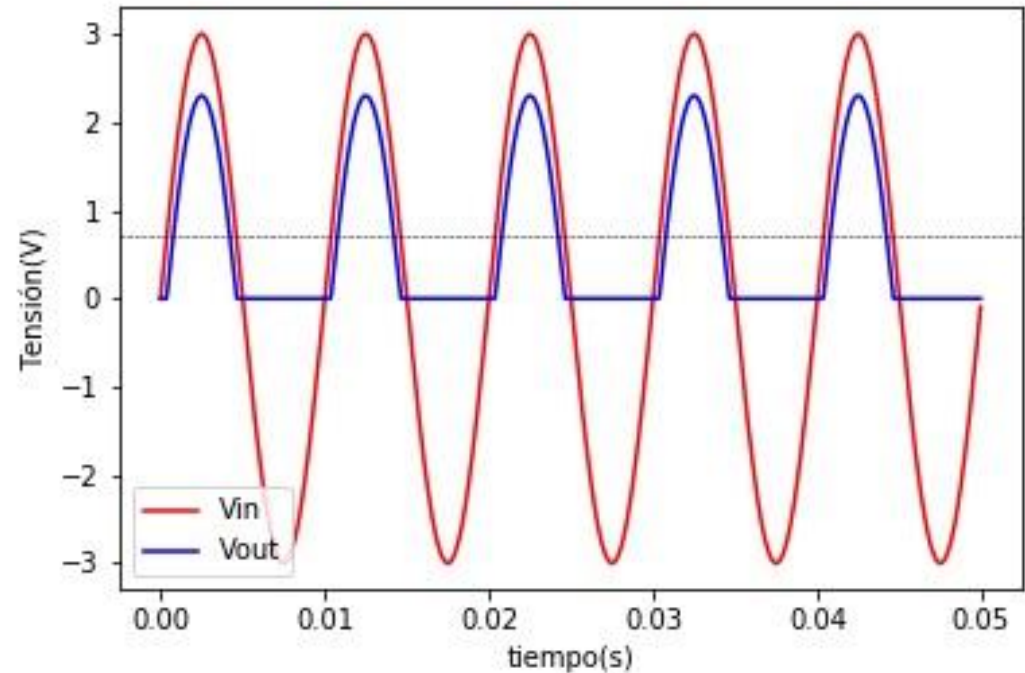


$$v \geq V_\gamma$$

$$v_d = V_\gamma$$

$$v < V_\gamma$$

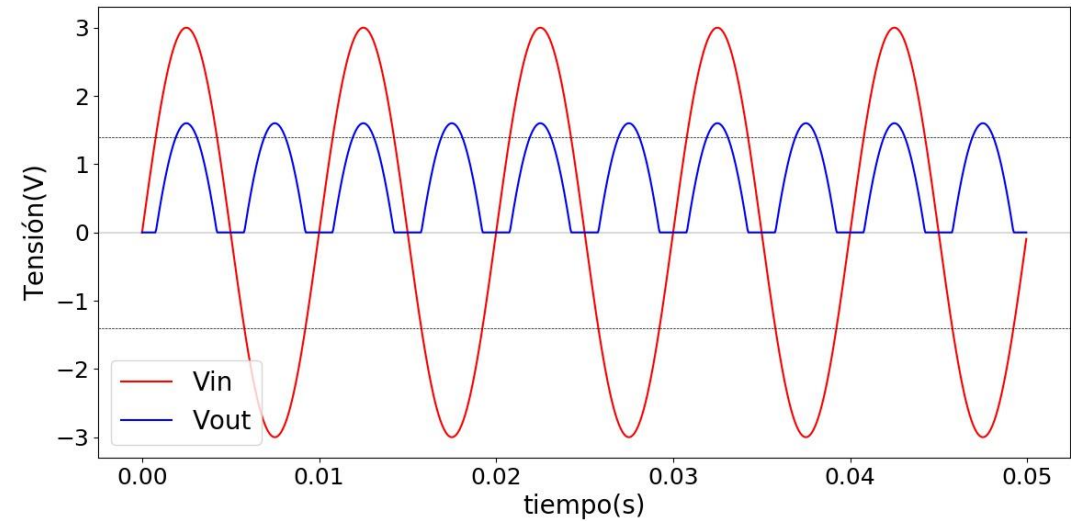
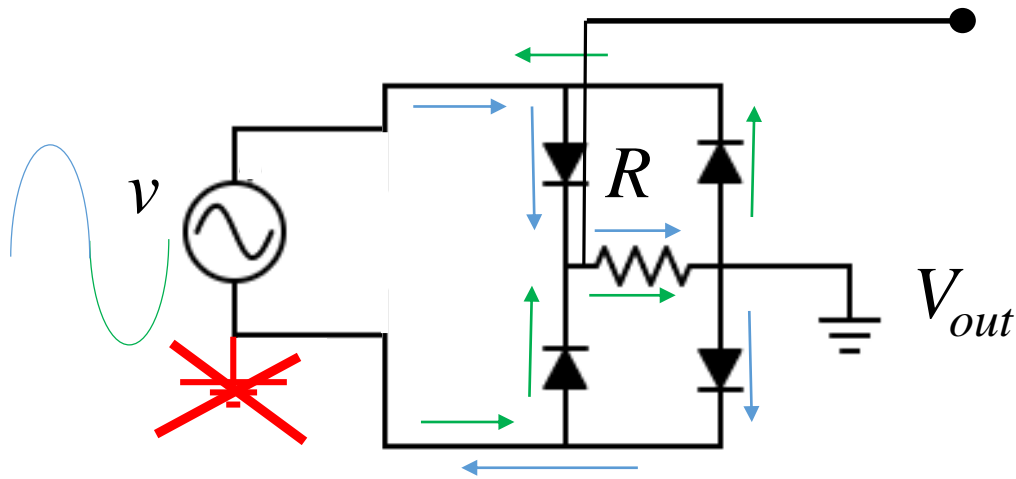
$$i_d = 0$$



Rectificador de onda completa

Circuito puente de diodos

$$\begin{aligned} v \geq 2V_\gamma & \quad V_{out} = v - 2V_\gamma \\ -2V_\gamma \leq v \leq 2V_\gamma & \quad V_{out} = 0 \\ v \leq -2V_\gamma & \quad V_{out} = -(v + 2V_\gamma) \end{aligned}$$

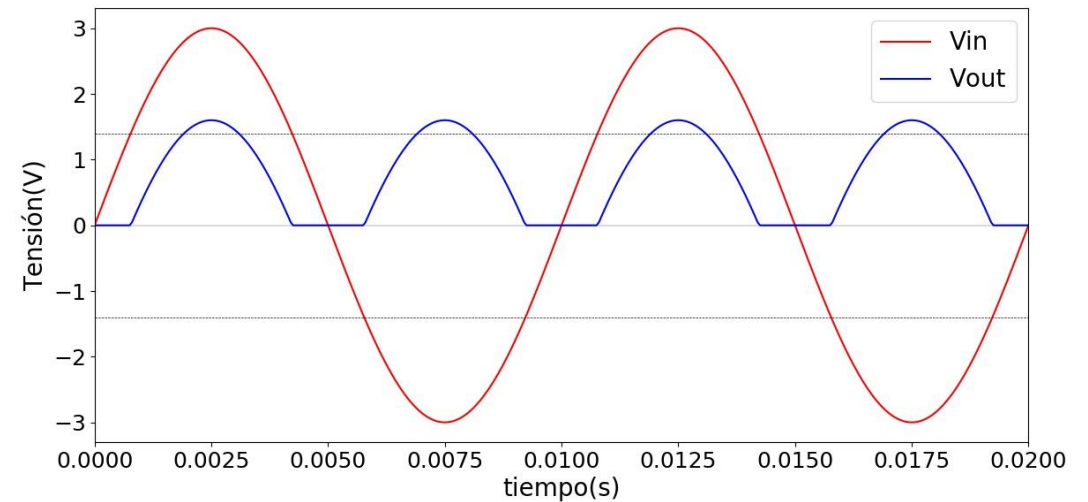
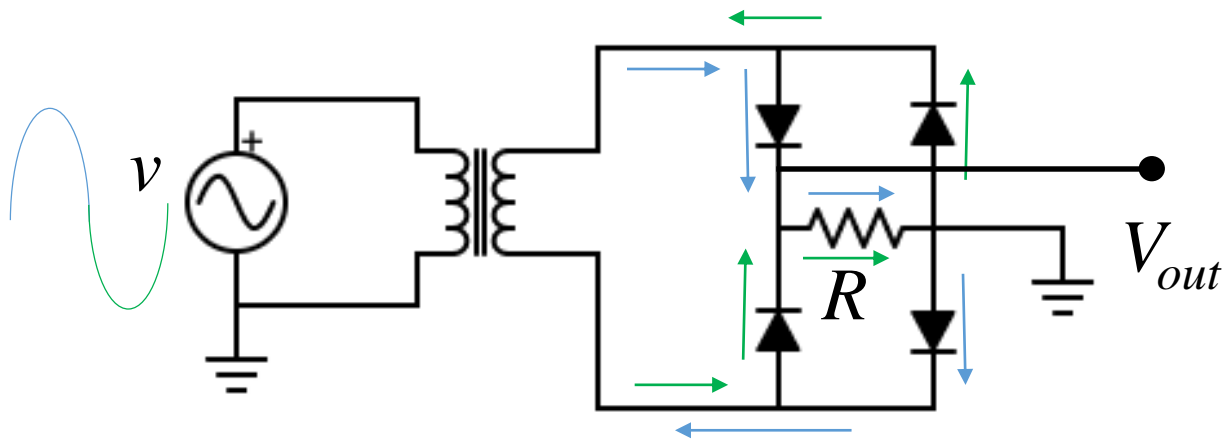


¿¿Conexión a tierra de la fuente??

Rectificador de onda completa

$$\begin{aligned} v \geq 2V_\gamma & \quad V_{out} = v - 2V_\gamma \\ -2V_\gamma \leq v \leq 2V_\gamma & \quad V_{out} = 0 \\ v \leq -2V_\gamma & \quad V_{out} = -(v + 2V_\gamma) \end{aligned}$$

Circuito puente de diodos



Transformador

Separa las conexiones de tierra

Permite ajustar la tensión

Factor de ripple (rizado)

$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_0^T v_R(t) dt$$

Componente
debida a los
armónicos

$$v_R(t) = V_{med} + v_{ripple}(t)$$

$$FR = \frac{V_{rip\ RMS}}{V_{med}}$$

$$V_{rip\ RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v_R(t) - V_{med})^2 dt} = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_{med}^2}$$

Rectificador media onda

$$V_{med} = \frac{V_{R0}}{\pi} \quad V_{RMS} = \frac{V_{R0}}{2}$$

$$FR \sim 1,2 \rightarrow 120\%$$

Rectificador onda completa

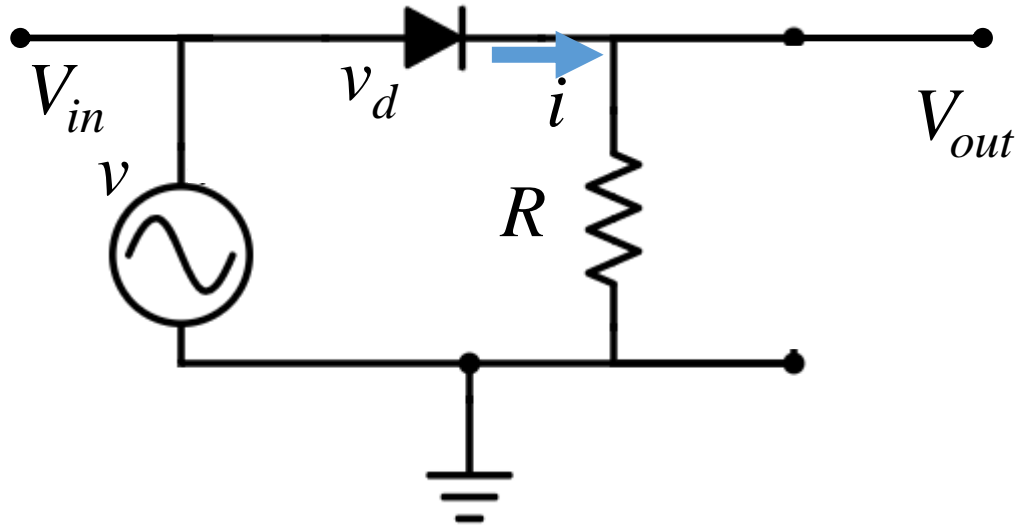
$$V_{med} = \frac{2V_{R0}}{\pi} \quad V_{RMS} = \frac{V_{R0}}{\sqrt{2}}$$

$$FR \sim 0,5 \rightarrow 50\%$$

¿Cómo disminuir el ripple?

Rectificador de media onda

$$v(t) = V_0 \sin \omega t$$

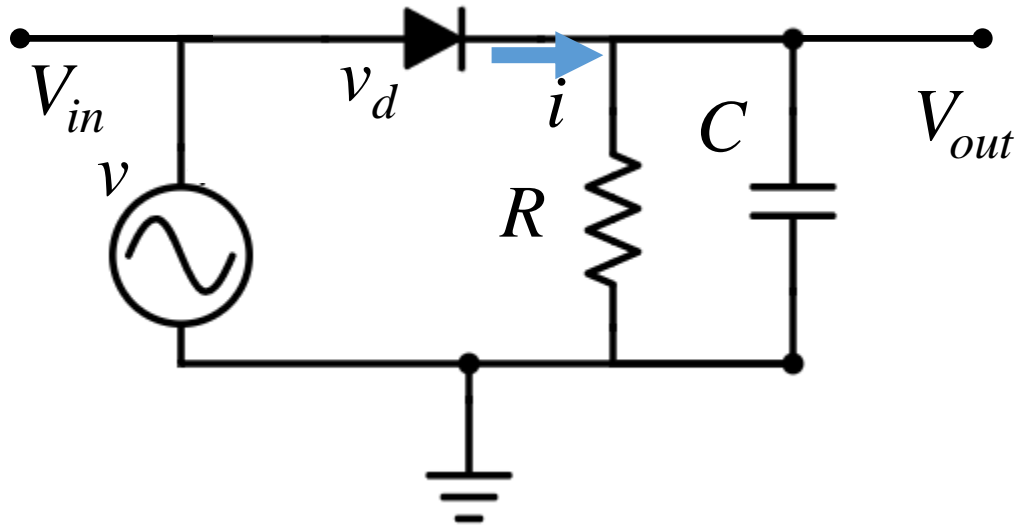


➤ Agregar un capacitor en paralelo

¿Cómo disminuir el ripple?

Rectificador de media onda

➤ Agregar un capacitor en paralelo



$R \approx 1 \text{ k}\Omega$

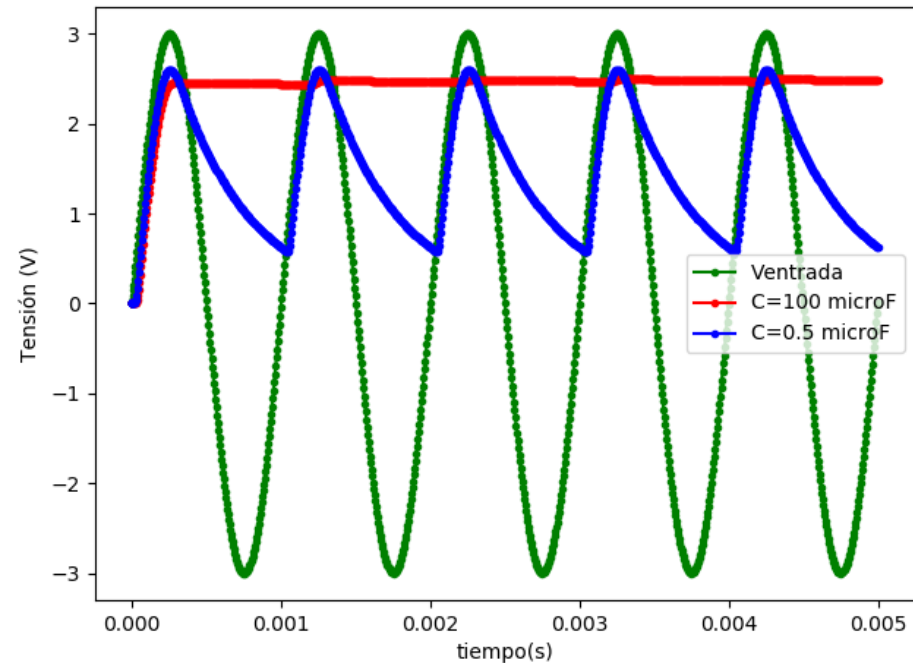
$C = 100 \text{ nF}, 100 \mu\text{F}$

Capacitor electrolítico!!!

$$v(t) = V_0 \sin \omega t$$

$v \geq V_\gamma$ V_{out} → Carga el capacitor

$v < V_\gamma$ V_{out} → Descarga el capacitor sobre R

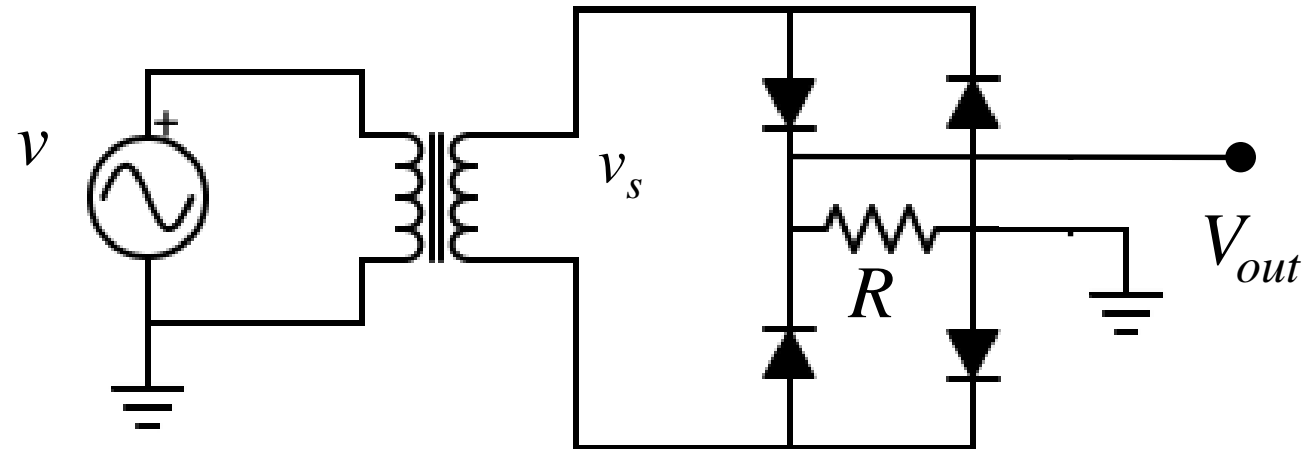


- $RC \gg T$

- $RC < T$

¿Cómo disminuir el ripple?

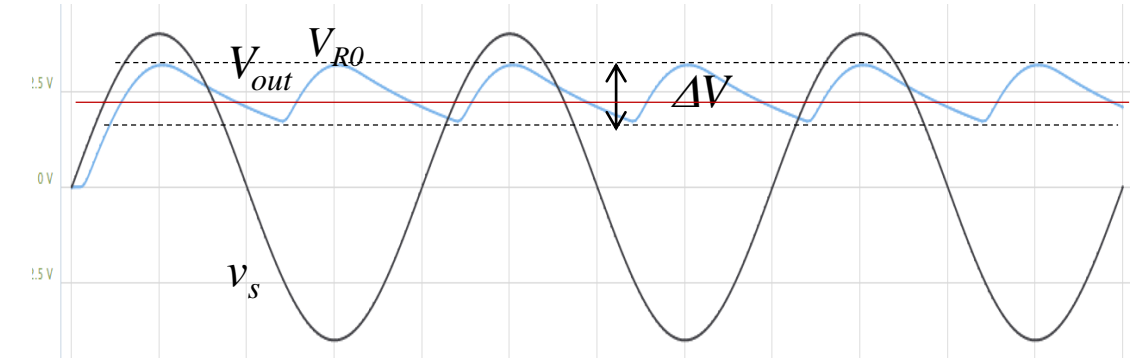
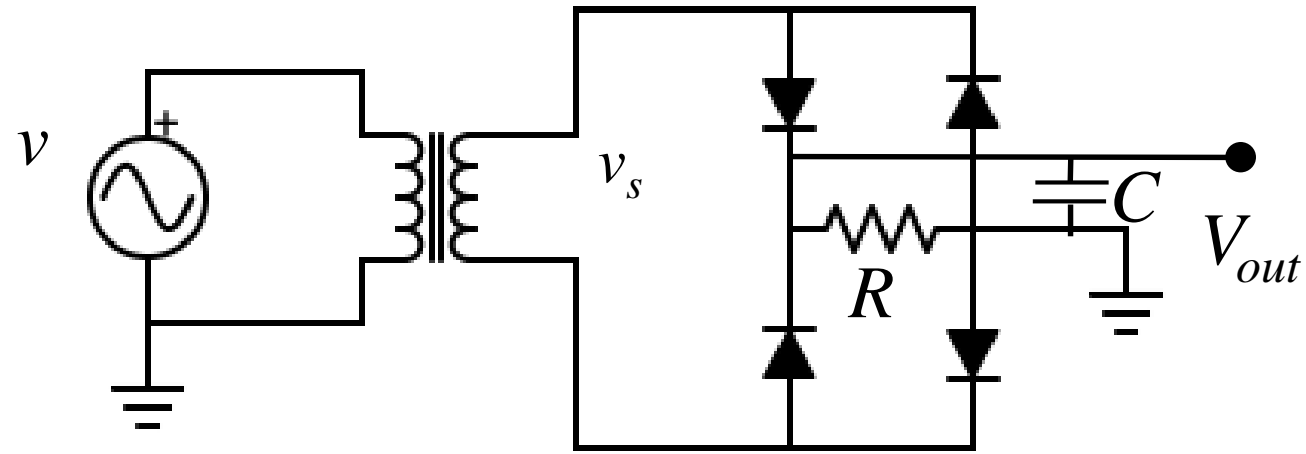
Rectificador onda completa



¿Cómo disminuir el ripple?

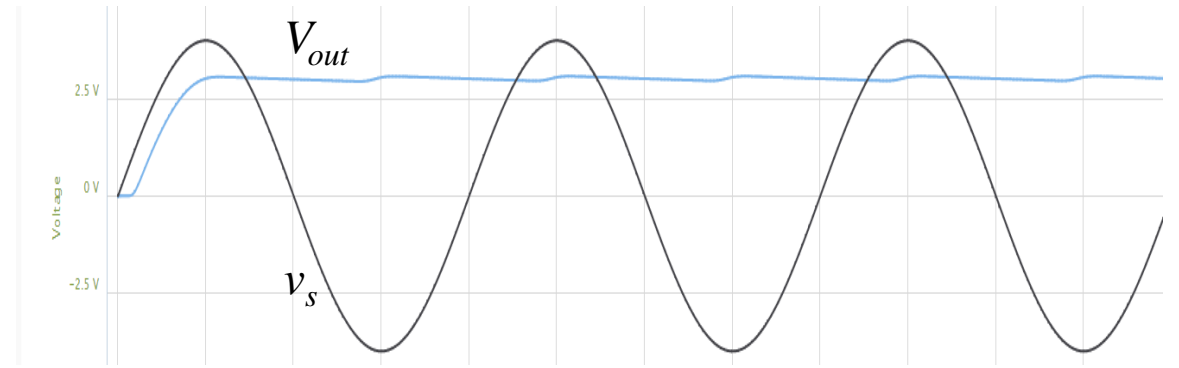
➤ Agregar un capacitor en paralelo

Rectificador onda completa



$\tau \gg T$ $FR \approx \frac{\Delta V}{V_{medio}}$

$FR \approx \frac{T}{2RC}$



Fuentes de alimentación de CC

Muchos equipos eléctricos y electrónicos funcionan con CC



AC \longrightarrow CC

Fuente CC: Cambia el tipo de corriente y el valor de la tensión de salida



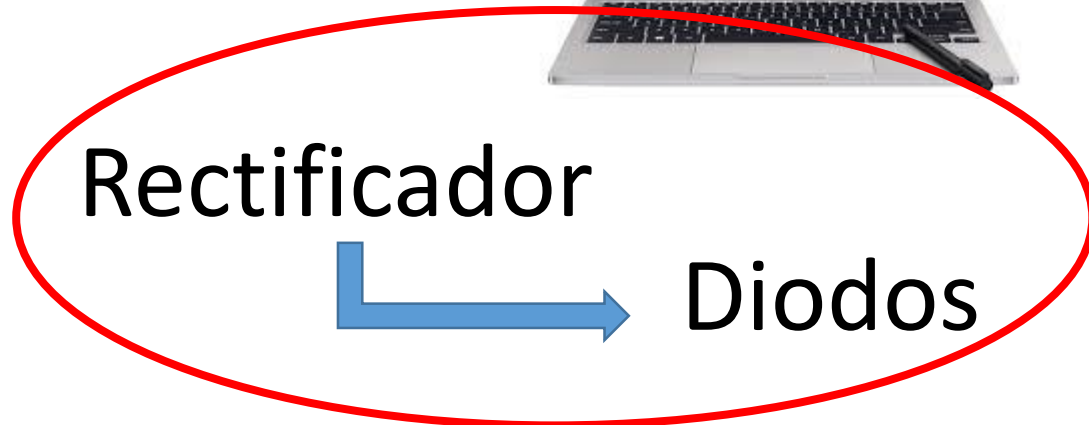
Transformador



Rectificador



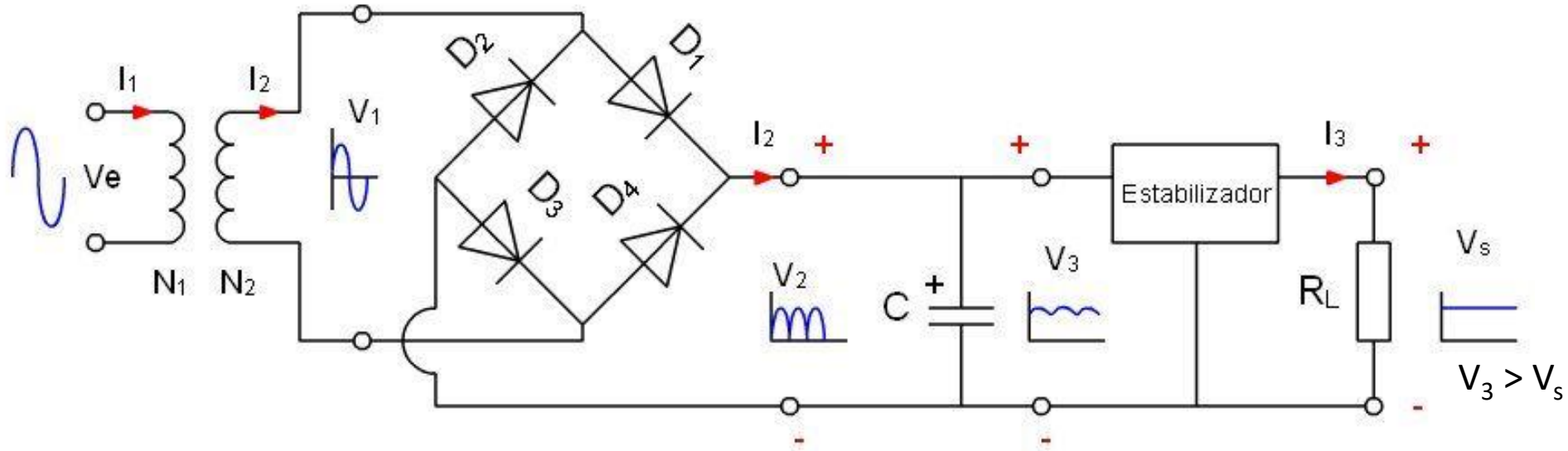
Diodos



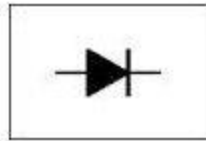
Actividades propuestas

- 1. Leer la hoja de datos de los elementos a utilizar**
- 2. Medir las curvas IV de alguno de los elementos**
- 3. Comparar la curva IV con los datos de la hoja de datos**
(cuando esté disponible)
- 4. Armar los circuitos rectificadores de $\frac{1}{2}$ onda y onda completa. Evaluar el Ripple al agregar los capacitores.**
- 5. Medir y simular los circuitos**

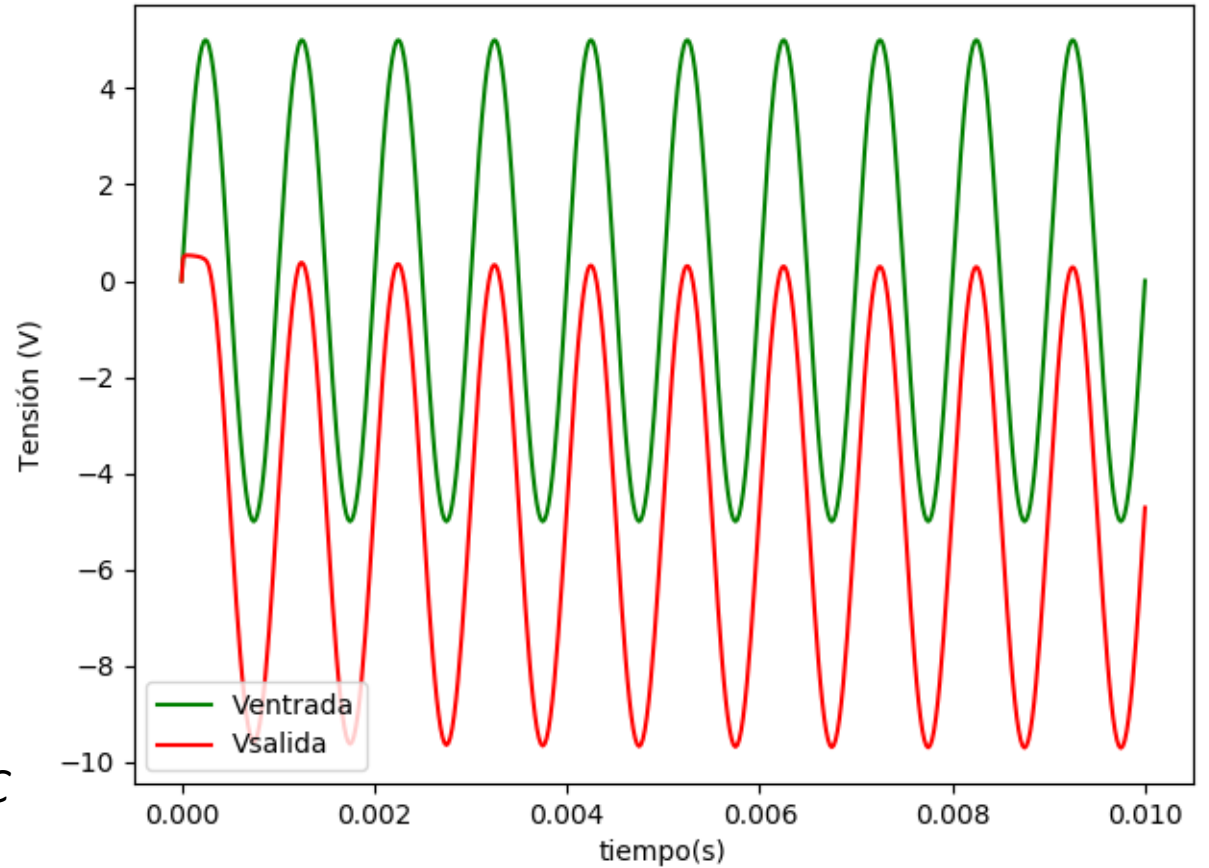
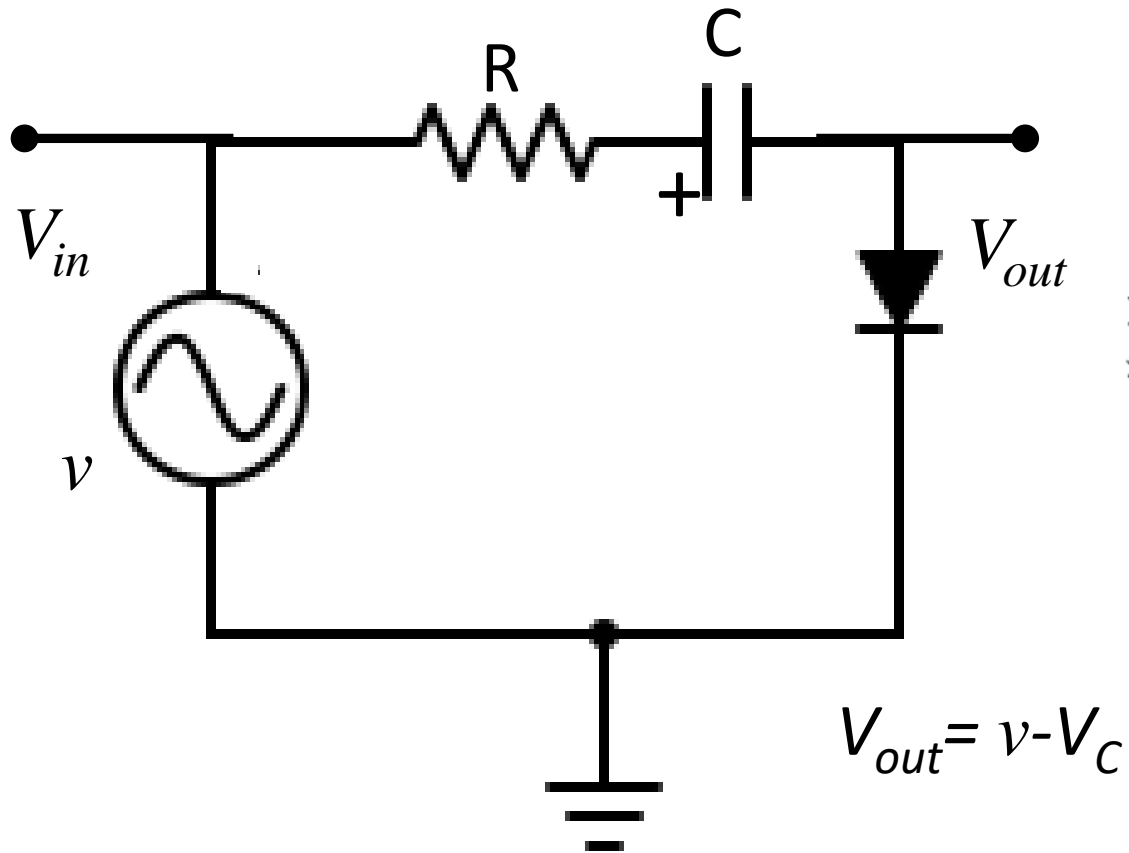
Esquema de una fuente CC



Puente de diodos

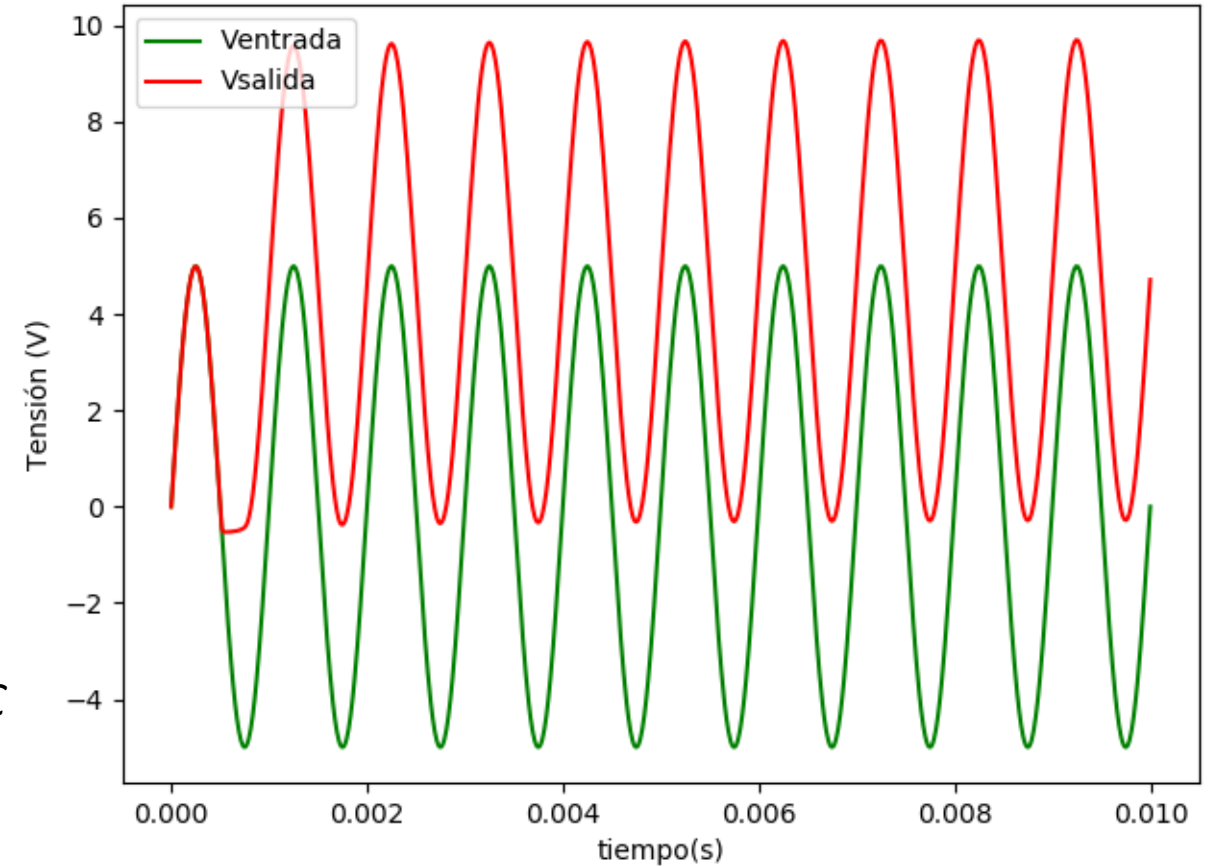
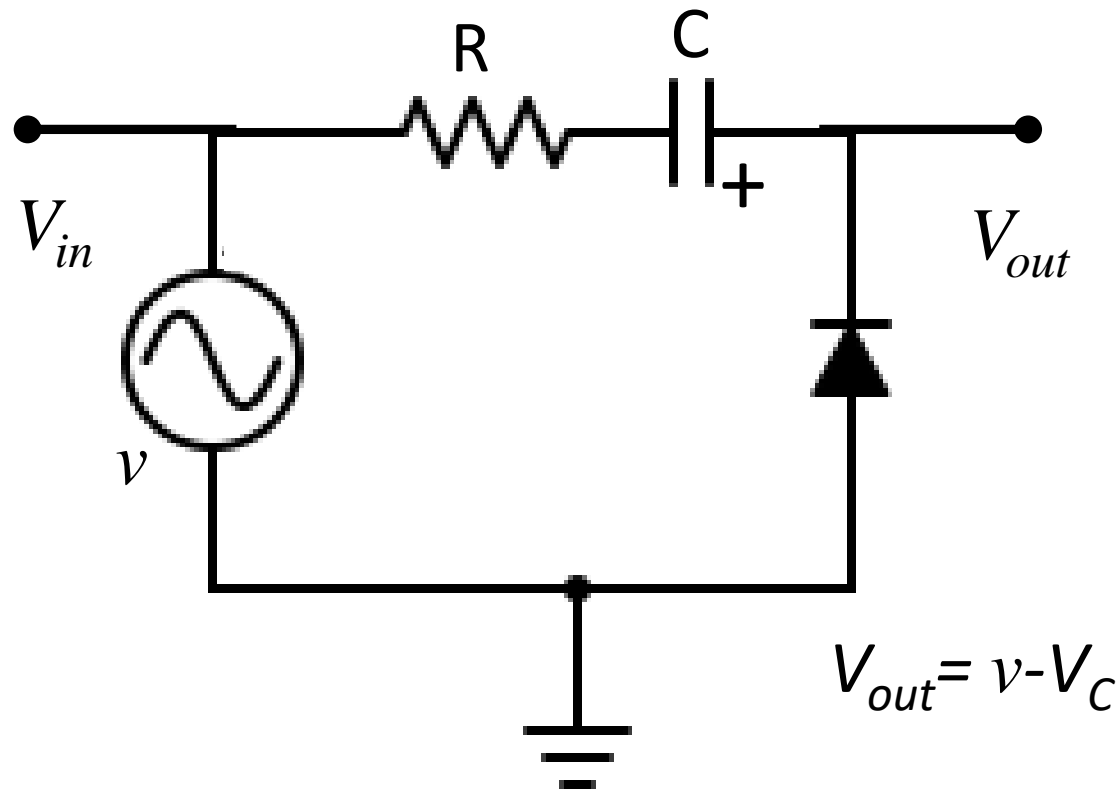


Circuito enclavador



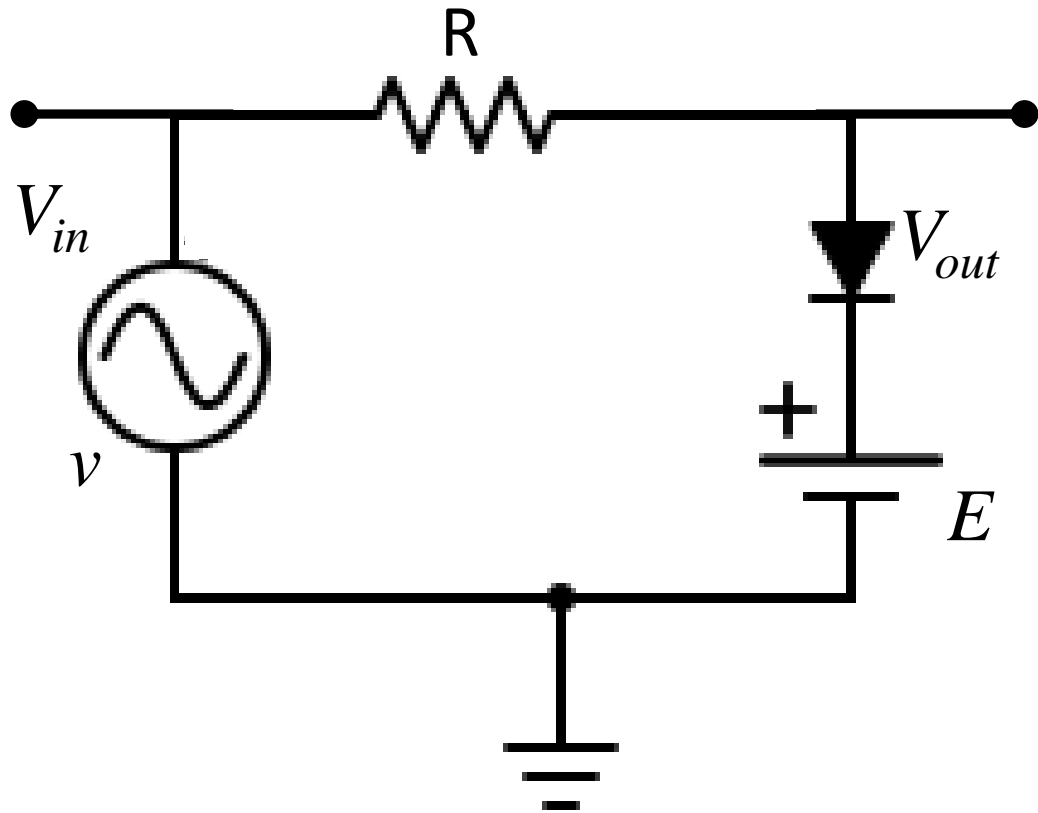
Amplitud de v : 5V; $R \approx 1 \text{ k}\Omega$; $C=100\text{nF}$

Circuito enclavador



Amplitud de v : 5V; $R \approx 1 \text{ k}\Omega$; $C=100\text{nF}$

Circuito limitador



Amplitud de v : $5V$; $R \approx 1\text{ k}\Omega$; $E=2V$

