

TECNOLOGIA ELÉCTRICA SEMIPRESENCIAL INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL SEGUNDO CICLO-ETSEIAT

PRÁCTICA 1º CIRCUITOS OSCILANTES Y EFECTO FERRANTI

1 OBJETIVOS

Comprobar la respuesta de un circuito de segundo orden durante el régimen oscilatorio. La aplicación particular la realizaremos sobre un circuito RLC serie y paralelo, contemplando diversos valores de los elementos pasivos para obtener los tipos de factores de oscilación más representativos.

Asimismo se comprobará el efecto Ferranti tanto en circuitos eléctricos como en líneas eléctricas, observándose en cada caso, que la tensión al final de línea supera a la del inicio de la misma, cuando la línea se encuentra sin carga.

2 INTRODUCCIÓN TEÓRICA

2.1 Circuitos oscilantes

Los circuitos oscilantes son aquellos que están formados por un condensador y una bobina. En ellos se transforma la energía eléctrica magnética en electrostática de forma cíclica.

Si cargamos un condensador mediante una fuente de corriente continua y una vez cargado y desconectado de la misma, lo conectamos a una bobina se producirán unas oscilaciones empezando por un máximo, ya que el condensador está cargado inicialmente. Los períodos de estas oscilaciones T son iguales y las amplitudes decrecen hasta anularse, es decir son oscilaciones amortiguadas. El amortiguamiento se debe a la resistencia óhmica del circuito, que transforma la energía eléctrica en calor por el efecto Joule, siendo la frecuencia de oscilación o propia del circuito:

$$f_o = \frac{1}{T} \quad [1.1]$$

Para que la oscilación de un circuito LC no se amortigüe, es necesario suministrar una energía exterior con una fuente de tensión que posea la misma frecuencia que la frecuencia propia " f_o " del circuito. Entonces se dice que el circuito está en resonancia, y a la frecuencia " f_o " se le denomina frecuencia de resonancia. Este fenómeno es muy frecuente en el mundo que nos rodea, desde aparatos de música hasta los relojes de péndulo, utilizan el principio de la resonancia para su funcionamiento.

Para un circuito serie RLC, la frecuencia que lo definirá se obtendrá igualando las reactancias:

$$X_C = X_L \quad [1.2]$$

O sea:

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot C} = 2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot L \quad [1.3]$$

De donde:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad [1.4]$$

A esta fórmula se le denomina fórmula de Thomson para resonancia serie.

En este circuito serie, en resonancia se producirá una sobretensión en las tensiones parciales por lo que se conoce a ésta como resonancia de tensión.

Para un circuito paralelo RLC, la frecuencia que lo definirá se obtendrá igualando las susceptancias:

$$B_C = B_L \quad [1.5]$$

O sea:

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot L} = 2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot C \quad [1.6]$$

De donde:

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad [1.7]$$

A esta fórmula se le denomina fórmula de Thomson para resonancia en paralelo.

En este circuito paralelo, en resonancia se producirá una sobreintensidad en la bobina y en el condensador, este es el motivo por la que se la denomina resonancia de corriente.

2.2 Efecto Ferranti

El diagrama vectorial de una línea eléctrica monofásica inductiva, conectada a una carga inductiva, es el mostrado en la figura 1. En este diagrama puede observarse que el módulo de la tensión del final de línea es menor que el módulo de la tensión al principio de la misma. Esto es así debido a la caída de tensión que se produce en la misma línea.

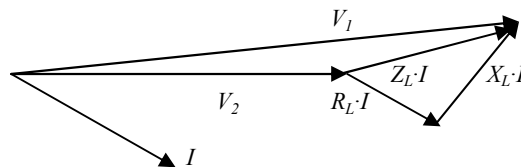


Figura 1

Si ahora conectamos al final de la misma línea monofásica inductiva anterior, una carga capacitiva, como se muestra en la figura 2, vemos que en este caso el módulo de la tensión al final de línea es mayor que el módulo de la tensión al inicio de la misma. Es como si la caída de tensión fuera negativa, es decir, que en vez de perderse potencial se aumenta el mismo al avanzar hacia el final de la línea. Este efecto recibe el nombre de Efecto Ferranti.

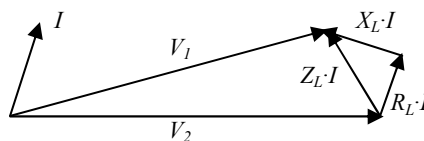


Figura 2

3 MATERIAL NECESARIO

- Generador de señales alternas.
- Fuente de alimentación de continua
- Osciloscopio
- Panel con resistencias
- Panel con condensadores
- Panel con bobinas
- Polímetro digital
- Cables y conectadores para el conexionado

4 REALIZACIÓN PRÁCTICA

4.1 Circuitos Oscilantes

4.1.1 Montar el circuito RLC de la figura, alimentándolo con una fuente de tensión continua.

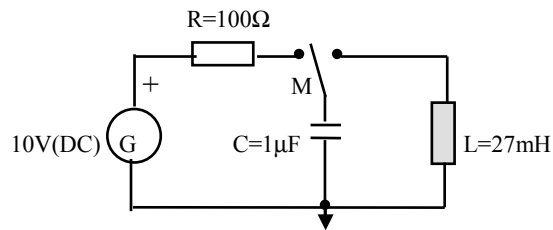


Figura 3

4.1.2 Ajustar la fuente de continua al valor de 10V. Seguidamente mediante el conmutador "M", cargar el condensador a la tensión de la fuente de alimentación. Una vez el condensador esté cargado cambiar el conmutador "M" a la otra posición, efectuándose la desconexión de la fuente de alimentación y la descarga del mismo sobre la bobina. Para visualizar la variación de la tensión con el tiempo, conectar los extremos de la bobina al canal I, del osciloscopio. Dibujar la señal obtenida indicando a que tipo de sistema obedece (amortiguado, subamortiguado, oscilante), la frecuencia de oscilación del circuito, así como la tensión máxima alcanzada.

4.2 Circuito Oscilante Serie

4.2.1 Montar el circuito RLC de la figura, alimentándolo con generador de funciones senoidal.

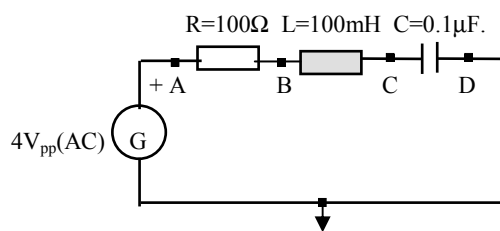


Figura 4

4.2.2 Ajustar el generador de funciones a una tensión de $4V_{pp}$ y señal senoidal, verificándola durante todas las mediciones con el osciloscopio. Conectar al canal I del osciloscopio la entrada de la señal (puntos AD), y el canal II, a los extremos del resistor (puntos AB) para medir $u_R(t)$. Esta caída de tensión es proporcional a la intensidad del circuito. Calcular la Intensidad para cada una de las frecuencias representadas en la tabla siguiente, asimismo calcular y anotar los valores de la impedancia.

Frecuencia de oscilación de un circuito RLC serie.											
F(kHz)	0.1	0.2	0.3	0.6	1	2	3	4	6	10	15
$U_{Rpp}(V)$											
$U_R(V)$											
I(mA)											
Z(Ω)											

Tabla 1

4.2.3 Seleccionar en el generador de funciones una tensión senoidal de $u_G(t)=4V_{pp}$ a la frecuencia de resonancia (en la cual no existirá desfase entre las tensiones de entrada y de la resistencia). Con la ayuda de voltímetros hallar las tensiones de $u_G(t)$, $u_R(t)$, $u_C(t)$ y $u_L(t)$, comprobando la existencia de resonancia

4.2.4 Medir con un ohmímetro el valor de la resistencia de la bobina.

4.3 Circuito Oscilante Paralelo.

4.3.1 Montar el circuito RLC de la figura, alimentándolo con generador de funciones senoidal.

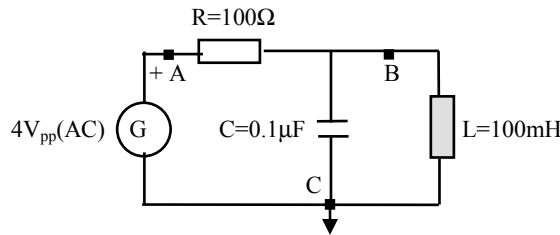


Figura 5

4.3.2 Ajustar el generador de funciones a una tensión de $4V_{pp}$ y señal senoidal, verificándola durante todas las mediciones con el osciloscopio. Conectar al canal I, del osciloscopio la entrada de la señal (puntos AC), y al canal II, los extremos del resistor (puntos AB) para medir $u_R(t)$, esta caída de tensión es proporcional a la intensidad del circuito. Calcular la intensidad para cada una de las frecuencias representadas en la tabla siguiente, asimismo calcular y anotar los valores de la impedancia.

Frecuencia de oscilación de un circuito RLC paralelo.											
F(kHz)	0.1	0.2	0.3	0.5	1	2	4	8	12	16	20
$U_{Rpp}(V)$											
$U_R(V)$											
I(mA)											
Z(Ω)											

Tabla 2

4.3.3 Seleccionar en el generador de funciones la frecuencia de oscilación, (en la cual la tensión en la resistencia será mínima), con una tensión del generador de $u_G(t)=4V_{pp}$, y con la ayuda de amperímetros, determinar las intensidades $i_L(t)$, $i_C(t)$ y $i_T(t)$.

4.3.4 Medir con un ohmímetro el valor de la resistencia de la bobina.

4.4 Efecto Ferranti en circuitos eléctricos

4.4.1 Montar el circuito RLC de la figura, alimentándolo con generador de funciones senoidal.

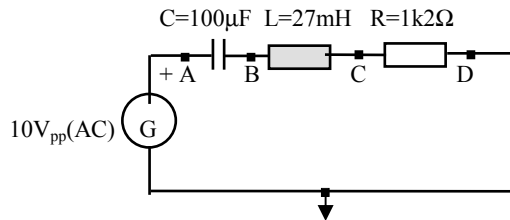


Figura 6

4.4.2 Ajustar el generador de funciones a una tensión de $10V_{pp}$ y señal senoidal, verificándola durante todas las mediciones con el osciloscopio. Conectar al canal I, del osciloscopio la entrada de la señal (puntos AD), y el canal II, a los extremos del resistor (puntos CD) para medir $u_R(t)$. Variar la frecuencia del generador hasta alcanzar la frecuencia de resonancia. Indicar como es posible visualizar en el osciloscopio la frecuencia de resonancia.

4.4.3 Medir con el voltímetro los módulos de la tensión V_{BA} , V_{BD} , y V_{AD} . Compararlos con los módulos de V_B y V_{AD} , justificando sus magnitudes relativas.

4.4.4 Dibujar los diagramas vectoriales de la tensión, situando los puntos A, B, C, y D. Situar, asimismo en este diagrama el vector de la intensidad que circula por el circuito.

4.4.5 Medir con un ohmímetro el valor de la resistencia de la bobina.

4.4.6 Medir el módulo de la corriente I , con el amperímetro, comprobando por cálculo su valor, recordando que la impedancia del circuito es:

$$\bar{Z} = [(R + R_L) + j(X_L - X_C)] \quad [1.8]$$

4.4.7 Con el módulo de la corriente I , y la reactancia capacitiva X_C , hallar el módulo de la caída de tensión del condensador, comprobando que coincide con el que se había hallado anteriormente.

4.5 Efecto Ferranti en líneas eléctricas

4.5.1 El circuito de la figura representa una línea eléctrica inductiva con carga también inductiva.

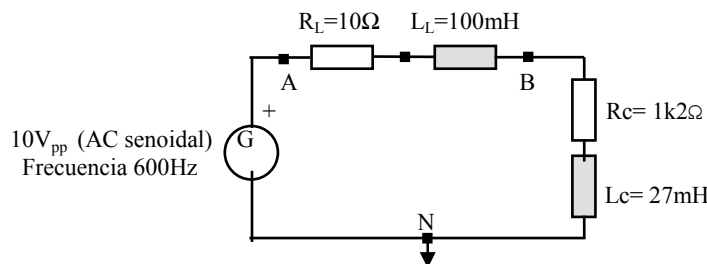


Figura 7

4.5.2 Tomar la tensión del principio de línea V_{AN} , y la del final de línea V_{BN} . Dibujar los diagramas vectoriales situando las tensiones, intensidad y caídas de tensión de la resistencia, bobina e impedancia de la línea.

4.5.3 Si a la misma línea inductiva anterior se le conecta una carga capacitiva, comprobar nuevamente los parámetros anteriores (V_{AN} y V_{BN}), dibujando asimismo los diagramas vectoriales situando las tensiones, intensidad y caídas de tensión de la resistencia, bobina e impedancia de la línea.

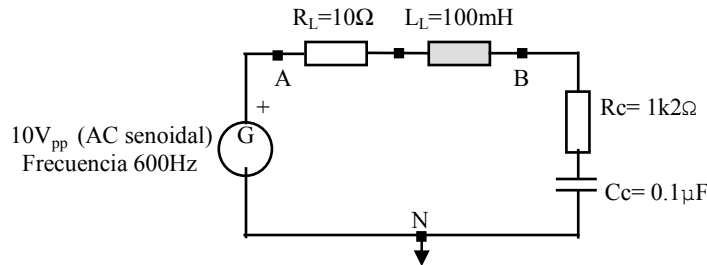


Figura 8

4.5.4 Si ahora en el circuito de la figura 7, se inserta en la línea un condensador de capacidad $0.1 \mu\text{F}$ variable, ajustándose la frecuencia hasta conseguir que $V_{AN} = V_{BN}$ en módulo. Justificar teóricamente los resultados obtenidos. Indicar asimismo el comportamiento del circuito para frecuencias menores y frecuencias mayores a las de la condición dada.

4.5.5 En todos los apartados se debe medir con un ohmímetro el valor de la resistencia de la bobina.

5 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

- Existen dos tipos fundamentales de oscilación dependiendo del comportamiento de los parámetros de un circuito, cuando se le aplica la frecuencia natural de oscilación al mismo. ¿A qué tipo de oscilación se le denomina oscilación de tensión? ¿Cuál es la denominada oscilación en corriente? Razonar las respuestas.
- Disponemos de un circuito serie RLC al cual se le aplica una tensión $u(t)$ a la frecuencia de oscilación. ¿Qué valor adoptará la tensión en bornes de la resistencia? ¿Qué valor adoptaran las tensiones en bornes de la bobina y del condensador? ¿Indicar qué valor adoptará la suma vectorial de $V_L + V_C$? Razonar las respuestas.
- ¿Indicar otro método para detectar, aparte del método usado en la práctica, el régimen de resonancia en un circuito RLC serie, mediante el uso del osciloscopio?
- Si colocamos una bombilla con impedancia prácticamente nula en serie con la resistencia del circuito RLC paralelo. ¿Cómo cambiará su intensidad luminosa cuando el circuito entre en resonancia?
- ¿Cómo se verían afectados los resultados obtenidos, si en los dos circuitos realizados experimentalmente no se tuviera en cuenta el valor de la resistencia de la bobina? Razonar la respuesta.
- ¿Coincide el valor de la frecuencia de resonancia hallado experimentalmente en el circuito serie RLC, con el obtenido de forma teórica? ¿Por qué?

7. La resonancia no sólo es importante en electricidad, ya que afecta a otras muchas disciplinas de la ciencia. Indicar algunos fenómenos en los que la resonancia es decisiva, anotando sus aplicaciones más comunes.
8. Representar, con los valores obtenidos en la realización práctica del circuito serie (tabla 1), la intensidad y la impedancia total en función de la frecuencia.
9. Representar, con los valores obtenidos en la realización práctica del circuito paralelo (tabla 2), la intensidad y la impedancia total en función de la frecuencia.