

# TEMA 5: Convertidores de Continua a Continua

Fundamentos de Electrónica de Potencia  
Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad Electricidad  
Departamento de Tecnología Electrónica

# Indice

- Introducción
- Métodos para controlar el valor medio de la tensión de salida
- Conmutación por ancho de pulso
- Convertidor de un solo interruptor controlable:
  - Reductor (*buck*)
  - Elevador (*boost*)
  - Reductor–elevador (*buck–boost*)
  - *Cúck*
- Convertidor en puente completo
  - PWM bipolar
  - PWM unipolar

# Introducción

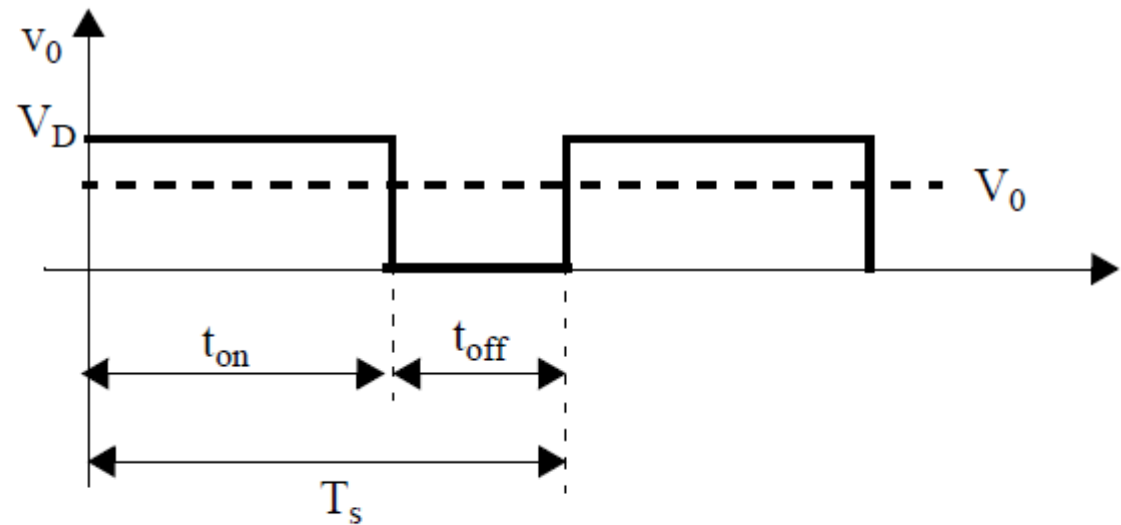
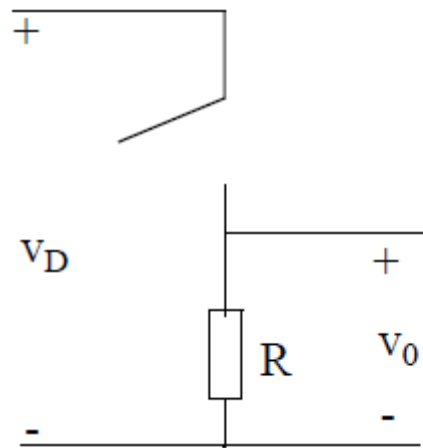
## Clasificación:

- **Convertidor de un solo interruptor controlable:** Controlan la magnitud de  $V_o$  pero no su polaridad
  - Reductor (*buck*)
  - Elevador (*boost*)
  - Reductor-Elevador (*buck-boost*)
  - *Cúck*
- **Convertidor en puente completo:** Controlan la magnitud de  $V_o$  y su polaridad
  - PWM bipolar
  - PWM unipolar

**OBJETIVO:** Un convertidor de corriente continua, a partir de una tensión de entrada no controlada, debe proporcionar a su salida una señal de tensión continua controlada, es decir, de un valor deseado, mediante la activación / desactivación de los interruptores

# Métodos para controlar el valor medio de la tensión de salida

Supóngase el convertidor continua–continua básico



1. Los tiempos en los que el interruptor está conduciendo o sin conducir:

$$V_o = f(t_{on}, t_{off})$$

2. El periodo de conmutación:  $T_s = t_{on} + t_{off}$

Conmutación por ancho de pulso

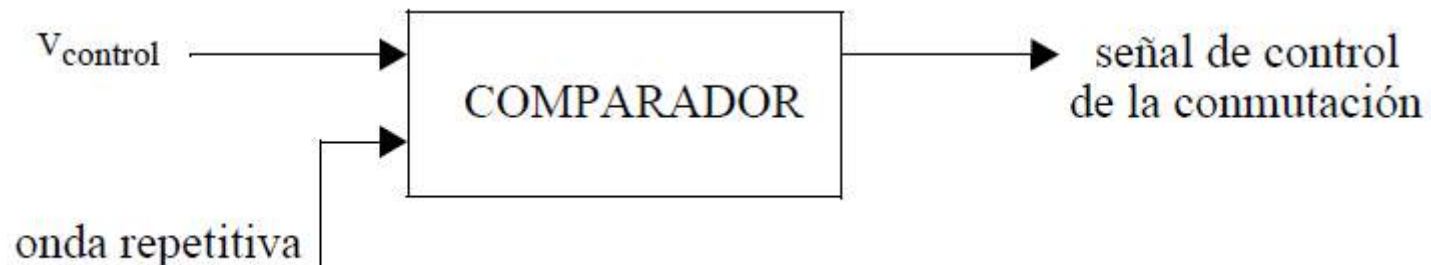
# Conmutación por ancho de pulso (I)

1. Se mantiene constante la frecuencia de conmutación ( $1 / T_S$ ) y se regula el tiempo de conducción del interruptor:  $t_{on}$

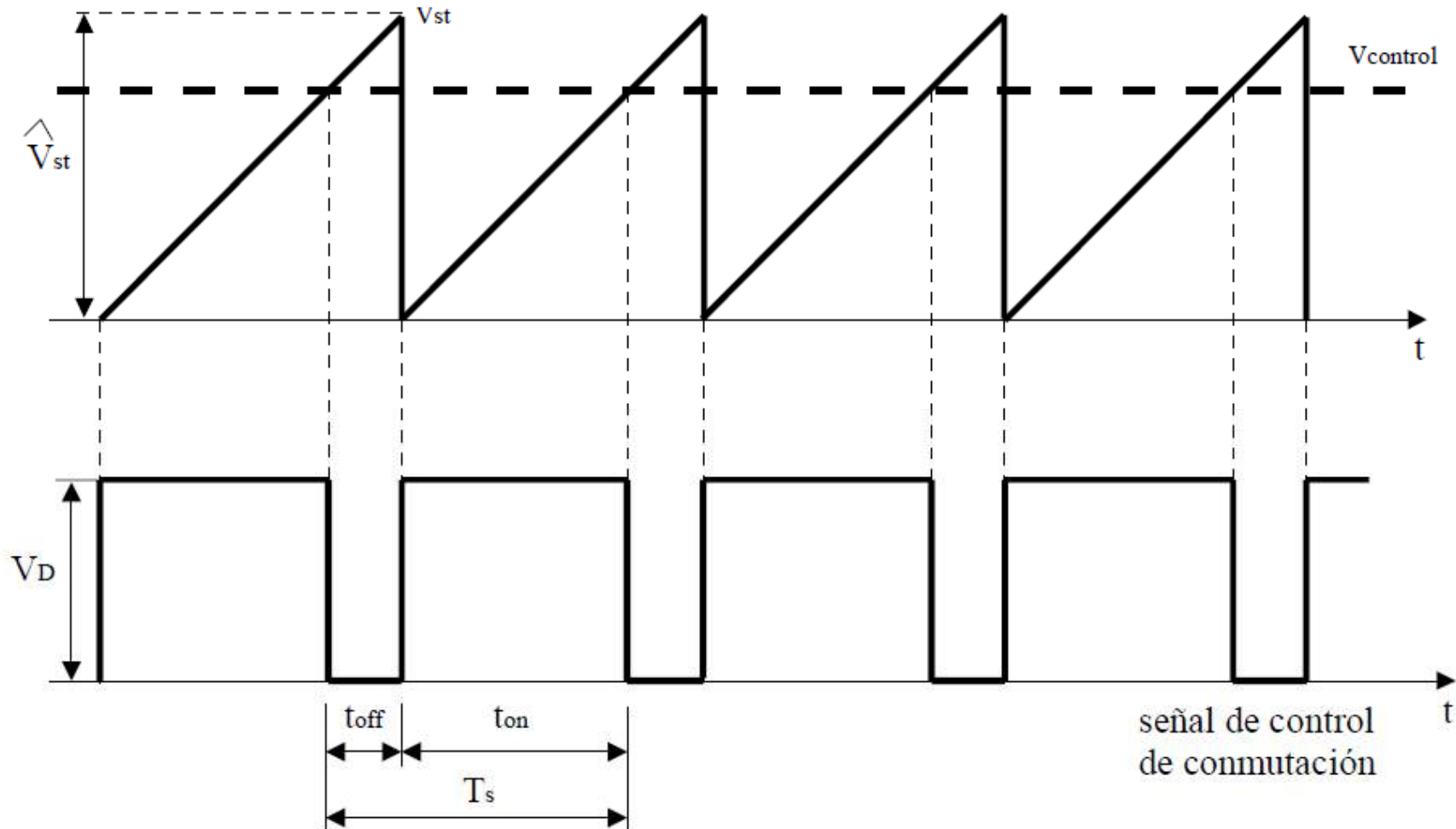
$$D = \frac{t_{on}}{T_S}$$

**RATIO DE CONDUCCIÓN:** Porción de tiempo que el interruptor está conduciendo en un periodo  $T_S$  ( $T_S = t_{on} + t_{off}$ )

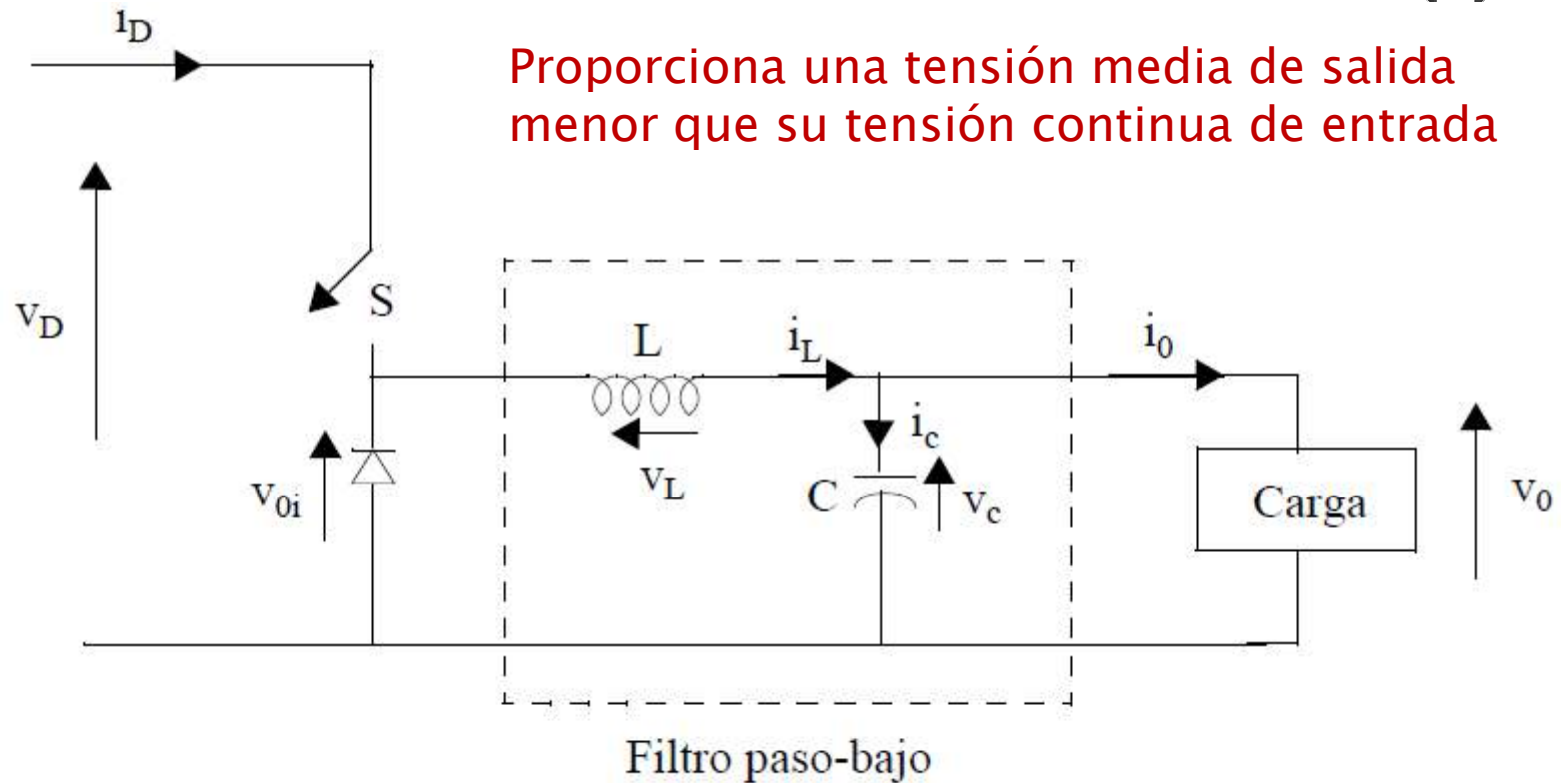
2. La señal que controla la conmutación del interruptor se genera al comparar una “señal de control” con una señal periódica (diente de sierra)



# Conmutación por ancho de pulso (II)



# Convertidor reductor: *buck* (I)



Modos de operación:

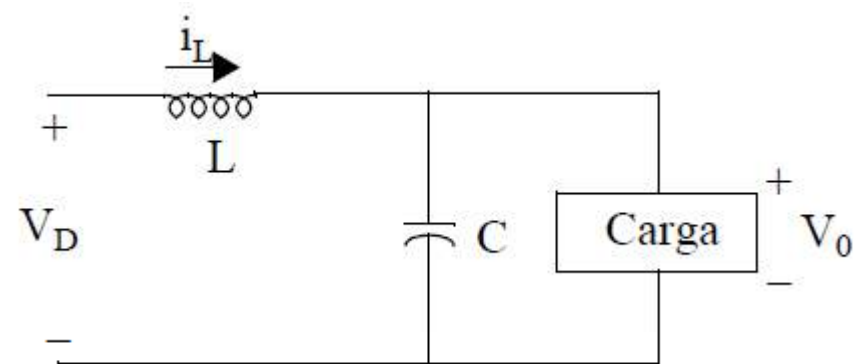
1. Modo de conducción continua:  $i_L > 0$
2. Límite entre los modos de conducción continua y discontinua
3. Modo de conducción discontinua

# Convertidor reductor: *buck* (II)

Análisis en el modo de conducción continua:

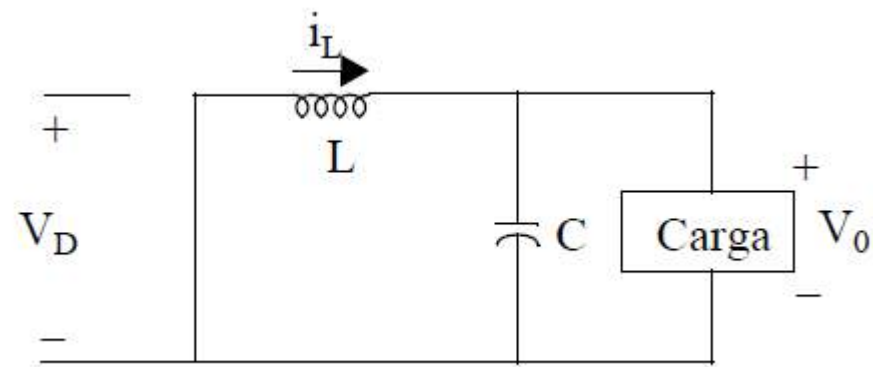
$$0 \leq t \leq D \cdot T_s$$

- $S_{ON} \rightarrow D_{OFF}$
- $i_L \uparrow$  linealmente
- $v_L = v_D - v_o$



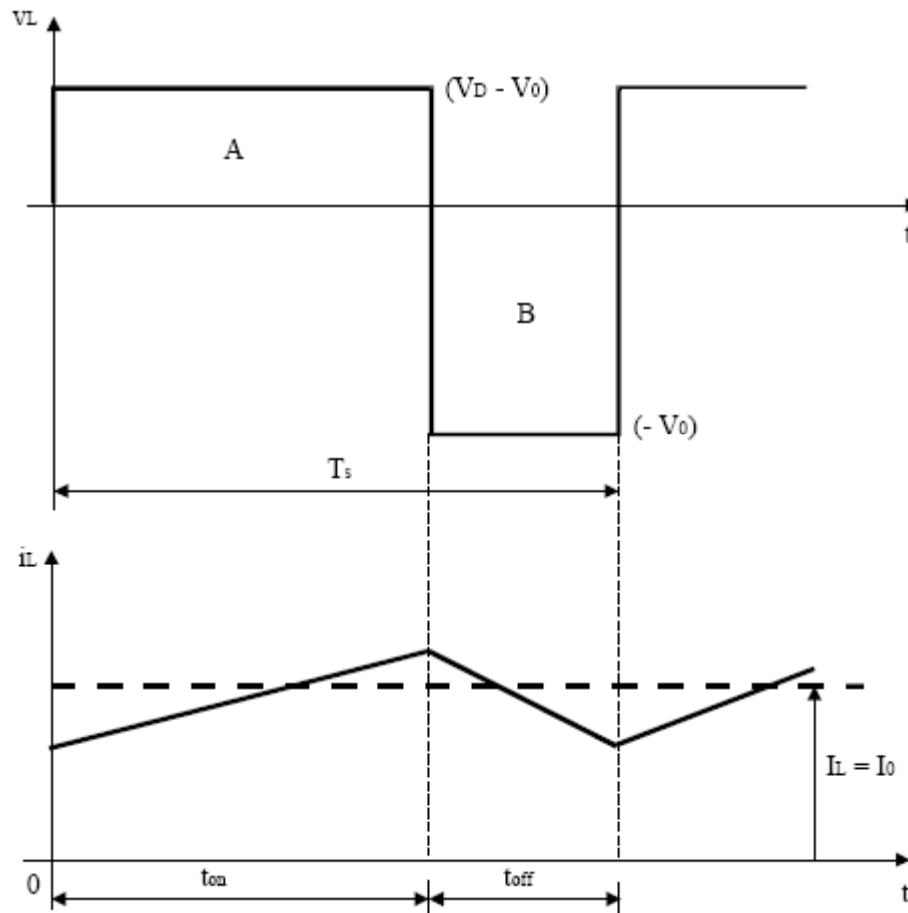
$$D \cdot T_s \leq t \leq T_s$$

- $S_{OFF} \rightarrow D_{ON}$
- $i_L \downarrow$  linealmente
- $v_L = -v_o$





# Convertidor reductor: *buck* (III)



La tensión media en la bobina durante un periodo  $T_S$  ( $T_S = t_{on} + t_{off}$ ) vale cero:

$$\int_0^{T_S} v_L dt = \int_0^{D \cdot T_S} v_L dt + \int_{D \cdot T_S}^{T_S} v_L dt = 0$$

$$\int_0^{D \cdot T_S} (V_D - V_o) dt + \int_{D \cdot T_S}^{T_S} (-V_o) dt = 0$$

$$(V_D - V_o) \cdot D \cdot T_S - V_o(1 - D) \cdot T_S$$

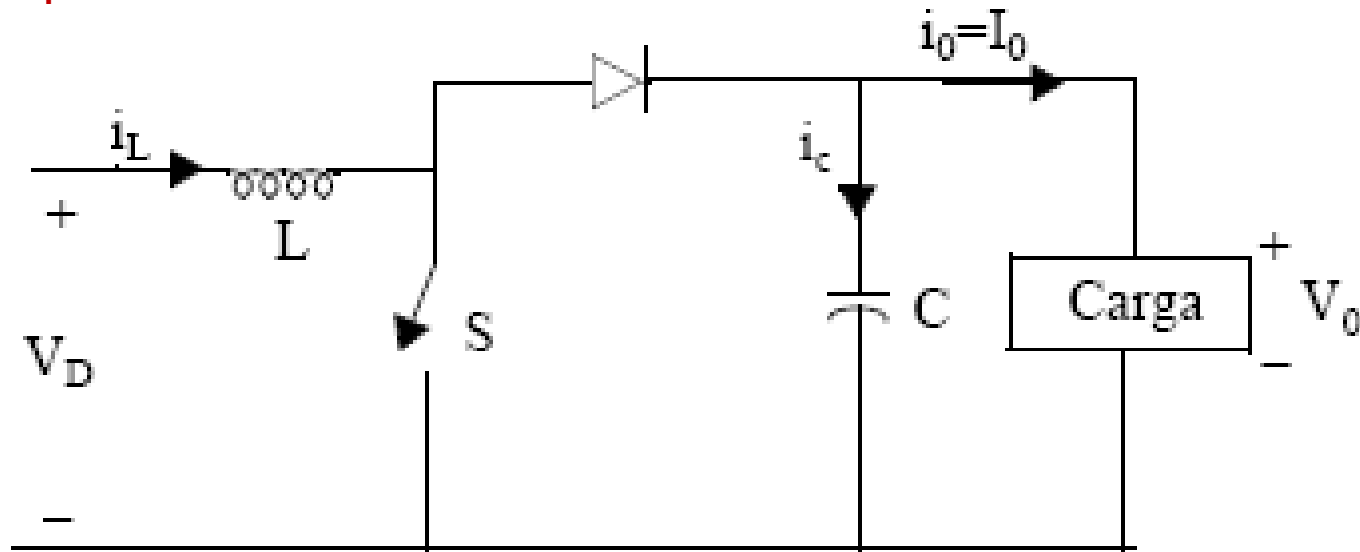
$$\frac{V_o}{V_D} = D$$

Suponiendo despreciable las pérdidas de potencia (componentes ideales):

$$P_D = P_o \Rightarrow \frac{V_o}{V_D} = \frac{I_D}{I_o} D$$

# Convertidor elevador: *boost* (I)

Proporciona una tensión media de salida mayor que su tensión continua de entrada



Modos de operación:

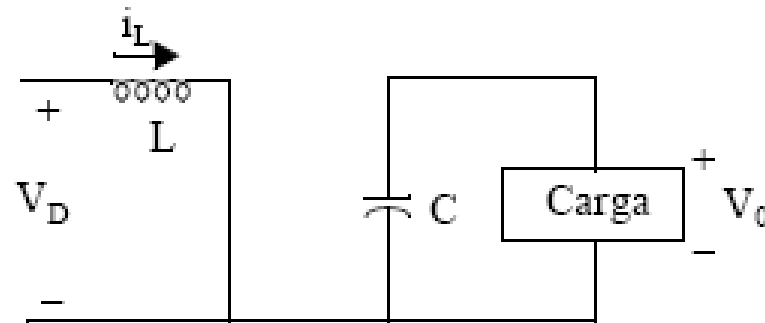
1. Modo de conducción continua:  $i_L > 0$
2. Límite entre los modos de conducción continua y discontinua
3. Modo de conducción discontinua

# Convertidor elevador: *boost* (II)

Análisis en el modo de conducción continua:

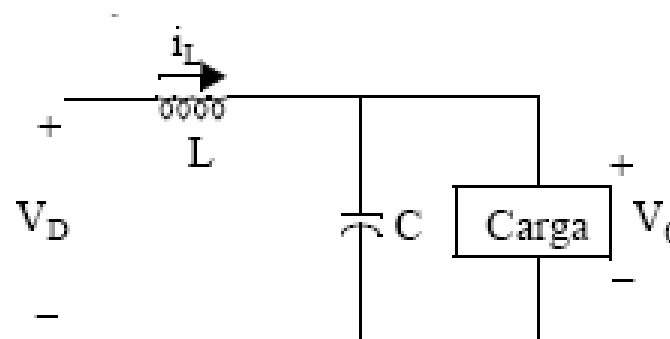
$$0 \leq t \leq D \cdot T_s$$

- $S_{ON} \rightarrow D_{OFF}$
- $i_L \uparrow$  linealmente
- $v_L = v_D$

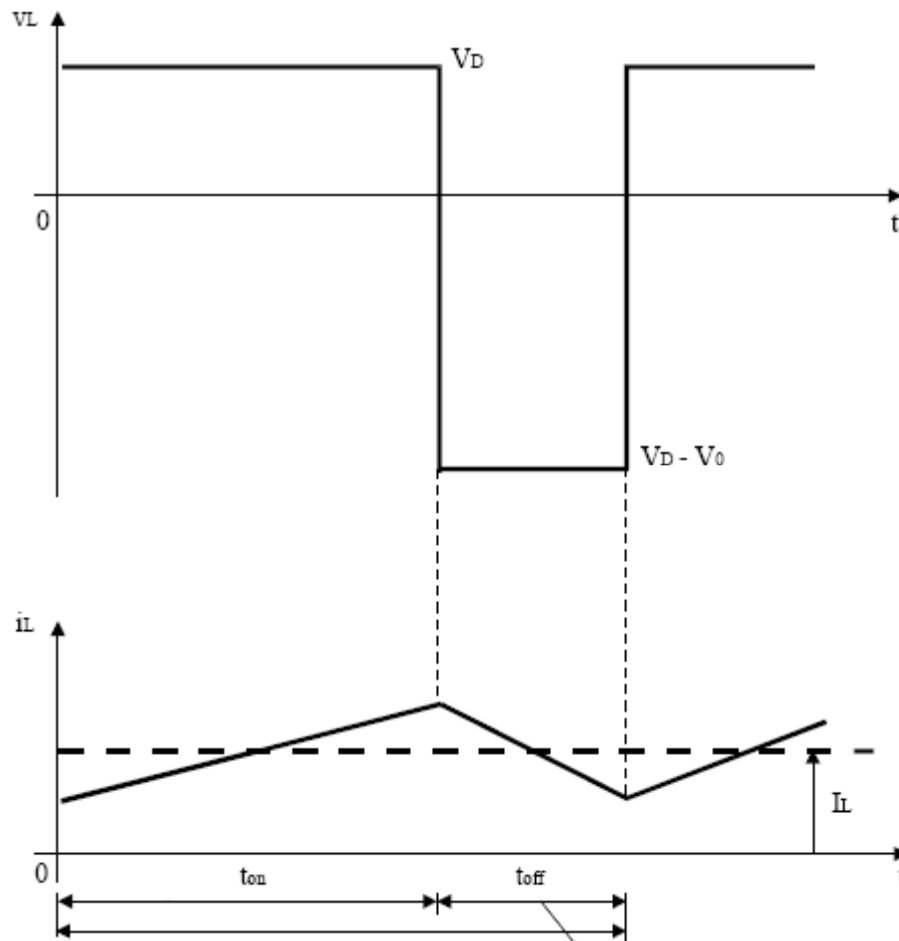


$$D \cdot T_s \leq t \leq T_s$$

- $S_{OFF} \rightarrow D_{ON}$
- $i_L \downarrow$  linealmente
- $v_L = v_D - v_o$



# Convertidor elevador: *boost* (III)



La tensión media en la bobina durante un periodo  $T_S$  ( $T_S = t_{on} + t_{off}$ ) vale cero:

$$\int_0^{T_S} v_L dt = \int_0^{D \cdot T_S} v_L dt + \int_{D \cdot T_S}^{T_S} v_L dt = 0$$

$$\int_0^{D \cdot T_S} V_D dt + \int_{D \cdot T_S}^{T_S} (V_D - V_o) dt = 0$$

$$V_D \cdot D \cdot T_S = (V_o - V_D)(1 - D) \cdot T_S$$

$$\frac{V_o}{V_D} = \frac{1}{1 - D}$$

Suponiendo despreciable las pérdidas de potencia (componentes ideales):

$$P_D = P_o \Rightarrow \frac{V_o}{V_D} = \frac{I_D}{I_o} = \frac{1}{1 - D}$$

# Convertidor reductor–elevador: *buck–boost*

- Combinación en cascada de un convertidor *buck* y otro *boost*
- Suponiendo que el ratio de conducción  $D$  de estos dos convertidores básicos son idénticos:

$$\frac{V_o}{V_D} = D \cdot \frac{1}{1 - D}$$

