

Guia 8. Resonancia

1. Encontrar la frecuencia de resonancia de un circuito RLC serie con $R = 25\Omega$, $L = 21mH$ y $C = 470\mu F$.
2. Deducir y calcular la frecuencia de resonancia ω_0 y el ancho de banda AB de un circuito RLC paralelo simple, con $R = 100\Omega$, $L = 10mH$ y $C = 20\mu F$.
3. Calcular para resonancia la corriente total y en cada rama para el circuito de la figura 1. Construir el diagrama fasorial.

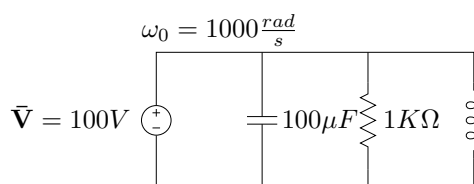


Figura 1: Circuito paralelo resonante.

4. En el circuito de la figura 2 se ajusta la frecuencia de manera que el RLC paralelo (formado por $R_2 L_2 C$) esté en resonancia. Bajo esta condición
 - a. Dibujar el diagrama fasorial completo de tensiones y corrientes
 - b. Indicar en el diagrama fasorial de tensiones la tensión \bar{V}_{AB}

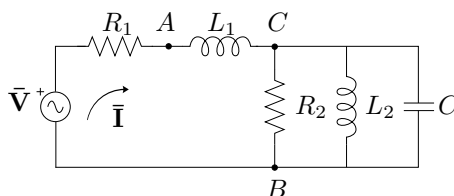


Figura 2: Método fasorial.

5. Para el circuito de la figura 3, existe una frecuencia de resonancia? Calcular.

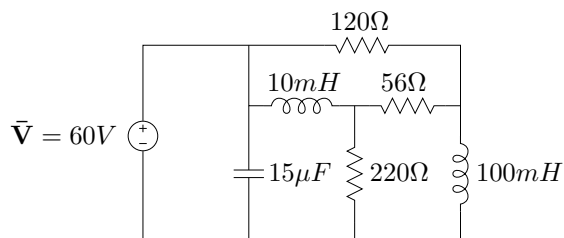


Figura 3: Circuito RLC genérico.

6. Explicar el fenómeno de *sobretensión* en los elementos reactivos de un circuito RLC serie alimentado por un generador de tensión constante y frecuencia variable. Graficar en un plano Ω vs. ω (plano $|Z|$) los módulos de todas las impedancias y mostrar en el gráfico en que zonas se produce la sobretensión. Graficar además los módulos de la tensión total $|V_T|$, tensión en el inductor $|V_L|$ y capacitor $|V_C|$ en otro plano V vs. ω destacando las zonas de sobretensión en cada elemento.
7. En un circuito RLC serie se varía la frecuencia ω del generador hasta obtener la caída de tensión máxima en la resistencia. El valor de tensión que se obtiene es $V_R = 20V$ y se logra a la frecuencia $\omega = 2000 \frac{rad}{seg}$. En estas condiciones se miden las tensiones en los elementos inductivo y capacitivo dando $V_L = V_C = 30V$, y el valor de la corriente $I_T = 4A$. Determinar:
 - a. Ancho de banda y frecuencias de potencia mitad ω_1 y ω_2 .
 - b. Factor de selectividad Q_0 .
 - c. Componentes resistivo, inductivo y capacitivo (R , L y C) del circuito.
8. La potencia disipada por una resistencia de 10Ω de un circuito RLC serie es $P = 200W$ en resonancia, y $P = 100W$ en $\omega_1 = 270,16$ y $\omega_2 = 370,16$.
 - a. Determinar la frecuencia de resonancia, el ancho de banda del circuito, el valor del factor Q_0 y la capacidad e inductancia de los elementos.
 - b. Existirá sobretensión en el circuito? Justificar.
9. El circuito equivalente de un capacitor real viene dado por un inductor L en serie con una resistencia llamada ESR (por el ingles Equivalent Serial Resistor) y con un capacitor ideal C que representa la capacidad propiamente dicha del elemento real. Además, en paralelo se encuentra la resistencia de fuga del dieléctrico de muy elevado valor. Ver figura 4.

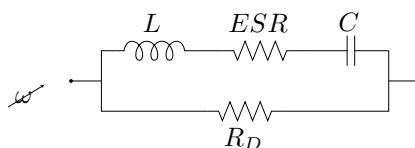


Figura 4

Si los valores de un capacitor real son $L = 2nH$, $ESR = 0,1\Omega$, $C = 4,7\mu F$ y $R_D = 10M\Omega$, se pide:

- a. graficar el lugar geométrico de admitancia del circuito cuando ω varía entre 0 e ∞ ,
- b. señalar en el gráfico los valores óhmicos de corte del lugar con el eje real y los valores de frecuencia ω para estos cortes,

- c. determinar el rango de frecuencia para el cuál el elemento tiene carácter capacitivo.
10. Encontrar analíticamente y graficar el lugar geométrico de admitancia e impedancia del circuito de la figura 5.

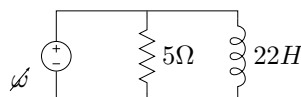


Figura 5: Lugar geométrico de impedancia y admitancia.

11. Para el circuito de la figura 6 se pide el desarrollo completo y cálculo del lugar geométrico de admitancia y, si el circuito puede entrar en resonancia, para que valor o valores de X_C lo hace.

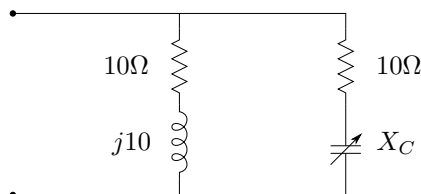


Figura 6: Lugar geométrico de admitancia.

12. Determinar los valores de L que hacen que el circuito de la figura 7 no entre en resonancia al variar la resistencia entre $0 < R_L < \infty$.

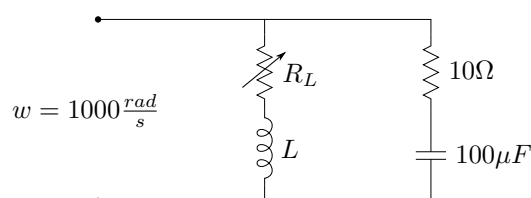
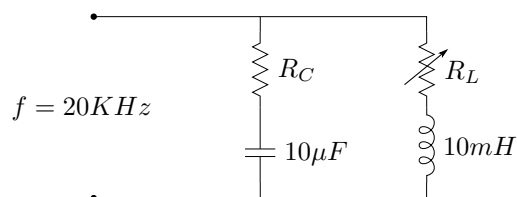
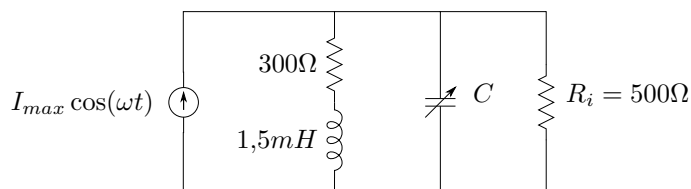


Figura 7: Lugar geométrico.

13. Determinar el rango de valores de R_C para que el circuito de la figura 8 pueda entrar en resonancia.
14. El circuito de la figura 9 es una representación aproximada del sintonizador de entrada de un receptor de LF de reloj radiocontrolado (<http://en.wikipedia.org/wiki/WWVB>). Se pide:
- a. Calcular el valor del capacitor para que el circuito esté en resonancia a $f = 60KHz$.

**Figura 8:** Lugar geométrico.

- b. Calcular el valor del capacitor para el cual se transfiere la máxima potencia a R_i , utilizando para este cálculo el lugar geométrico de admitancia del circuito.
- c. Utilizando el equivalente de Thevenin recalculer el valor de C para máxima transferencia de potencia en la R_i .

**Figura 9:** Sintonizador de reloj radiocontrolado.

Soluciones

Ejercicio 1 Solución

$$\omega_0 = 318,3 \frac{rad}{s}$$

Ejercicio 3 Solución

$$\bar{\mathbf{I}}_R = 0,1A$$

$$\bar{\mathbf{I}}_L = 10\angle -90^\circ A$$

$$\bar{\mathbf{I}}_C = 10\angle 90^\circ A$$

$$\bar{\mathbf{I}}_T = 0,1A$$

Ejercicio 8 Solución

1. La frecuencia de resonancia de un circuito RLC serie es la media geométrica de las frecuencias de potencia mitad ω_1 y ω_2

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2} = \sqrt{270,16 \cdot 370,16} = 316,23 \frac{rad}{s} \quad (1)$$

$$f_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 50,329 Hz, \quad (2)$$

y el factor de calidad Q_0 viene dado por

$$Q_0 = \frac{\omega_0}{\omega_2 - \omega_1} = 3,16, \quad (3)$$

de donde se puede obtener el ancho de banda AB

$$AB = \frac{f_0}{Q_0} = 15,915 Hz. \quad (4)$$

Además, el factor Q_0 se define en términos de los elementos del circuito como

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R},$$

de donde

$$L = \frac{Q_0 R}{\omega_0} = 0,1 H. \quad (5)$$

Finalmente, la frecuencia de resonancia expresada en términos de L y C es

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}},$$

de donde

$$C = \frac{1}{L\omega_0^2} = 100\mu F. \quad (6)$$

2. La resistencia crítica para este circuito es

$$R_c = \sqrt{2\frac{L}{C}} = \sqrt{2\frac{0,1}{100 \times 10^{-6}}} = 44,721\Omega, \quad (7)$$

como $R = 10\Omega$ es menor a la resistencia crítica, existe sobretensión.

Otra forma de justificar es a partir del valor de Q_0 . En resonancia, el módulo de la tensión que cae en los elementos reactivos es Q_0 veces el módulo de la tensión aplicada

$$|\bar{\mathbf{V}}_L| = |\bar{\mathbf{V}}_C| = Q_0|\bar{\mathbf{V}}_{Total}|,$$

como para este caso Q_0 es mayor que 1, en el circuito existirá sobretensión.