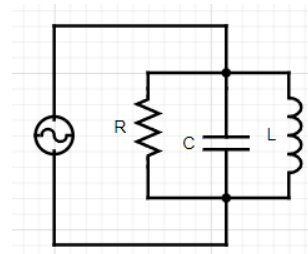


Apellidos, Nombre:

Apellidos, Nombre:

**Ejer1:** Considerar el circuito de la figura adjunta al que se aplica un voltaje de frecuencia 50Hz/amplitud  $V_0=10V$ . ¿A qué frecuencia angular  $\omega$  corresponde la frecuencia  $f=50$  Hz?

Cread un vector de tiempos  $t$  cubriendo la duración de un periodo (desde  $t=0$  hasta  $T=1/f$ ) a saltos de 0.0001.



Usad  $t$  para crear un vector con el voltaje  $V$  de la fuente durante un periodo, usando complejos  $V=V_0 \cdot e^{i\omega t}$ . En MATLAB sería:  **$V=V_0 \cdot \exp(1i \cdot \omega \cdot t)$** ;

Ahora calcularemos las intensidades que pasan por cada componente ( $R$ ,  $C$ ,  $L$ ). Dicha intensidad será  $V/X$  donde  $X$  es la "resistencia" de cada componente. Sea  $R=10$  ohm,  $L=0.1H$ ,  $C=1\mu F$ , definid en MATLAB los valores (en general complejos) de  $X_R$ ,  $X_C$  y  $X_L$ . Calculad las 3 intensidades  $I_R$ ,  $I_C$ ,  $I_L$ .

Quedaros ahora con la parte real de  $V$ :  $V=\text{real}(V)$ . Repetir para  $I_R$ ,  $I_L$ ,  $I_C$ .

Haced un plot de  $V$  usando:  **$\text{subplot}(211)$ ;  $\text{plot}(t,V)$**

Superponer en un gráfico las intensidades (haced previamente  **$\text{subplot}(212)$** );). Tras el plot usad  **$\text{legend}(\{'IR', 'IC', 'IL'\})$** ; para identificarlas en el gráfico. Adjuntad gráfica. ¿Qué relación existe entre las intensidades  $I_L$  e  $I_C$ ? ¿Y entre  $I_R$  y el voltaje?

Calculad potencia instantánea ( $P=I \cdot V$ ) consumida en cada componente como  $P_R=V \cdot I_R$ , ... Adjuntad la gráfica que muestre estas 3 potencias en función del tiempo  $t$ . Etiquetarla con  **$\text{legend}()$** . ¿Qué diferencia a  $P_R$  de  $P_L$  o  $P_C$ ?

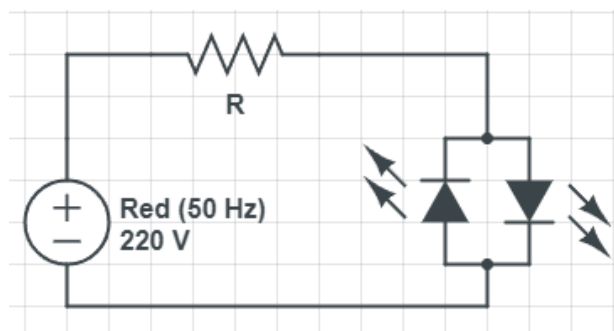
La potencia instantánea total será  $P=P_R+P_L+P_C$ . Haced su gráfica. Observad que en un circuito de corriente alterna la potencia consumida cambia con el tiempo e incluso puede haber partes del periodo donde la potencia total sea negativa (en vez de gastar el circuito está "devolviendo" energía). Lo que nos importa es la potencia media disipada. Calcular la media de la potencia total a lo largo de un periodo, haciendo  **$\text{mean}(P)$** . ¿Potencia media disipada? Calcular ahora la potencia media disipada por cada componente por separado (esto es, la media de  $P_R$ ,  $P_C$ ,  $P_L$ ). ¿Qué consumo hay en  $C$  y en  $L$ ?

Sabiendo que el voltaje eficaz ( $V_{rms}$ ) de un voltaje sinusoidal de amplitud  $V_0$  es  $V_0/\sqrt{2}$ , calculad la potencia disipada que deberíamos haber encontrado para nuestra resistencia de  $50\Omega$ . Veréis que es muy similar pero no coincide exactamente con la calculada antes. Esto es debido a que el valor calculado lo hemos obtenido promediando unos valores muestreados en ciertos puntos en vez de integrar la verdadera función continua.

**Ejer 2:** Un LED (Light Emissor Diode) es esencialmente un diodo que emite luz cuando circula corriente por él.

Tengo unos LED cuyas especificaciones indican que dan su mayor luminosidad con una caída de tensión de 5V entre sus terminales y una intensidad de 200 mA.

¿Qué potencia disipa uno de estos LED?



Para alimentar estos LED lo ideal sería usar fuente de alimentación de corriente continua nos dé esos 5V DC necesarios.

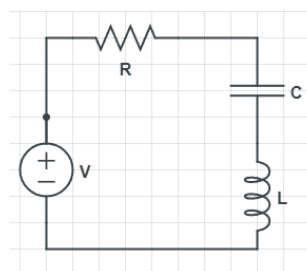
Como tengo prisas por probarlos voy a conectarlos (sin fuente de alimentación ni transformador) directamente a la red eléctrica (220V, 50Hz) siguiendo el circuito indicado (he puesto dos LEDs en direcciones opuestas para que siempre haya uno iluminado independientemente de la dirección del voltaje).

Para que el voltaje visto por los LED sea de sólo 5V colocamos una resistencia en serie R entre cuyos extremos deben aparecer los 215V restantes. [Calcular el valor de R necesario.](#) ¿Cuál sería la potencia disipada en la resistencia? (En este ejercicio trabajamos con Voltajes RMS eficaces así no es necesario integrar y basta hacer  $P=I \cdot V$ ). Fijaros que (aunque funcione) el circuito es muy ineficaz, ya que desperdiciamos mucha más potencia en la resistencia de la usada en el LED.

Ahora cambiamos la R por un condensador C que tenga la misma impedancia. [¿De qué capacidad debería ser el condensador?](#)

La ventaja de usar un condensador es que conseguimos la misma caída de voltaje sin perder energía, ya que idealmente un condensador no disipa potencia (al estar su voltaje e intensidad desfasados  $90^\circ$  el promedio de  $I \cdot V$  es nulo).

**Ejer 3:** Considerar el circuito RLC en serie mostrado en la figura adjunta con  $R=10\Omega$ ,  $L=0.2\text{H}$  y  $C=10\mu\text{F} = 10 \times 10^{-6}\text{F}$ . Escribid en Matlab los valores de las reactancias  $X_L$  y  $X_C$  y asignar a una variable Z el valor de la impedancia total compleja Z debida a R, L y C en función de la frecuencia  $\omega$ . [¿Qué resistencia total \(módulo de Z\) ofrece el circuito si el voltaje aplicado es sinusoidal con una frecuencia  \$f=50\text{Hz}\$ ?](#)



[¿Qué componente \(R, L o C\) es mayormente responsable de dicha resistencia?](#)  
[Para esa frecuencia, ¿cuál sería el desfase \(en grados\) entre  \$I\(t\)\$  y  \$V\(t\)\$ ?](#)

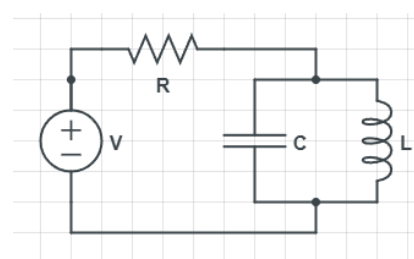
Representad  $|Z|$  en función de la frecuencia en el rango desde  $f=10$  a  $1000\text{Hz}$  usando eje log en el eje X (semilogx). A partir de la gráfica determinar la frecuencia a la que el circuito muestra la mínima impedancia. ¿Cómo podríais determinar directamente dicha frecuencia a partir de los datos del problema?

Para una amplitud  $V_0=10V$ , haced una gráfica del máximo  $I_0=V_0/|Z|$  de la intensidad en función de la frecuencia (también con una escala log en eje X). Su máximo estará en la misma frecuencia calculada antes (la frecuencia  $\omega_R$  de resonancia donde  $|Z|$  es mínima), Determinar las dos frecuencias a ambos lados del máximo donde se alcanza el valor de  $0.707 \cdot I_{\max}$ . La diferencia entre ambas es el llamado ancho de banda de la resonancia. [¿Ancho de banda?](#)

Calcular el llamado factor  $Q = \text{Frecuencia del máximo} / \text{ancho de banda}$ . Este factor  $Q$  se utiliza para caracterizar una curva donde aparece algún tipo de resonancia. El cociente  $Q$  nos da una idea de lo pronunciado que es el pico de resonancia: será más alto cuanto más estrecho sea el pico (ancho de banda) frente a la frecuencia del máximo (resonancia).

**Ejer 3b:** Considerar ahora el circuito de la figura adjunta con  $R=50\Omega$ ,  $L=0.5H$  y  $C = 1 \mu F$ . [¿Cuál es la frecuencia de resonancia para esos valores de  \$L/C\$ ?](#)

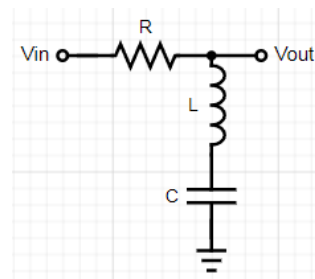
Haced como antes una gráfica de  $|Z|$  (impedancia total del circuito) en el rango de 10 Hz a 1000 Hz.



En este caso puede ser interesante usar una escala logarítmica en ambos ejes (usad la función  $\log\log(x,y)$  de MATLAB). [Adjuntad la gráfica.](#) [¿Cuál es ahora la resistencia del circuito en la frecuencia de resonancia?](#)

**Ejer 4:** Considerar el filtro de la figura adjunta. [¿Es un filtro activo o pasivo?](#) [¿De qué orden es?](#)

Dar la expresión del voltaje de salida  $V_{out}$  en función de  $V_{in}$ , la resistencia  $R$  y reactancias  $X_C$  y  $X_L$ . Determinar la función de transferencia  $H(\omega)$  del filtro.



Usando MATLAB haced una gráfica del módulo de  $H(\omega)$  en el rango de frecuencias de 1Hz a 100KHz para los valores  $R=100 \text{ ohm}$ ,  $L=0.1H$ ,  $C=100\mu F$ . Recordad usar una escala logarítmica (semilogx) para el eje X (frecuencias) y usad dB, recordando que:

$$dB = 20 \cdot \log_{10}(|H(\omega)|)$$

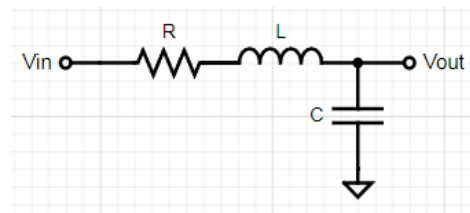
[Adjuntad gráfica](#) [¿Cómo describiríais el filtro obtenido?](#) [¿Cuál es la frecuencia  \$f\_R\$  de resonancia?](#) Para apreciar mejor los detalles repetir la gráfica entre las frecuencias de 10 y 100 Hz a saltos de 0.01 Hz. [Adjuntad la nueva gráfica.](#)

Si en nuestra aplicación una atenuación mayor de 40dB equivale a eliminar dicha frecuencia, [¿qué rango de frecuencias son eliminadas por este filtro?](#)

Volver a repetir la gráfica (rango 10-100 Hz) multiplicando  $L$  por 2 ( $L=0.2H$ ) y dividiendo  $C$  por 2 ( $C=50\mu F$ ). [Adjuntad la nueva gráfica](#) [¿Cambia la frecuencia de resonancia?](#) [¿Cuál es ahora el rango de frecuencias eliminadas?](#)

[¿Se os ocurre alguna aplicación para este tipo de filtros tan selectivos?](#)

**Ejer5:** Usaremos el mismo circuito anterior pero ahora la salida  $V_{out}$  está entre el condensador y la inductancia. Dar la nueva expresión de  $H(\omega)$  (en función de  $R$ ,  $X_C$ ,  $X_L$ ).

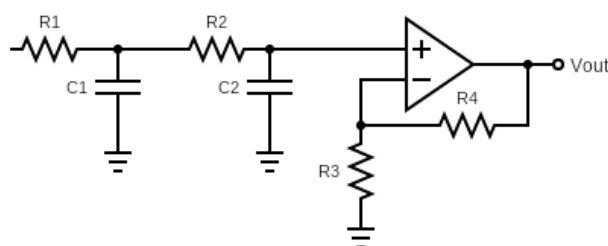


Haced la gráfica del módulo de  $H(\omega)$  en el rango entre 10 y 100000 Hz ( para los valores  $L=0.01H$ ,  $R=100$ ,  $C=2\ \mu F$ ).

Adjuntad gráfica ¿Cuál es ahora el tipo de filtro resultante?

Usando el criterio de -3dB, ¿hasta qué frecuencia deja pasar el filtro? ¿Cuál es la caída de la atenuación por cada década (factor 10 de frecuencias)? Podéis medirla viendo p.e. cómo cambia la atenuación desde  $f=5000$  a  $f=50000$  Hz. ¿Corresponde a la caída de un filtro de orden 1 (-20dB/década) o de orden 2 (-40 dB/década)?

**Ejer6:** Un sensor nos da una señal con voltajes entre 0 y 100mV con un ancho de banda (rango de frecuencias presentes en la señal) entre 0 y 300 Hz. Para acondicionar la señal de cara al muestreo posterior le aplicamos las dos etapas mostradas en la figura adjunta:



- Filtrado paso-bajo ( $RC_1 + RC_2$ ) con una frecuencia de corte de unos 500 Hz para quedarnos con la señal de interés reduciendo ruido, interferencias, ... que pueden estar presentes en otras frecuencias.
- Fase de amplificación (opamp +  $R_3$ ,  $R_4$ ).

El sensor tiene una impedancia de salida  $\sim 1K\Omega$  por lo que usaremos  $R_1=10K\Omega$  para no sobrecargarlo. Por la misma razón (no sobrecargar la 1ª etapa del filtro) haremos  $R_2=10 \cdot R_1$ . Elegid los valores de  $C_1$  y  $C_2$  para que la frecuencia de corte de ambos filtros sea de 500 Hz. ¿Valores de  $C_1$  y  $C_2$ ? Adjuntad la gráfica del módulo de la función de transferencia asumiendo que  $H=H_1 \cdot H_2$  (dado que  $R_2 \gg R_1$  esto será bastante cierto).

Si el ADC espera un voltaje de entrada en el rango de 0 a 10V dad la relación entre  $R_3$  y  $R_4$  para aprovechar todo el rango dinámico del conversor.

Si las frecuencias que sufren una atenuación de 40dB o más durante el filtrado se consideran despreciables, ¿cuál sería la frecuencia de muestreo a usar?