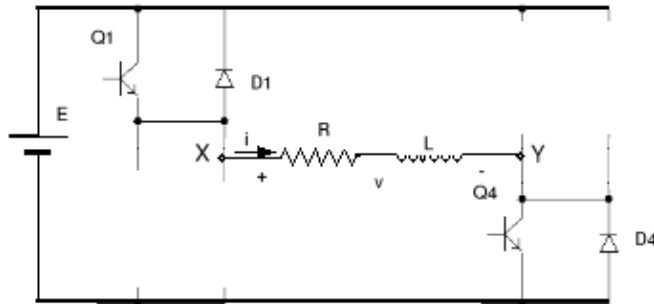


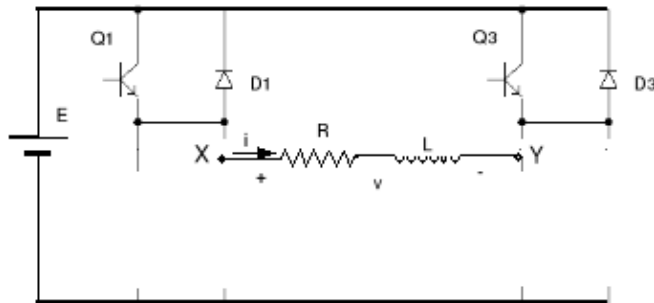
P.2. El circuito inversor de la figura alimenta a la carga R-L. La secuencia de corrientes de base de los transistores es la que aparece en dicha figura, donde $i_{B1} > i_{B4}$.

Se pide:

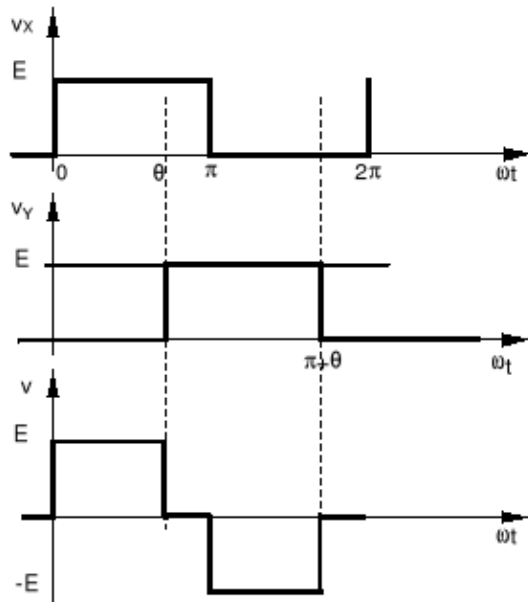
- Obtener razonadamente la forma de onda de la tensión en bornes de la carga $v(t)$. Asimismo, tomando como referencia el terminal negativo de la batería, obtener las tensiones de los puntos X e Y.
- Deducir la expresión matemática de la corriente que atraviesa la carga $i(t)$.
- Representar gráficamente, razonadamente, la corriente que atraviesa la carga $i(t)$.
- Determinar los intervalos de conducción de los elementos semiconductores.



a.- Obtener razonadamente la forma de onda de la tensión en bornes de la carga $v(t)$. Asimismo, tomando como referencia el terminal negativo de la batería, obtener las tensiones de los puntos X e Y.



Para $0 < \delta t < \pi$, las corrientes de base cumplen ($i_{B1}, i_{B4} > 0$); y conducirán los transistores T1 y T4, siempre que la corriente por la carga sea positiva ($i > 0$). Si, debido a la continuidad de la corriente por la bobina, la corriente por la carga es negativa ($i < 0$), entonces conducirán los diodos D1 y D4, que se encuentran en antiparalelo con los transistores T1 y T4. El circuito en este caso será el de la figura, donde $v_X = E$, $v_Y = 0$ y $v = E$.



Por otra parte, cuando $0 < \delta t < \delta$ trabajarán los interruptores T1 y D3, o D1 y T3 según el sentido de la corriente por la carga; en cuyo caso, el circuito será el de la figura, donde $v_X = v_Y = E$ y $v = 0$.

Con ello concluye el primer semiciclo, repitiéndose el proceso en el siguiente semiciclo con los interruptores 2 y 3 primero, y 2 y 4 finalmente. Las curvas de las tensiones pedidas serán:

b.- Deducir la expresión matemática de la corriente que atraviesa la carga $i(t)$

La carga está sometida a dos tensiones durante un semiciclo. Para $0 < \delta t < \delta$, la tensión en bornes de la carga se ha visto que es $v = E$, mientras que para $\delta t < \delta$, la carga está con $v = 0$.

$0 < \delta t < \delta$:

La ecuación diferencial que debe resolverse es: $E = L \frac{d}{dt} i + R i$

cuya solución es: $i = A e^{-t/\tau} + B$

, donde $\tau = L/R$

. Para buscar las constantes se sabe:

$$i(t=0) = -I_0 = A + B$$

$$i(t = \delta) = E/R = B$$

En las condiciones de contorno se considera $-I_0$ como la corriente que circula por la bobina en el estado inicial. Con todo ello, la solución (a falta de calcular I_0) será:

$$i = (-I_0 - E/R) e^{-t/\tau} + E/R$$

Antes de que se alcance el régimen permanente, el circuito cambia su estado, dejando la carga con una tensión en bornes $v = 0$.

$\delta t < \delta$:

La ecuación diferencial que debe resolverse es: $0 = L \frac{d}{dt} i + R i$

cuya solución es: $i = A e^{-t/\tau} + B$

, donde $\tau = L/R$

. Para buscar las constantes se sabe:

$$i(\omega t = \theta) = I_1 = A e^{-\theta/\omega\tau} + B$$

$$i(t = 0) = 0 = B$$

En las condiciones de contorno se considera I_1 como la corriente que circula por la bobina en el instante en el que se cambia de estado ($\delta t = \delta$). Con todo ello, la solución (a falta de calcular I_1) será:

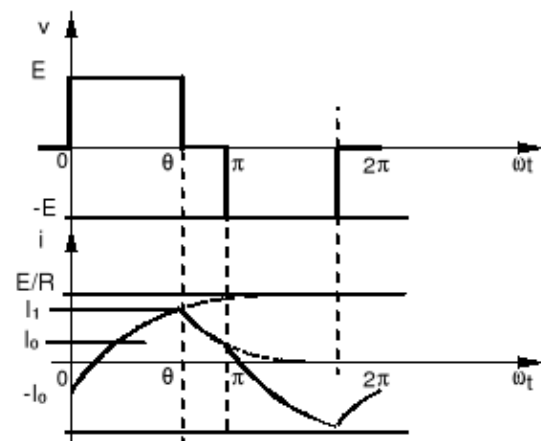
$$i = I_1 e^{-(\omega t - \theta)/\omega\tau}$$

Para resolver las incógnitas I_0 e I_1 , basta con saber que:

$$i(\omega t = \theta) = I_1 = (-I_0 - E/R) e^{-\theta/\omega\tau} + E/R$$

$$i(\omega t = \pi) = I_0 = I_1 e^{-(\pi - \theta)/\omega\tau}$$

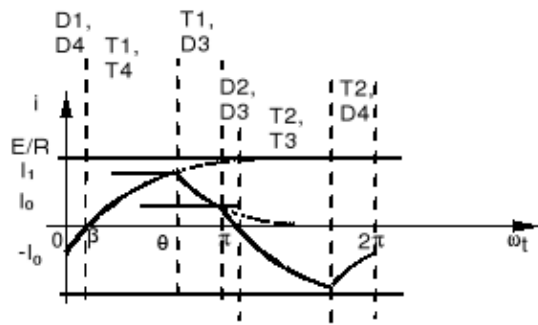
Dos ecuaciones con dos incógnitas que resultan:



$$I_1 = \frac{E}{R} \frac{1 - e^{-\theta/\omega\tau}}{e^{-\pi/\omega\tau} + 1} ; \quad I_0 = \frac{E}{R} \frac{e^{\theta/\omega\tau} - 1}{e^{\pi/\omega\tau} + 1}$$

c.- Representar gráficamente, razonadamente, la corriente que atraviesa la carga $i(t)$

Como se deducen de las ecuaciones anteriores, la evolución de la corriente será una exponencial, creciente mientras la tensión en bornes de la carga es $v=E$ y decreciente cuando es nula.



d.- Determinar los intervalos de conducción de los elementos semiconductores

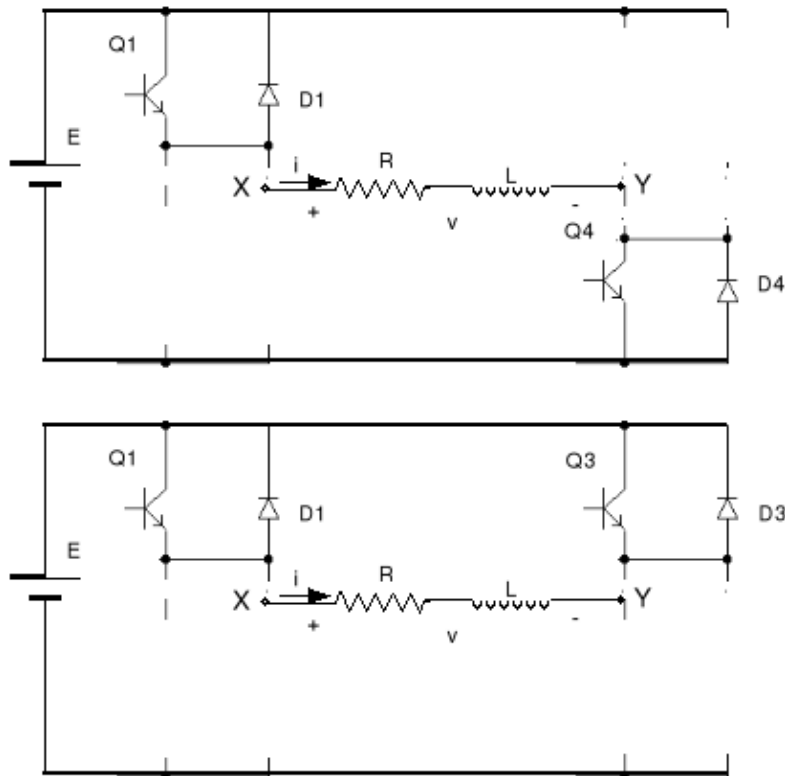
El primer paso será obtener el instante para el cual $i=0$, puesto que en ese momento dejarán de conducir D1 y D4 para empezar a hacerlo los transistores T1 y T4:

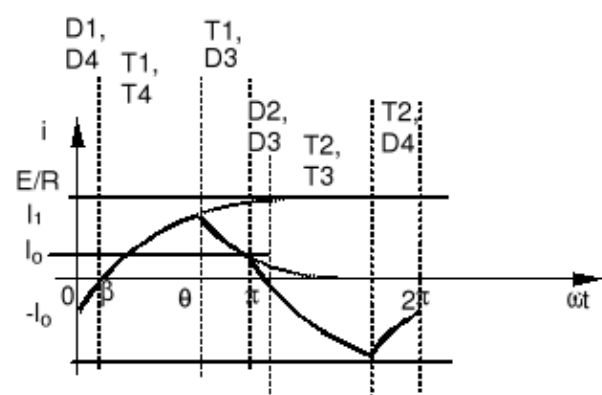
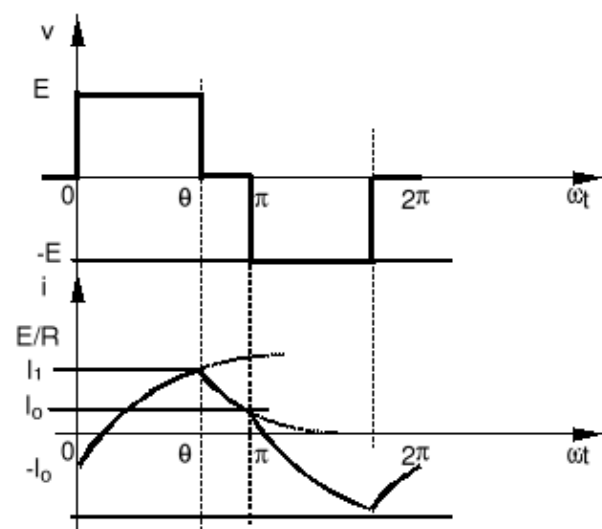
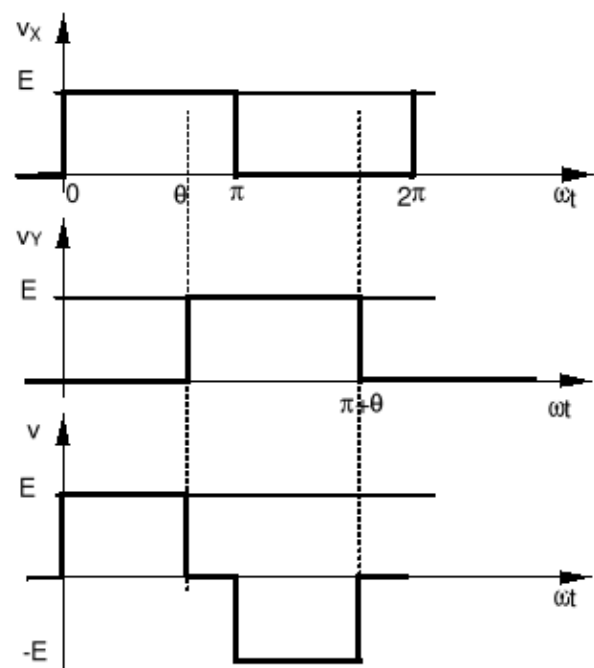
$$i(\omega t = \beta) = (-I_0 - E/R) e^{-\beta/\omega\tau} + E/R = 0$$

$$\beta = \omega\tau \ln \frac{e^{\theta/\omega\tau} + e^{\pi/\omega\tau}}{1 + e^{\pi/\omega\tau}}$$

En la figura se muestran los intervalos de conducción de los interruptores

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL 4º E.T.S.I.I. EXAMEN JUNIO 1999.





t

t

+

2

IB3

IB4

IB3

IB4

IB2

IB1

IB2

IB1

Y

X

i

v

L

R

D4

D2

D3

D1

T4

T3

IB4

IB3

T2

T1

IB2

IB1

E