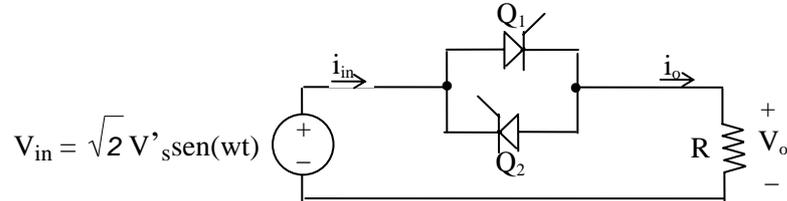


PROBLEMAS DE EXAMEN

1.- La figura representa un convertidor alterna/alterna con control por fase bidireccional con carga resistiva:



a) Explicar brevemente el funcionamiento del mismo y dibujar las tensiones de entrada y de salida para un ángulo genérico de disparo de los tiristores.

b) Calcular la expresión del valor medio de la tensión de salida y particularizarla para los casos extremos.

c) Calcular asimismo la expresión del valor eficaz de la tensión de salida. ¿Qué porcentaje de la tensión de entrada podemos conseguir a la salida?

d) Si ahora cambiamos el tiristor Q_2 por un diodo, nos encontramos ante un control por fase unidireccional. Para un mismo ángulo de disparo del tiristor en ambos circuitos, explicar de forma cualitativa si se obtiene el mismo valor de tensión media a la salida en ambos casos. Dibujar la forma de la tensión de salida que se obtiene con este segundo circuito, si la carga está formada por la asociación serie de una resistencia y una inductancia de valor elevado.

2.- Dibujar para los siguientes casos que a continuación se explicitan las formas de onda de la tensión de entrada, tensión de salida y corriente de salida, indicando los puntos más significativos de cada gráfica:

- a) Rectificador monofásico en puente con carga R.
- b) Convertidor monofásico controlado por fase de onda completa con carga R-L.
- c) Convertidor trifásico en puente controlado por fase con carga R-fem.

Nota: en los casos en los que exista una inductancia en la carga, ésta se considerará de un valor relativamente elevado.

3.- Se va a realizar el estudio de un convertidor Buck/Boost (reductor/elevador).

a) Dibujar el esquema circuital de este convertidor.

b) Explicar el funcionamiento de este convertidor.

c) Obtener la relación V_o/V_d para el caso de funcionamiento en modo de conducción continua.

Nota: se debe deducir dicha relación; en caso contrario, no puntuará el apartado.

d) Las características de este convertidor son las siguientes: la frecuencia de trabajo es de 50 KHz., la inductancia del circuito tiene un valor de 25 μ H. y la capacidad C puede considerarse de un valor lo suficientemente elevado como para poder despreciarla a la hora de realizar los cálculos.

La tensión de entrada del convertidor tiene un valor de 30 V. y la salida se desea regular a un valor de 20 V. El convertidor debe suministrar una potencia de 50 W. Calcular el valor del ciclo de trabajo y explicar su significado.

4.- Un convertidor controlado por fase en puente completo alimenta a una carga R-L con $R = 10 \Omega$ y una inductancia de valor elevado. La tensión de alimentación del puente es $V_{in} = 250 \text{ sen } (2\pi 50t)$.

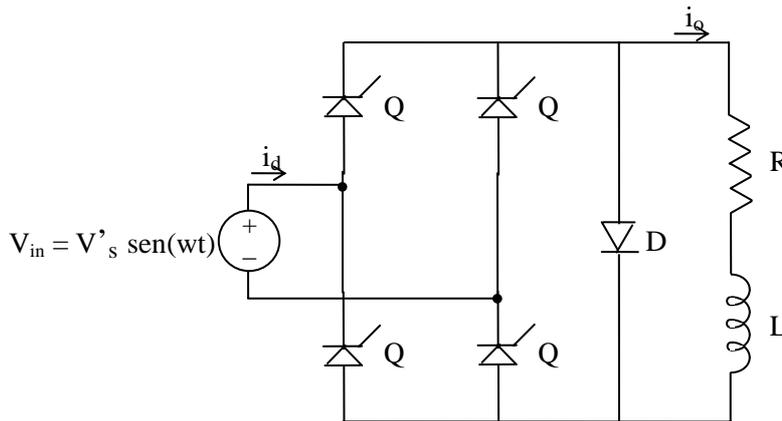
a) Dibujar las formas de onda de la tensión de entrada, la tensión de salida y las tensiones ánodo-cátodo de cada uno de los tiristores para un ángulo de disparo de los tiristores comprendido entre 0-90 grados y 180-270 grados según corresponda. Indicar los puntos más significativos de los ejes horizontal y vertical. Calcular asimismo la expresión del valor medio de la tensión de salida en función del ángulo de disparo. ¿Puede este circuito trabajar como inversor?

b) Se desea conseguir una tensión media en la carga igual al 50 % de la tensión media máxima posible. Calcular el ángulo de disparo α para conseguir dicho cometido.

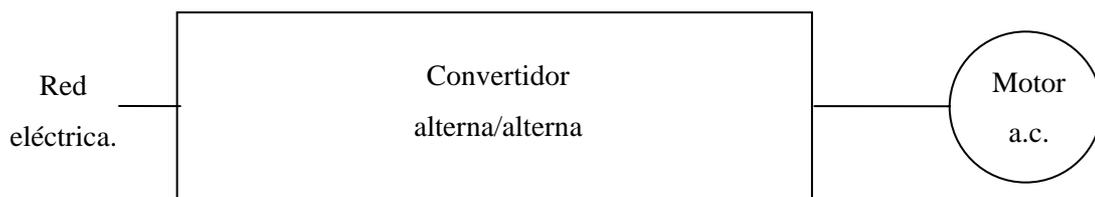
$$\text{(Considerar que } \langle V_o \rangle = \frac{2V_S'}{\pi} \cos \alpha \text{)}$$

c) Dibujar las formas de onda de la tensión a la entrada, de la tensión a la salida y de las tensiones ánodo-cátodo de cada uno de los tiristores para el ángulo hallado en el apartado anterior. Indicar los puntos más significativos de los ejes horizontal y vertical.

d) Ahora colocamos un diodo según muestra la figura. Corregir su conexionado caso de considerarlo incorrecto explicando el porqué. Indicar el efecto de este diodo cara a la tensión de salida.



5.- Se desea alimentar un motor monofásico de corriente alterna de tensión de pico 100 V y frecuencia 100 Hz. Para ello se dispone del sistema mostrado en la figura, donde la tensión de alimentación es tomada directamente de la red eléctrica; es decir, tensión 220 V y frecuencia 50 Hz.



Una de las posibilidades que se barajan para este diseño es el uso de un convertidor alterna/alterna que realice la transformación en un solo paso. Pero por problemas de estabilidad en la red eléctrica, se declina esta propuesta, adoptando la estructura clásica del convertidor en cascada.

Dicho convertidor en cascada consta a su vez de dos convertidores internos:

- Un convertidor alterna/continua lleva a cabo el primer paso de la transformación.
- Un segundo convertidor recibe la señal de salida del anterior convertidor y la transforma en señal alterna de las características deseadas.
- Entre ambos convertidores existe un filtro capacitivo de alto valor con objeto de estabilizar la señal de salida del primer convertidor.

a) Indicar la configuración circuital que se debe emplear para el primer convertidor con el propósito de actuar sobre ambos ciclos de la señal de alimentación, y teniendo como requisito importante el mínimo gasto económico en el uso de componentes y la simplificación máxima del circuito.

b) El filtro capacitivo es de un valor suficientemente elevado como para minimizar la presencia de rizado en la señal de salida del primer convertidor. De este modo, esta señal puede considerarse una señal continua. Determinar el valor de dicha señal (continua) a tenor del circuito elegido en el apartado anterior.

c) En cuanto al segundo convertidor, indicar la estructura que debe presentar y el tipo de control que se debe realizar sobre él, sabiendo que los dispositivos usados son de baja frecuencia y sin restricción alguna en cuanto a los armónicos de salida. ¿Qué tipo de modulación se debe emplear si se desea tener cierto control sobre la señal de salida, caso de necesitar alimentar con el mismo sistema un motor de características distintas? A tenor de lo solicitado en este apartado, determinar cuáles deben ser las relaciones y los valores de f_1 , f_s , V'_{control} , V'_{tri} , m_a y m_f .

d) Comentar la viabilidad de intercalar un filtro entre la salida del segundo convertidor y el motor.

6.- Se dispone de un convertidor monofásico en puente completo como el que se muestra en la figura 4.1. Este convertidor ataca a una carga equivalente a una resistencia de valor 10Ω . La señal de alimentación del puente es $V_{\text{in}} = 150 \text{ sen}(wt) \text{ V.}$, con $f = 50 \text{ Hz}$. Se pide:

a) Analizar el funcionamiento del circuito. ¿En qué intervalo es posible disparar a los tiristores?

b) Dibujar las formas de onda de la tensión de salida, la corriente de salida, la tensión ánodo-cátodo en cada diodo y la tensión ánodo-cátodo en cada tiristor.

c) Calcular el valor medio de la tensión de salida e indicar los posibles modos de funcionamiento del convertidor.

d) Calcular, asimismo, el valor medio de la corriente de salida.

e) ¿Qué potencia media consume la carga para $\alpha = 180^\circ$?

f) Calcular el factor de potencia del circuito para $\alpha = 270^\circ$.

g) ¿Qué efecto tendría sobre el funcionamiento del circuito el hecho de permutar diodos y tiristores?

h) Considerar el nuevo circuito de la figura 4.2, en el que se ha modificado la carga. Explicar el funcionamiento del circuito para esta nueva carga y dibujar la forma de onda de la tensión de salida.

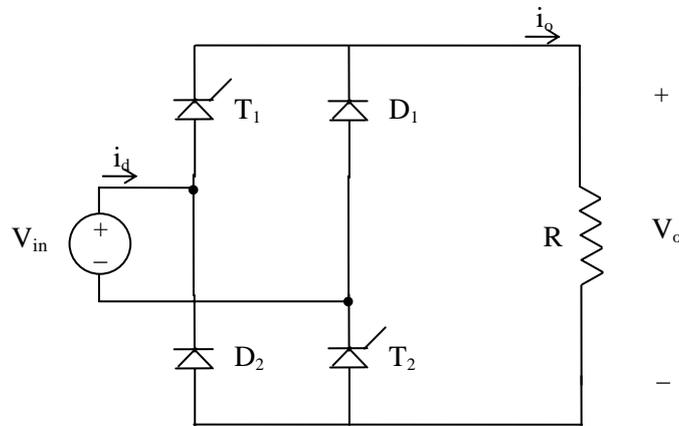


Figura 4.1

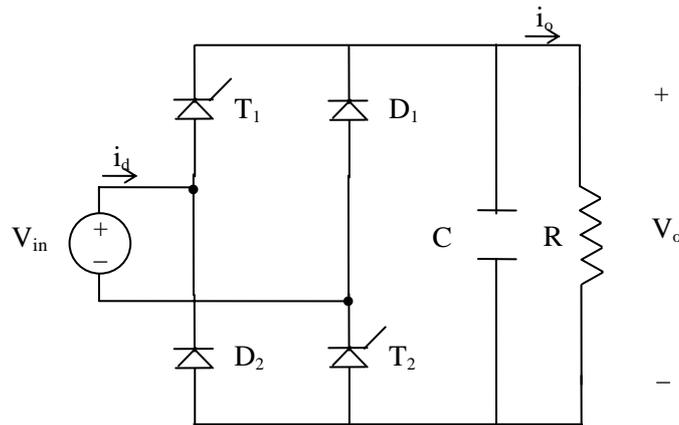


Figura 4.2

7.- Calcular la relación V_o/V_d (modo de conducción continuo) en un convertidor DC/DC tipo reductor (Buck) y en un convertidor DC/DC elevador (Boost). Deducir a partir de esas dos relaciones, cuál sería la relación V_o/V_d para un convertidor DC/DC reductor/elevador (Buck/Boost).

8.- La figura 1 representa un convertidor controlado por fase en puente completo que alimenta a una carga resistiva pura de valor 100Ω . La tensión de alimentación del puente es $V_{in} = 200 \text{ sen}(60t)$.

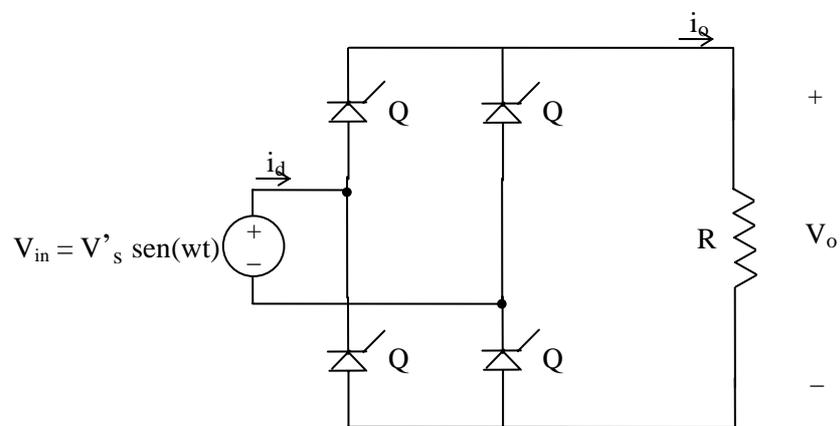


Figura 1

a) Dibujar las formas de onda de la tensión de entrada, la tensión de salida, la corriente de salida y las corrientes que pasan por cada tiristor, indicando el ángulo de disparo elegido. Señalar los puntos más significativos de los ejes horizontal y vertical.

b) Calcular la expresión del valor medio de la tensión de salida en función del ángulo de disparo. Indicar las posibles zonas de funcionamiento del convertidor en función de dicho ángulo.

c) Se desea conseguir una tensión media en la carga igual al 25 % de la tensión media máxima posible. Calcular el ángulo de disparo α para conseguir dicho cometido.

(Considerar que $\langle V_o \rangle = \frac{V'_s}{\pi} (1 + \cos \alpha)$)

d) Para la situación anterior, calcular el valor medio de la corriente de salida, así como los valores eficaces de la tensión de salida y de la corriente de salida.

e) Explicar cualitativamente a tenor del funcionamiento del circuito y de las gráficas obtenidas en el apartado a) qué valores medios y eficaces de corriente debe soportar cada tiristor.

f) Se añade a continuación una batería de continua en serie con la resistencia (como se indica en la figura 2). Indicar los posibles valores de tensión para dicha batería si se quiere que circule corriente por la carga.

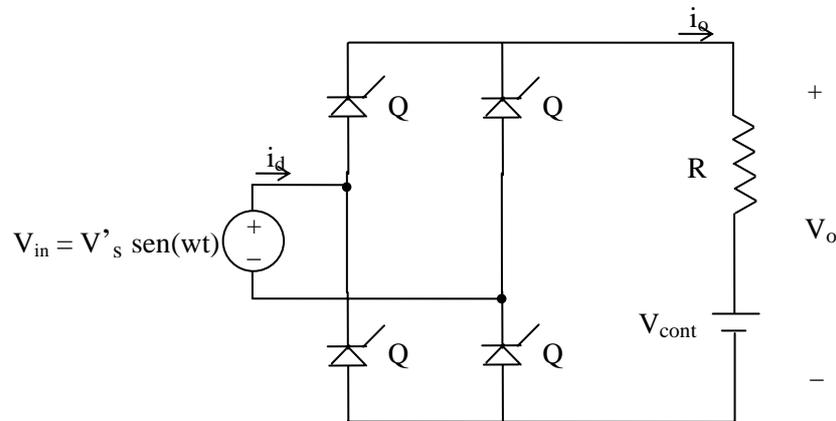


Figura 2

g) Para un valor de la batería $V_{cont} = 100 \text{ V.}$, calcular el rango de valores que puede tomar el ángulo de disparo si se pretende que existan intervalos en los que haya corriente por la carga.

h) Dibujar la tensión de salida y la corriente de salida para $\alpha_1=90^\circ$ y para $\alpha_2 = 10^\circ$.

9.- Se dispone de un convertidor DC/AC de frecuencia variable (inversor) de medio puente.

a) Dibujar el esquema del convertidor y explicar someramente el funcionamiento del mismo.

b) Dadas las siguientes características para dicho inversor: $V_d = 250 \text{ V.}$; $m_a = 0.6$; $m_f = 25$ y $f_1 = 100 \text{ Hz.}$ y haciendo uso de la tabla adjunta (página 6), calcular y representar los valores eficaces de la tensión de la frecuencia fundamental y de los armónicos más importantes (hasta $2m_f \pm 3$). ¿Se puede observar alguna característica singular?

Nota: se recuerda que se están pidiendo valores eficaces y que los datos de la tabla están normalizados.

c) Si se coloca a la salida del inversor un filtro paso bajo LC (figura 3) con la idea de eliminar todas las componentes frecuenciales no deseadas de forma que la señal que ataque a la carga esté formada únicamente por la frecuencia fundamental, calcular la relación que deben mantener L y C para realizar dicho cometido. (La frecuencia de corte del filtro LC es $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$).

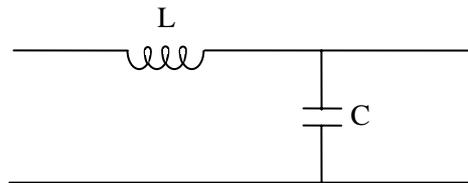
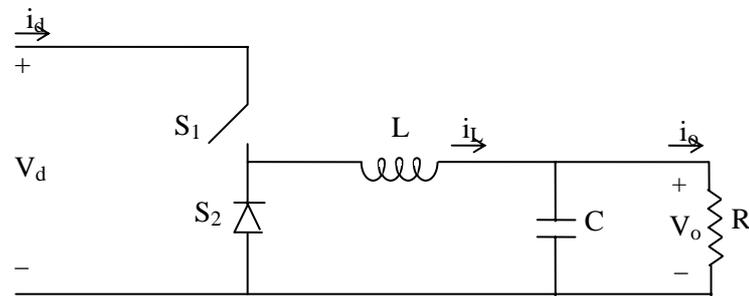


Figura 3

10.- La figura representa un convertidor Buck que funciona a una frecuencia de 100 KHz. La potencia de salida de dicho convertidor se desea que sea de 150 W.



a) Sabiendo que la tensión de entrada varía en un margen comprendido entre 20 y 50 voltios y que se desea fijar la tensión de salida a un valor de 15 voltios controlando para ello el ciclo de trabajo, hallar el valor mínimo de la inductancia $L_{\text{mín}}$ a colocar para que el convertidor funcione en el modo de conducción continuo. Suponer ideales el resto de elementos del circuito.

b) En las mismas condiciones del apartado anterior, calcular el máximo valor de la inductancia $L_{\text{máx}}$ para que el convertidor trabaje en el modo de conducción discontinuo.

c) Para una tensión de salida de valor 15 voltios, una tensión de entrada de 50 voltios y suponiendo una capacidad de valor $300 \mu\text{F}$., calcular el valor de ΔV_o a la salida del convertidor. (Suponer una inductancia de valor $10 \mu\text{H}$.)

d) ¿Qué efecto cualitativo tendría sobre este rizado la colocación de un filtro paso bajo de frecuencia de corte 5 KHz.?

11.- Un convertidor controlado por fase en puente completo alimenta a una carga resistiva pura de valor 10Ω . La tensión de alimentación del puente es $V_{\text{in}} = 250 \sin(2\pi 50t)$.

a) Dibujar las formas de onda de la tensión de entrada, la tensión de salida y las tensiones ánodo-cátodo de cada uno de los tiristores para un ángulo de disparo de los tiristores comprendido entre $0-90$ grados y $180-270$ grados según corresponda. Indicar

los puntos más significativos de los ejes horizontal y vertical. Calcular asimismo la expresión del valor medio de la tensión de salida en función del ángulo de disparo. ¿Puede este circuito trabajar como inversor?

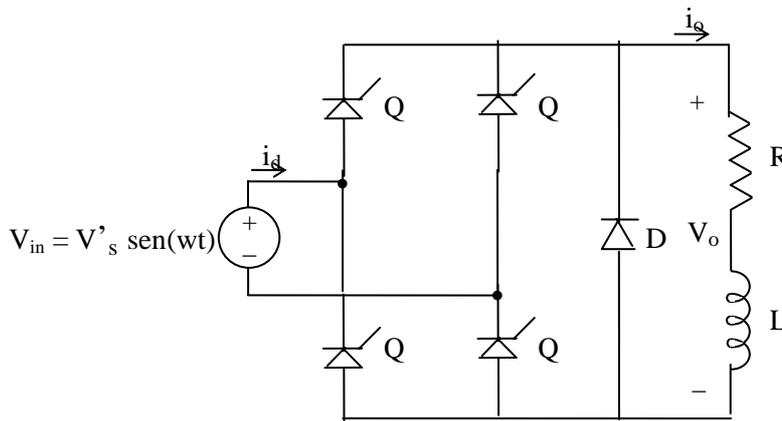
b) Se desea conseguir una tensión media en la carga igual al 75 % de la tensión media máxima posible. Calcular el ángulo de disparo α para conseguir dicho cometido.

(Considerar que $\langle V_o \rangle = \frac{V_s'}{\pi} (1 + \cos\alpha)$)

c) Si ahora la carga pasa a ser una carga R-L con $R=10 \Omega$ y una inductancia de valor muy elevado, calcular el valor medio de la tensión a la salida para el ángulo de disparo obtenido en el apartado anterior. ¿Qué porcentaje representa del valor medio máximo de esta tensión? ¿Qué conclusiones puedes deducir de ello?

d) Dibujar las formas de onda de la tensión a la entrada, de la tensión a la salida y de las tensiones ánodo-cátodo de cada uno de los tiristores para el ángulo hallado. Indicar los puntos más significativos de los ejes horizontal y vertical.

e) Si ahora colocamos un diodo según muestra la figura, indicar su efecto cara a la tensión de salida y dibujar la forma de onda de la tensión resultante.



12.- Se dispone de un convertidor AC/AC controlado por fase bidireccional funcionando a una frecuencia de 60 Hz.

a) Si el ángulo de disparo α es de $60^{\circ}525$ grados y queremos obtener un valor eficaz de salida de 120 voltios, calcular el valor que ha de tener la señal de entrada (expresar dicha señal de entrada).

b) Si queremos conseguir el mismo factor de potencia con un convertidor AC/AC con control ON/OFF que el conseguido con el convertidor AC/AC bidireccional, calcular la relación que deben mantener el número de ciclos que se deja pasar la señal (n) y el número de ciclos que no se deja pasar la señal (m). Dibujar la forma de onda de la señal de salida resultante

13.- El convertidor continua/continua reductor de la figura 3 se alimenta de una tensión de entrada de 12 V. La tensión de salida debe tener un valor medio de 5 V y un rizado de 20 mV. La frecuencia de conmutación es de 25 KHz. Si se limita el rizado de la corriente que atraviesa la bobina a 0'8 A, determinar:

- El ciclo de trabajo del convertidor (suponer que trabaja en modo de conducción continuo)
- El valor de la frecuencia de corte del filtro LC del propio convertidor.
- Si se elige un valor para el condensador de $470 \mu\text{F}$, ¿qué valor debe tomar la inductancia?

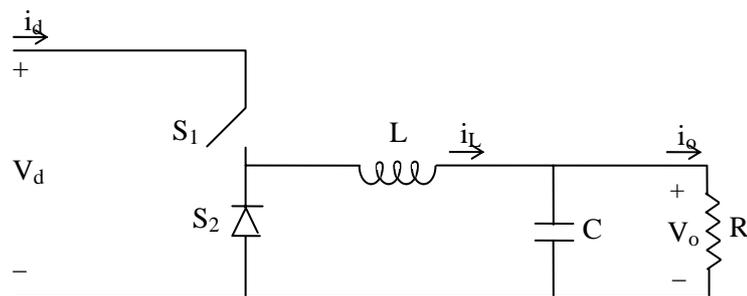


Figura 3

14.- Se desea diseñar un inversor en puente completo y analizar su comportamiento en lo referente a la generación de armónicos. La alimentación del puente, V_d , tiene un valor de 800 V (continua) y la carga que se desea alimentar es un motor de 50 Hz. y 220 V de tensión de pico (alterna). Sabiendo que el esquema que se pretende utilizar es un PWM doble, se pide:

a) Dibujar el circuito para realizar la función deseada. Comentar las características del tipo de semiconductores de potencia que se deben colocar como interruptores en el puente. ¿Es necesaria la colocación de un filtro antes del motor?

b) Explicar el funcionamiento del circuito y determinar, razonadamente, los valores de f_1 , m_a , f_S y m_f .

c) Calcular y representar los valores eficaces de la frecuencia fundamental y de los armónicos generados. **Nota:** se recuerda que se están pidiendo valores eficaces y que los datos de la tabla de la página 3 están normalizados.

d) Si se coloca a la salida del inversor un filtro paso bajo LC (figura 2) con la idea de eliminar todas las componentes frecuenciales no deseadas, calcular la relación que deben mantener L y C para realizar dicho cometido. (La frecuencia de corte del filtro LC es $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$).

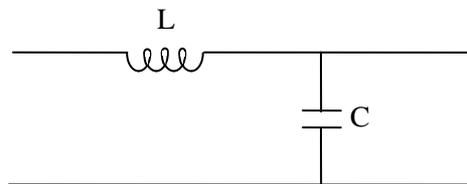


Figura 2: Filtro LC