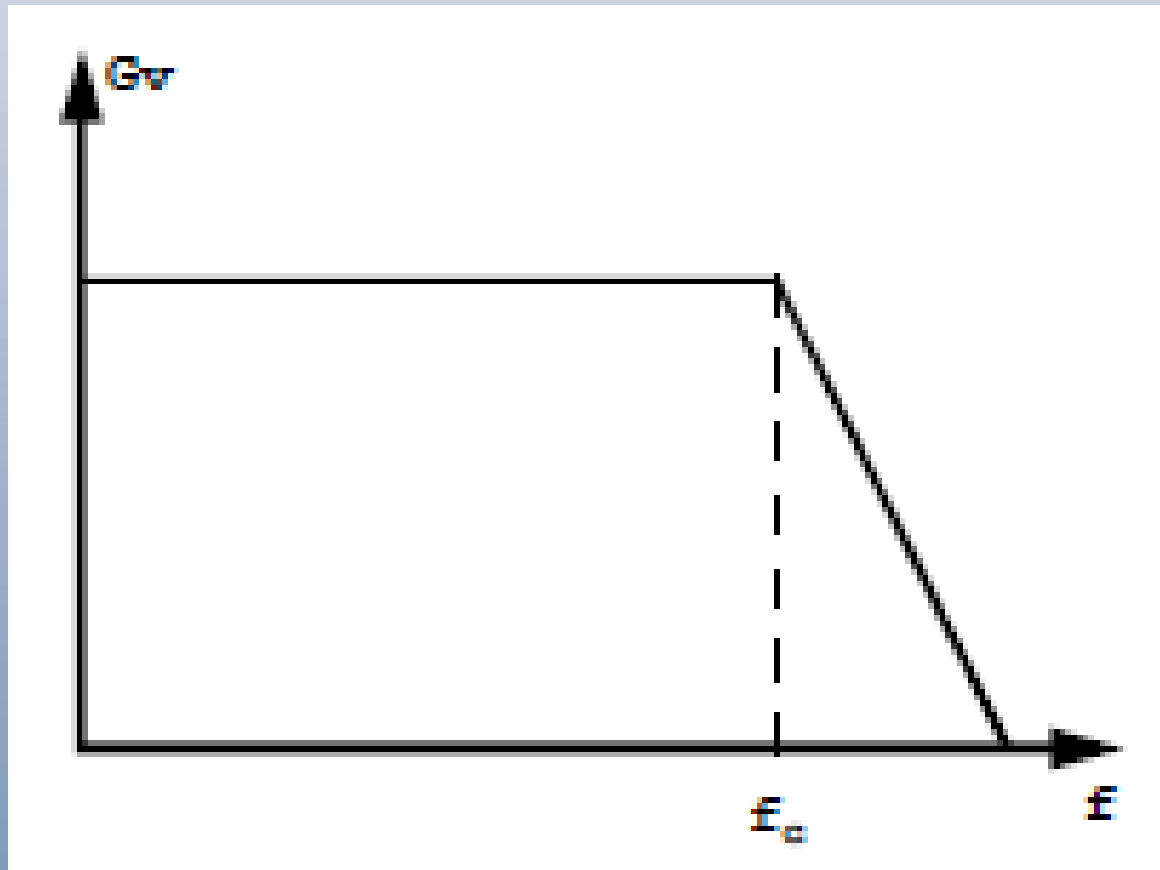


Filtros Activos

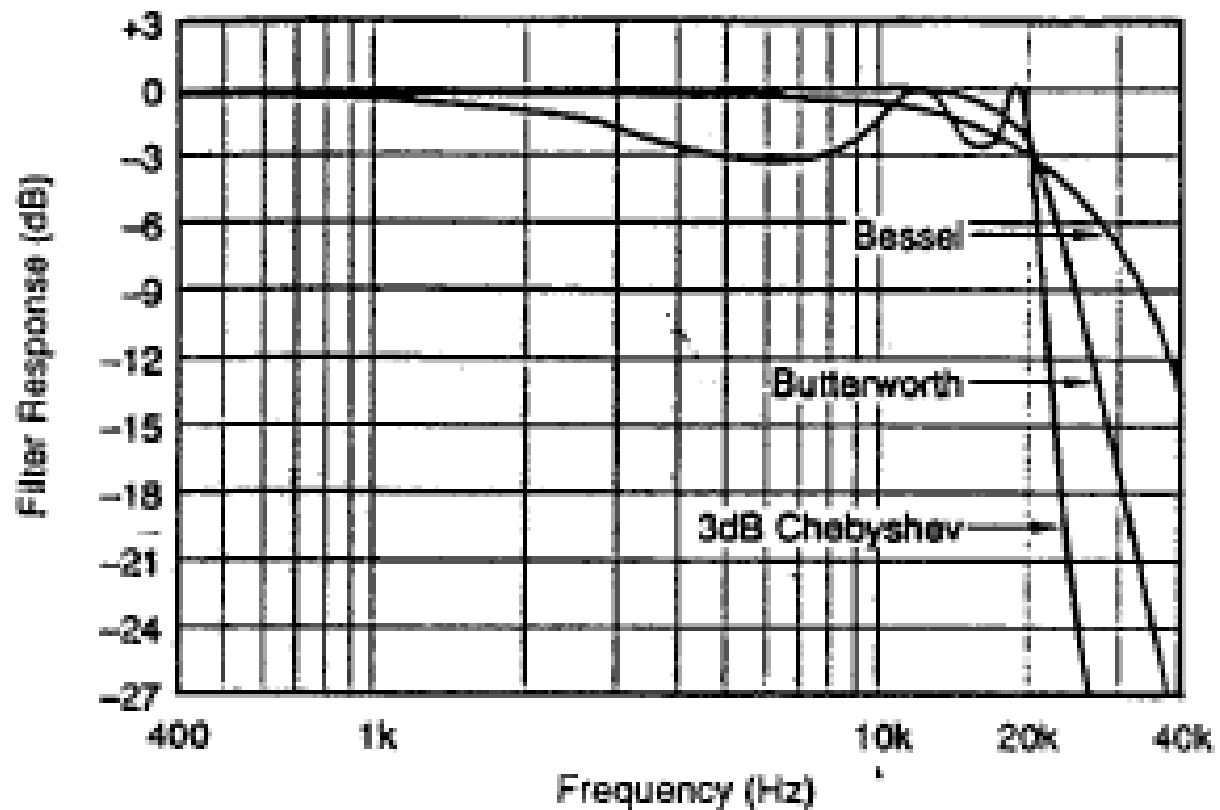
- Sistema que modifica señales de acuerdo con su frecuencia.
- Utilizan componentes pasivos y activos.
- Normalmente no utilizan inductancias.
- Pueden tener además ganancia.

- Los filtros reales no tienen una respuesta en frecuencia tan abrupta.
- En el diseño de filtros se trata de lograr una respuesta lo más parecida a la ideal.



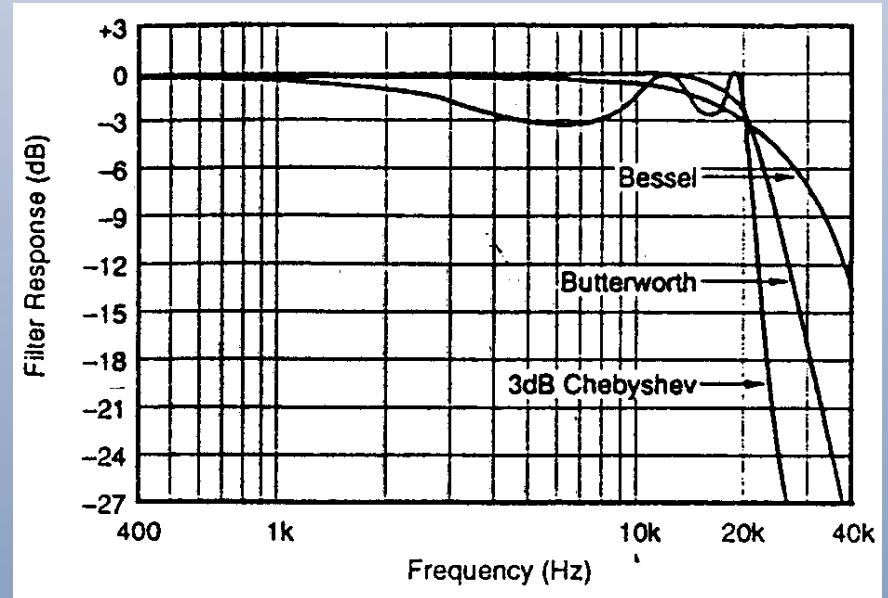
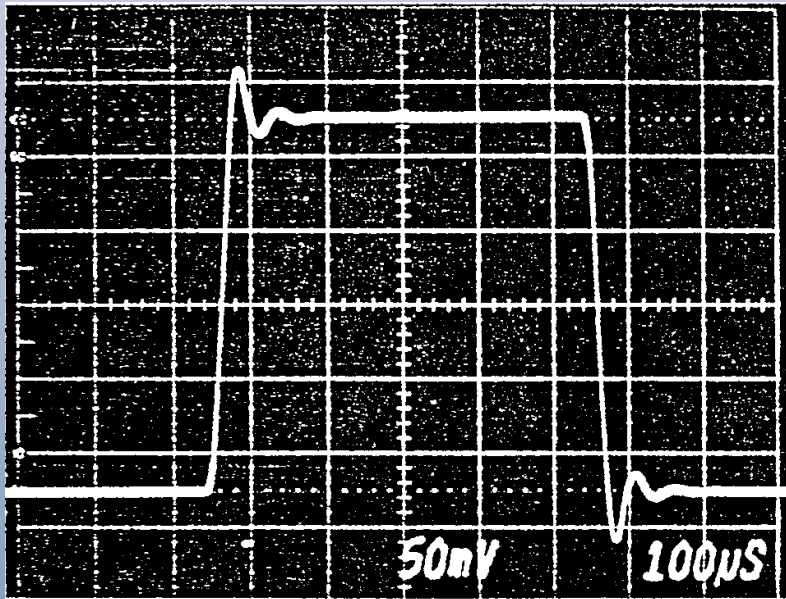
En los filtros reales se han desarrollado varios tipos tratando de aproximarse al comportamiento de los ideales. Los más usuales son:

- Butterworth
- Chebysev
- Bessel



Butterworth

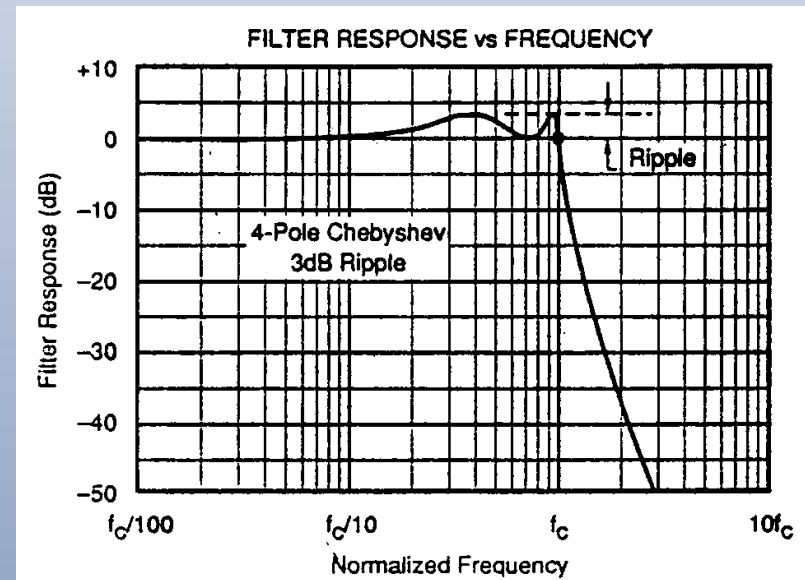
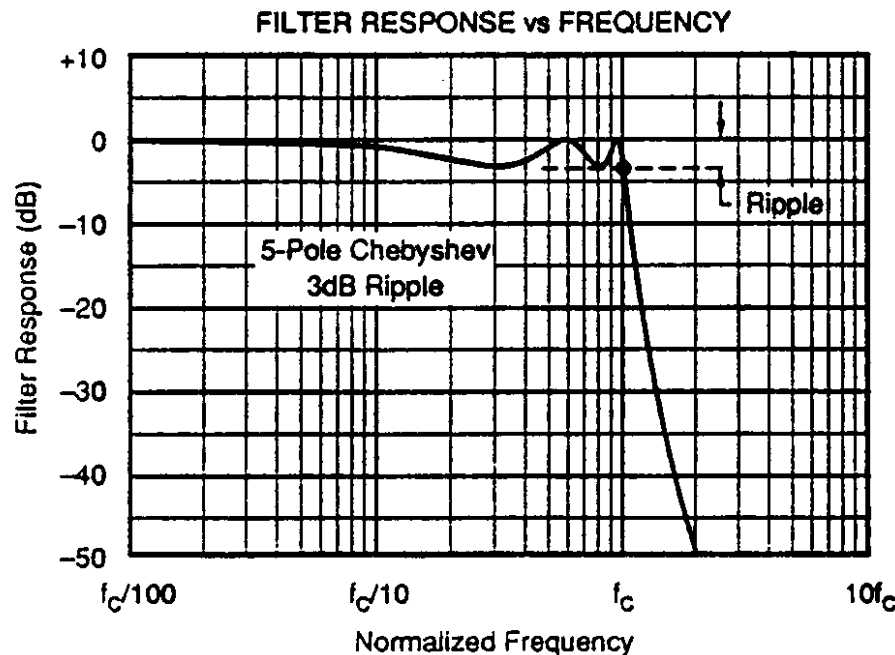
- Están basados en el polinomio de Butterworth.
- Presenta la respuesta más constante en la banda de paso.
- La pendiente es de -20 dB/década/polo.
- La respuesta a un pulso presenta sobrepasamientos y oscilaciones moderadas.



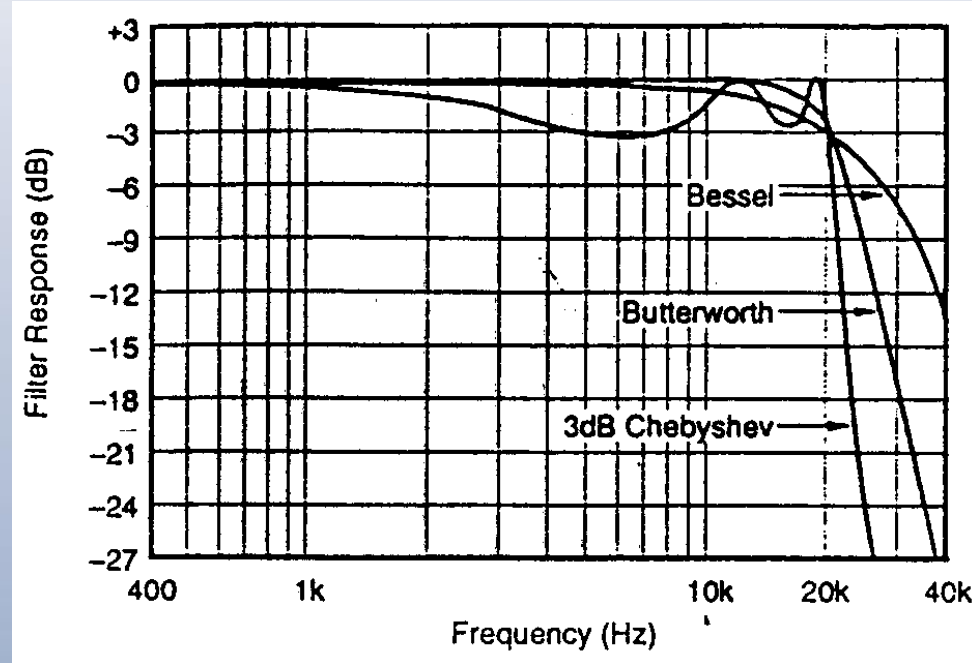
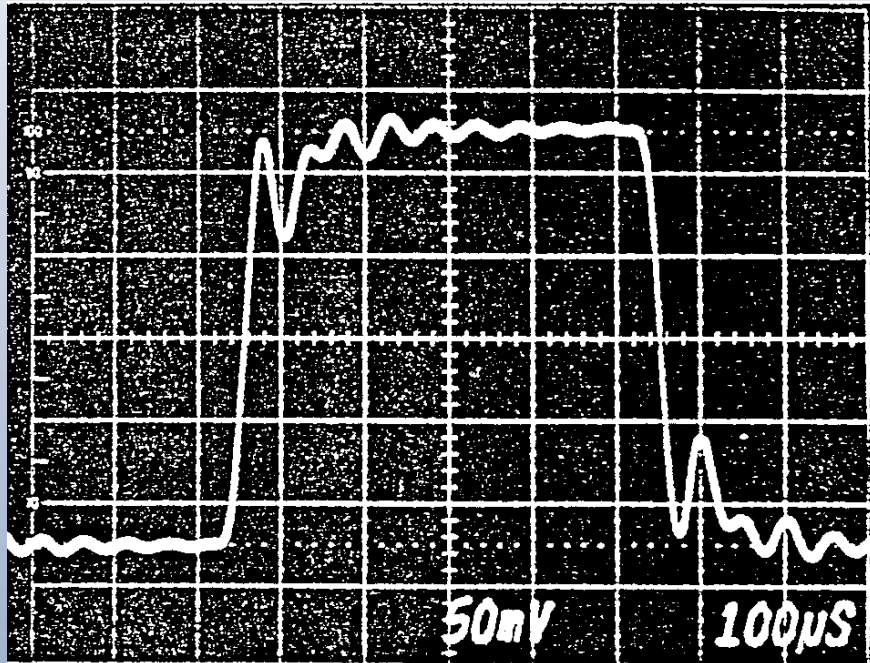
Respuesta a una entrada de pulso de un filtro paso bajo de 5° orden y 20 KHz.

Chebyshev

- Están basados en el polinomio de Chebyshev.
- Presenta rizado en la respuesta en la banda de paso.
- La pendiente es mucho mayor que la de Butterworth.
- La respuesta a un pulso presenta sobrepasamientos y oscilaciones importantes.



El rizado está por encima de la respuesta 0dB para filtros de orden par y por debajo en los de orden impar. La magnitud del rizado es un parámetro del filtro.



Respuesta a una entrada de pulso de un filtro paso bajo de 5° orden y 20 KHz y 3 dB de rizado.

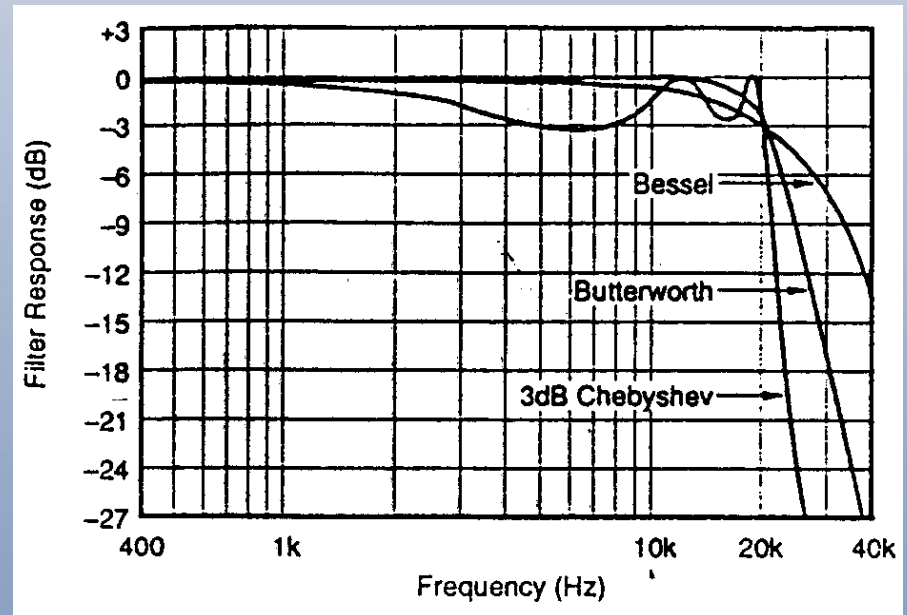
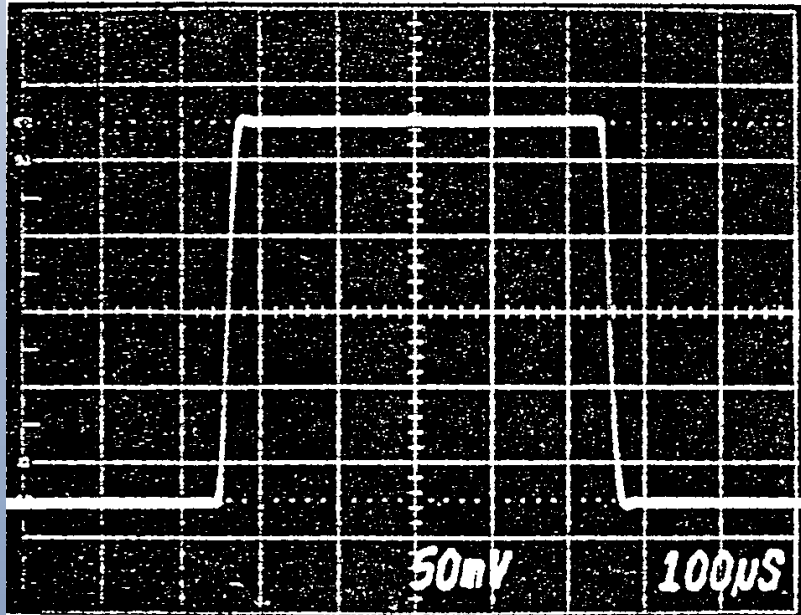
Bessel (o Thomson)

Están basados en las funciones de Bessel.

En la banda de paso presenta una respuesta menos constante que la de Butterworth.

La pendiente es menor que la de Butterworth.

La respuesta a un pulso es casi ideal, los sobrepasamientos y oscilaciones son imperceptibles.



Butterworth

Ventajas

- Máxima uniformidad de amplitud en la respuesta en frecuencia en la banda de paso.
- Buen comportamiento en general.
- Mejor respuesta a entrada de pulsos que Chebyshev.
- Mejor pendiente de atenuación que Bessel.

Inconvenientes

- Ligeros sobrepasamientos y oscilaciones en la respuesta a entrada de pulsos

Chebyshev

Ventajas

- Mejor atenuación a frecuencias más altas de la banda de paso que Butterworth.

Inconvenientes

- Presenta rizado en la respuesta en la banda de paso.
- Sobrepasamientos y oscilaciones considerables en la respuesta a entrada de pulsos.

Bessel

Ventajas

- La mejor respuesta a entrada de pulsos. Sobrepasamientos y oscilaciones imperceptibles.

Inconvenientes

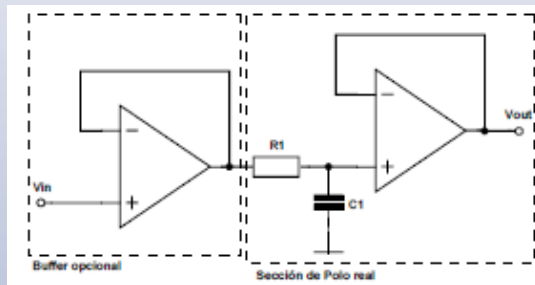
- Peor pendiente de amortiguación en la banda prohibida que Butterworth.
- Respuesta menos constante en la banda de paso que Butterworth.

Implementación en circuito

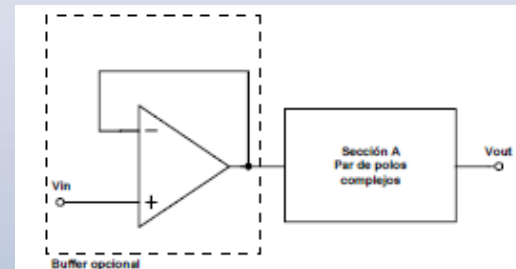
Existen varios programas informáticos para el cálculo de componentes de distintos tipos de filtros. (FILTER de Burr-Brown).

Para implementar filtros de orden par se colocan en cascada filtros de un par de polos complejos, para los de orden impar se añade una sección de un único polo real.

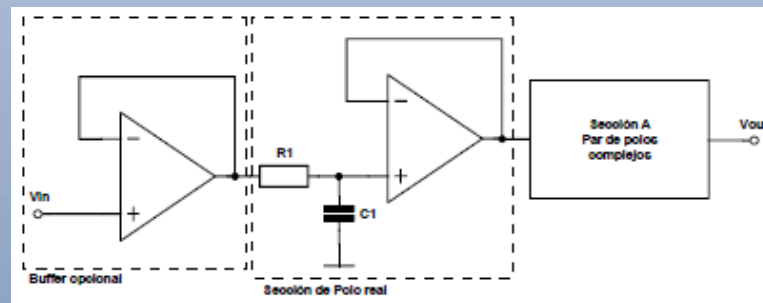
Implementación de filtros activos



Sección de polo real



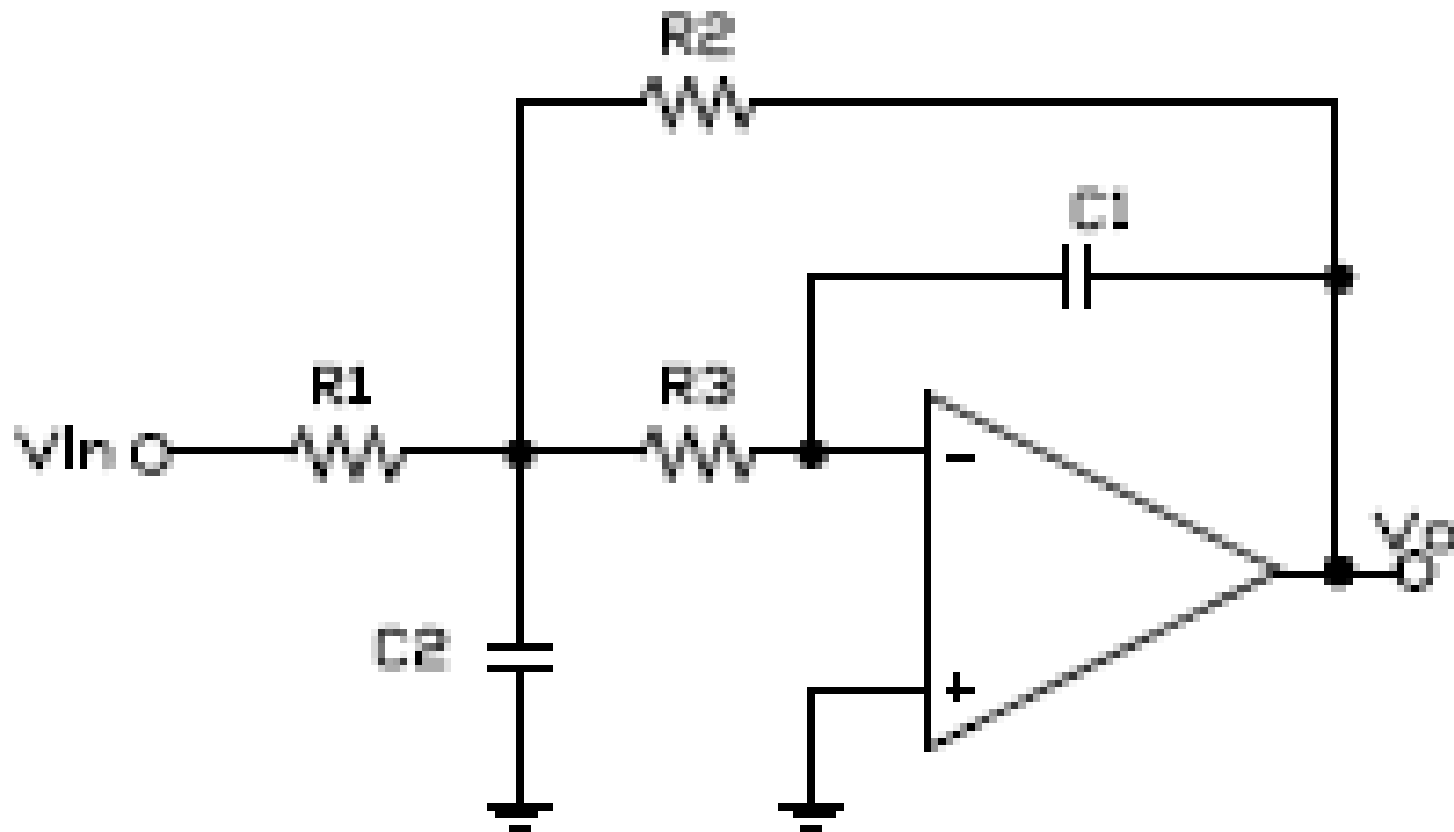
Filtro paso bajo de segundo orden



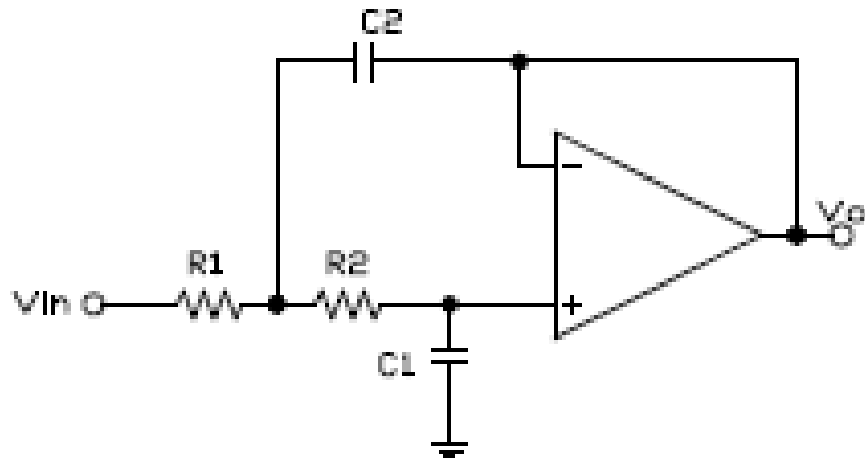
Filtro paso bajo de tercer orden

La implementación de las secciones de polos complejos se puede realizar con dos tipos de topologías:

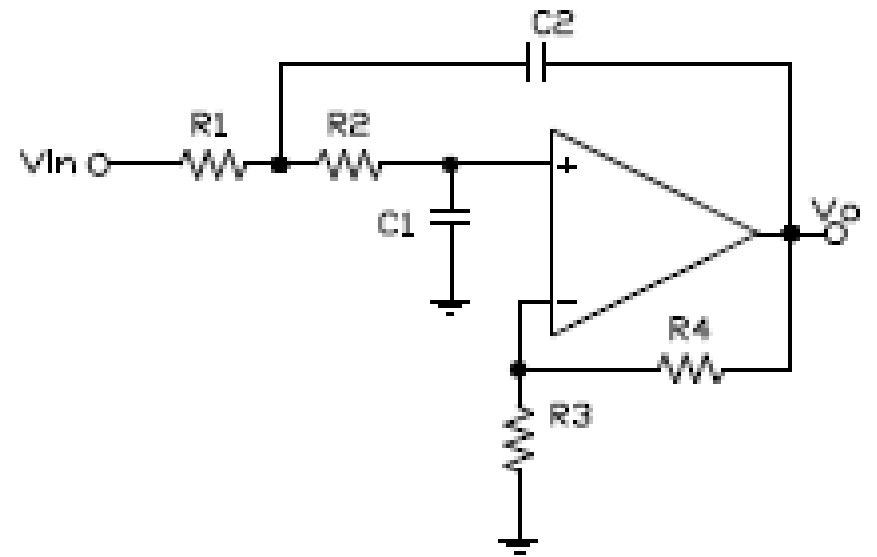
- Sallen-Key
- Realimentación múltiple (MFB) *Multiple Feedback*



Topología MFB (Ganancia = $-R2/R1$)



Topología Sallen-Key (Ganancia unidad)



Topología Sallen-Key ($G = 1 + R4/R3$)

La elección de una de las dos topologías depende de diversos factores

- La topología MFB se utiliza si se quiere asegurar una sensibilidad baja frente a variaciones de los valores de los componentes.
- En general, la topología Sallen-Key es mejor si:
 - ✓ La exactitud de la ganancia es importante, Y
 - ✓ Se utiliza un filtro con ganancia unidad, Y
 - ✓ La Q del par de polos es baja (p.e. $Q < 3$)

También se prefiere la topología MFB para secciones de filtros de alta frecuencia y alto Q, ya que en estos casos el valor de C1 es excesivamente pequeño para unos valores de resistencias razonables y pueden afectar las capacidades parásitas.