

# POTENCIA DISIPADA EN DIODO Y SCR

- 1. Introducción sobre conceptos de potencia.**
- 2. Circuito rectificador de media onda.**
- 3. Circuito rectificador controlado mediante un SCR.**

# INTRODUCCIÓN - POTENCIA

Conocer la potencia que se disipa en un dispositivo es necesaria para determinar el uso o no de un disipador de calor.

Dos conceptos de potencia:

La potencia instantánea:

$$P(t) = I(t)V(t)$$

La potencia media:

$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

*\*Para señales periódicas con período T*

# INTRODUCCIÓN - POTENCIA

¿Es posible obtener la potencia media por medio de la tensión y la corriente?

$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t) dt$$

Para el caso de una resistencia (Ley de Ohm)

$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T v^2(t)/R dt$$

$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t)R dt$$

$$P_{me} = \frac{1}{R} \frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt$$

$$X_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$$

$$P_{me} = R \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt$$

$$P_{me} = \frac{1}{R} V_{eff}^2$$

$$P_{me}^2 = I_{eff}^2 V_{eff}^2$$

$$P_{me} = R I_{eff}^2$$

$$P_{me} = V_{eff} I_{eff}$$

# INTRODUCCIÓN - POTENCIA

Esta expresión sirve únicamente para la potencia en una resistencia.

$$P_{me} = V_{eff} I_{eff}$$

No confundir cuando pedimos la calcular disipada en un diodo, un transistor o un SCR.

Calcular la potencia media por definición ya que no existe una relación lineal entre la tensión y la corriente en estos dispositivos.

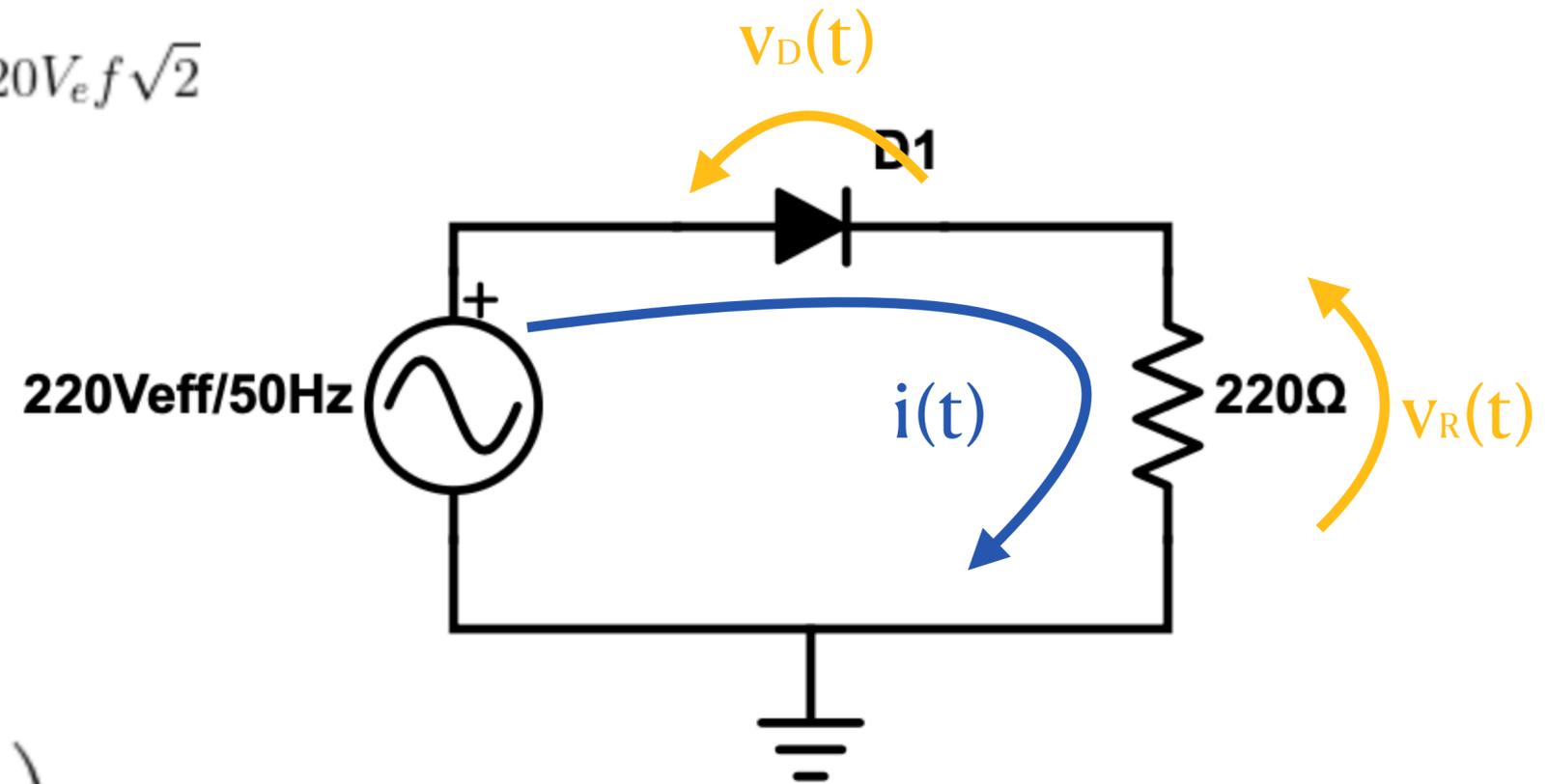
$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t) dt$$

# EJERCICIO 1 POTENCIA DIODO

Calcular la potencia media disipada en el DIODO de potencia ( $V_{DON} = 1.2V$ ) de un rectificador de media onda. Conectado como se observa en la figura, con una fuente de tensión alterna de  $220V_{eff}/50Hz$  y una resistencia de  $200\ \Omega$ .



$$311\hat{V} = 220V_{eff}\sqrt{2}$$



$$P_{me} = \frac{1}{T} \left( \int_0^{T/2} i_D(t)v_D(t) dt + \int_{T/2}^T i_D(t)v_D(t) dt \right)$$

Semiciclo  
positivo

Semiciclo  
negativo

$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T i_D(t)v_D(t) dt$$

# SEMICICLO POSITIVO

La tensión comienza en 0.

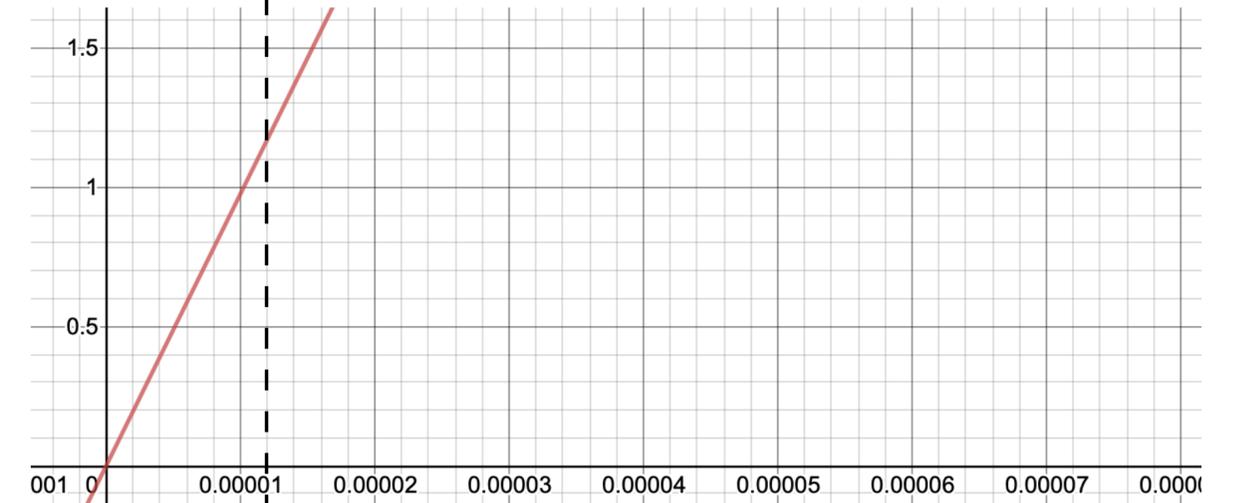
Cuando la tensión empieza a subir el diodo se polariza en directa débil

=> NO circula corriente => toda la tensión cae en el DIODO

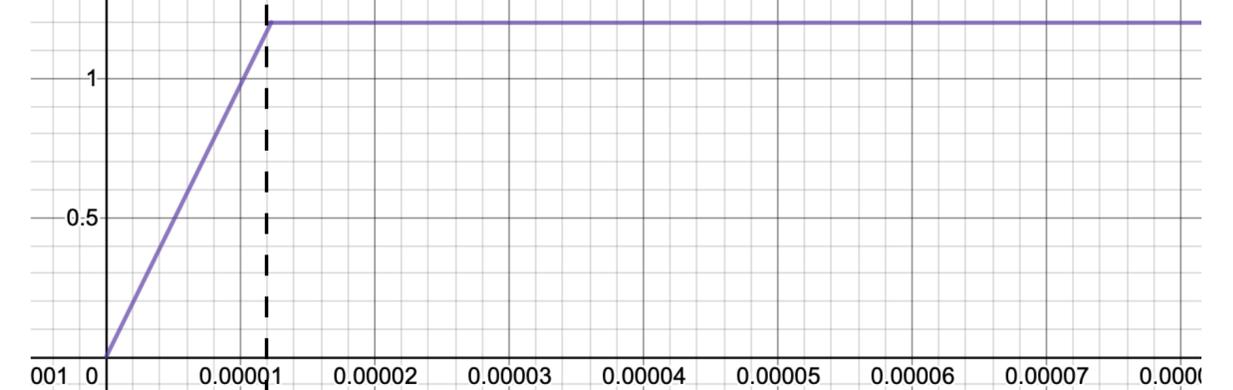
Cuando la tensión llega a 1.2V el diodo se polariza en directa fuerte

=>  $V_D = 1,2V$  => Permite el paso de corriente por la resistencia

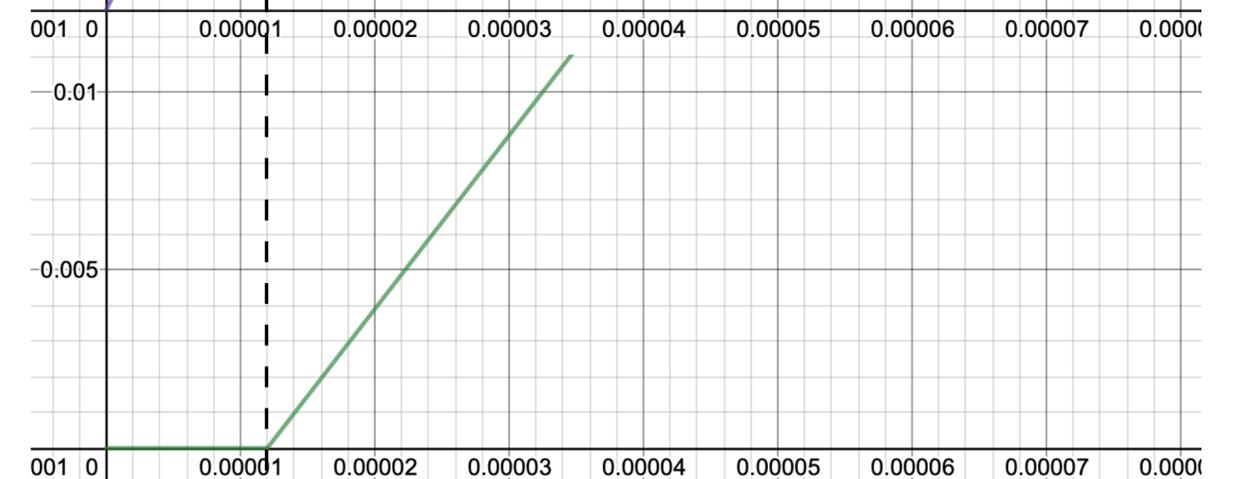
VS



VD



ID



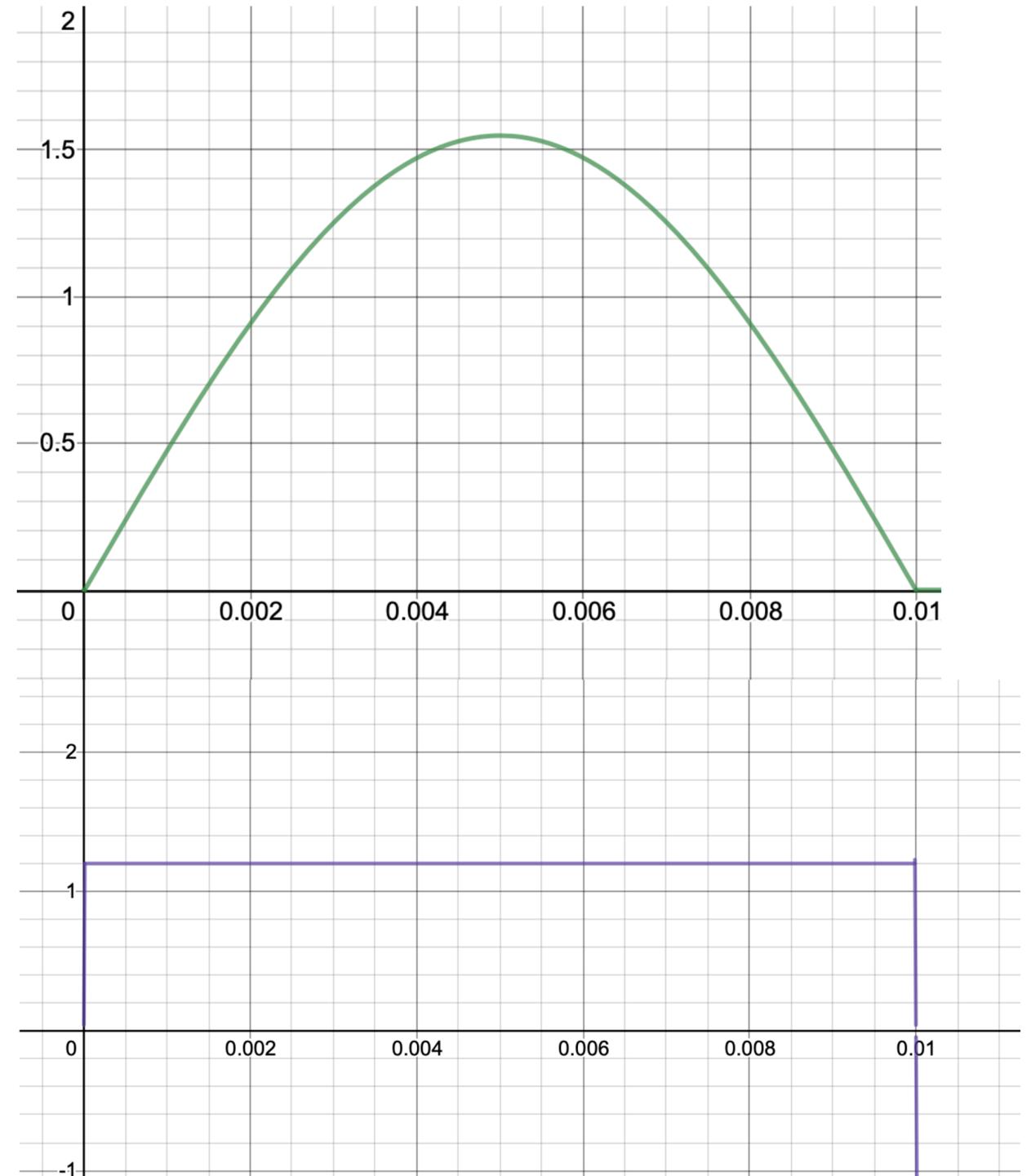
# SEMICICLO POSITIVO

La corriente es muy parecida a una senoidal en este semiciclo.

$$i_D(t) = \frac{(\hat{V}_S - V_{D(ON)})}{R} \text{sen}(2\pi 50 \text{Hz } t) \quad \{0 < t < T/2\}$$

La tensión se parece mucho a una constante en este semiciclo.

$$v_D(t) = V_{D(ON)} \quad \{0 < t < T/2\}$$



# SEMICICLO NEGATIVO

**Tension de fuente negativa**

**=> Diodo en inversa ( $V_A < V_K$ )**

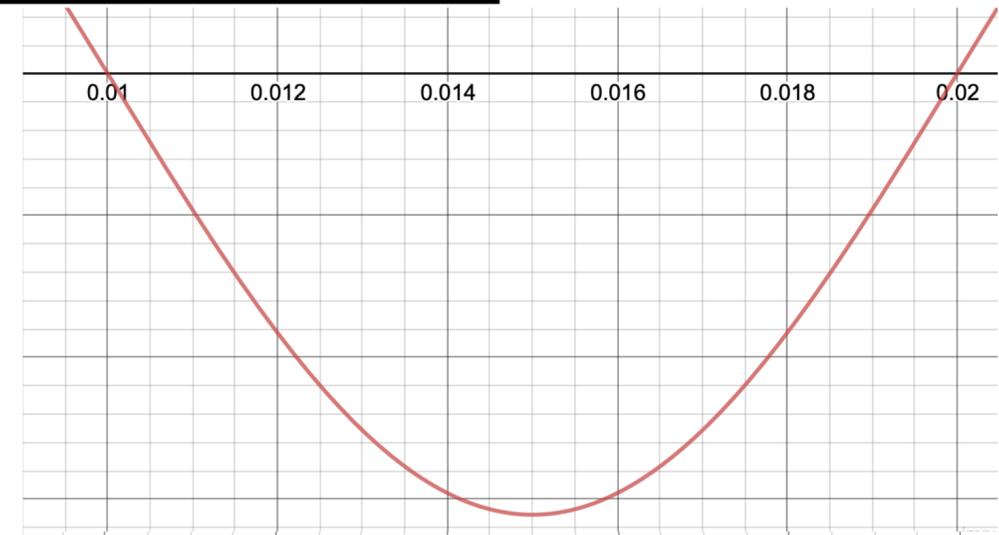
**=> La corriente la suponemos como nula**

**=> Toda la tensión cae en el diodo**

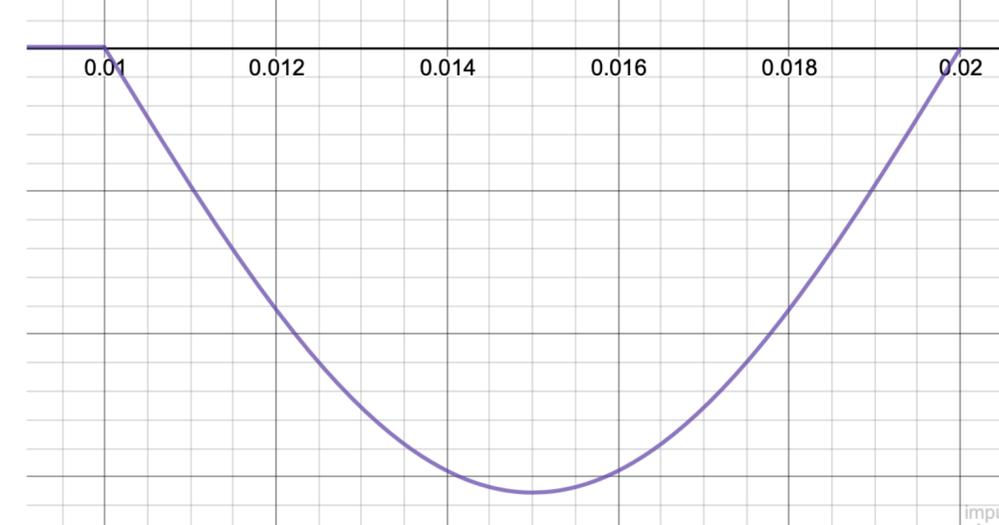
$$v_D(t) = \hat{V}_S \operatorname{sen}(2\pi 50\text{Hz } t) \{T/2 < t < T\}$$

$$i_D(t) = 0 \{T/2 < t < T\}$$

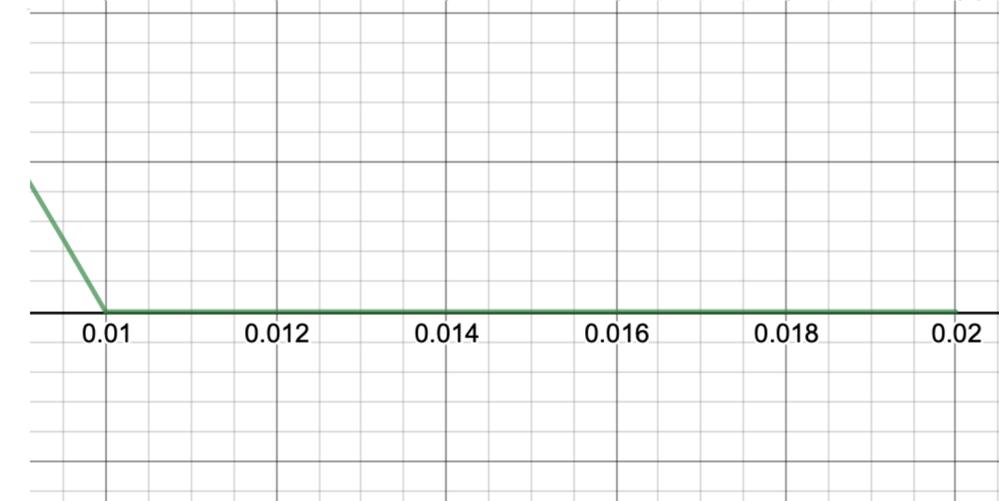
VS



VD



ID



# RESOLVEMOS LA INTEGRAL DE P<sub>me</sub>

Datos:

T = 20ms

V<sub>D(ON)</sub> = 1.2V

V<sub>s</sub> = 311 V

R = 200Ω

$$P_{me} = \frac{1}{T} \left( \int_0^{T/2} V_{D(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{D(ON)}}{R} \text{sen}(2\pi 50 \text{Hz } t) dt + \int_{T/2}^T \hat{V}_S \text{sen}(2\pi 50 \text{Hz } t) 0 dt \right)$$

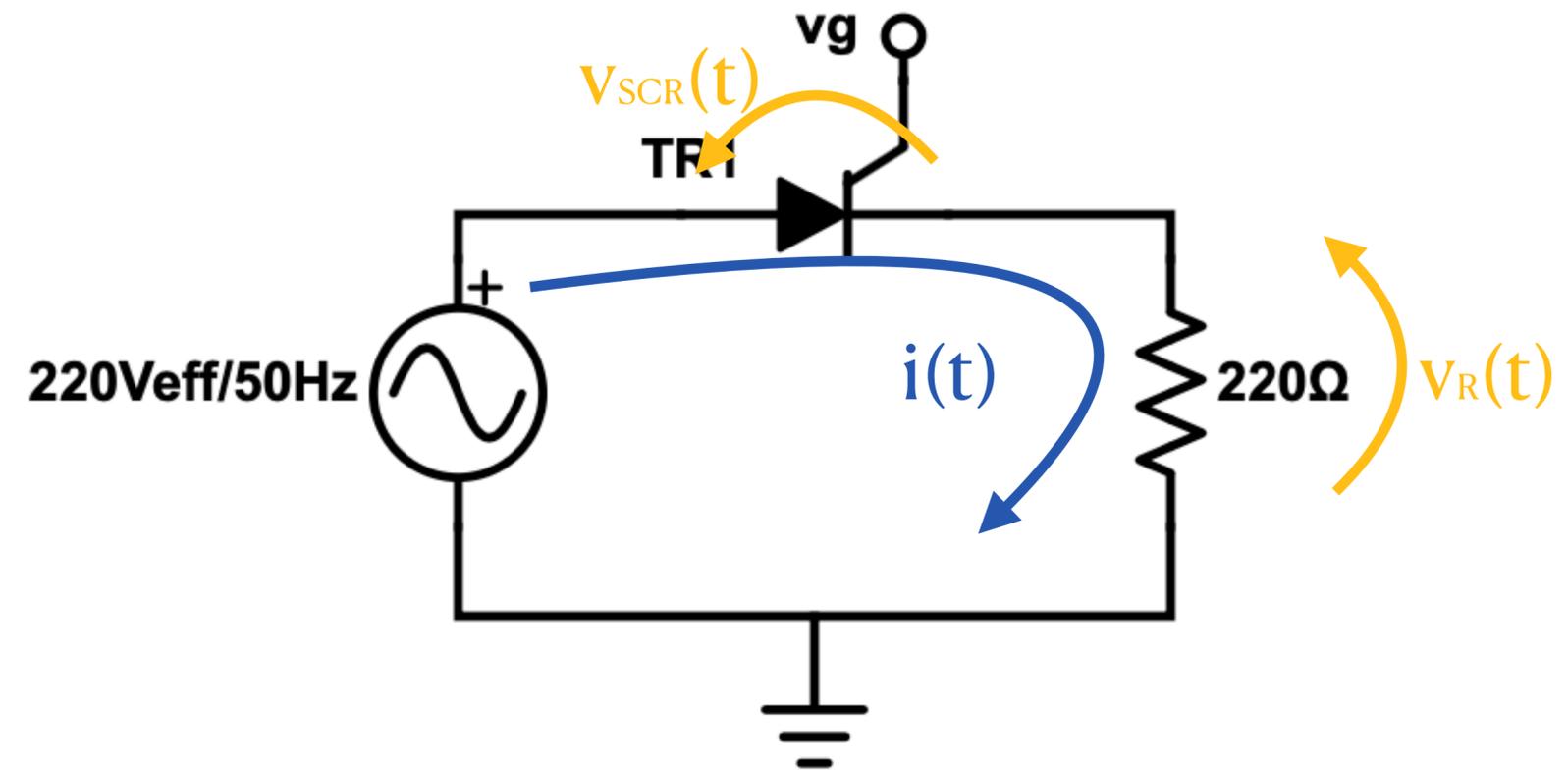
$$P_{me} = \frac{1}{T} V_{D(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{D(ON)}}{R} \left( \int_0^{T/2} \text{sen}(2\pi 50 \text{Hz } t) dt \right)$$

$$P_{me} = \frac{1}{T} V_{D(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{D(ON)}}{R} \left( \frac{T}{\pi} \right) = V_{D(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{D(ON)}}{R} \left( \frac{1}{\pi} \right) = 0.59W$$

$$P_{me} = 0.59W$$

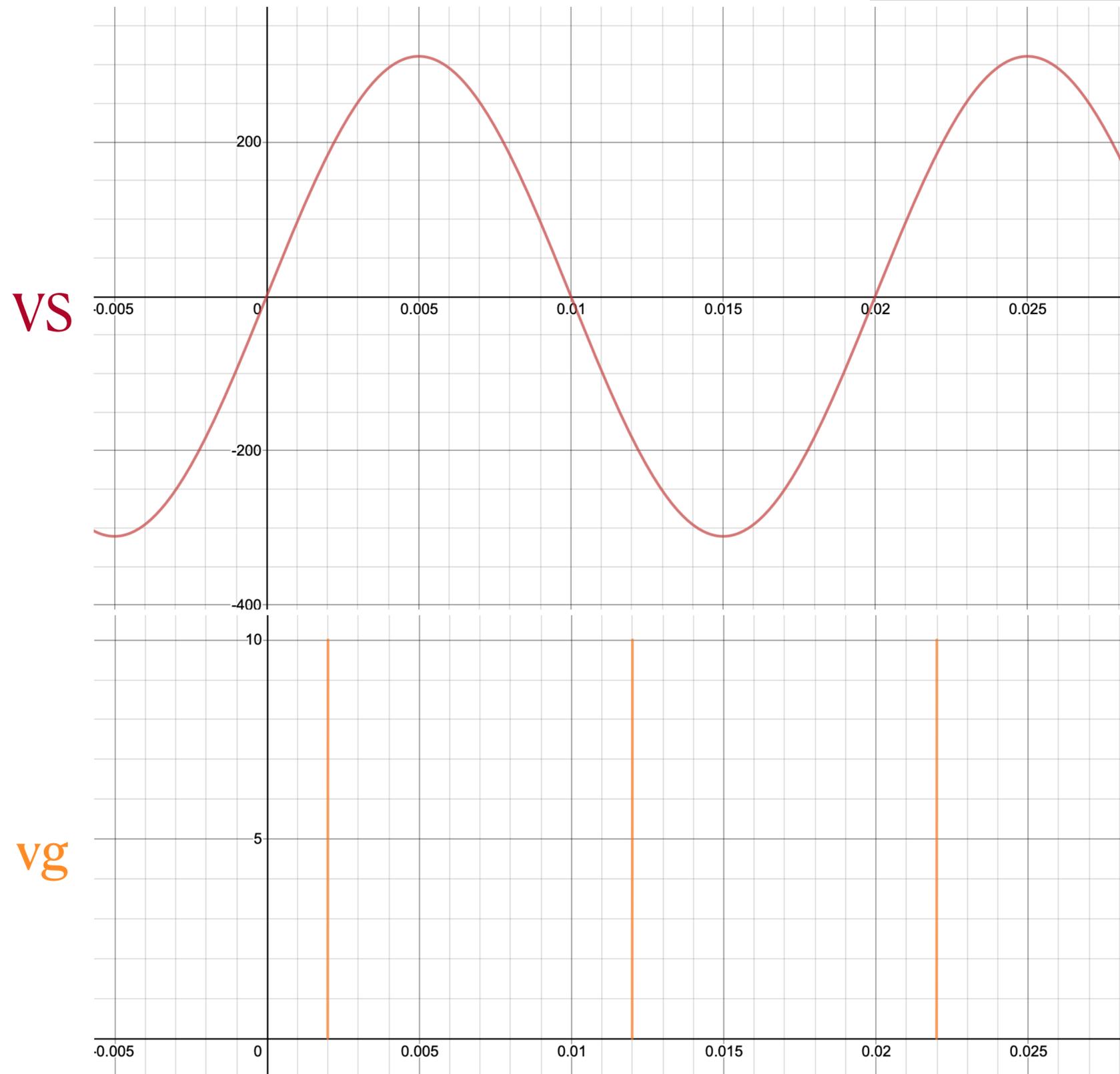
# EJERCICIO 2 POTENCIA SCR

A partir del circuito del ejercicio anterior, se reemplaza el diodo por un tiristor o SCR ( $V_{DON} = 1.2V$ ) controlado por una señal de disparo. La señal de disparo ( $v_g(t)$ ) esta sincronizada con la tension de la red de forma que se genera un evento de disparo luego de un tiempo  $\alpha=2ms$  luego de cada cruce por cero de la misma. Se pide hallar la potencia media disipada en el SCR.



$$P_{me} = \frac{1}{T} \int_0^T i_D(t) v_D(t) dt$$

# ANÁLISIS



Luego de 2ms que empezó a subir la tensión de fuente, se genera una señal de disparo.

Lo mismo sucede 2ms después de que la tensión cambia de signo

El SCR se pondrá en "conducción" cuando la tensión entre ánodo y cátodo sea positiva y ocurra un evento de activación o disparo.

En caso contrario estará en estado de "bloqueo" es decir, no permite el paso de corriente (algo así como inversa en el diodo PN)

# SEMICICLO POSITIVO

La tensión comienza en 0.

Cuando la tensión empieza a subir el SCR se polariza en directa

=> NO circula corriente => toda la tensión cae en el SCR

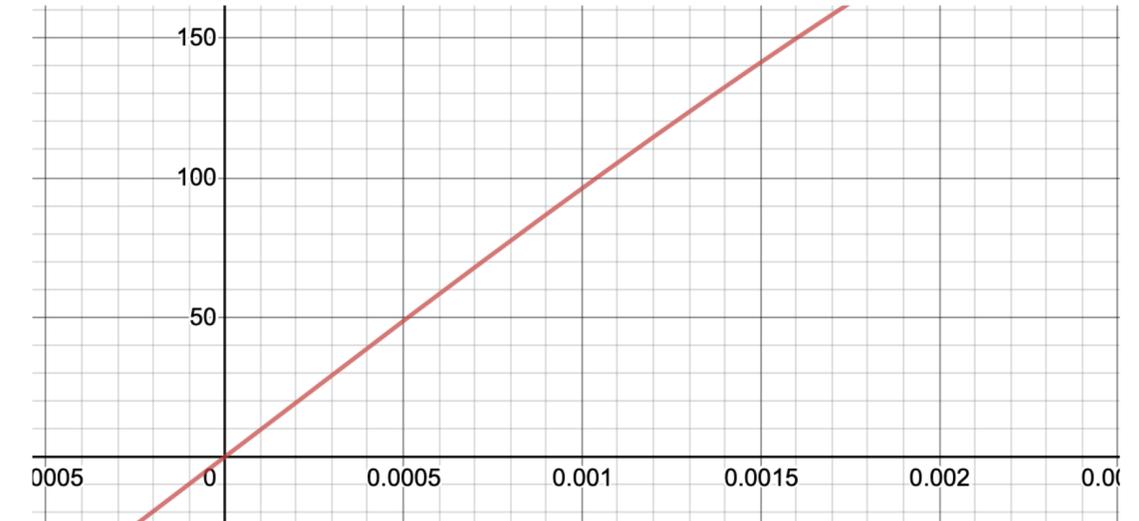
Cuando la tensión llega a 1.2V ( $V_{AK} > 0$ ) pero ya que no ocurre un evento de disparo, este se encuentra en "Bloqueo" (hasta 2ms)

=> NO circula corriente => toda la tensión cae en el SCR

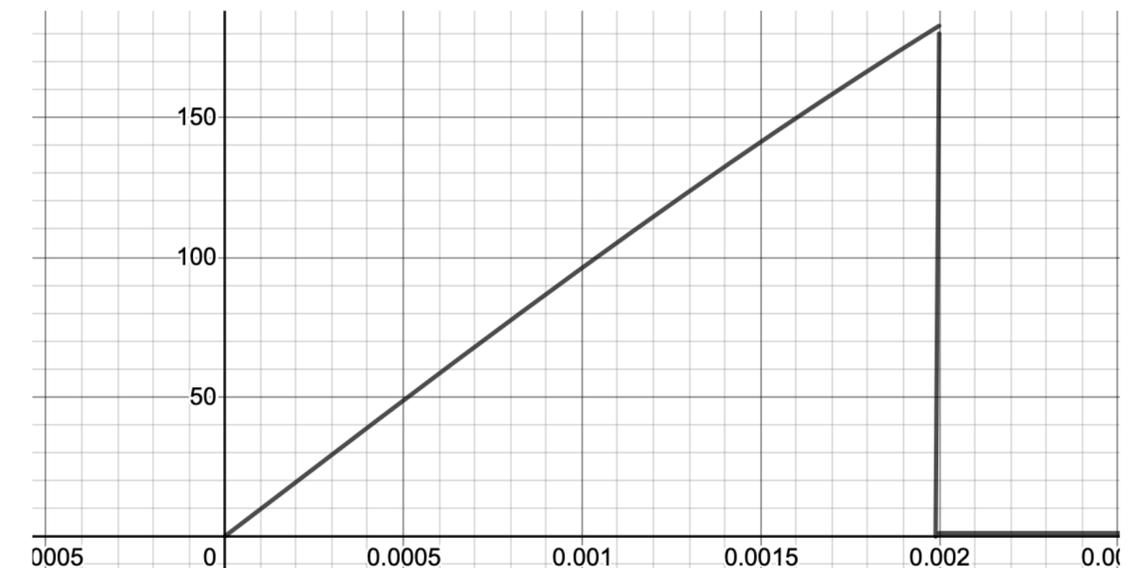
$$V_{SCR}(t) = \hat{V}_S \text{sen}(2\pi 50\text{Hz } t)$$

$$I_{SCR}(t) = 0 \{0 < t < T/2\}$$

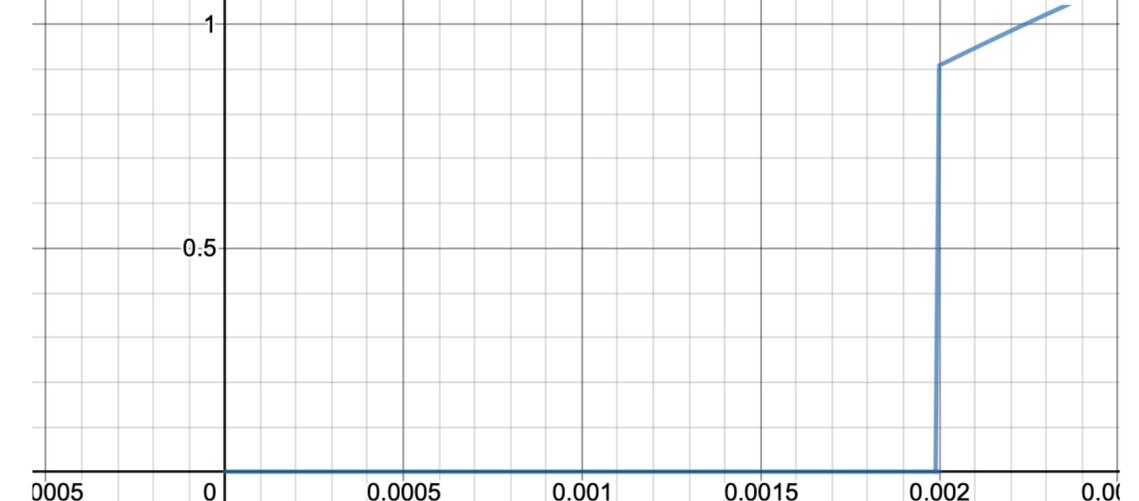
VS



VSCR



ISCR



# SEMICICLO POSTIVO

Luego de 2ms, el SCR se activa fijando su tensión en 1,2V

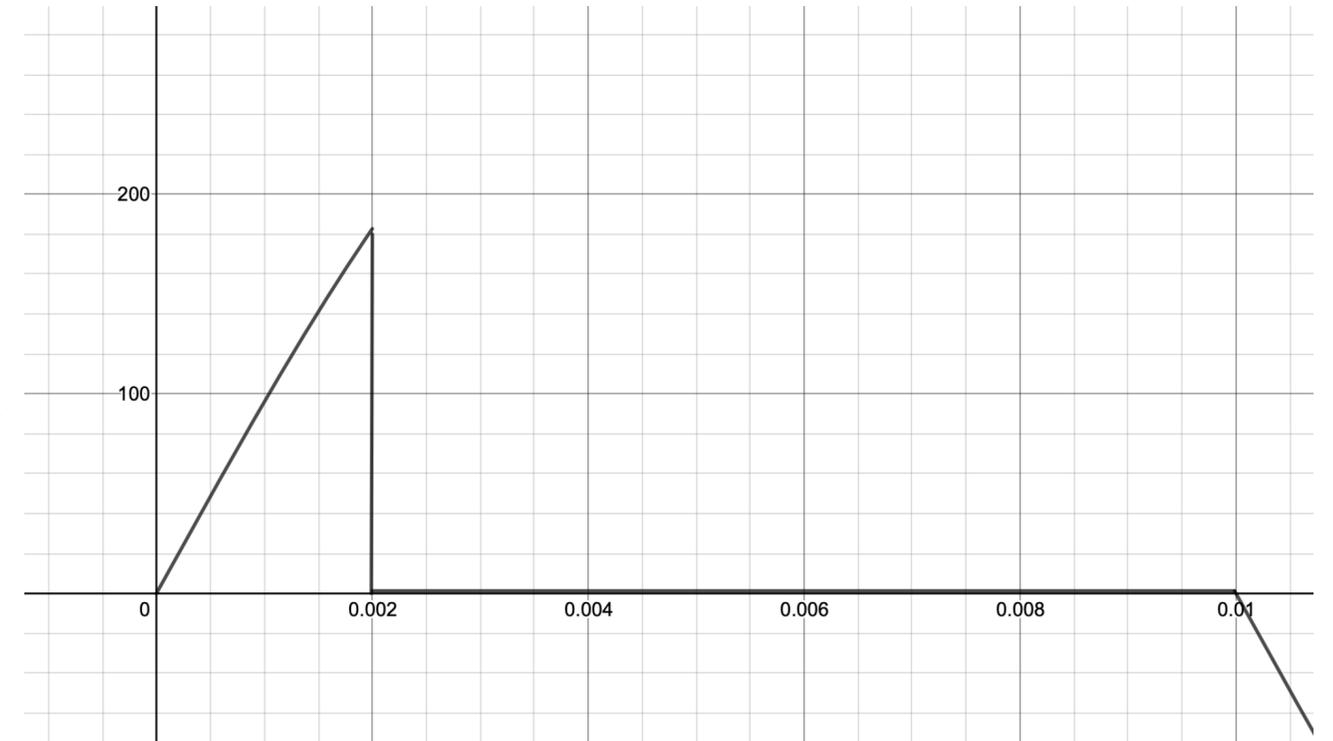
=> Permite el paso de corriente por la resistencia.

*(Únicamente valido para el tiempo entre 2ms y 10ms)*

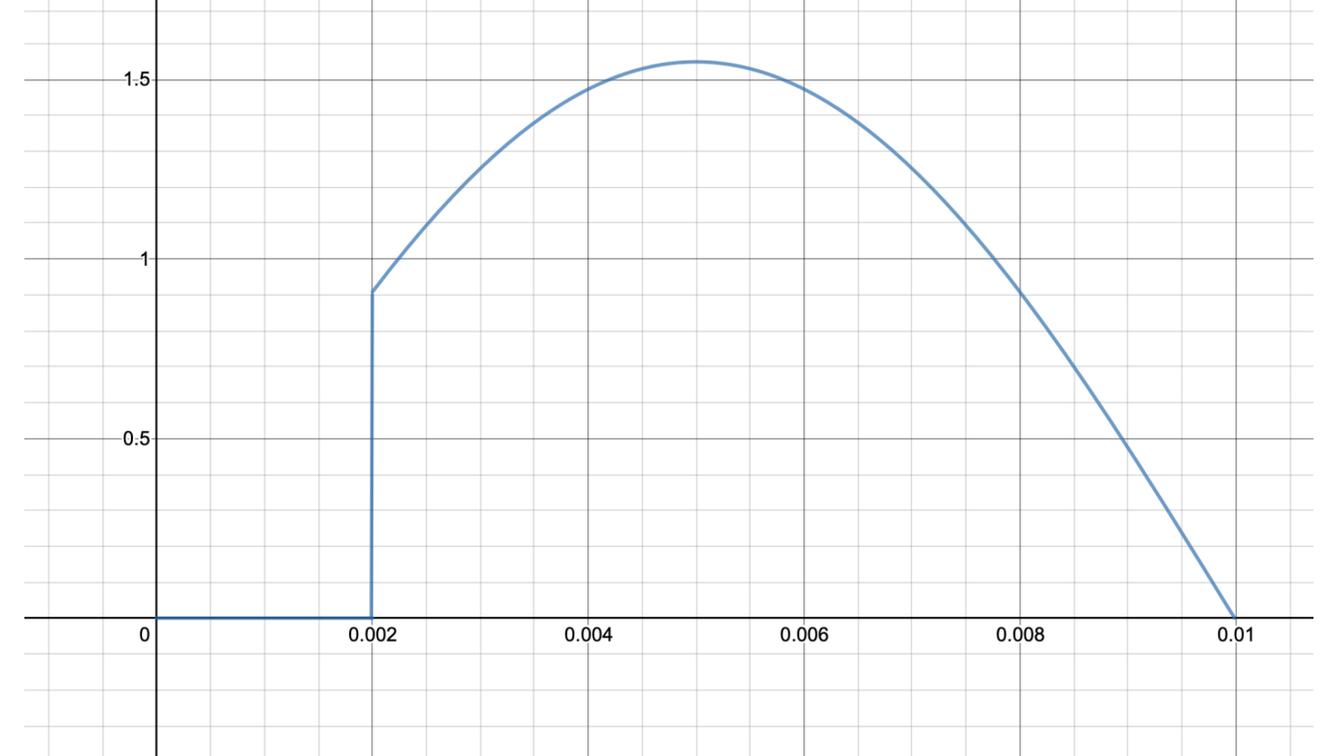
$$V_{SCR}(t) = V_{SCR(ON)} \{2ms < t < 10ms\}$$

$$I_{SCR}(t) = \frac{\hat{V}_S - V_{SCR(ON)}}{R} \text{sen}(2\pi 50Hz t) \{2ms < t < 10ms\}$$

$V_{SCR}$



$I_{SCR}$



# SEMICICLO NEGATIVO

**Tension de fuente negativa**

**=> SCR en inversa ( $V_A < V_K$ )**

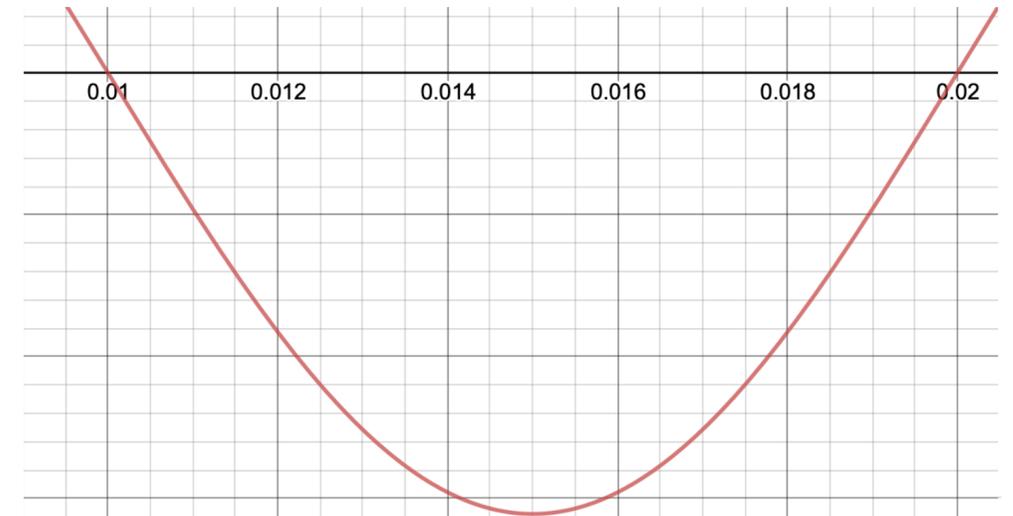
**=> La corriente la suponemos como nula**

**=> Toda la tensión cae en el SCR**

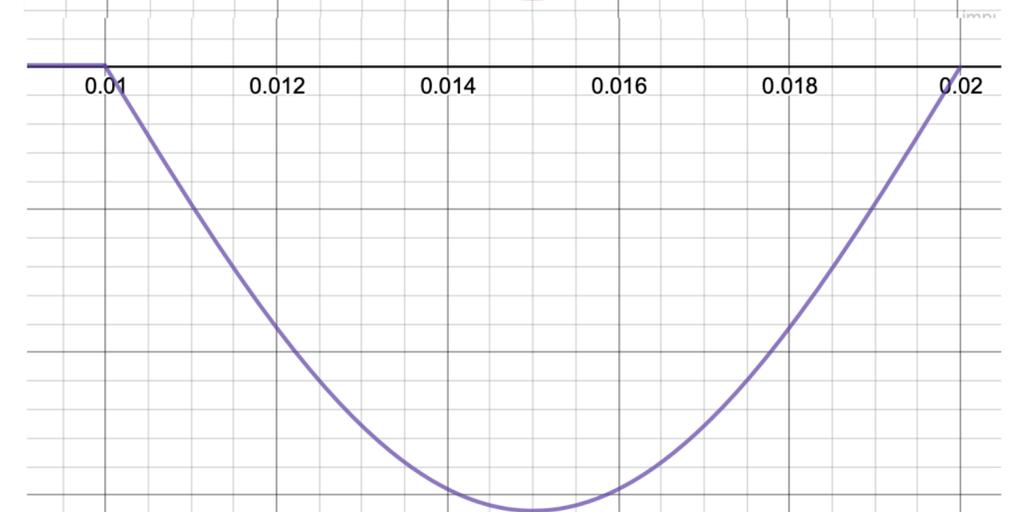
$$V_{SCR}(t) = \hat{V}_S \text{sen}(2\pi 50\text{Hz } t) \{T/2 < t < T\}$$

$$I_{SCR}(t) = 0 \{T/2 < t < T\}$$

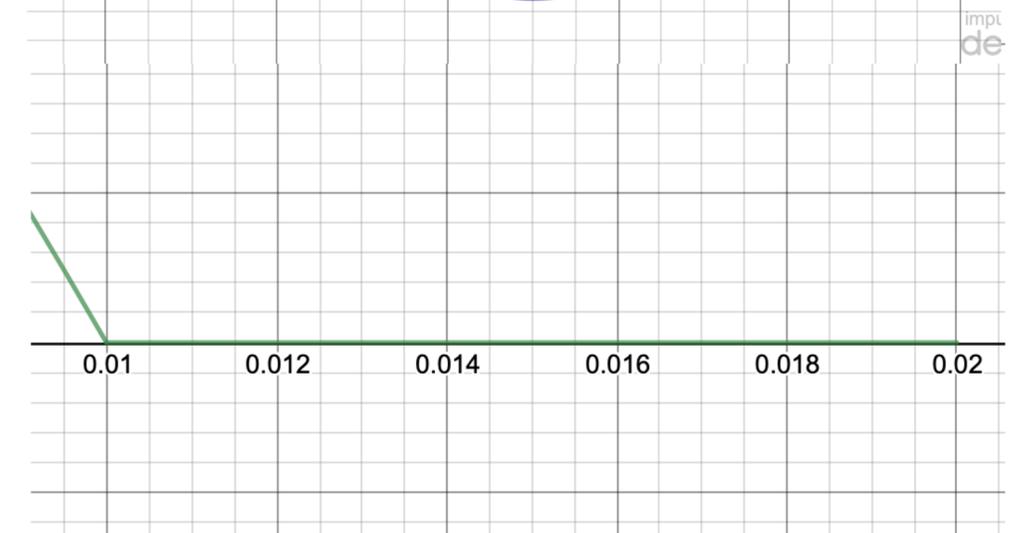
VS



VSCR



ISCR



# RESOLVEMOS LA INTEGRAL DE P<sub>me</sub>

$$P_{me} = \frac{1}{T} \left( \int_0^{2ms} \hat{V}_S \text{sen}(2\pi 50Hz t) dt + \int_{2ms}^{T/2} V_{SCR(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{SCR(ON)}}{R} \text{sen}(2\pi 50Hz t) dt + \int_{T/2}^T \hat{V}_S \text{sen}(2\pi 50Hz t) dt \right)$$

Datos:

$$T = 20ms$$

$$V_{SCR(ON)} = 1.2V$$

$$V_S = 311 V$$

$$R = 200\Omega$$

$$a = 2 ms$$

$$P_{me} = \frac{1}{T} V_{SCR(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{SCR(ON)}}{R} \left( \int_{2ms}^{T/2} \text{sen}(2\pi 50Hz t) dt \right)$$

$$P_{me} = \frac{1}{T} V_{SCR(ON)} \frac{\hat{V}_S - V_{SCR(ON)}}{R} \left( \frac{T}{2\pi} (-\cos(\pi) + \cos(2\pi 50Hz 2ms)) \right)$$

$$P_{me} = 0.53W$$

# EJERCICIO SIMILAR

- 11) Se implementa un circuito serie compuesto por una fuente de tensión senoidal ( $V_S(t)$ ,  $V_{eff} = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ) conectada al ánodo de un tiristor (SCR), el propio tiristor, y una resistencia de  $10 \Omega$  conectada al cátodo del tiristor. La señal de disparo ( $v_g(t)$ ) está sincronizada con la tensión de la red de forma que se genera un evento de disparo luego de un tiempo  $\alpha = 5 \text{ ms}$  luego de cada cruce por cero de la misma. El tiristor tiene una tensión de encendido que se puede considerar constante  $V_{AK,ON} = 2 \text{ V}$ . Calcular la potencia disipada en el tiristor.