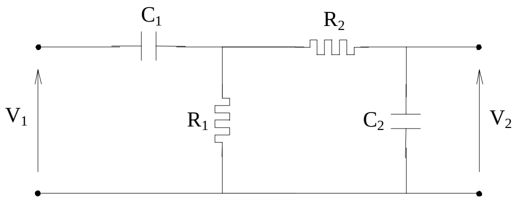
# 5 Filtro pasa-banda, por asociación de uno pasa-alta y otro pasa-baja

Los circuitos RL, RC y RLC, descritos en los apartados anteriores, se denominan filtros de primer orden y se alejan de las características de los filtros ideales, los cuales no son físicamente realizables, pero se pueden diseñar y construir filtros reales tan cercanos a los ideales como se desee, sin más que aumentar el orden del filtro. Cuanto más se aproxime a la característica ideal, más complejo será el circuito real.

Los circuitos de primer orden pasa-baja y pasa-alta se pueden combinar en cascada formando filtros pasa-baja, pasa,alta, pasa-banda y eliminación de banda, constituyendo filtros de segundo orden, que reciben el nombre de filtros Butterworth, como el descrito en este apartado. La obtención de filtros de orden superior a uno es muy sencilla, un filtro de 2º orden se obtiene colocando uno de 1$^{er}$ orden a continuación de otro; uno de 3$^{er}$ orden se obtiene colocando en serie, uno de primer orden con otro de segundo orden; un filtro de 4º orden, estará formado por dos filtros de 2º orden, etc.

Para la obtención de filtros de orden superior, es necesario filtros activos que eviten la pérdida de señal ocasionada por la asociación en serie de filtros de orden inferior.

En este caso se trata de determinar la respuesta en frecuencia del circuito de la figura, resultado de unir un filtro pasa-alta y un filtro pasa-baja.




Ganancia de tensión:

$$\overline{G}_V(j\omega)=\frac{1\underline{|0^o}}{\sqrt{\left(1+\frac{C_2}{C_1}+\frac{R_2C_2}{R_1C_1}\right)^2+\left(\omega R_2C_2-\frac{1}{\omega R_1C_1}\right)^2}\;\underline{\Big|\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega R_2C_2-\frac{1}{\omega R_1C_1}}{1+\frac{C_2}{C_1}+\frac{R_2C_2}{R_1C_1}}\right)}}$$

$$\boxed{G_V=\frac{1}{\sqrt{\left(1+\frac{C_2}{C_1}+\frac{R_2C_2}{R_1C_1}\right)^2+\left(\omega R_2C_2-\frac{1}{\omega R_1C_1}\right)^2}}}\qquad\boxed{\alpha_G=-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega R_2C_2-\frac{1}{\omega R_1C_1}}{1+\frac{C_2}{C_1}+\frac{R_2C_2}{R_1C_1}}\right)}$$

Frecuencia principal: $\boxed{f_p=\frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}}$

$$f_{c1}=-\frac{1}{4\pi}\left(\frac{1}{R_2C_2}+\frac{1}{R_2C_1}+\frac{1}{R_1C_1}\right)+\frac{1}{4\pi}\sqrt{\left(\frac{1}{R_2C_2}+\frac{1}{R_2C_1}+\frac{1}{R_1C_1}\right)^2+\frac{4}{R_1R_2C_1C_2}}$$

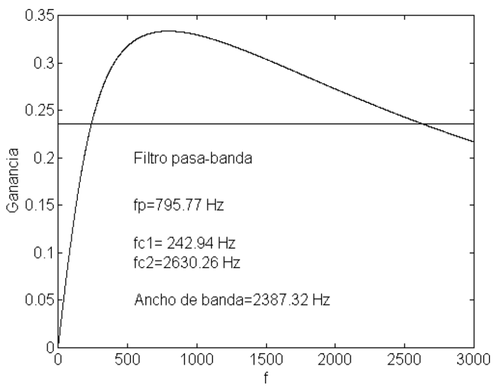
Frecuencias de corte: $G_{Vc}=\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot G_p=0.2357$

$$f_{c2}=\frac{1}{4\pi}\left(\frac{1}{R_2C_2}+\frac{1}{R_2C_1}+\frac{1}{R_1C_1}\right)+\frac{1}{4\pi}\sqrt{\left(\frac{1}{R_2C_2}+\frac{1}{R_2C_1}+\frac{1}{R_1C_1}\right)^2+\frac{4}{R_1R_2C_1C_2}}$$

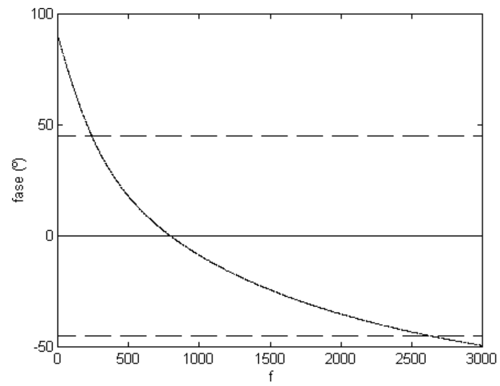
Para un caso práctico de valores $R_1=R_2=100\ \Omega$ y $C_1=C_2=2\ \mu F$, tenemos:

$f_p$=795.77 Hz $f_{c1}$=242.94 Hz $f_{c2}$=2630.26 Hz

La gráfica de la ganancia en tensión refleja un comportamiento propio de un filtro pasa-banda. Sin embargo, hay que destacar que a pesar de presentar una banda pasante de frecuencias, la señal es fuertemente atenuada, ya que la máxima ganancia es 0.33 muy inferior a 1, a la frecuencia principal o de resonancia del circuito.




Módulo de la ganancia en tensión




Ángulo de fase de la ganancia en tensión

*(Hacer los ejercicios 12.3, 12.4 y 12.5)*