

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

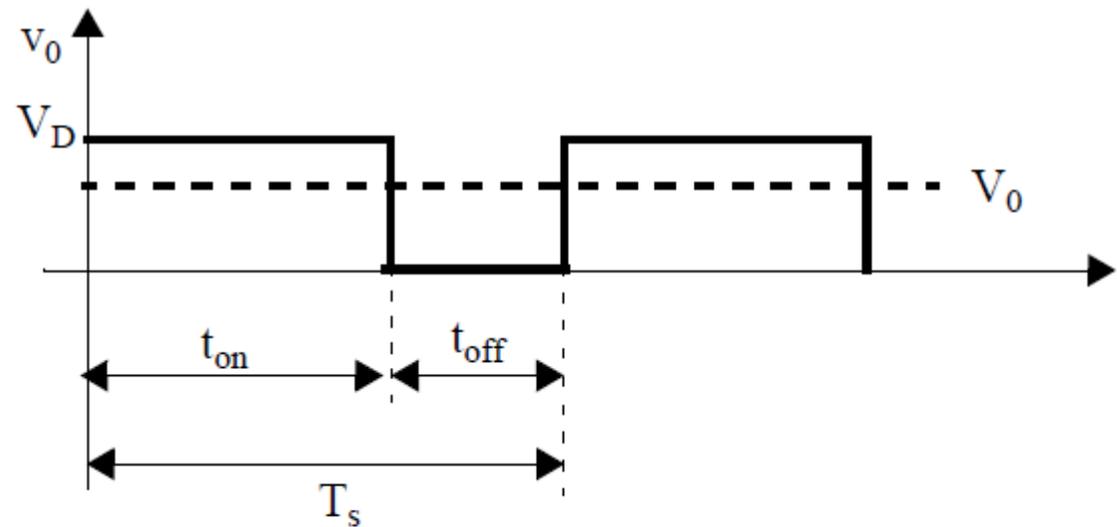
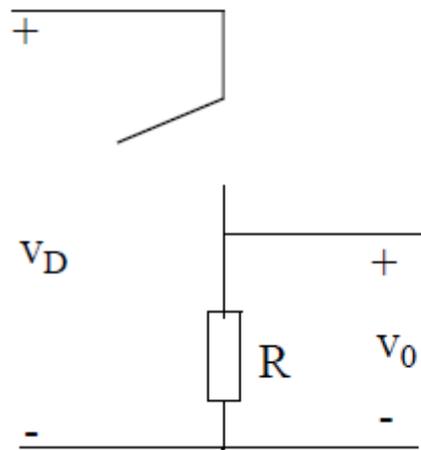
Clasificación:

- **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

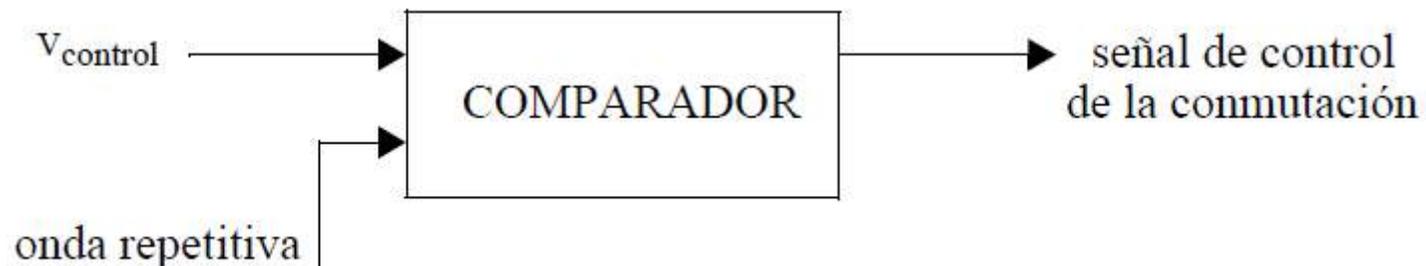
Conmutación por ancho de pulso (I)

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

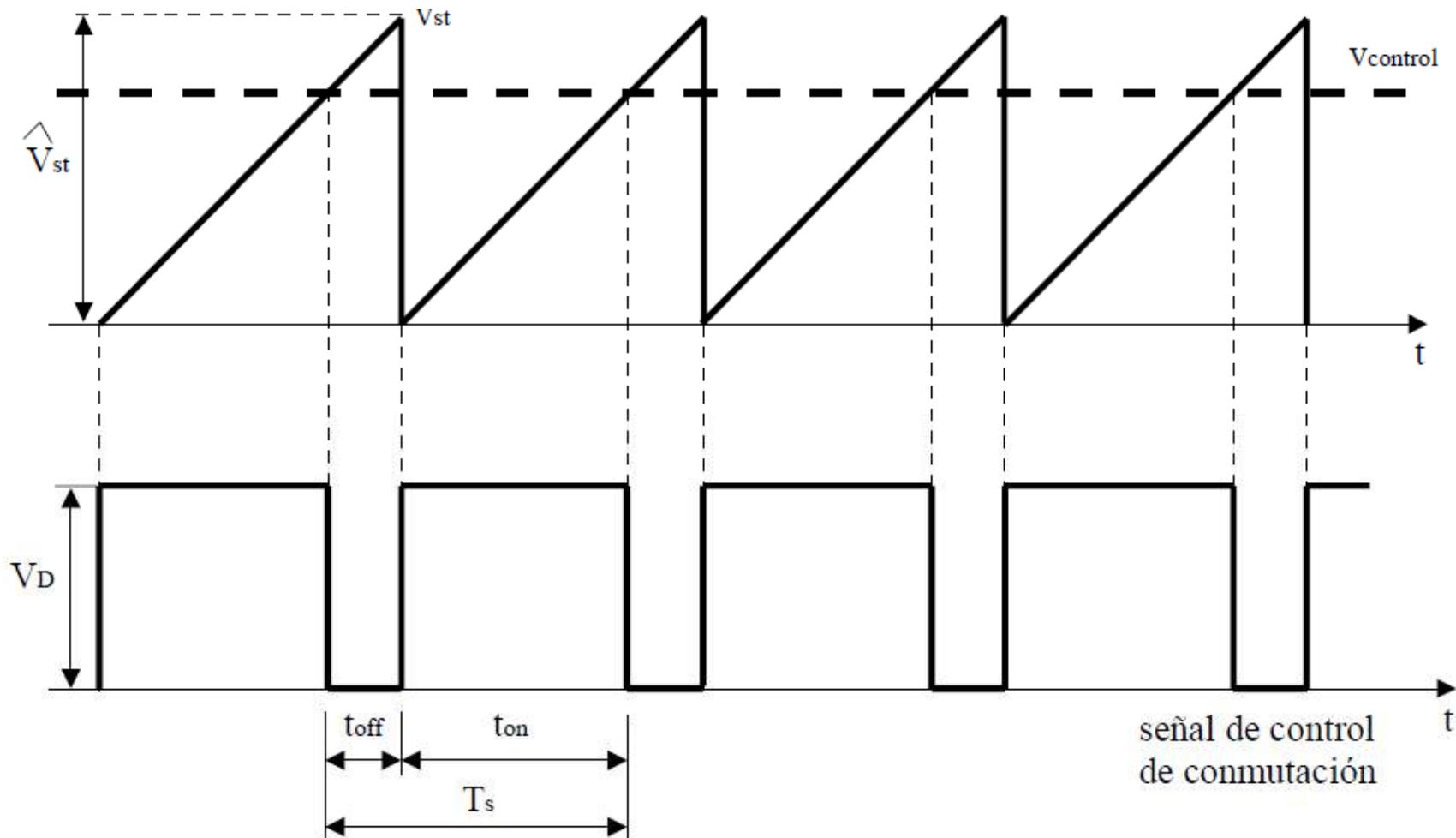
$$D = \frac{t_{on}}{T_S}$$

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

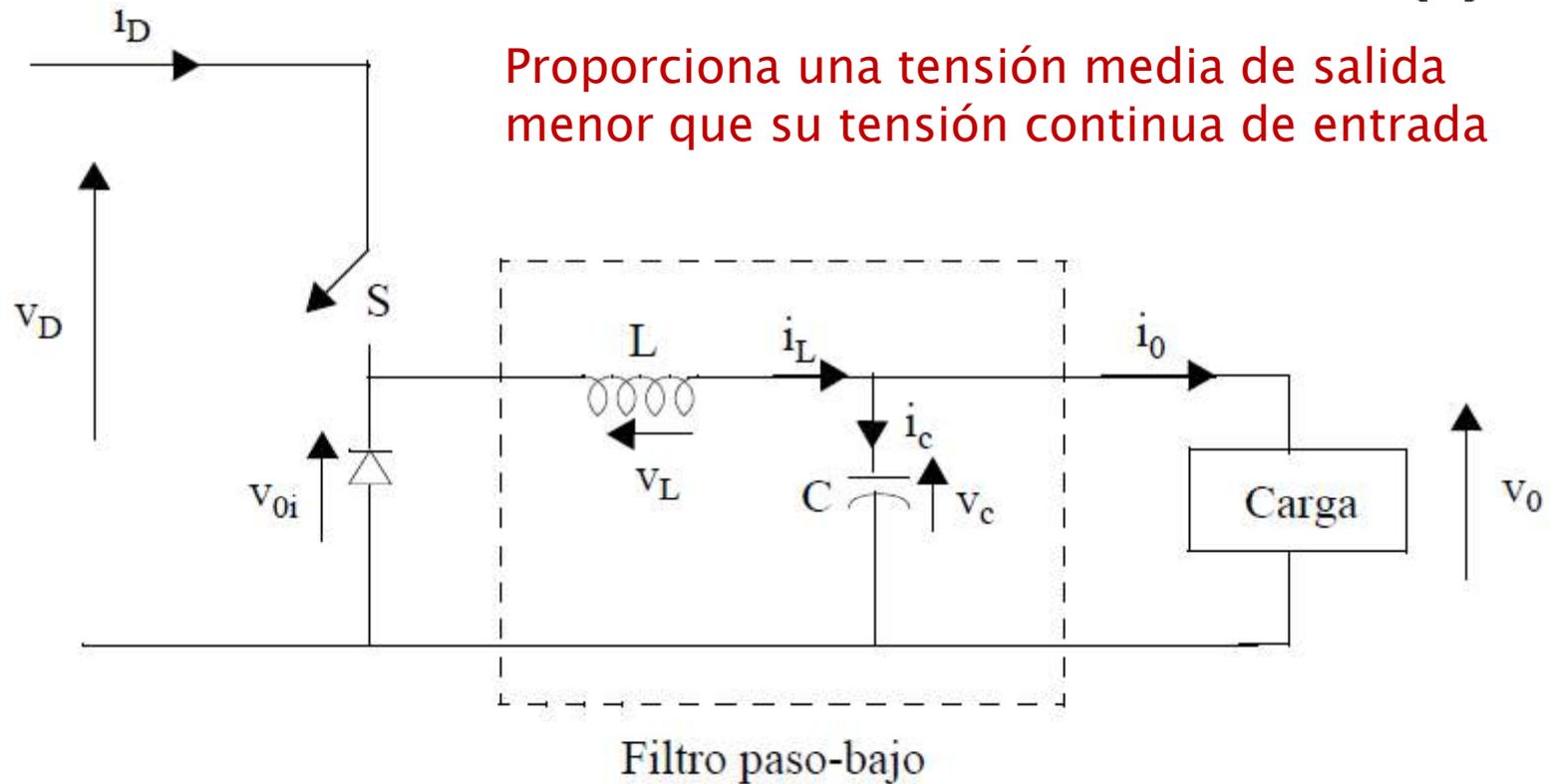
2. La señal que controla la conmutación del interruptor se genera al comparar una “señal de control” con una señal periódica (diente de sierra)



Conmutación por ancho de pulso (II)



Convertidor reductor: *buck* (I)



Modos de operación:

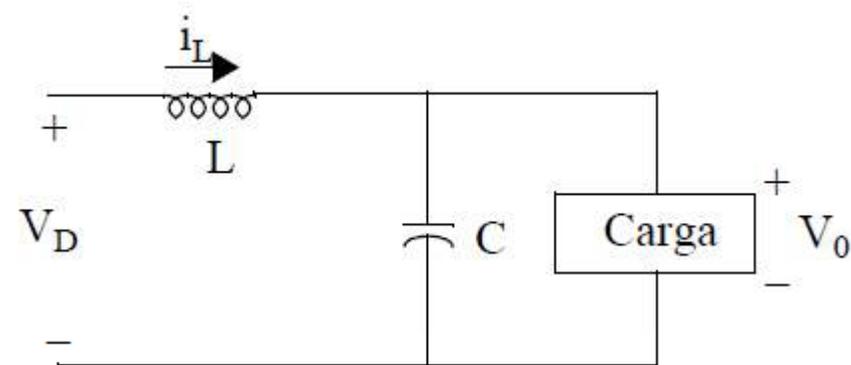
1. Modo de conducción continua: $i_L > 0$
2. Límite entre los modos de conducción continua y discontinua
3. Modo de conducción discontinua

Convertidor reductor: *buck* (II)

Análisis en el modo de conducción continua:

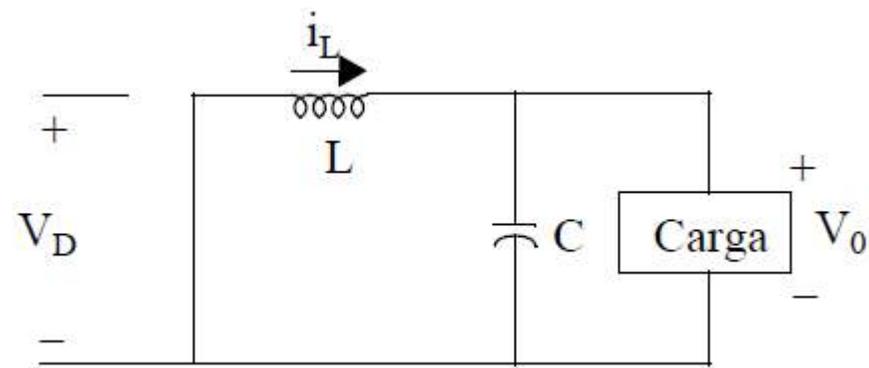
$$0 \leq t \leq D \cdot T_s$$

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

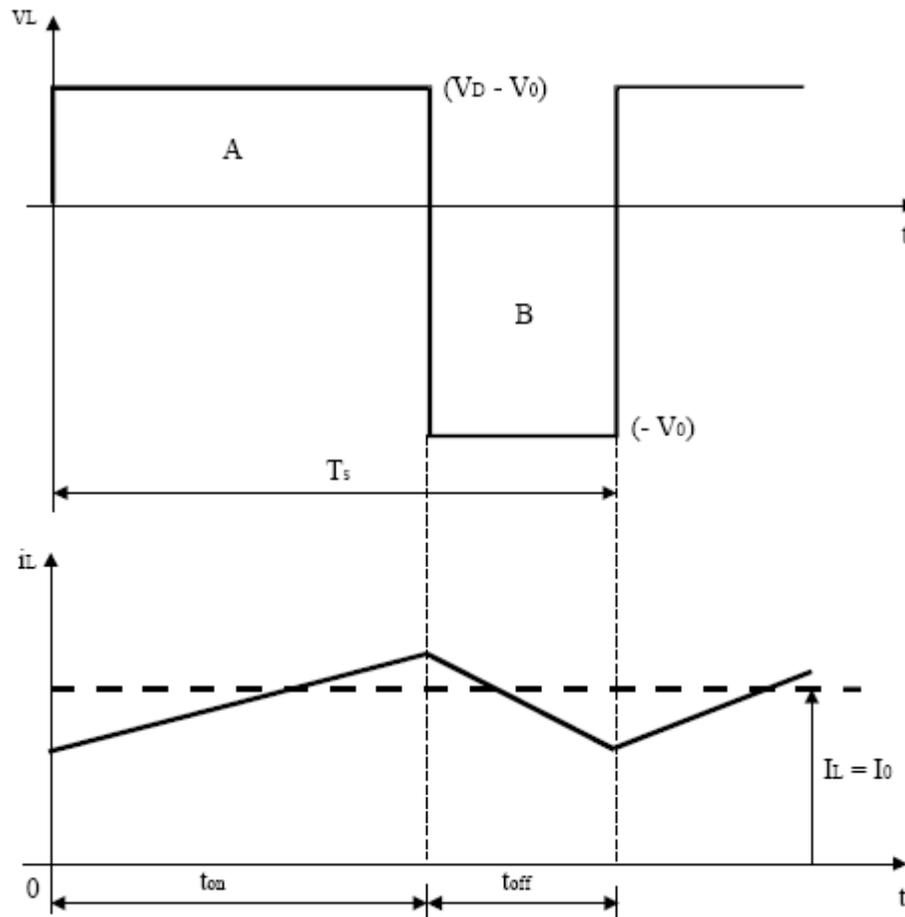


$$D \cdot T_s \leq t \leq T_s$$

- $S_{OFF} \rightarrow D_{ON}$
- $i_L \downarrow$ 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:

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

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

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

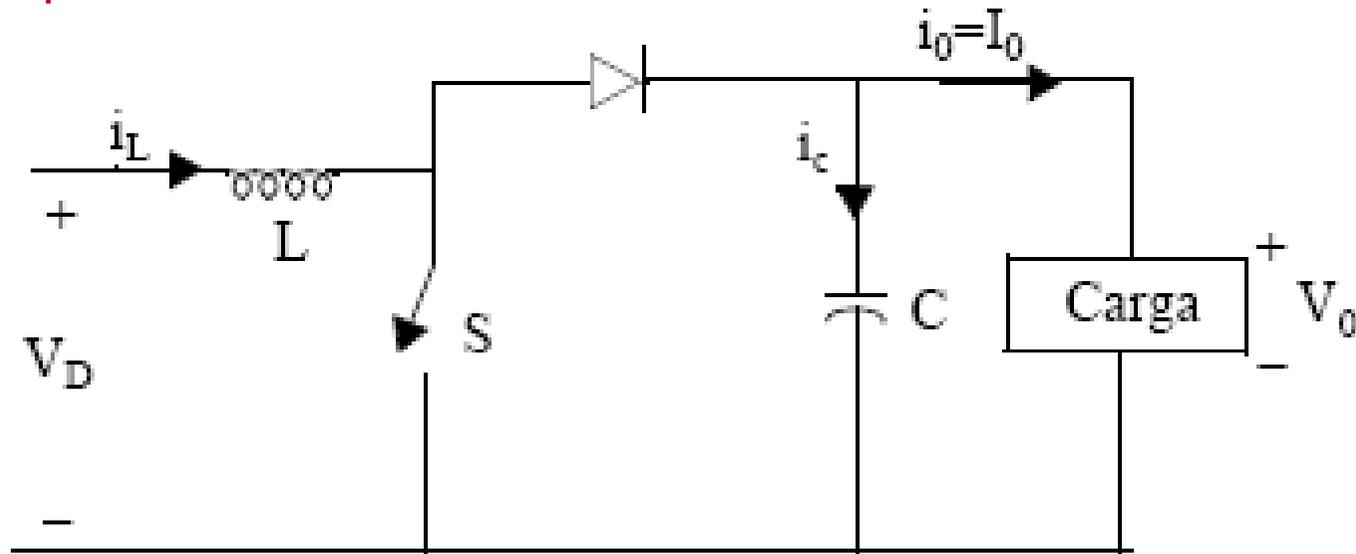
$$\frac{V_o}{V_D} = D$$

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:

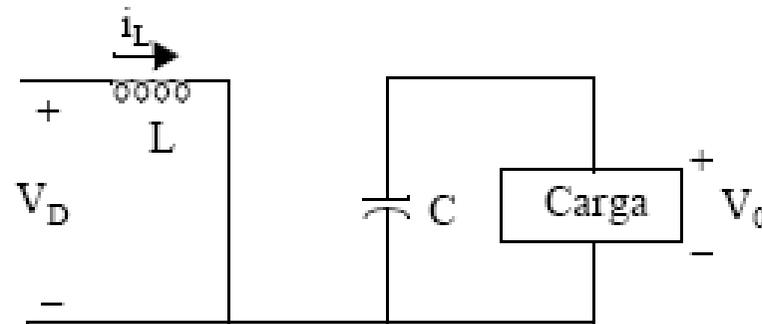
1. Modo de conducción continua: $i_L > 0$
2. Límite entre los modos de conducción continua y discontinua
3. Modo de conducción discontinua

Convertidor elevador: *boost* (II)

Análisis en el modo de conducción continua:

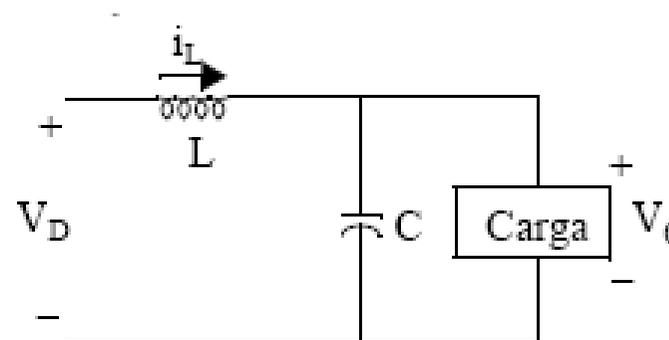
$$0 \leq t \leq D \cdot T_s$$

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

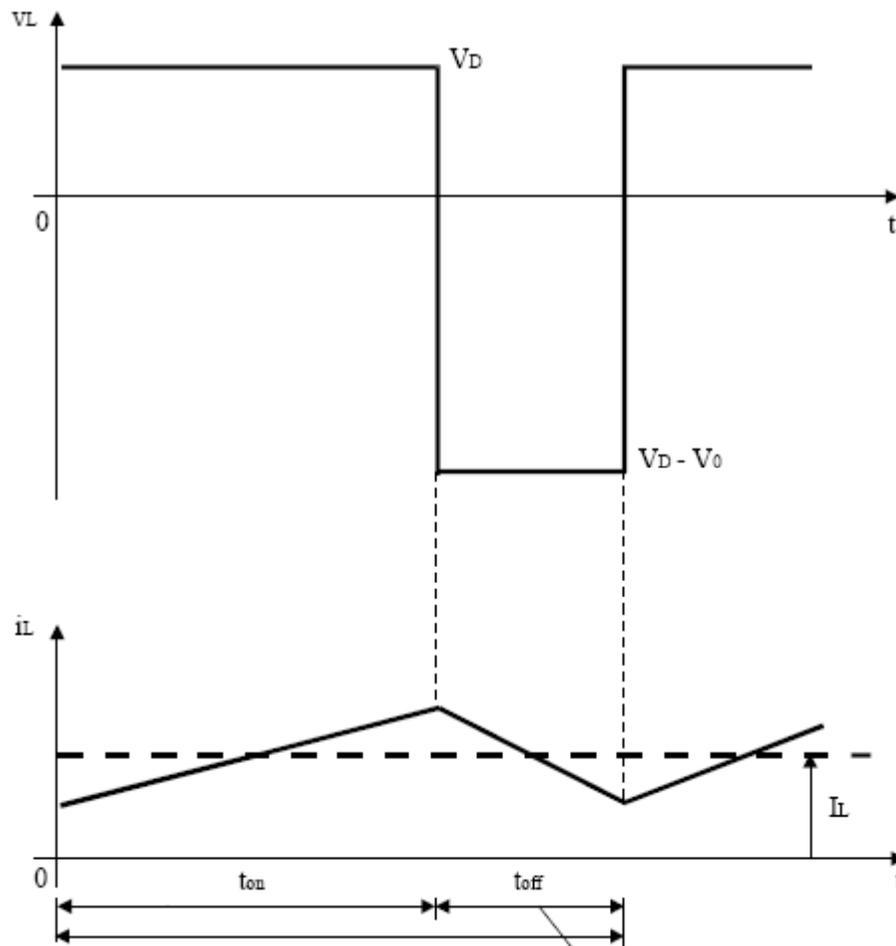


$$D \cdot T_s \leq t \leq T_s$$

- $S_{OFF} \rightarrow D_{ON}$
- $i_L \downarrow$ linealmente
- $v_L = v_D - v_0$



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:

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

