

EC1081

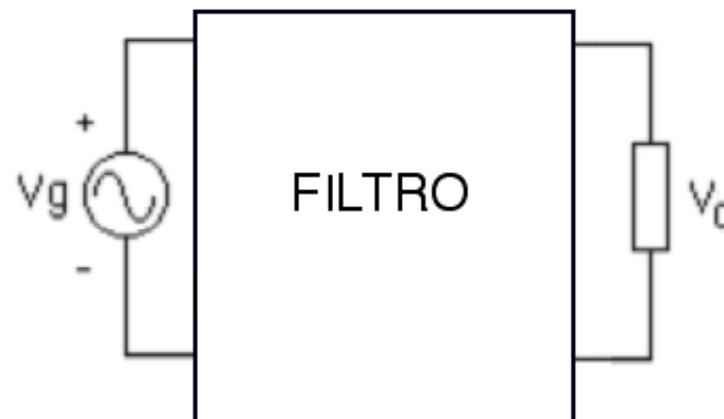
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

PRELABORATORIO N° 5

CIRCUITOS RC, RL Y RLC

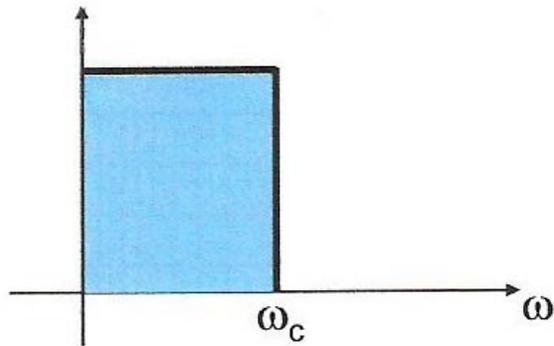
CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE FILTROS

Se llama filtro a un circuito que permite que solo una parte de las señales de entrada puedan pasar a la salida, dependiendo de su frecuencia.

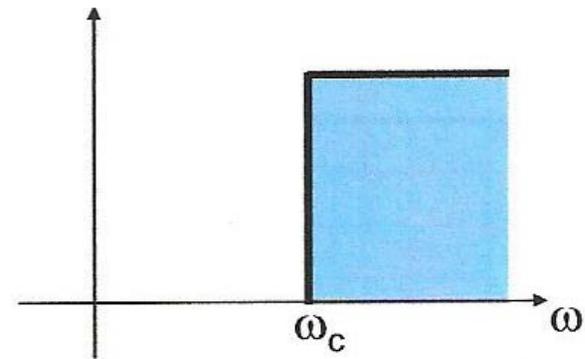


FILTROS IDEALES

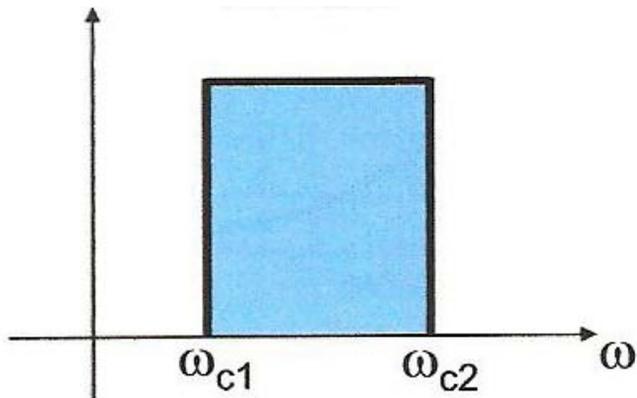
Pasa bajo



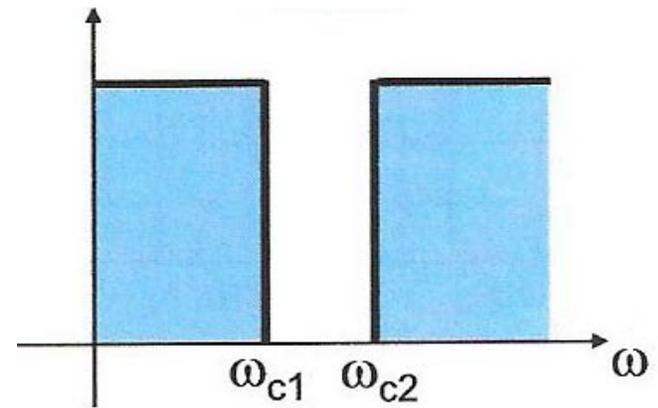
Pasa alto



Pasa banda



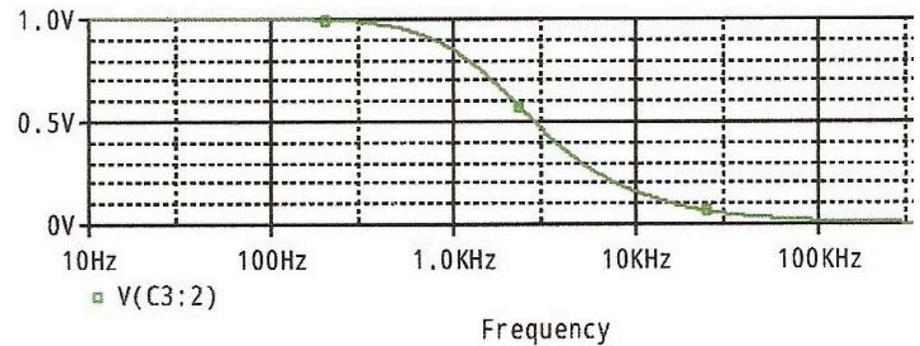
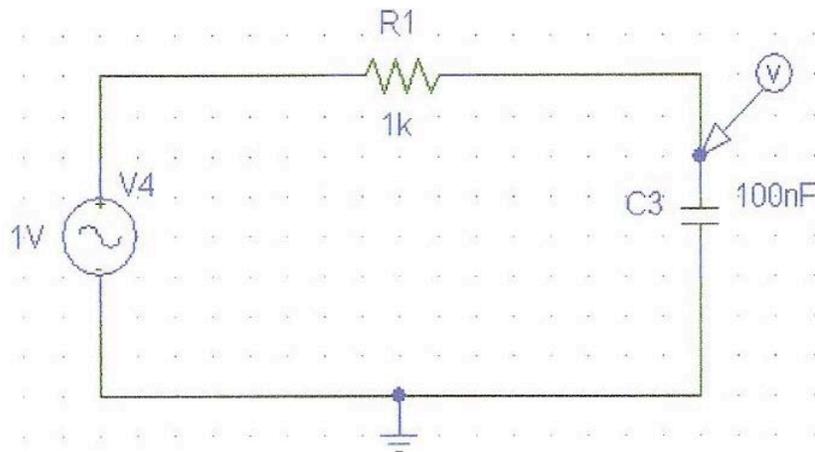
Elimina banda



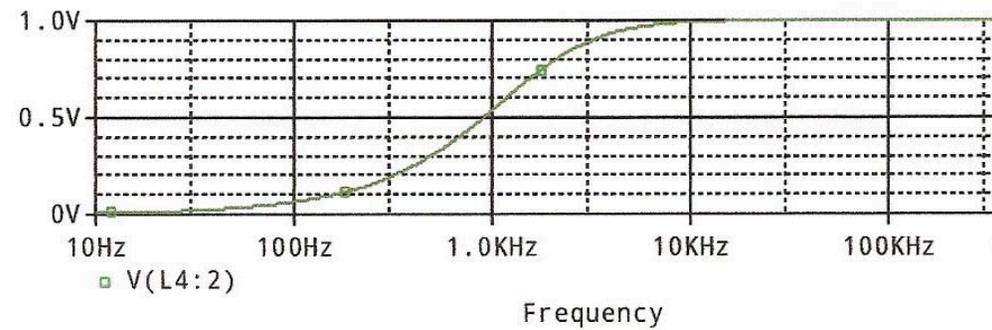
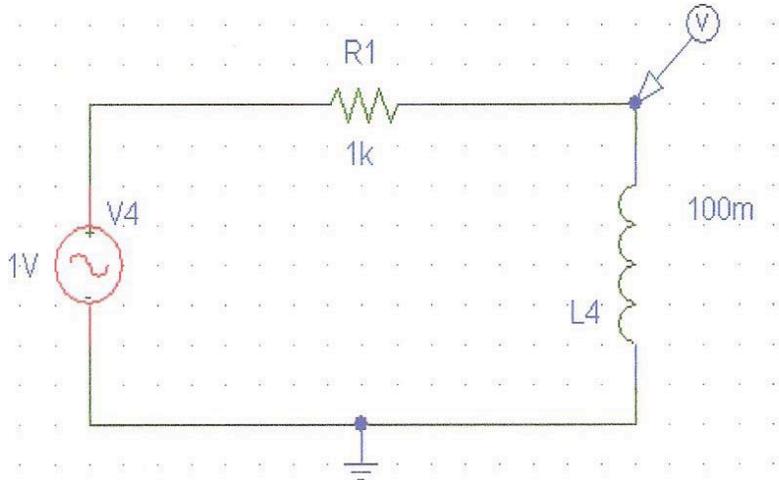
FILTROS PASIVOS DE PRIMER ORDEN

Los filtros pasivos más simples están constituidos por dos elementos.

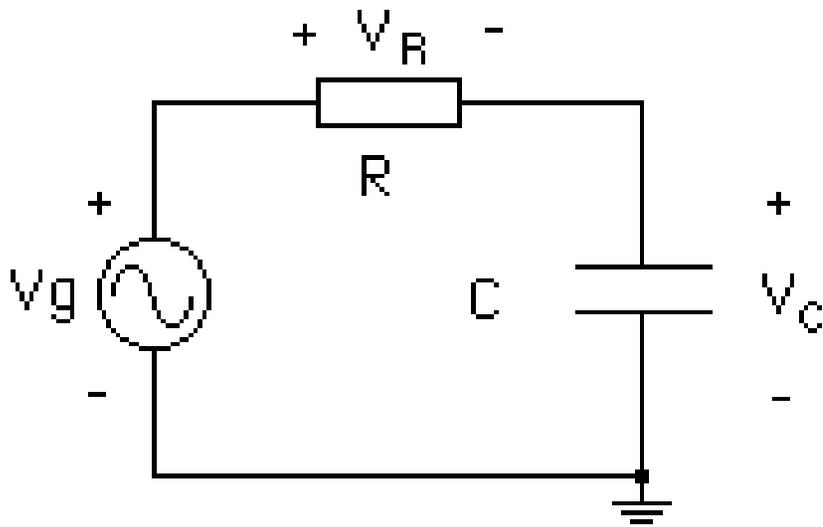
Filtro pasivo RC pasa bajo



Filtro pasivo RL pasa alto



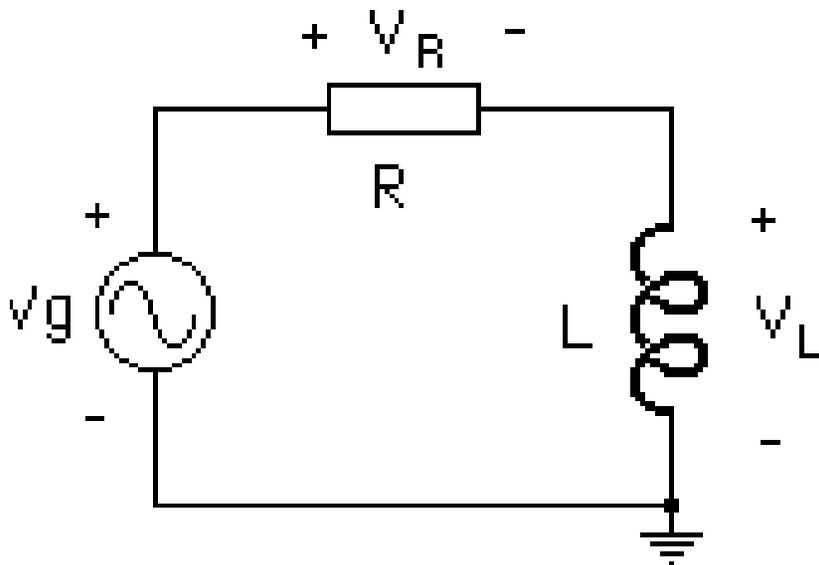
CIRCUITOS PARA EL ANÁLISIS EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS RC Y RL



Circuito RC $R = 1 \text{ K}\Omega$, $C = 100 \text{ nf}$

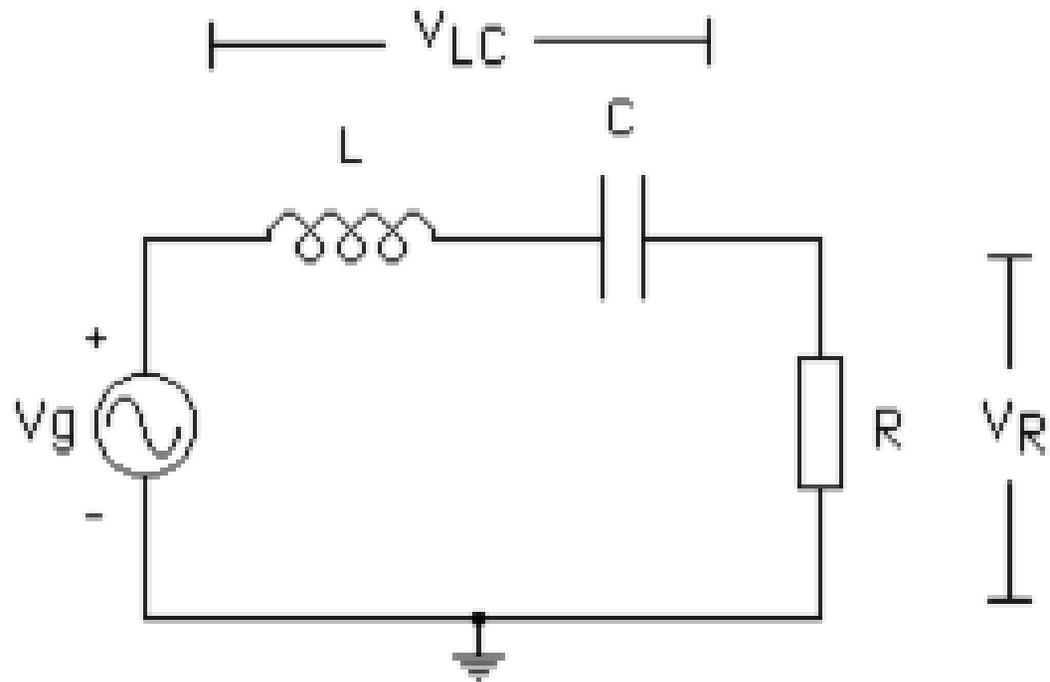
Amplitud de voltaje 1V

Rango de frecuencias: 100Hz a 1MHz



Circuito RL $R = 1 \text{ K}\Omega$, $L = 100 \text{ mH}$

CIRCUITO RLC SERIE



$$R = 1 \text{ K}\Omega \quad C = 100 \text{ nF} \quad L = 100 \text{ mH}$$

FRECUENCIA DE RESONANCIA

En un circuito con elementos inductivos y capacitivos, se llama frecuencia de resonancia la frecuencia para la cual los valores de las impedancias capacitivas se anulan con los valores de las impedancias inductivas, por lo que la impedancia total del circuito es puramente resistiva.

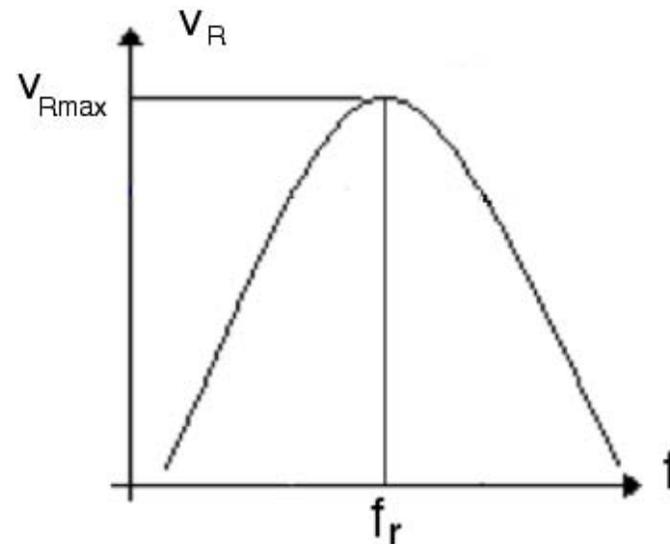
Para el circuito RLC serie, el voltaje V_R es máximo cuando

$$X_C = \frac{1}{j\omega C} = X_L = j\omega L$$

Esto ocurre para la frecuencia

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Donde $\omega_r = 2\pi f_r$

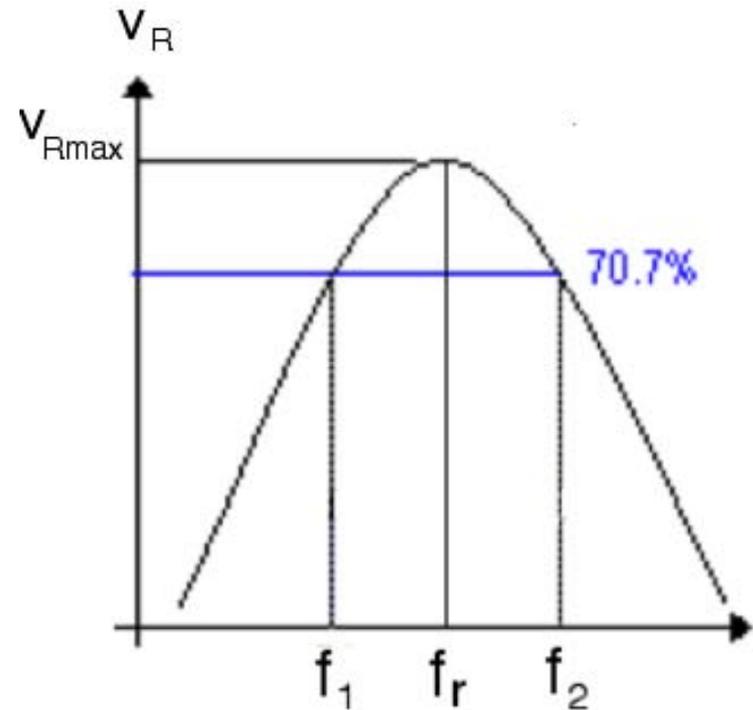


FRECUENCIAS DE CORTE Y ANCHO DE BANDA

Las **frecuencias de corte** son aquéllas para las cuales la magnitud de la parte reactiva del circuito es igual a la magnitud de la parte resistiva. Las **frecuencias de corte superior** (f_2) e **inferior** (f_1) tienen una amplitud igual al 70,7% del valor máximo.

Se denomina **ancho de banda** al rango de frecuencias comprendido entre la frecuencia de corte superior f_2 y la frecuencia de corte inferior f_1 . Este parámetro se identifica con las letras BW por su nombre en inglés (Bandwith).

$$BW = f_2 - f_1$$



FACTOR DE CALIDAD

Se llama **Factor de Calidad** (Q) a un parámetro adimensional que caracteriza la relación entre la frecuencia de resonancia y el ancho de banda de un circuito. Su relación matemática es:

$$Q = \frac{\omega_r}{\omega_2 - \omega_1}$$

Esta es la expresión que vamos a utilizar para determinar en forma experimental el factor de calidad del circuito bajo estudio.

En función de los parámetros del circuito, puede expresarse como:

$$Q = \frac{\omega_r L}{R}$$

Esta es la expresión que vamos a utilizar para calcular en forma teórica el factor de calidad del circuito bajo estudio.

MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA DE RESONANCIA

- *En el circuito de la Figura 1, alimentamos el circuito con una señal sinusoidal producida por el generador de funciones, de amplitud conocida y para comenzar, de frecuencia baja (cientos de Hz).
- *Colocamos una punta de prueba del osciloscopio entre V_g y tierra, y la otra en V_R y observamos ambas señales en la pantalla.
- *Inicialmente veremos que V_R tiene menor magnitud que V_g y está desfasada con respecto a la señal de entrada. Al variar la frecuencia, observamos que la magnitud y la fase de V_R se modifican.
- *Cuando ambas señales sean prácticamente de la misma magnitud y estén en fase, la frecuencia aplicada al circuito será la frecuencia de resonancia.
- *Medimos la frecuencia del generador con el osciloscopio, utilizando la calibración del eje horizontal, para registrarla como la frecuencia de resonancia, f_r .

MEDICIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE CORTE, EL ANCHO DE BANDA Y EL FACTOR DE CALIDAD.

- *Aplicamos al circuito la frecuencia de resonancia.
- *Medimos cuidadosamente con el osciloscopio la magnitud de la señal sobre la resistencia, V_R . Este es el valor pico de la señal de voltaje V_{Rp} .
- *Calculamos el valor de voltaje $0,707 V_{Rp}$. Esta es la amplitud que van a tener los voltajes correspondientes a las frecuencias de corte, f_1 y f_2 .
- *A partir de la frecuencia de resonancia, disminuimos la frecuencia del generador hasta que la magnitud sea $0,707 V_{Rp}$. La frecuencia aplicada será la frecuencia de corte inferior, f_1 . La medimos con el osciloscopio, utilizando la calibración del eje horizontal.
- * Nuevamente a partir de la frecuencia de resonancia, aumentamos la frecuencia del generador hasta que la magnitud sea $0,707 V_{Rp}$. La frecuencia aplicada será la frecuencia de corte superior, f_2 . La medimos como antes.
- *Ancho de banda: $BW = f_2 - f_1$; $Q = f_r / BW$

EL CIRCUITO RLC SERIE COMO FILTRO PASIVO

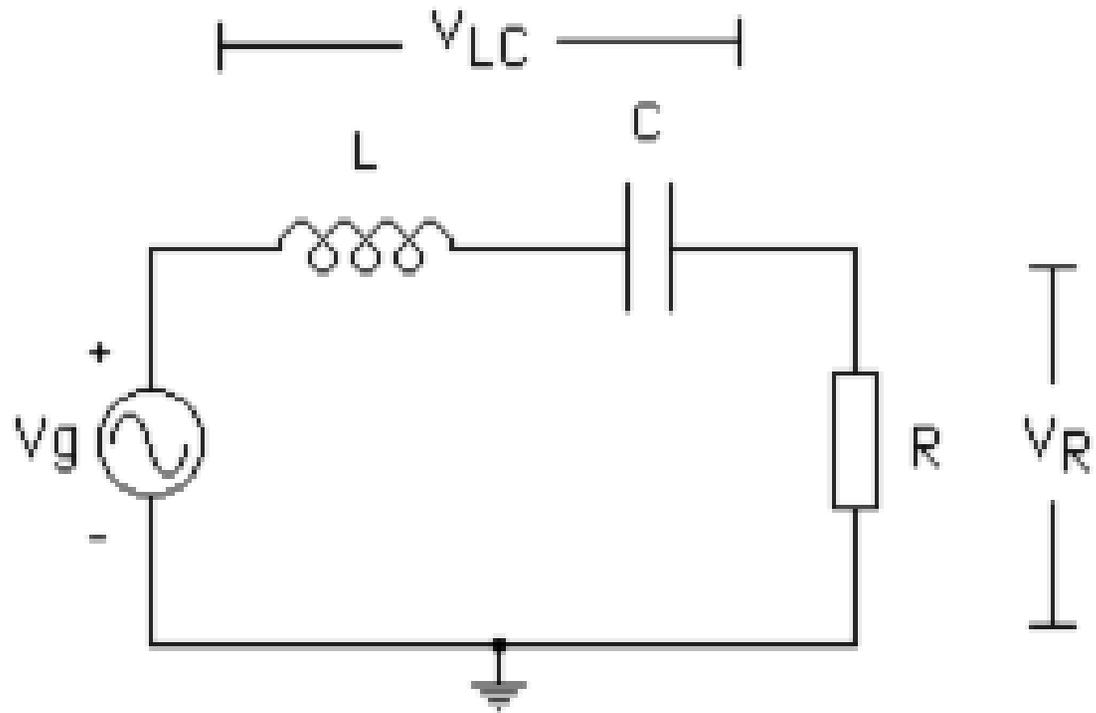
En este circuito se van a realizar diferentes medidas de entrada y salida, para observar sus características como filtro pasivo:

Pasa-banda

Elimina-banda

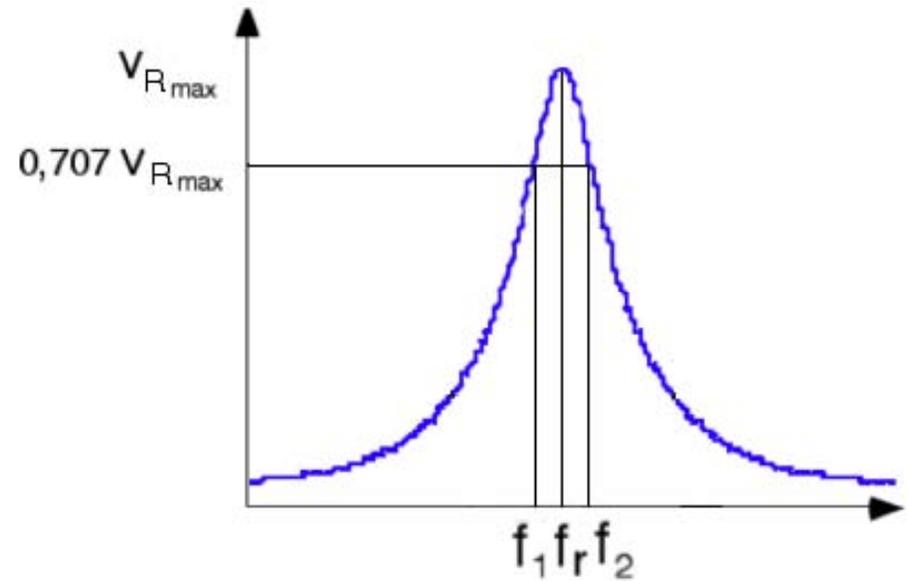
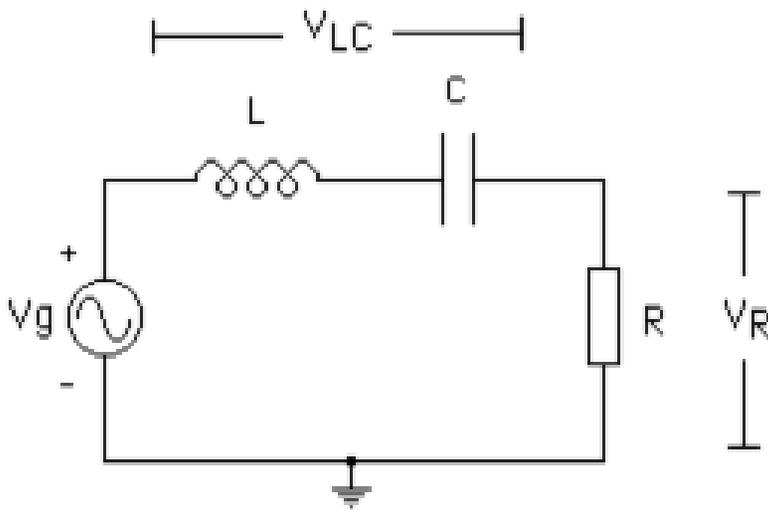
Pasa-bajo

Pasa-alto



FILTRO RCL PASA-BANDA

El filtro pasa-banda permite que se obtengan en la salida las frecuencias comprendidas en la banda entre f_1 y f_2 , mientras que atenúa las señales de frecuencias más bajas que f_1 o más altas que f_2 .



ECUACIONES DEL FILTRO RLC PASA-BANDA

Determinamos el módulo de la función V_R/V_g haciendo uso de las impedancias de los componentes en régimen sinusoidal permanente.

$$\left| \frac{V_R}{V_g} \right| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

En resonancia:

$$\left| \frac{V_R}{V_g} \right| = 1$$

Para $\omega = 0$

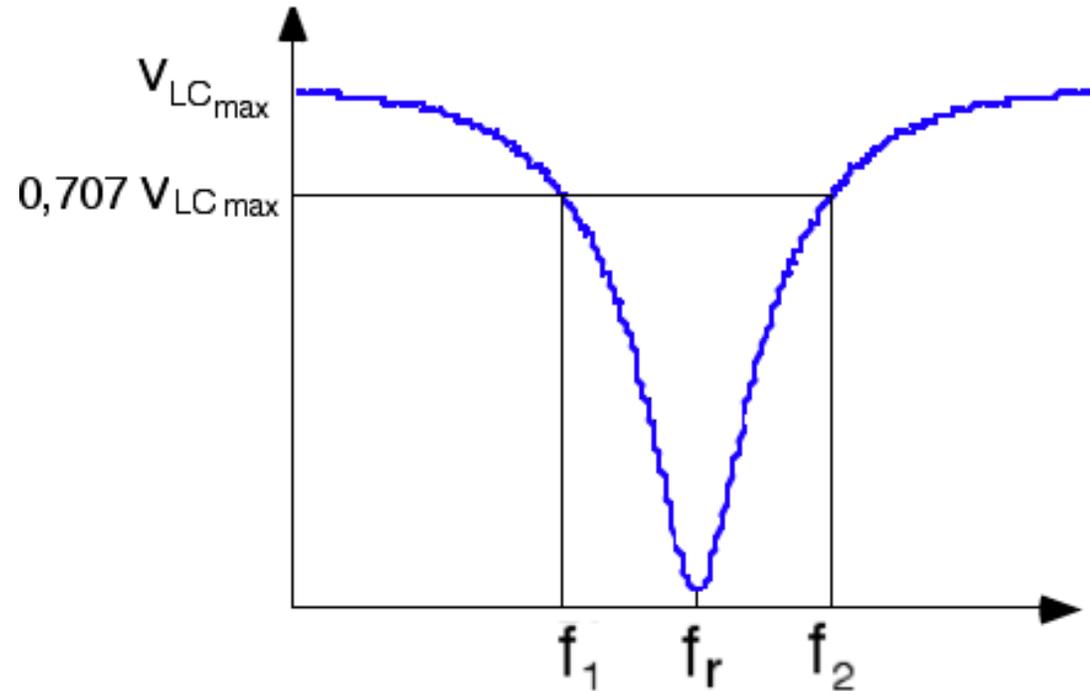
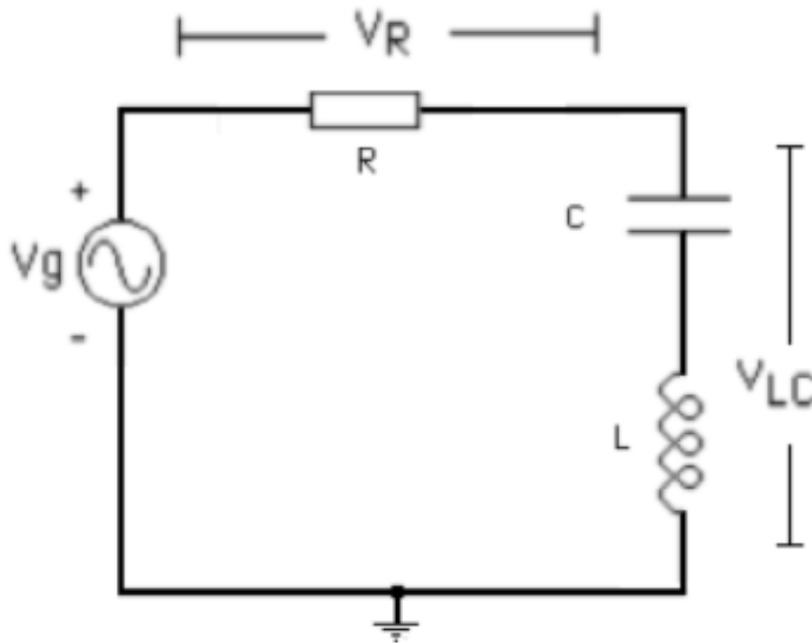
$$\left| \frac{V_R}{V_g} \right| = 0$$

Para $\omega = \infty$

$$\left| \frac{V_R}{V_g} \right| = 0$$

FILTRO RLC ELIMINA-BANDA

El filtro elimina-banda atenúa en la salida las frecuencias comprendidas en la banda entre f_1 y f_2 , mientras que permite que se obtengan en la salida las señales de frecuencias más bajas que f_1 o más altas que f_2 .



ECUACIONES DEL FILTRO RLC ELIMINA-BANDA

Determinamos el módulo de la función V_{LC}/V_g haciendo uso de las impedancias de los componentes en régimen sinusoidal permanente.

$$\left| \frac{V_{LC}}{V_g} \right| = \frac{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

En resonancia:

$$\left| \frac{V_{LC}}{V_g} \right| = 0$$

Para $\omega = 0$

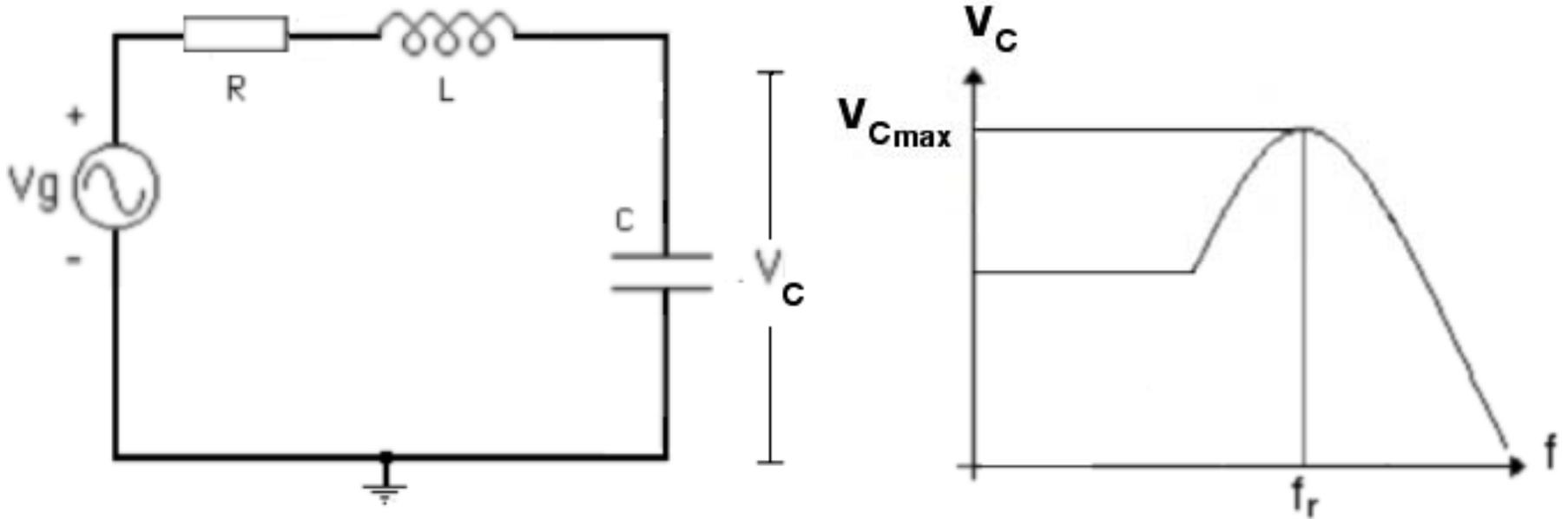
$$\left| \frac{V_{LC}}{V_g} \right| = 1$$

Para $\omega = \infty$

$$\left| \frac{V_{LC}}{V_g} \right| = 1$$

FILTRO RLC PASA-BAJO

El filtro pasa-bajo permite que se obtengan en la salida las señales de frecuencias más bajas que f_r (la frecuencia de corte para este filtro) y atenúa en la salida las frecuencias superiores a f_r .



ECUACIONES DEL FILTRO RLC PASA-BAJO

Determinamos el módulo de la función V_C/V_g haciendo uso de las impedancias de los componentes en régimen sinusoidal permanente.

$$\left| \frac{V_C}{V_g} \right| = \frac{\frac{1}{\omega C}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

En resonancia:

$$\left| \frac{V_C}{V_g} \right| = \frac{1}{\omega RC} = \frac{\sqrt{L/C}}{R}$$

Para $\omega = 0$

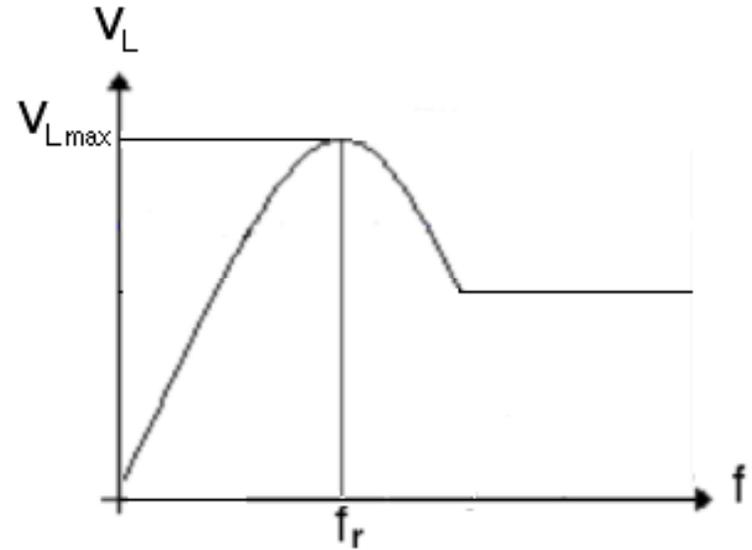
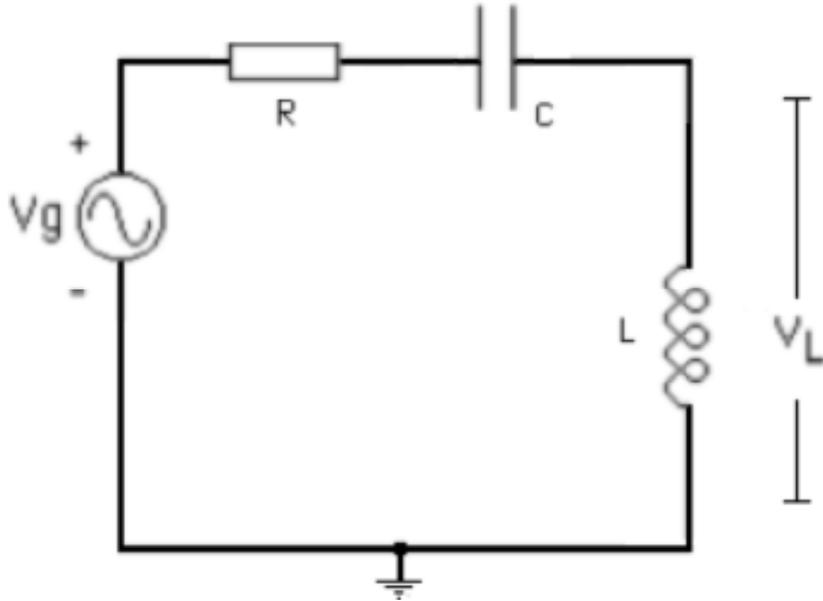
$$\left| \frac{V_C}{V_g} \right| = 1$$

Para $\omega = \infty$

$$\left| \frac{V_C}{V_g} \right| = 0$$

FILTRO RLC PASA-ALTO

El filtro pasa-alto permite que se obtengan en la salida las señales de frecuencias más altas que f_r (la frecuencia de corte para este filtro) y atenúa en la salida las frecuencias inferiores a f_r .



ECUACIONES DEL FILTRO RLC PASA-ALTO

Determinamos el módulo de la función V_L/V_g haciendo uso de las impedancias de los componentes en régimen sinusoidal permanente.

$$\left| \frac{V_L}{V_g} \right| = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

En resonancia:

$$\left| \frac{V_L}{V_g} \right| = \frac{\omega L}{R} = \frac{\sqrt{L/C}}{R}$$

Para $\omega = 0$

$$\left| \frac{V_L}{V_g} \right| = 0$$

Para $\omega = \infty$

$$\left| \frac{V_L}{V_g} \right| = 1$$

CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA PRÁCTICA N° 7

Respuesta en frecuencia del circuito RC	40 minutos
Respuesta en frecuencia del circuito RL	40 minutos
Medición de la frecuencia de resonancia y las frecuencias de corte inferior y superior del circuito RLC	30 minutos
Respuesta en frecuencia del filtro pasa-banda y eliminabanda	60 minutos