

# Electrónica

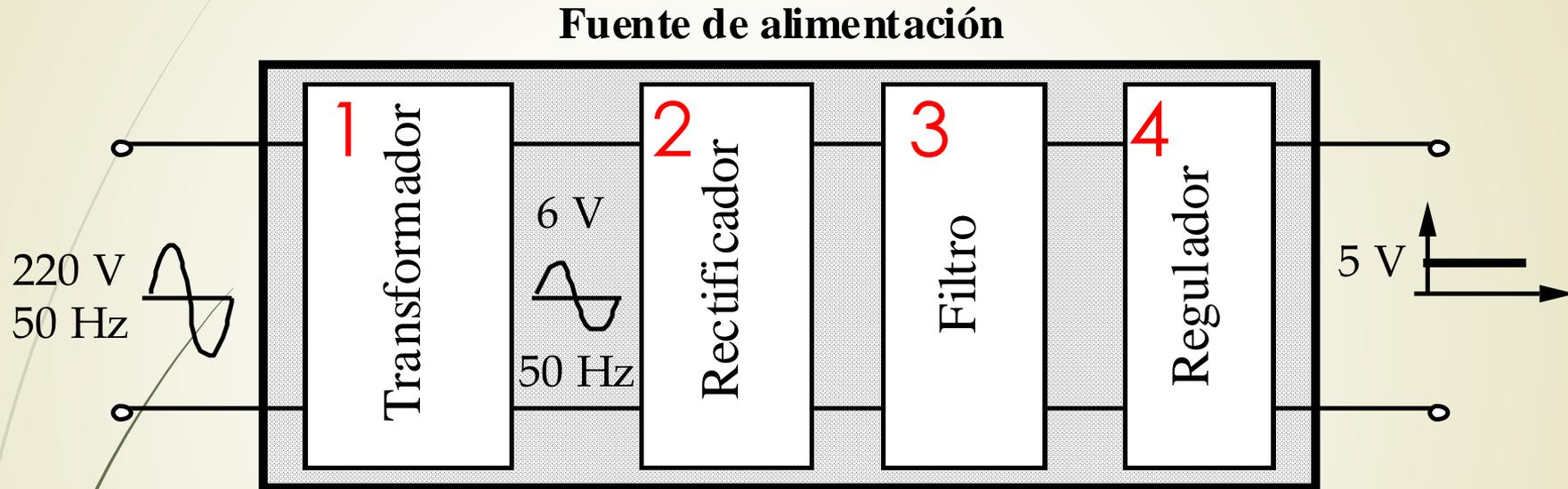
Curso 2023

Clase 4: Fuentes de alimentación  
Rectificación

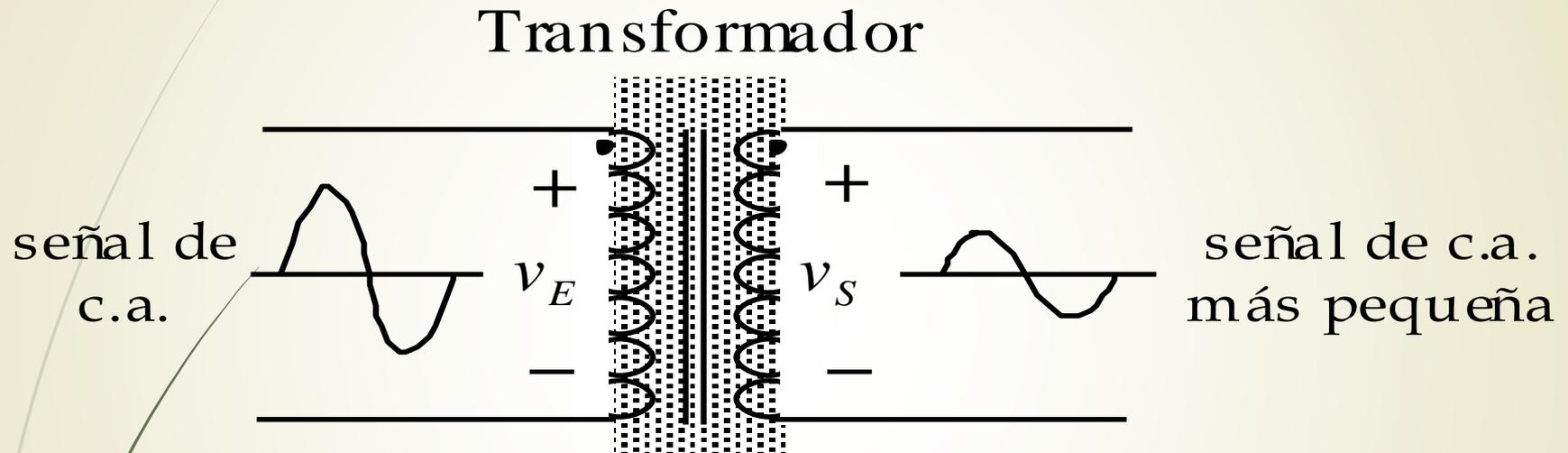
# Introducción

- ▶ En general los dispositivos/equipos electrónicos trabajan con tensiones +5 V, +12 V, -5 V, etc. y  $f=0$  Hz (continua).
- ▶ La tensión de red es 220 V y  $f=50$  Hz.
- ▶ Por lo tanto una fuente de alimentación debe estar formada por componentes que no sólo cambien el valor de la tensión, si no también su frecuencia.
- ▶ Una vez que obtuvimos una tensión con valor medio distinto de cero (lejos de ser una continua), necesitamos un filtro para “mejorar” esta tensión continua y un regulador para mantener constante esta continua frente a variaciones de la tensión de red, variaciones de la carga, etc.

# Esquema de una fuente de alimentación



# 1. Transformador



El transformador tiene como objetivo reducir la amplitud de la tensión (misma  $f$ ).

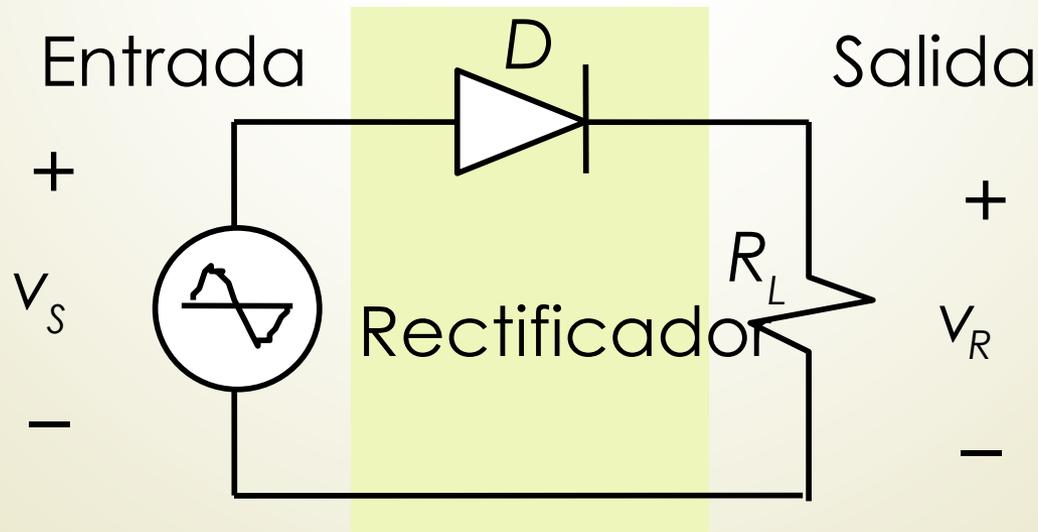
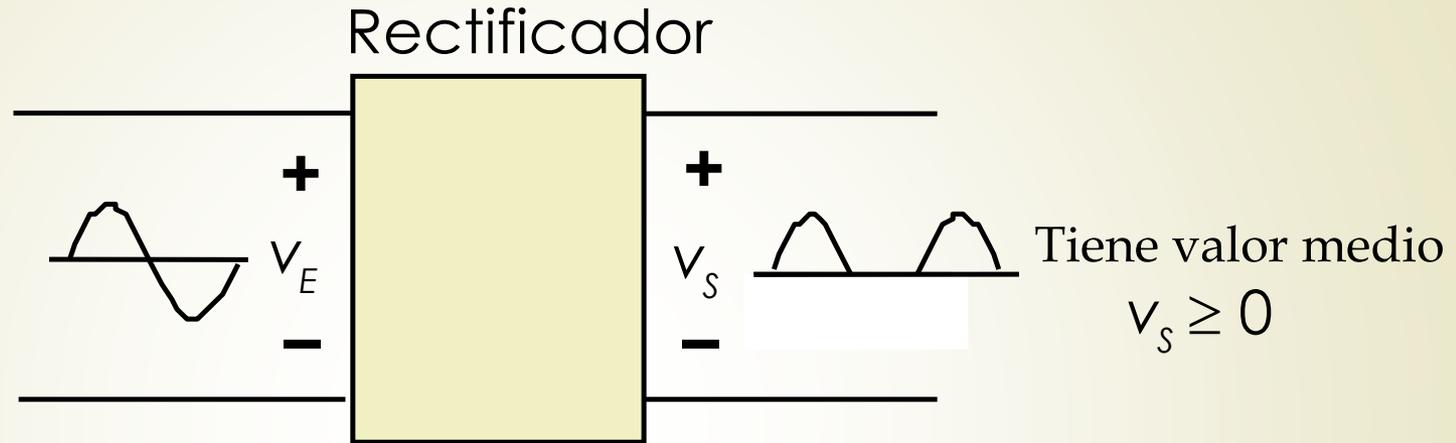
¿Porqué un transformador y no un divisor resistivo? Si el transformador no tiene componentes óhmicas ( $r=0$ ), no hay pérdidas y no se disipa energía.

## 2. Rectificador

- ✓ La rectificación de una señal de alterna consiste en obtener una señal con un valor medio distinto de cero.
- ✓ Los rectificadores pueden ser de media onda o de onda completa.
- ✓ Los de media onda eliminan una parte de la señal (positiva o negativa).
- ✓ Los de onda completa convierten el semiperiodo negativo a positivo manteniendo el semiperiodo positivo.

# Rectificador de media onda

c.a.  
(positiva y  
negativa)

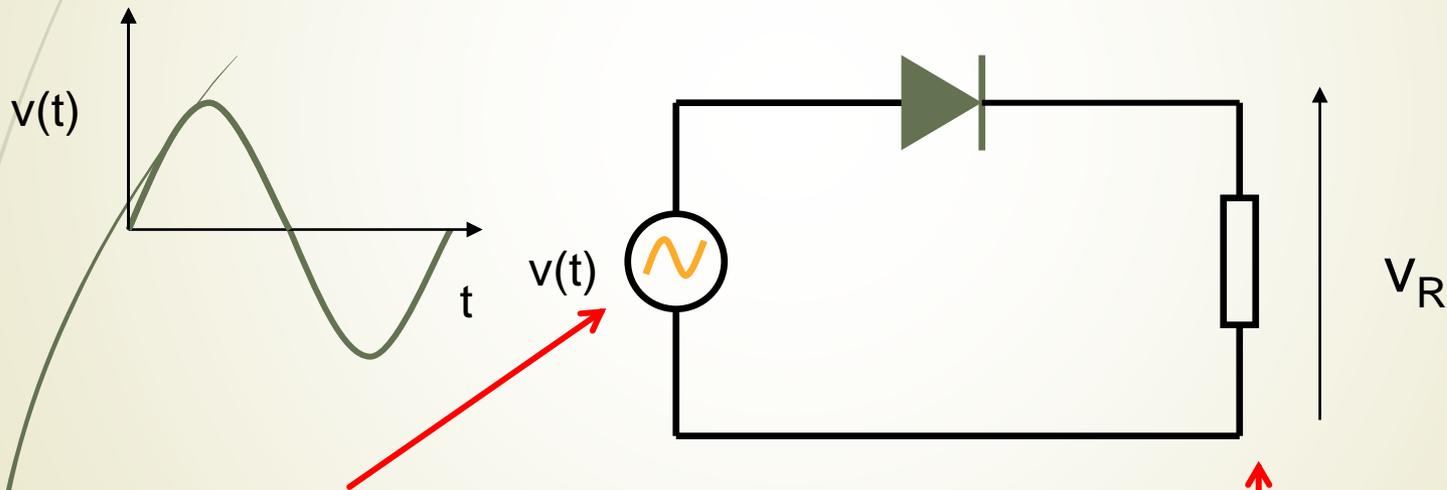


- ✓ El objetivo es obtener una tensión continua, frecuencia que no está presente en la tensión de red ( $f=0$ ). Frecuencia de red= 50 Hz.
- ✓ Por esto el dispositivo rectificador tiene que ser un elemento no lineal. A la salida del mismo hay una componente de frecuencia no presente a la entrada. Esto no ocurre con sistemas lineales.
- ✓ La salida del rectificador tiene valor medio.
- ✓ Podemos mejorar lo obtenido (filtro, regulador)

# Rectificador de media onda.

Sea el circuito de la figura (suponemos diodo ideal):

Media onda: sólo uno de los semiperíodos está en la carga

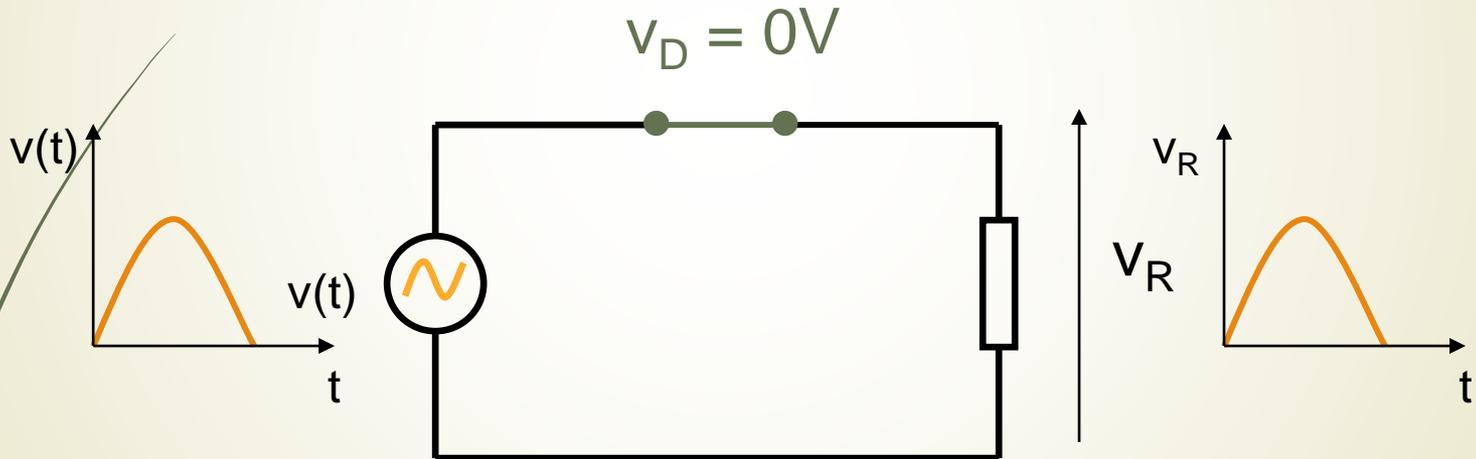


Como si fuera el secundario del transformador

Esta  $R$  representa a la carga a alimentar. En general no la puedo cambiar (es lo que conecto a la fuente)

# Rectificador de media onda.

En el semiperiodo positivo de la señal  $v(t)$ :

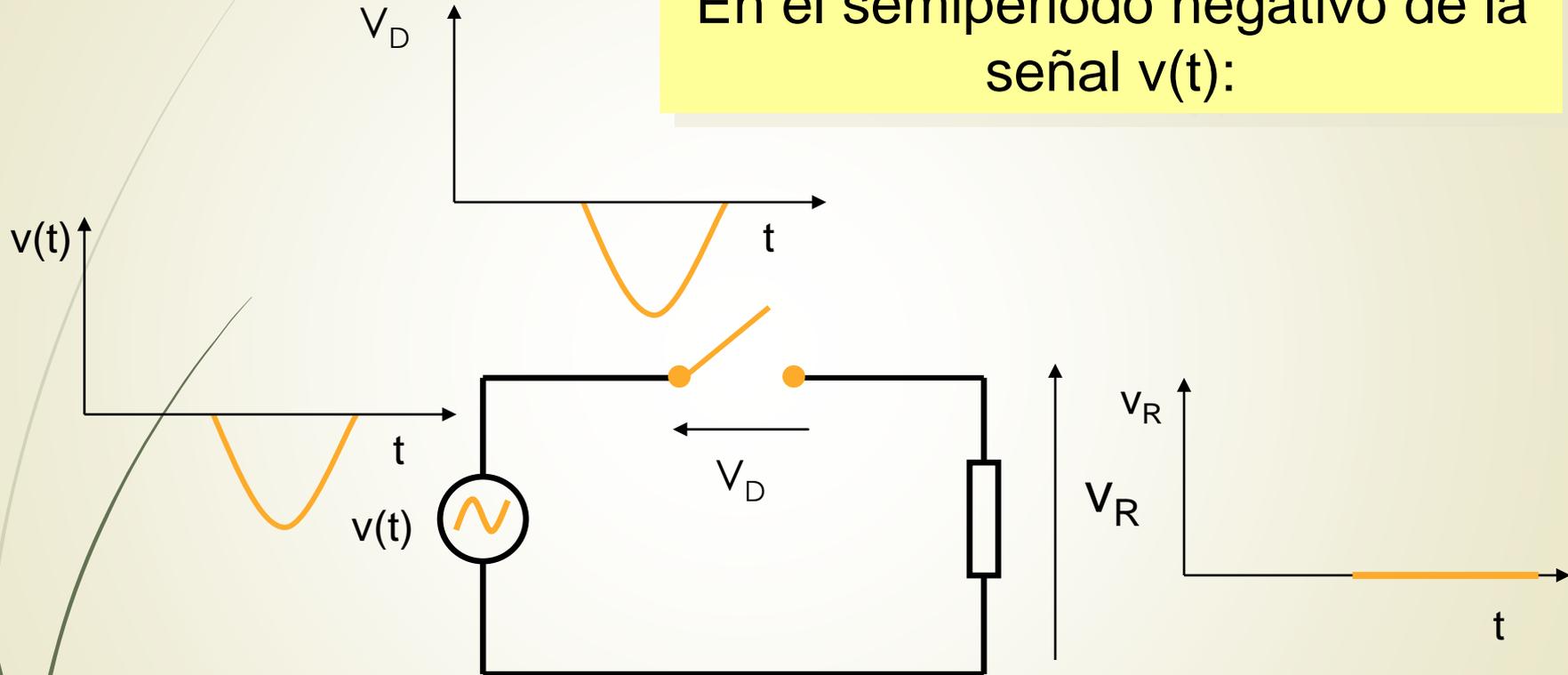


El diodo es un cortocircuito,  $v_D = 0V$

$v_R = v(t)$

# Rectificador de media onda.

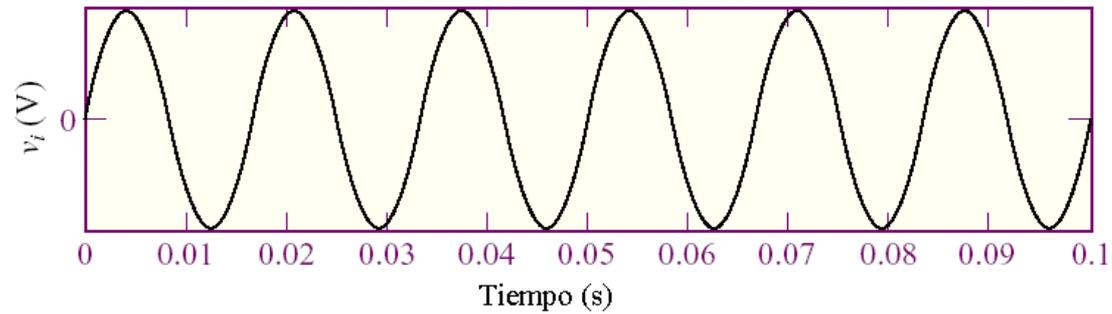
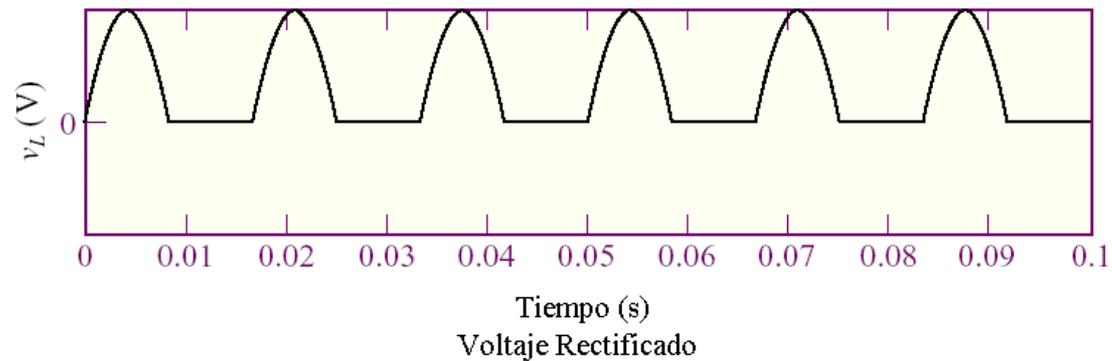
En el semiperiodo negativo de la señal  $v(t)$ :



El diodo es un circuito abierto,  $i_D = 0 \text{ A}$

$v_R = 0 \text{ V}$

# Rectificador de media onda.

 $v(t)$  $V_R$ 

# Rectificador de media onda. Características

$$i = I_m \operatorname{sen} \alpha \quad \text{para } 0 \leq \alpha \leq \pi$$

$$i = 0 \quad \text{para } \pi \leq \alpha \leq 2\pi$$

$$\alpha = \omega t \quad I_m = \frac{V_m}{R_d + R_L} \quad \Leftarrow$$

$$I_{cc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i \, d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \operatorname{sen} \alpha \, d\alpha = \frac{I_m}{\pi} \quad \Leftarrow$$

$$I_{ef} = \left( \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 \, d\alpha \right)^{1/2} = \left( \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \, d\alpha \right)^{1/2} = \frac{I_m}{2}$$

# Rectificador de media onda. Características

- El valor promedio de continua,  $V_{cc}$ , es el área positiva (o negativa si el rectificador es negativo) neta en un periodo, en este caso vale: si  $R_d=0$ , entonces  $V_{mL}=V_m$

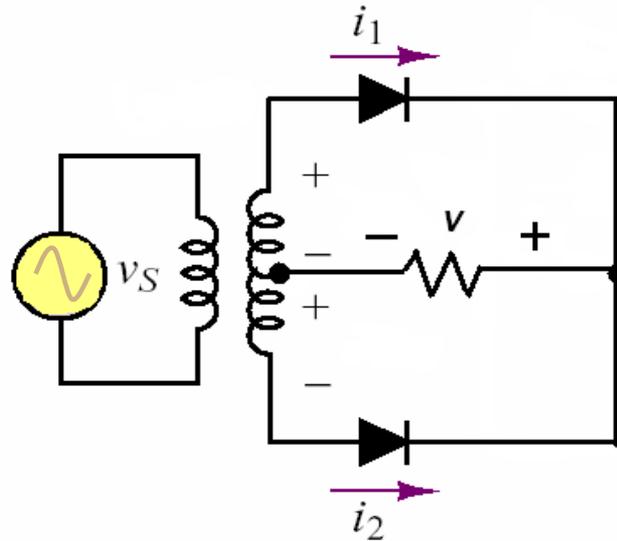
$$V_{cc} = I_{cc} \cdot R_L = \frac{I_m}{\pi} \cdot R_L = \frac{V_{mL}}{\pi}$$

- La tensión inversa de pico,  $V_{IP}$ , es la tensión máxima que soporta un diodo polarizado en inversa, no debe llegar a la tensión de ruptura. Para este rectificador vale:

$$V_{IP} = V_m$$

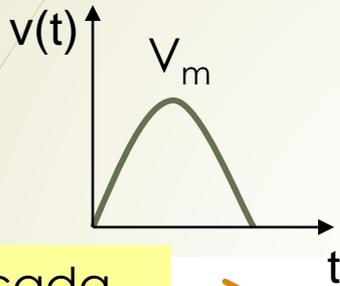
# Rectificador de onda completa.

El circuito rectificador de onda completa:  
transformador con punto medio



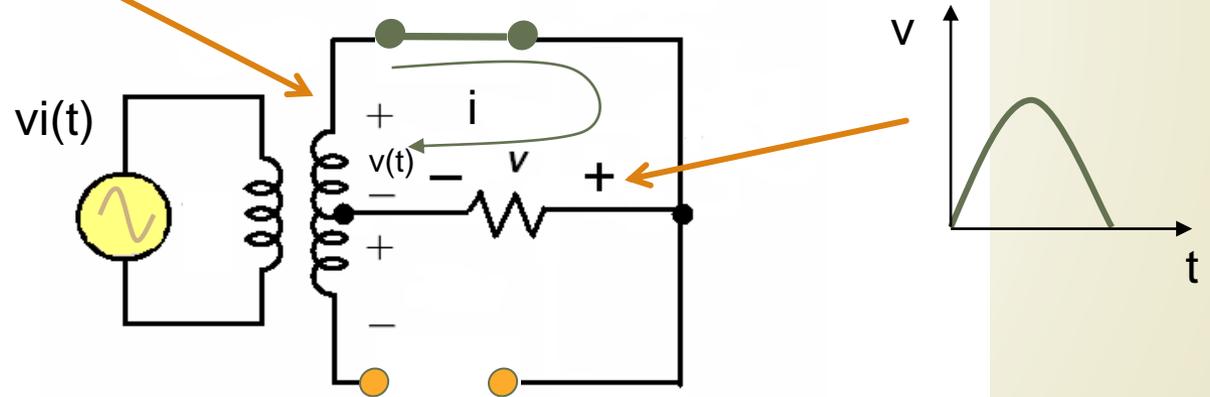
Este rectificador de onda completa se podría  
“pensar” como formado por dos circuitos de  
media onda

# Rectificador de onda completa



En el semiperiodo positivo de la señal, conduce el diodo de arriba y está cortado el de abajo

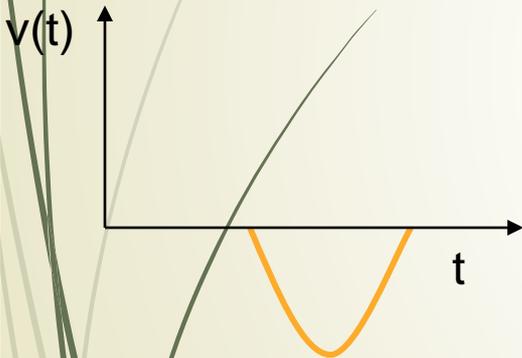
Tensión en cada bobinado secundario del transformador



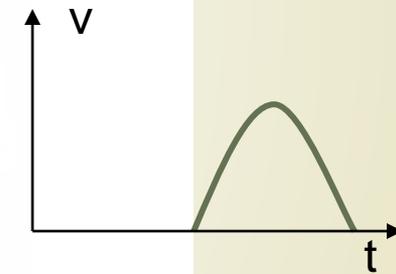
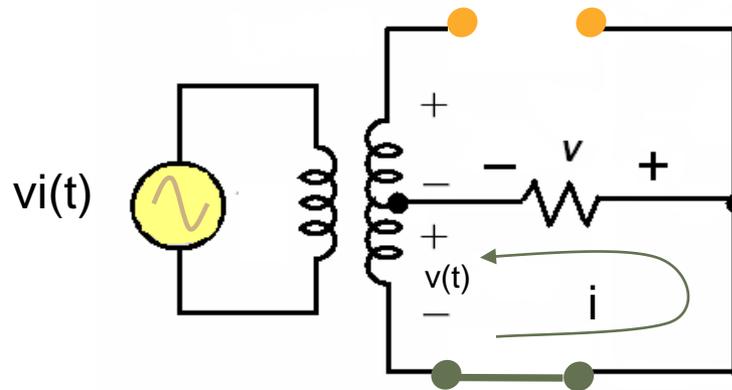
La tensión  $v$  en la resistencia es  $v(t)$

# Rectificador de onda completa

En el semiperiodo negativo de la señal conduce el diodo de abajo y está cortado el de arriba.

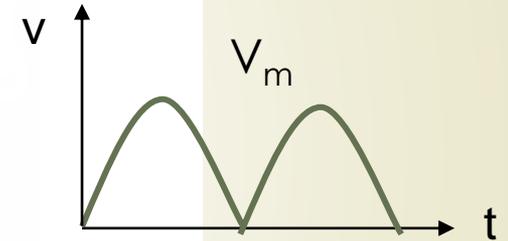
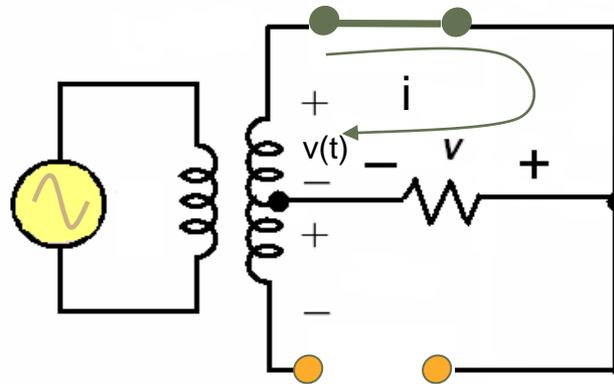
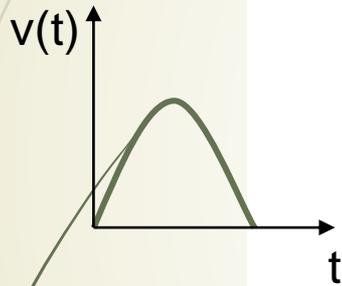


Tensión en cada bobinado secundario del transformador



La tensión  $v$  en la resistencia es  $-v(t)$

# Rectificador de onda completa



$$I_{cc} = \frac{2 I_m}{\pi} \quad I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$I_m = \frac{V_m}{R_d + R_L} \quad \Leftarrow$$

# Rectificador de onda completa transformador con punto medio

- El valor promedio de continua  $V_{cc}$ , es:

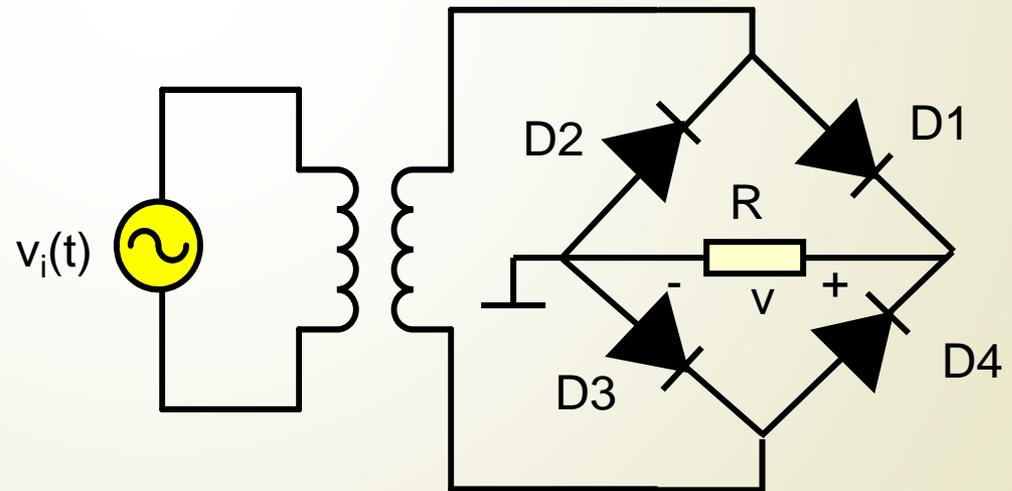
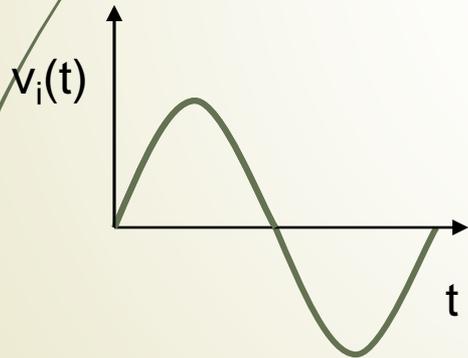
$$V_{cc} = \frac{2 V_m}{\pi} \qquad V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

- La tensión inversa de pico VIP, vale:

$$2V_m$$

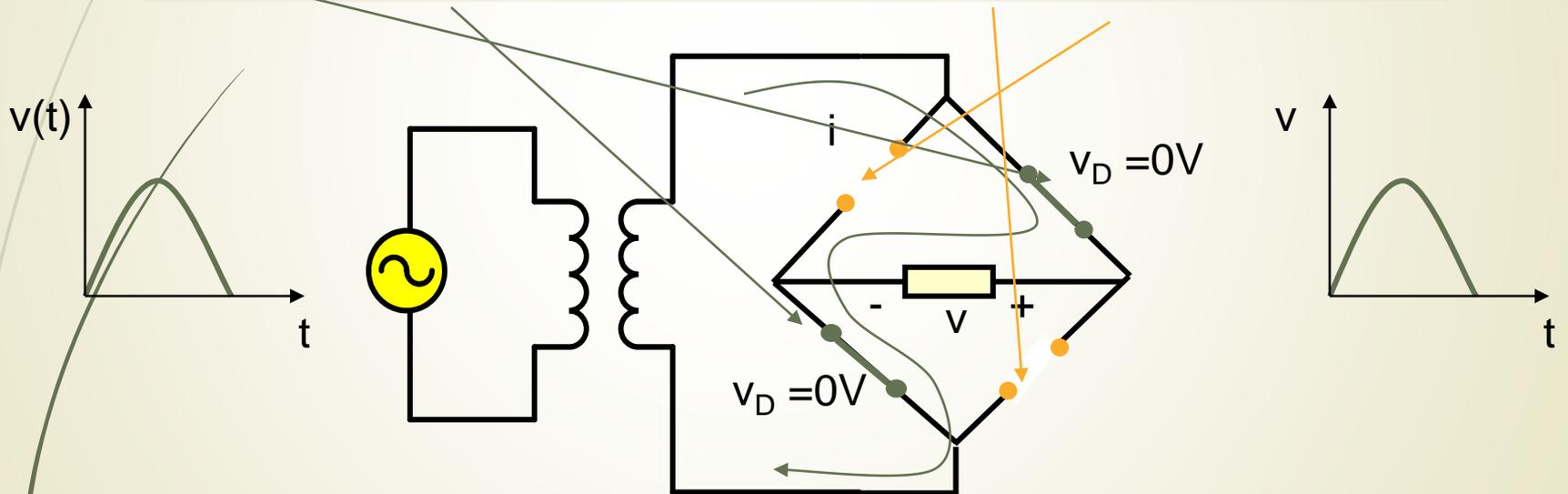
# Rectificador de onda completa con puente de diodos.

El circuito rectificador de onda completa con puente de diodos:



# Rectificador de onda completa con puente de diodos.

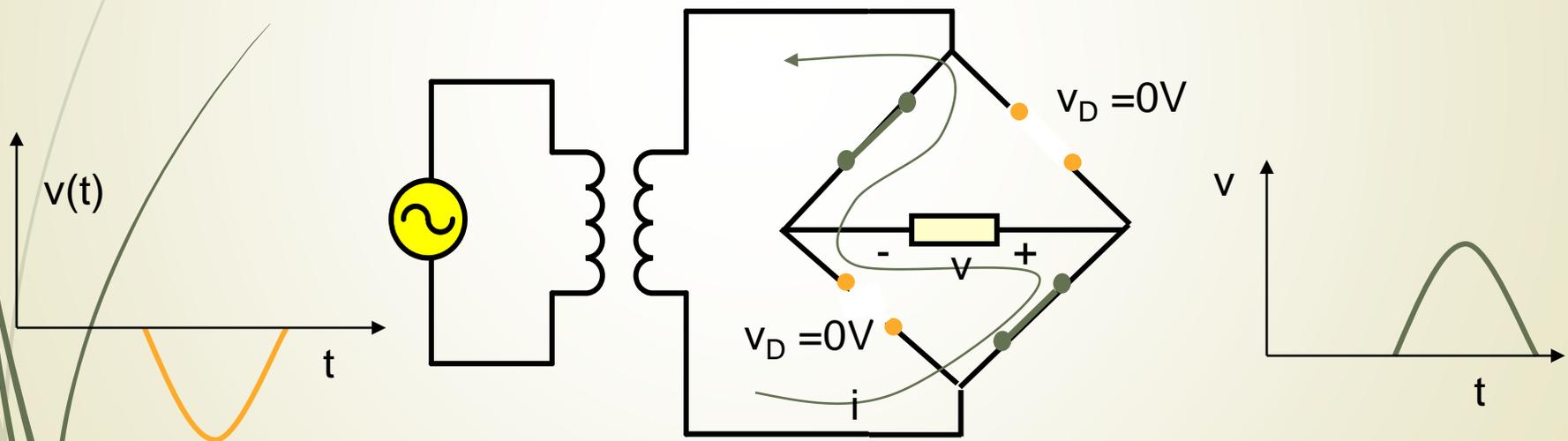
En el semiperiodo positivo de la señal conducen D1 y D3 y están cortados D2 y D4



La tensión  $v$  en la resistencia es  $v(t)$

# Rectificador de onda completa con puente de diodos.

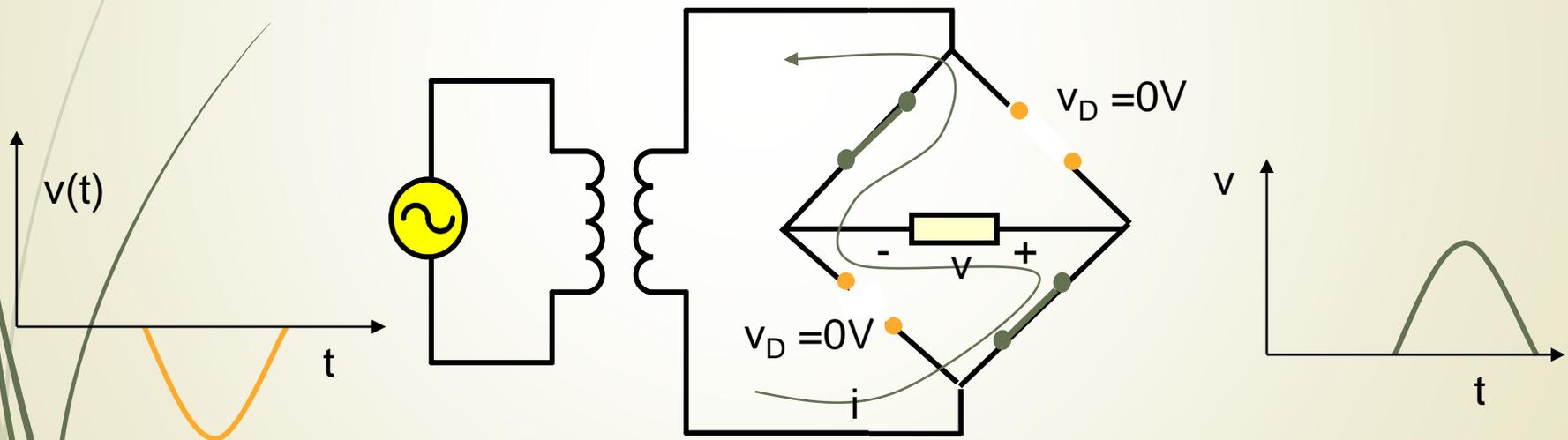
En el semiperiodo negativo de la señal conducen D2 y D4 y están cortados D1 y D3



La tensión  $v$  en la resistencia es  $-v(t)$

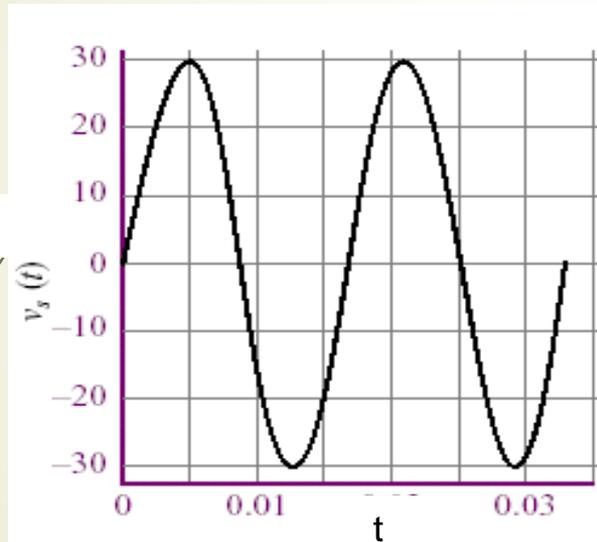
# Rectificador de onda completa con puente de diodos.

En el semiperiodo negativo de la señal conducen D2 y D4 y están cortados D1 y D3

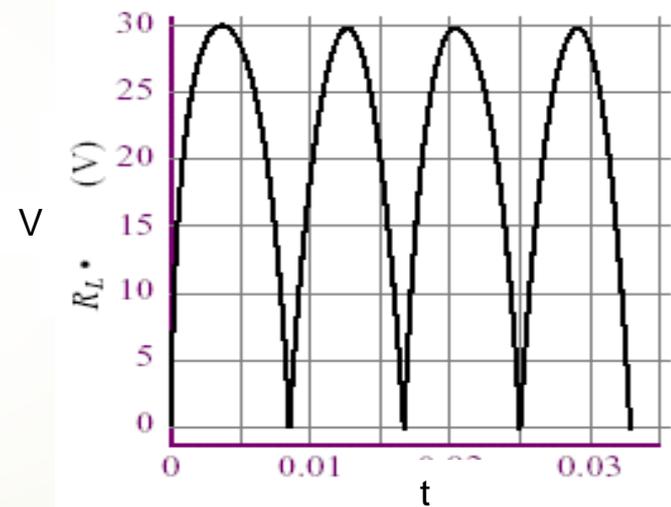


La tensión  $v$  en la resistencia es  $-v(t)$

# Rectificador de onda completa



Voltaje sin rectificar



Voltaje rectificado  
(diodo ideal)

# Rectificador de onda completa con puente de diodos.

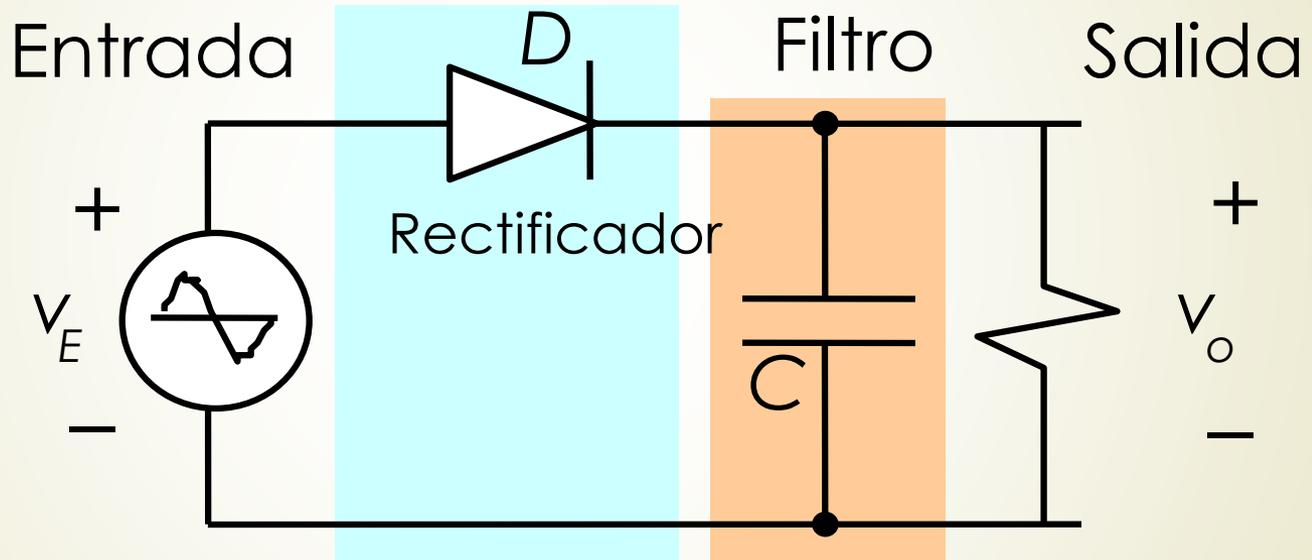
- El valor promedio de continua  $V_{CC}$ , (recordar con  $R_d=0$ , es:

$$V_{CC} = \frac{2V_m}{\pi}$$

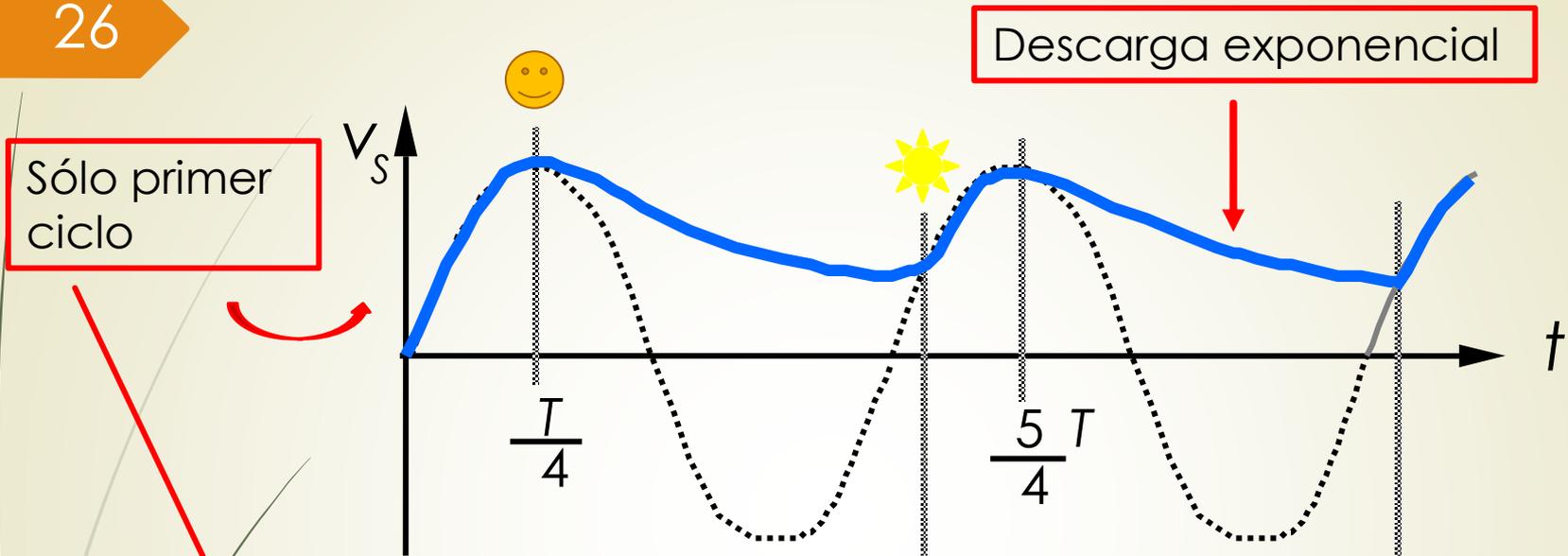
- La tensión inversa de pico  $V_{IP}$ , vale:

$$V_m$$

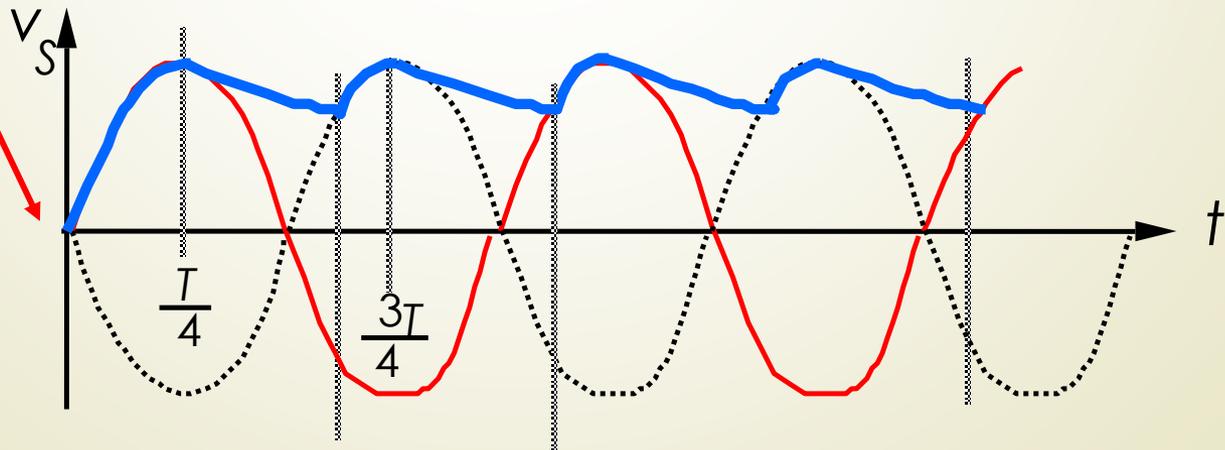
### 3. Filtro



- Filtro con rectificador de media onda



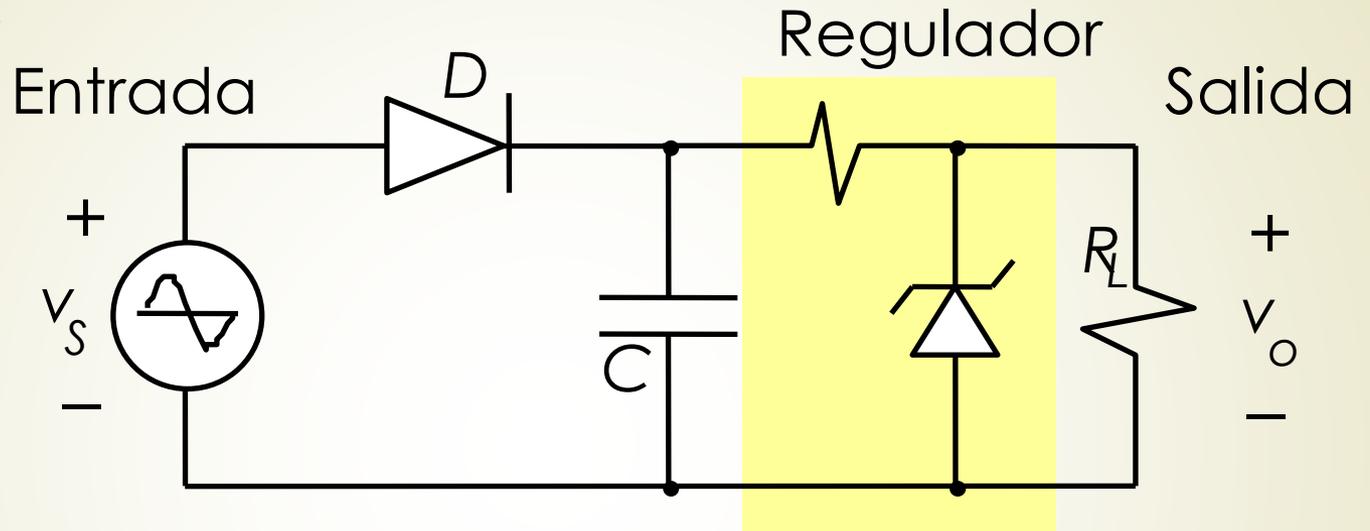
- Filtro con rectificador de onda completa. Transformador con punto medio.



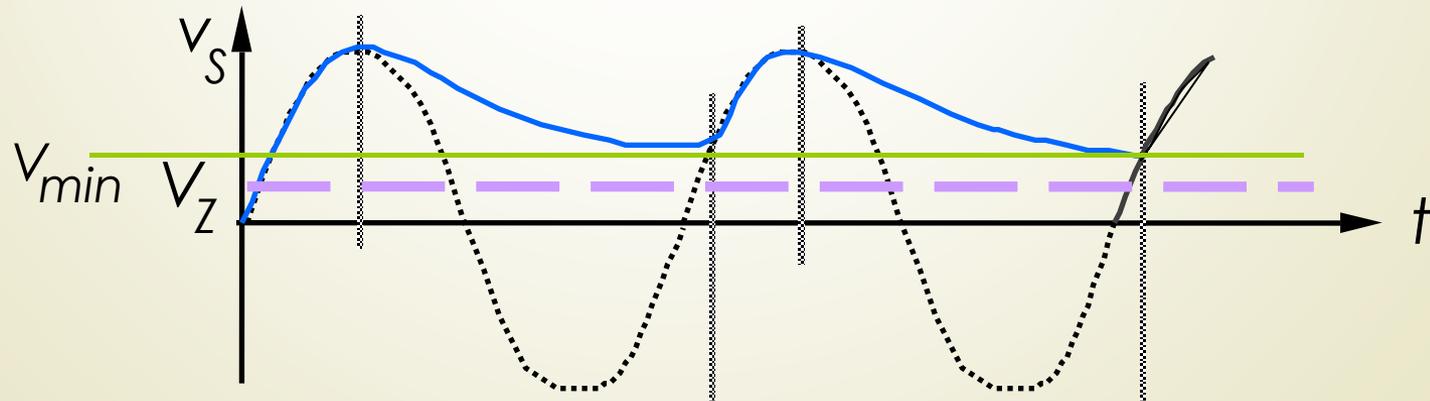
- ✓ Hasta el punto 😊 en el lado izquierdo del diodo la tensión es mayor que el lado derecho. Por lo tanto el C se carga y la R recibe tensión.
- ✓ Pasado este punto, el lado izquierdo del diodo “sigue” a la senoide del transformador que comienza a descender . El lado derecho (C) quedó cargado al valor de pico de la senoide.
- ✓ Por lo tanto el diodo queda en inversa (circuito abierto) y el C se descarga sobre R que es el único camino posible.

- ✓ Hasta el punto  se descarga el C sobre R.
- ✓ Pasado este punto, el lado izquierdo del diodo “sigue” a la sinusoides del transformador que creciendo . El lado derecho sigue a la descarga del C.
- ✓ En  el lado izquierdo del diodo tiene una tensión mayor que el lado derecho, por lo tanto el diodo queda en directa (circuito cerrado) y la R “recibe” tensión del transformador y el C vuelve a cargarse.
- ✓ Y así se repite el ciclo.

# 4. Regulador



- Rectificador de media onda con regulador



- Si bien el uso del C de filtro “acercas” la tensión resultante a “algo más parecido” a una tensión continua, quedan aún componentes de alterna (rizado).
- A fin de eliminar estas componentes de alterna, variaciones de la tensión continua frente a la carga, frente a variaciones de la tensión de entrada; usamos un regulador.
- En este caso (el más sencillo) usamos un zéner.
- Como vimos anteriormente, este dispositivo mantiene una tensión constante entre sus terminales cuando trabaja en la zona de zéner.
- Por eso el valor de  $V_z$  debe ser menor al valor  $V_{min}$  (ver ppt anterior).