

# Laboratorio 5

## Resonancia en Circuito RLC en Serie AC

### 5.1 Objetivos

1. Determinar las características de un circuito resonante RLC en serie.
2. Construir las curvas de corriente, voltaje capacitivo e inductivo y de la potencia disipada en función de la frecuencia.
3. Determinar la frecuencia de resonancia del circuito RLC en serie.

### 5.2 Preinforme

1. ¿ A qué se denomina resonancia?.
2. ¿ A qué se denomina reactancia capacitiva, reactancia inductiva e impedancia?.

### 5.3 Fundamento Teórico

Considere el circuito RLC serie de la figura (5.1), con  $V = V_0 \text{Sen}(wt)$  siendo  $V_0$  la amplitud de voltaje y  $w$  la frecuencia del agente forzador ó impulsor. La ecuación de este circuito, aplicando la segunda Ley de Kirchhoff es:

$$V_0 \text{Sen}(wt) - IR - L \frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} = 0 \quad (5.1)$$

Este circuito es un ejemplo de un oscilador armónico forzado eléctrico donde el agente externo ó agente forzador es un generador de onda con salida de voltaje  $V = V_0 \text{Sen}(wt)$ , suponiendo que el desfase inicial  $\varphi = 0$ . Para el tratamiento



Figura 5.1: Circuito RLC en serie A.C.

teórico y matemático de este circuito se remite al estudiante al capítulo 4 de este libro (Circuito RLC Serie). Los resultados finales obtenidos fueron:

$$I_0 = \frac{V_0}{|\mathbf{Z}|} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2}} \quad (5.2)$$

donde:

$I_0$ : Amplitud de Corriente.

$V_0$ : Amplitud de Voltaje.

$|\mathbf{Z}|$ : Módulo de Impedancia total del circuito.

$$|\mathbf{Z}| = \sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2} \quad (5.3)$$

Con:

$X_L = wL$  Reactancia Inductiva.

$X_C = \frac{1}{wC}$  Reactancia Capacitiva.

Por tanto dado que:

$$V = V_0 \text{Sen}(\omega t)$$

La solución para la corriente será:

$$I(t) = I_0 \text{Sen}(\omega t - \phi) \quad (5.4)$$

donde  $\phi$  es el desfase entre  $\mathbf{V}$  e  $\mathbf{I}$ . Su valor viene dado por:

$$\tan \phi = \frac{wL - \frac{1}{wC}}{R} \quad (5.5)$$

Dado que  $V_R$  es el voltaje a través de  $R$ , entonces:

$$V_R = V_0 \cos(\phi) \quad (5.6)$$

El término  $\cos(\phi)$  es llamado **factor de potencia** viene dado por:

$$\cos(\phi) = \frac{R}{|Z|} \quad (5.7)$$

Como se muestra en teoría, el único elemento que disipa energía en un circuito RLC serie es el elemento resistivo  $R$ . La energía promedio disipada en ella es<sup>1</sup>:

$$\bar{P} = I_{rms}^2 R \quad (5.8)$$

$$\bar{P} = I_{rms}^2 |Z| \cos(\phi) \quad (5.9)$$

Cuando  $\phi = 0$ ,  $\cos(\phi) = 1$ , el circuito es completamente resistivo. Ocurriendo una disipación máxima de potencia.

En un circuito RLC Serie AC se presenta la **RESONANCIA** cuando al variar la frecuencia del agente forzador (generador de onda), la reactancia capacitiva se hace igual a la inductiva, el valor que toma la frecuencia del voltaje instantáneo aplicado se llama **frecuencia de resonancia**  $\omega_0$ . Para determinar  $\omega_0$ ,  $X_L = X_C$  de la cual se obtiene:  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Esta frecuencia corresponde también a la frecuencia natural de oscilación de un circuito  $LC$ .

Las propiedades derivadas de este hecho son:

- La impedancia del circuito  $|Z|$  tiene su valor mínimo.
- La corriente que circula en el circuito tiene su valor máximo.
- El voltaje a través del condensador  $C$  es igual al voltaje a través del inductor  $L$ .
- El voltaje a través de la resistencia  $R$  es igual al voltaje aplicado.
- El ángulo de desfase entre la corriente que circula por el circuito y voltaje aplicado es de cero grados.
- La transferencia de potencia de la fuente al circuito es máxima y hay una disipación máxima de potencia en la resistencia  $R$ .

---

<sup>1</sup>**Nota:** Como se sabe, los medidores de voltaje y corriente utilizados miden los llamados valores eficaces ó valores r.m.s:

$V_{ef} = V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$  donde  $V_0$ : Amplitud del voltaje.

$I_{ef} = I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$  donde  $I_0$ : Amplitud del corriente.

## 5.4 Materiales

- Generador de onda
- Frecuencímetro.
- Cables.
- Condensadores no polares de  $1 \mu F$ .
- Inductancia de  $9 mH$ .
- Reóstato:  $100 \Omega$  Variable.
- Medidores de voltaje y corriente AC.

## 5.5 Precauciones

- Familiarizarse con el equipo.
- No utilice la atenuación del generador.
- Hacer la conexión adecuada de medidores y utilizar escalas apropiadas.

## 5.6 Procedimiento

1. Con los valores de  $L$  y  $C$  suministrados, calcule la frecuencia de resonancia.
2. Monte el circuito de la figura (5.1) para  $R = 30 \Omega$  e inicie la señal de voltaje alterno con una frecuencia cercana a la calculada en el punto anterior.
3. Mida  $V_L, V_C$  e  $I$  para cada frecuencia.
4. Repita el paso anterior, cambiando en cada caso la frecuencia. Tome (más de 30 en total) datos por encima y por debajo de la frecuencia de resonancia. Al acercarse al valor de la frecuencia de resonancia haga cambios finos en el DIAL del generador. Haga una tabla de datos.
5. Repita todo con  $R' = 10 \Omega$ . Haga una tabla de datos.

## 5.7 Análisis

1. En una misma hoja de papel semilogarítmico construya los gráficos de corriente ( $i_{ef}$ ) contra frecuencia ( $w = 2\pi f$ ) para  $R = 30 \Omega$  y  $R' = 10 \Omega$  (la frecuencia en el eje logarítmico).
2. Para  $R = 30\Omega$  en una misma hoja de papel milimetrado construya los gráficos de  $V_L$  y  $V_C$  contra  $w$ .
3. Para  $R' = 10\Omega$  repita el paso anterior.
4. En una misma hoja de papel semilogarítmico construya los gráficos de  $P_R$  contra  $w$  para  $R = 30 \Omega$  y  $R' = 10 \Omega$ .
5. Determine de los gráficos de frecuencia de resonancia y compárelo con el valor teórico.
6. Analice los gráficos construidos y determine las características que se presentan en ellas.

## 5.8 Preguntas

1. ¿En qué situaciones es necesario conocer la frecuencia natural de resonancia de un objeto?