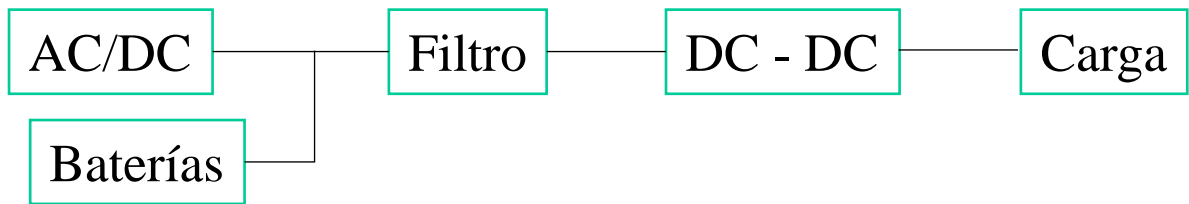
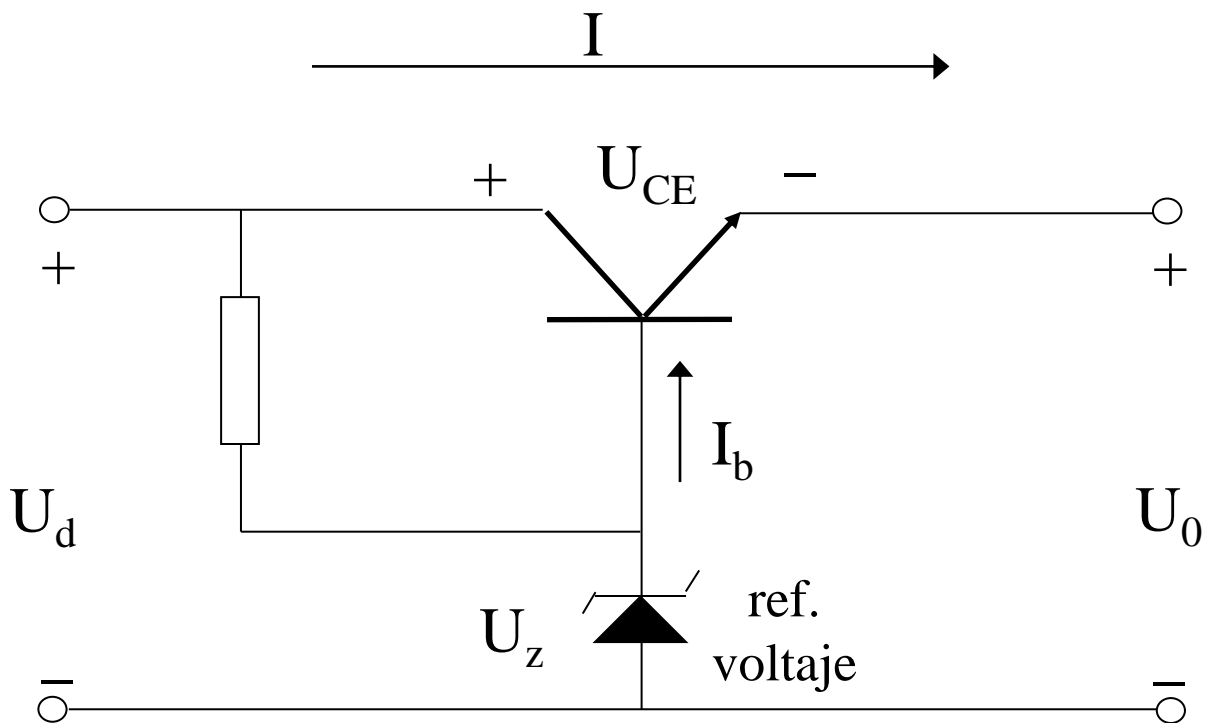


Convertidores DC-DC



1) Regulador Lineal



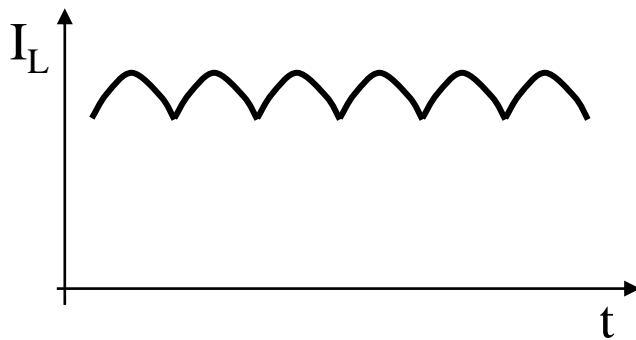
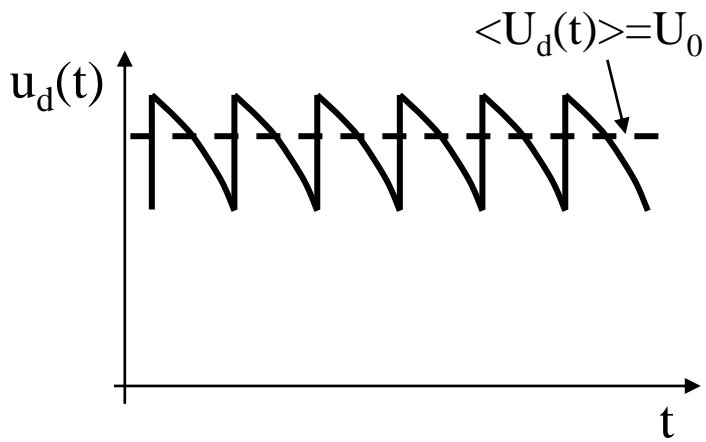
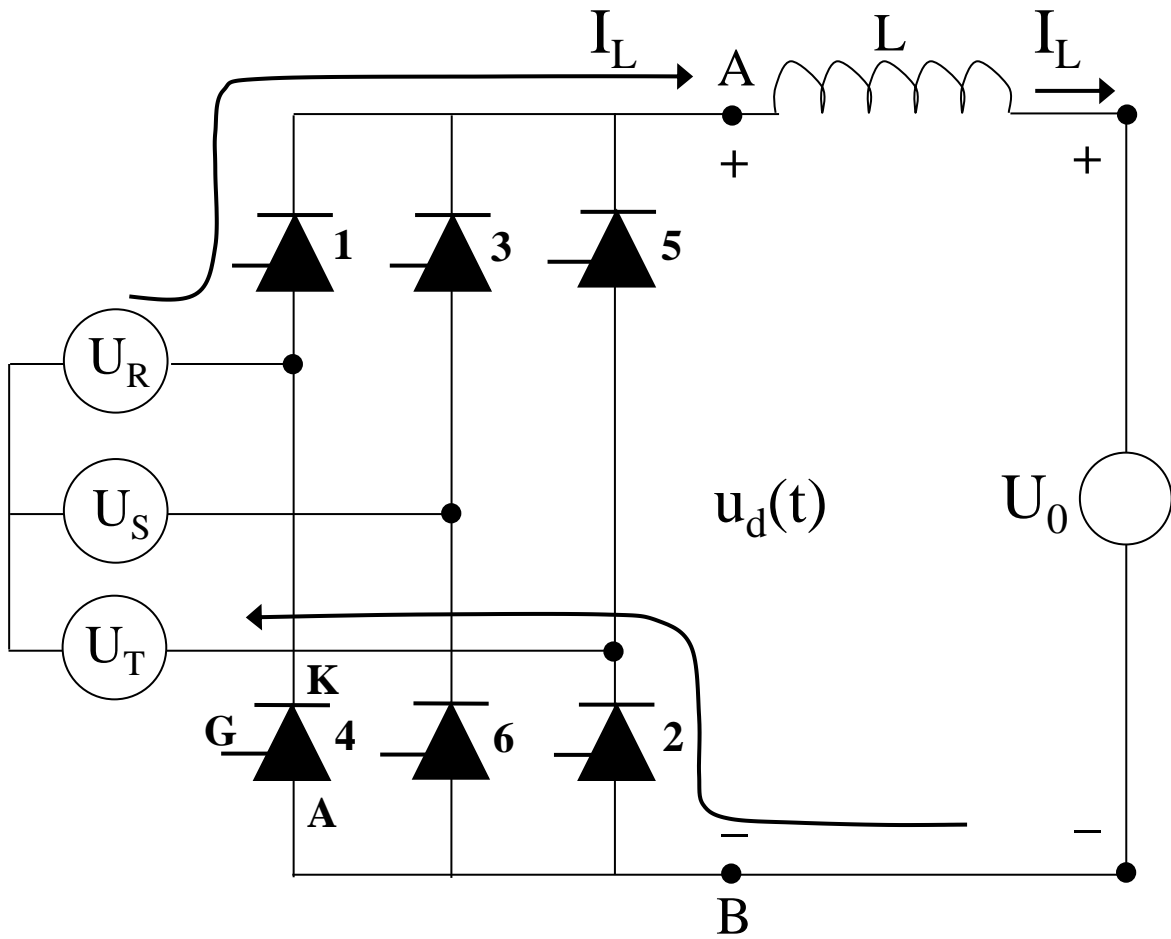
$$U_0(t) = U_d(t) - U_{CE}(t)$$

$$U_0 \approx \text{cte.}$$

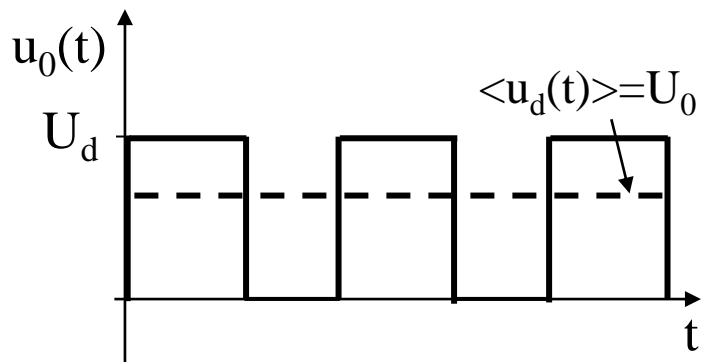
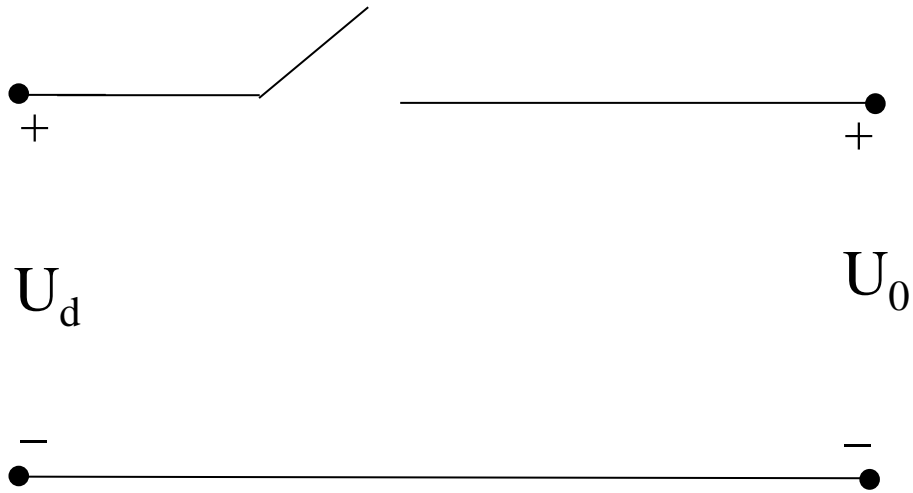
$$P_{\text{disipada}} = U_{CE} \times I$$

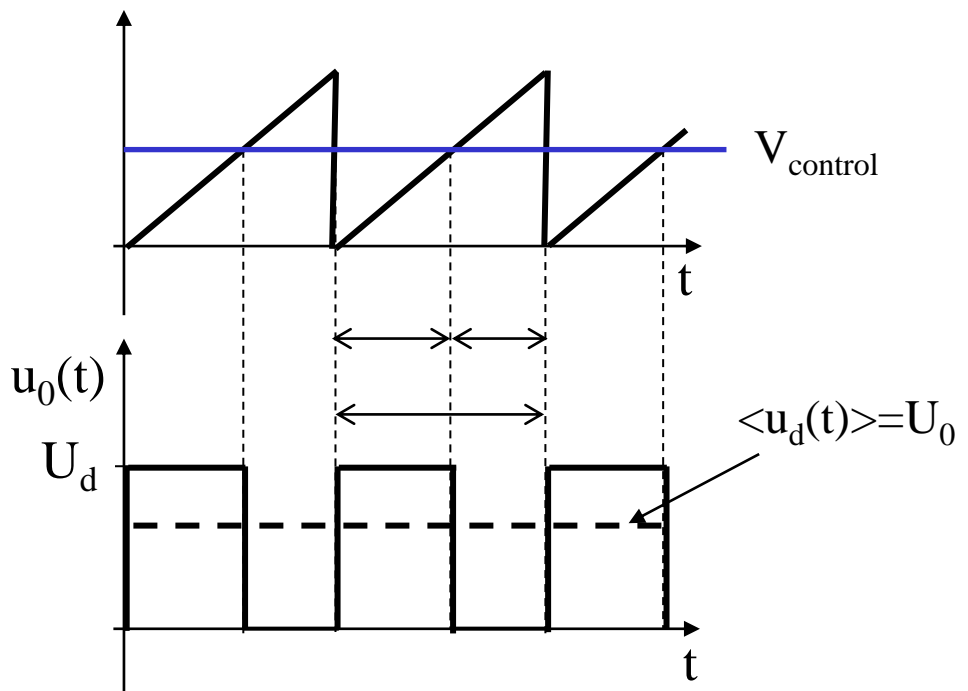
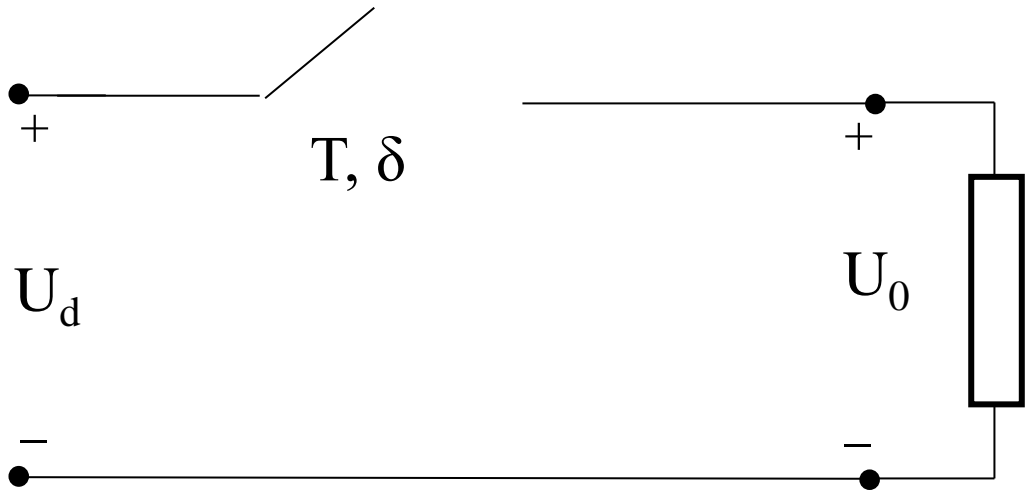
$$P_{\text{salida}} = U_0 \times I$$

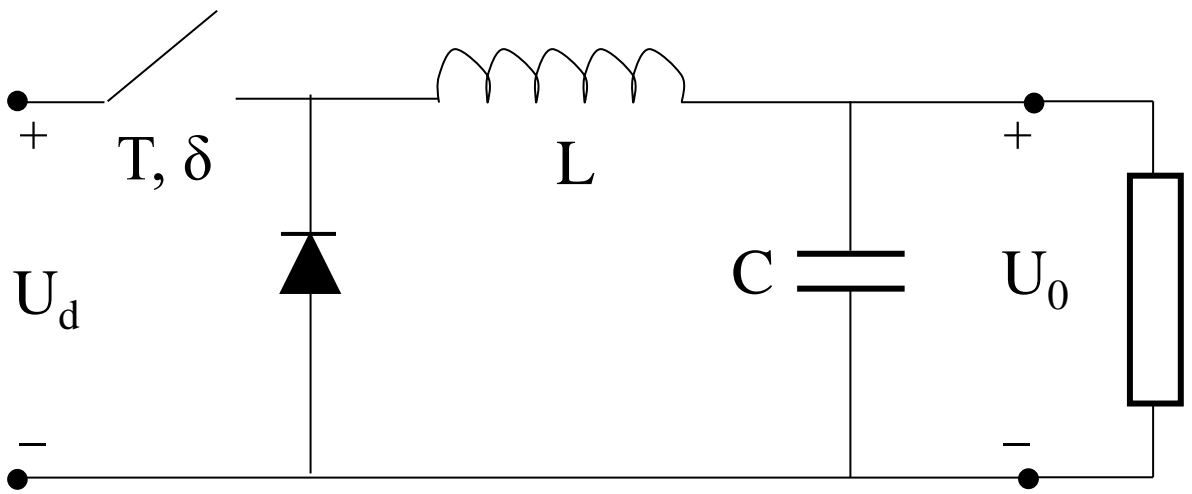
2) Convertidor mediante conmutaciones



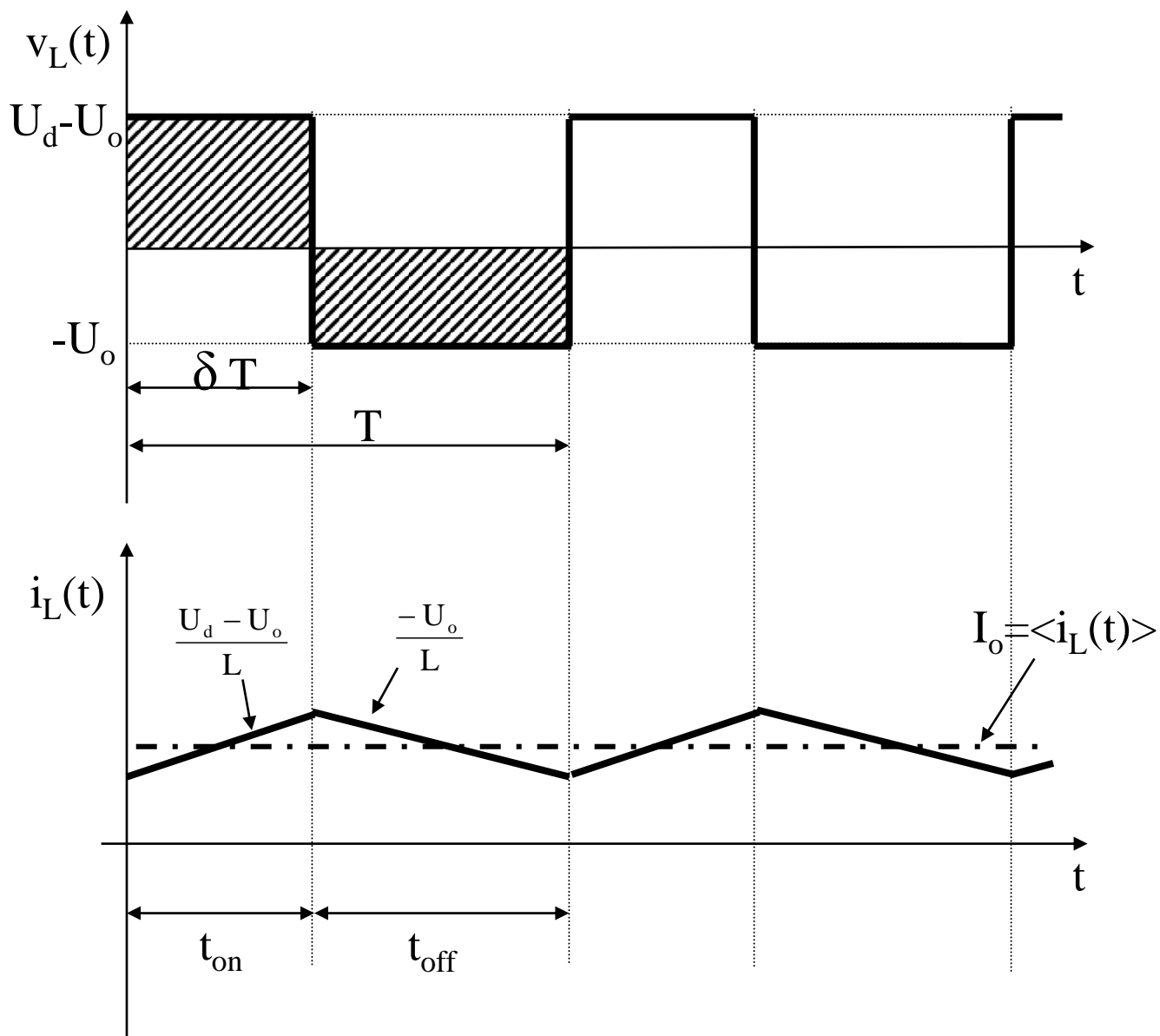
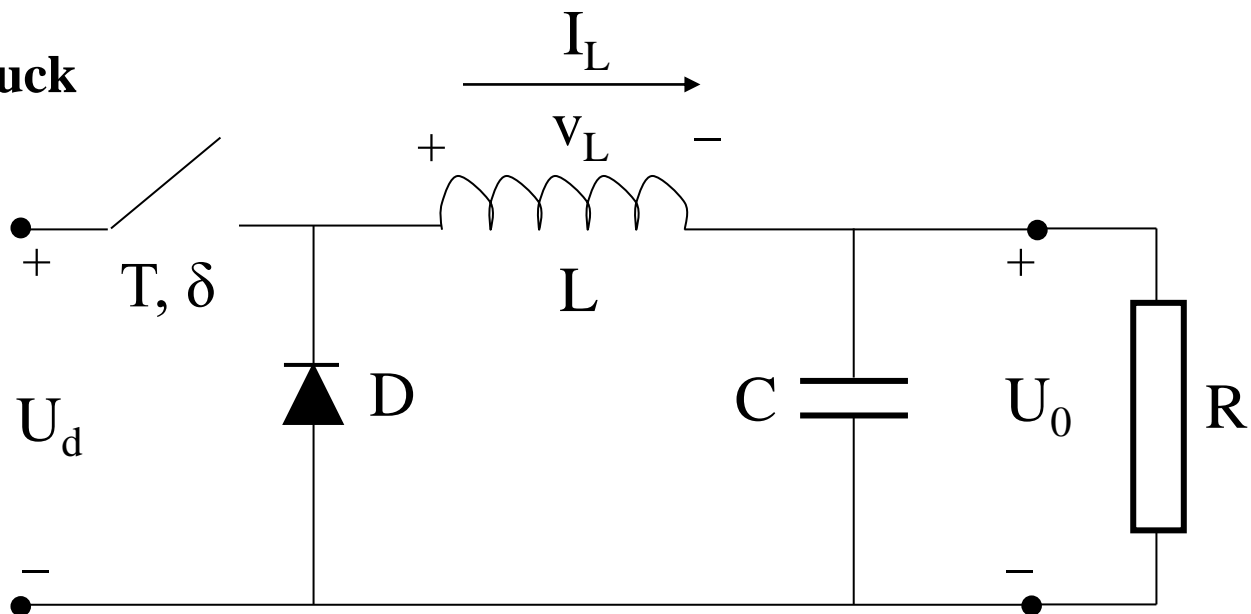
3) Convertidor DC-DC



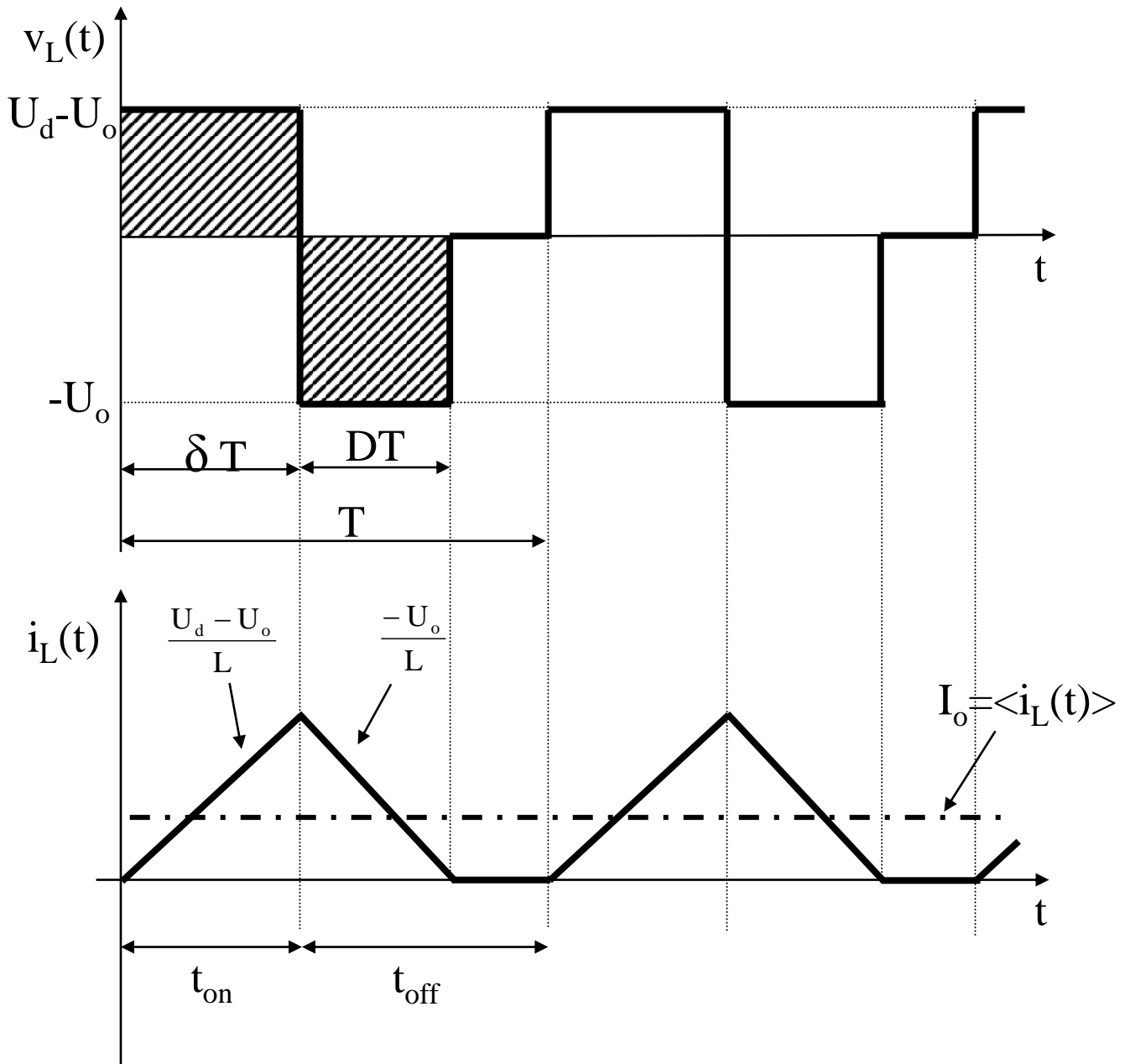
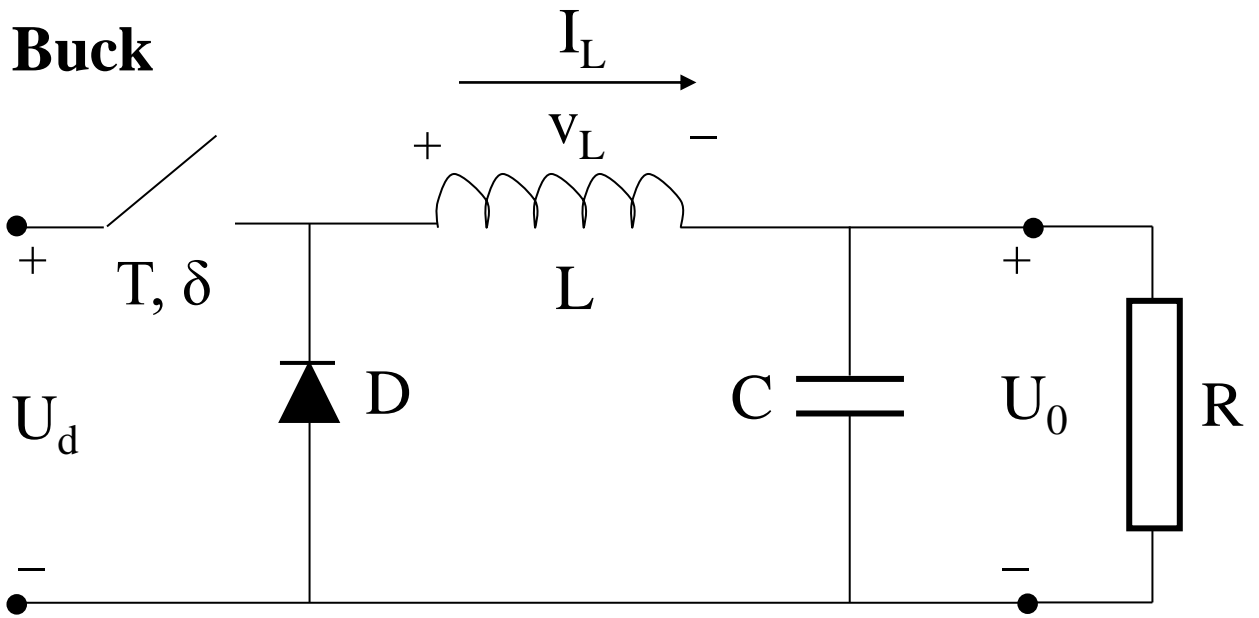


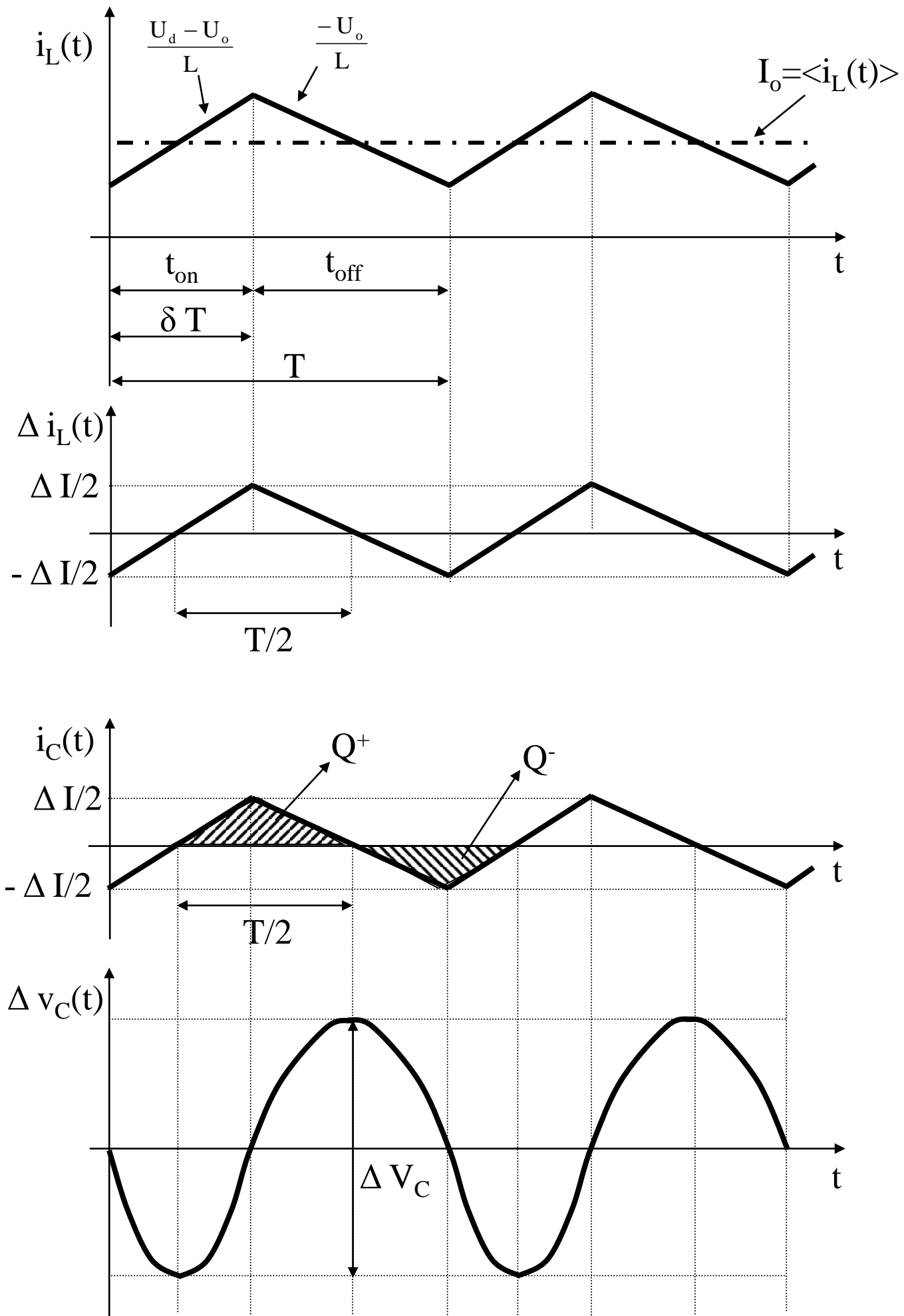


Buck

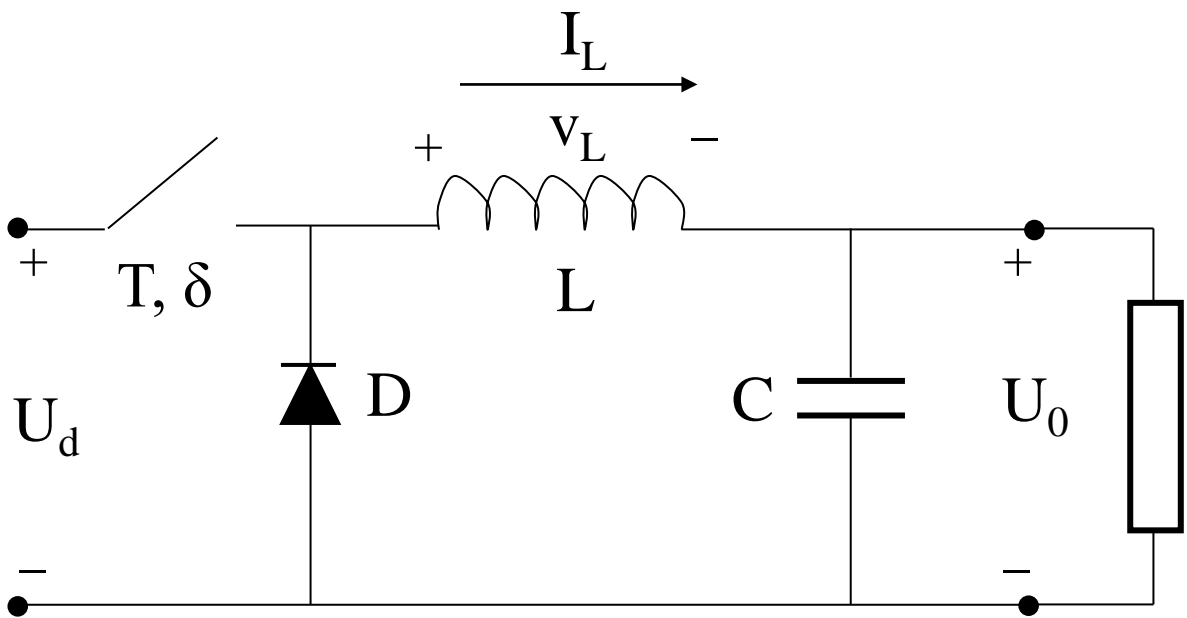


Buck





Convertidor Buck / Step-Down / Chopper Reductor



MCC

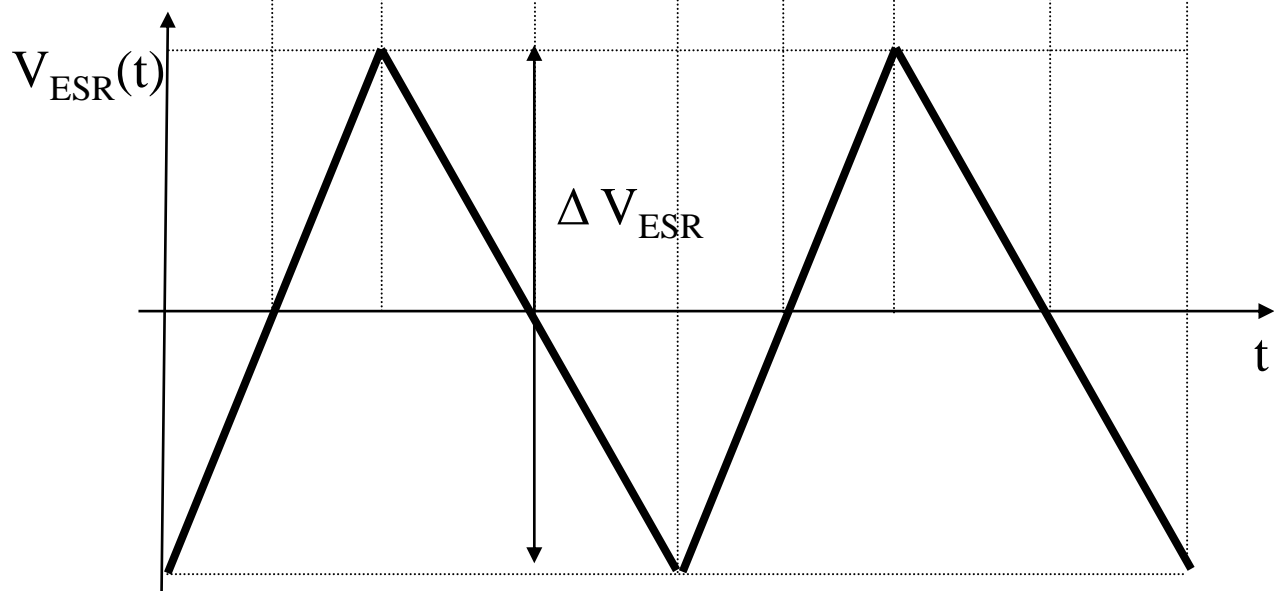
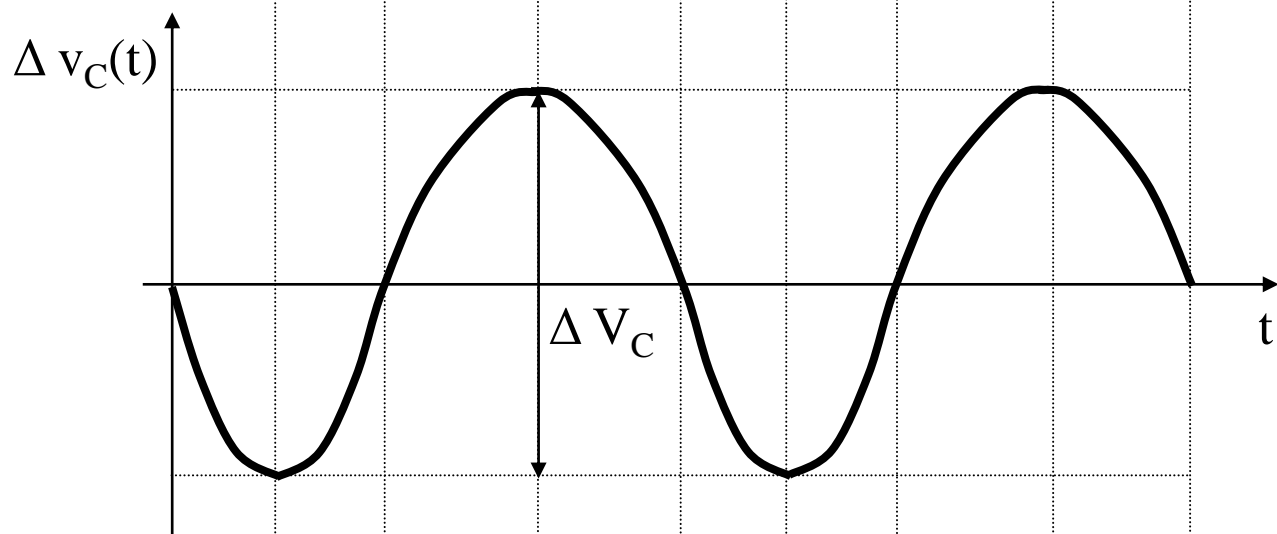
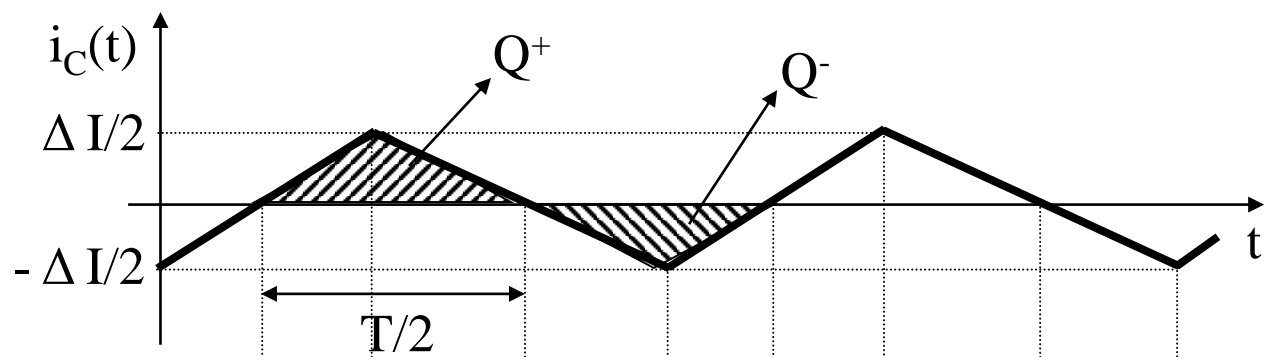
$$\frac{U_0}{U_d} = \delta$$

$$I_d = \delta I_0$$

$$\Delta V_c = \frac{\Delta I T}{8c} = \frac{U_0}{8LC} \cdot \frac{(1 - \delta)}{f^2}$$

MCD

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{8L}{T\delta^2 R}}}$$



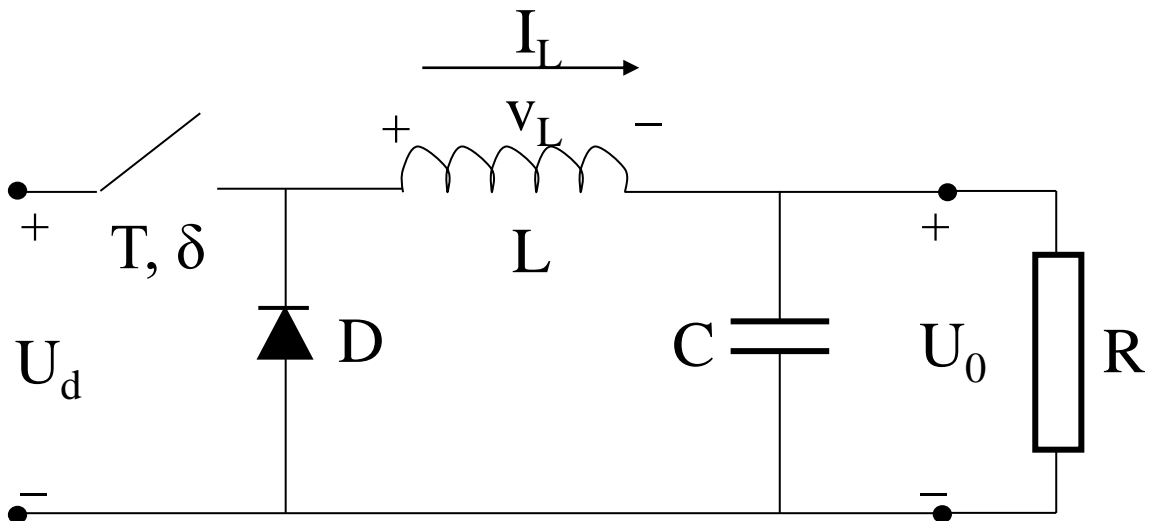
Electrónica de Potencia – curso 2001

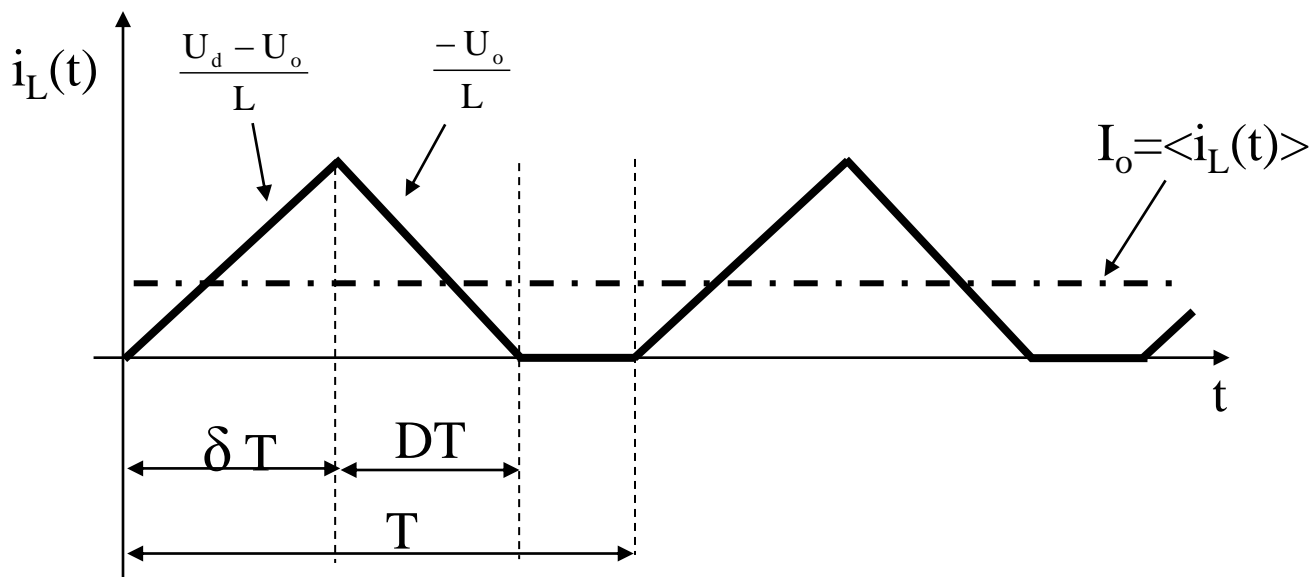
Primer parcial – Lunes 11 de junio de 2001

Problema 8.

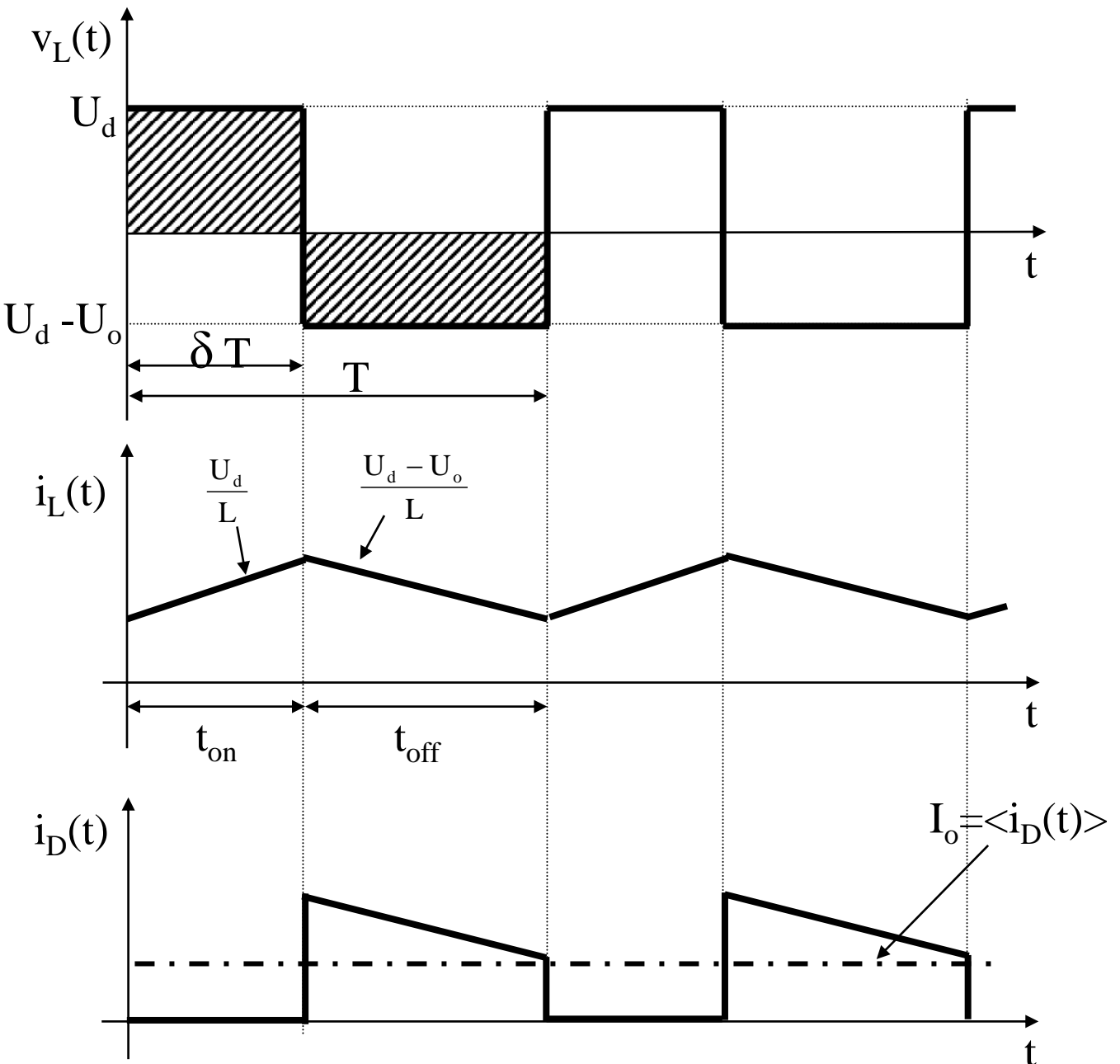
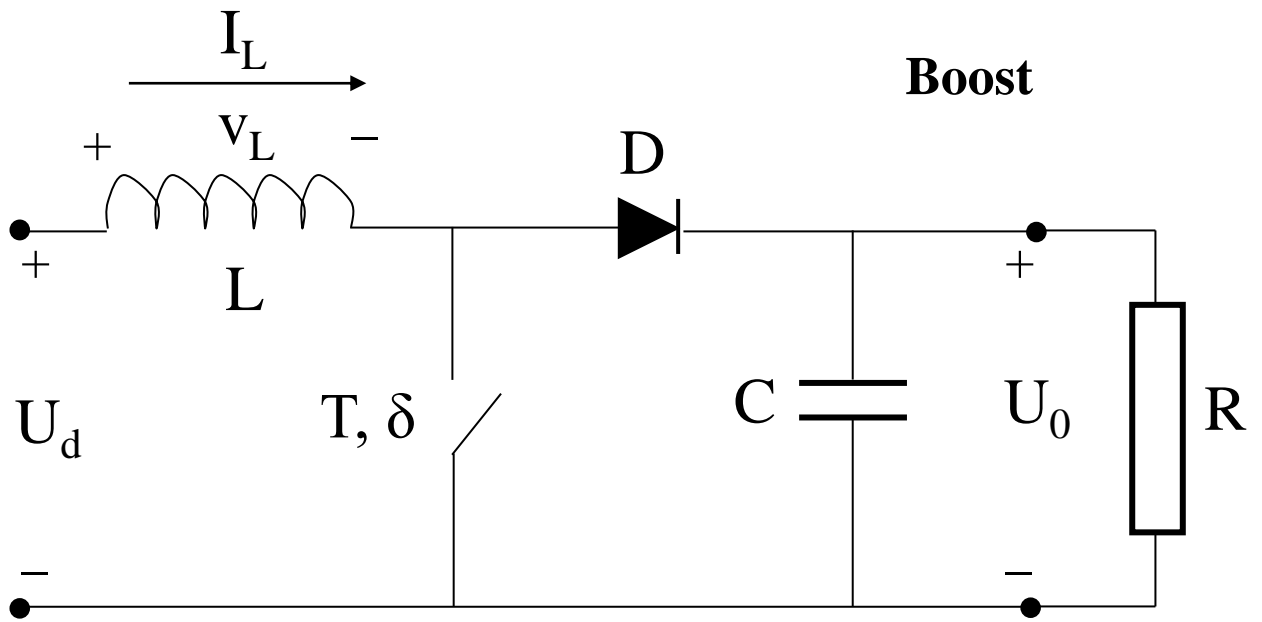
Un convertidor Buck (o chopper reductor) está formado por una llave y un diodo ideales, una inductancia de $5 \mu\text{H}$ y un condensador ideal de $47 \mu\text{F}$. Alimenta una carga de 10W en 5V a partir de una fuente de 24V . Trabaja a 100 kHz .

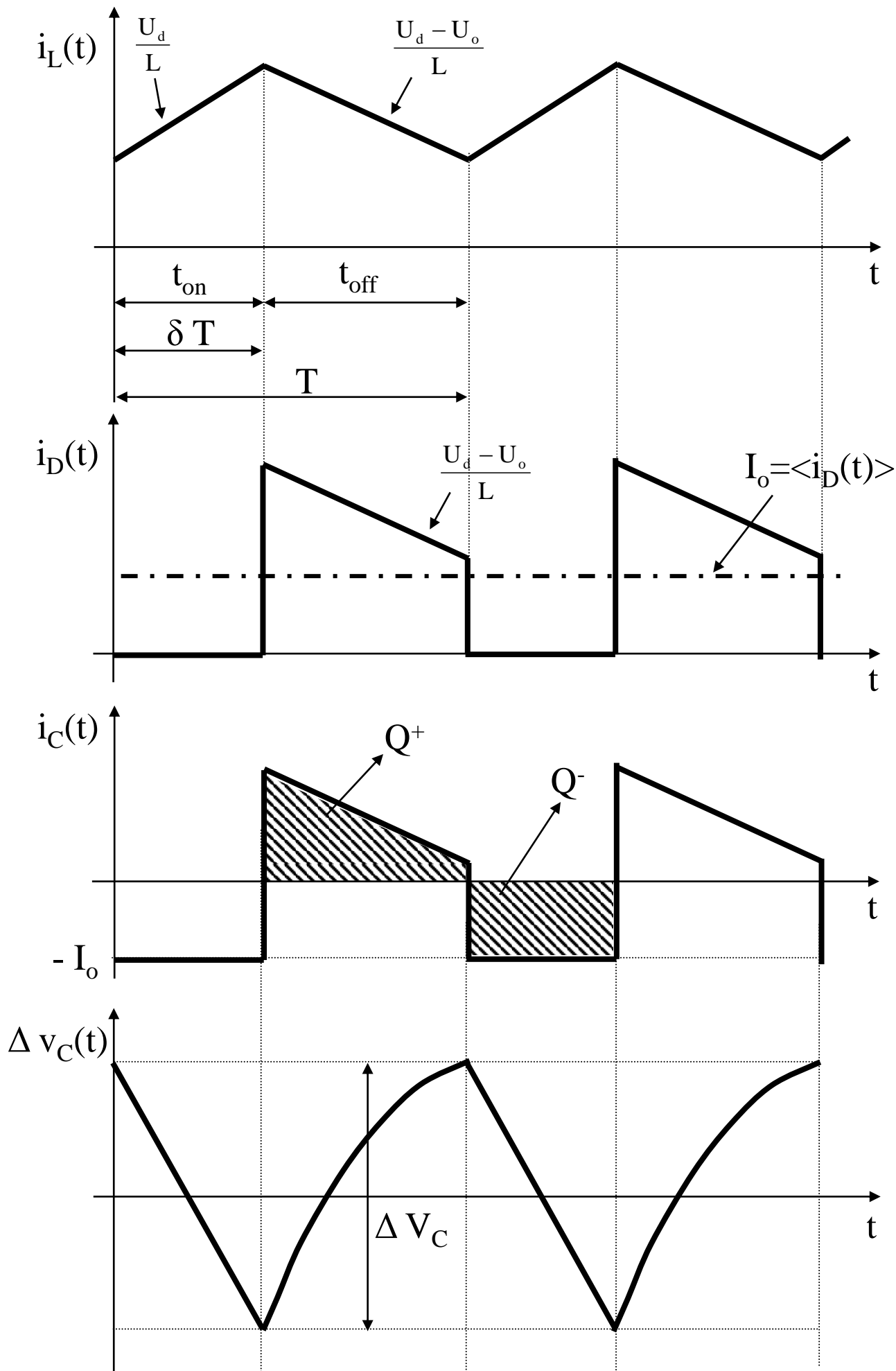
Calcular el rizado pico a pico de la tensión de salida.

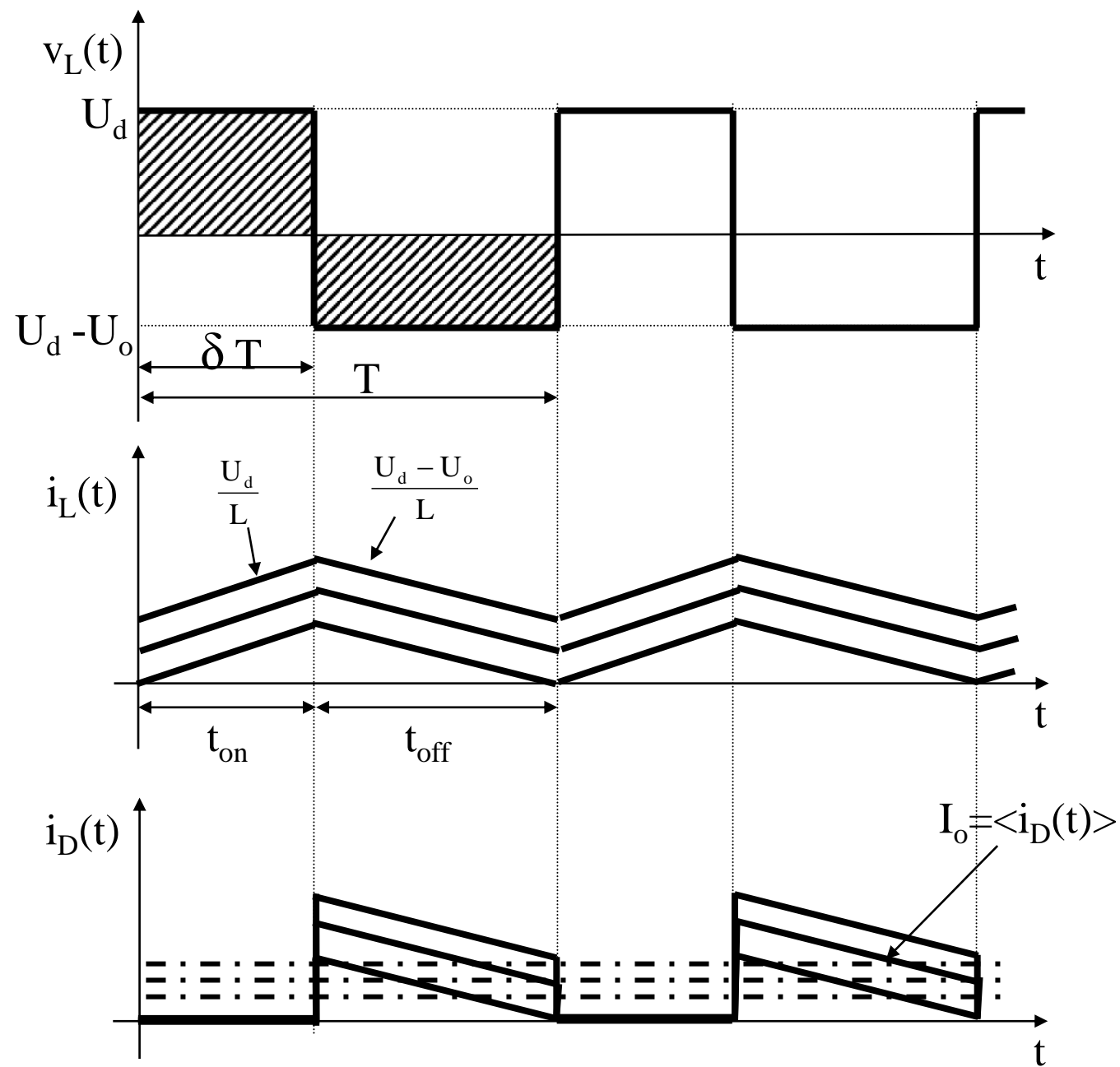


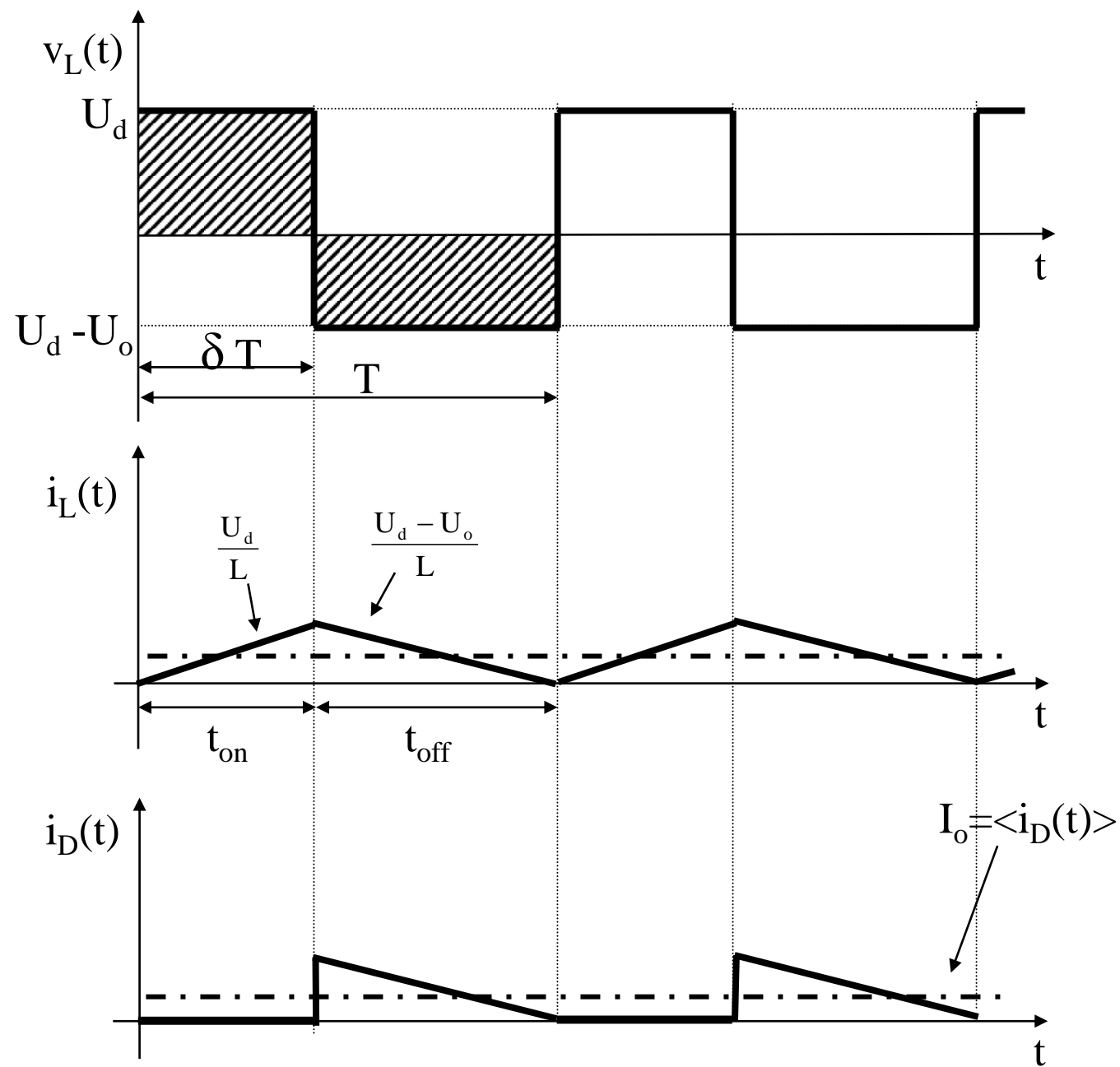


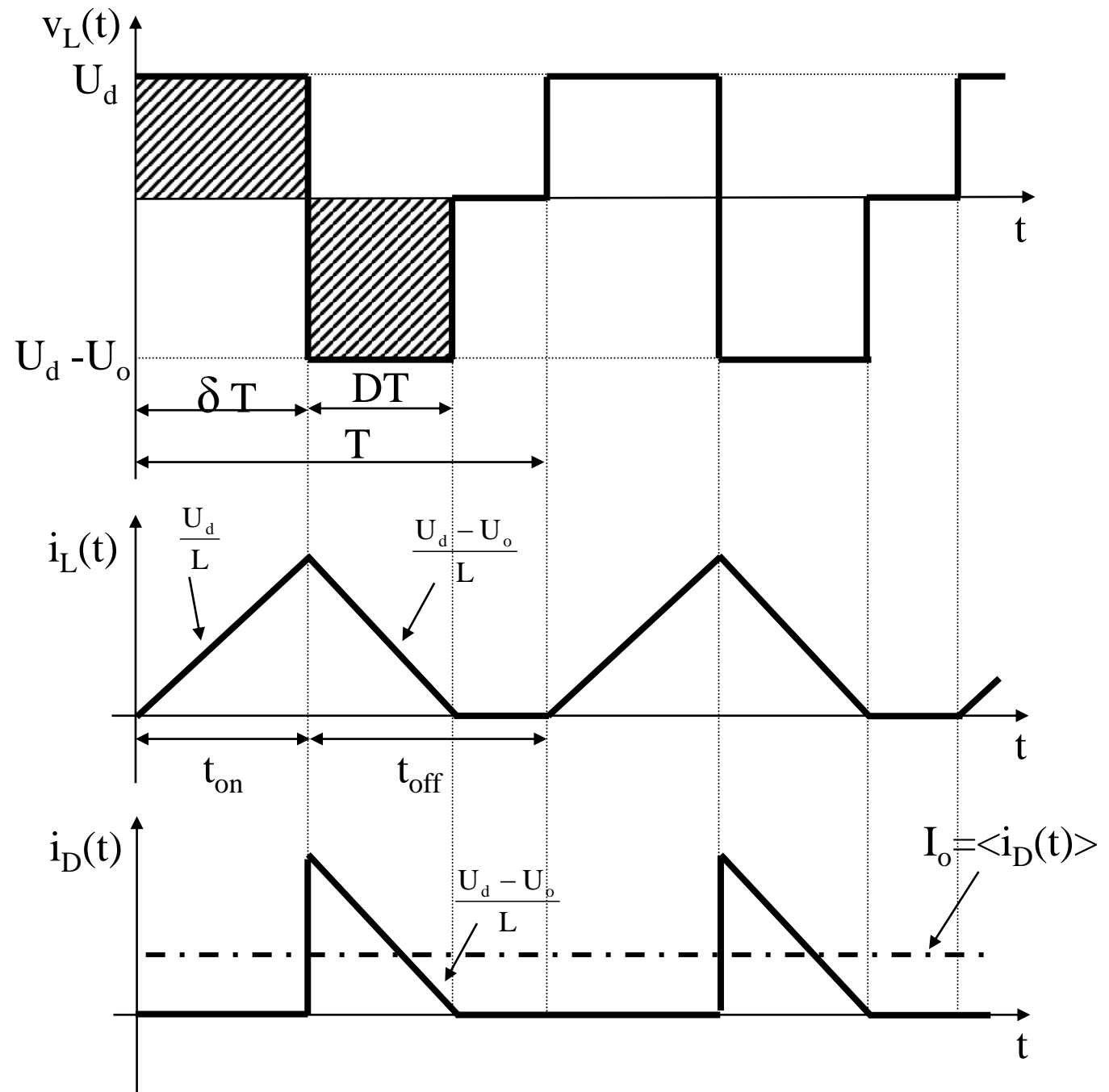
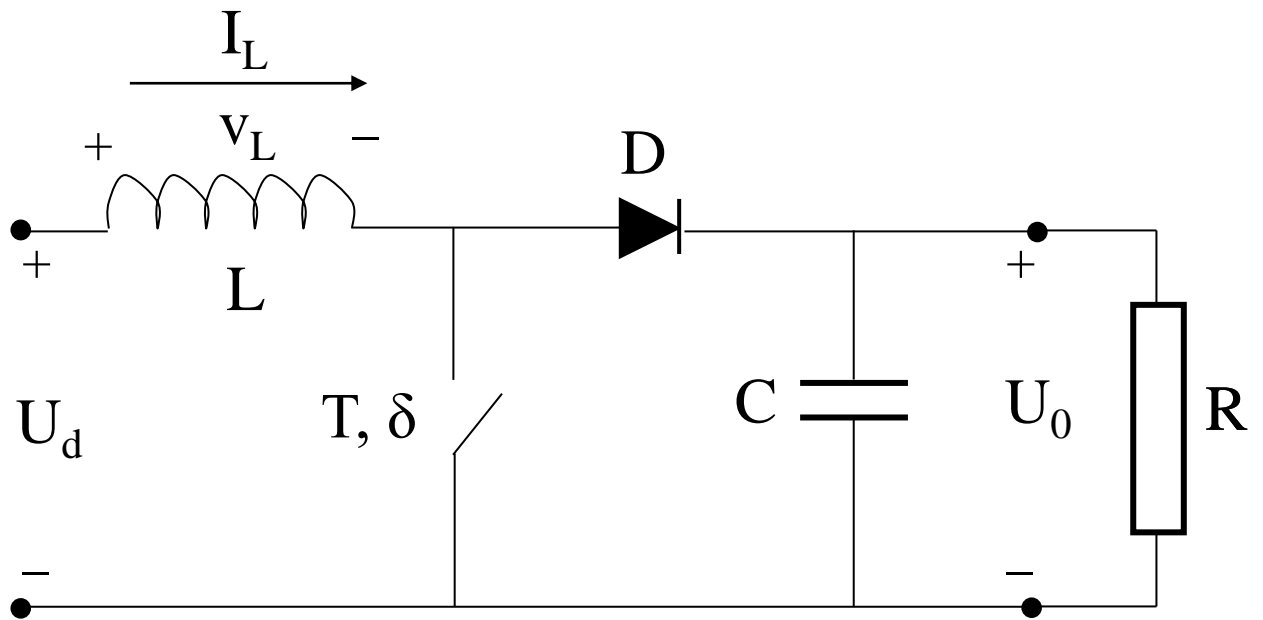
Boost

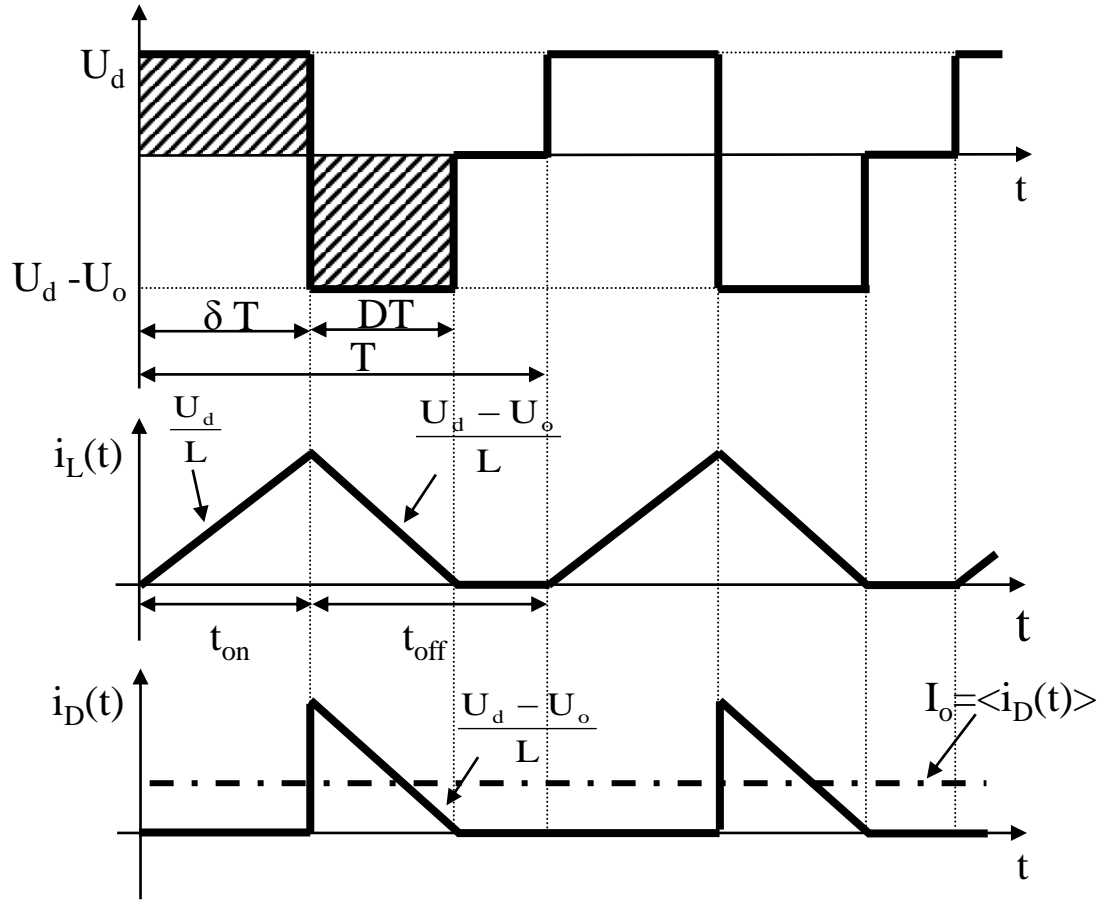




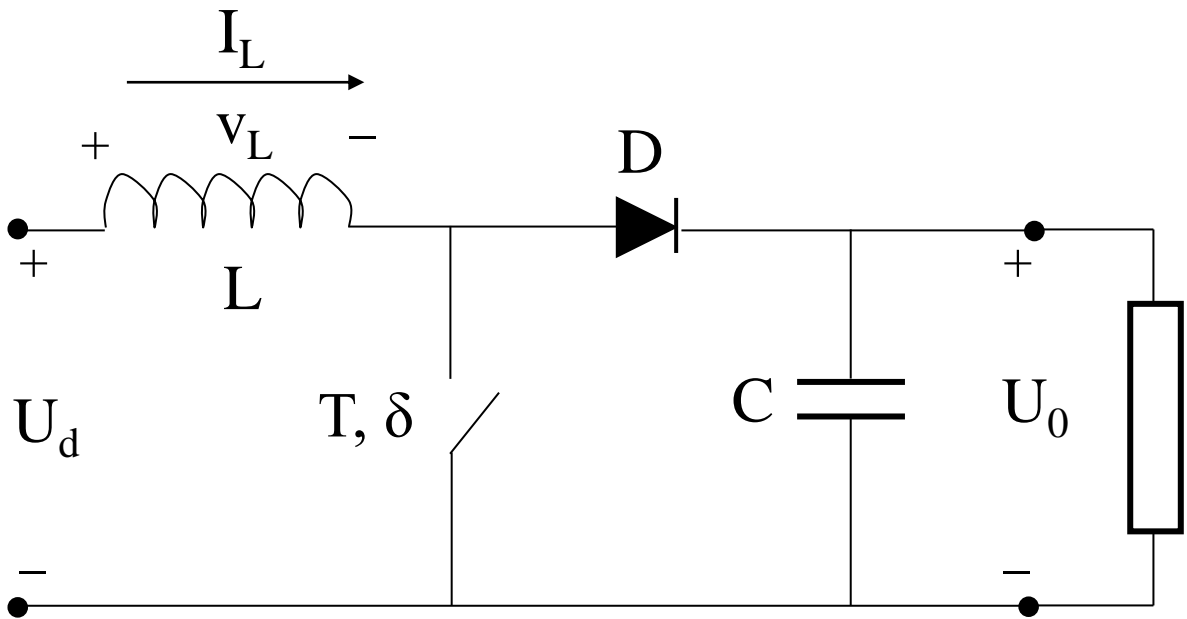








Convertidor Boost / Step-Up / Chopper Elevador



MCC

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{1}{1 - \delta}$$

$$I_d = \frac{I_0}{1 - \delta}$$

$$\Delta V_c = \frac{U_0 \delta T}{Rc}$$

MCD

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{R\delta^2 T}{2L}}$$

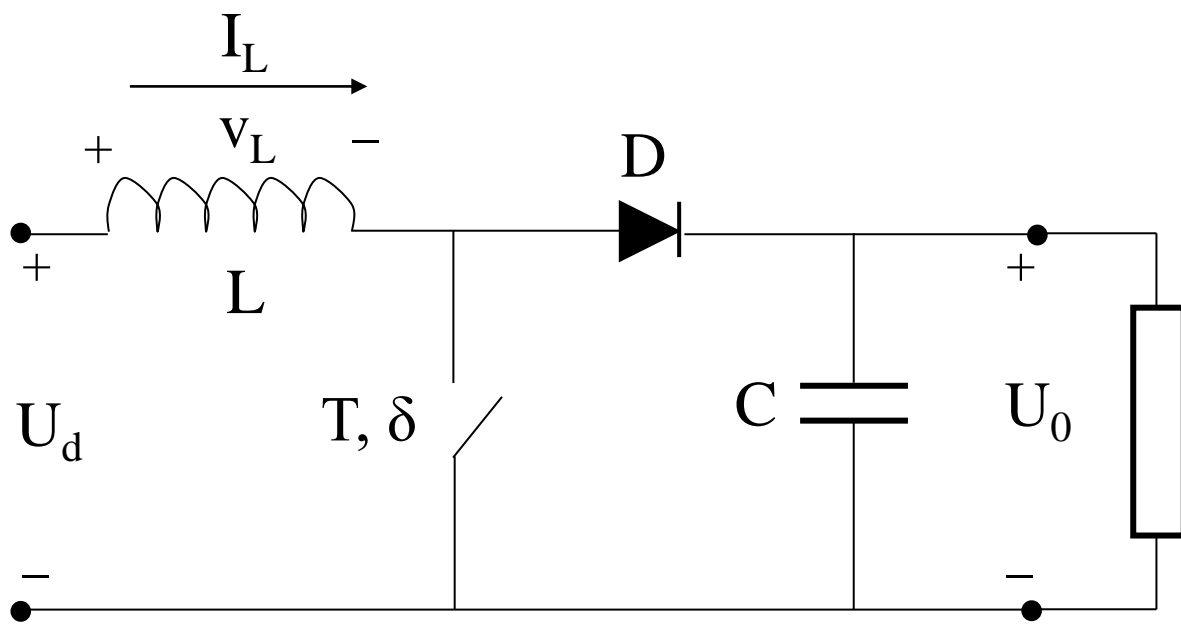
Segundo parcial – 2 de julio de 2004

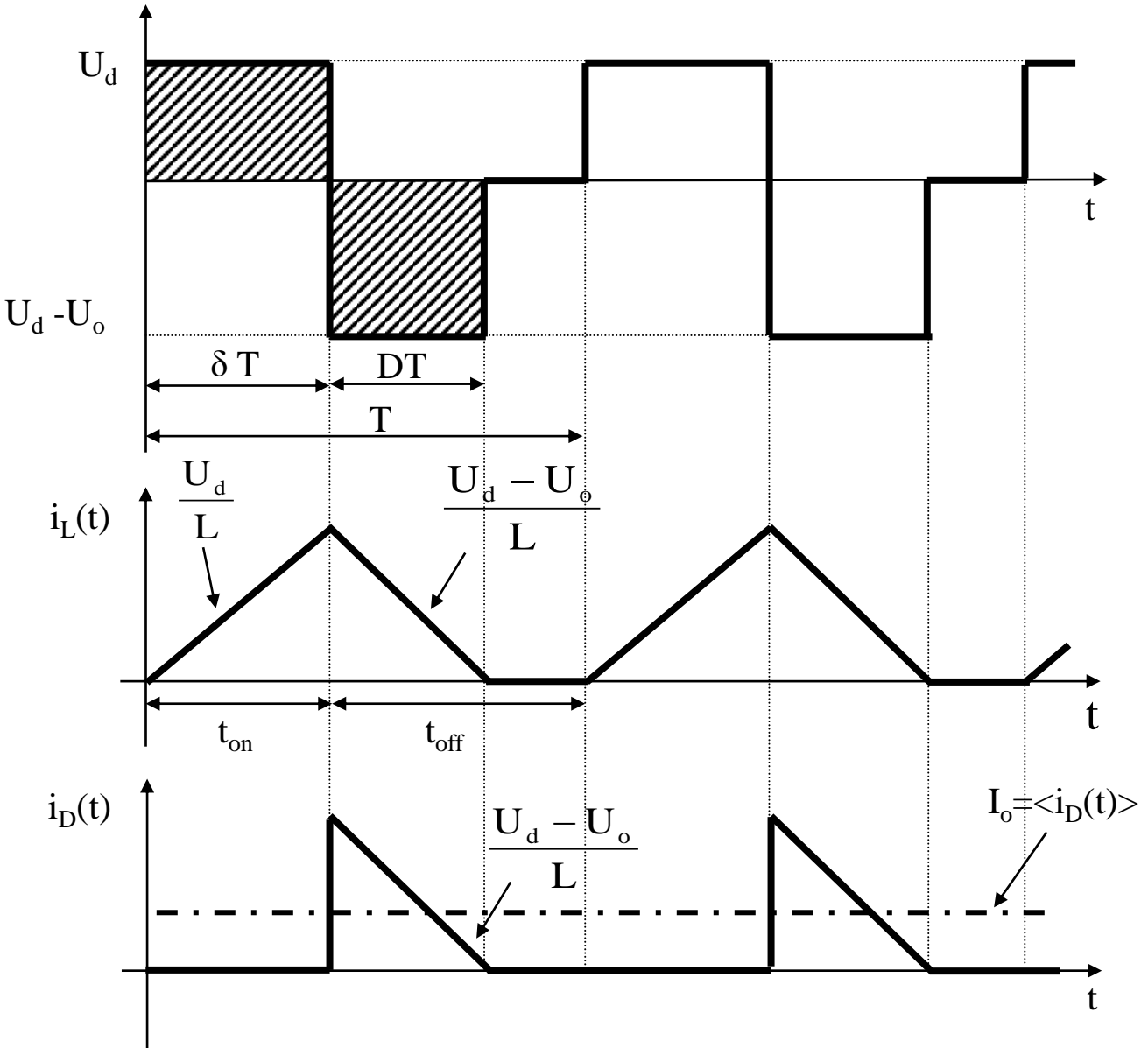
Problema 1.

Un convertidor formado por una inductancia, un mosfet, un diodo y un condensador suministra una tensión constante de 65V a partir de una batería cuya tensión puede variar entre 40 y 57V. El polo negativo de la tensión de entrada y el de la de salida coinciden. Tiene una carga mínima de 5W. El control PWM tiene frecuencia 25kHz y ciclo de trabajo mínimo 0,04. Suministra a la carga una potencia máxima de 500W.

- a) Dibujar el convertidor y deducir las expresiones de la transferencia (tensión de salida)/(tensión de entrada) para conducción continua y discontinua **(7 puntos)**
- b) Calcular el mínimo valor de la inductancia para que el convertidor opere correctamente en vacío (sólo con la carga mínima) **(7 puntos)**
- c) Dibujar la corriente por el mosfet, indicando valores de abcisas y ordenadas, con el convertidor a plena carga y con rizado máximo de corriente por la inductancia **(8 puntos)**

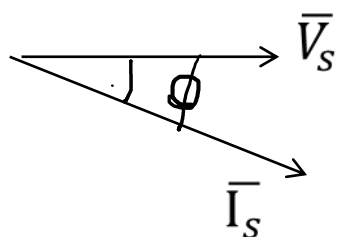
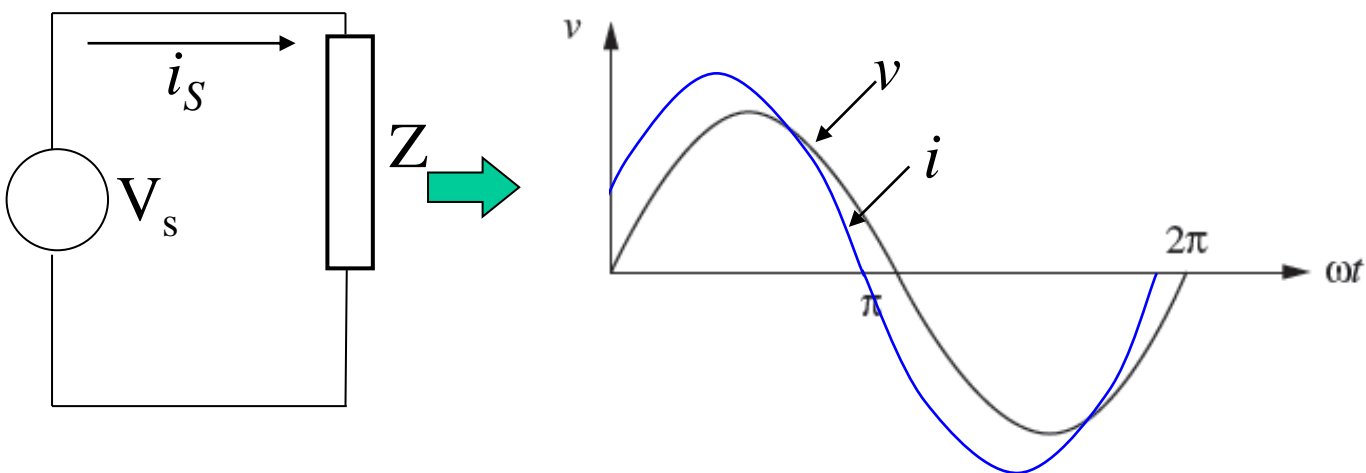
Nota: para b) y c) suponer conducción continua o discontinua según convenga, resolver y confirmar la suposición.





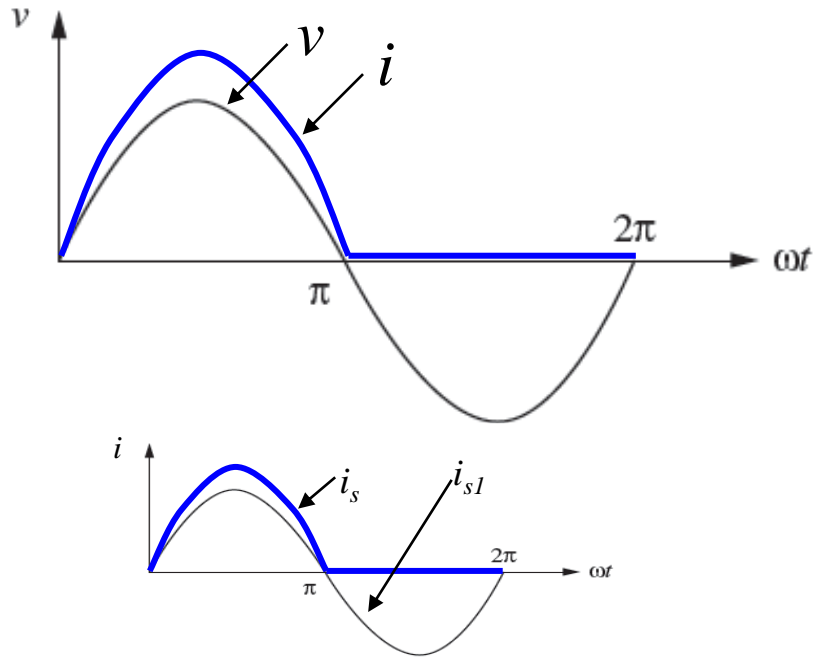
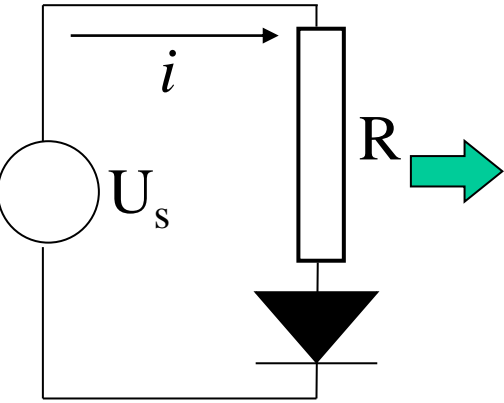
CARGAS LINEALES Y NO LINEALES

CARGAS LINEALES



$$P_s = V_s I_s \cos \phi$$
$$PF = \frac{P}{V_s \cdot I_s} = \cos \phi$$
$$I_s = \frac{P}{V_s PF}$$

CARGAS NO LINEALES



$$i_{sdist} = i_s - i_{s1}$$

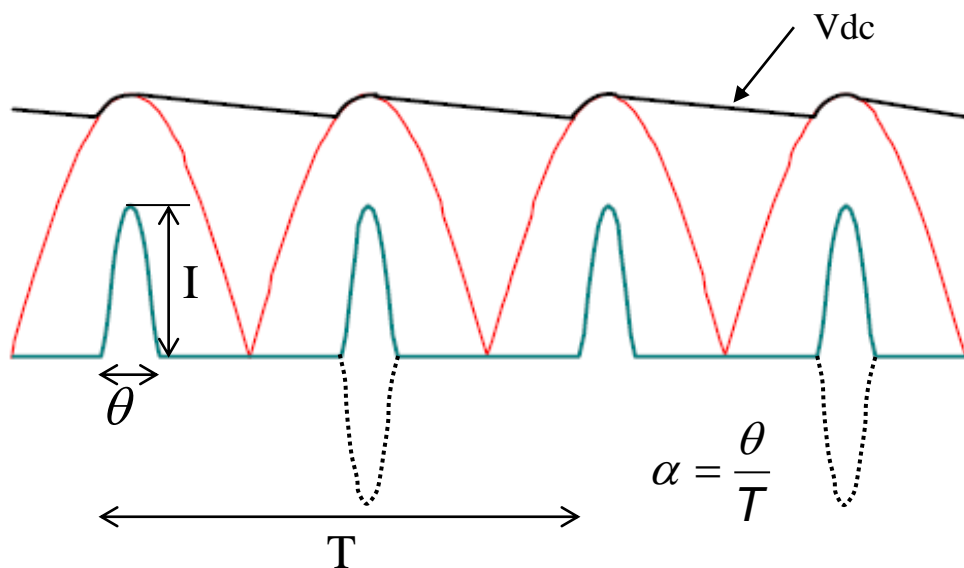
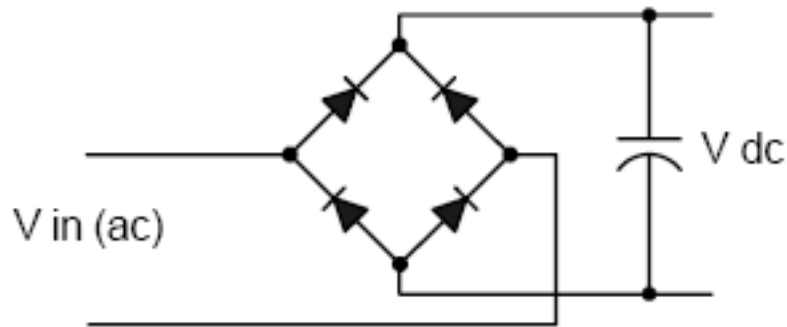
$$DPF = \cos \phi_1$$

$$I_{sdist} = \sqrt{I_s^2 - I_{s1}^2}$$

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{V_{S1} I_{S1} \cos \phi_1}{V_S I_S} = \frac{I_{S1}}{I_S} \cos \phi_1$$

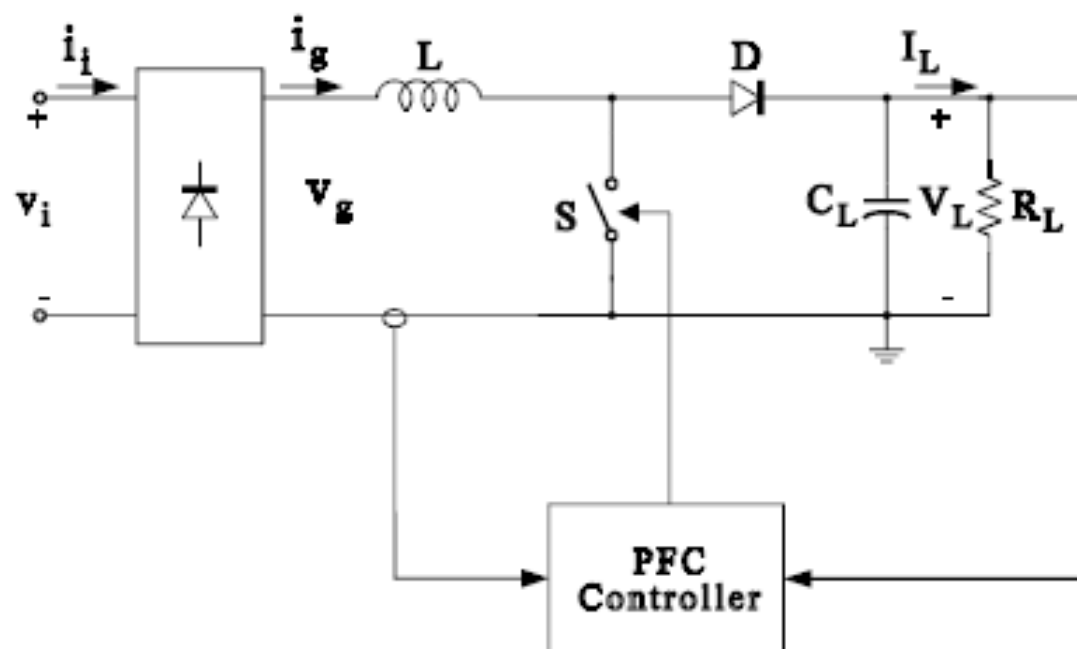
$$THD = \frac{I_{sdist}}{I_{s1}}$$

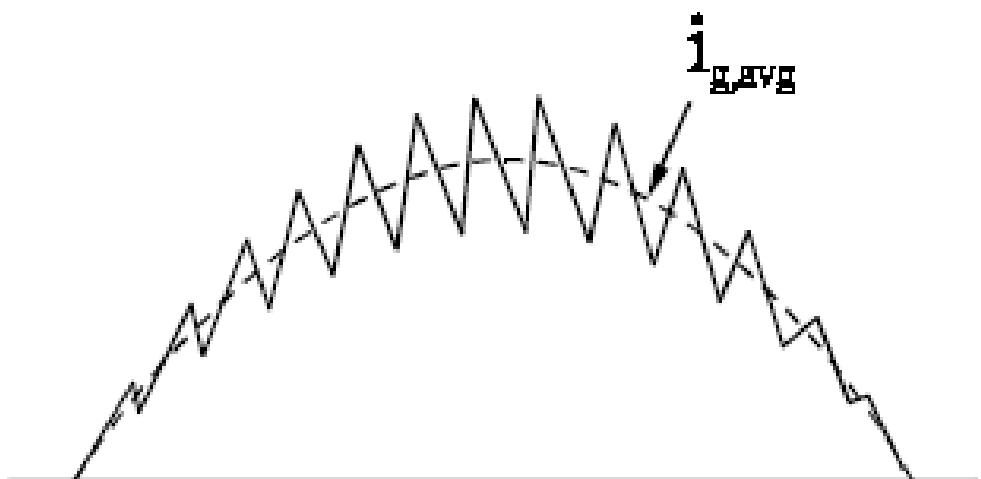
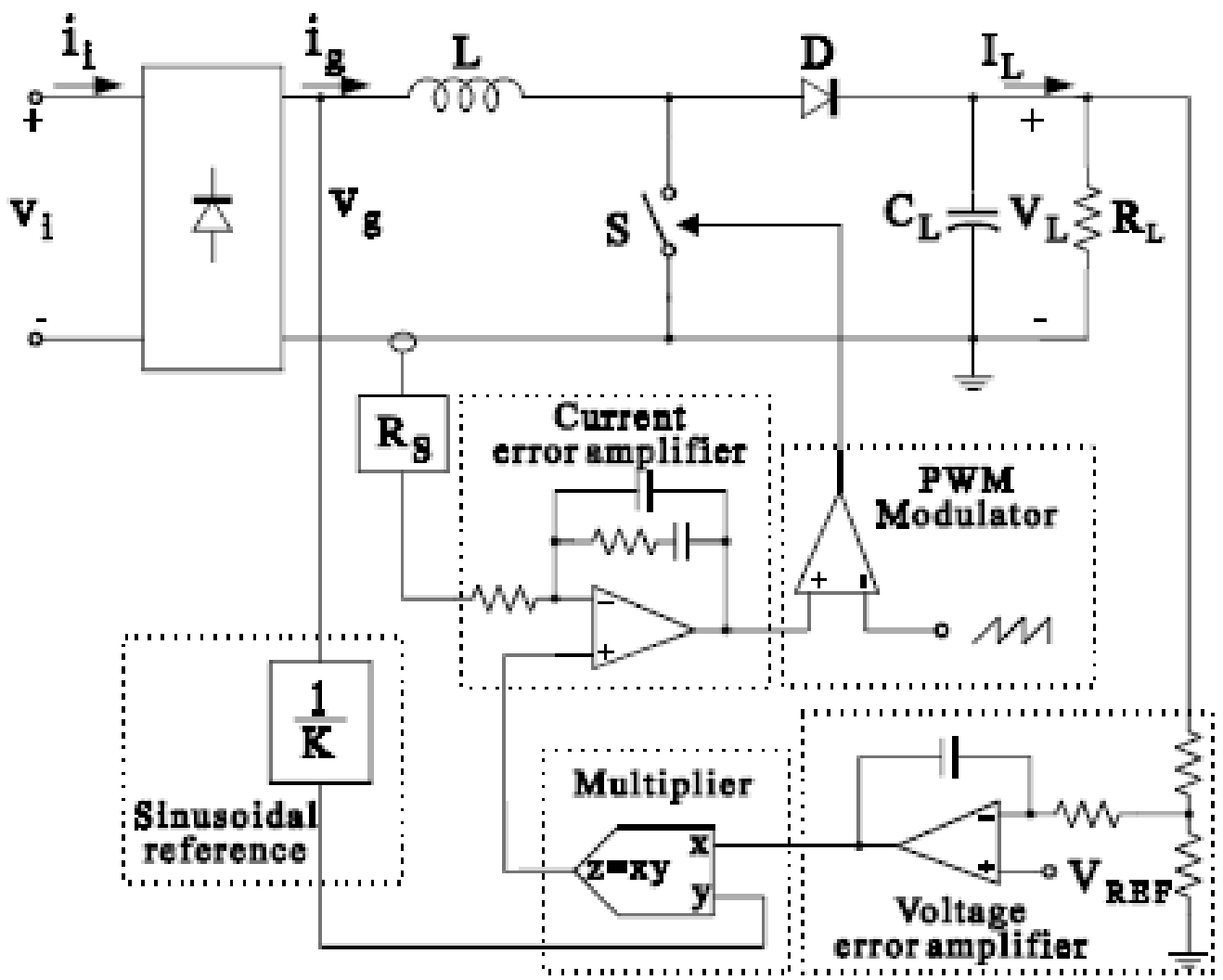
Rectificador monofásico



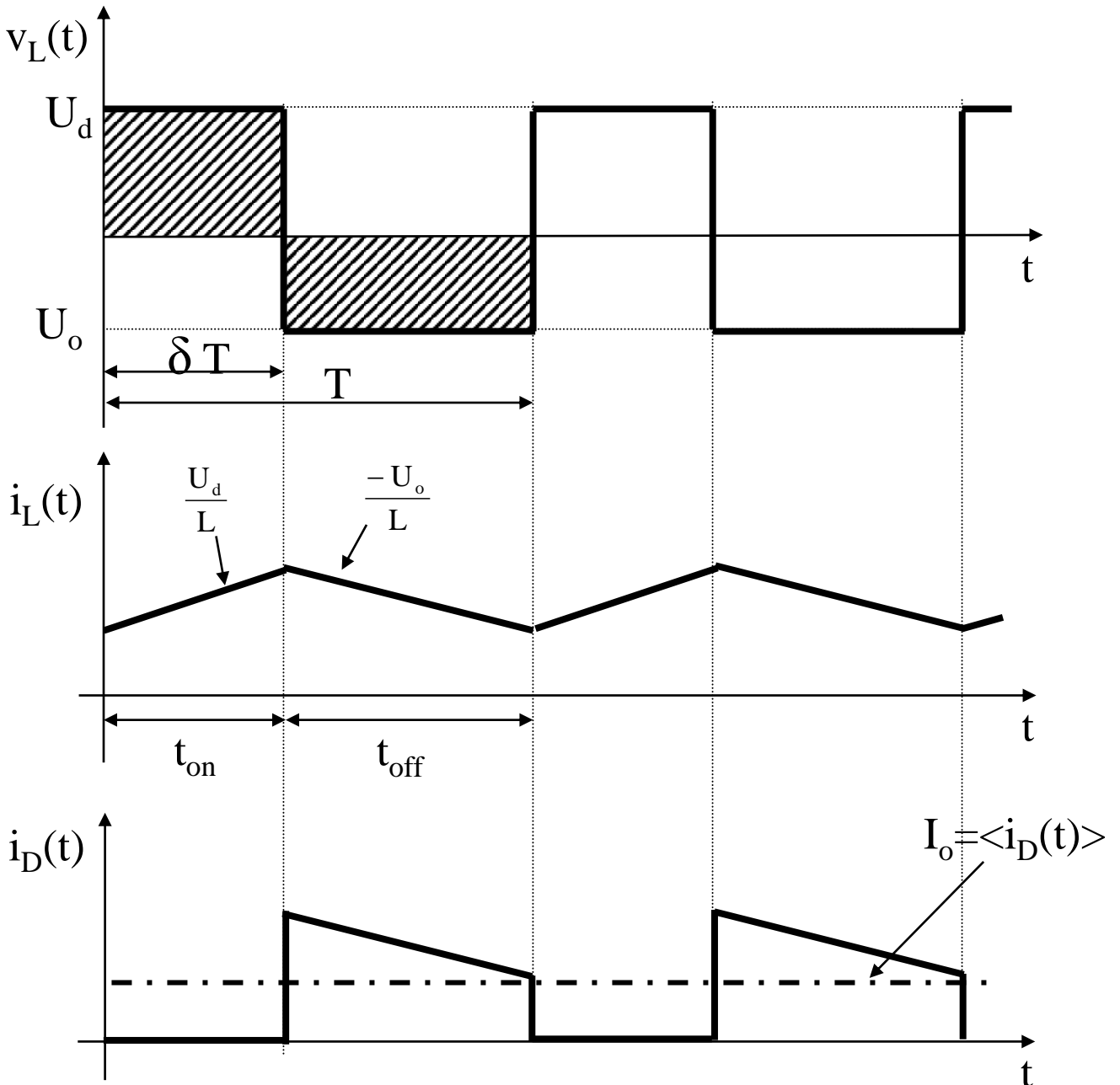
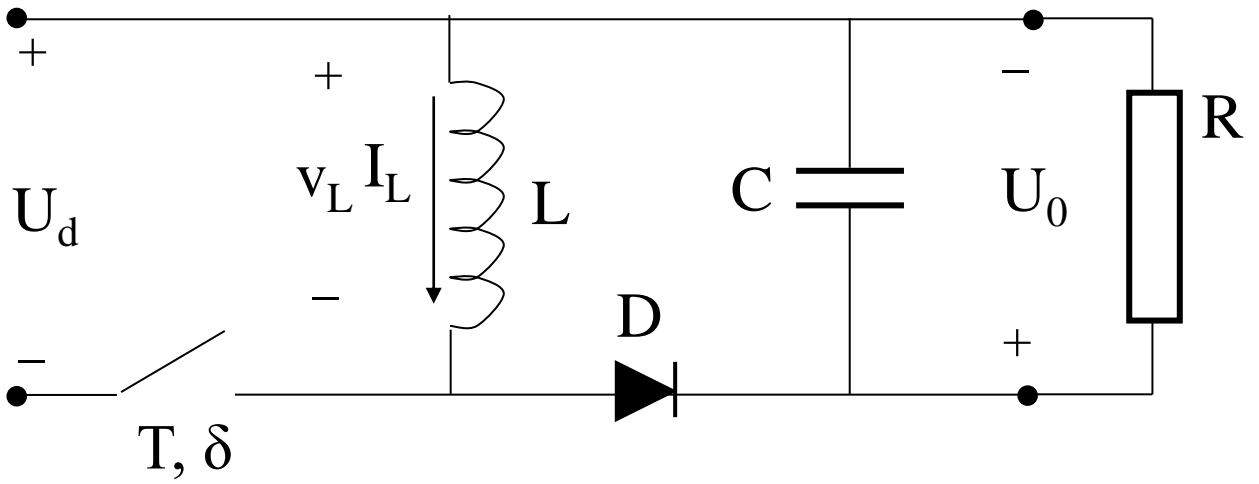
$$I_n = \frac{8\alpha I}{\pi} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{\cos n\alpha\pi}{1 - n^2\alpha^2\pi^2}$$

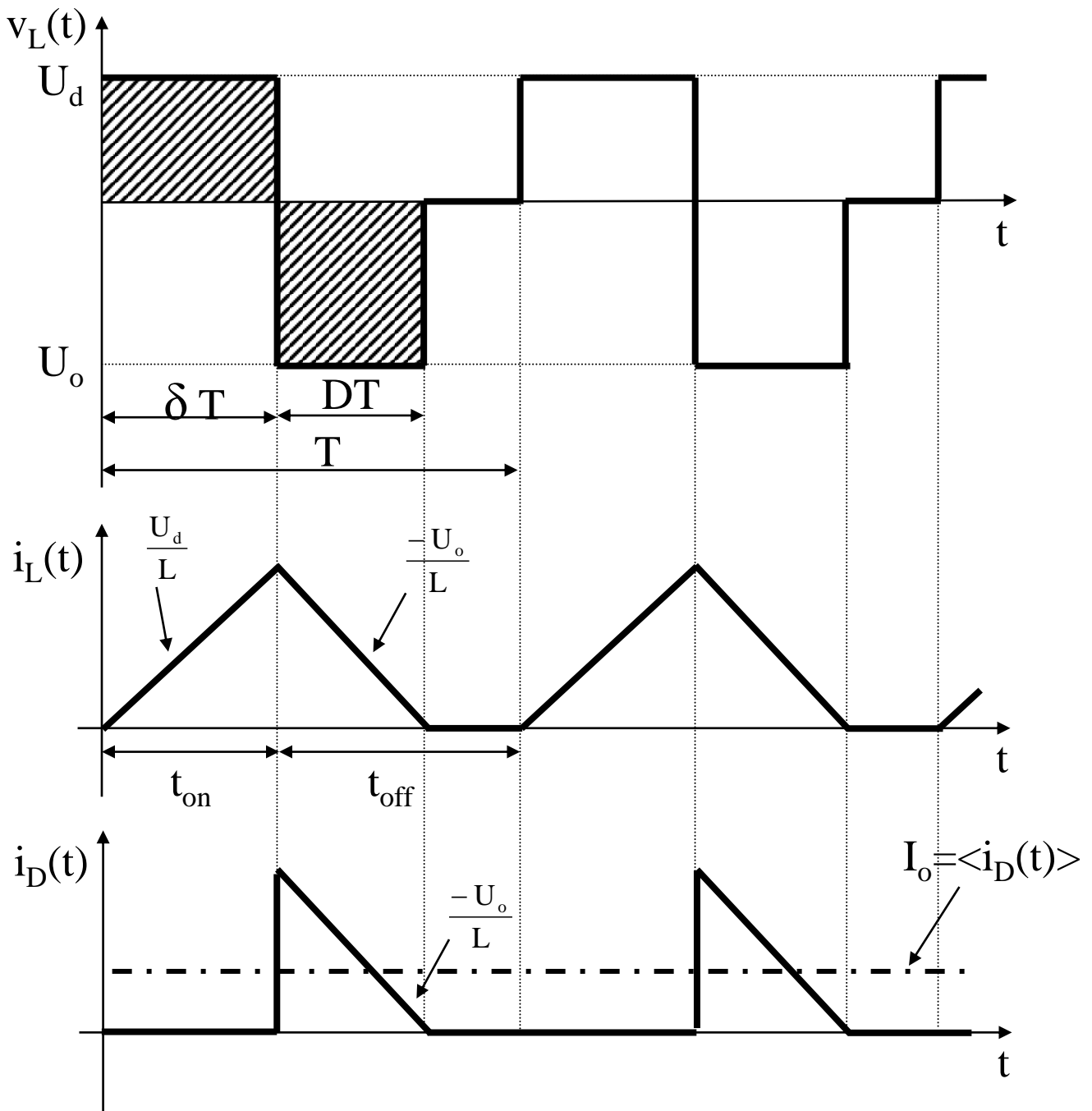
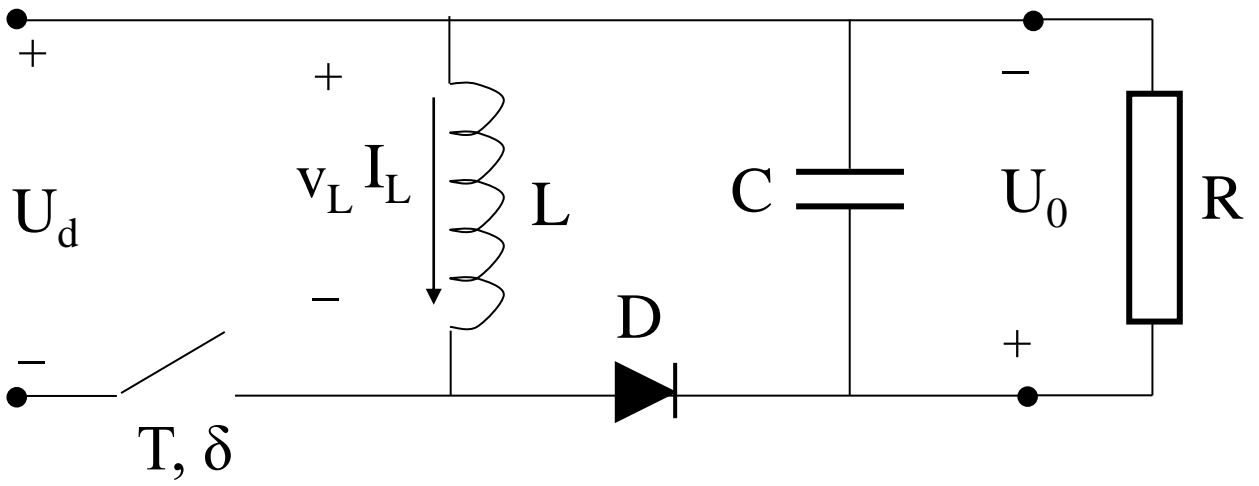
- Antes: transformador para adaptar el nivel de continua – reducía el contenido armónico
- Ahora: conversores DC-DC
- ¿Dónde se encuentran?
 - Equipamiento de oficina, PC's, televisiones, microondas, balastos electrónicos



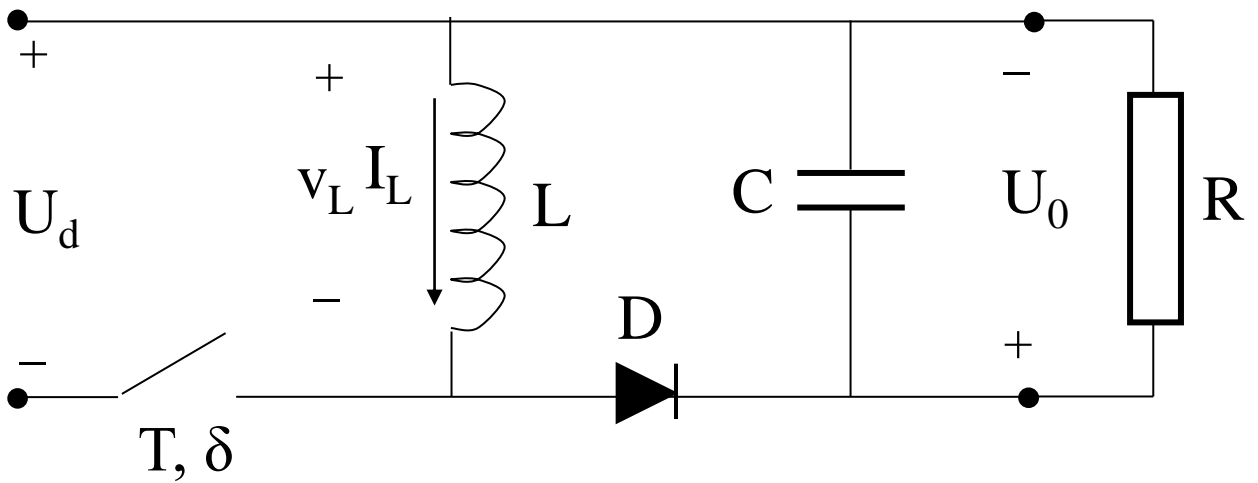


Buck-Boost





Convertidor Buck - Boost / Chopper Elevador - Reductor



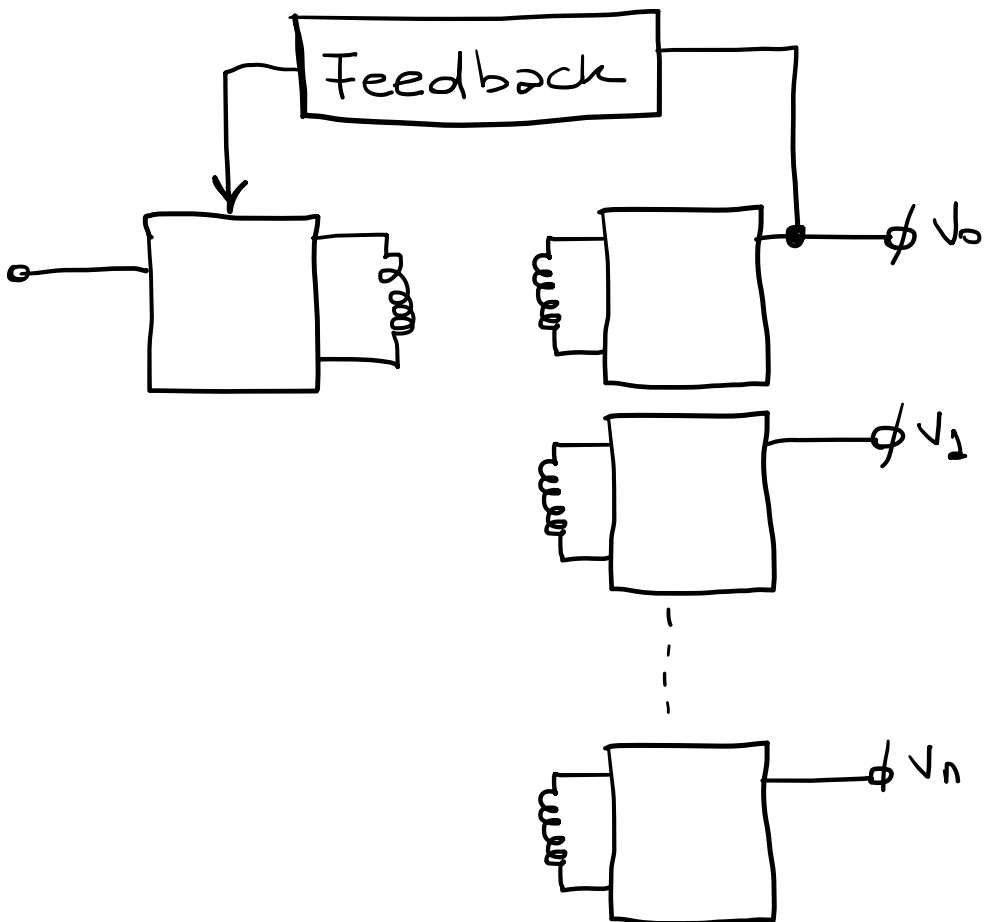
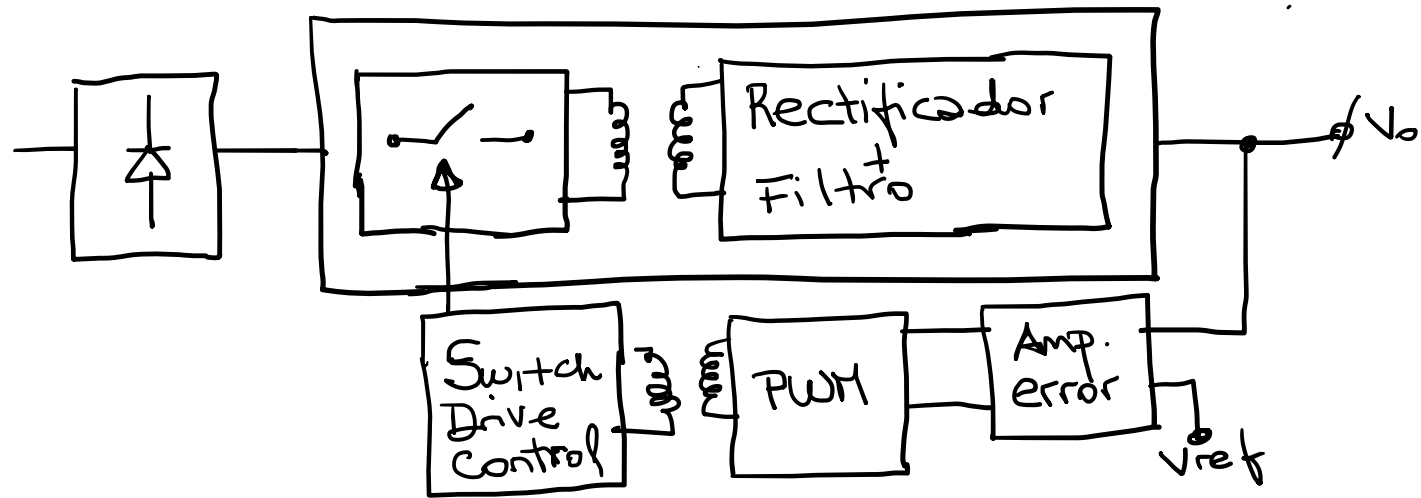
MCC

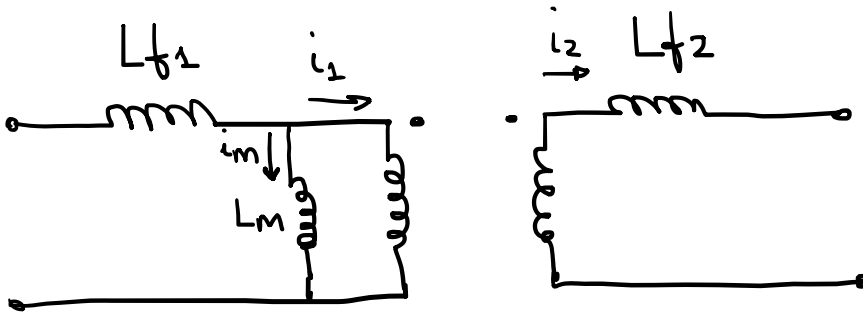
$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{\delta}{1 - \delta}$$

MCD

$$\frac{U_0}{U_d} = \sqrt{\frac{RT}{2L}} \cdot \delta$$

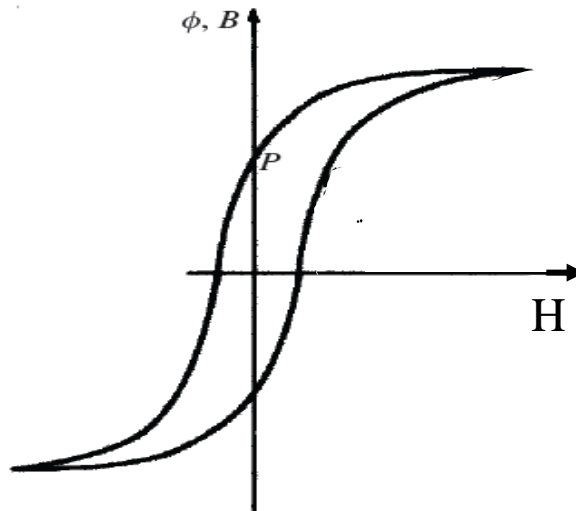
Convertidores aislados o con aislamiento galvánica-





De acuerdo a cómo utilizan el núcleo:

- 1) Excitación unidireccional
- 2) Excitación bidireccional



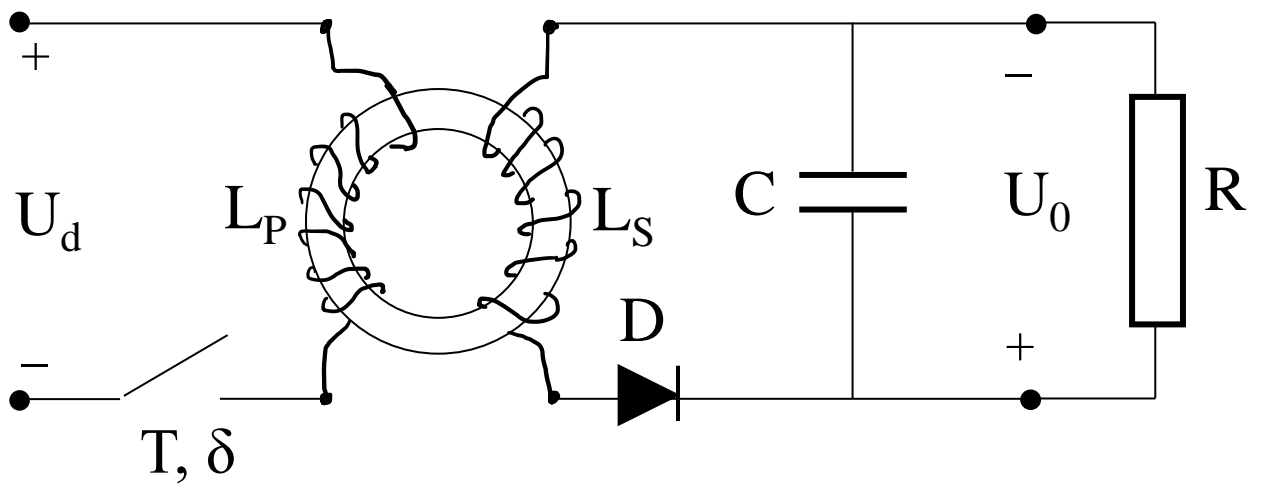
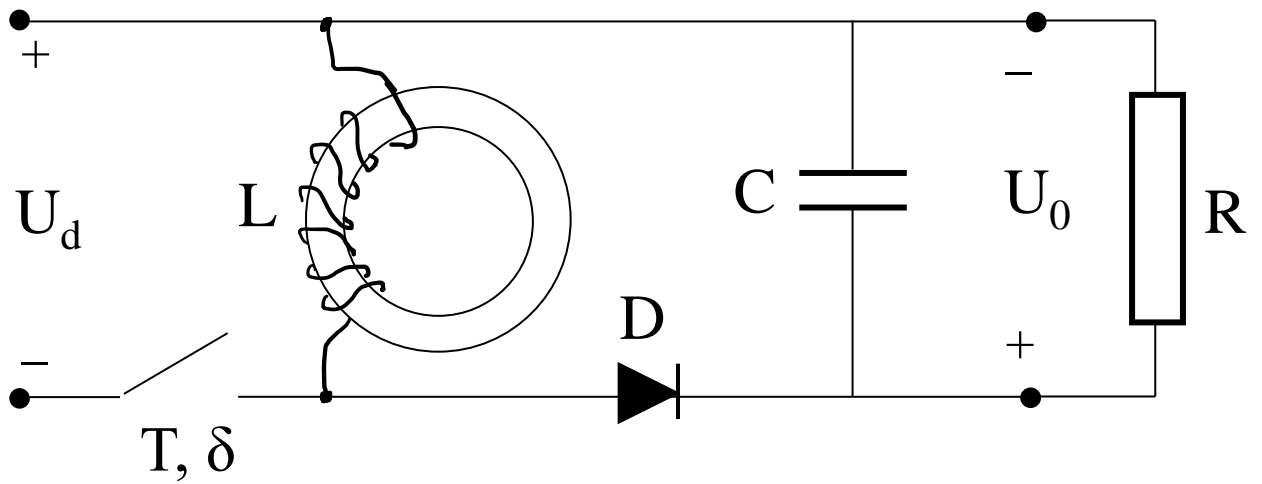
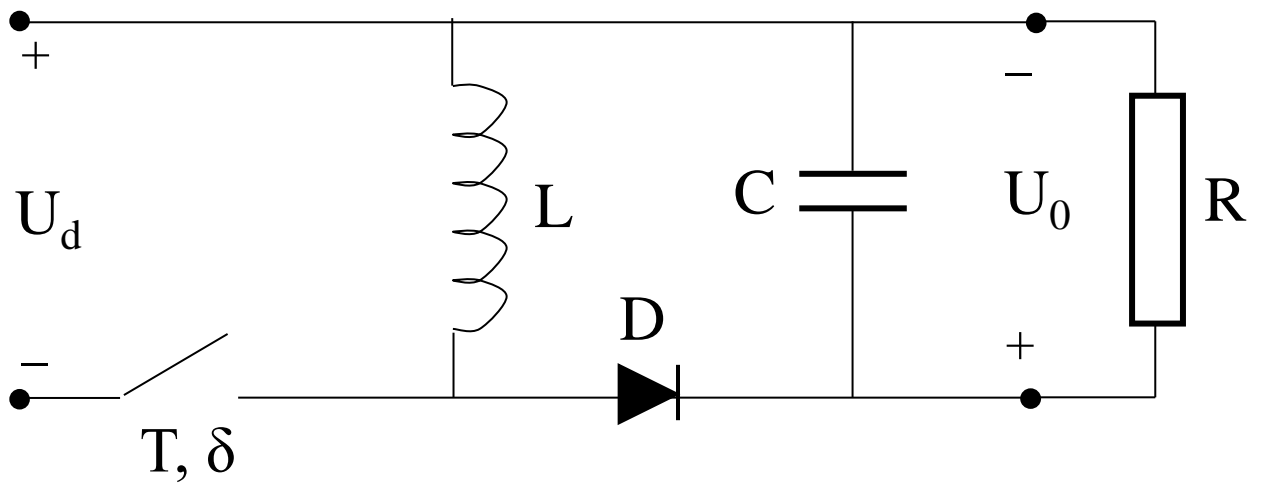
Unidireccionales:

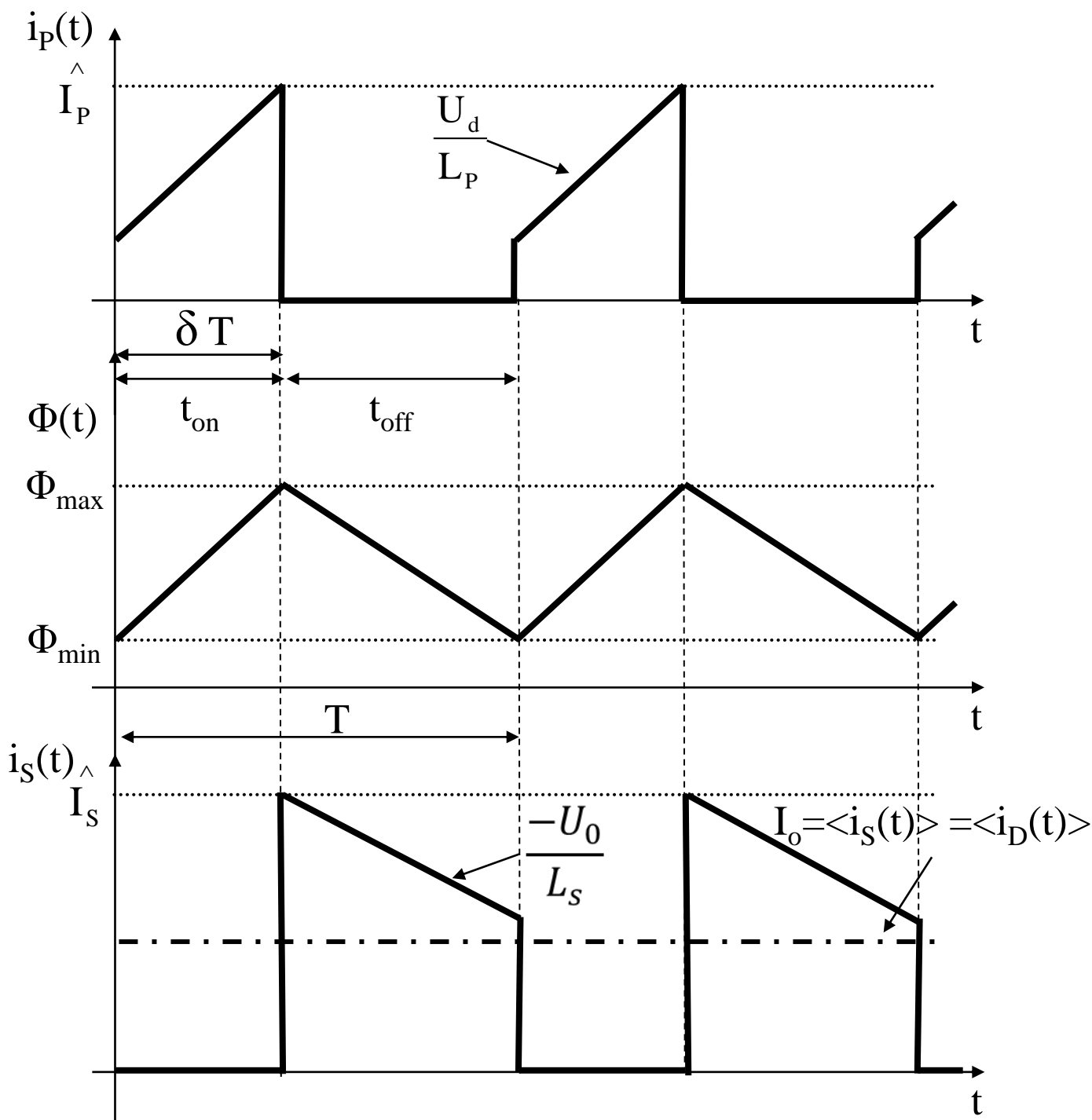
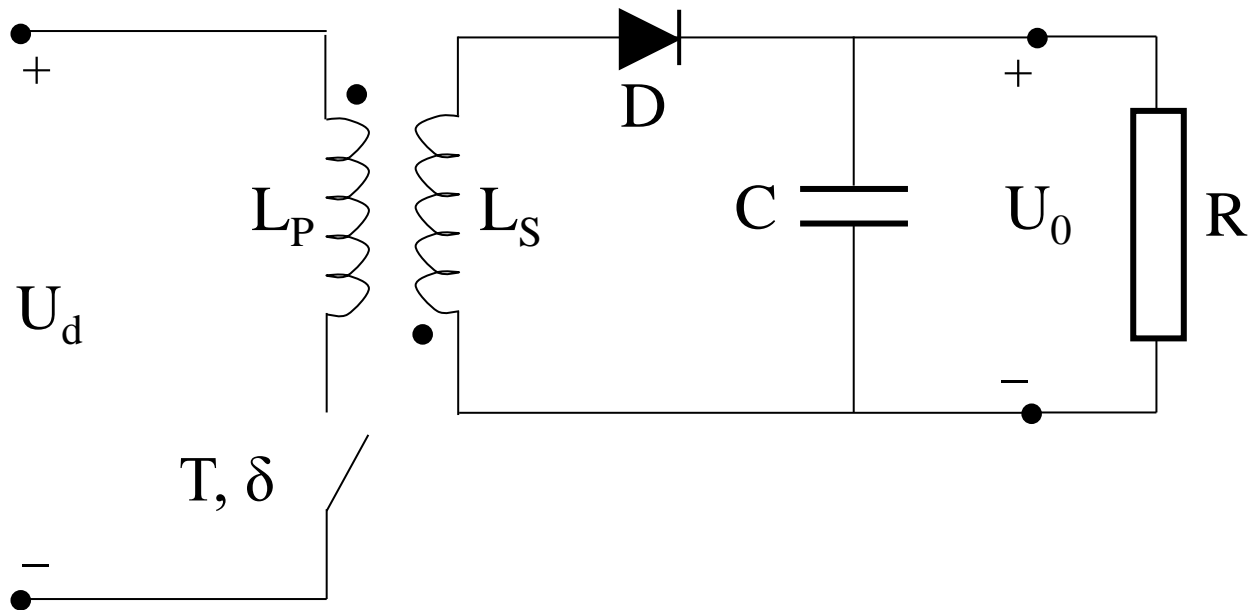
- Flyback (Buck – Boost)
- Forward (Buck)

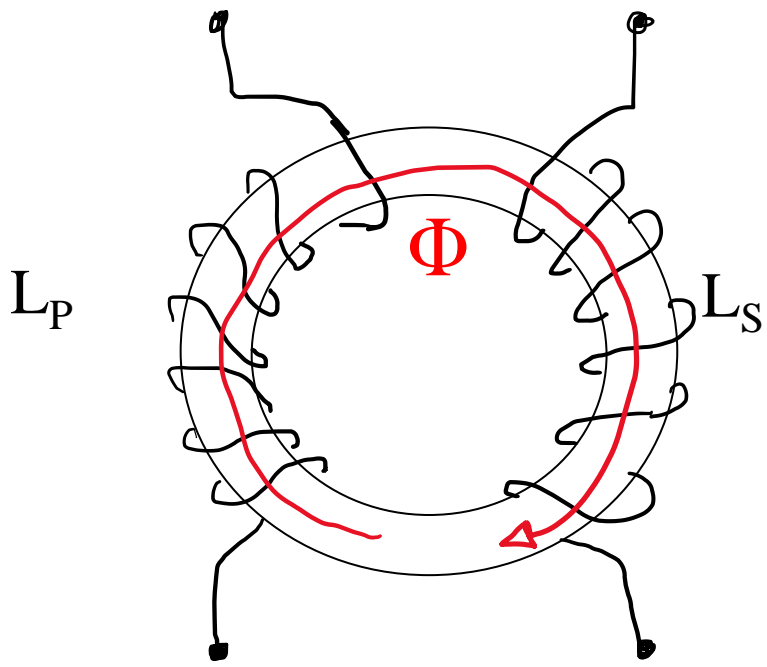
Bidireccionales:

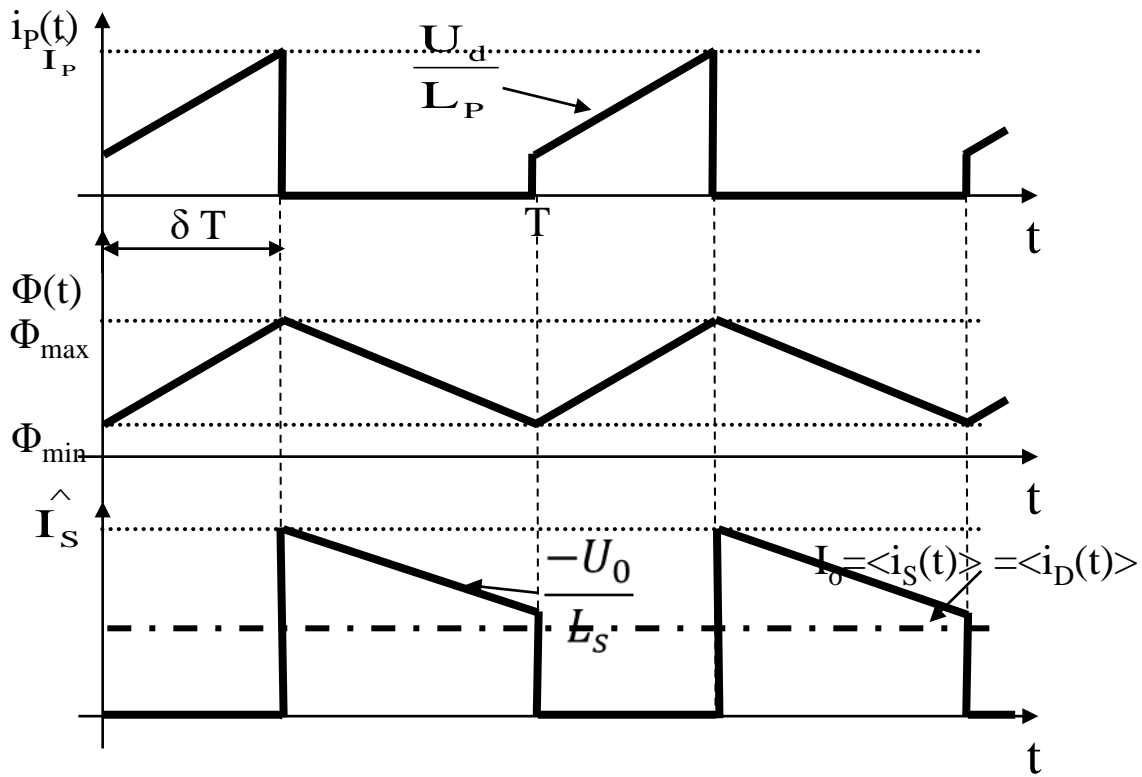
- Push – Pull
- Half Bridge
- Full Bridge

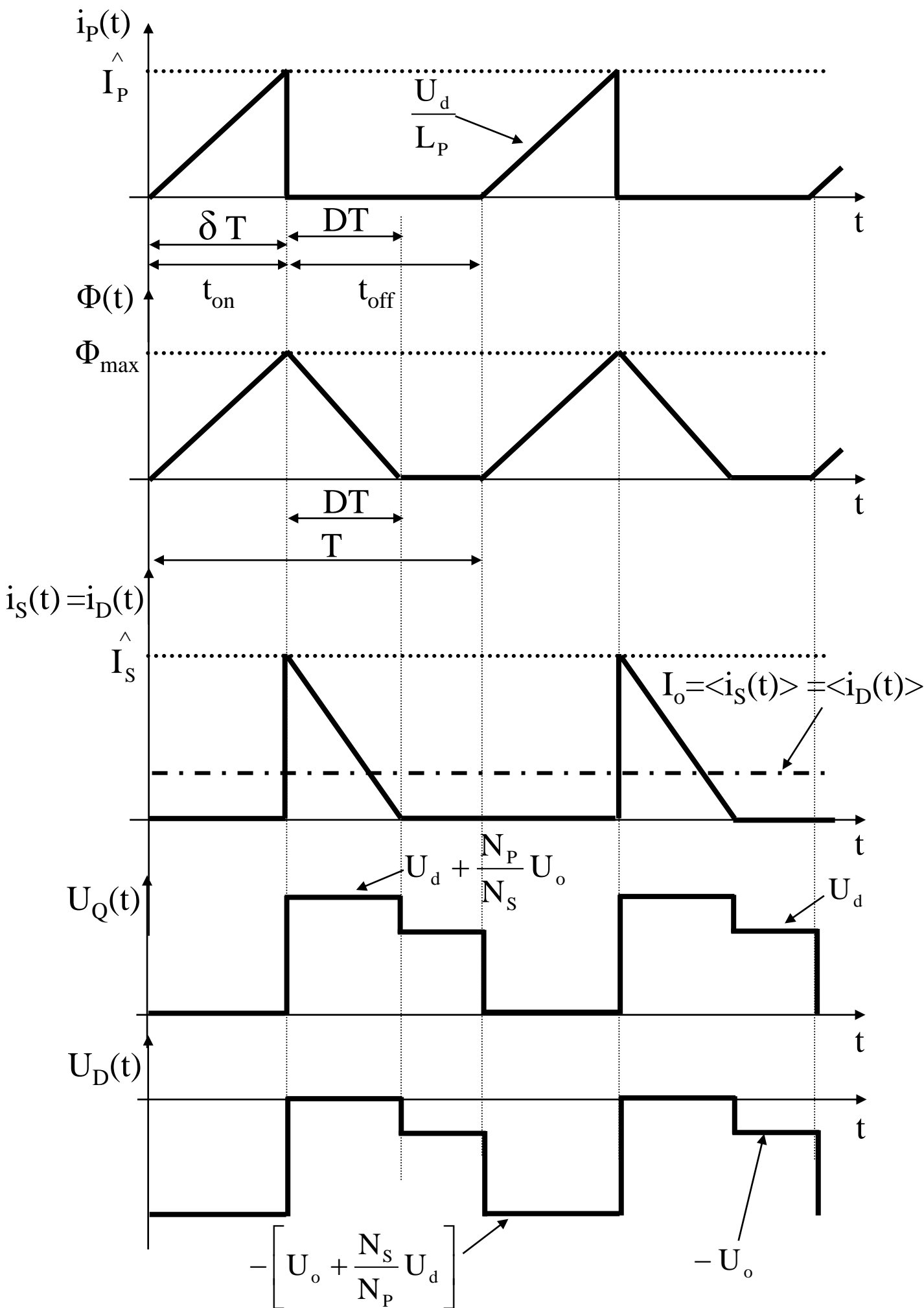
Flyback











Primer parcial 2001

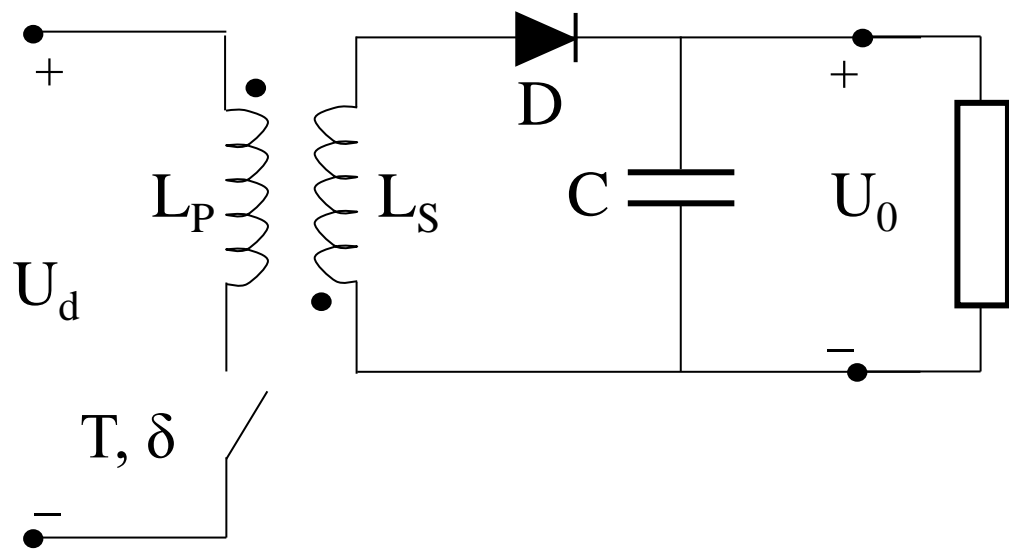
Problema 9.

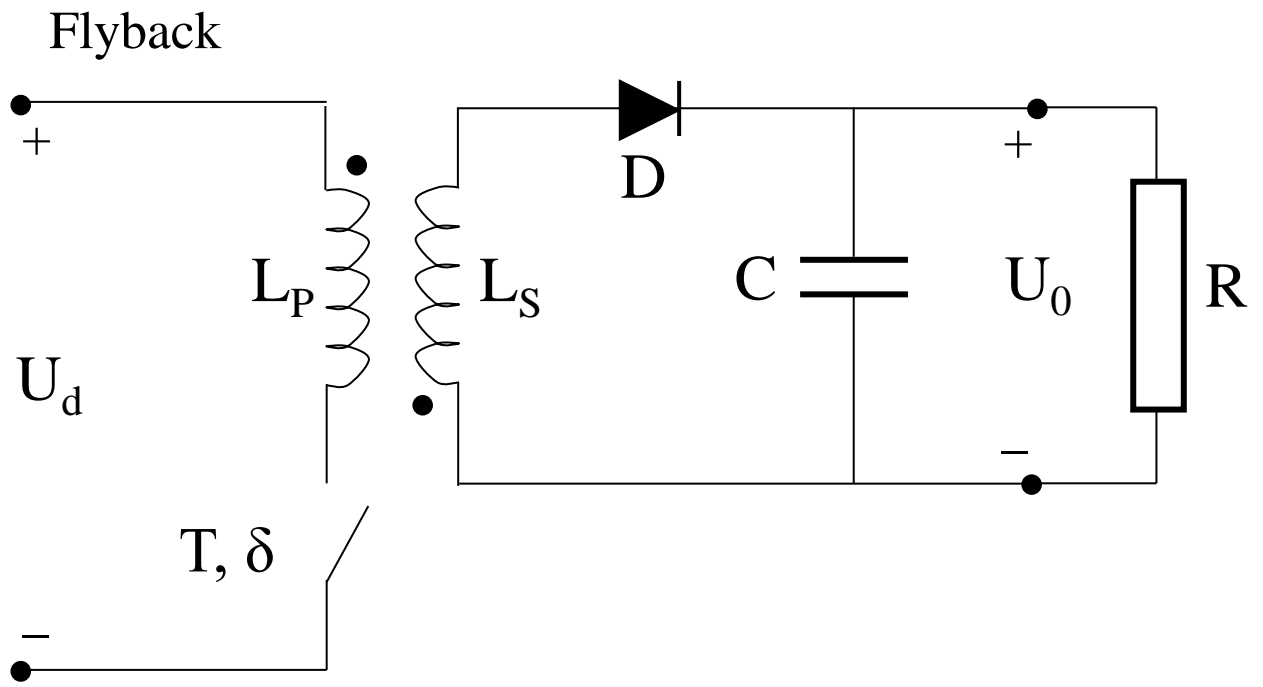
Un flyback aislado se usa para una fuente de 24 Vcc 5 A a partir de una tensión que puede ser indistintamente 110 Vca +/-20% o 220 Vca +/-20%.

Se diseña de tal manera que en todo el rango de operación trabaja en “conducción discontinua” (desmagnetización completa). La frecuencia es de 50 kHz y el ciclo de trabajo máximo es 0,45. Se considerará que el condensador del rectificador de entrada tiene capacidad suficientemente grande como para que la tensión de continua al flyback no tenga rizado. Se diseñará de tal manera que en el peor caso sea el de límite de flujo distinto de cero (límite de conducción continua).

Calcular la inductancia vista desde el bobinado de entrada.

Pregunta extra: agrega puntos pero no quita si no se hace: calcular la tensión máxima sobre la llave.





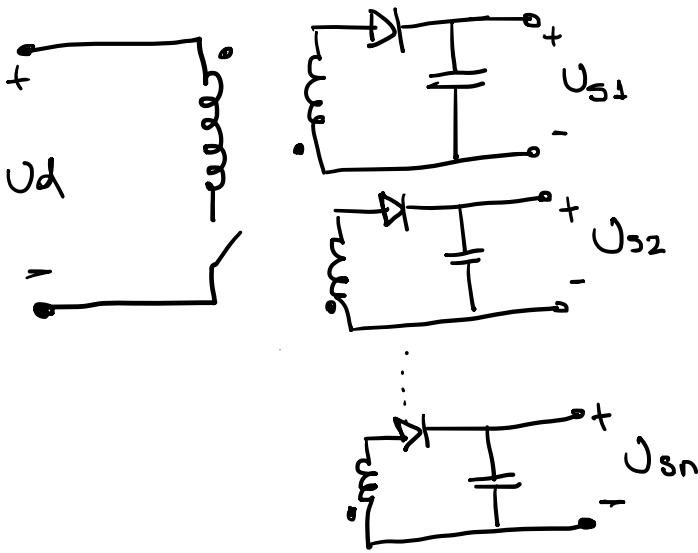
MCC

$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{N_s}{N_p} \frac{\delta}{1 - \delta}$$

MCD

$$\frac{U_0}{U_d} = \sqrt{\frac{RT}{2L_P}} \delta$$

Flyback con salidas múltiples



En estos casos no se cumple que la pendiente de decrecimiento de la corriente por los secundarios es $-U_{si}/L_{si}$ pues está el efecto de todos los secundarios, los cuales conducen al mismo tiempo

Se asume U_{si} constante en todos los circuitos secundarios

Llave cerrada:

$$n_p i_p(t) = R\phi(t)$$

Llave abierta:

$$\sum_{i=1}^k n_{s_i} i_{s_i}(t) = R\phi$$

En particular:

$$n_p \hat{I}_p = \sum_{i=1}^k n_{s_i} \hat{I}_{s_i} = R\phi$$

Faraday $e = n \frac{d\phi}{dt}$

Entonces, para cada salida $U_{s_i} = n_{s_i} \frac{d\phi}{dt} = cte$

$$\frac{d\phi}{dt} = cte \cdot$$

¿cómo se reparten las corrientes?

Inductancia en cada secundario: L_i

Mutua i,j: $L_{ij} = \sqrt{L_i L_j}$

$$U_{s_i} = L_i \frac{di_{s_i}}{dt} + \sum_{j \neq i} L_{ij} \frac{dj}{dt} = \sum_{j=1}^k L_{ij} \frac{dj}{dt}$$

$$\vec{u}_0 = [M] \frac{d\vec{i}}{dt}$$

Como $[M]$ es constante y \vec{u}_0 es constante, entonces las derivadas de las corrientes son constantes, entonces:

1) Las corrientes son lineales

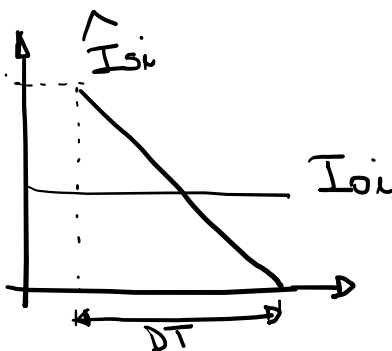
2) $I_{s_i} \geq 0$, por los diodos

$$\text{Como } R\phi(t) = \sum_{i=1}^k n_{s_i} I_{s_i}(t)$$

3) Las corrientes son cero cuando el flujo llega a cero

4) Ninguna se anula antes de que el flujo llegue a cero porque las derivadas son constantes

5) Todas se anulan en DT



$$I_{oi} = \frac{1}{2} DT \hat{I}_{s_i} \frac{1}{T}$$

$$I_{oi} = \frac{U_{oi}}{R_i}$$

$$\hat{I}_{s_i} = \frac{2U_{oi}}{DR_i}$$

Para el diseño:

$$e = n \frac{d\phi}{dt}$$

Se fija una de las tensiones y el resto queda determinado por la relación entre los números de vueltas

$$\frac{U_{s_i}}{n_{s_i}} = \frac{U_{s_j}}{n_{s_j}}$$

Dadas las cargas, se fijan las corrientes:

$$U_{s_i} = \frac{n_{s_i} \hat{\phi}}{DT}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{\hat{\phi}}{DT}$$

$$n_p \hat{\phi} = U_d \delta T$$

$$\hat{\phi} = \frac{U_d \delta T}{n_p}$$

Se puede calcular D y con Ri y Usi se calcula \hat{I}_{s_i}

¿Por qué se consiguen diseños más compactos con un convertidor DC-DC?

Transformador

A partir de la ley de Faraday:

$$E = kfSN\hat{B}$$

f = frecuencia en Hz

S = sección en mm²

N = n° de vueltas

\hat{B} = valor de pico de la densidad de flujo magnético en T
(Wb/m²)

Filtro

L

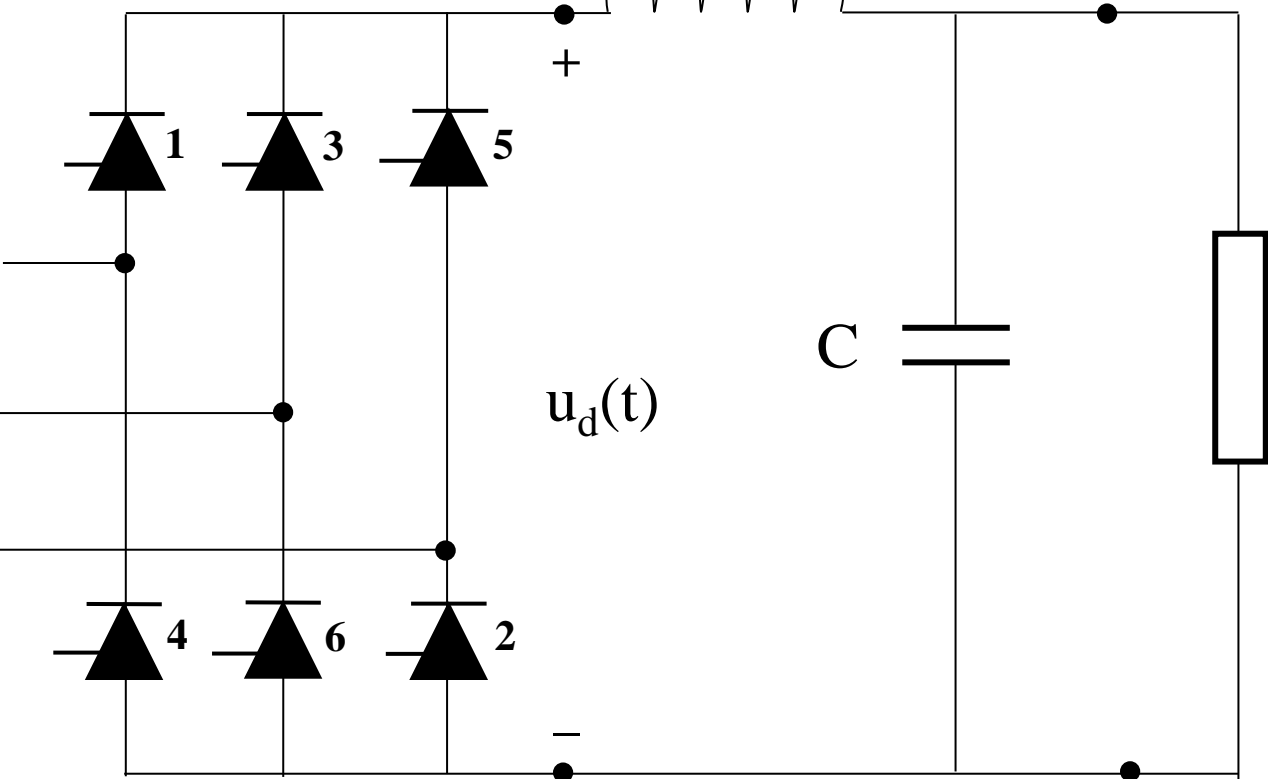
A

+

$u_d(t)$

C

R

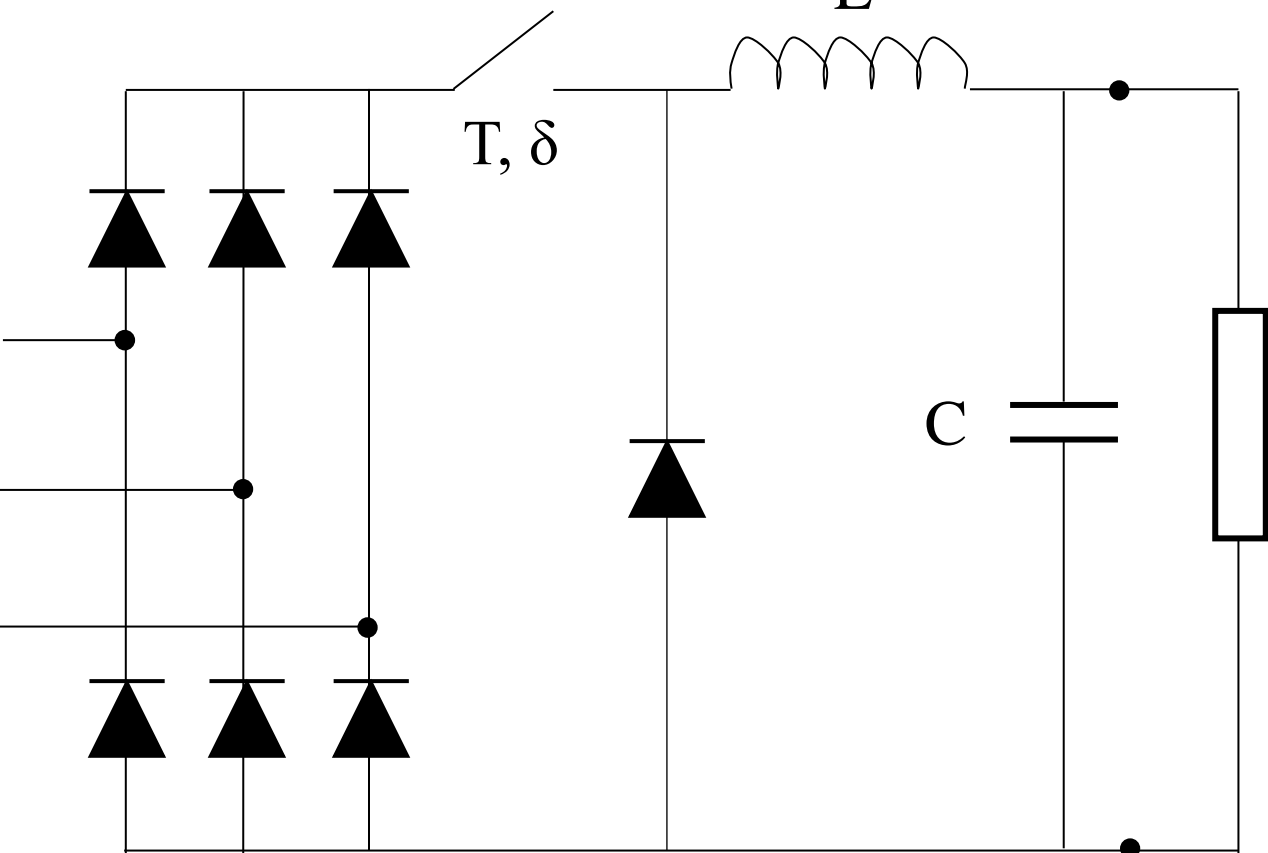


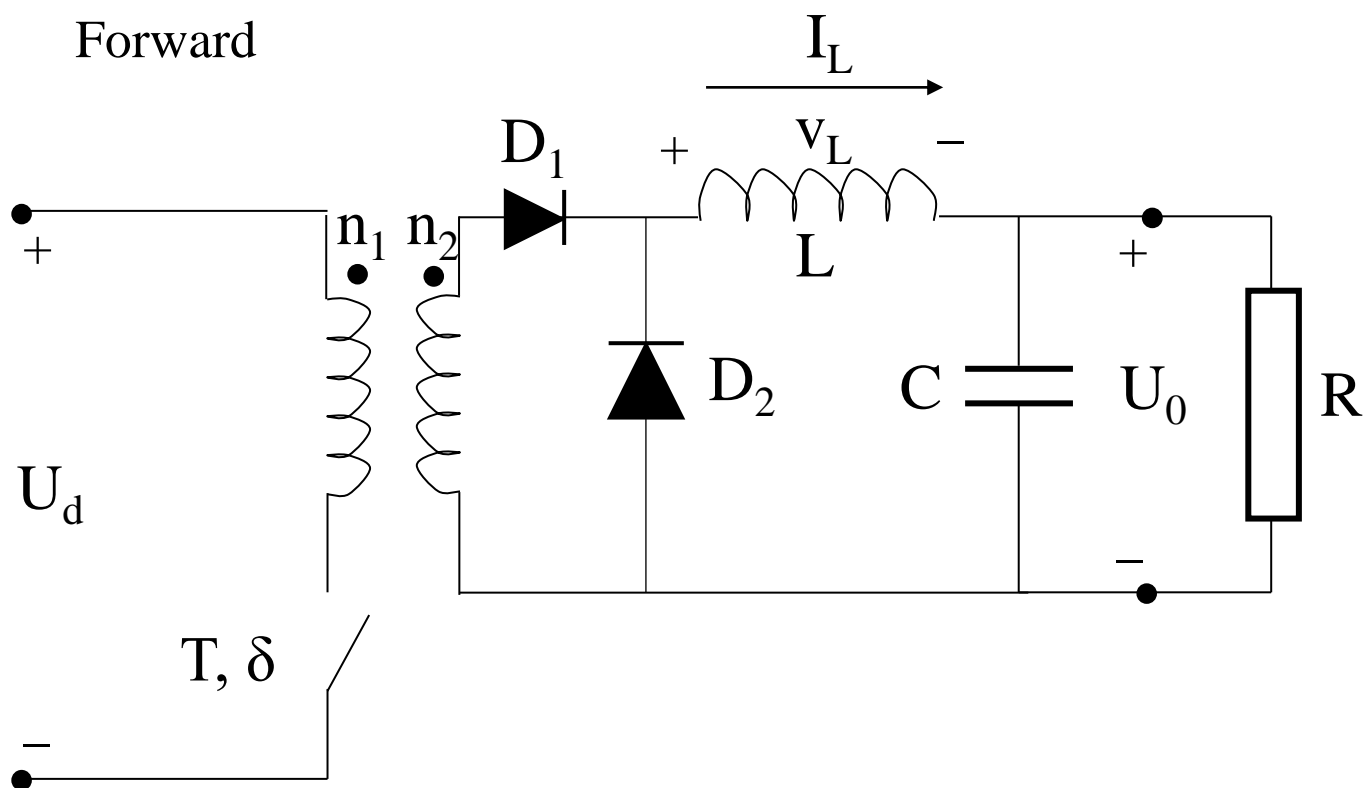
L

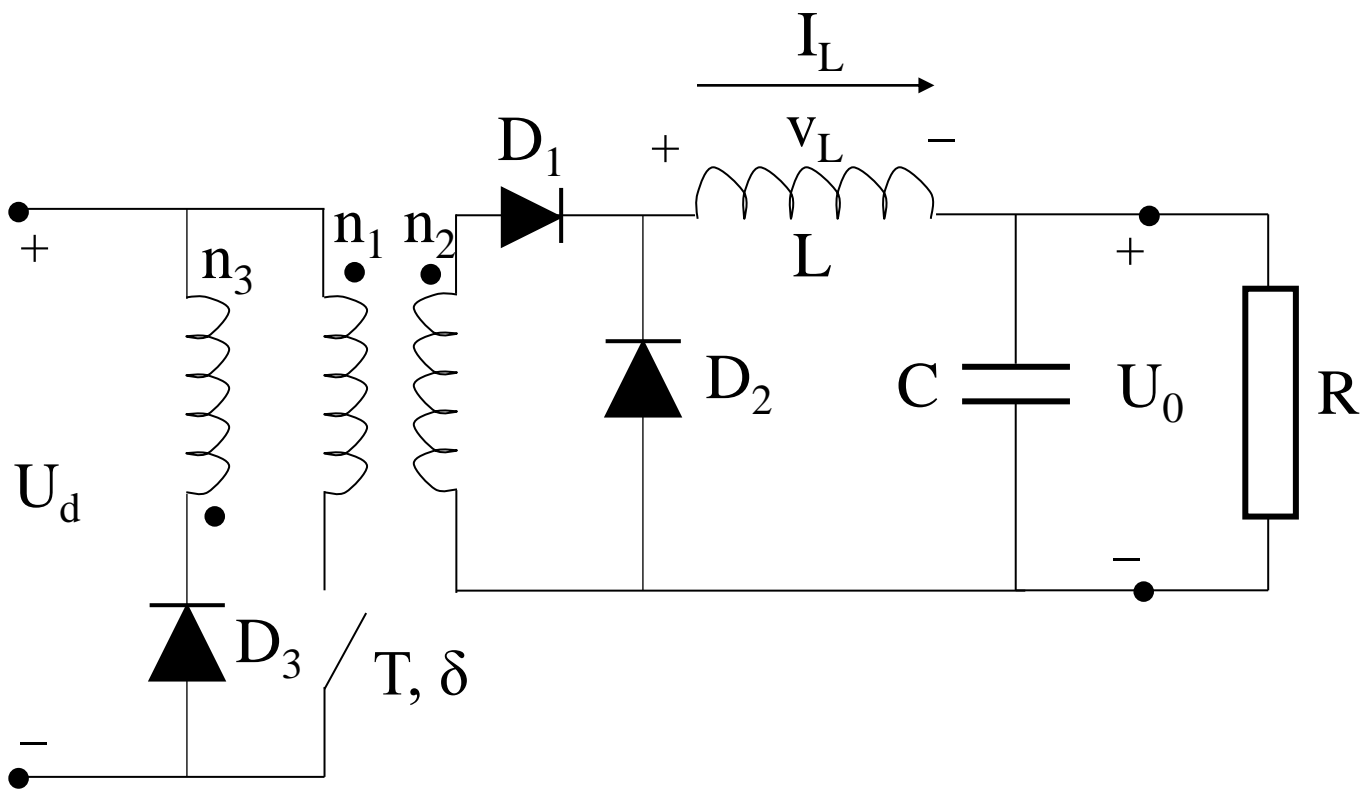
T, δ

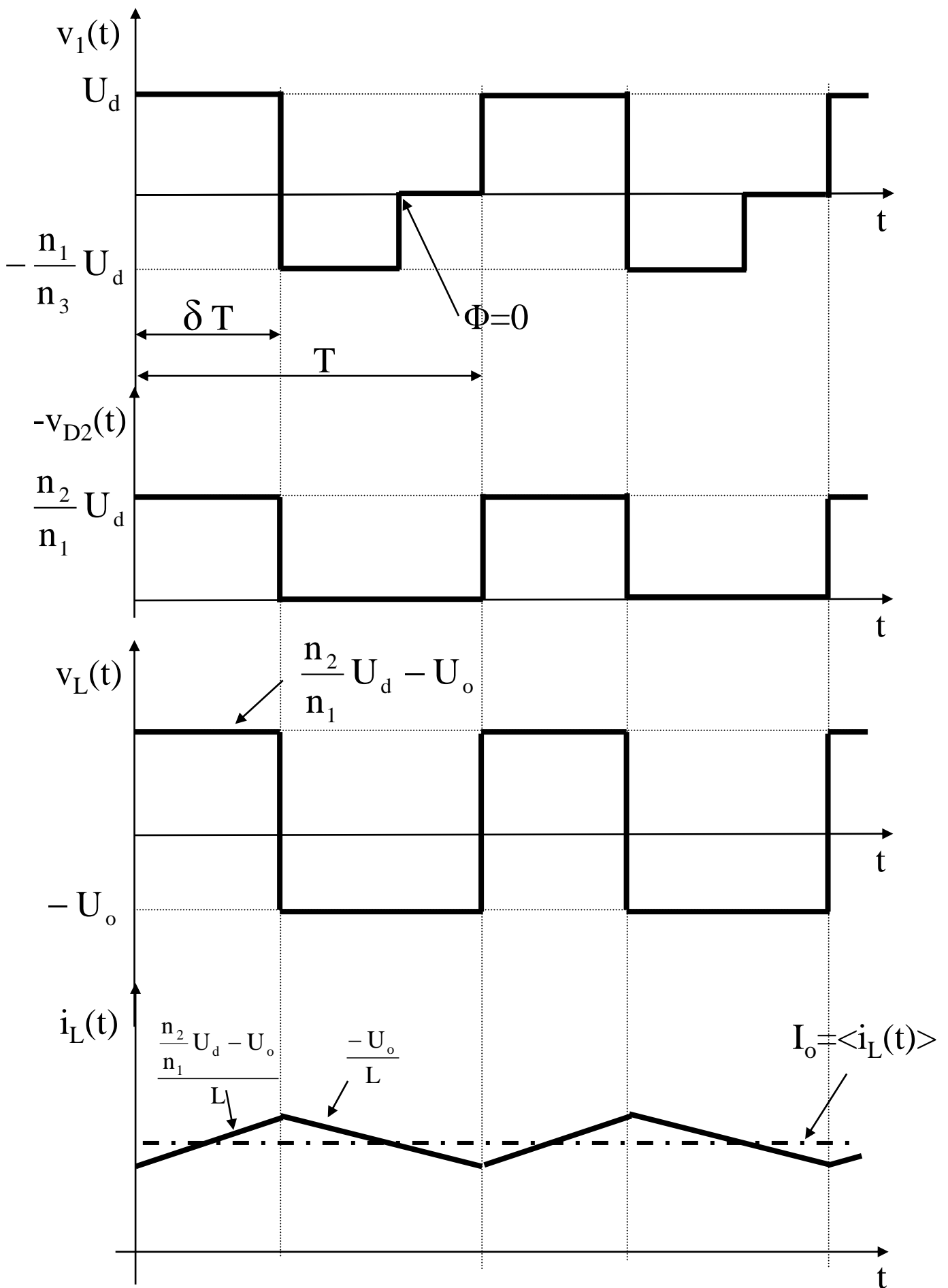
C

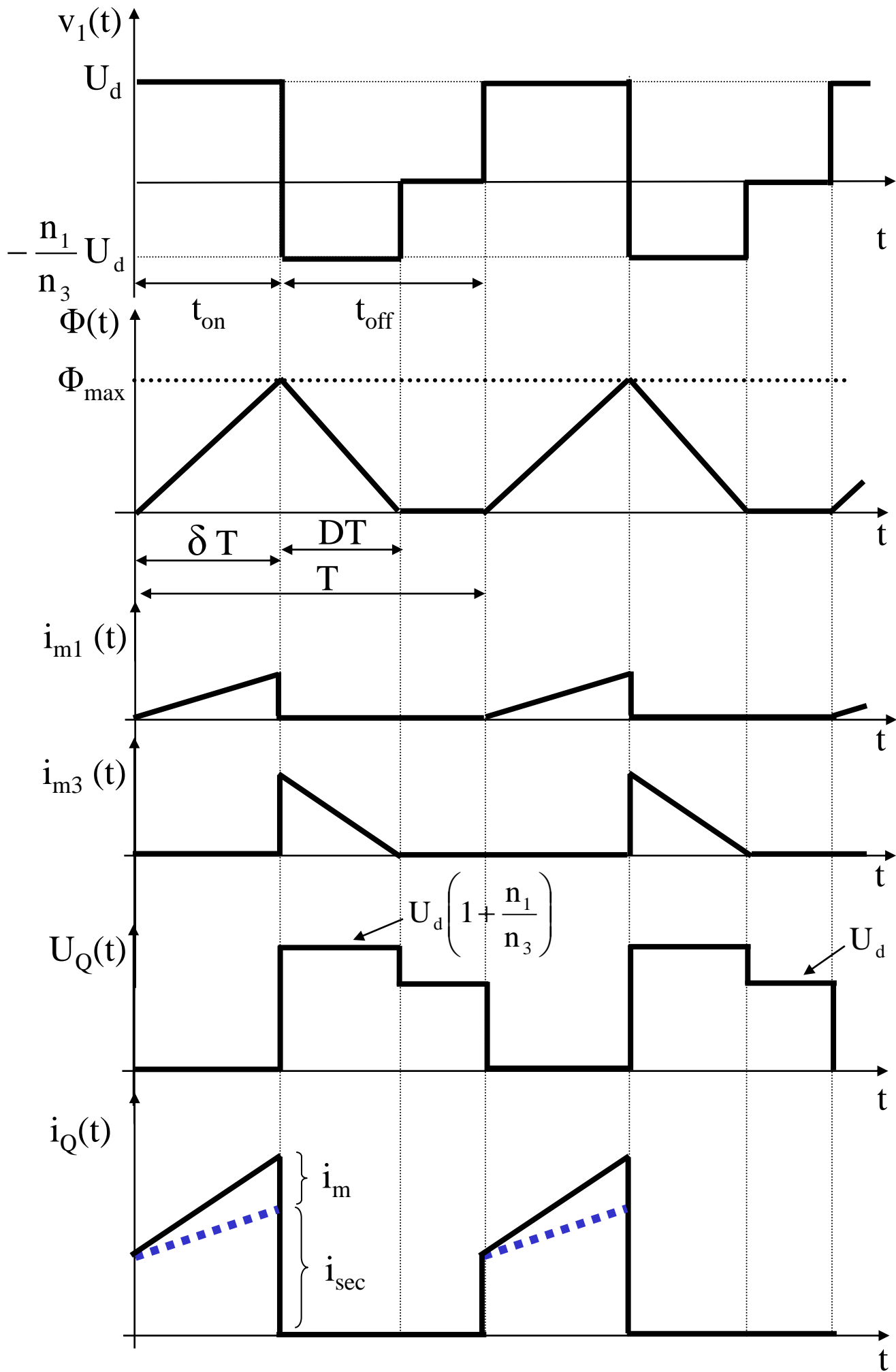
R

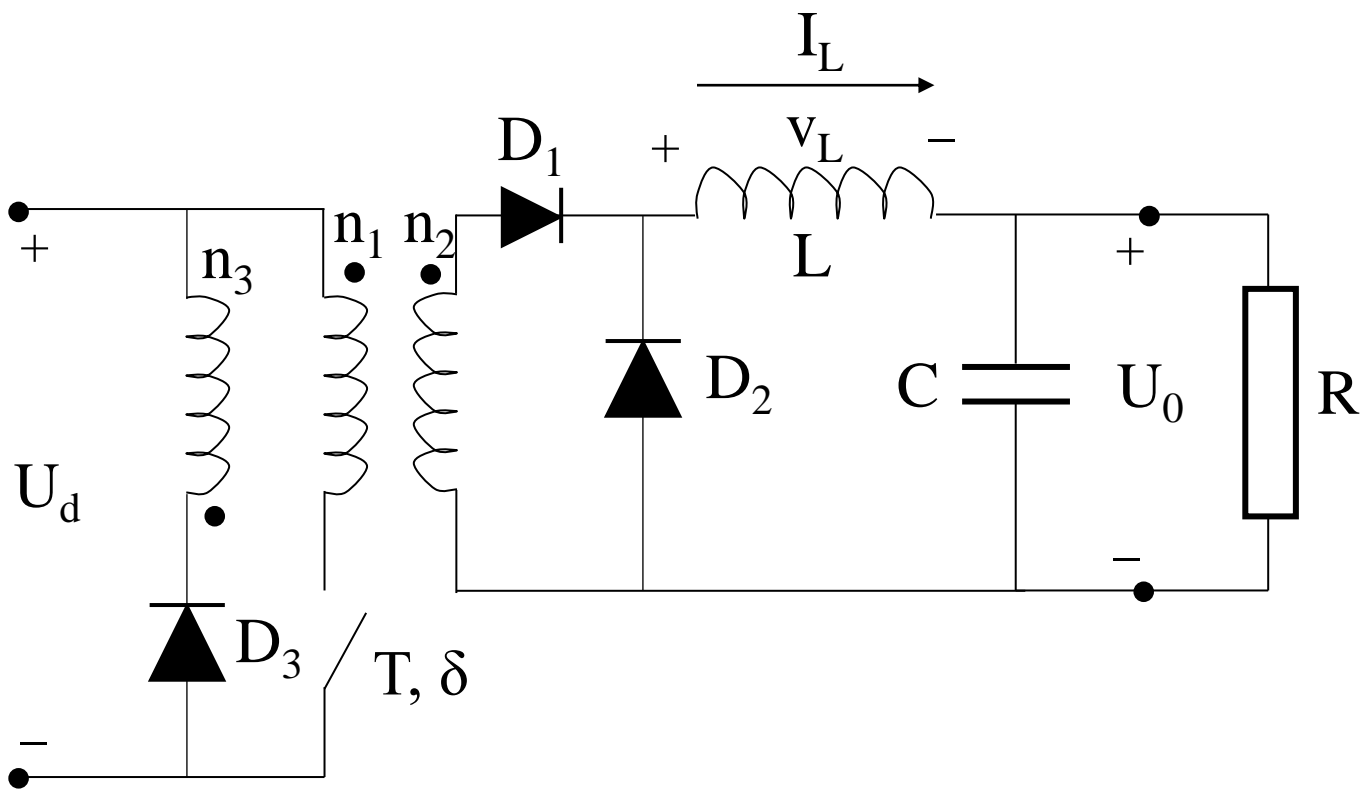






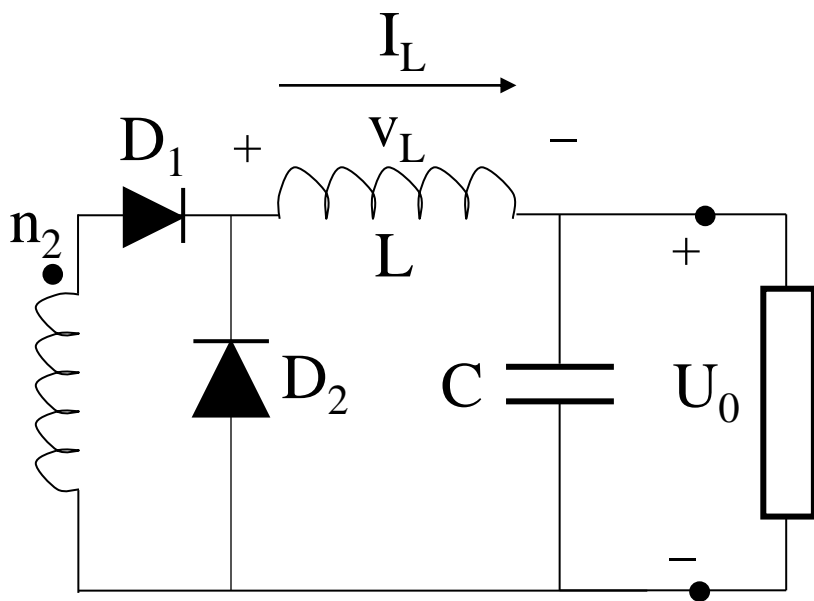
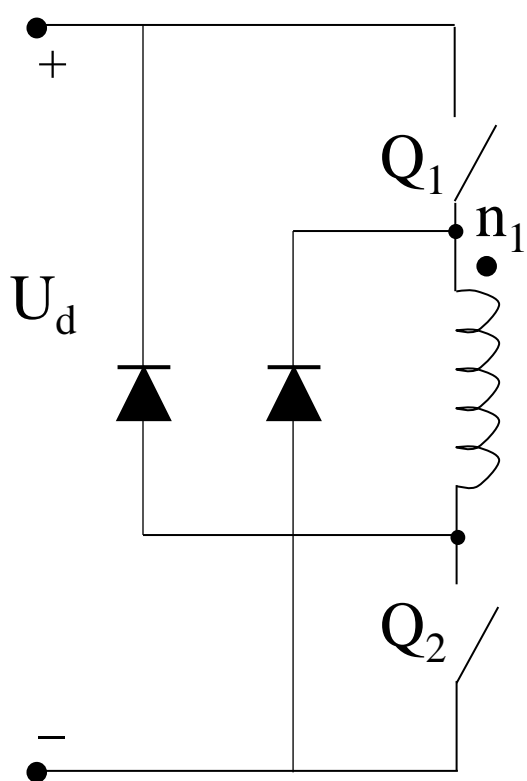






$$\frac{U_0}{U_d} = \frac{n_2}{n_1} \delta$$

$$\frac{n_1}{n_3} \geq \frac{\delta}{1 - \delta}$$



Primer parcial – junio de 2001

Problema 10.

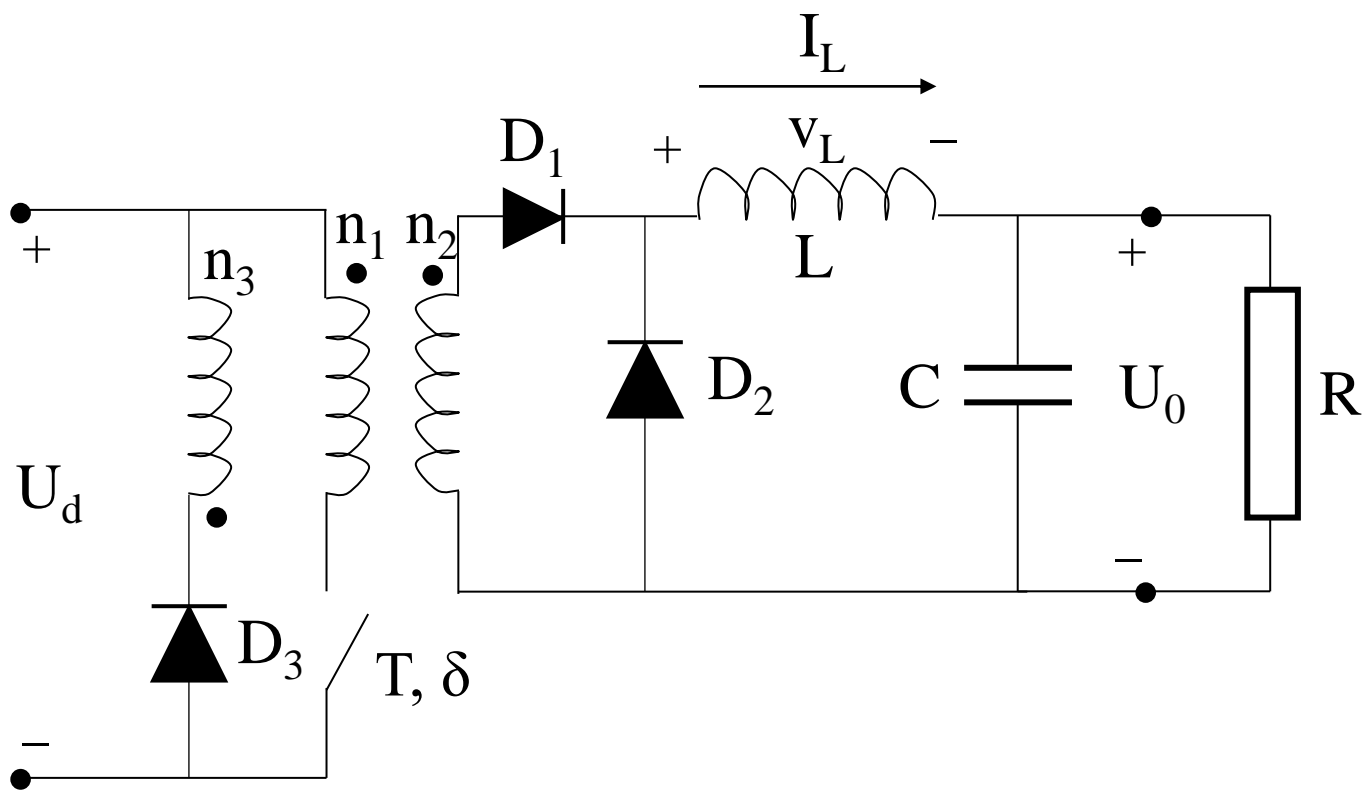
Se trata de diseñar un forward converter que alimenta una carga en 24 Vcc a partir de una tensión que puede variar entre 80 y 150 Vcc.

Se dispone de una llave que soporta 400Vcc. Para minimizar la corriente instantánea por la llave se trabaja con el mayor ciclo de trabajo posible.

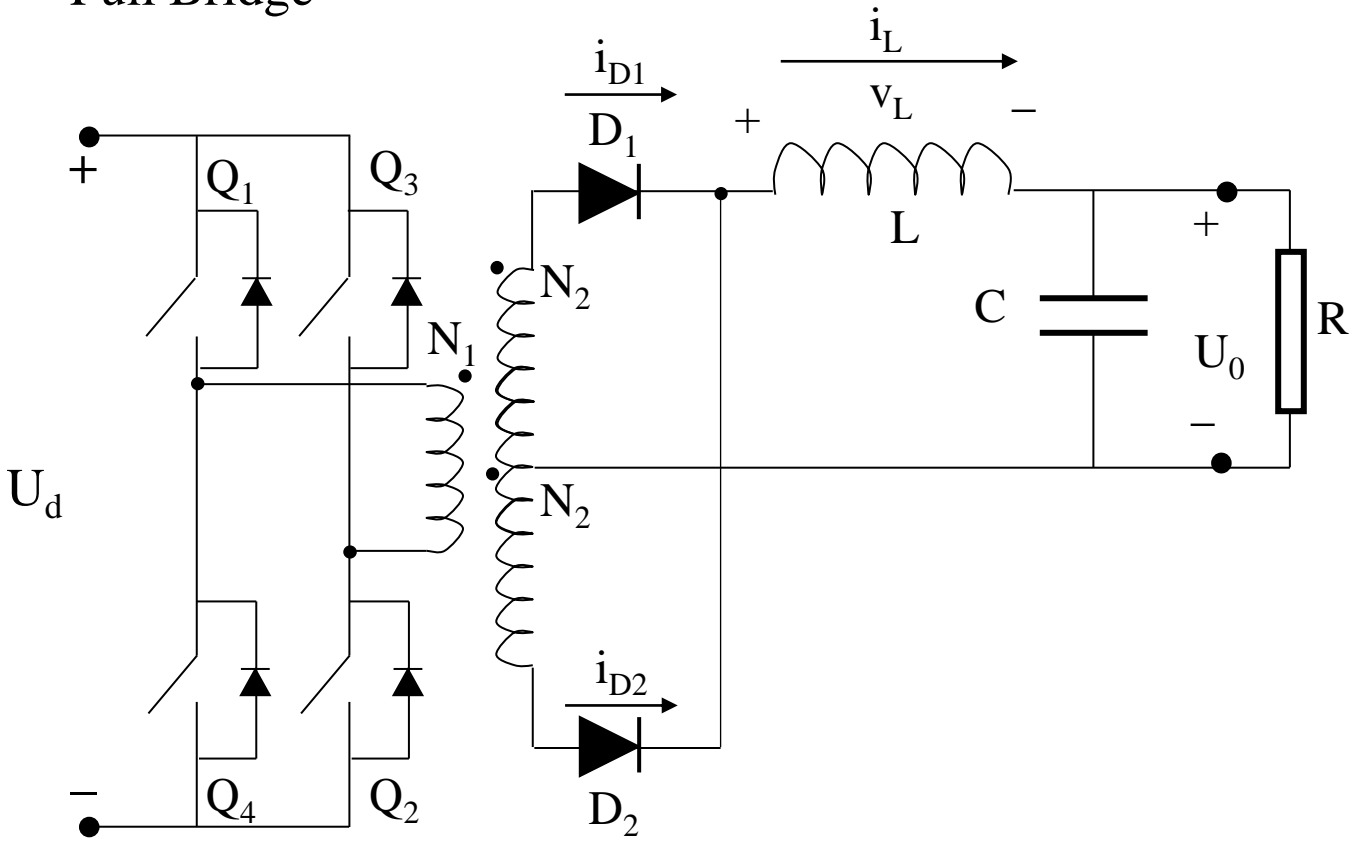
El primario del transformador tiene 40 vueltas.

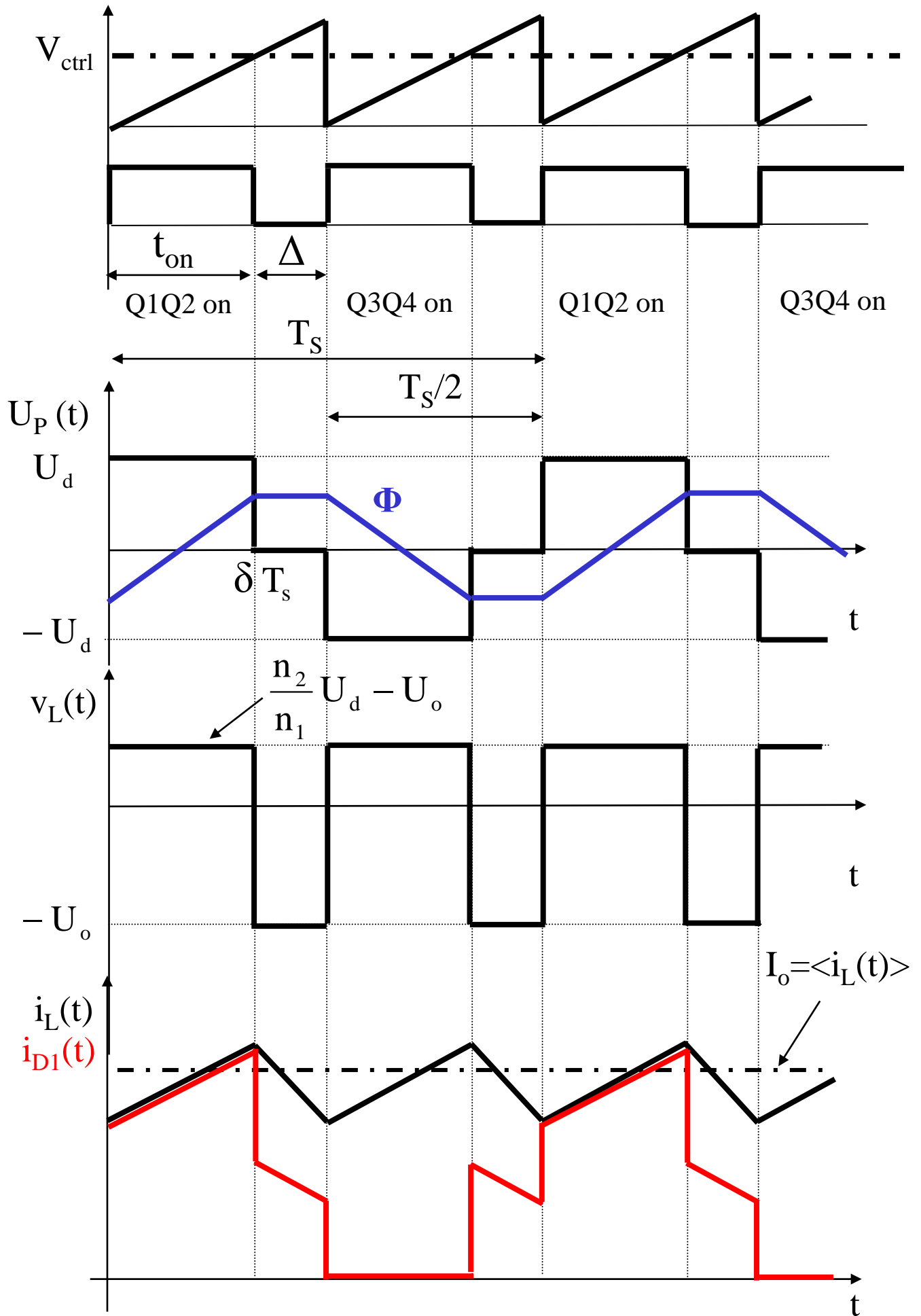
Calcular el número de vueltas de los otros bobinados.

Se asume conducción continua.

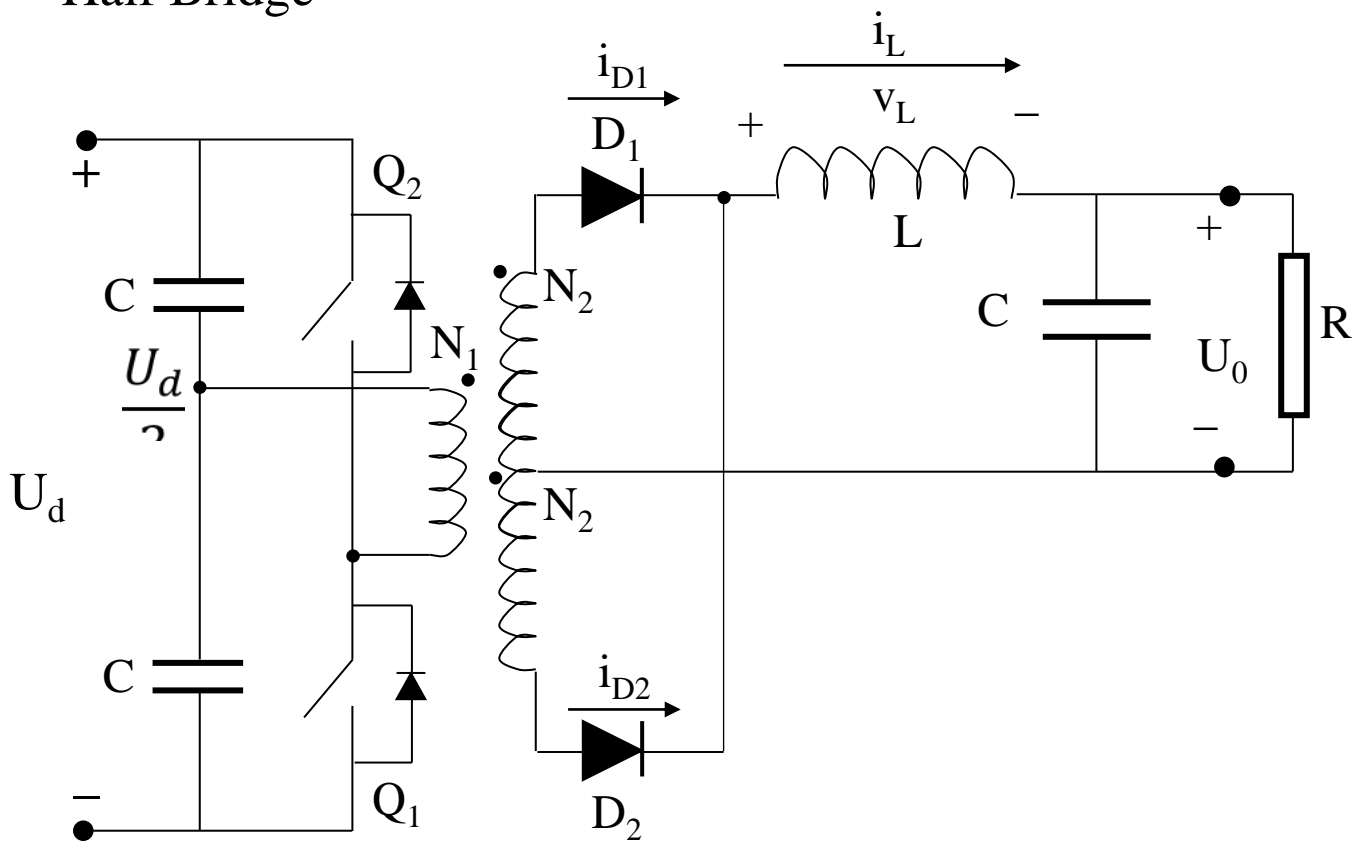


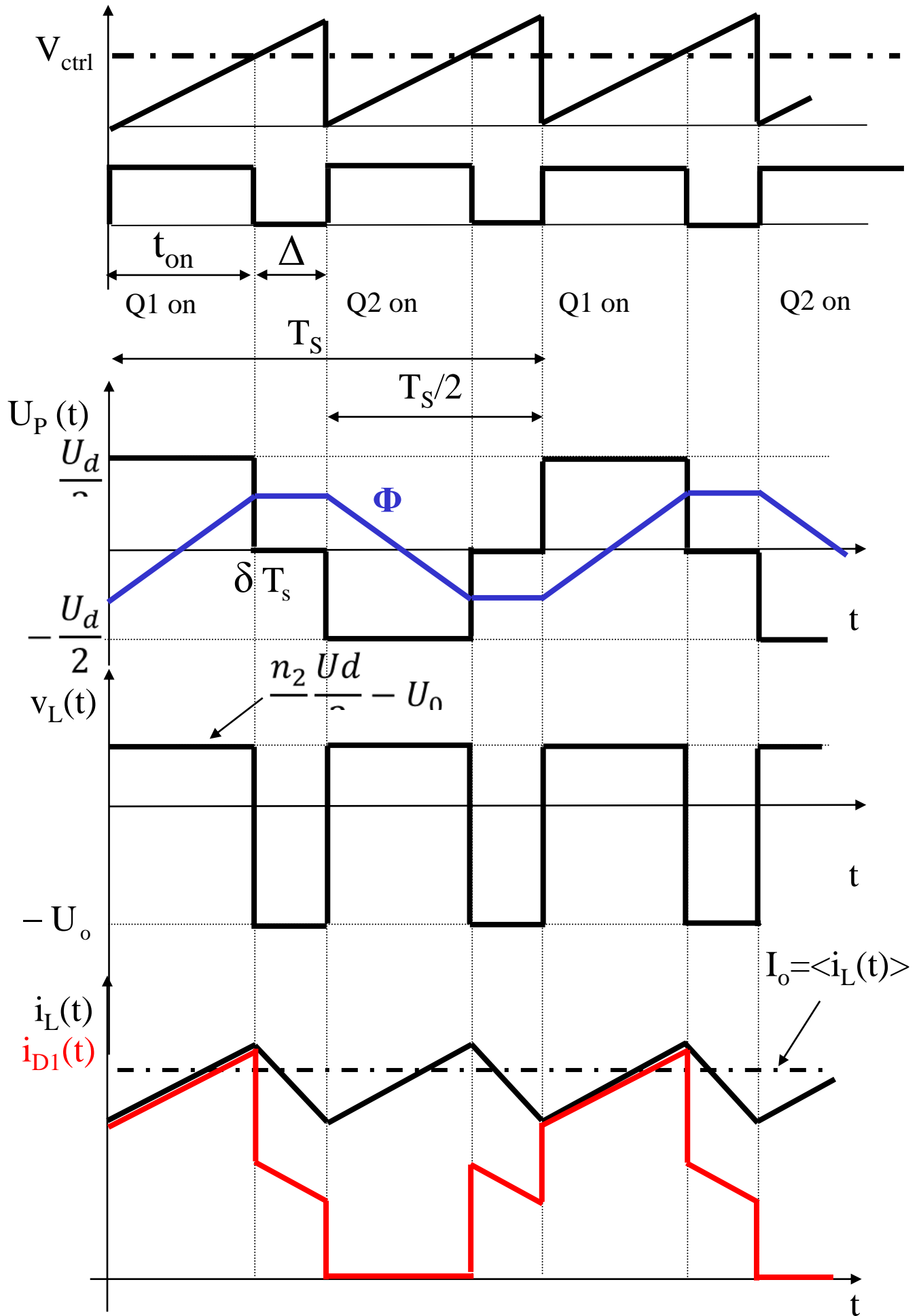
Full Bridge





Half Bridge





Full Bridge $\frac{U_0}{U_d} = \frac{2n_2}{n_1} \delta$ $U_{Q\max} = U_d$

Half Bridge $\frac{U_0}{U_d} = \frac{n_2}{n_1} \delta$ $U_{Q\max} = U_d$

Push - Pull

