

Electrónica

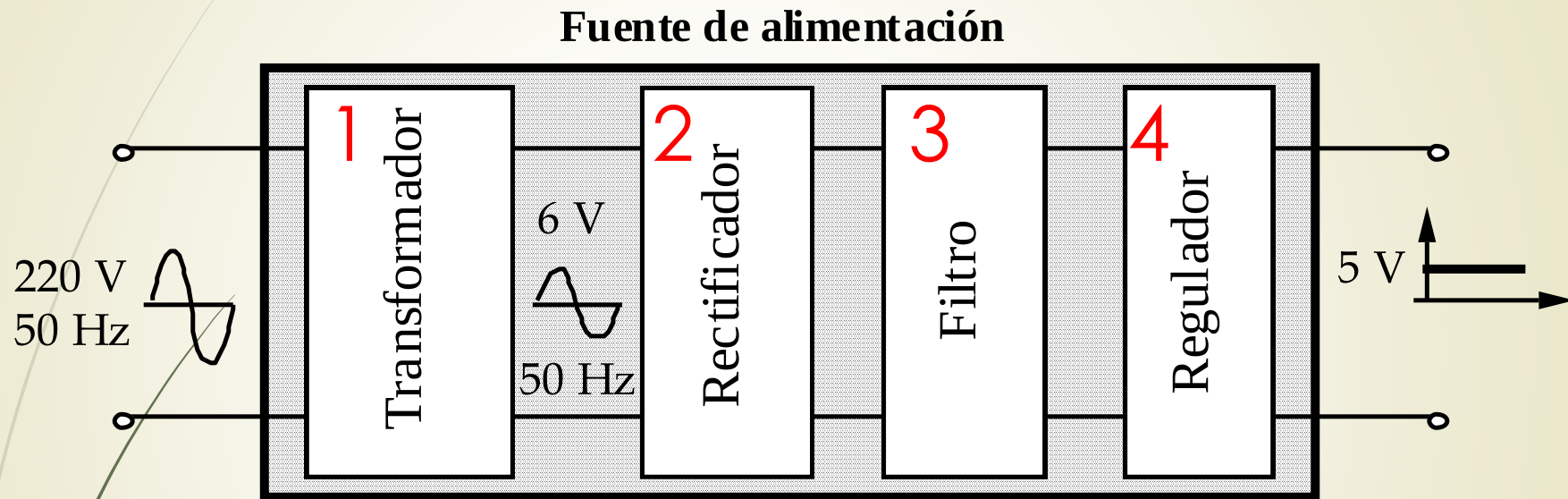
Curso 2025

Clase 4: Fuentes de alimentación
Rectificación

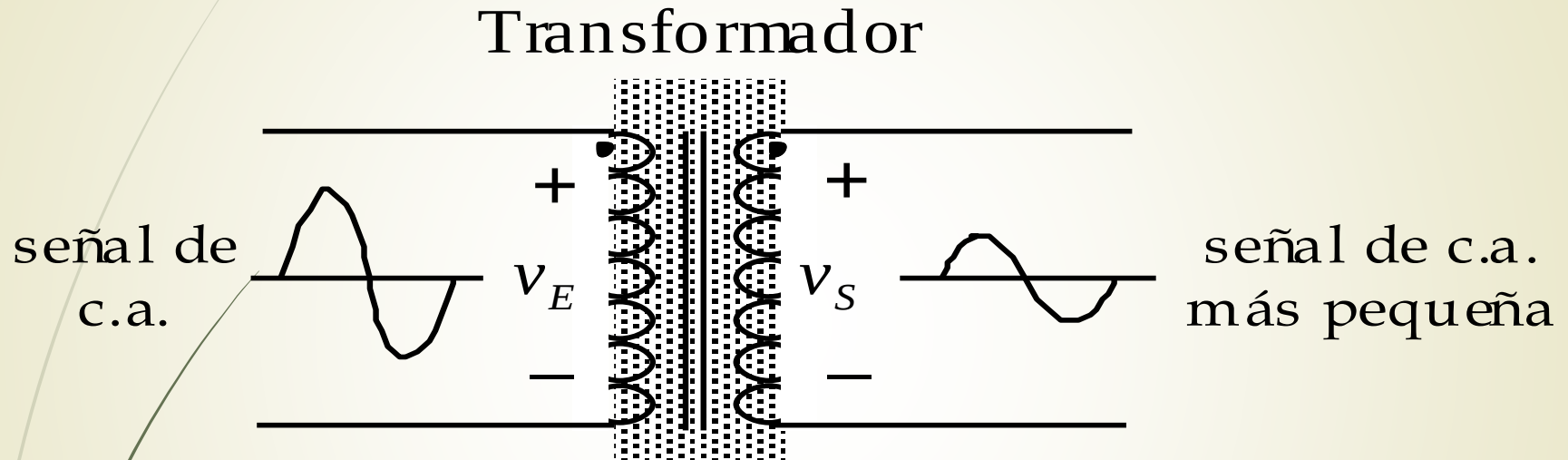
Introducción

- ▶ 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).

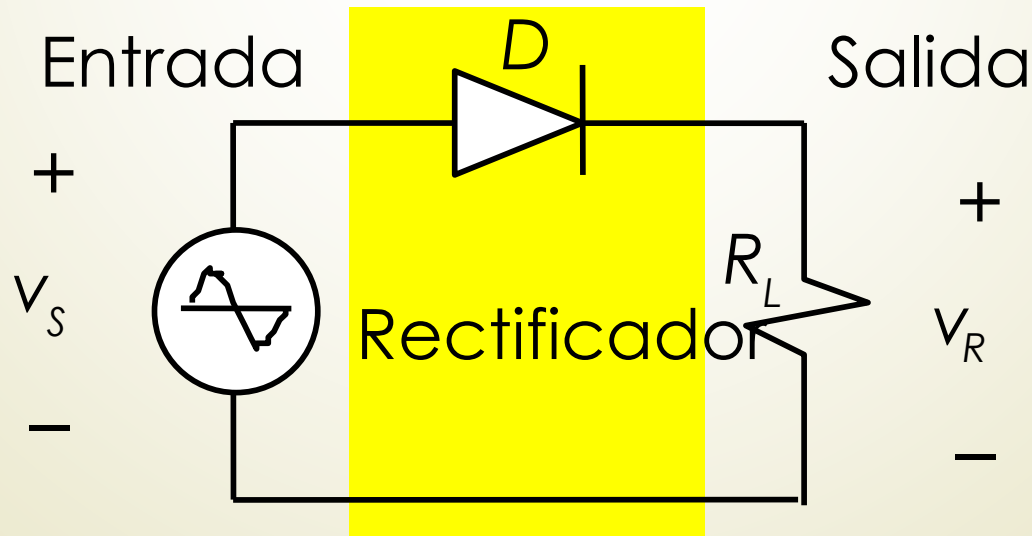
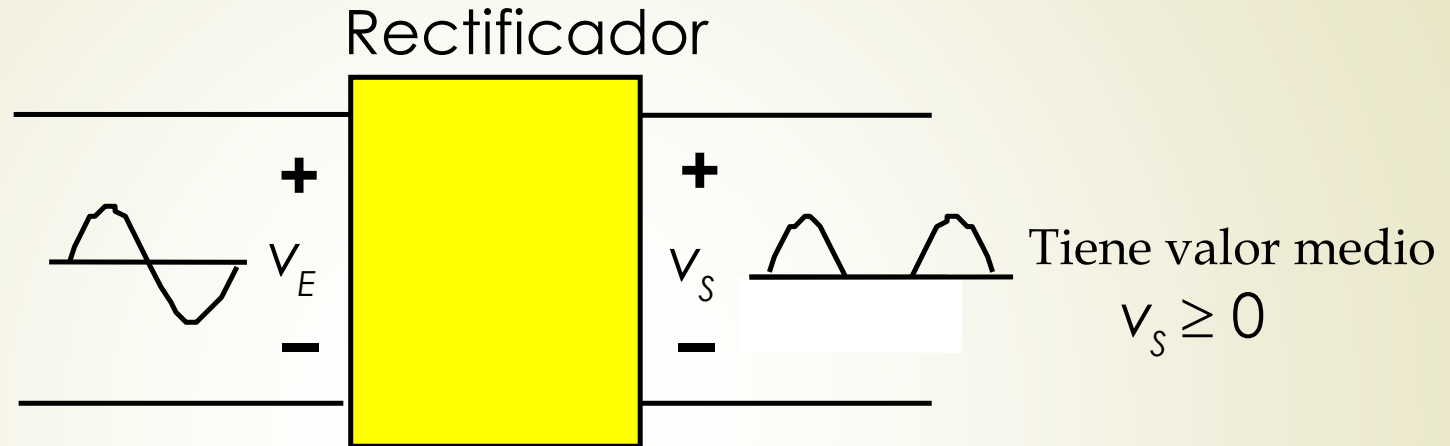
¿Porqué un transformador y no un divisor resistivo? Si el transformador no tiene componentes óhmicas ($r=0$), no hay pérdidas y no se disipa energía.

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)

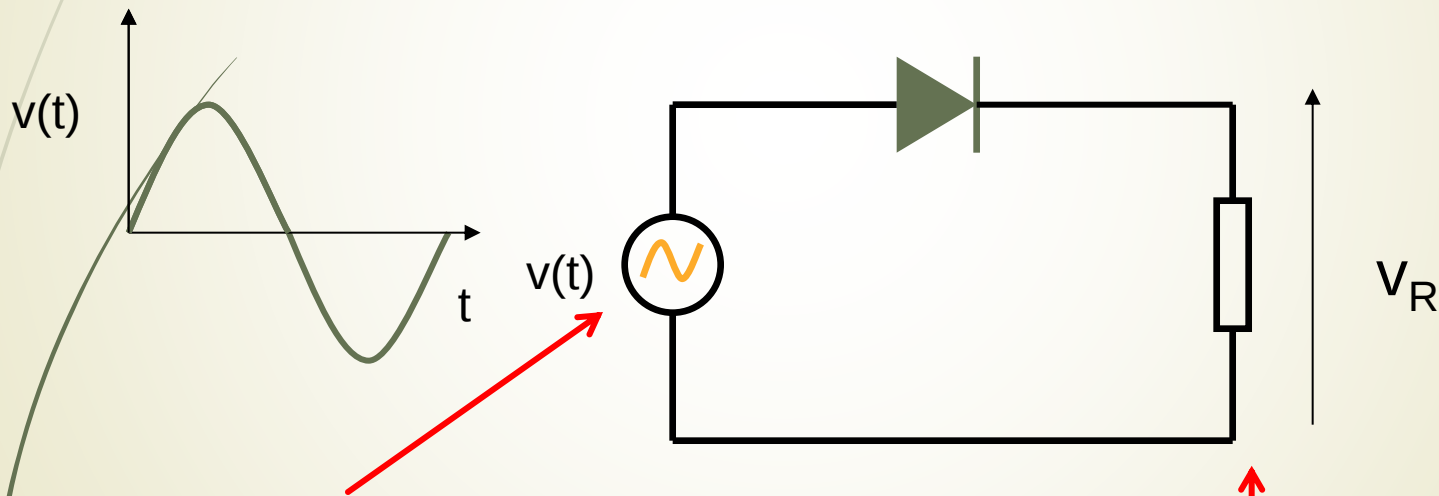


- ✓ El objetivo es obtener una tensión continua, frecuencia que no está presente en la tensión de red ($f=0$). Frecuencia de red= 50 Hz.
- ✓ Por esto el dispositivo rectificador tiene que ser un elemento no lineal. A la salida del mismo hay una componente de frecuencia no presente a la entrada. Esto 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

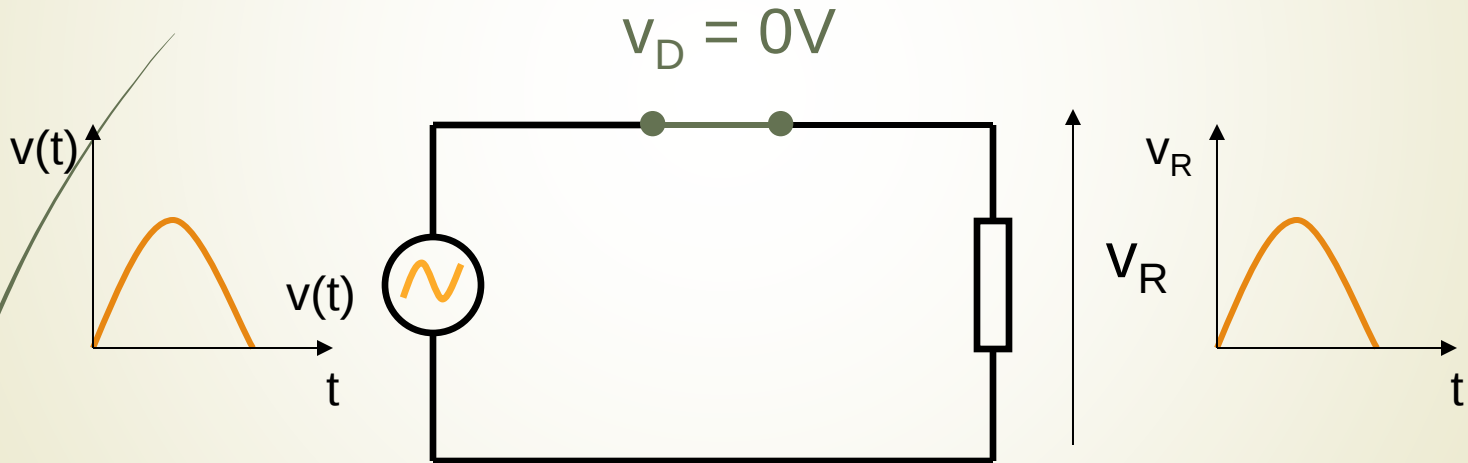


Como si fuera el secundario del transformador

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 $v(t)$:

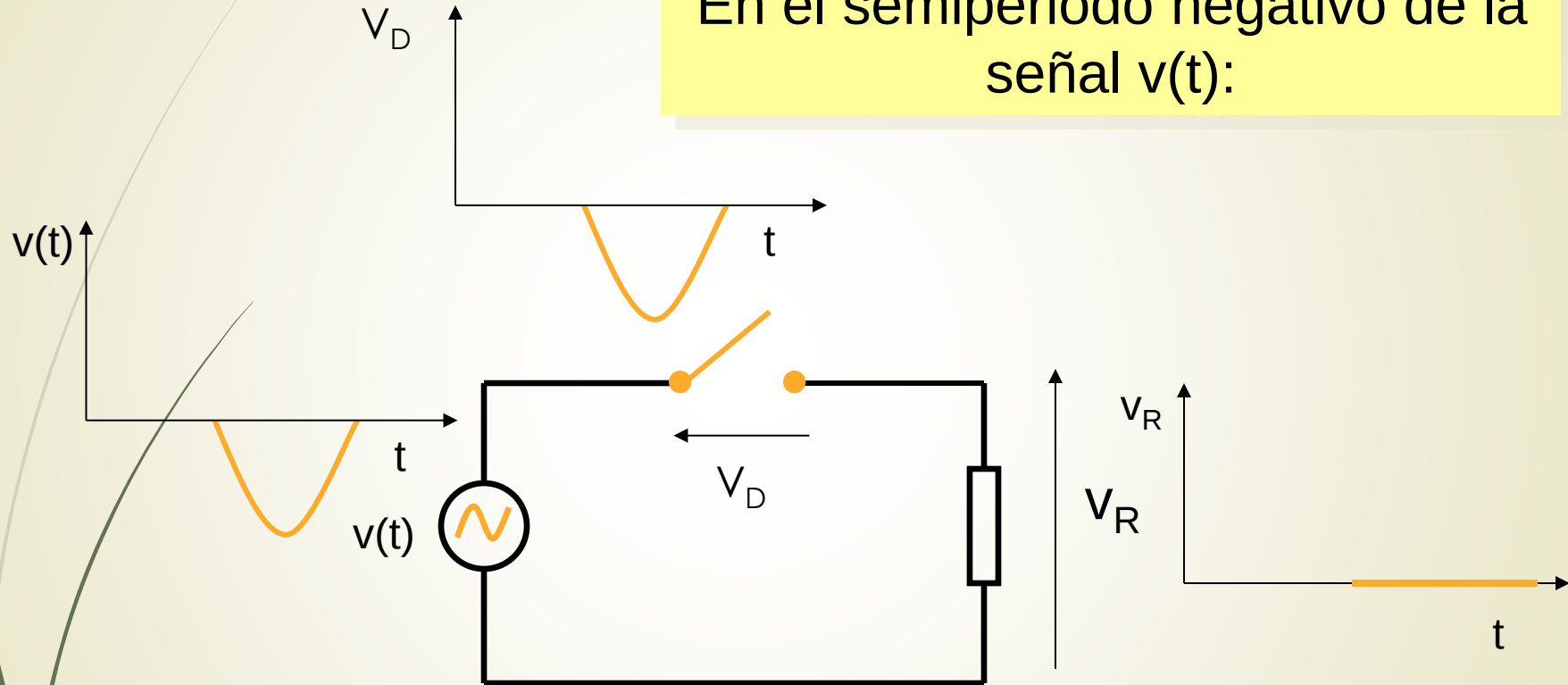


El diodo es un cortocircuito, $v_D = 0V$

$$v_R = v(t)$$

Rectificador de media onda.

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

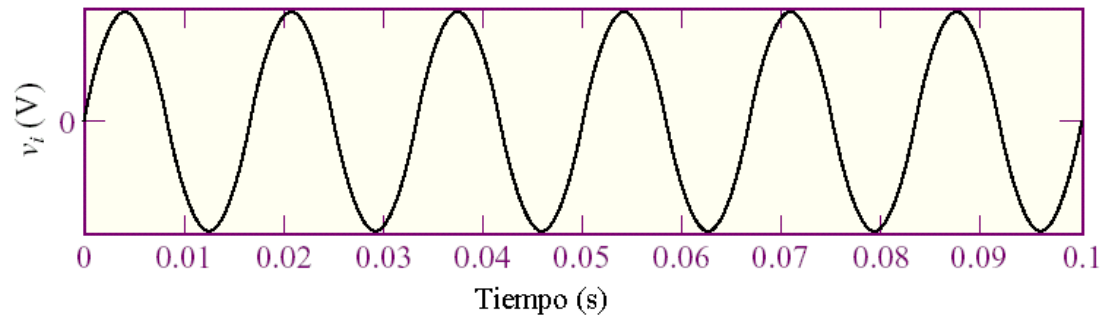


El diodo es un circuito abierto, $i_D = 0 \text{ A}$

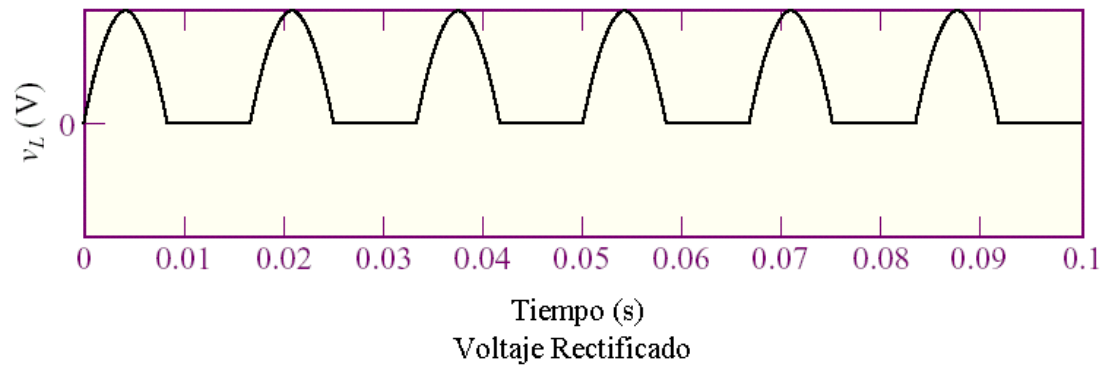
$V_R = 0 \text{ V}$

Rectificador de media onda.

$v(t)$



V_R



Rectificador de media onda. Características

$$\begin{aligned} i &= I_m \operatorname{sen} \alpha && \text{para } 0 \leq \alpha \leq \pi \\ i &= 0 && \text{para } \pi \leq \alpha \leq 2\pi \end{aligned}$$

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

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

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

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 $V_{mL}=V_m$

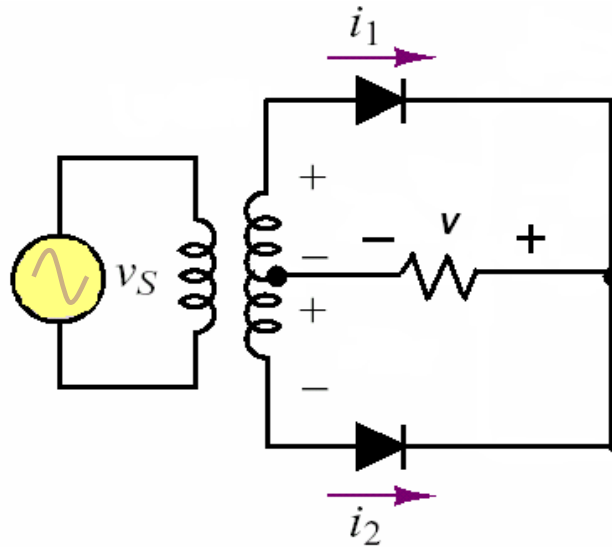
$$V_{CC} = I_{cc} \cdot R_L = \frac{I_m}{\pi} \cdot R_L = \frac{V_{mL}}{\pi}$$

- 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:

$$V_{IP} = V_m$$

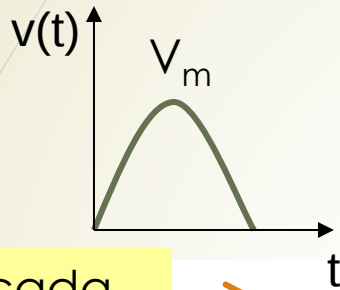
Rectificador de onda completa.

El circuito rectificador de onda completa:
transformador con punto medio



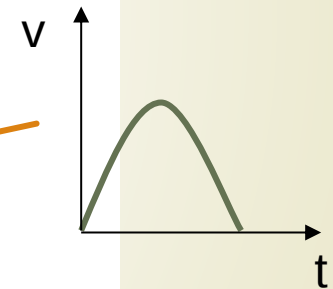
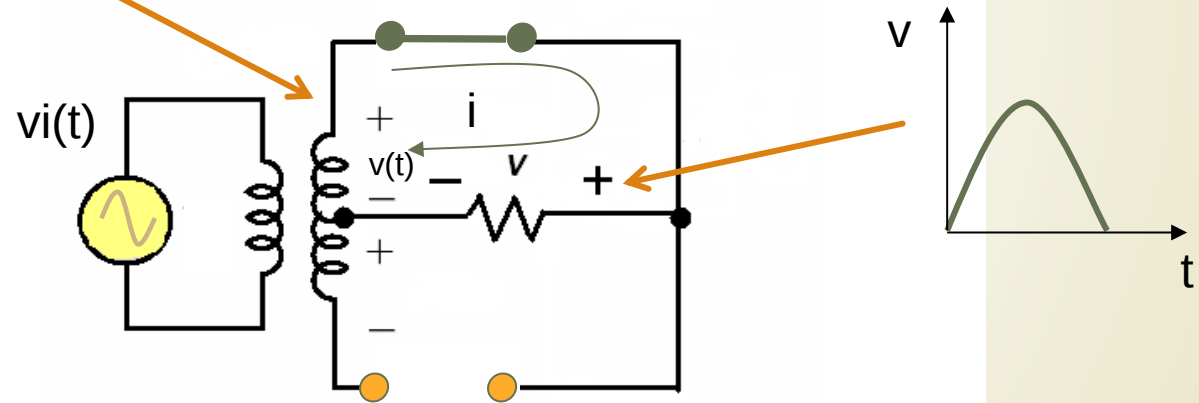
Este rectificador de onda completa se podría
“pensar” como formado por dos circuitos de
media onda

Rectificador de onda completa



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

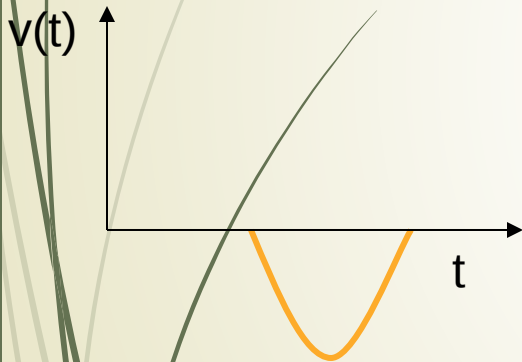
Tensión en cada bobinado secundario del transformador



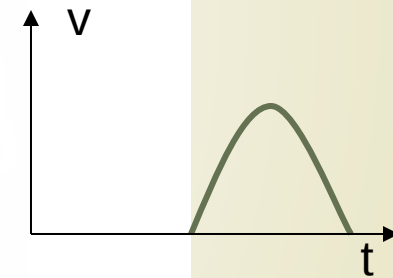
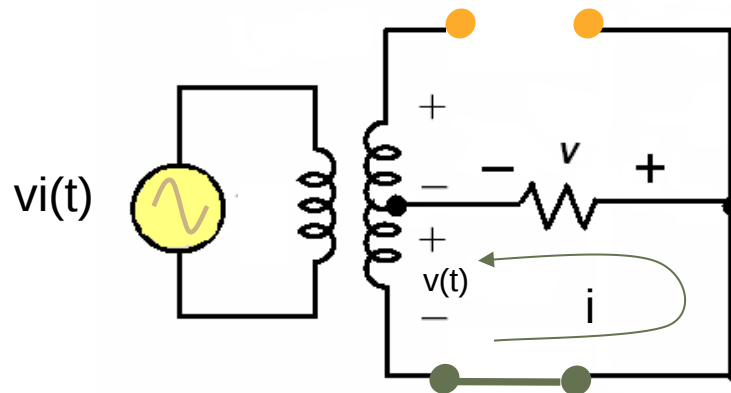
La tensión v en la resistencia es $v(t)$

Rectificador de onda completa

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

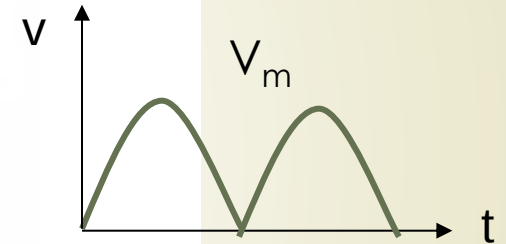
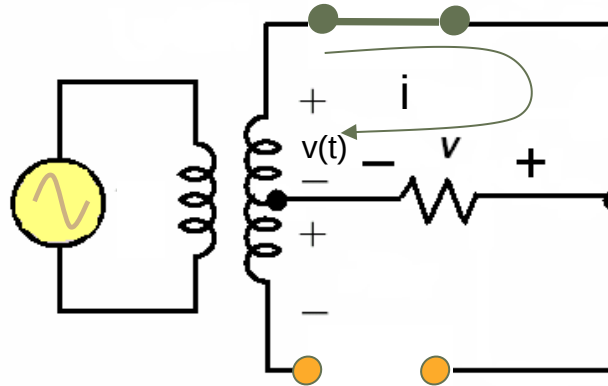
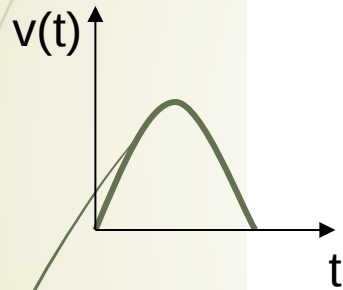


Tensión en cada bobinado secundario del transformador



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:

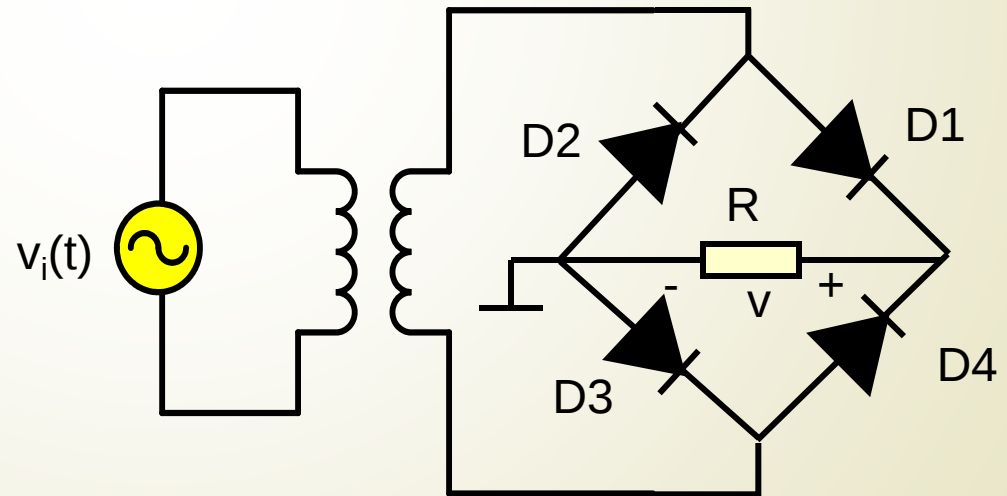
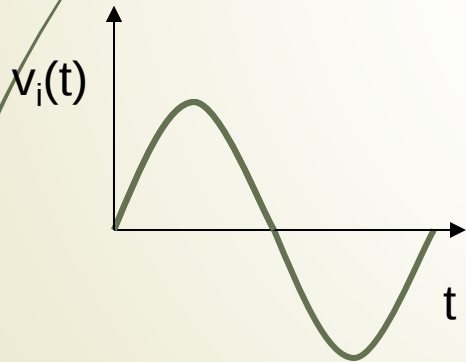
$$V_{cc} = \frac{2 V_m}{\pi} \qquad V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

- La tensión inversa de pico VIP, vale:

$$2V_m$$

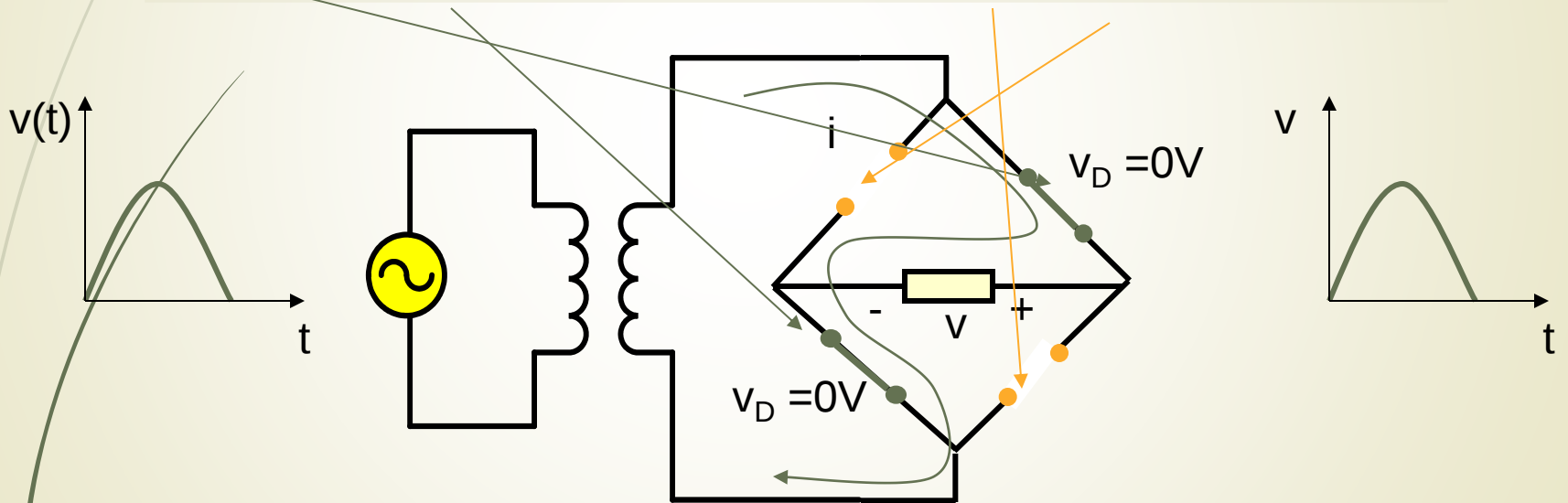
Rectificador de onda completa con puente de diodos.

El circuito rectificador de onda completa con puente de diodos:



Rectificador de onda completa con puente de diodos.

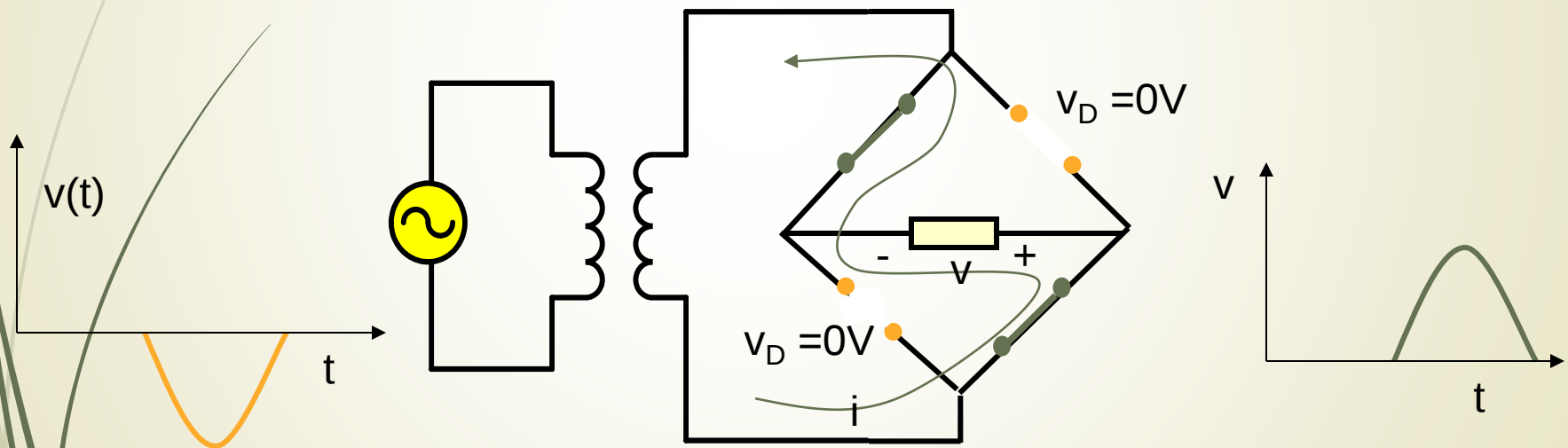
En el semiperiodo positivo de la señal conducen D1 y D3 y están cortados D2 y D4



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

Rectificador de onda completa con puente de diodos.

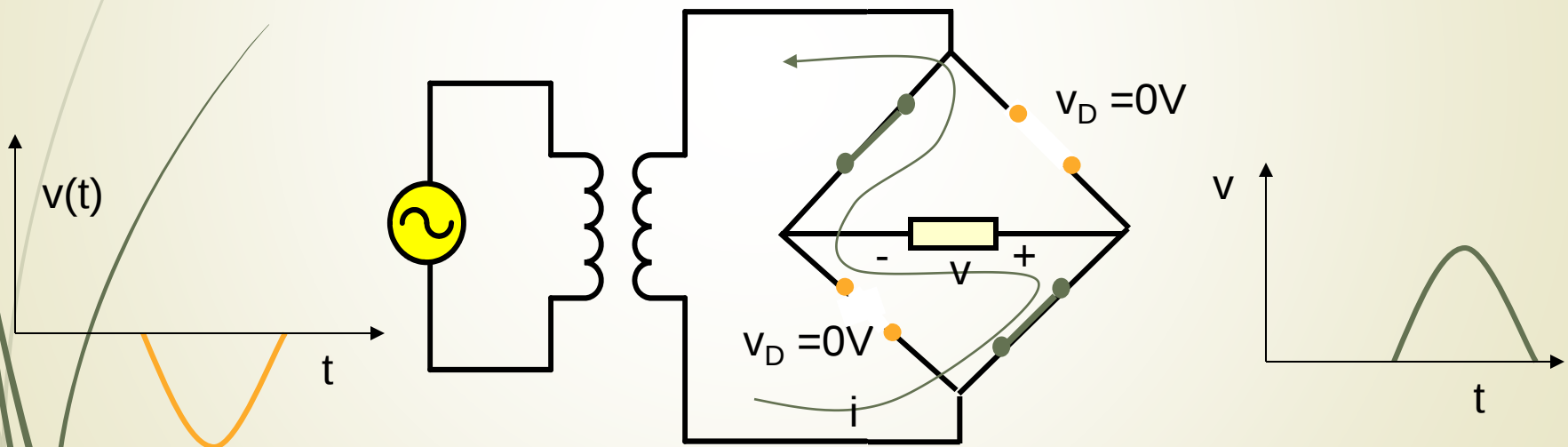
En el semiperiodo negativo de la señal conducen D2 y D4 y están cortados D1 y D3



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

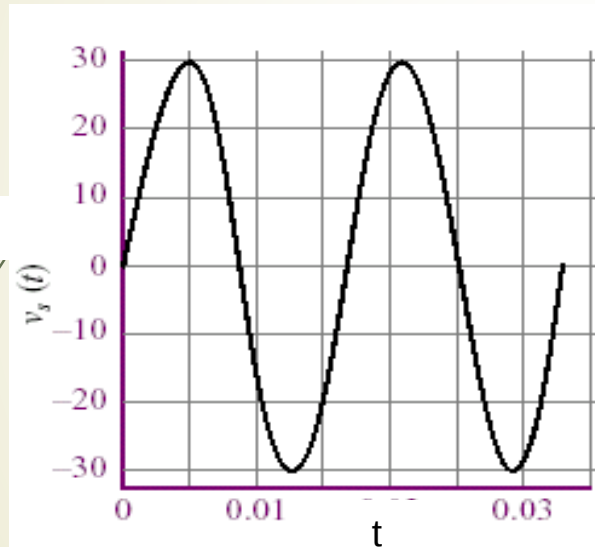
Rectificador de onda completa con puente de diodos.

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

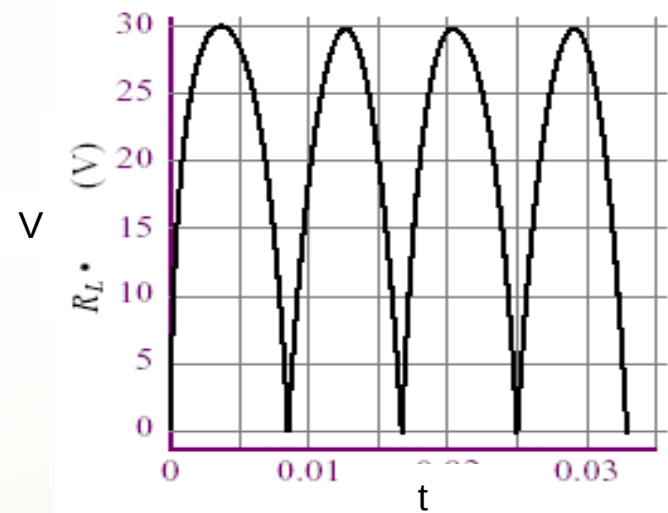


La tensión v en la resistencia es $-v(t)$

Rectificador de onda completa



Voltaje sin rectificar



Voltaje rectificado
(diodo ideal)

Rectificador de onda completa con puente de diodos.

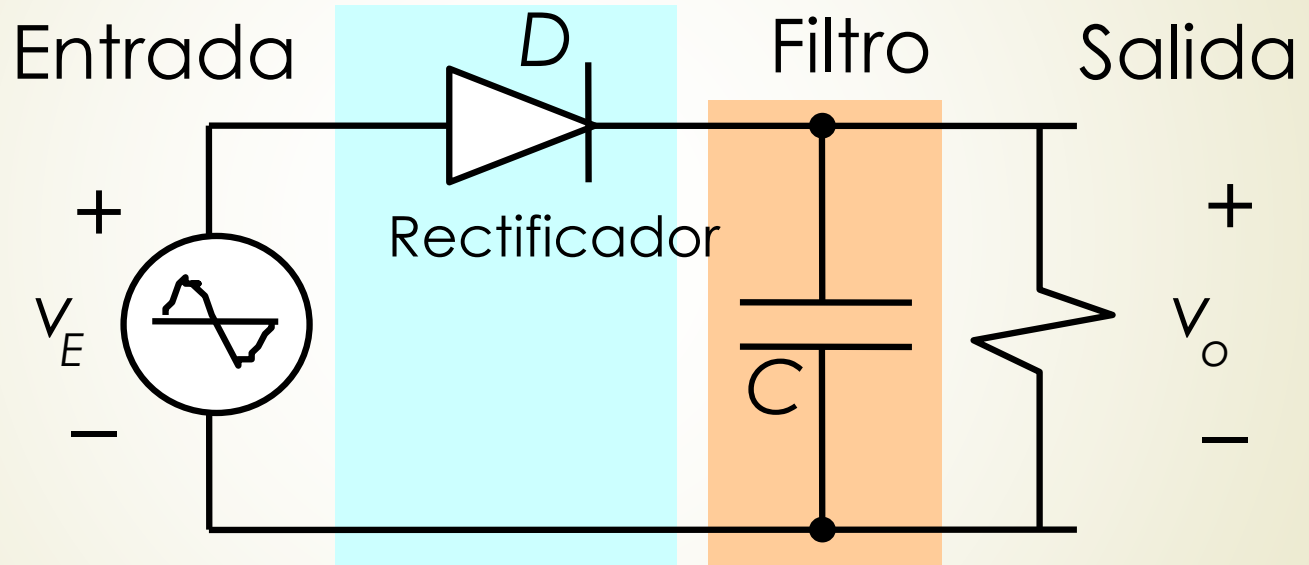
- El valor promedio de continua V_{CC} , (recordar con $R_d=0$, es:

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

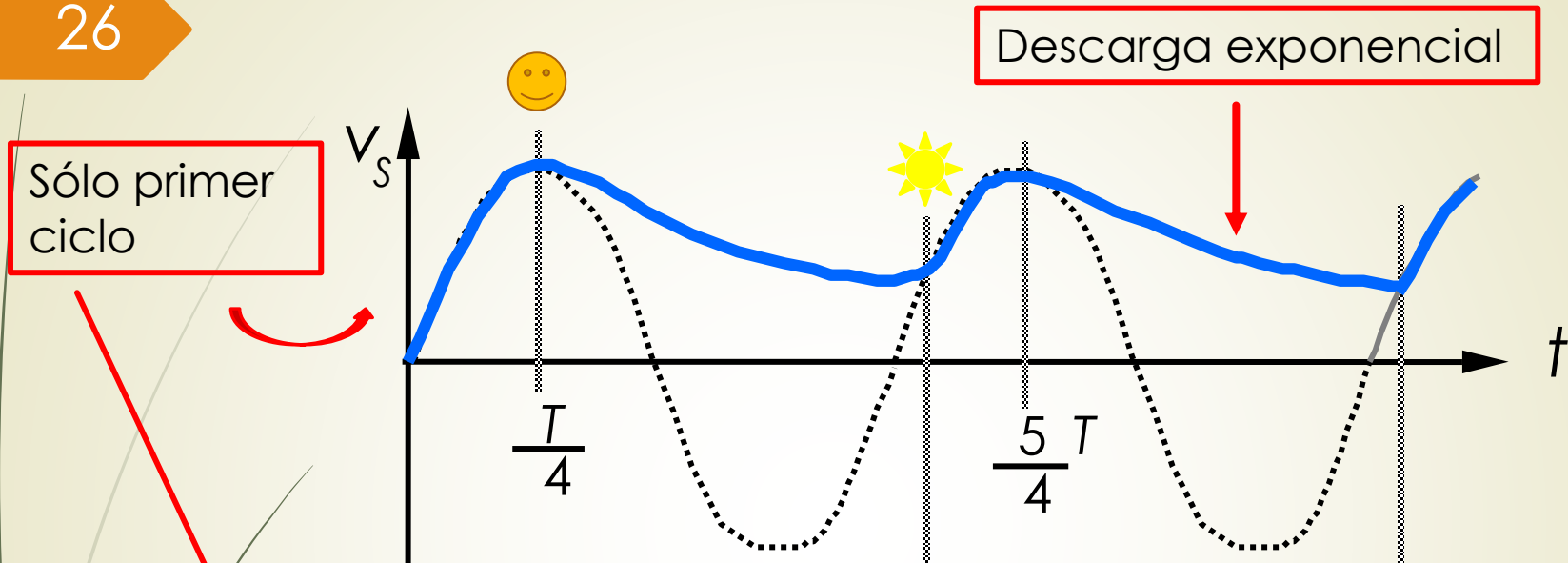
- La tensión inversa de pico V_{IP} , vale:

$$V_m$$

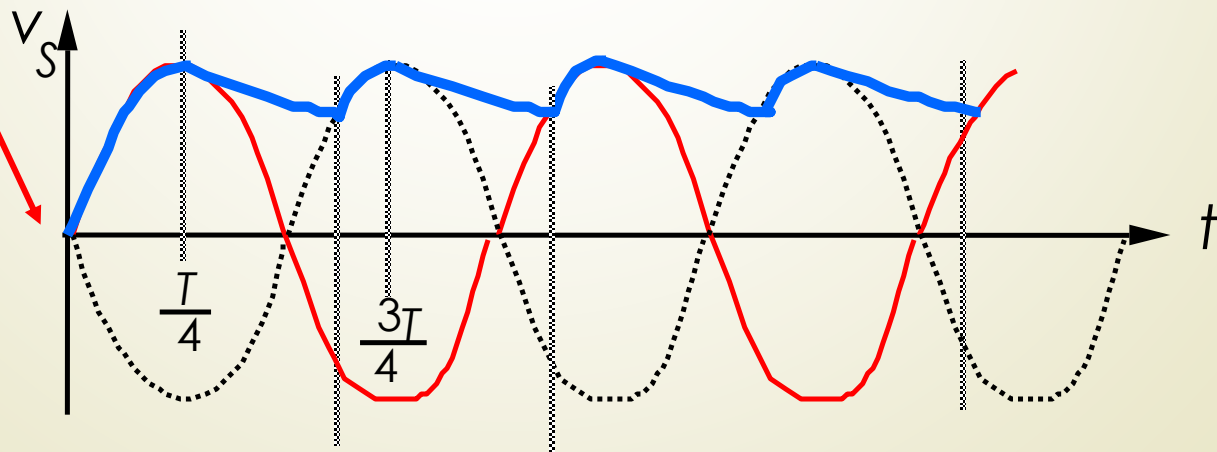
3. Filtro



- Filtro con rectificador de media onda



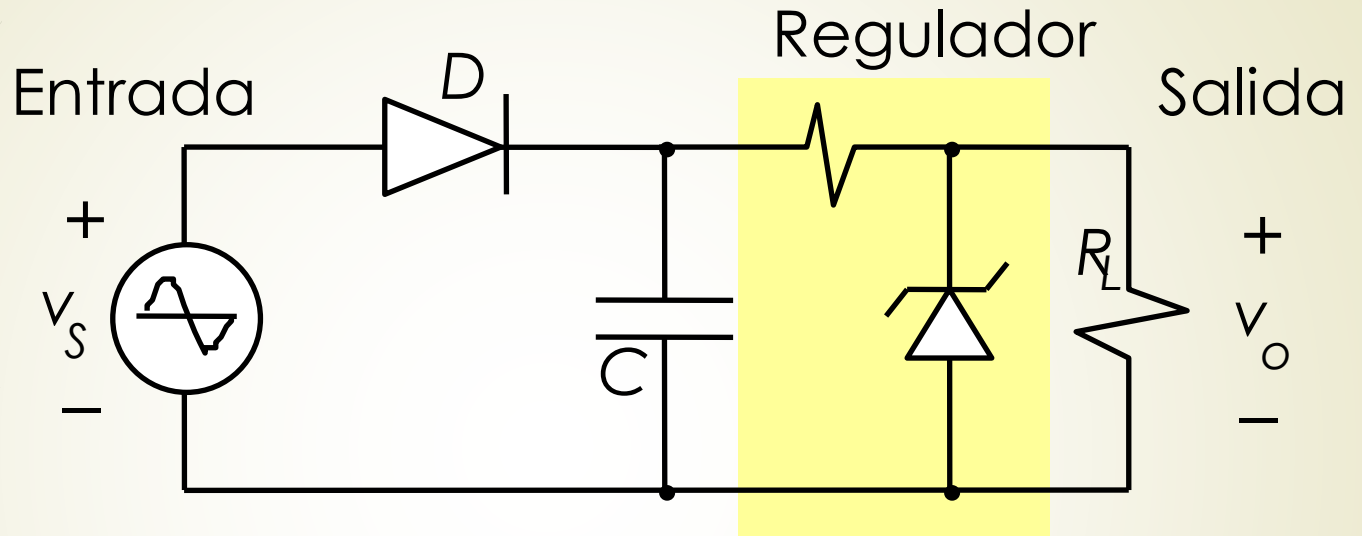
- Filtro con rectificador de onda completa. Transformador con punto medio.



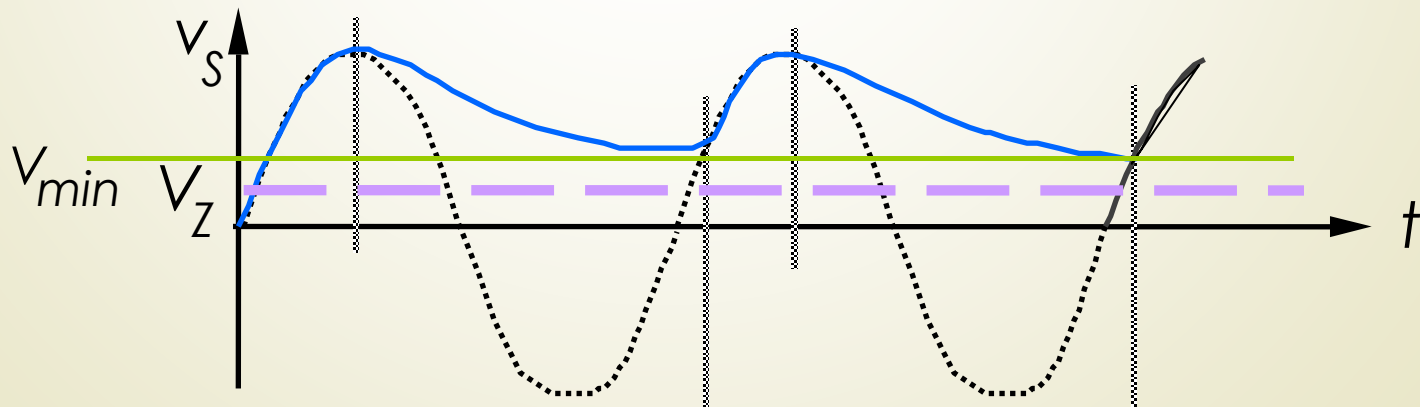
- ✓ Hasta el punto 😊 en el lado izquierdo del diodo la tensión es mayor que el lado derecho. Por lo tanto el C se carga y la R recibe tensión.
- ✓ Pasado este punto, el lado izquierdo del diodo “sigue” a la senoide del transformador que comienza a descender . El lado derecho (C) quedó cargado al valor 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 sinusoide 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 “acerca” 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).