Solución Problema 8 repartido ejercicios.

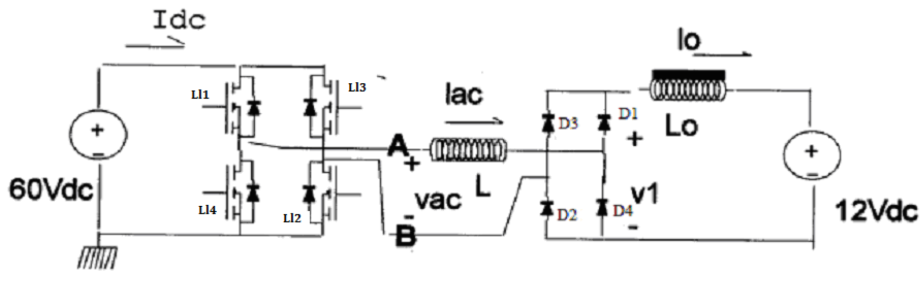
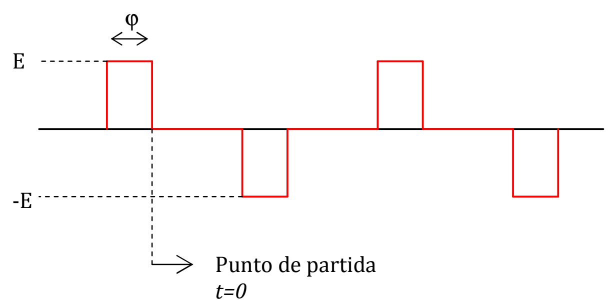


Figura 1

a) Dibujar la transferencia $I_o = f(\varphi)$

b) Dibujar las formas de onda de: $V_{ac}(t),\ i_{ac}(t),\ V_1(t)\ e\ i_{dc}(t)$ para $I_o = 5A$

1) Punto de partida: final del tramo $V_{ac} = E = 60V$:



En este punto, se tiene que conducen los diodos D1 y D2 (con I_o positiva), y se forma el siguiente circuito:

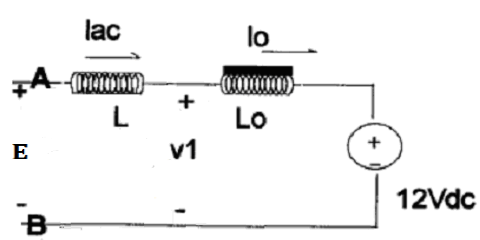


Figura 2

Por lo tanto en ese momento se tiene: $\begin{cases} i_{ac}(t=0) = I_o \\ v_1(t=0) = E \end{cases}$

2) A continuación, un instante después de t=0, conmuta el punte inversor, y $V_{ac} = 0V$.

Asumo que esto provoca la caída de i_{ac} , y como se cumple que: $i_{D1}(t) + i_{D3}(t) = I_o$ (siendo i_{D1} e i_{D3} la corriente que circula por los diodos D1 y D3 respectivamente), se tiene que cuando i_{D1} cae un ε, i_{D3} crece el mismo ε, por lo que en el instante que conmuta el puente, e i_{D1} decrece, comienza a conducir D3 a la vez que conduce D1, y produciéndose la conmutación entre ambos diodos.

Durante todo lo que dure esta conmutación, se forma el siguiente circuito:

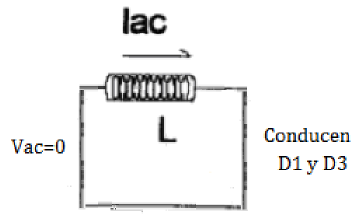


Figura 3

$\Rightarrow i_{ac}$ se mantiene constante en aproximadamente I_o

Y se tiene: $\begin{cases} i_{ac} = I_o - \varepsilon = i_{D1} \\ i_{D3} = \varepsilon \\ i_{D4} = i_{D1} - i_{AC} = 0 \\ i_{D2} = I_o \end{cases}$

3) Tramo $v_{ac} = -E$

Como aún están conmutando los diodos D1 y D3, se tendrá el siguiente circuito:

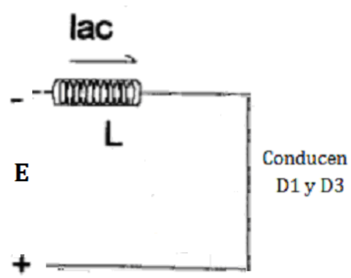


Figura 4

Por lo que se tiene que: $\begin{cases} v_1 = 0 \\ i_{ac}(t) = i_{ac\,inicial} - \dfrac{E}{L}t \end{cases}$

Esto se da hasta que $i_{ac} = -I_o$

Este decrecimiento en i_{ac} se da en dos tramos:

Tramo I: Hasta que la corriente i_{ac} cae a 0.

Durante este período, siguen conmutando los diodos D1 y D3, y conduce el diodo D2.
Este tramo finaliza en el momento en que pasa a conducir solamente el diodo D3 ($i_{D1} = 0,\ i_{D3} = I_o$).

Tramo II: Desde que la corriente i_{ac} empieza a ser negativa, hasta que el puente inversor conmuta.

Cuando pasa a conducir solamente el diodo D3, comienza a conducir el diodo D4, y se da la conmutación entre los diodos D2 y D4.
Cuando quedan conduciendo los diodos D3 y D4, la tensión v_1 vale E nuevamente. Se forma el mismo circuito de la figura 2.

Por último, la corriente i_{dc}, será la suma de la corriente que circula por la llave 1 del puente (i_{LL1}) más la corriente que circula por la llave 2 del puente (i_{LL2}).

Cuando v_{ac} es igual a E, conducen las llaves 1 y 2 (ver dibujo), y se tiene: $\begin{cases} i_{LL1} = i_{ac} \\ i_{LL2} = 0 \end{cases} \rightarrow i_{dc} = i_{ac}$

Cuando v_{ac} es igual a -E, conducen las llaves 3 y 4 (ver dibujo), y se tiene: $\begin{cases} i_{LL1} = 0 \\ i_{LL2} = i_{ac} \end{cases} \rightarrow i_{dc} = -i_{ac}$

Y cuando v_{ac} es nulo, conducen o las llaves 1 y 3 juntas, o las llaves 2 y 4 juntas, por lo que $i_{LL1} = -i_{LL2}$ y $\rightarrow i_{dc} = 0$

Por lo tanto, se tendrán las siguientes formas de onda:

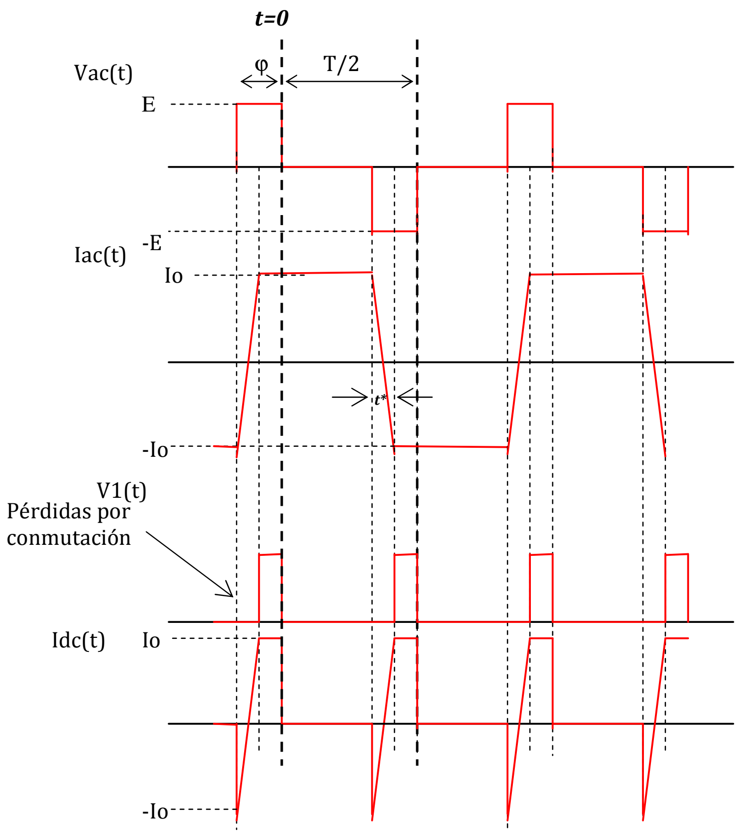


Figura 5

Puede observarse que la tensión v_1 es la tensión v_{ac} rectificada, a menos de las pérdidas de por conmutación (ver dibujo).

Luego, calculemos el valor medio de la tensión v_1.

Por un lado, sabemos que $< v_1 > = < L\dfrac{dI_o}{dt} > + E_o = E_o = 12V$, dado que I_o es cuasiconstante (ver figura 6).

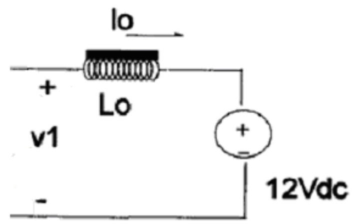


Figura 6

Y por otro, observando la forma de onda de v_1 en la figura 5, podemos realizar el siguiente cálculo:

$$< v_1 > = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} v_1(t)dt = \frac{2}{T}E(t_\varphi - t^*)$$

Donde t_φ es el tiempo asociado al ángulo eléctrico φ: $t_\varphi = \frac{\varphi T}{2\pi}$ y t* es el tiempo que demora la corriente i_{ac} en caer de I_o a $-I_o$, $t^* = \frac{2I_oL}{E}$.

Y por lo tanto se tiene la siguiente transferencia $I_o = f(\varphi)$:

$$E_o = \frac{2}{T}E\left(\frac{\varphi T}{2\pi} - \frac{2I_oL}{E}\right) \rightarrow I_o = \frac{T}{4L}\left(\frac{E}{\pi}\varphi - E_o\right)$$

Sustituyendo por los valores conocidos:

$$I_o = \frac{1}{4,8}\left(\frac{60}{\pi}\varphi - 12\right)A$$

Graficando, queda:

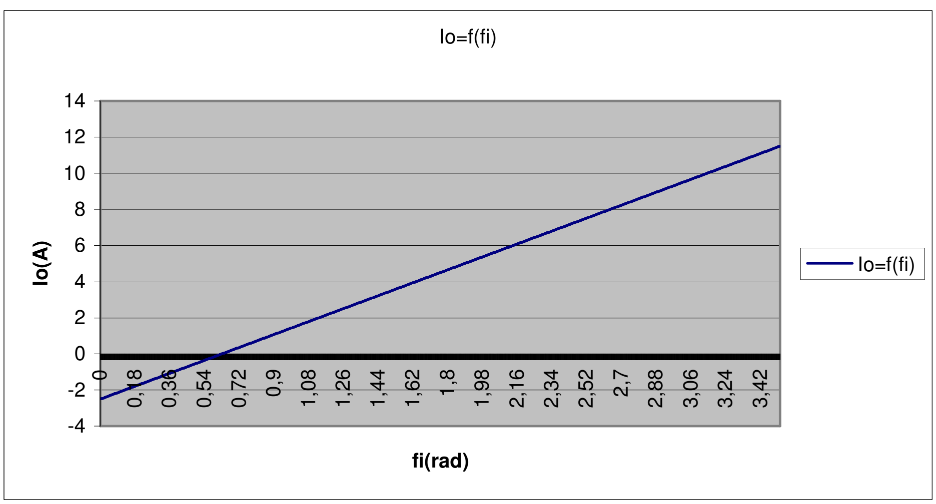


Figura 7