

**I. Título del artículo:**

**Historia, definición, descripción, tipos y aplicaciones de  
filtros electrónicos.**

**II. Autor:**

López Marín, Daniel Alexei

**III. Resumen informativo:**

Los filtros electrónicos, desde su invención hasta la actualidad, han sido de suma importancia en el avance tecnológico actual; ya que estos tienen como función manipular y modificar el espectro de frecuencia de la señal de entrada para obtener en la salida la función que se requiera aplicar a los diferentes sistemas.

Con el presente texto se pretende dar alcance en el conocimiento de las definiciones, historia, características y aplicaciones de los filtros usados hoy en día.

Lo mencionado anteriormente nos brindará una idea más clara en cuanto a estos dispositivos, puesto que muchas veces se llevan a cabo extensos estudios teóricos: definiciones y expresiones matemáticas y fenómenos físicos que puedan ocurrir durante su funcionamiento; así como desarrollos prácticos: simulaciones virtuales y reales con la finalidad de observar, comprobar y prevenir ciertos comportamientos, conllevando todo

esto a que el estudiante desconozca o hasta, muchas veces, pierda el interés acerca de las aplicaciones en la vida real de estos dispositivos.

#### **IV. Introducción:**

##### **Delimitación del problema**

En el presente artículo se busca dar alcance al estudiante acerca de los conocimientos históricos y aplicativos de los filtros electrónicos.

Se tuvieron en cuenta las siguientes situaciones problemáticas:

- Carencia de conocimientos en el ámbito aplicativo de filtros.
- Falta o pérdida de motivación en la búsqueda de nuevas aplicaciones.
- Definiciones no establecidas claramente.
- Muestras de poco interés hacia el tema.

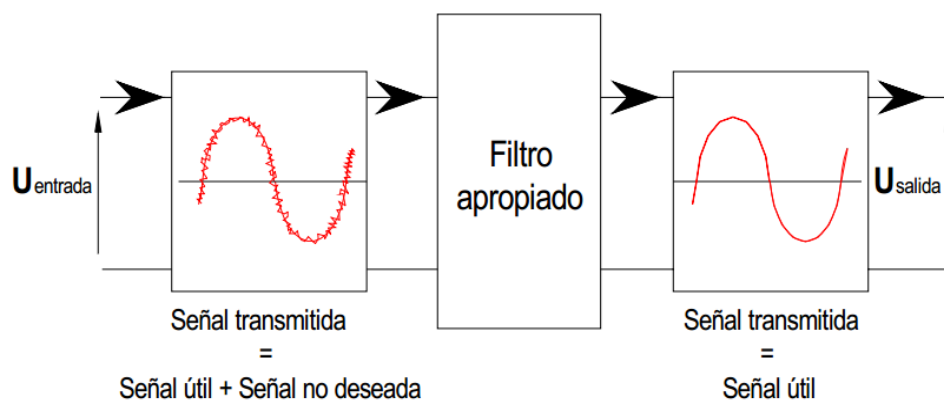
##### **Enunciado del problema:**

- ¿De qué manera el conocimiento histórico, descriptivo y aplicativo de filtros influye significativamente en la motivación y búsqueda de aplicaciones propias de los estudiantes?

## Marco teórico

### Definición de Filtro

Una definición de filtro puede ser: “Cualquier combinación de elementos pasivos (R, L y C) y/o activos (transistores o amplificadores operacionales) diseñados para seleccionar o rechazar una banda de frecuencias se denomina filtro”. También, un concepto breve es que: “Un filtro es aquel que consiste en seleccionar las frecuencias que puedan pasar a través de la red”. Otros autores denominan a los filtros como: “Aquellos dispositivos selectores de frecuencia, es decir, aquellos que dejan pasar las señales presentes en ciertas bandas de frecuencia y bloquean las señales de otras bandas. De lo anterior, se puede decir que un filtro es un dispositivo pasivo y/o activo que tiene como función separar una determinada gama de frecuencias que se encuentran mezclados; siendo, de esta manera, capaz de rechazar aquellas señales indeseables y dar como resultado final únicamente las deseables, pudiendo en el proceso modificar tanto su amplitud como su fase.



**Fig.1.** Representación esquemática de la función de un filtro

## **Antecedentes e Historia**

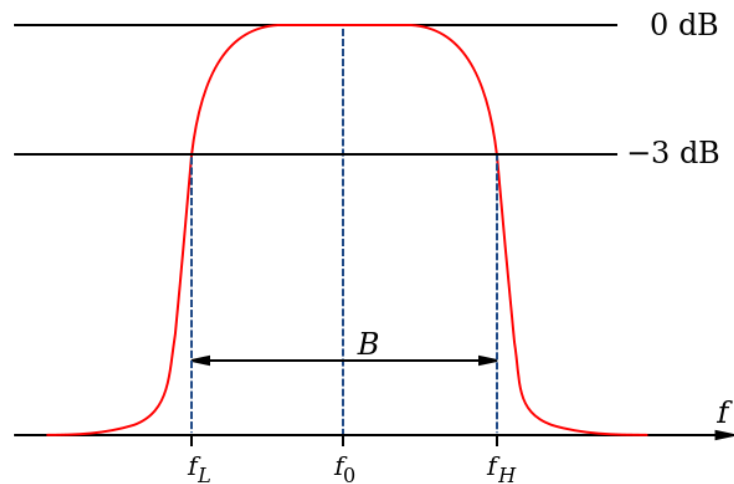
El filtro eléctrico fue inventado de manera independiente en 1915 por George Campbell en Estados Unidos y por K. W. Wagner en Alemania. Con el surgimiento de la radio en el periodo 1910 – 1920, se creó la necesidad de reducir el efecto del ruido de la estática en el radioreceptor. Cuando surgieron las transmisiones regulares de radio en la década de 1920, Campbell y otros desarrollaron el filtro RLC utilizando inductores, capacitores y resistencias. A estos filtros se les llama Filtros Pasivos debido a que se componen de elementos pasivos. En la década de 1930, S. Darlington, S. Butterworth y E. A. Guillemin desarrollaron la teoría necesaria para diseñar filtros pasivos. El filtro pasa bajo tipo Butterworth se dio a conocer en Wireless Engineering en 1930.

Cuando se incorporan dispositivos activos, de manera típica amplificadores operacionales, en un filtro eléctrico, al filtro se le llamó filtro activo. Puesto que los inductores son relativamente grandes y pesados, los filtros activos suelen construirse sin inductores utilizando, por ejemplo, sólo amplificadores operacionales, resistencias y capacitores. Los primeros filtros activos RC prácticos se inventaron durante la Segunda Guerra Mundial y se documentaron en un escrito clásico de R. P. Sallen y E. L. Key en el año de 1955, al cual, denominaron a este filtro como Sallen- Key. La ventaja de este filtro no solo era la omisión del uso de inductores; sino en que los cálculos matemáticos se simplificaron significativamente.

## Conceptos asociados a los filtros

- **Frecuencia de corte**

En el caso de los filtros pasa-bajo y pasa-alto, la frecuencia de corte, determina la zona de frecuencia en la cual la ganancia comienza a atenuarse. Dado que esta transición no se realiza nunca bruscamente, estas frecuencias no pueden corresponder a un punto preciso, de modo que normalmente se toma como valor para la frecuencia de corte el punto en que la amplitud disminuye en 3 dB. Expresado en porcentaje, se diría que la frecuencia de corte es aquella a la que la amplitud de la señal de salida es el 70.7% de la amplitud de la señal de entrada. A diferencia de los filtros pasa-bajo y pasa-alto, que poseen una sola frecuencia de corte, estos filtros poseen dos frecuencias de corte: Una inferior y otra superior.



**Fig.2.** Filtro pasa-banda en la que se puede apreciar las dos frecuencias de corte que posee este filtro:  $f_L$  Y  $f_H$  (en inglés) o  $f_{cs}$  y  $f_{ci}$  (en español)

- **Frecuencia Central o de Resonancia ( $f_c$  o  $f_0$ )**

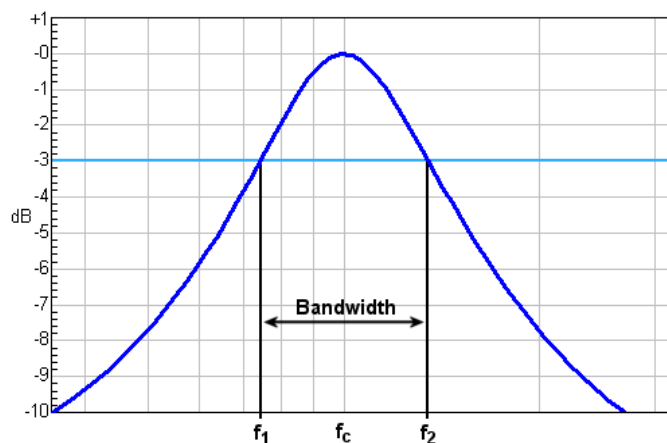
En los filtros paso-banda y rechazo-banda, esta frecuencia se denomina frecuencia central ( $f_c$  o  $f_0$ ) o de resonancia, y corresponde

a la frecuencia en que la amplitud es respectivamente máxima (pasa-banda) o mínima (rechaza-banda). Por este motivo, los filtros pasa-banda suelen llamarse también filtros resonantes. Para aclarar algunos términos, algunos autores usan la abreviatura  $f_c$ , mientras que otros suelen usar la abreviatura  $f_0$ , para así evitar confundirlo con la frecuencia de corte de los filtros pasa-bajos y pasa-altos

- **Ancho de Banda (BW)**

Conocido como “BandWidth” por sus siglas en inglés “BW”. Está definido por la longitud, medida en hertzios, resultante de la diferencia entre la frecuencia de corte superior ( $f_{cs}$ ) y frecuencia de corte inferior ( $f_{ci}$ ) en la cual su atenuación al pasar a través del filtro se mantiene igual o inferior a 3db comparada con la frecuencia central ( $f_c$ ).

Se expresa que un filtro posee mayor selectividad si las frecuencias de corte están más cerca de la frecuencia central o el ancho de banda del filtro es menor.



**Fig. 3.** Filtro pasa-banda en la que se puede apreciar el ancho de banda y la frecuencia central ( $f_c$ ).

- **Factor de Calidad (Q)**

Especifica la calidad del filtro, es decir, la idealidad de su respuesta. El factor de calidad es la relación entre la frecuencia central ( $f_0$ ) de una banda atenuada y su ancho de banda (BW). Responde a la fórmula  $Q = f_0 / BW$ , en la que se observa que a mayor ancho de banda, menor factor de calidad poseerá el filtro.

- **Década**

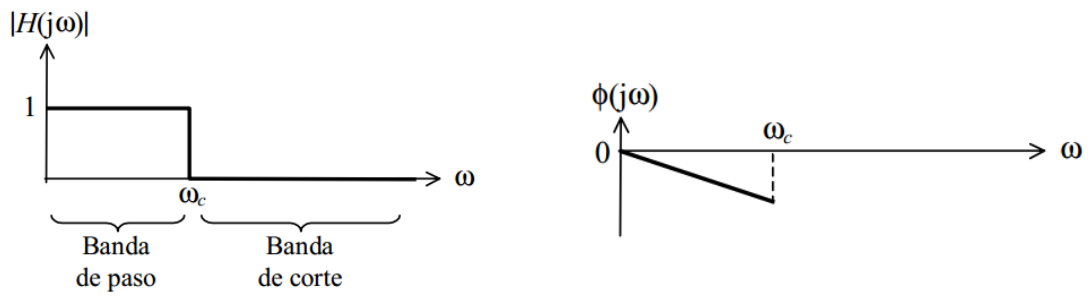
Llámesse a dos frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  que están separadas por una década cuando se cumple que:  $f_2/f_1 = 10$ .

## **Filtros Ideales**

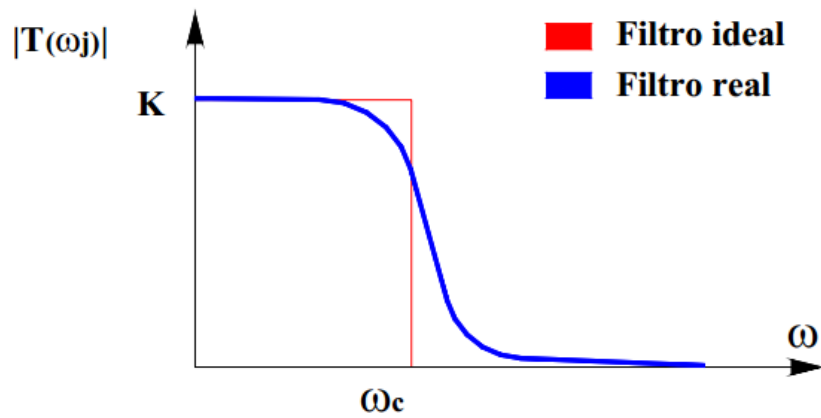
Los filtros ideales son selectores de frecuencia que permiten el paso sin distorsión de las señales cuyas frecuencias se encuentran comprendidas en la o las bandas de paso, anulando completamente las componentes ubicadas fuera de ellas.

Estos filtros ideales se caracterizan por tener una ganancia constante (generalmente unitaria) en la banda de paso y ganancia cero en la banda eliminada o llamada también banda de corte. Además las bandas de paso y de corte son totalmente planas y la zona de transición entre ambas es nula.

- **Filtro Pasa-Bajo Ideal**

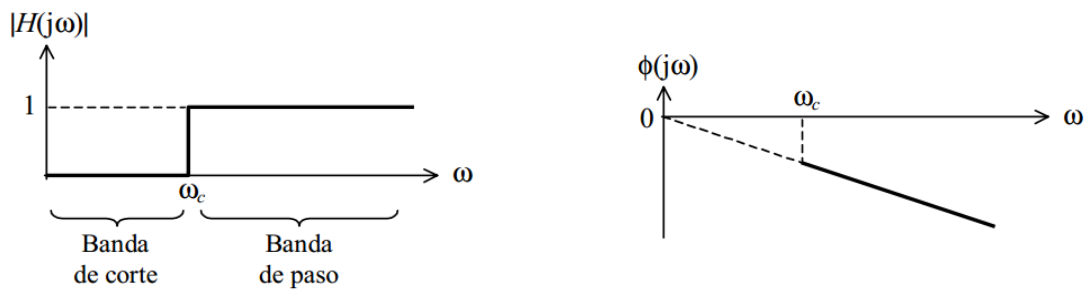


**Fig. 4.** Diagramas de amplitud y fase



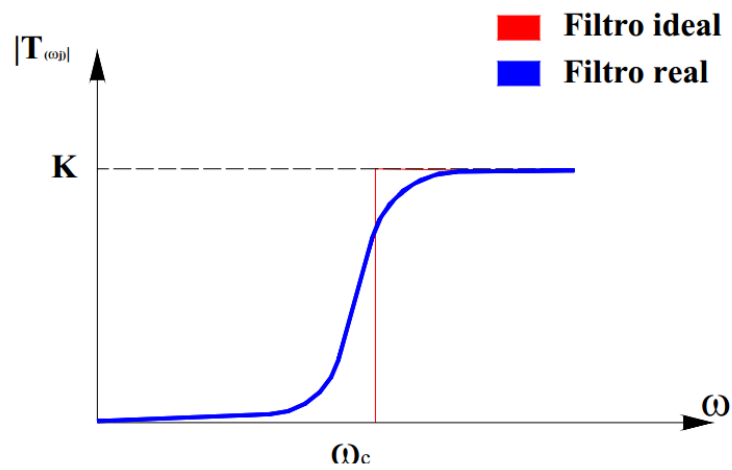
**Fig. 5.** Forma de la señal de un filtro ideal y real

- **Filtro Pasa-Alto Ideal**



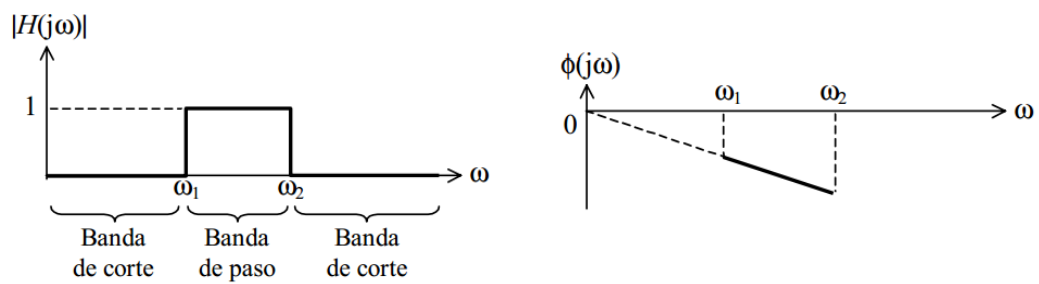
**Fig. 6.** Diagramas de amplitud y fase



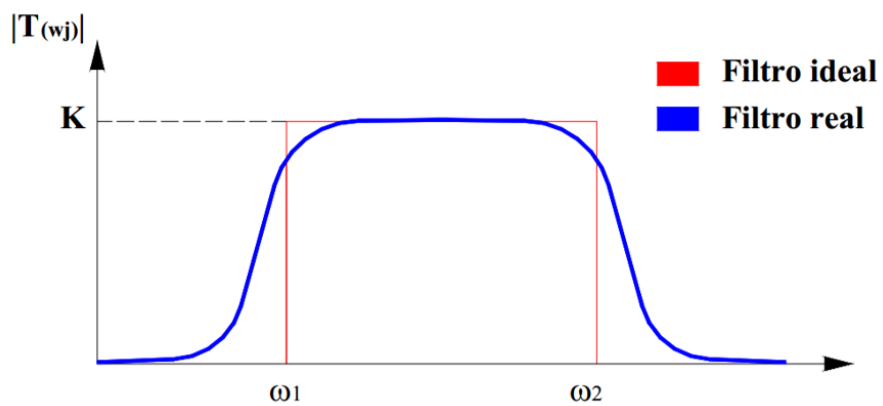


**Fig. 7.** Forma de la señal de un filtro ideal y real

- **Filtro Pasa-Banda Ideal**

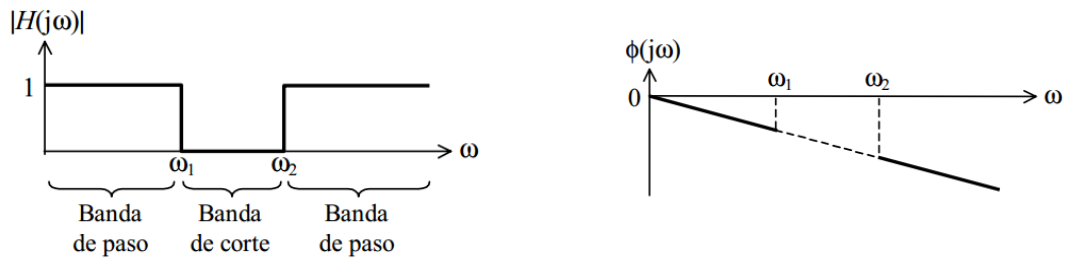


**Fig. 8.** Diagramas de amplitud y fase

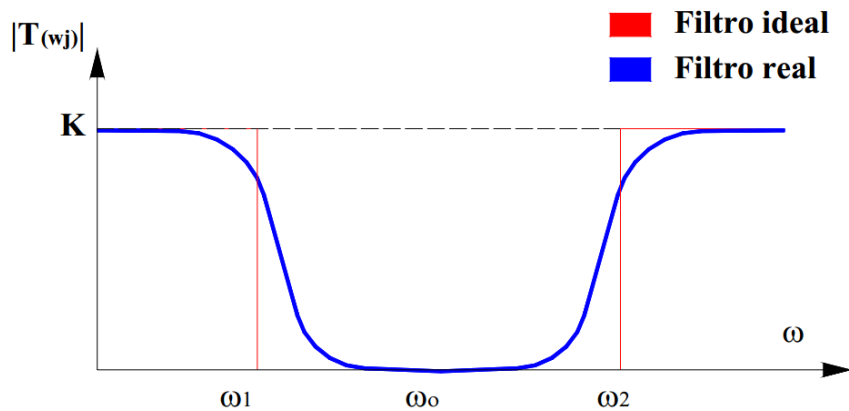


**Fig. 9.** Forma de la señal de un filtro ideal y real

- **Filtro Rechaza-Banda Ideal**



**Fig. 10.** Diagramas de amplitud y fase



**Fig. 11.** Forma de la señal de un filtro ideal y real

## Tipos de filtros

En el transcurso del tiempo la tecnología y la ciencia han avanzado muy rápido y como consecuencia se han inventado una infinidad de filtros electrónicos haciendo, de esta manera, que exista una clasificación muy amplia de ellos.

Se tiene, por ejemplo, los filtros lineales y filtros no lineales según que su comportamiento pueda o no modelizarse matemáticamente con ecuaciones lineales. Como filtros no lineales se tiene un comparador de tensión y un rectificador.

Otra clasificación es en filtros analógicos y filtros digitales. Los filtros analógicos son aquéllos en los cuales la señal puede tomar cualquier valor dentro de un intervalo, y los digitales corresponden al caso en que la señal toma sólo valores discretos. También pueden clasificarse en filtros continuos y filtros discretos o muestreados, según que la señal se considere en todo instante o en instantes discretos. Dado que los filtros digitales en la práctica son siempre muestreados, el nombre “filtro digital” se refiere habitualmente a filtros discretos digitales. Sin embargo, existen filtros discretos no digitales, como los filtros de capacidades conmutadas.

También, los filtros pueden clasificarse en filtros activos o filtros pasivos, según el tipo de componentes que se utilicen en su implementación; es decir, elementos activos (resistencias, condensadores e inductores) o elementos pasivos (transistores y amplificadores operacionales). Finalmente se pueden clasificar según su respuesta a distintas frecuencias en la entrada, las cuales son cuatro principales grupos: Filtro Pasa Bajo, Filtros Pasa Alto, Filtro Pasa Banda y Filtro Rechaza Banda.

- **Según el Tipo de Elementos Usados**

- Filtros Pasivos**

- Son conocidos por este nombre, puesto que para su implementación se utilizan dispositivos pasivos como lo son las resistencias, bobinas y capacitores configurados en serie o en paralelo dependiendo del tipo de filtro.

Los filtros pasivos se utilizan en circuitos de alta frecuencia, como receptores y emisores de radio o en etapas de audiofrecuencia en combinación con altavoces y amplificadores de potencia

La principal desventaja de estos filtros es el tamaño de la bobina, las cuales llegan a ser muy voluminosas a bajas frecuencias, de allí la necesidad de contar con filtros sin inductores.

### **Filtros Activos**

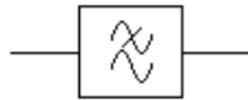
Se incluyen resistencias, capacitores, amplificadores operacionales y transistores. Como se observa, los inductores no se emplean mucho en los filtros activos, lo cual representa su principal ventaja. En efecto, las bobinas son los elementos más problemáticos en la aplicación práctica de la síntesis de redes ya que el modelo teórico planteado para ellas no se ajusta demasiado bien al comportamiento real. Esto se debe a que las bobinas reales tienen siempre componentes resistivas apreciables, lo que no se contempla en el modelo teórico. Además pueden presentar comportamientos no lineales en el caso de utilizar núcleos ferromagnéticos con el fin de aumentar su autoinducción.

Otro aspecto de las bobinas reales, que se presenta sobre todo a altas frecuencias, es su comportamiento capacitivo debido a la proximidad de las espiras. Si a esto añadimos la gran dificultad que aparece en el momento de necesitar la inclusión de una bobina en un circuito integrado, incluso de muy pequeño valor, comprenderemos la obsesión de los expertos en síntesis de redes por evitar el uso de bobinas en los circuitos. Es por esto, que para soslayar el uso de

bobinas hay que incluir elementos activos en los circuitos, principalmente amplificadores operacionales.

Los filtros activos basados en A.O. se usan en frecuencias bajas y medias, dependiendo del modelo del amplificador operacional que se utilice, ya que hay con mejor comportamiento en frecuencia.

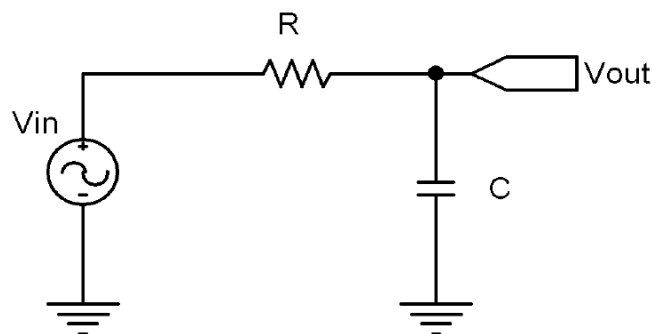
- **Según su Respuesta a Distintas Frecuencias en la Entrada**  
**Filtro Pasa Bajo (Low Pass Filter: LPF)**



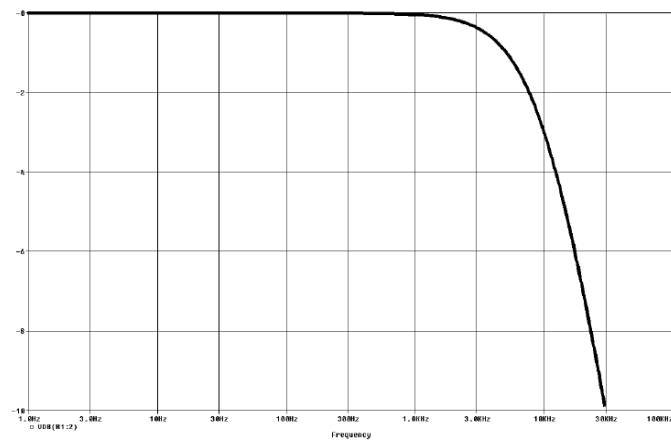
**Fig. 12.** Símbolo del filtro pasa-bajo usado en los diagramas de bloques de los aparatos electrónicos

Son aquellos que solo permiten el paso de las bajas frecuencias, desde el DC hasta una frecuencia de corte  $\omega_c$ , y eliminan todas las frecuencias mayores a ésta. Se considera como  $\omega_c$  a la frecuencia para la que el filtro realiza una atenuación de 3db, luego de la frecuencia de corte, se comienza a atenuar, con una determinada pendiente, las frecuencias que estén por encima de ella.

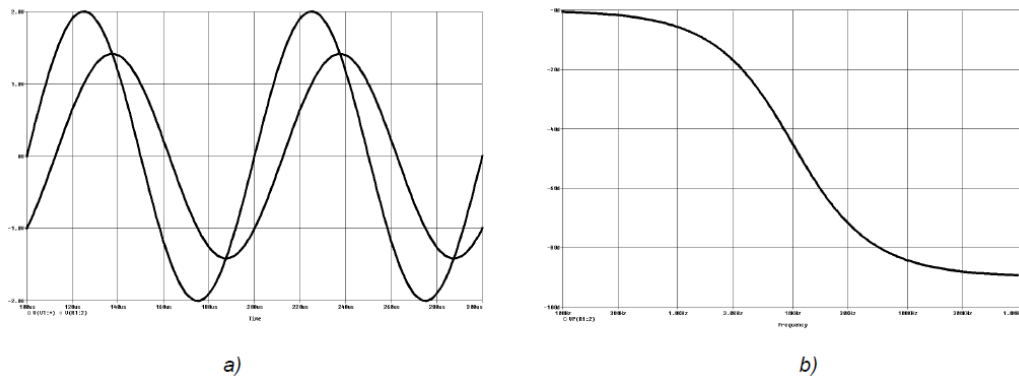
### **Pasivo**



**Fig. 13.** Configuración circuital de un filtro pasivo pasa-bajo

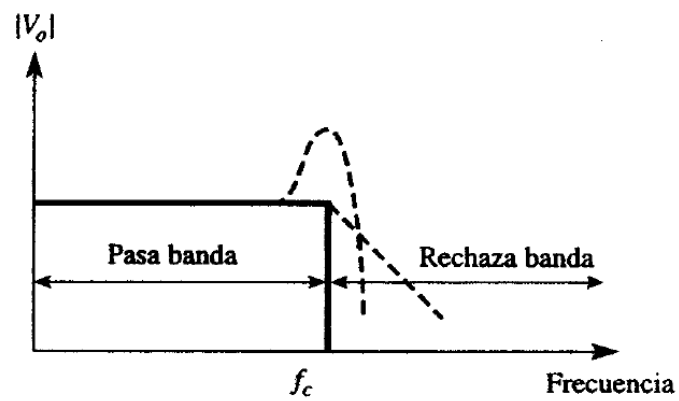


**Fig. 14.** Diagrama de Bode en decibelios de un filtro pasa-bajo (magnitud)



**Fig. 15.** Desfase entrada/salida de un filtro pasa-bajo a) en tiempo, b) en frecuencia

## Activo



**Fig. 16.** Respuesta en frecuencia del filtro pasa-bajo

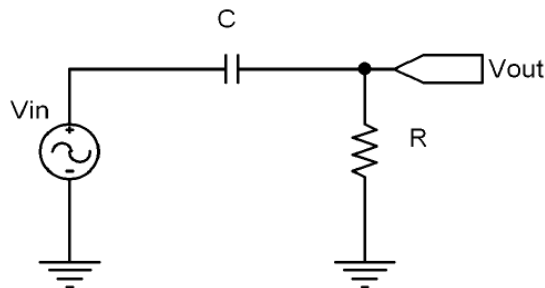
## Filtro Pasa Alto (High Pass Filter: HPF)



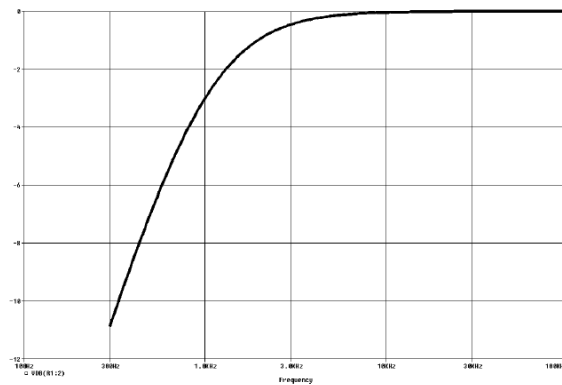
**Fig. 17.** Símbolo del filtro pasa-alto usado en los diagramas de bloques de los aparatos electrónicos

A diferencia del pasa-bajo, los filtros pasa-altos atenúan el espectro hasta una determinada frecuencia ( $\omega_c$ ), para luego dejar pasar con la misma intensidad al resto de las frecuencias más altas. Posee las mismas características que los pasa-bajos (frecuencia de corte y pendiente), pero a la inversa, lo que no sorprende ya que en topologías circuitales la inversa del pasa-bajo es el pasa-alto.

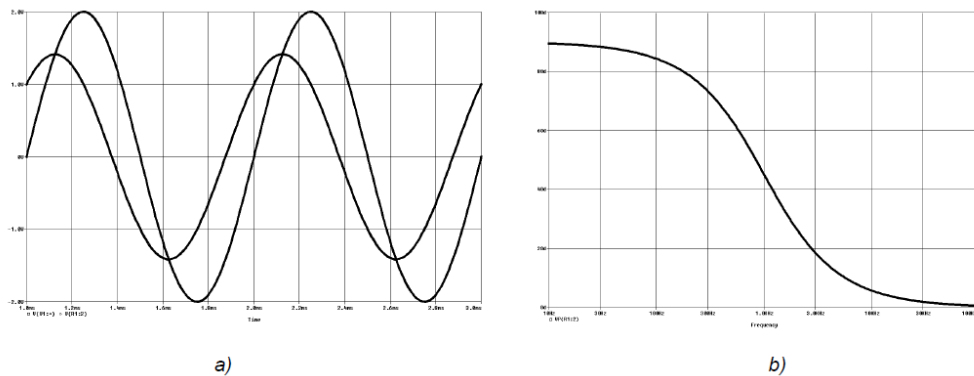
### Pasivo



**Fig. 18.** Configuración circuital de un filtro pasivo pasa-bajo

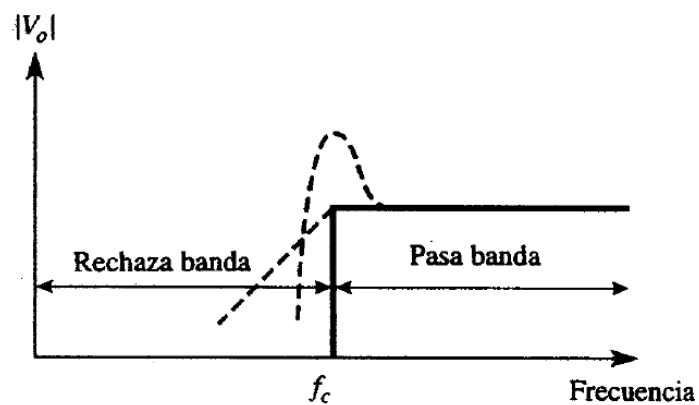


**Fig. 19.** Diagrama de Bode en magnitud de un filtro pasa-alto



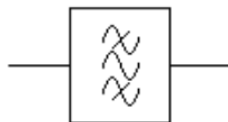
**Fig. 20.** Desfase entrada/salida de un filtro pasa-alto a) en tiempo, b) en frecuencia

**Activo**



**Fig. 21.** Respuesta en frecuencia del filtro pasa-alto

### **Filtro Pasa Banda (Band Pass Filter: BPF)**



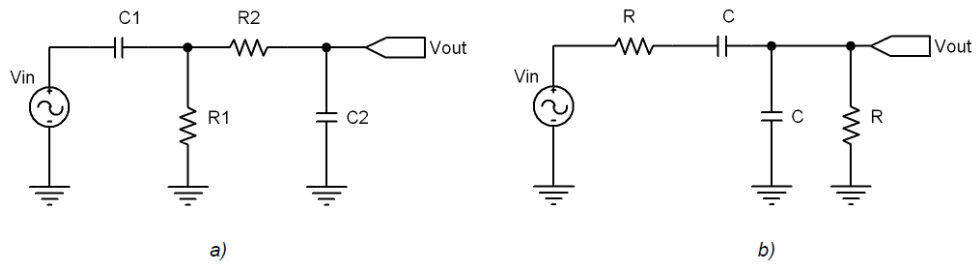
**Fig. 22.** Símbolo del filtro pasa-banda usado en los diagramas de bloques de los aparatos electrónicos

Solo permiten el paso de un limitado rango de frecuencias comprendidas entre dos frecuencias: frecuencia de corte inferior ( $\omega_{ci}$ ) y frecuencia de corte superior ( $\omega_{cs}$ ), e impiden el paso de las

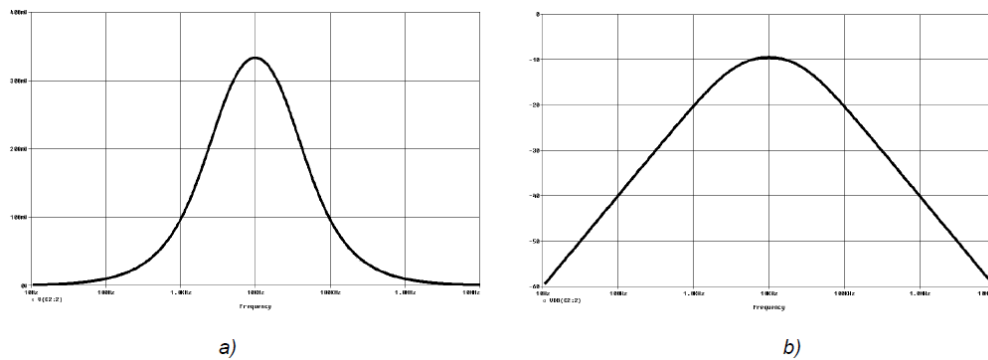


frecuencias restantes. Se puede obtener este tipo de filtros combinando un filtro pasa-bajo con un filtro pasa-alto (Fig. 23.a) o mediante una configuración especial (Fig. 23.b)

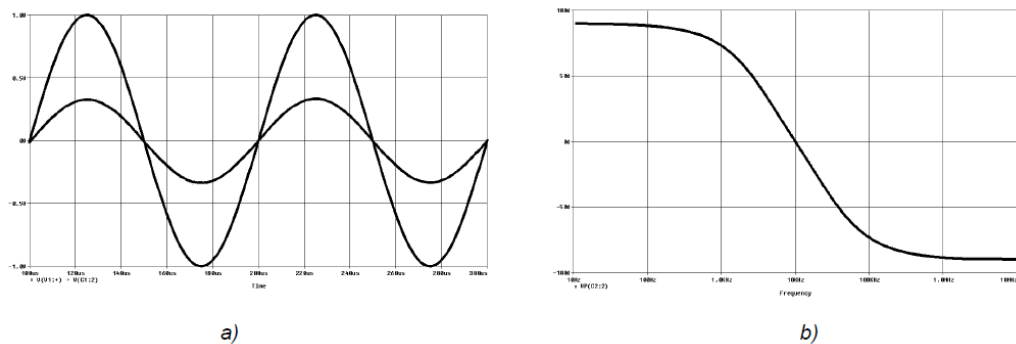
### Pasivo



**Fig. 23.** Configuración de un filtro pasivo pasa-banda a) PA + PB, b) configuración especial

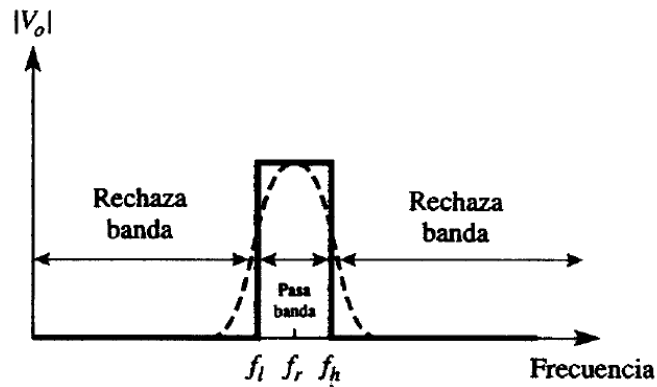


**Fig. 24.** Diagrama de Bode en magnitud de un filtro pasa-banda a) modo lineal, b) en decibelios



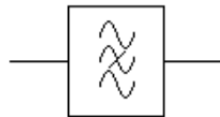
**Fig. 25.** Desfase entrada/salida de un filtro pasa-banda a) en tiempo, b) en frecuencia

## Activo



**Fig. 26.** Respuesta en frecuencia del filtro pasa-banda

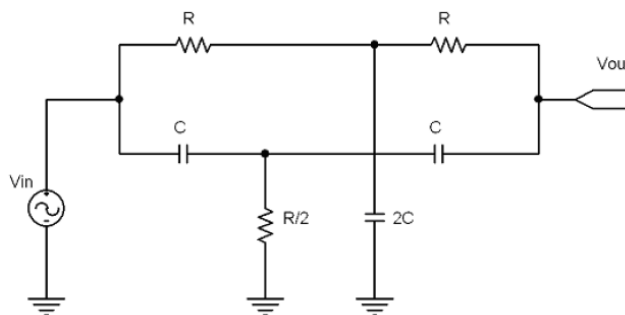
## Filtro Rechaza Banda (Band Reject Filter: BRF)



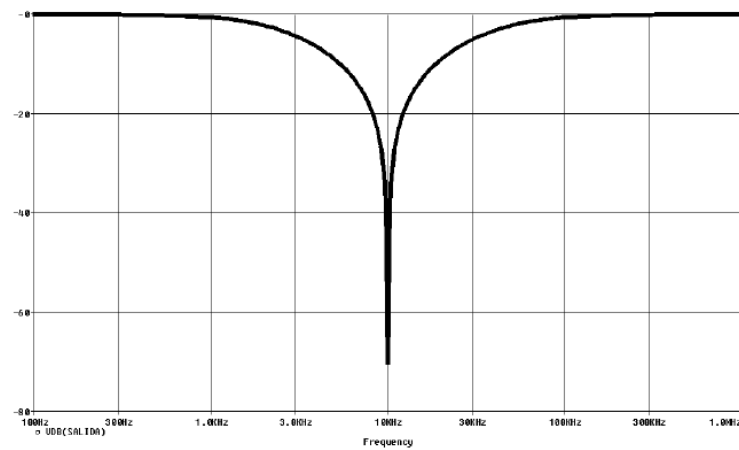
**Fig. 27.** Símbolo del filtro rechaza-banda usado en los diagramas de bloques de los aparatos electrónicos

Impiden el paso de un rango de frecuencias comprendidas entre dos frecuencias de corte: frecuencia de corte inferior y frecuencia de corte superior, y permiten pasar las demás frecuencias, las cuales se encuentran en la banda de paso.

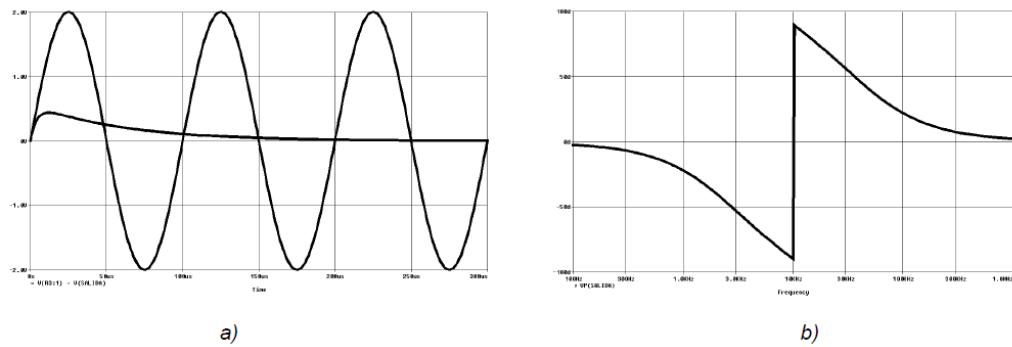
## Pasivo



**Fig. 28.** Configuración de un filtro pasivo rechaza-banda

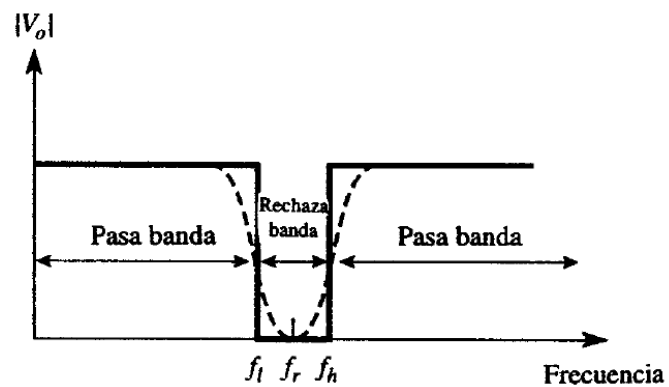


**Fig. 29.** Diagrama de Bode en magnitud de un filtro rechaza-banda



**Fig. 30.** Desfase de un filtro rechaza-banda a) modo lineal, b) en decibelios

## Activo



**Fig. 31.** Respuesta en frecuencia del filtro rechaza-banda

## Aplicaciones

- Los filtros pasa-bajos se usan comúnmente para proteger los componentes de repentinos picos de alta frecuencia.
- Los filtros pasa-altos se utilizan comúnmente cuando una señal pasa a través de dos etapas de amplificación. En estos casos, sirven para reducir el desplazamiento entre dichas etapas.
- En los receptores de radio multibanda, hoy llamados "Scanners" por su capacidad no sólo de sintonizar, sino también de buscar o localizar canales o frecuencias ocupadas. Utilizan un filtro “notch-FM” que permite pasar todas las frecuencias desde la antena hasta el receptor excepto las de la banda de radiodifusión FM eliminando así interferencias.
- El filtro Notch es un tipo de filtros rechaza-banda que se caracteriza por rechazar una frecuencia determinada que este interfiriendo a un circuito. Por ello cumplen la función de Filtros supresores de la frecuencia de 60 Hz que es generada por la línea de potencia. Son útiles en varias aplicaciones, principalmente en equipos médicos como los electrocardiógrafos, los cuales se ven expuestos a ruido ambiental que provienen de las lámparas fluorescentes y otros dispositivos que emiten ruido a través de ondas de 60Hz. Por lo tanto, estos filtros se encargan de “limpiar” la señal de esta interferencia. En los equipos de audio se utilizan para eliminar el “hum” o ruido causado por la fuente de energía.

- En aplicaciones de comunicaciones de UWB (“Ultra Wide Band”) se utilizan los filtros Notch para eliminar las interferencias entre las mismas frecuencias de la banda para así poder aumentar el ancho de banda y la capacidad de transmisión de datos.
- Los filtros pasa-banda son comúnmente utilizados en los aparatos de medición y de procesamiento de señales.
- Se emplean también en los receptores de radio y de televisión para sintonizar las estaciones y separar la señal de audio de la onda portadora de radiofrecuencia. En un radio AM las ondas de amplitud moderada se reciben por medio de la antena. Entonces se necesita un filtro pasa-banda para sintonizar solo una de las ondas entrantes. Dado que la señal elegida es débil se amplifica por etapas para tener una onda de audiofrecuencia; después de su paso por otros amplificadores llega hasta el amplificador de audio que genera la señal deseada.
- También se utiliza (filtros pasa-banda) en equipos de comunicación telefónica para separar las diferentes conversaciones que simultáneamente se transmiten sobre un mismo medio de comunicación.
- En la transmisión de ondas de radio se utilizan los filtros con el fin de reducir la interferencia causada por los transmisores de banda ciudadana, radioaficionados, equipos de uso científico, industrial y médico, además de las emisiones y armónicas de las estaciones ubicadas en las bandas más cercanas.

- En el caso de los ecualizadores; estos están diseñados para afectar el volumen o la energía de una sola banda de frecuencias. Utilizando distintos tipos de filtro, el efecto es más o menos progresivo dentro de las bandas de frecuencia que abarca. Un ecualizador gráfico se construye con un banco de filtros resonantes en paralelo, cada uno con una frecuencia de resonancia propia (y operando por lo tanto en una zona de frecuencias diferente) y una anchura de banda fija (típicamente en torno a un tercio de octava), de forma que lo único que se puede modificar en cualquiera de ellos es la ganancia y, por lo tanto, la amplitud de salida del rango de frecuencias respectivo. De este modo, se logra recortar y subir las bandas de frecuencia independientemente obteniendo finalmente una calidad de audio con mejor fidelidad.
- Convertir señales muestreadas en señales continuas.
- El análisis de la señal EEG (Electro Encéfalo Grama) mediante parámetros espectrales permite la evaluación del efecto de fármacos en el cerebro, y el diagnóstico de estados disfuncionales en neurología, psiquiatría y psicofarmacología. Los electrodos de EEG no registran únicamente actividad cerebral, sino que también adquieren algunas interferencias como el latido cardiaco, los movimientos de los ojos y la actividad muscular de la cara. El uso de procedimientos para la detección y de técnicas para la eliminación de estos artefactos es muy importante y necesario debido a que la contaminación de éstos en las señales EEG puede conducir a resultados erróneos, y por lo tanto a conclusiones y decisiones clínicas equivocadas. El ojo forma un dipolo eléctrico mediante la

córnea (positivo) y la retina (negativa). Al moverse el globo ocular, el campo eléctrico alrededor del ojo cambia produciendo una señal eléctrica conocida como electrooculograma (EOG). De esta manera las señales de las actividades ocular y cerebral localizadas en diferentes puntos del cuero cabelludo son recogidas por los electrodos del electro encéfalo grama produciendo una situación conocida como contaminación bidireccional. Un procedimiento para evitar dicha situación es siguiendo un criterio de mínima actividad ocular en pacientes. Luego se obtienen las señales fuente EEG mediante un filtrado pasa-alto para que de esta manera se eliminen los componentes oculares de baja frecuencia que pudieran tener las señales EEG registradas.

### **Hipótesis:**

**Hi:** El desarrollo de un tema histórico, descriptivo y aplicativo de filtros permite la motivación y búsqueda de nuevas y propias aplicaciones por parte de los estudiantes.

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General**

Desarrollar un tema histórico, descriptivo y aplicativo de filtros para la motivación de los estudiantes.

#### **Objetivos Específicos**

- Disminuir la carencia de conocimientos en el ámbito aplicativo de filtros.

- Motivar al estudiante en la búsqueda de nuevas aplicaciones.
- Dejar en claro ciertas definiciones.
- Despertar el interés en los estudiantes por el tema desde un inicio.

## **V. Cuerpo:**

### **a) Los materiales y procedimientos.**

#### **Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

- Implementación de un método deductivo, analítico en la investigación cuantitativa.
- Se utilizaron las técnicas de observación, análisis de contenido.

#### **Procedimientos de recolección de información**

- Se empleó la recolección de la información teniendo como fuentes la biblioteca y el internet.



## **b) Presentación de resultados**

En el presente trabajo se identificaron los siguientes resultados como ventajas e inconvenientes:

### **Ventajas e inconvenientes**

En el caso de los Filtros Activos:

#### **Ventajas**

- La bobina es el elemento que más aleja al filtro de su comportamiento ideal, sobre todo a bajas frecuencias, por lo que su eliminación permite mejorar el comportamiento del mismo.
- Generalmente tienen muy alta impedancia de entrada y muy baja de salida, presentando por lo tanto muy buena capacidad de aislamiento, permitiendo la conexión en cascada de células de filtrado sin afectar la respuesta, ya que prácticamente es independiente de las impedancias de carga y fuente.
- Posibilidad de amplificación, tanto de tensión como de corriente, particularidad importante para señales de bajo nivel.
- Factor de calidad relativamente grande, alcanzando valores de hasta  $Q = 500$
- Facilidad de puesta a punto y regulación continua de la banda pasante.

### **Inconvenientes**

- Necesidad de una o dos fuentes de alimentación que pueden introducir ruido.
- Limitación del margen dinámico de salida, para valores mayores a  $\pm 10$  V de amplitud de la señal de entrada el amplificador operacional puede saturarse, además la corriente de salida se limita a algunos miliamperios. Con valores bajos de amplitud de la señal de entrada el ruido intrínseco del amplificador puede enmascarar la señal. El margen dinámico está limitado a unos 120 dB.
- Muy sensibles a los cambios de temperatura y al envejecimiento de componentes, que producen un considerable desplazamiento de los polos de la función de transferencia, con la posibilidad de tornar inestable al circuito.
- Limitación del rango superior de frecuencias, no utilizándose en general más allá de 1MHz.

### **En el Caso de Filtros Pasivos**

#### **Ventajas**

- Son una solución mucho más económica que los filtros activos.
- son utilizados para sintonizar frecuencias de forma muy selectiva.
- Los filtros pasivos resultan insustituibles en aplicaciones de potencia, y a muy altas frecuencias (radios, televisores, etc.).

## **Inconvenientes**

- La impedancia de la fuente resulta muy afectada por las características del filtro.
- La resonancia serie entre el filtro y la impedancia de la fuente puede causar amplificaciones de las tensiones armónicas a ciertas frecuencias.
- El filtro pasivo puede provocar una resonancia paralela con la red de suministro, con amplificación de las corrientes armónicas.
- Los filtros pasivos, debido a la componente resistiva, tienen un consumo de componente fundamental, lo que provoca armónicos de tensión.
- El número de secciones del filtro será tanto más elevado cuanto mayor sea el número de armónicos a eliminar, lo que supone aumentar los problemas anteriormente mencionados.
- En el caso de compensaciones centralizadas, el filtro de absorción (que es, generalmente, el utilizado a nivel industrial), está adaptado a una configuración concreta de red y estado de cargas. Por lo tanto, no podrán eliminarse ni añadirse cargas a un grupo compensado de esta forma.
- Un filtro pasivo diseñado con un punto de corte en torno a 800 Hz (Baja frecuencia) necesitaría una inductancia muy elevada para cumplir su misión correctamente; esta inductancia sería de gran tamaño y muy cara.

## **VI. Conclusiones:**

- Muchos de los avances tecnológicos que se dan hoy en día se debe gracias a la aplicación de filtros como dispositivos fundamentales presentes en la gran mayoría de circuitos eléctricos y electrónicos.
- Los filtros, como su nombre lo indica tiene como función principal “filtrar” aquellas señales indeseadas presentes en todos los circuitos eléctricos o electrónicos; de allí su importancia, ya que sin ellos hubiera sido imposible la solución, mejora y avance tecnológico; y más aún en este siglo, donde muchos dispositivos modernos emiten una infinidad de señales a diversas frecuencias, siendo de vital importancia evitar la interferencia entre estos.
- Tanto los filtros pasivos como los filtros activos poseen ventajas y desventajas, de allí su aplicabilidad en determinadas áreas de la electrónica y electricidad. Por ejemplo los filtros pasivos, debido a su capacidad de soportar altas frecuencias son útiles en el campo de las telecomunicaciones así como en aplicaciones de potencia. Por otro lado los filtros activos son utilizados especialmente en el campo del audio, con el fin de mejorar la calidad del sonido; ya que gracias a ellos es posible el diseño de ecualizadores, los cuales se encargan de separar las diferentes frecuencias presentes en el sonido y emitirlos por separado.
- Los filtros reales no son perfectamente “planos en la banda de paso, sino que todos exhiben cierto grado de “rizado de amplitud”. Es por ello la necesidad de los investigadores, científicos e ingenieros de buscar configuraciones o elementos

como los amplificadores operacionales en reemplazo de bobinas con el fin de tener una respuesta en frecuencia muy cercana a los filtros ideales.

- Los filtros en el dominio de la frecuencia (aquellos filtros ya mencionados en el presente trabajo) son los más usados en el campo de la medicina.
- El uso de filtros en el campo de la medicina ha sido también de vital importancia, ya que nuestro cuerpo, al estar gobernado también por impulsos eléctricos muy pequeños, suelen presentarse ciertas interferencias al momento de medir determinadas actividades vitales como la actividad cerebral, el latido de nuestro corazón, el movimiento de ciertos músculos, etc. Entonces aquí se hace uso de filtros electrónicos para eliminar señales indeseadas generadas tanto por nuestro propio organismo o por fuentes externas.
- Como se ha visto, la aplicación de filtros es muy importante para nuestro mundo moderno, por lo tanto su estudio, desde la parte teórica hasta su historia y aplicaciones debe ser una prioridad para todo estudiante de ciencias o ingeniería y debe despertar el interés por mejorar dichos dispositivos o configuraciones, porque no solo colaboraría al avance tecnológico sino también a mejorar la calidad de vida de las personas, ya que la implementación de filtros en la medicina aun presenta ciertas deficiencias.

## **VII. Referencias bibliográficas:**

- SCHULER, Charles A.

Electrónica, Principios y Aplicaciones. España. Editorial Reverté S.A. 2002. 347 p.

- CARRION PEREZ, Pedro A; RODENAS GARCIA, Juan; SANCHEZ MELENDEZ, César.

Aplicaciones de la Ingeniería Electrónica e Informática en Medicina. España. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. 2007. 128 p.

- COUGHLIN, Robert L; DRISCOLL, Frederick F.

Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. Cuarta edición. México. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1993. 538 p.

- HAYT Jr., William H; KEMMERLY, Jack E; DURBIN, Steven M. Análisis de Circuitos en Ingeniería. Séptima edición. México. McGraw-Hill/Interamericana editores S.A. 2007. 860 p.

- BOYLESTAD, Robert L.

Introducción al Análisis de Circuitos. Décima edición. México. Pearson Educación. 2004. 1248 p.

- ULLOA ROJAS, Raúl Antonio.

Filtros, aproximación y síntesis. Primera edición. México. Universidad Iberoamericana. 2005. 166 p.

- ESPI LOPEZ, José; CAMPS-VALLS, Gustavo; MAGDALENA BENEDITO, Rafael.

Síntesis de Redes. Impedancias y Filtros. España. Delta Publicaciones Universitarias S.L. 2008. 235 p.