

## Circuitos sintonizados

### INTRODUCCIÓN

En la electrónica de las comunicaciones existe la necesidad de contar con circuitos selectivos de frecuencia, a fin de poder separar las señales deseadas de las no deseadas.

Tales circuitos selectivos de frecuencia se logran empleando combinaciones en serie y en paralelo de capacidad y de inductancia. Véase la figura 4-1.

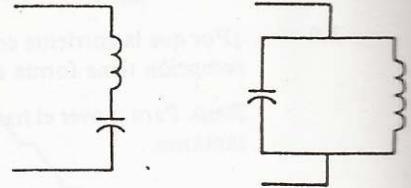


Figura 4-1

### EL CIRCUITO LC EN SERIE

Una combinación en serie de un capacitor y un inductor sin resistencia en el circuito tiene una frecuencia a la cual la impedancia de la combinación es cero, y se produce cuando  $X_L = X_C$ .

La frecuencia a la cual ocurre esto,  $f_0$ , es conocida como frecuencia resonante del circuito.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

### EL CIRCUITO RLC EN SERIE

Puesto que todos los circuitos contienen resistencia, en cualquier estudio significativo se debe examinar la combinación en serie de una capacidad, una inductancia y una resistencia, o sea, el circuito RLC. Véase la figura 4-2.

En el circuito serie RLC la mínima impedancia que se puede lograr a la frecuencia resonante es igual a la resistencia de la serie.

$$Z_0 = R$$

La frecuencia resonante para el circuito RLC es la misma que para el circuito LC:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

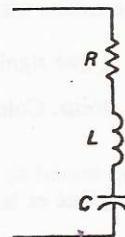


Figura 4-2

### ANCHO DE BANDA Y Q

Al hacer una gráfica de impedancia contra frecuencia para un circuito RLC resulta una curva como la que se muestra en la figura 4-3, mientras que al graficar corriente contra frecuencia se obtiene la curva de la figura 4-4.

La forma exacta de la curva para  $Z$  contra  $f$  e  $I$  contra  $f$  depende del  $Q$  del circuito, en donde  $Q$  se define como

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

para el circuito RLC *serie* simple. Véase la figura 4-5.

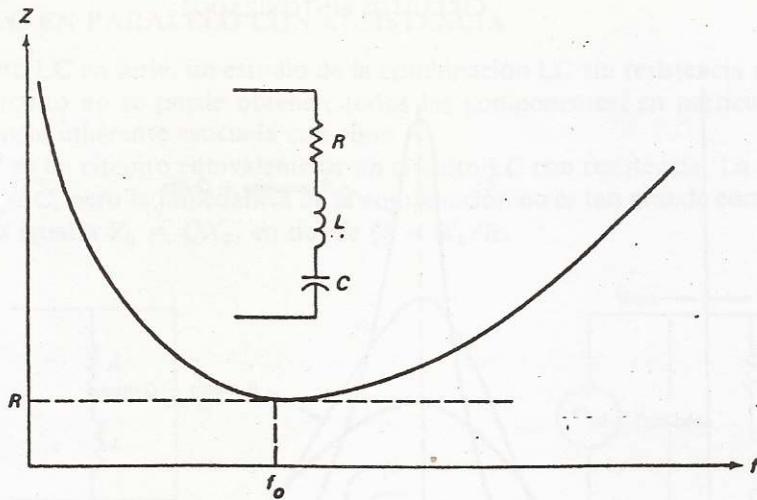


Figura 4-3

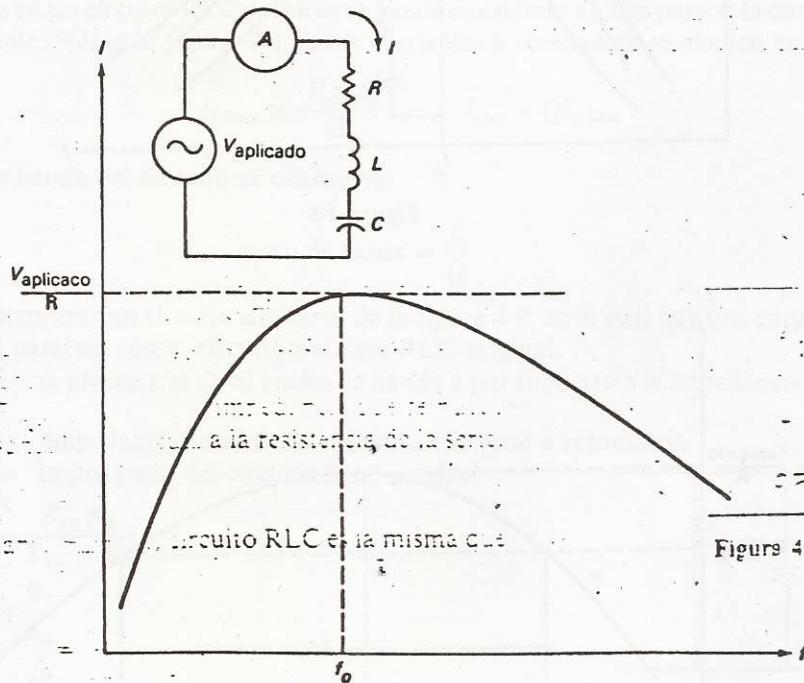


Figura 4-2

Figura 4-4

La frecuencia resonante del circuito RLC es la misma que la del circuito LC.

El ancho de banda de un circuito RLC serie se define como la diferencia entre las dos frecuencias a las cuales la corriente se reduce a 0.707 de la corriente máxima que se alcanza a resonancia. A estas frecuencias se les llama *frecuencias de corte superior e inferior*, o *puntos de potencia mitad*. Véase la figura 4.6.

ANCHO DE BANDA

Al hacer una gráfica de corriente versus frecuencia para un circuito RLC resulta una curva con un pico que se produce en la frecuencia de resonancia que a, produce corriente contra frecuencia y b, produce corriente contra frecuencia y d, produce corriente contra frecuencia.

El ancho de banda de un circuito RLC serie se define como la diferencia entre las dos frecuencias a las cuales la corriente se reduce a 0.707 de la corriente máxima que se alcanza a resonancia. A estas frecuencias se les llama *frecuencias de corte superior e inferior*, o *puntos de potencia mitad*. Véase la figura 4.6.

El ancho de banda y el Q de un circuito están relacionados por

$$\text{Ancho de banda} = \frac{f_0}{Q}$$

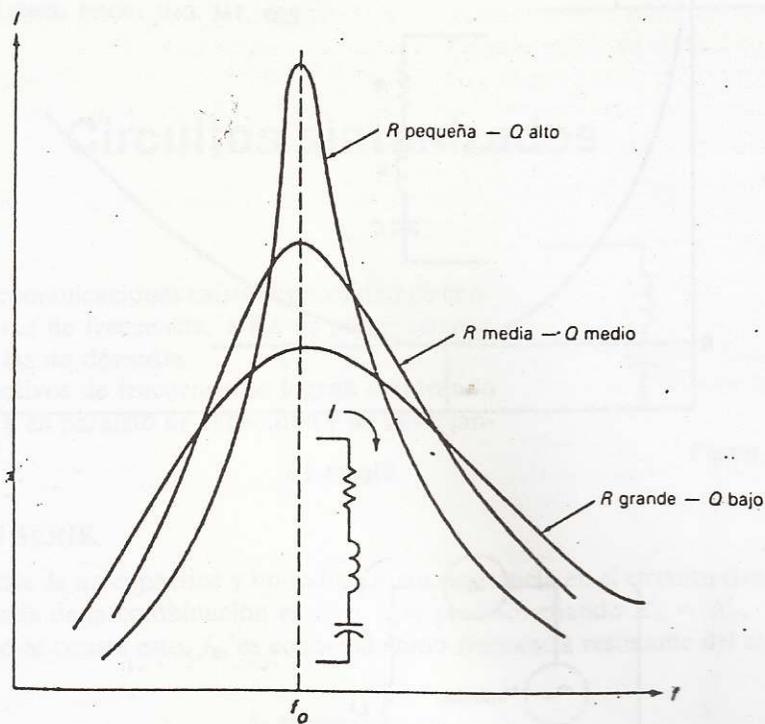


Figura 4-5

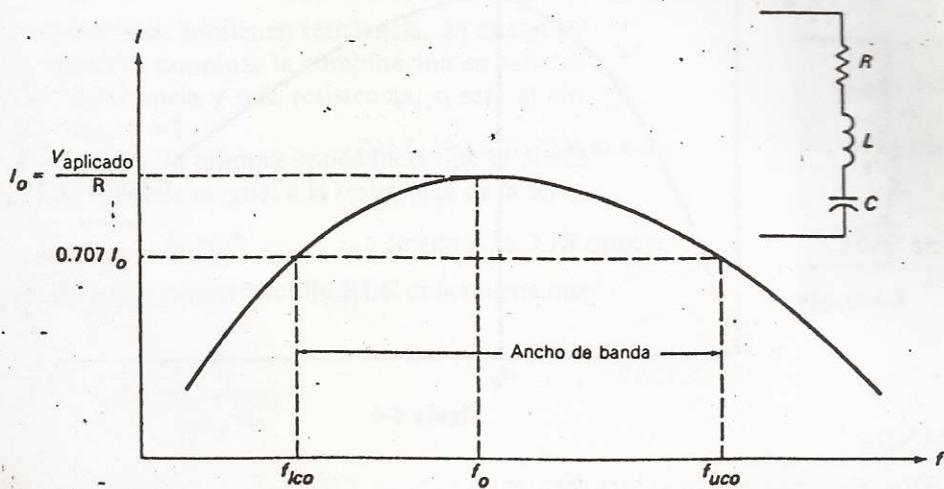


Figura 4-6

**EL CIRCUITO LC EN PARALELO**

Al examinar la combinación en paralelo de un capacitor y un inductor se observa que existe resonancia en

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

A esta frecuencia, la impedancia crece al infinito (suponiendo un circuito sin resistencia).

### EL CIRCUITO LC EN PARALELO CON RESISTENCIA

Como en el circuito LC en serie, un estudio de la combinación LC sin resistencia tiene sus limitaciones puesto que tal circuito no se puede obtener; todos los componentes, en particular las inductancias, tienen una resistencia inherente asociada con ellos.

La figura 4-7 es un circuito equivalente de un circuito LC con resistencia. La frecuencia resonante es la misma  $1/2\pi\sqrt{LC}$ , pero la impedancia de la combinación no es tan grande como la resonancia a infinito, sino que es igual a  $Z_0 = QX_L$ , en donde  $Q = X_L/R$ .

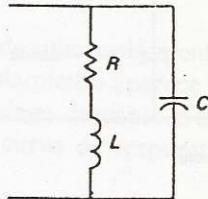


Figura 4-7

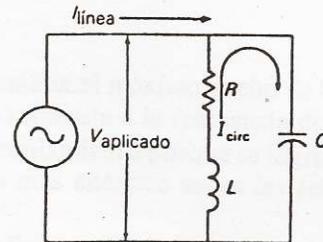


Figura 4-8

La corriente en un circuito RLC paralelo se puede considerar en dos partes: la corriente de línea y la corriente circulante. Véase la figura 4-8. Estas corrientes a resonancia se pueden encontrar de

$$I_{0\text{ línea}} = \frac{V_{\text{aplicado}}}{Z_0} \quad I_{\text{circ}} = QI_{0\text{ línea}}$$

El ancho de banda del circuito se obtiene de

$$\text{ancho de banda} = \frac{f_0}{Q}$$

Es común encontrar un circuito similar al de la figura 4-9, en el cual hay una carga resistiva externa  $R_x$  conectada en paralelo con el circuito paralelo RLC original.

La carga externa afectará al  $Q$ , al ancho de banda y por supuesto a la impedancia total de la combinación.

$Z_T$  = impedancia total de la combinación total a resonancia

$Z_{10}$  = impedancia del circuito RLC original

$$Z_T = \frac{Z_{10} R_x}{Z_{10} + R_x}$$

$$Q_T = \frac{Z_T}{X_L}$$

$$\text{Ancho de banda} = \frac{f_0}{Q_T}$$

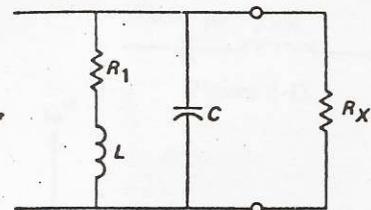


Figura 4-9

### ACOPAMIENTO A TRANSFORMADOR

Un arreglo común de acoplamiento que se encuentra en equipo de comunicación (RF) es el acoplamiento a transformador. La figura 4-10 muestra varios arreglos de acoplamiento sintonizado en los que se emplean un capacitor o capacitores junto con un transformador para permitir sólo el paso de la banda deseada de señales de RF. El coeficiente de acoplamiento de un transformador es la medida de la cantidad de flujo magnético que, originado en el primario enlaza al secundario del transformador. Aunque en equipo de audio es usual encontrar coeficientes de acoplamiento del orden de 0.90 y aun mayores, los transformadores para su empleo en RF tienen coeficientes de acoplamiento del orden de 0.01 a 0.05.

Los arreglos de acoplamiento a transformador de RF tienen curvas de respuesta de frecuencia como las que se muestran en las figuras 4-11 y 4-12.