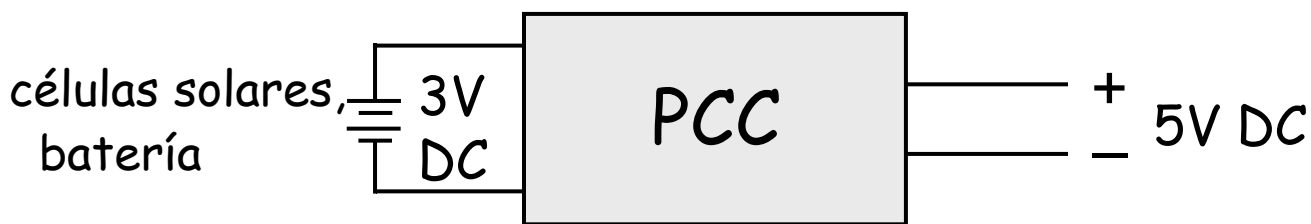
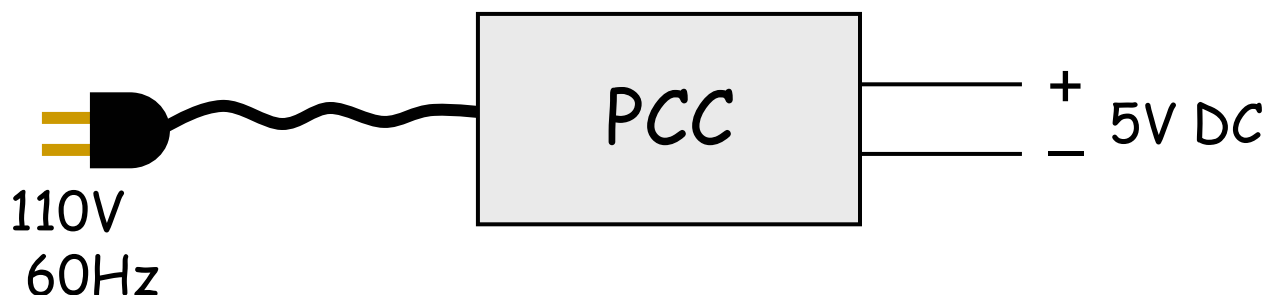


**6.002**

**CIRCUITOS y  
ELECTRÓNICA**

# **Diodos y circuitos convertidores de potencia**

# Circuitos conversores de potencia (PCC)



convertidor elevador DC-DC

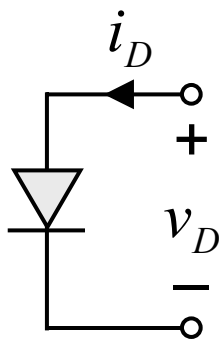
Importante la eficacia de potencia del convertidor, por lo tanto utilice muchos dispositivos:

- conmutadores MOSFET, circuitos de reloj, bobinas de inductancia, condensadores, amps. op., diodos.



**Lectura:** capítulo 17 de A & L.

# En primer lugar, examinemos el diodo



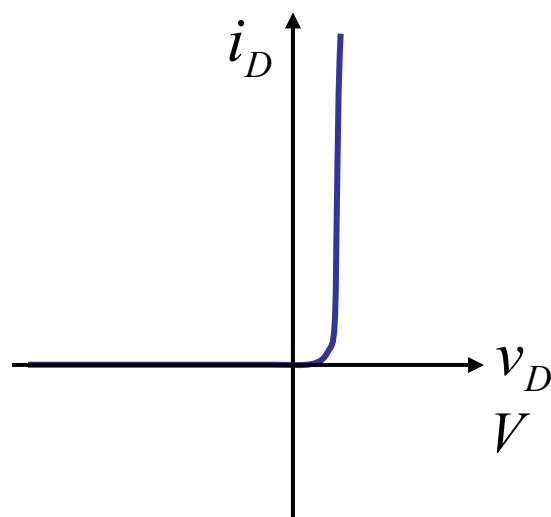
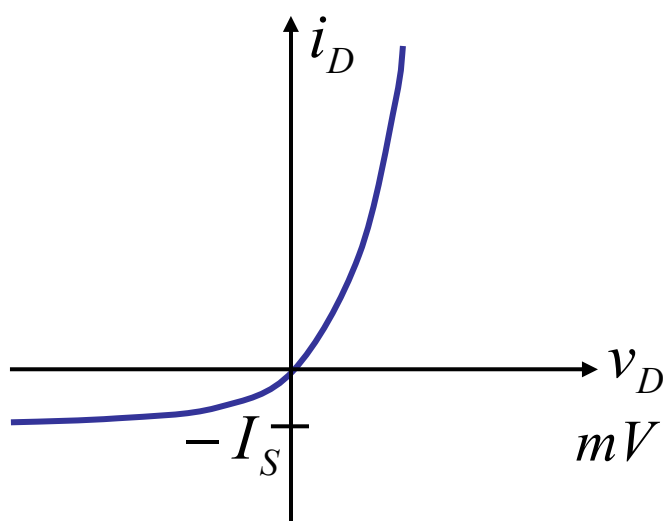
$$i_D = I_S \left( e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1 \right)$$

$$I_S = 10^{-12} \text{ A}$$

$$V_T = 0.025 \text{ V}$$

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

→ constante de Boltzmann  
→ temperatura en Kelvins  
→ carga de un electrón



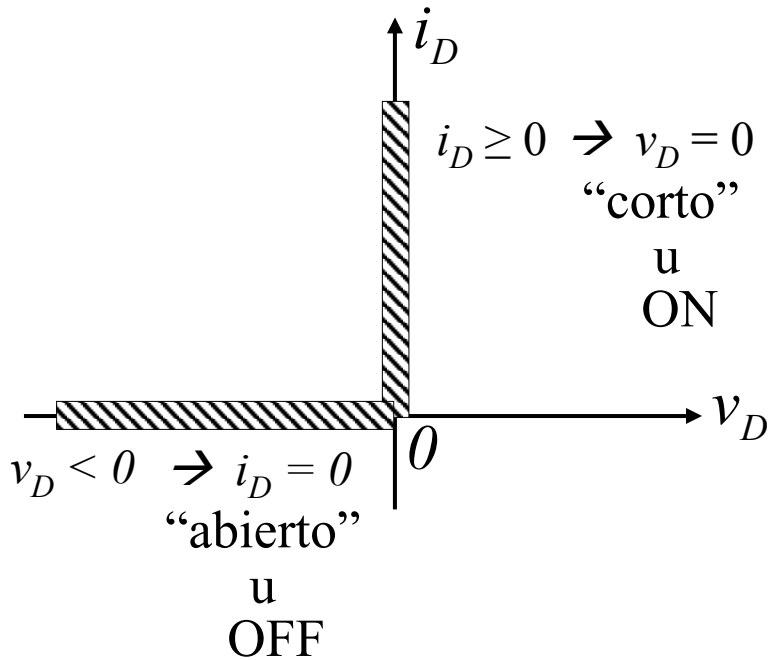
Puede utilizar este modelo exponencial con los métodos de análisis aprendidos anteriormente:

- analítico
- gráfico
- incremental

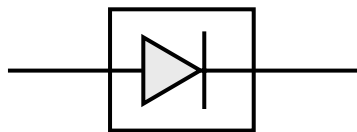
(nuestro "expodweeb" falso se modeló a partir de este dispositivo)

# Otro método de análisis: análisis lineal por tramos

Modelos de diodo P-L:

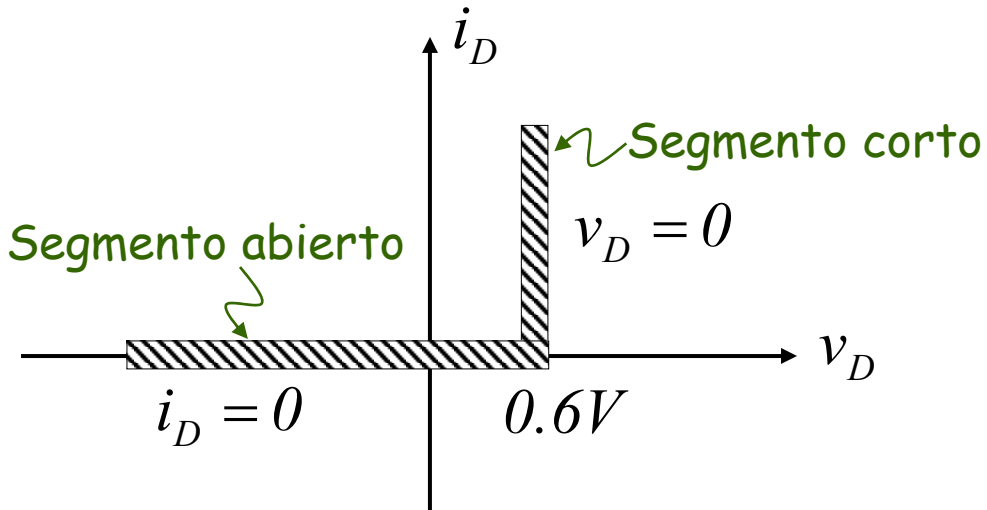
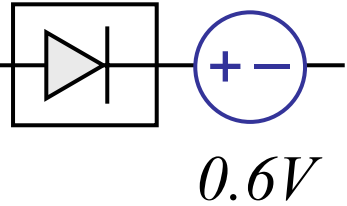


Modelo ideal de diodo



# Otro método de análisis: análisis lineal por tramos

Modelo "práctico" de diodo  
ideal con offset



# Otro método de análisis: análisis lineal por tramos

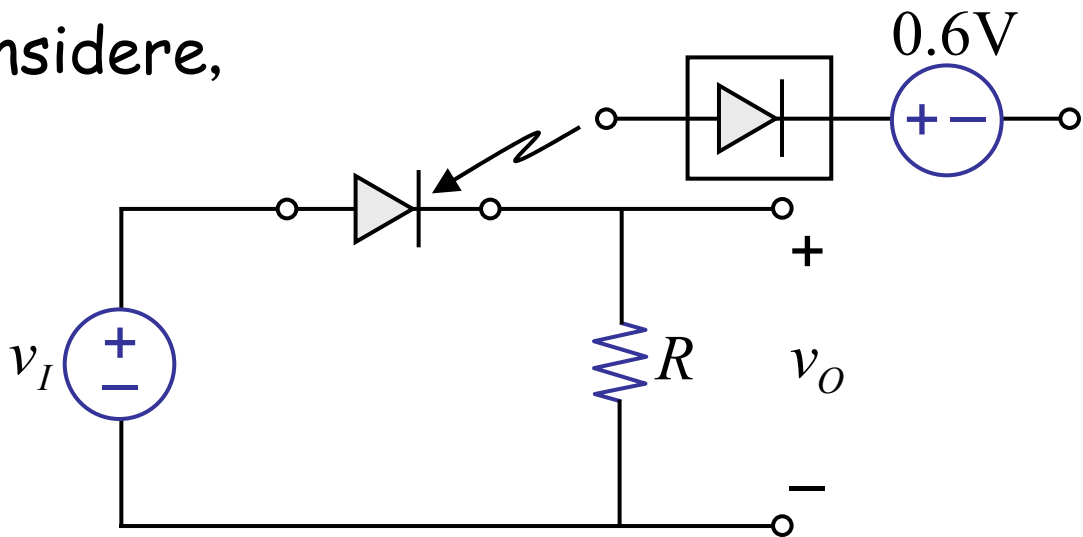
## Método de análisis lineal por tramos:

- Sustituya la característica no lineal por segmentos lineales.
- Realice un análisis lineal dentro de cada segmento.

# Ejemplo

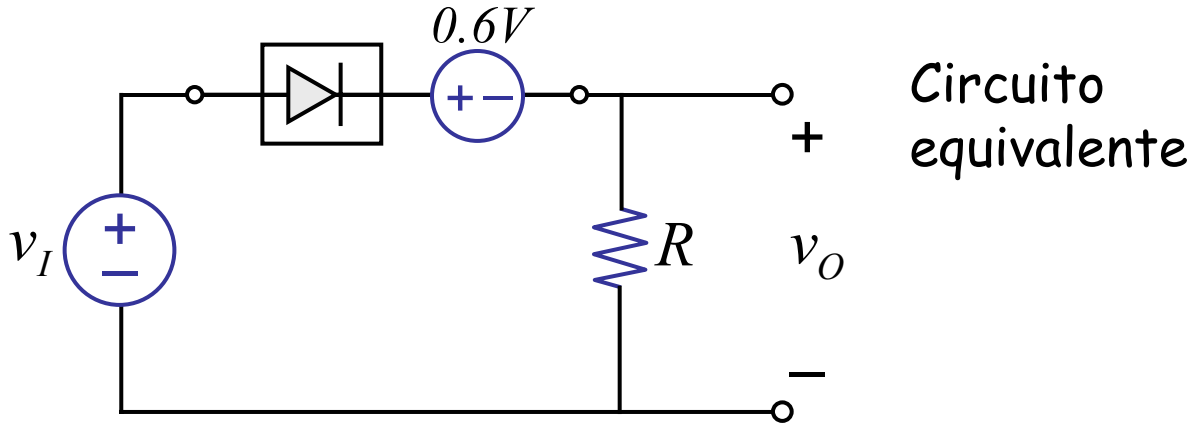
(Incrementaremos hacia un convertidor AC-DC)

Considere,

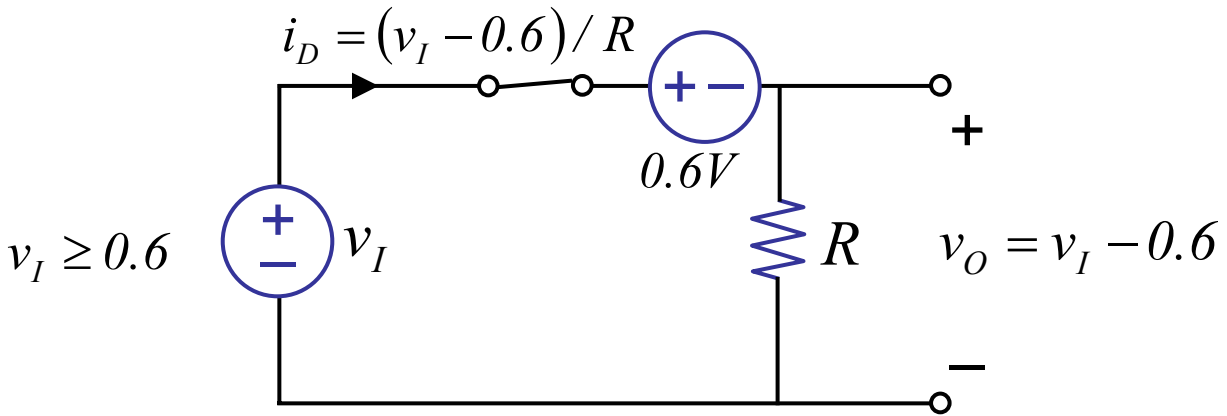


$v_I$  es una onda sinusoidal

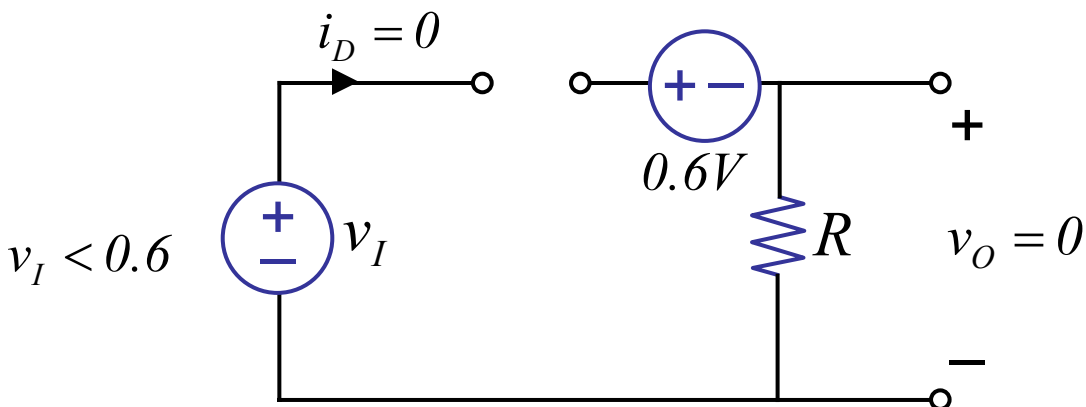
# Ejemplo



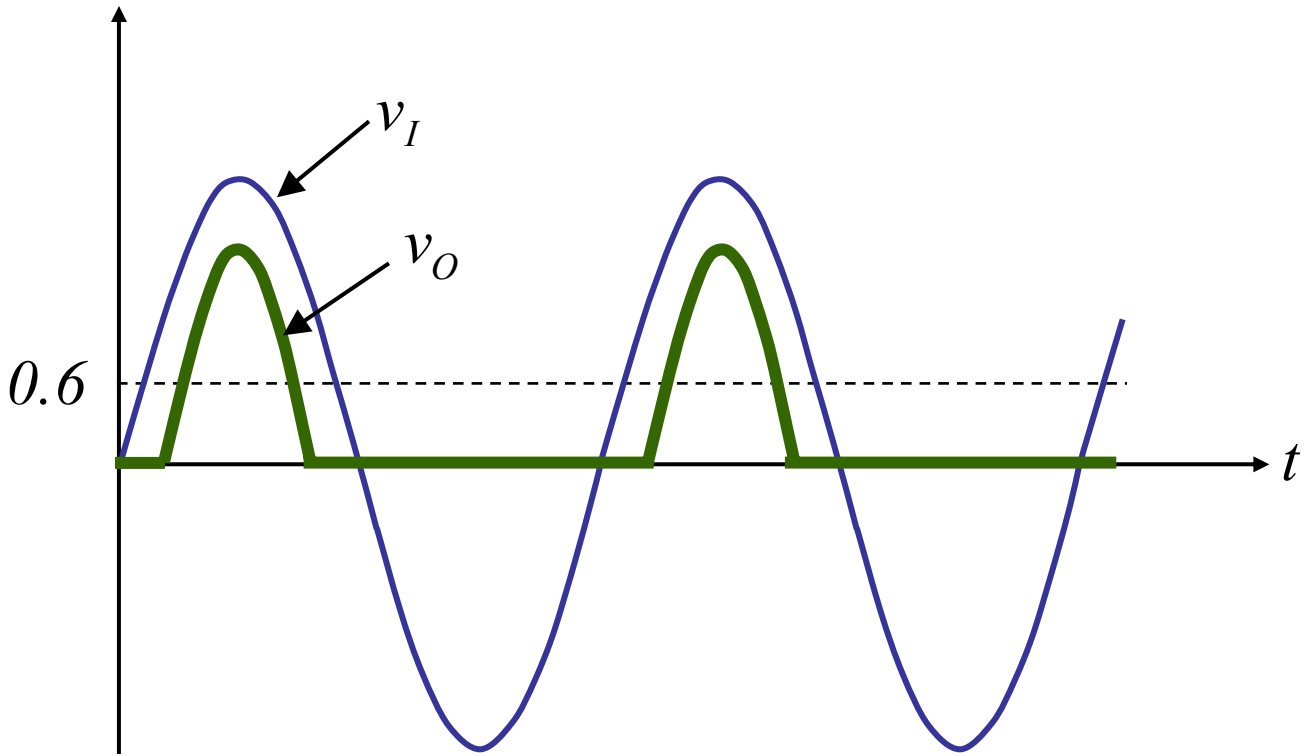
"Segmento corto":



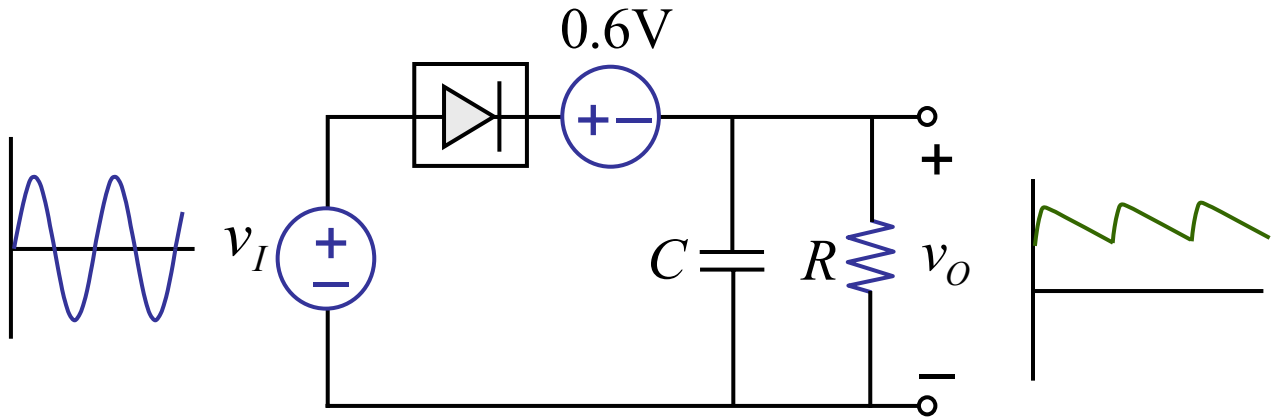
"Segmento abierto":



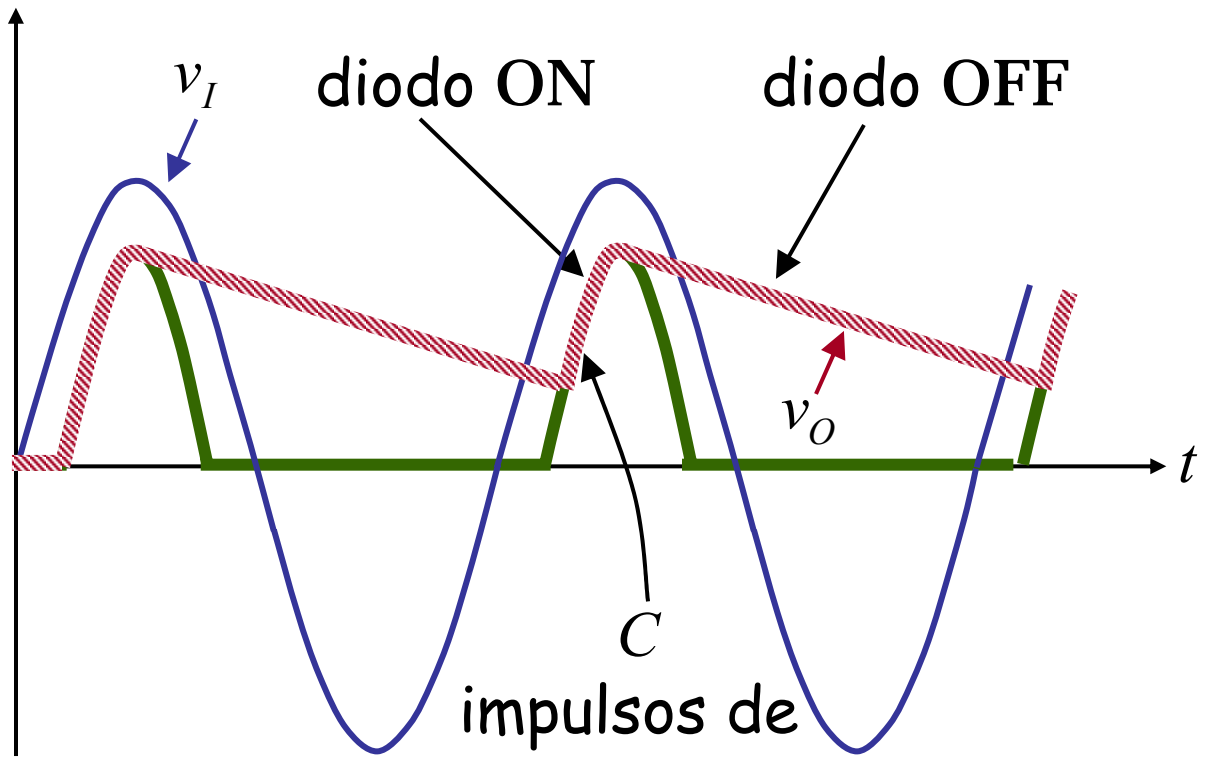
# Ejemplo



A continuación, considere — rectificador de media onda



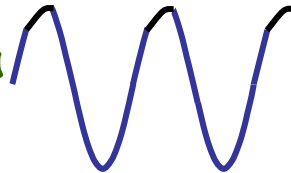
# Rectificador de media onda



impulsos de corriente  
cargando  
el condensador

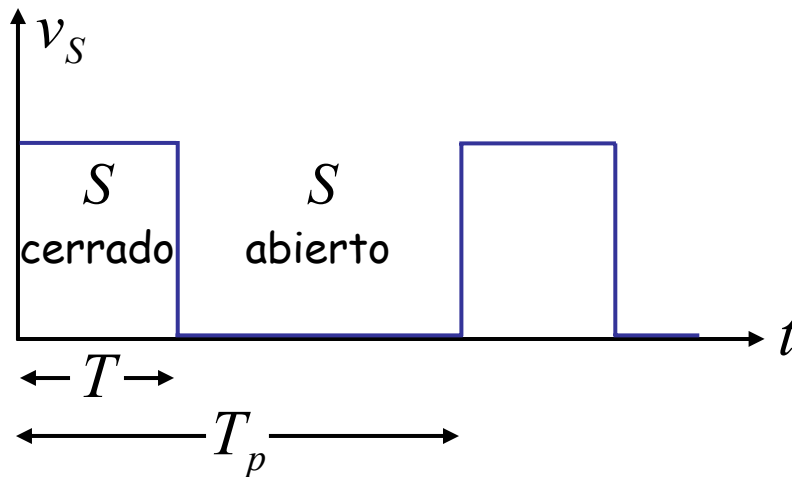
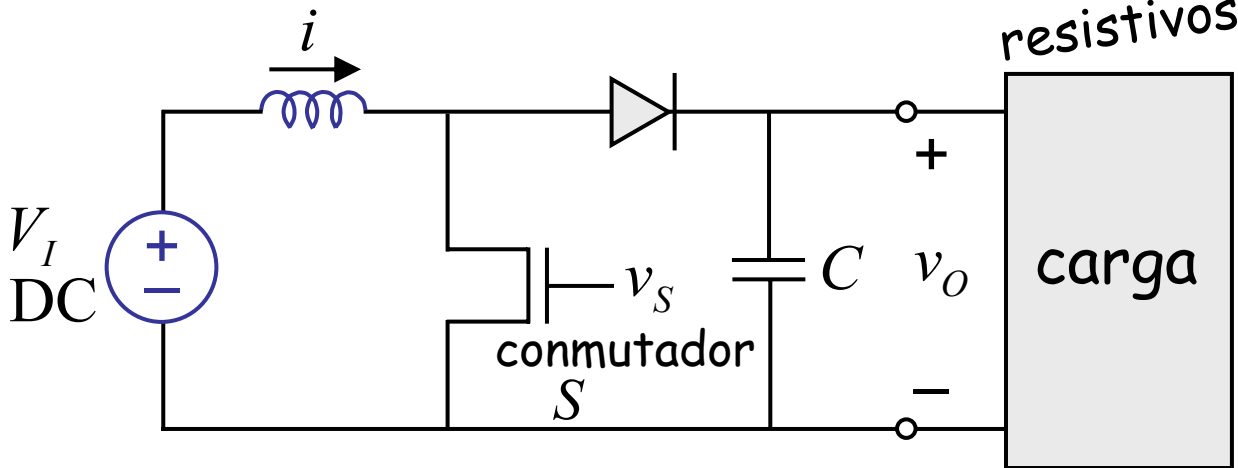
**Demo**

El suministro del MIT muestra un "recorte" en los picos (debido a la corriente trazada en ellos)



# Convertidor elevador DC-DC

¡No utilizar elementos resistivos!

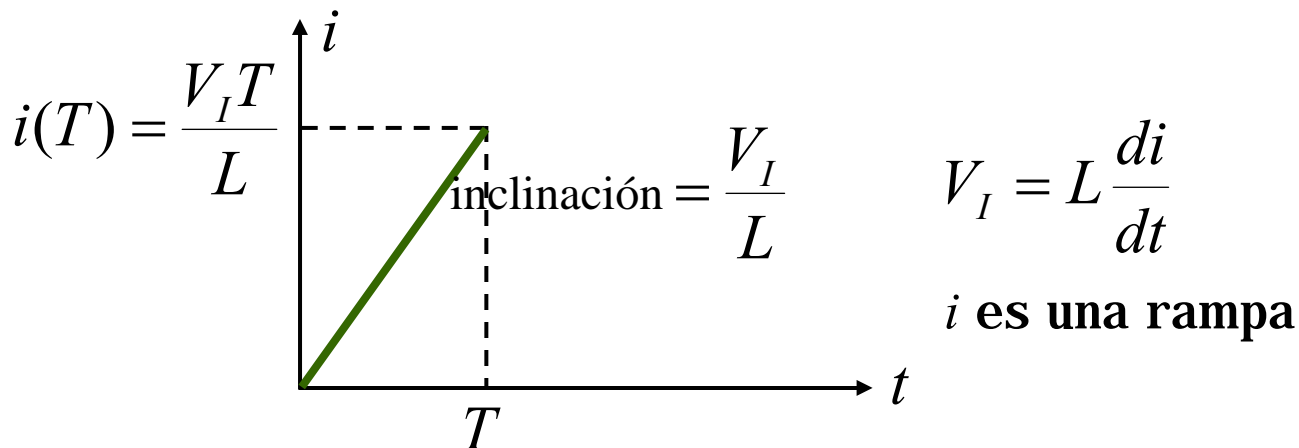
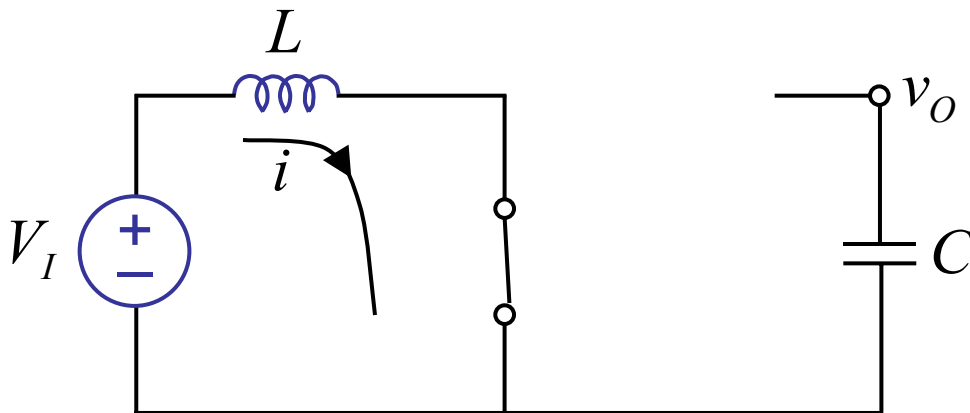


El circuito tiene 3 estados:

- I.  $S$  se conecta (ON), el diodo se desconecta (OFF)  
 $i$  aumenta linealmente
- II.  $S$  se desconecta, el diodo se conecta  
 $C$  se carga,  $v_o$  aumenta
- III.  $S$  se desconecta, el diodo se desconecta  
 $C$  contiene  $v_o$  (se descarga en carga)

# Análisis más detallado

I. Suponga que  $i(0) = 0$ ,  $v_O(0) > 0$   
 $S$  "on" en  $t = 0$ , el diodo "off"

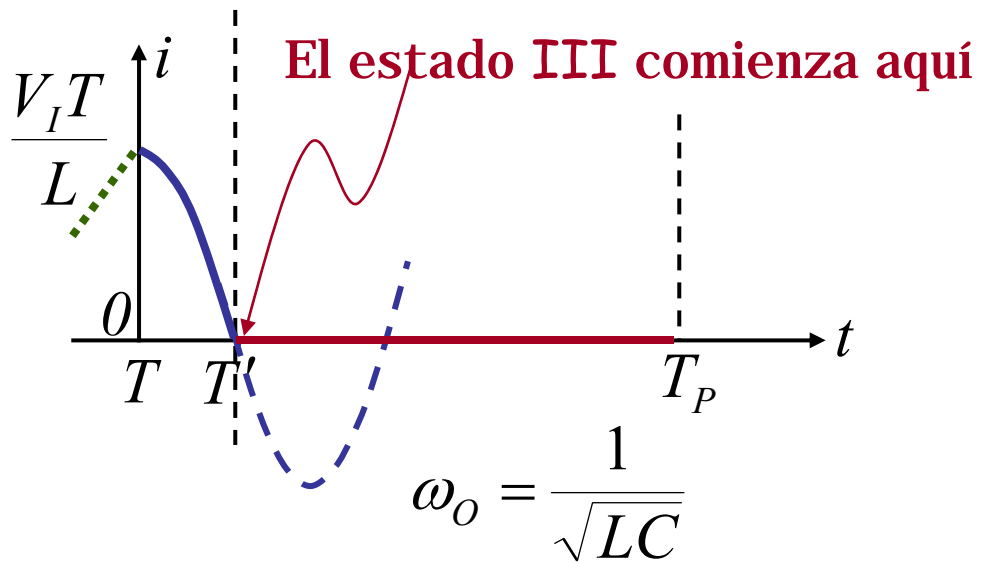
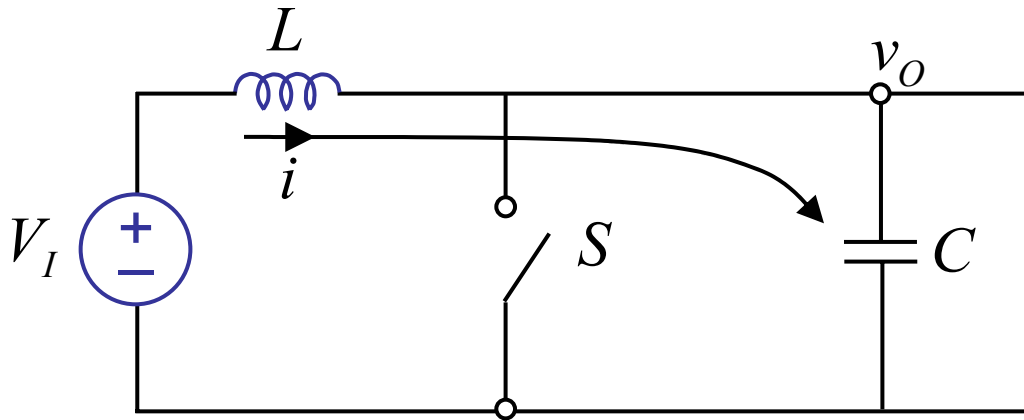


$$\Delta E = \text{energía almacenada en } t=T : \frac{1}{2} Li(T)^2$$

$$\Delta E = \frac{V_I^2 T^2}{2L}$$

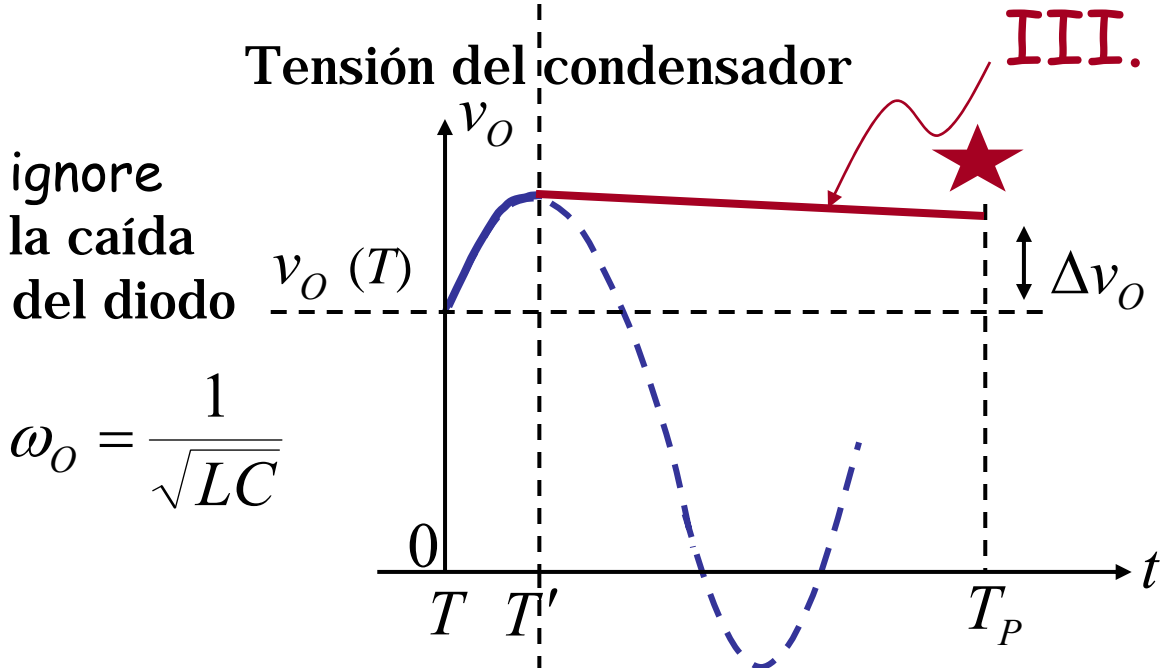
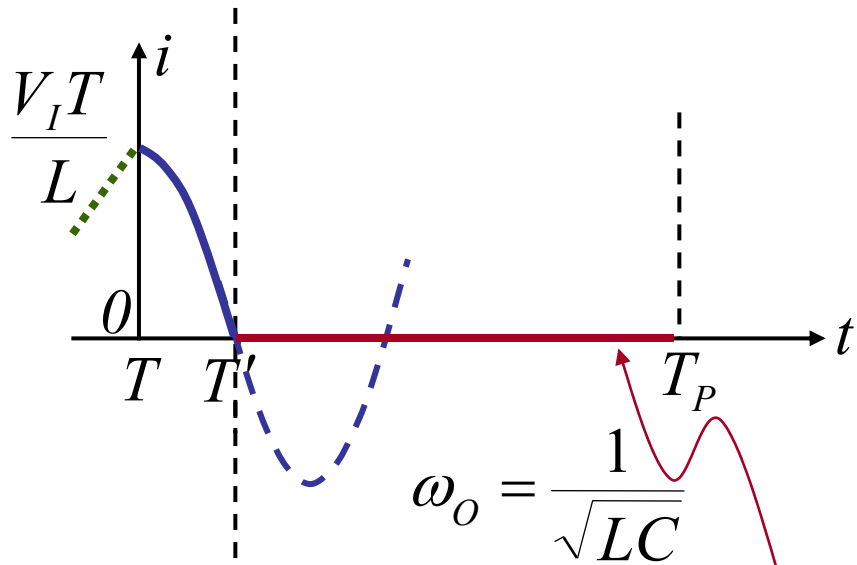
## II. $S$ se desconecta en $t = T$

el diodo se conecta (ignore la caída de tensión del diodo)



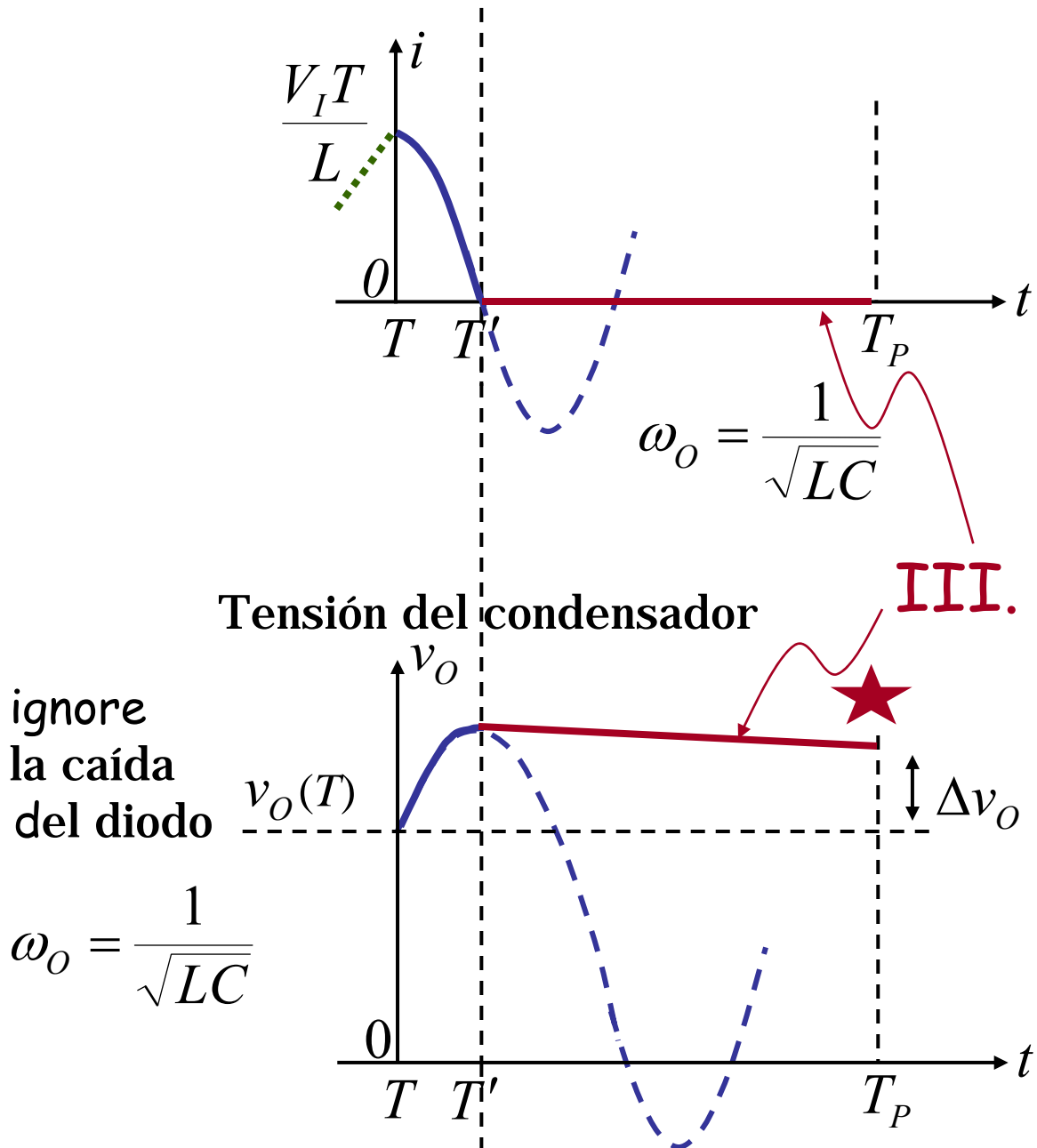
El diodo se desconecta en  $T'$  cuando  $i$  trata de volverse negativo.

**II.**  $S$  se desconecta en  $t = T$ , el diodo se conecta  
 Examinemos el perfil de la tensión



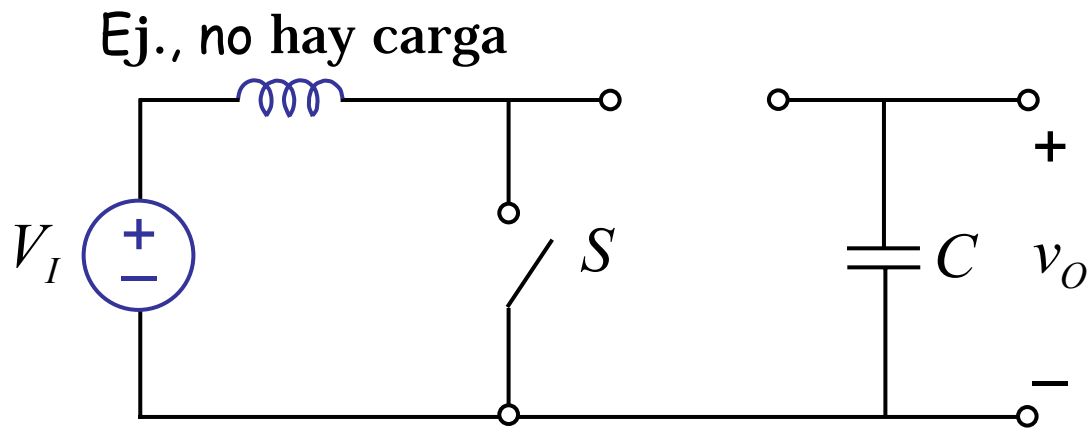
**El diodo se desconecta en  $T'$  cuando  $I$  trata de volverse negativo.**

**II.**  $S$  se desconecta en  $t = T$ , el diodo se conecta  
Examinemos el perfil de la tensión



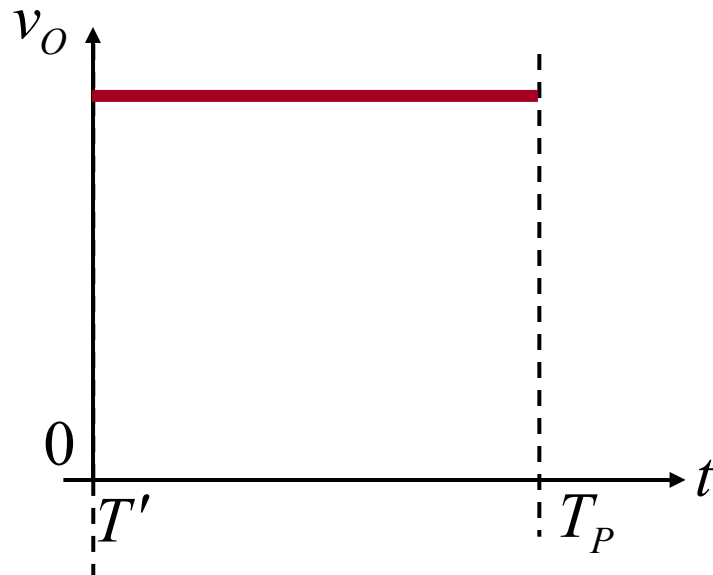
El diodo se desconecta en  $T'$  cuando  $I$  trata de volverse negativo.

### III. $S$ está off, el diodo se desconecta

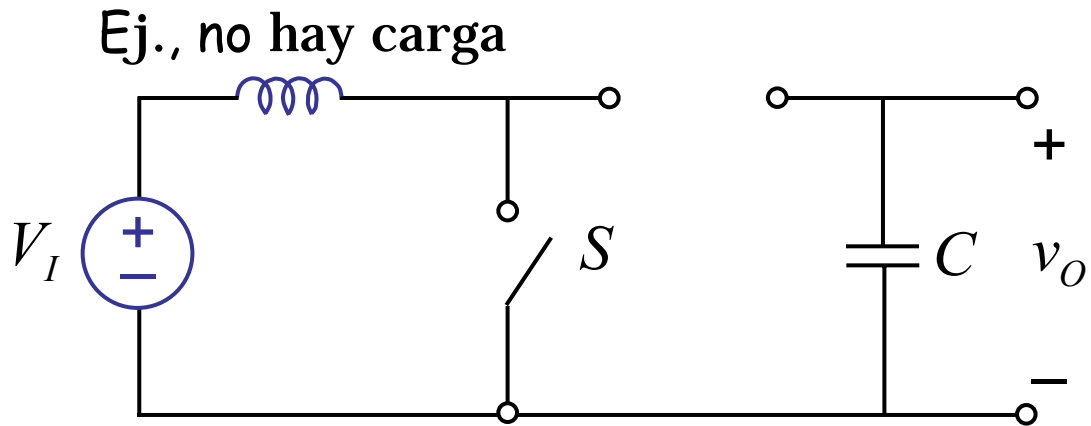


$C$  contiene a  $v_O$  después de que  $T'$   
 $i$  sea cero

tensión del condensador



### III. $S$ está off, el diodo se desconecta

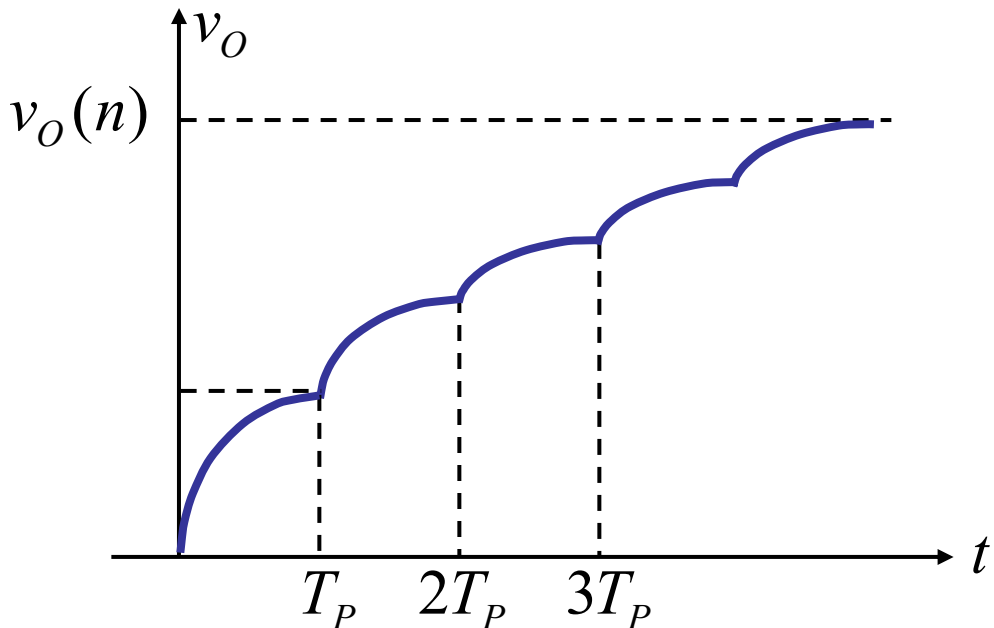


$C$  contiene a  $v_O$  después de que  $T'$   
 $i$  sea cero

hasta que  $S$  se conecte en  $T_P$ , y el ciclo repita

I II III I II III ...

Por tanto,  $v_O$  aumenta cada ciclo si no hay carga.



¿A qué corresponde  $v_o$  después de  $n$  ciclos  $\rightarrow v_o(n)$  ?

Utilice el argumento de energía... (la pesada KVL)

Cada ciclo deposita  $\Delta E$  en el condensador.

$$\Delta E = \frac{1}{2} \frac{V_I^2 T^2}{L} \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta E = \frac{1}{2} L i(t=T)^2 \\ = \frac{1}{2} L \left( \frac{V_I T}{L} \right)^2 \end{array} \right.$$

Después de  $n$  ciclos, la energía del condensador es:

$$n\Delta E = \frac{nV_I^2 T^2}{2L}$$

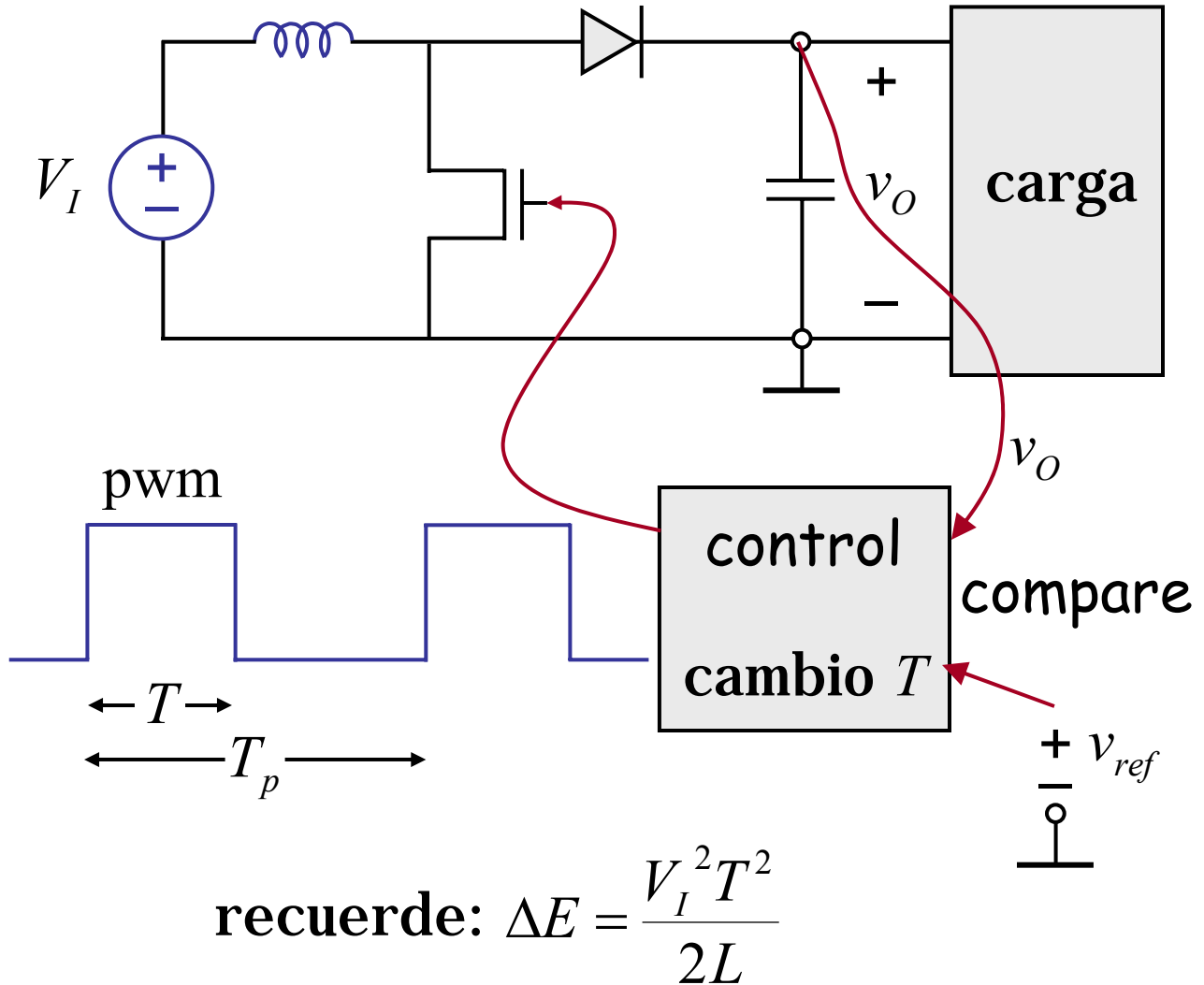
Esta energía debe ser igual a  $\frac{1}{2} C v_o(n)^2$

por tanto,  $\frac{1}{2} C v_o^2(n) = \frac{nV_I^2 T^2}{2L}$

o,  $v_o(n) = \sqrt{\frac{nV_I^2 T^2}{LC}} \quad \left\{ \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \right.$

$$v_o(n) = V_I T \omega_o \sqrt{n}$$

# ¿Cómo mantener $v_o$ en un valor dado?



Otro ejemplo de retroalimentación negativa:

si  $(v_o - v_{ref}) \uparrow$  entonces  $T \downarrow$

si  $(v_o - v_{ref}) \downarrow$  entonces  $T \uparrow$