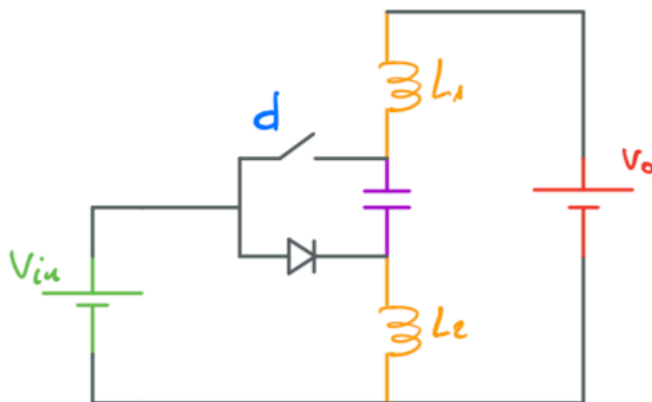


Asignatura: Electrónica de Potencia
Especialidad: Grado de Ing. Tecn. Industriales
Preactas: 10/07/2019
Nombre: _____

Fecha: 26/06/2019
Convocatoria: Julio
Revisión: 15/07/2019
Número de Matrícula: _____

PROBLEMA 1. (3 puntos)

El circuito de la figura es un convertidor CC-CC, en el que el condensador C es suficientemente grande como para considerar despreciable su rizado de tensión a la frecuencia de conmutación. La tensión V_o representa la tensión en el condensador de salida del convertidor, y por tanto es dependiente del ciclo de trabajo “ d ” del interruptor de potencia, que puede considerarse ideal, al igual que el diodo.



Datos:

$f_s = 500 \text{ kHz}$
 $V_{in} = 48 \text{ V}$
 $L_1 = L_2 = 100 \mu\text{H}$
 $P_{in} = P_o = 1 \text{ kW}$

Asumiendo que el convertidor opera en MCC (Modo de Conducción Continuo), se pide:

- Calcular y representar gráficamente la ganancia V_o/V_{in} , en función del ciclo de trabajo “ d ”
- Para $d=25\%$, calcular y representar gráficamente
 - la intensidad por cada una de las bobinas $i_{L1}(t)$ e $i_{L2}(t)$
 - la tensión en cada una de las bobinas $v_{L1}(t)$ e $v_{L2}(t)$
 - la intensidad de entrada del convertidor

PROBLEMA 2. (4 puntos)

El transformador con múltiples devanados puede considerarse ideal, con una inductancia magnetizante determinada por el valor de A_L de su núcleo magnético (A_L es el inverso de la Reluctancia). El interruptor de potencia y los diodos pueden considerarse ideales, y los condensadores suficientemente grandes como para despreciar su rizado de tensión a la frecuencia de conmutación.

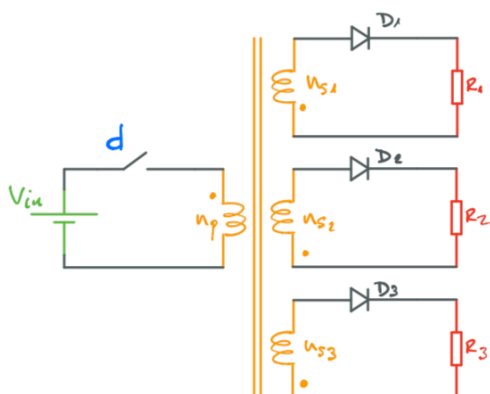


Fig 1

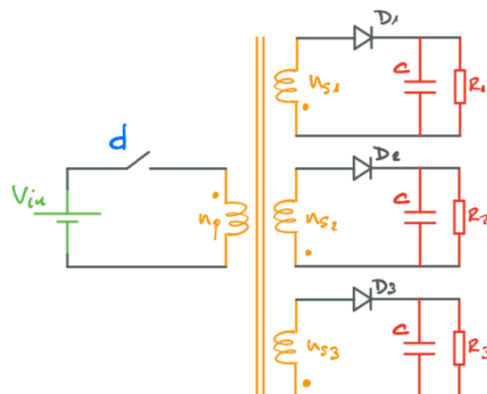


Fig 2

Datos:

$f_s = 50 \text{ kHz}$
 $V_{in} = 12 \text{ V}$
 $d = 40\%$
 $A_L = 400 \text{ nH/esp}^2$
 $n_p = 10$
 $n_{s1} = 1 ; n_{s2} = 2 ; n_{s3} = 4$
 $R_1 = 0.8 \Omega$;
 $R_2 = 20 \Omega$;
 $R_3 = 2.5 \Omega$

Se pide, para el circuito de la figura 1:

- Tensión e intensidad en todos los devanados del transformador
- Calcular y representar gráficamente la potencia instantánea y media en el primario del transformador

Se pide, para el circuito de la figura 2:

- Tensión e intensidad en todos los devanados del transformador
- Calcular y representar gráficamente la potencia instantánea y media en el primario del transformador

PROBLEMA 3. (3 puntos)

El circuito de la figura 1 se utiliza para construir un inversor de potencia, con modulación PWM. Sabiendo que la escala de tiempos está en ms y que la figura 2 muestra desde 130 ms a 160 ms, se pide:

- Indicar si se trata de modulación unipolar o bipolar y obtener la frecuencia de conmutación de los interruptores, observando la figura 2
- Obtener el índice de modulación de amplitud y el índice de modulación de frecuencia
- Completar el esquema de la figura 1, conectando una carga mediante un filtro LC. Calcular L para que el rizado máximo de intensidad en la bobina sea de 1 A y calcular C para que el rizado máximo de tensión sea de 1 V.
- Calcular la resistencia de carga para que la potencia entregada por el inversor sea de 10 kW.
- Sabiendo que los MOSFET tienen una resistencia en conducción de $10 \text{ m}\Omega$, calcular la potencia media que disipan, despreciando las pérdidas de conmutación y de gobierno.

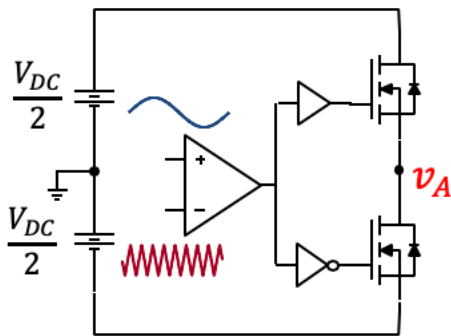


Fig 1

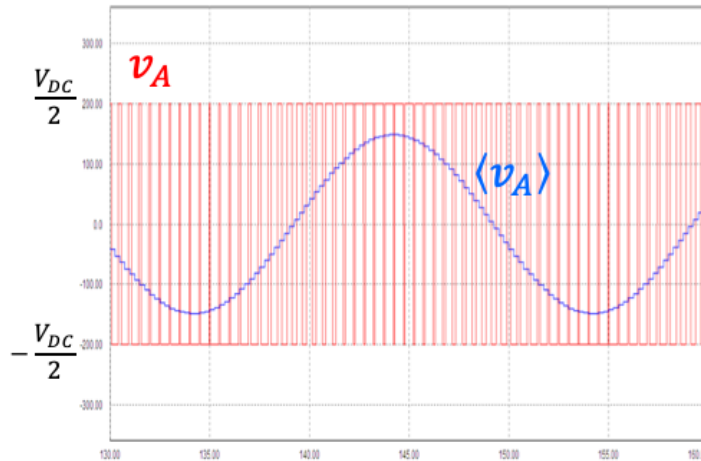
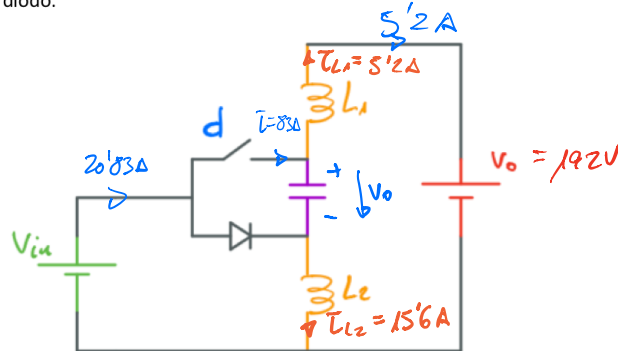


Fig 2

PROBLEMA 1. (3 puntos)

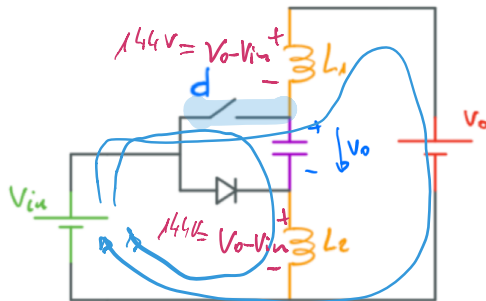
El circuito de la figura es un convertidor CC-CC, en el que el condensador C es suficientemente grande como para considerar despreciable su rizado de tensión a la frecuencia de conmutación. La tensión V_o representa la tensión en el condensador de salida del convertidor, y por tanto es dependiente del ciclo de trabajo "d" del interruptor de potencia, que puede considerarse ideal, al igual que el diodo.



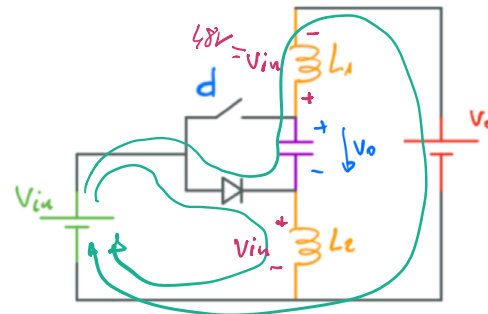
Datos:

$f_s = 500 \text{ kHz}$
 $V_{in} = 48 \text{ V}$
 $L_1 = L_2 = 100 \mu\text{H}$
 $P_{in} = P_o = 1 \text{ kW}$

a) ON time:



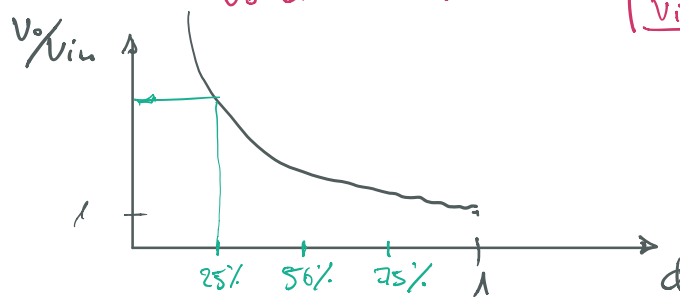
OFF time:



$$(V_o - V_{in})d = V_{in}(1-d)$$

$$V_o \cdot d = V_{in} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{d}}$$



b)

$$d = 25\% \Rightarrow V_o = 48 \cdot 4 = 192 \text{ V}$$

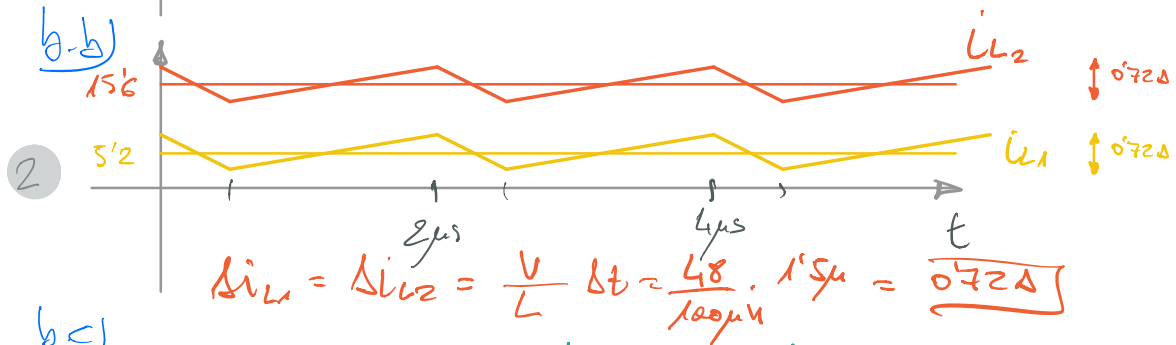
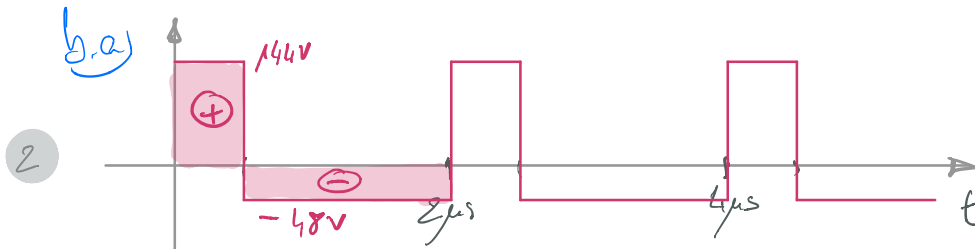
$$P_o = 1 \text{ kW} \Rightarrow \boxed{I_o = \frac{1 \text{ kW}}{192 \text{ V}} = 5.2 \text{ A} = I_{L1}}$$

$$I_e = \frac{1 \text{ kW}}{48 \text{ V}} = 20.83 \text{ A}$$

$$I_{L1} + I_{L2} = I_e \Rightarrow I_{L2} = 20.83 - 5.2 = 15.62 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} f_s &= 500 \text{ kHz} \\ T &= \frac{1}{500 \text{ kHz}} = 2 \mu\text{s} \\ dT &= \frac{1}{4} \cdot 2 \mu\text{s} = 0.5 \mu\text{s} \end{aligned}$$

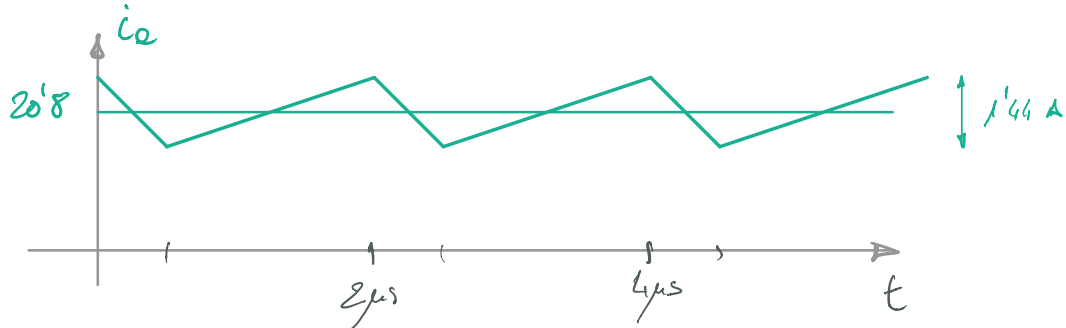
La tensión $v_{L1} = v_{L2}$



b.c)

La intensidad de entrada $i_e(t) = i_{L1}(t) + i_{L2}(t)$
 y por tanto su rizado será el doble

2



PROBLEMA 2. (4 puntos)

El transformador con múltiples devanados puede considerarse ideal, con una inductancia magnetizante determinada por el valor de A_L de su núcleo magnético (A_L es el inverso de la Reluctancia). El interruptor de potencia y los diodos pueden considerarse ideales, y los condensadores suficientemente grandes como para despreciar su rizado de tensión a la frecuencia de conmutación.

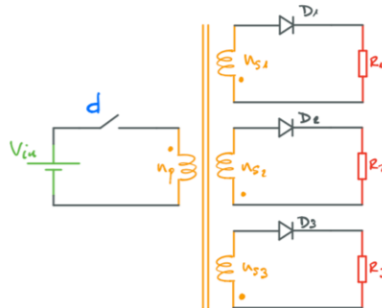


Fig 1

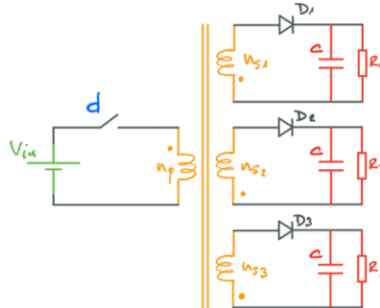


Fig 2

Datos:

$$f_s = 50 \text{ kHz}$$

$$V_{in} = 12 \text{ V}$$

$$d = 40\%$$

$$A_L = 400 \text{ nH/esp}^2$$

$$n_p = 10$$

$$n_{s1} = 1; n_{s2} = 2; n_{s3} = 4$$

$$R_1 = 0.8 \Omega;$$

$$R_2 = 20 \Omega;$$

$$R_3 = 2.5 \Omega$$

a) Durante el encendido, los diodos no conducen:

3

$$L_m = n_p^2 \cdot A_L = 100 \cdot \text{esp}^2 \cdot 400 \frac{\text{nH}}{\text{esp}^2} = 40 \mu\text{H}$$

$$f_s = 50 \text{ kHz} \Rightarrow T = 20 \mu\text{s}$$

$$dT = 8 \mu\text{s}$$

$$\Rightarrow \Delta i_m = \frac{12}{40 \mu} \cdot 8 \mu = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ A}$$

FIC



$$R_1 \left(\frac{n_p}{n_{s1}} \right)^2 = 80 \Omega$$

$$R_2 \left(\frac{n_p}{n_{s2}} \right)^2 = 500 \Omega$$

$$R_3 \left(\frac{n_p}{n_{s3}} \right)^2 = 15.625 \Omega$$

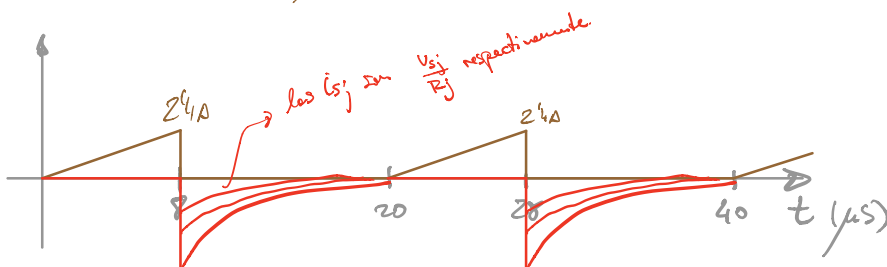
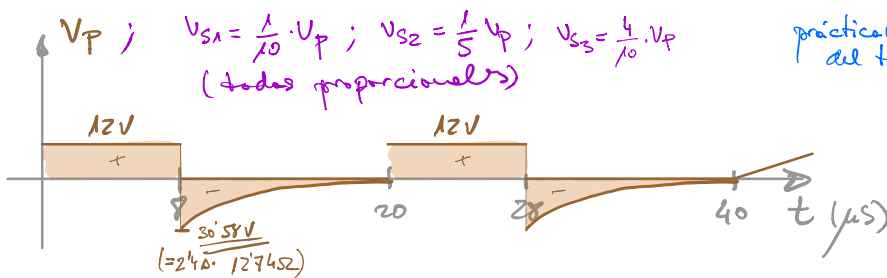
$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{1}{500} + \frac{1}{15.625}} = 12.74 \Omega$$

Descarga exponencial

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{40 \mu}{12.74 \Omega} = 3.14 \mu\text{s}$$

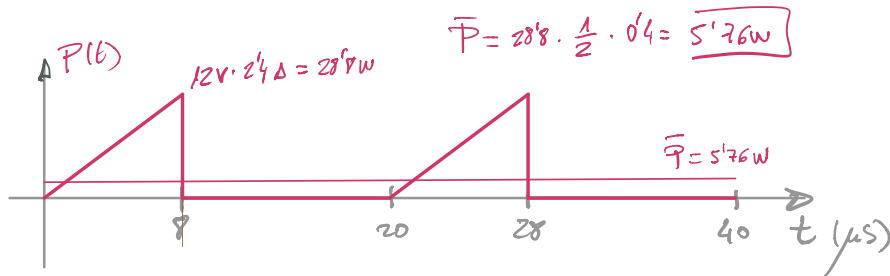
$$(1-d)T = 12 \mu\text{s} > 3\tau$$

prácticamente se descarga del todo.



b) La Potencia en el primario del transformador será:

2



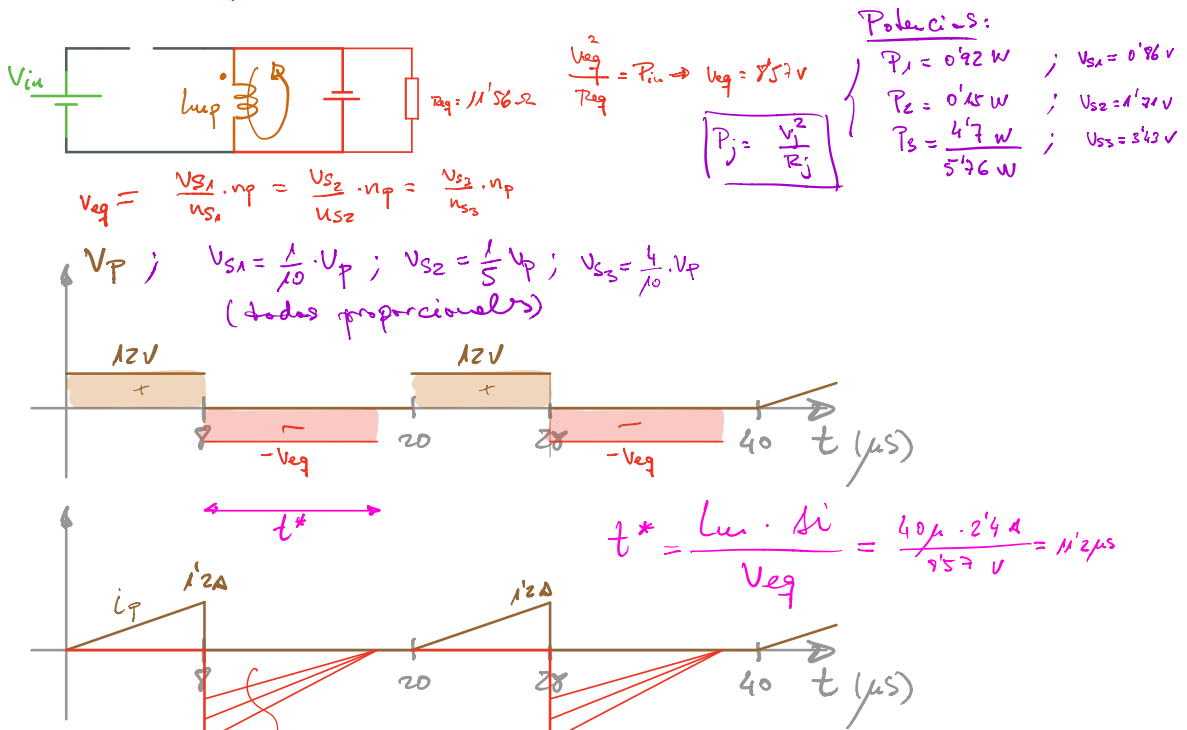
3 c) La parte de t_{on} es igual:

FIG. 2

$V_{in} \rightarrow i_{Lmp} \rightarrow L_{mp} = \frac{V_p^2 \cdot \Delta t}{f_s \cdot \Delta i_{Lmp}} = \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 400}{50 \cdot 10^3 \cdot 2.4} = \underline{40 \mu H}$

$f_s = 50 kHz \Rightarrow T = 20 \mu s$
 $\Delta T = 8 \mu s \Rightarrow \Delta i_{Lmp} = \frac{12}{40 \mu} \cdot 8 \mu = \underline{2.4 A}$

La descarga es sobre condensadores que se comportan como fuentes de tensión:



los i_{sj} son los de la descarga del circuito equivalente distribuida entre los secundario de modo que la potencia de cada salida sea la calculada.

2 d) Idéntico a b)

PROBLEMA 3. (3 puntos)

El circuito de la figura 1 se utiliza para construir un inversor de potencia, con modulación PWM. Sabiendo que la escala de tiempos está en ms y que la figura 2 muestra desde 130 ms a 160 ms, se pide:

- Indicar si se trata de modulación unipolar o bipolar y obtener la frecuencia de conmutación de los interruptores, observando la figura 2
- Obtener el índice de modulación de amplitud y el índice de modulación de frecuencia
- Completar el esquema de la figura 1, conectando una carga mediante un filtro LC. Calcular L para que el rizado máximo de intensidad en la bobina sea de 1 A y calcular C para que el rizado máximo de tensión sea de 1 V.
- Calcular la resistencia de carga para que la potencia entregada por el inversor sea de 10 kW.
- Sabiendo que los MOSFET tienen una resistencia en conducción de 10 mΩ, calcular la potencia media que disipan, despreciando las pérdidas de conmutación y de gobierno.

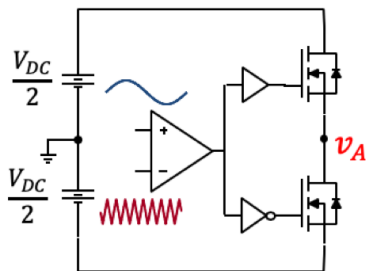


Fig 1

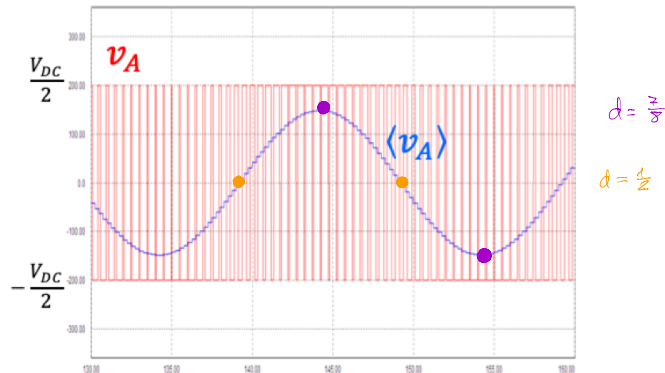


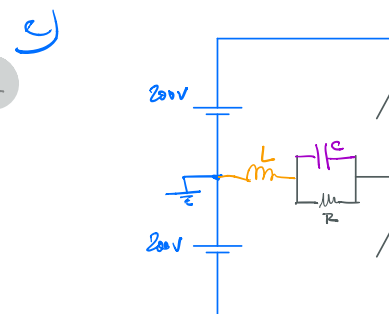
Fig 2

a) **BIPOLAR**, porque v_A es positiva y negativa en cada ciclo de conmutación.

2 $10 \mu s \rightarrow 20 \text{ ciclos} \rightarrow T = \frac{10 \mu s}{20} = 0.5 \mu s \Rightarrow f_s = 1 \text{ kHz}$

2 $u_a = \frac{150}{200} = \frac{3}{4}$

2 $m_f = \frac{1 \text{ kHz}}{50 \text{ kHz}} = 20$



2 $\Delta i_L = 1 \text{ A} = \frac{V}{L} \cdot \Delta t \Rightarrow$ Para caso:
 $\Delta v_C = 1 \text{ V} = \frac{I}{C} \cdot \Delta t$ $V = 100 \text{ V}$
 $\Delta t = 0.5 \mu s$ $\Delta t = \frac{0.5 \mu s}{2}$ $\Rightarrow L = \frac{V \cdot \Delta t}{\Delta i_L}$
 $\Rightarrow 0.5 \mu s \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = C \cdot 1 \text{ V}$ $L = 25 \mu \text{ H}$
 $C = \frac{1}{4} \cdot 0.5^2 = 62.5 \mu \text{ F}$

2 d) $P = 10 \text{ kW} = \frac{V_{oef}^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_{oef}^2}{10 \text{ kW}} = \frac{(150/\sqrt{2})^2}{10 \text{ kW}} = \frac{22500}{2 \cdot 10000} = 1.125 \Omega$

2 e) $R_{ds(on)} = 10 \text{ m}\Omega$
 $P_{mos_T} = i_{ef}^2 \cdot R_{ds(on)}$
 Siempre hay 1 MOSFET en conducción
 $\Rightarrow P_1 = P_2 = \frac{P_T}{2} = \frac{R_{ds(on)} \cdot i_{ef}^2}{2} = \frac{10 \text{ m}\Omega \cdot (10 \text{ kW} / 150/\sqrt{2})^2}{2} = 44 \text{ W}$