

FILTROS

ACTIVOS

Introducción

Los filtros son circuitos capaces de controlar las frecuencias permitiendo o no el paso de éstas dependiendo de su valor.

Se llaman activos ya que constan de elementos pasivos (células R-C) y elementos activos como el OP-AMP ya estudiado. Las células R-C están compuestas por una resistencia y un condensador (en las estructuras a tratar) y dependiendo del número de estas células usadas se determinará el orden del filtro así como su respuesta y su calidad.

El funcionamiento de las células se basa principalmente en su actuación como divisor de tensión. Al aumentar la frecuencia de señal, la reactancia del condensador disminuirá y entrará más o menos tensión al OP-AMP, dependiendo de si es pasa altos o pasa bajos respectivamente.

Para cualquier tipo de filtros se emplean las siguientes definiciones:

- Frecuencia de corte. Es aquella en que la ganancia del circuito cae a -3 dB por debajo de la máxima ganancia alcanzada. En los filtros pasa y elimina banda existen dos: una superior y otra inferior.
- Banda pasante. Conjunto de frecuencias de ganancia superior a la de corte en un margen menor o igual a 3 dB.
- Calidad: especifica la eficacia del filtro, es decir, la idealidad de su respuesta. Se mide en dB / octava; dB / década. Lo ideal sería que tomara un valor de infinito.

Hay gran variedad de estructuras en filtros. Cada una suele llevar el nombre de su inventor. Para las prácticas aquí estudiadas sólo se usarán las estructuras de Sallen-Key debido a su gran sencillez y su bajo coste, logrando una respuesta bastante fiable. Existen gran número de formulas deducibles por las cuales se logra el correcto funcionamiento del filtro, pero para que no resulte muy complicado de entender nos limitaremos a mencionar las más importantes.

- Valor de la frecuencia de corte, a partir de esta ecuación se deducirán todas las demás:
- Tanto para montar un filtro de orden 1 como de orden 2 conocida la frecuencia central o de corte se debe fijar el valor de $C1 = C2 = C$ para pasar a obtener los valores de las resistencias del circuito $R1 = R2$:
- Ahora fijamos el valor de $R3$ y calculamos el valor de P para lograr la ganancia correcta del filtro:

La ganancia de cada etapa es importante ajustarla para compensar el consumo de las células R-C y no afecte a la ganancia total del filtro. Dicha ganancia para cada orden de filtro viene dado por la siguiente tabla:

	Av0	Av1	Av2	Av3	Av4
n = 1	1				
n = 2		1,586			
n = 3	1	2			
n = 4		2,235	1,152		
n = 5	1	2,382	1,382		

n = 6		2,482	1,586	1,068	
n = 7	1	2,555	1,753	1,198	
n = 8		2,610	1,889	1,337	1,038

Se pueden construir filtros mucho más selectivos con las frecuencias encadenando varios filtros de dichos tipos. Así encadenando un filtro de orden 1 y otro de orden 2, se obtiene un nuevo filtro de orden 3. Para lograr esto se deben usar siempre el mayor número posible de filtros de orden 2 situando en primer lugar el de orden 1, dependiendo del orden de filtro a construir. De este modo se logra que la curva de respuesta sea mucho más vertical y más próxima a la frecuencia central acercándose a la respuesta ideal. Pero esta construcción también es más cara y no siempre merece la pena emplearla. Más tarde, se muestran las distintas estructuras de orden 1 y 2 para filtros pasa altos y pasa bajos.

Filtro pasa altos

Se trata de un filtro que permita el paso de las frecuencias superiores a una frecuencia conocida llamada frecuencia central (f_c) atenuando enormemente las frecuencias inferiores a dicha frecuencia central. En los gráficos inferiores se puede observar la respuesta ideal para un filtro de este tipo y la respuesta real lograda debido a las limitaciones de la electrónica; y es que ya se sabe: en electrónica no existe nada ideal. Su símbolo es el que se muestra en el dibujo de la derecha. Para este caso la frecuencia de corte estará establecida en $f_c = 1 \text{ KHz}$.

En los siguientes montajes se puede observar los diferentes circuitos para filtros pasa altos de orden 1 (a) y de orden 2 (b). Su diseño obedece a la estructura de Sallen–Key. Obsérvese que el número de orden del montaje coincide con el número de células R–C, cuyo fundamento ya se explicó con anterioridad y que será el mismo para cualquier tipo de filtro.

Práctica para filtro pasa altos

Aplicando las ecuaciones antes explicadas, se definen los valores para los distintos componentes:

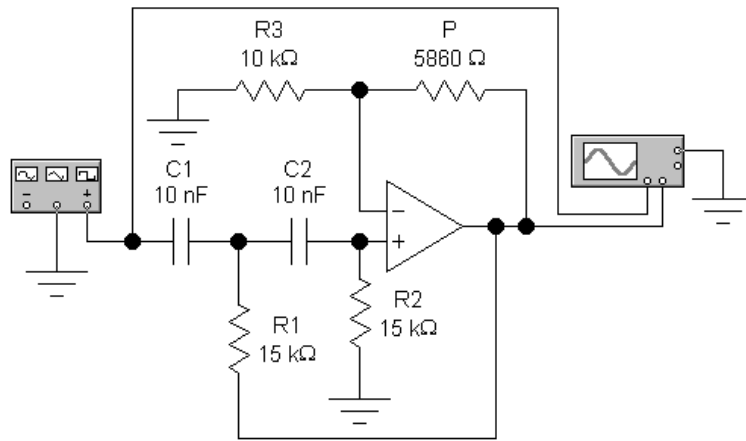
- Las resistencias R1 y R2: para ellos se fija el valor de los condensadores a 10nF:

$$R1 = R2 = 1 / (2 \cdot C \cdot f_0) \Rightarrow 1 / (2 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot 103) = 15K9$$

- Ahora se ajusta la resistencia P: la resistencia R3 se fija, en este caso, a $R3 = 10K$, y la ganancia según la tabla es de 1,586 dB

$$P = R3 \cdot (A_v - 1) \Rightarrow 10 \cdot 103 \cdot (1,586 - 1) = 5860$$

Una vez obtenidos todos los valores, se monta el circuito experimentalmente:



Ajustando la tensión de salida del generador de funciones a 1VPP y variando las frecuencias entre 20Hz y 20 KHz se obtiene la siguiente tabla de resultados:

f	20 Hz	40 Hz	80 Hz	160 Hz	320 Hz	640 Hz	1,28 KHz	2,56 KHz	5,12 KHz	10,24 KHz
-----	-------	-------	-------	--------	--------	--------	----------	----------	----------	-----------