



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo



Práctica 10: FILTRO PASA BANDA Y RECHAZA BANDA

Profesor: Ismael Cervantes de Anda

Grupo: 4CV2

Equipo:

- **Ramírez Jiménez Itzel Guadalupe**
- **Colín Ramiro Joel**
- **Vázquez Giles Alejandro**

I. OBJETIVO

En esta práctica no.10, los objetivos que se esperan son: comprobar el funcionamiento del filtro pasa banda y del filtro rechaza banda, así como determinar su frecuencia de corte tanto inferior como superior..

II. MATERIALES

Amplificador Operacional: TL071.

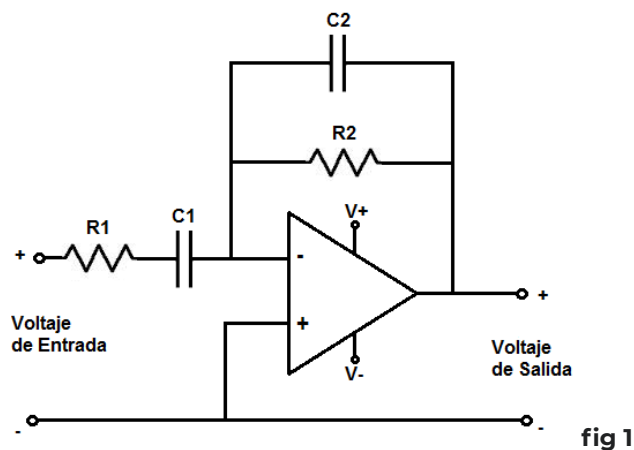
Resistencias: $1k\Omega$, $6.8k\Omega$, $10k\Omega$, $12k\Omega$, $15k\Omega$, y $22k\Omega$.

Capacitores: $0.001\mu F$, $0.0047\mu F$, $0.01\mu F$, $0.022\mu F$ y $0.047\mu F$

III. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

1.1 Filtro Pasa Banda

Un filtro pasa banda (**fig 1**) es un tipo de filtro electrónico el cual deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto. En otras palabras más sencillas es la unión del filtro pasa alto y el filtro pasa bajo, los cuales fueron revisados en las prácticas pasadas(8 y 9 respectivamente).



Para este tipo de filtro se manejan principalmente dos configuraciones pasivo y activo, el filtro pasivo es aquel que está diseñado y compuesto solo por resistencias y condensadores, además de que no amplifica la señal de entrada. Por el contrario, el filtro activo está diseñado y compuesto por resistencias, condensadores y un amplificador operacional, el cual permite amplificar y desfazar la señal de entrada.

Este filtro pasa banda maneja tres parámetros principales:

1. Frecuencia
2. Ganancia
3. Factor Q relacionado con el ancho de banda.

El ancho de banda en este caso se define como el rango de frecuencias entre dos puntos de corte, que son menores a 3dB que el centro máximo o pico de resonancia. En este filtro también, existen dos frecuencias de corte, una inferior y otra superior, donde se atenúan las señales cuya frecuencia sea menor que la frecuencia de corte inferior y señales de frecuencia superior a la frecuencia de corte superior. Normalmente este tipo de filtros tienen aplicación en la edición y ecualización de audio, donde se busca resaltar y atenuar frecuencias específicas, otra posible aplicación de los filtros pasa banda es la función de eliminar el ruido que contenga una señal, siempre y cuando la frecuencia de esta sea fija.

1.1 Filtro Rechaza Banda

Un filtro rechaza banda (**fig 2**) también llamado "filtro elimina banda" o "filtro notch" se trata de un filtro electrónico el cual no permite el paso de señales cuyas frecuencias se encuentran comprendidas entre las frecuencias de corte superior e inferior.

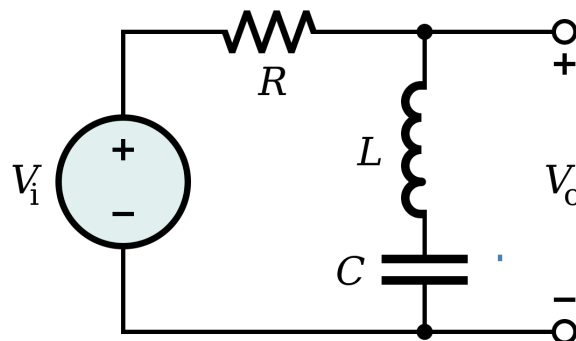


fig 2

Este tipo de filtros pueden implementarse de diversas formas. Una de ellas consistirá en dos filtros, uno pasa baja cuya frecuencia de corte sea la inferior del filtro elimina banda y otro pasa alta cuya frecuencia de corte sea la superior del filtro elimina banda.

Al ser sistemas lineales e invariantes, la respuesta en frecuencia de un filtro banda eliminada se puede obtener como la suma de la respuesta paso bajo y la respuesta paso alto, ello se implementará mediante un sumador analógico, hecho habitualmente con un amplificador operacional.

Otra forma más sencilla de implementar, si bien presenta una respuesta en frecuencia menos selectiva, sería la de colocar lo que se conoce como "circuito trampa". Si se unen los dos bornes con un dipolo resonante LC serie o paralelo, la respuesta global sería la de un filtro elimina banda.

IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para esta décima práctica, analizamos y comprendimos el funcionamiento de los filtros pasa banda y rechaza banda respectivamente.. En esta sección se encuentra el desarrollo que realizamos para su elaboración y su comprensión.

Filtro Activo Pasa Banda

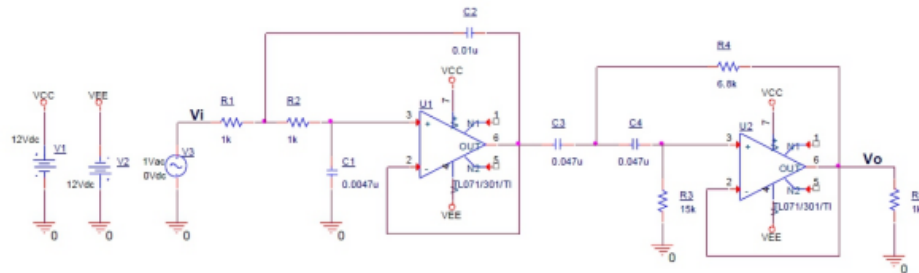
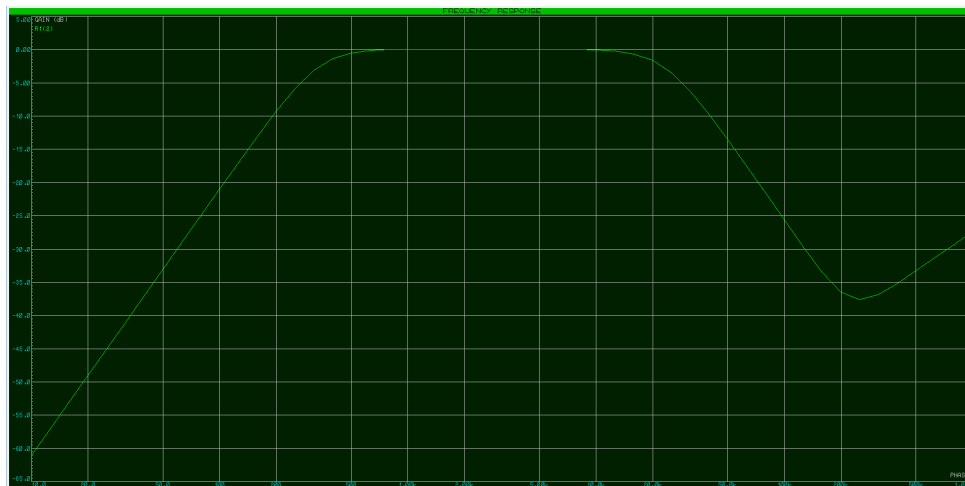


fig 3

Para este primer circuito el cual se encuentra señalizado por la fig 3, obtuvimos el diagrama de Bode del voltaje de salida (V_o), la cual se encuentra señalizada por la **gráfica 1**, donde se observan las frecuencias de corte.



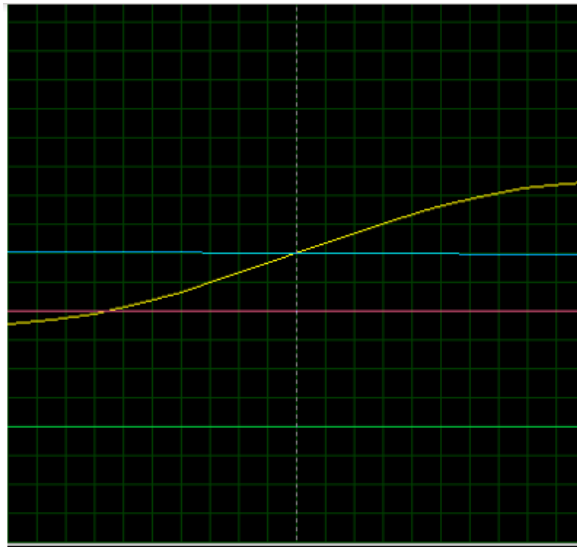
gráfica 1

$$f_{c1} = 450 \text{ Hz} \quad , \quad f_{c2} = 17.1 \text{ kHz}$$

$$\Delta B = 16.6 \text{ kHz} \quad , \quad f_0 = 2.75 \text{ kHz}$$

Posteriormente, cambiamos la fuente V_{AC} por una fuente de voltaje senoidal con una amplitud de $1 V_p$ y una frecuencia de $\frac{f_{c1}}{10}$, realizamos su respectiva simulación en el dominio del tiempo para así, analizar la señal

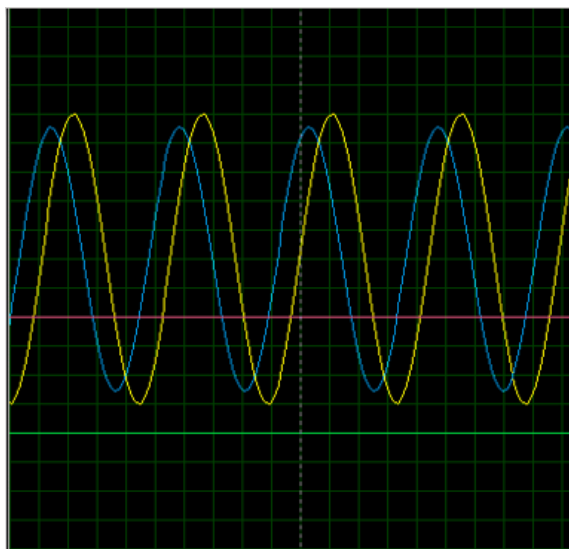
de entrada V_i y la señal de salida V_o . La graficación de dichas señales se encuentra en la **gráfica 2**.



Frecuencia de $F_{c1}/10$

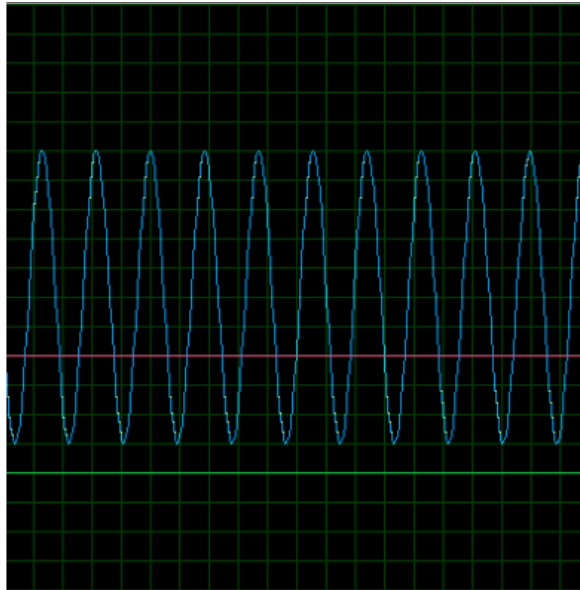
gráfica 2

Como último inciso en el primer filtro, cambiamos la frecuencia de la fuente de voltaje senoidal a f_{c1} , f_0 y f_{c2} , realizamos la simulación en el dominio del tiempo para cada medición, esto con la finalidad de analizar la señal de entrada V_i y la señal de salida V_o . Las ilustraciones de las señales se encuentran en las **gráfica 3, gráfica 4, y gráfica 5** respectivamente.



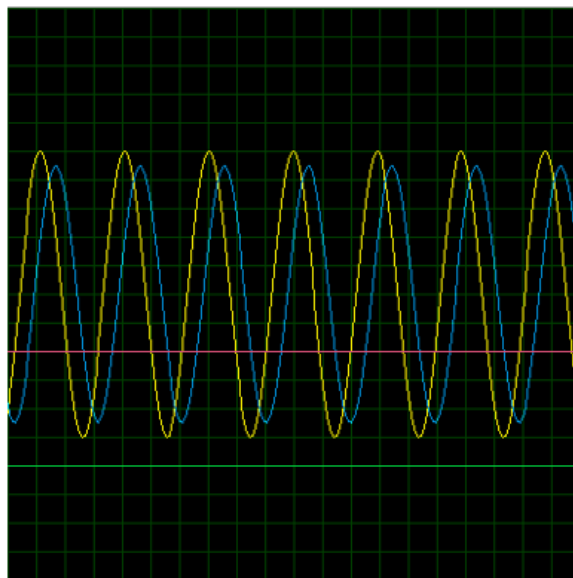
Frecuencia de F_{c1}

gráfica 3.



Frecuencia de F_{C_0}

gráfica 4.



Frecuencia de F_{C_2}

gráfica 5.

Filtro Activo Rechaza Banda

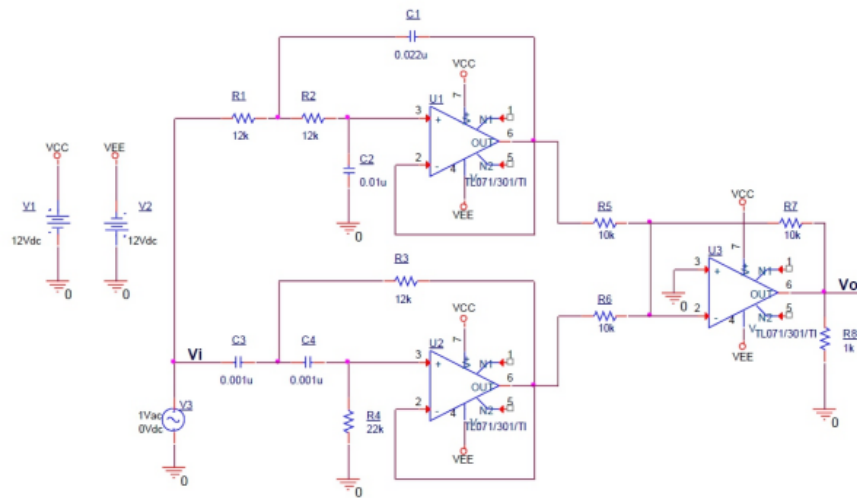
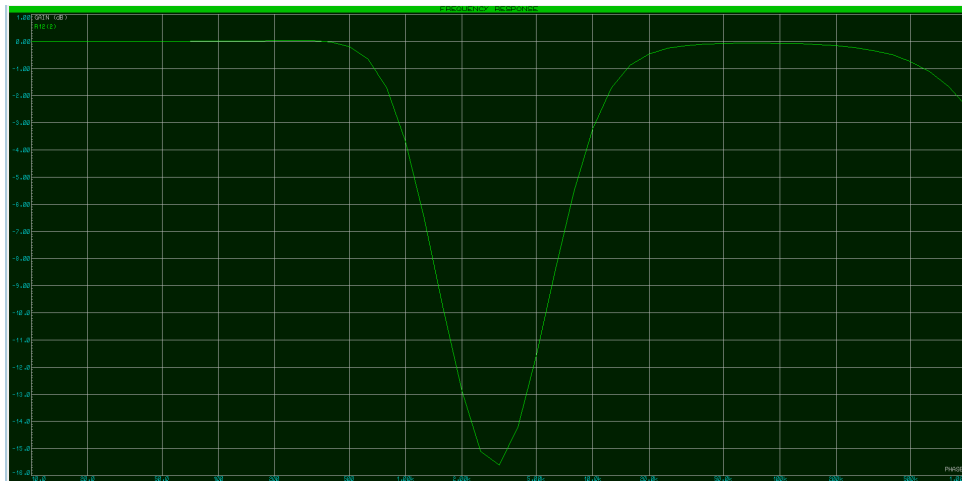


fig 4

Para el segundo y último filtro de esta práctica, armamos el circuito que se encuentra detallado en la **fig 4**.

Al igual que el filtro anterior, se obtuvo el diagrama de Bode del voltaje de salida V_o mediante la simulación en AC, dicha graficación se encuentra expuesta en la **gráfica 6**.



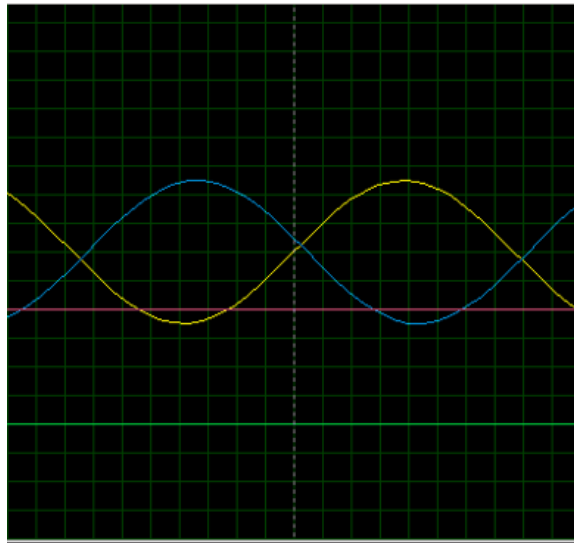
gráfica 6.

$$f_{c1} = 1.30 \text{ kHz} , \quad f_{c2} = 7.08 \text{ kHz}$$

$$\Delta B = 3.08 \text{ kHz} , \quad f_0 = 2.75 \text{ kHz}$$

Posteriormente, cambiamos la fuente V_{AC} por una fuente de voltaje senoidal con una amplitud de $1 V_p$ y una frecuencia de $\frac{f_{c1}}{10}$, realizamos su respectiva simulación en el dominio del tiempo para así, analizar la señal

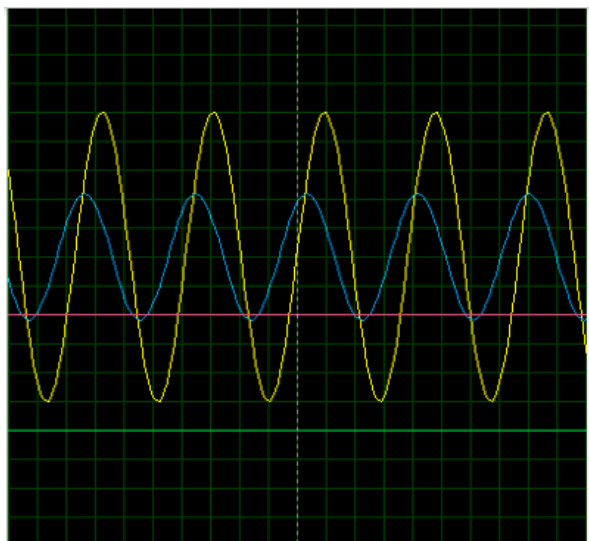
de entrada V_i y la señal de salida V_o . La graficación de dichas señales se encuentra en la **gráfica 7**.



Frecuencia de $F_{c1}/10$

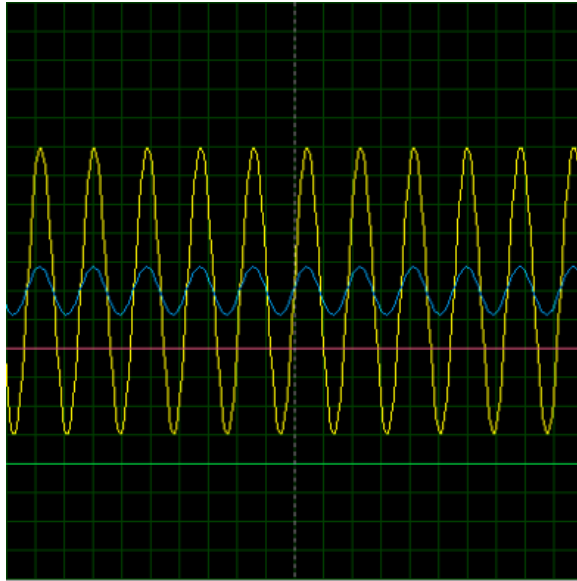
gráfica 7

Como último inciso en el primer filtro, cambiamos la frecuencia de la fuente de voltaje senoidal a f_{c1} , f_0 , y f_{c2} , realizamos la simulación en el dominio del tiempo para cada medición, esto con la finalidad de analizar la señal de entrada V_i y la señal de salida V_o . Las ilustraciones de las señales se encuentran en las **gráfica 8**, **gráfica 9** y **gráfica 10** respectivamente.



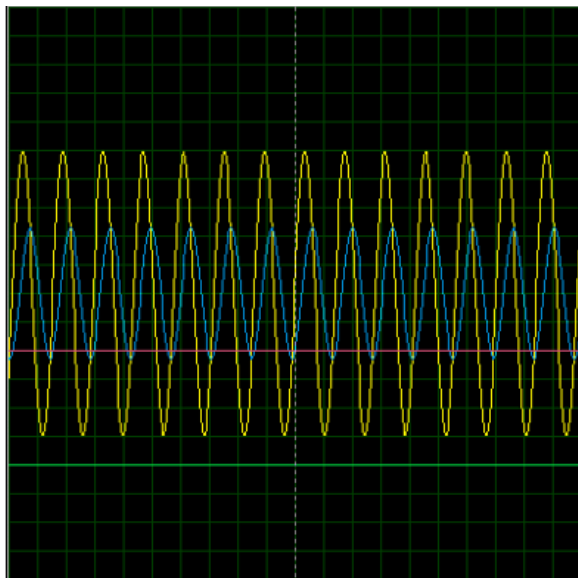
Frecuencia de F_{c1}

gráfica 8.



Frecuencia de F_{C_0}

gráfica 9.



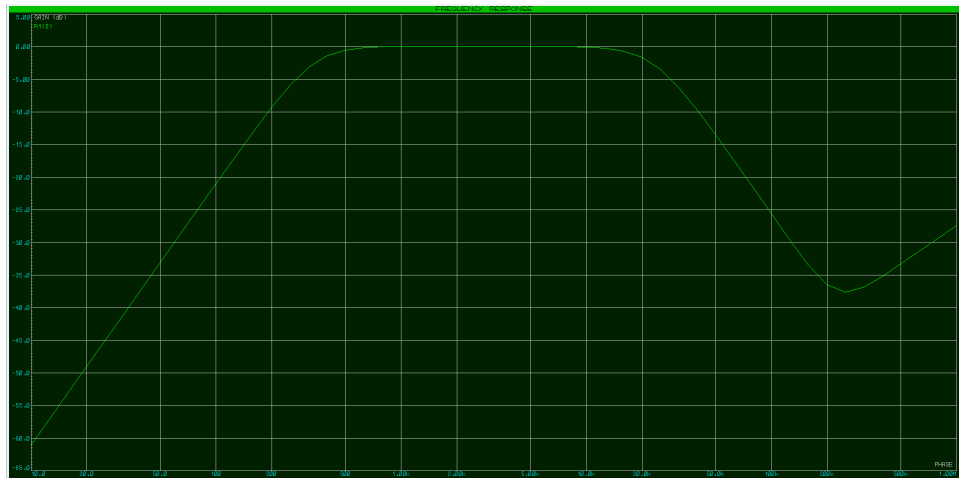
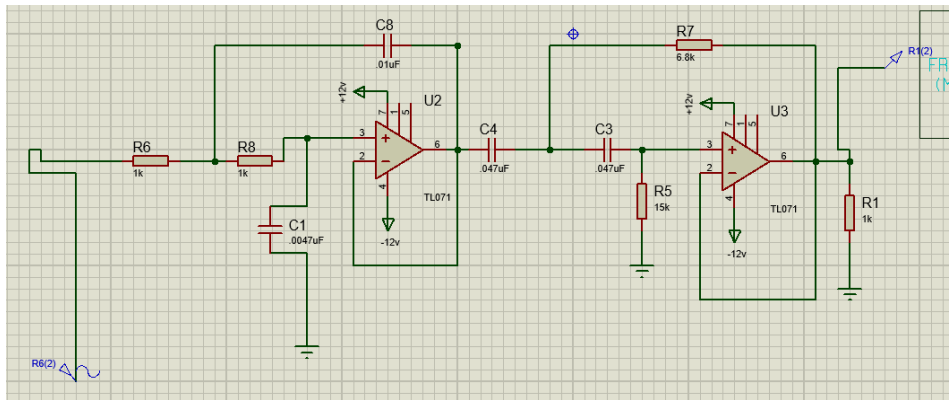
Frecuencia de F_{C_2}

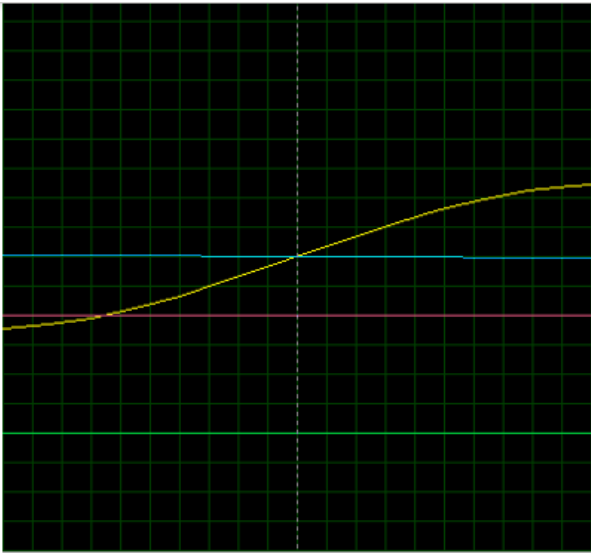
gráfica 10.

V. SIMULACIONES Y CÁLCULOS TEÓRICOS

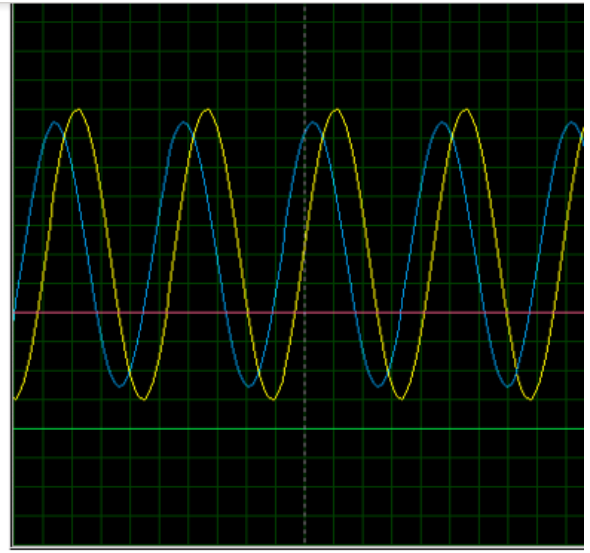
En esta sección se encuentran todas las capturas de las simulaciones realizadas en Proteus, de ambos circuitos, así como los cálculos teóricos necesarios en cada uno.

Filtro Activo Pasa Banda

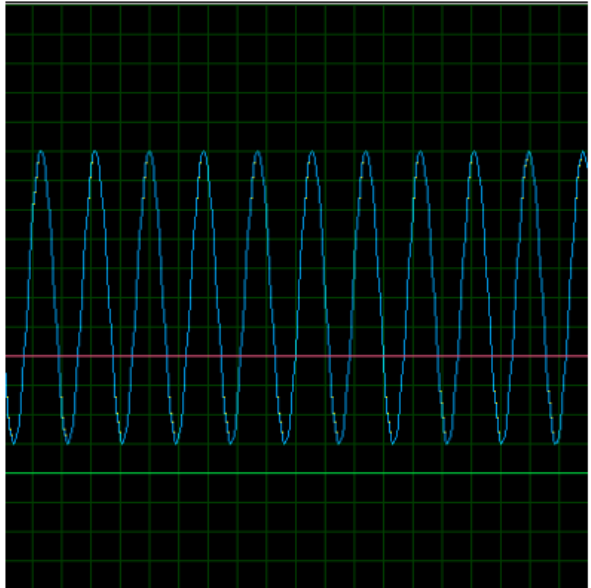




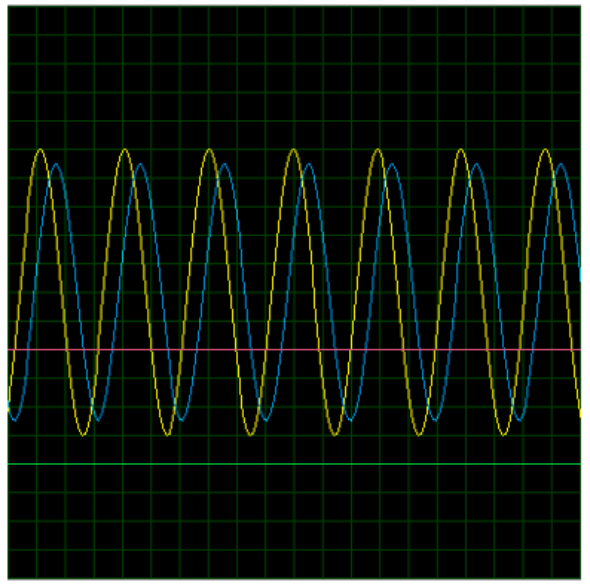
Frecuencia de $F_{c1}/10$



Frecuencia de F_{c1}

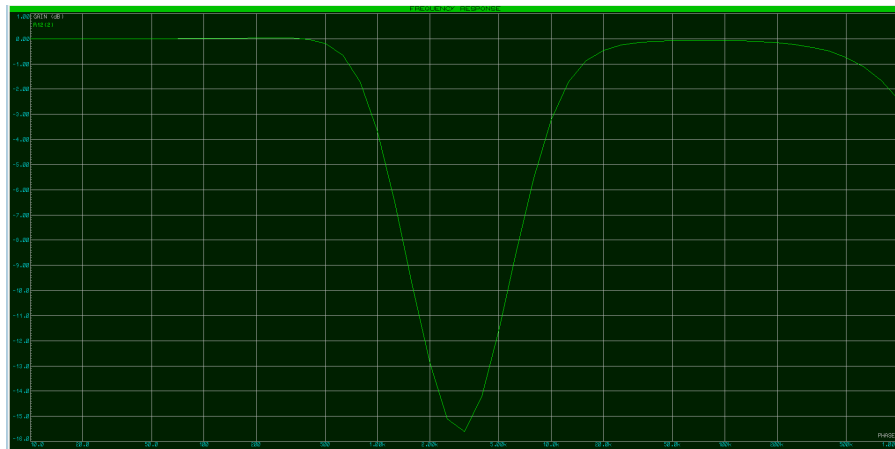
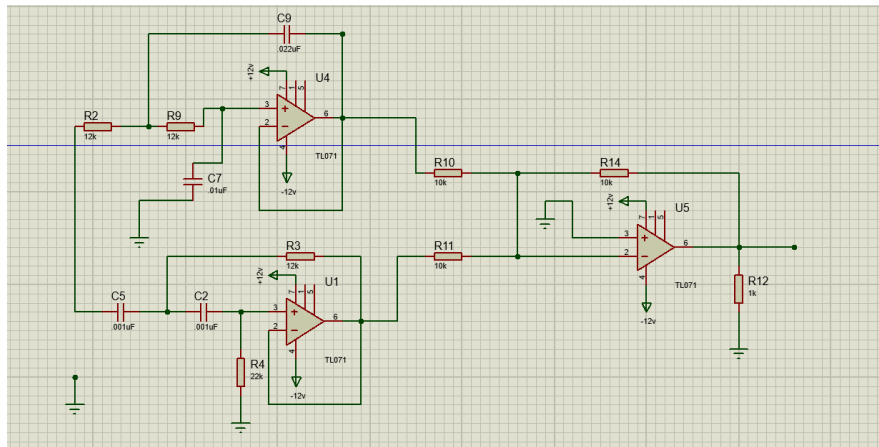


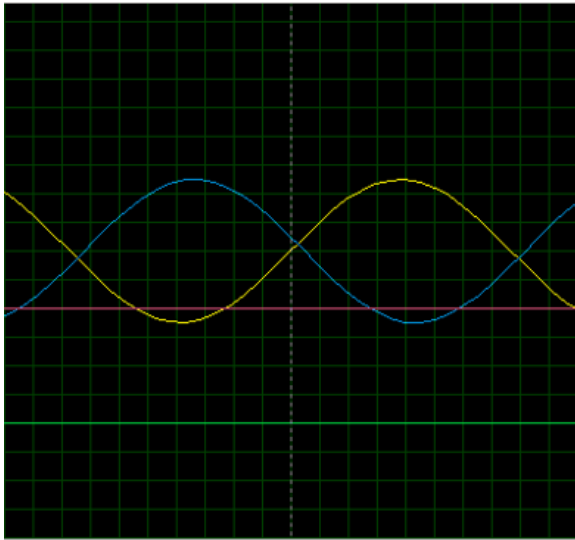
Frecuencia de F_{c0}



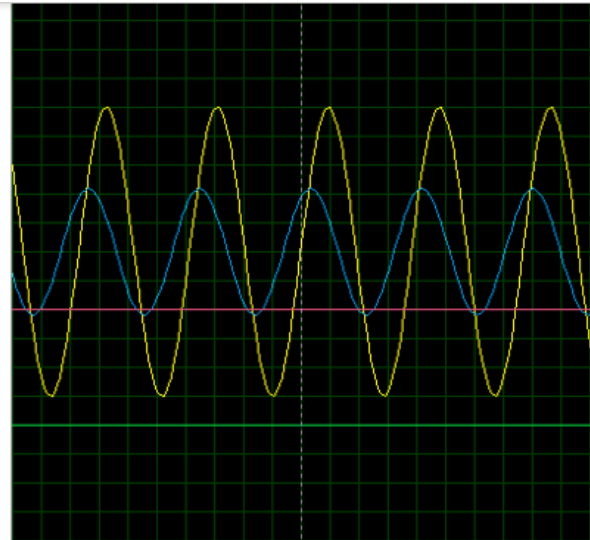
Frecuencia de F_{c2}

Filtro Activo Rechaza Banda

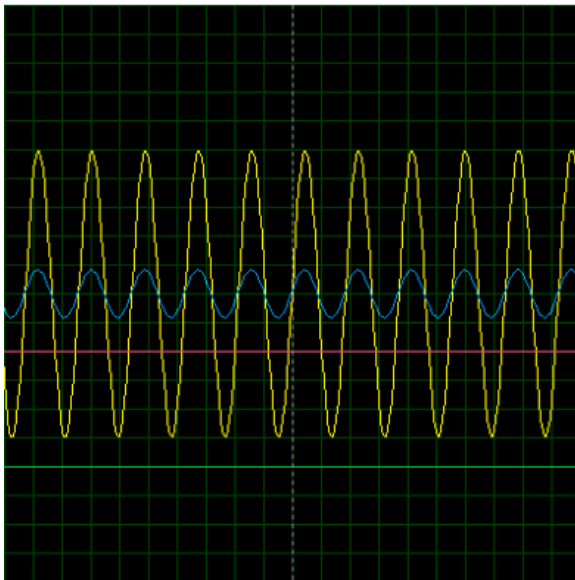




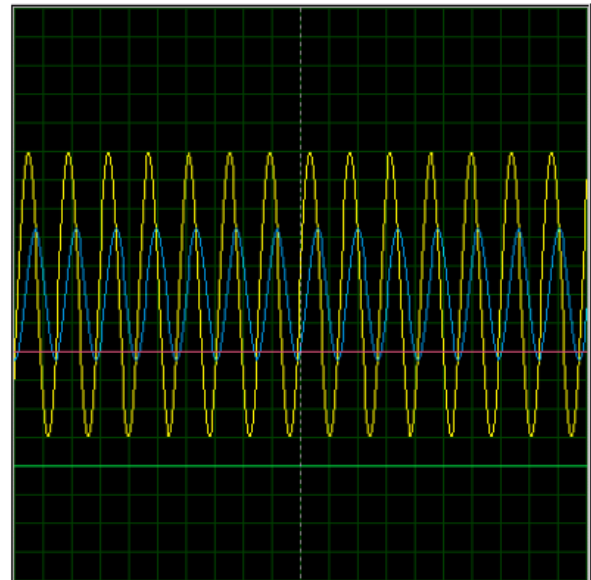
Frecuencia de $F_{c1}/10$



Frecuencia de F_{c1}



Frecuencia de F_{c0}



Frecuencia de F_{c2}

VI. CUESTIONARIO

1. **¿Qué es un filtro de banda angosta y qué es un filtro de banda ancha?**

Un filtro de banda angosta es aquel filtro pasa banda que solo permite el paso de una frecuencia muy específica, atenuando de gran medida cualquier otra señal que no se encuentre muy cerca de ese rango.

Mientras que un filtro de banda ancha hace referencia a la gran cantidad del espectro de frecuencias que permite pasar casi intactas.

2. **¿Cómo se determina la frecuencia central y el ancho de banda en el filtro pasa banda y en el filtro rechaza banda?**

El ancho de banda es la longitud, La frecuencia central de un filtro de paso banda es la media geométrica de las frecuencias de corte superior e inferior.

Filtro pasa banda: 5.2GHz.

Filtro rechaza banda: 22kHz.

3. **¿Qué es el factor de calidad (Q) de un filtro y cómo se calcula?**

Se trata de un parámetro que mide la relación entre la energía reactiva que almacena y la energía que disipa durante un ciclo completo de la señal

Se denota con la letra Q.

Y se mide:

$$Q = 2\pi \frac{E_A}{E_D}$$

Donde: E_A = Energía almacenada en el circuito.

E_D = Energía disipada por el circuito.

4. **¿Qué representa el ancho de banda de un filtro?**

Representa la longitud de la extensión de frecuencias en la que se concentra la mayor potencia de la señal. Se mide en Hz.

5. ¿Cómo se construye un filtro pasa banda de 3er Orden?

Amplificador operacional: TL081, ancho de banda 3 o 4 MHz y orden 3.

6. ¿Cómo se construye un filtro rechaza banda de 4to Orden?

Puede implementarse de diversas formas, una de ellas, consiste en 2 filtros, uno de pasa baja cuya frecuencia de corte sea la inferior del filtro rechaza banda y otro de pasa alta cuya frecuencia de corte sea la superior del filtro rechaza banda.

7. Menciona algunos ejemplos de aplicaciones prácticas donde se utilicen los filtros pasa banda y los filtros rechaza banda

Los pasa banda tienen aplicación en la edición y ecualización de audio, donde se busca resaltar y atenuar frecuencias específicas, otra posible aplicación de los filtros pasa banda es la función de eliminar el ruido que contenga una señal, siempre y cuando la frecuencia de esta sea fija.

Y los rechaza banda se pueden aplicar para eliminar frecuencias que se presentan en algunas grabaciones de baja calidad.

8. ¿Porque la unión de un filtro pasa banda y un filtro pasa altas da lugar a un filtro pasa banda?

Mediante la obtención de una ganancia K sobre un intervalo determinado de frecuencias.

9. Investigar, ¿Porqué los canales de comunicación de forma general se comportan como filtros pasa banda?

Esto es debido a la porción del espectro de una frecuencia que se transmite por algún dispositivo de filtrado, es una frecuencia que pasa a través de algún filtro de paso de banda que consiste en un filtro de paso alto y un filtro de paso bajo. Su banda es lo suficientemente ancha para acomodar el ancho de banda de la señal transmitida.

VII. CONCLUSIONES

En esta práctica se revisaron también los filtros activos, más concretamente los filtros pasa banda y rechaza banda. Podemos concluir que los filtros activos ofrecen un mejor acondicionamiento de la señal de entrada para su procesamiento ya que pueden ofrecer cierta ganancia para un mejor estudio. Pudimos apreciar que, a diferencia de los modelos ideales, un filtro activo no corta de tajo la señal de entrada justo antes (pasa altas) o después (pasa bajas) de la frecuencia de corte, sino que la va atenuando conforme la frecuencia se acerca a dicho valor.

Una ventaja de los filtros con amplificadores operacionales es la posibilidad de calcular con gran precisión los componentes requeridos para satisfacer la frecuencia de corte deseada dadas las fórmulas y el circuito característico. Finalmente, si combinamos ambos circuitos pasa altas y pasa bajas (revisados en las prácticas anteriores) podemos obtener un filtro pasa banda, el cual dejará pasar señales con frecuencia en un rango de f_{c1} a f_{c2} , donde f_{c1} es la frecuencia de corte del filtro pasa altas y f_{c2} la del filtro pasa bajas, todo esto como lo vimos en esta práctica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.itlalaguna.edu.mx/2014/Oferta%20Educativa/Ingenierias/Sistemas/Plan%201997-2004/Ecabas/ecabaspdf/FILTROS%20ACTIVOS.pdf>
2. https://tecdigital.tec.ac.cr/repo/rea/electronica/el-2114/un_5/55_filtros.html
3. <https://www.vistronica.com/blog/post/filtro-pasa-banda.html>
4. <https://lc.fie.umich.mx/~jfelix/InstruII/FRB/frb.html>
5. <https://sites.google.com/site/electronicaanalogicajuanperez/teoria-de-semiconductores/2-6-5-rechaza-banda>