



Unidad Profesional en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas IPN

LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

Electrónica Analógica

PRÁCTICA 2. FILTROS ACTIVOS

VÍCTOR ALBERTO SALINAS REYES

MEJIA PÉREZ JUAN MANUEL

16 de junio del 2022

Fundamentos teóricos.

Los filtros son circuitos que permiten el paso de una determinada frecuencia y atenúan o directamente eliminan las frecuencias indeseables. Existen dos calificaciones de filtros; pasivos y activos. Los filtros pasivos se componen únicamente de resistencias, capacitores e inductores. Los filtros activos son aquellos que, además de resistores, capacitores e inductores, utilizan amplificadores operacionales y transistores. Además de su calificación, los filtros también son de distintos tipos. Hay filtros pasa altas, pasa bajas, pasa banda y rechaza banda. Los filtros pasa altas permiten el paso de frecuencias que estén por encima de un determinado valor, mientras atenúan o eliminan las que son menores a ese valor. Los filtros pasa bajas, son aquellos que atenúan o eliminan las frecuencias que estén por encima de un determinado valor y permiten el paso de todas las que están por debajo de ese valor. Los filtros pasa banda son aquellos que únicamente aceptan las frecuencias que están dentro de un intervalo, mientras atenúan o eliminan las frecuencias por debajo y por encima de ese intervalo. Los filtros rechaza banda, atenúan o eliminan todas las frecuencias pertenecientes a un determinado intervalo, permitiendo el paso de las frecuencias que están por debajo y por encima de ese valor. La Figura 1 muestra un ejemplo de las curvas características de los tipos de filtros mencionados anteriormente.

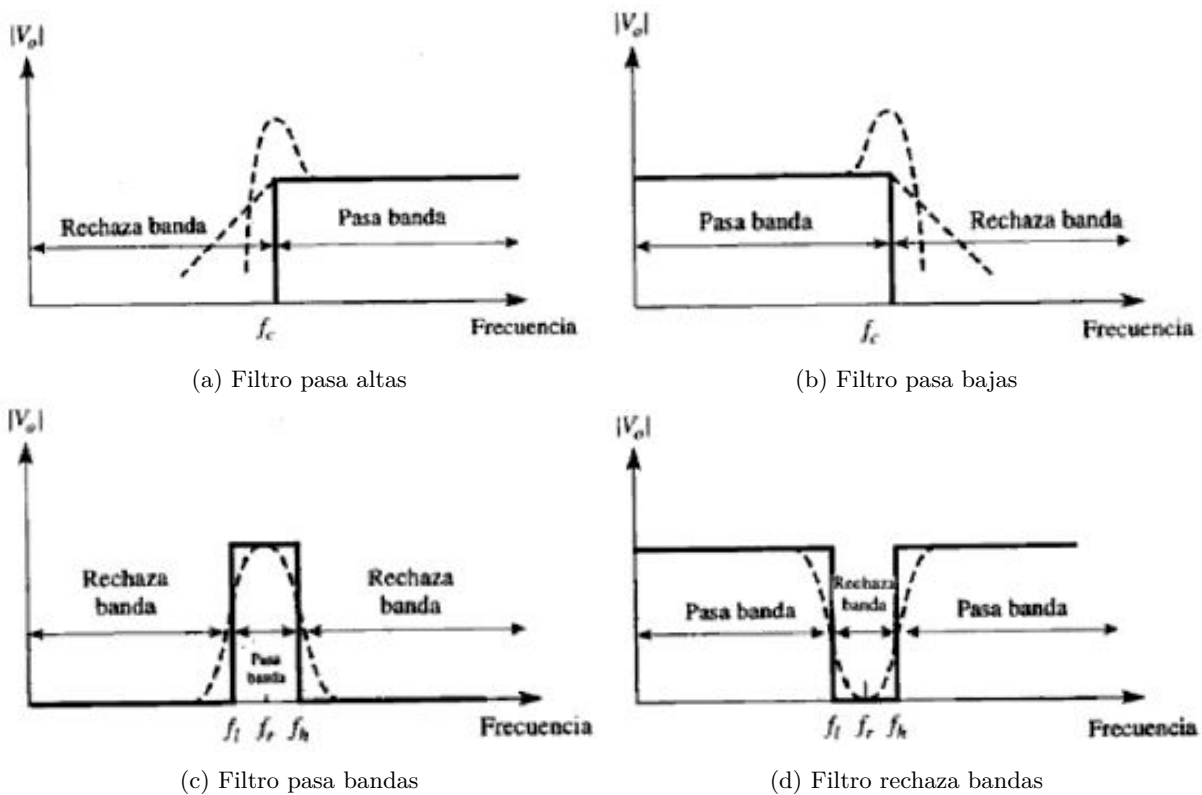


Figura 1: Curvas características de filtros

Los filtros tienen distintas aplicaciones. Una de ellas es en los sensores. La señal de los sensores suele ser sucia, por lo que hay que filtrarla un poco antes de poder realizar la etapa de amplificación y tener la señal final.

Desarrollo.

Filtro pasa bajas.

Realice un filtro pasa bajas con una frecuencia de corte determinada por la siguiente ecuación.

$$\omega_c = \text{ultimosdosdigitosdelaboleta} * 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

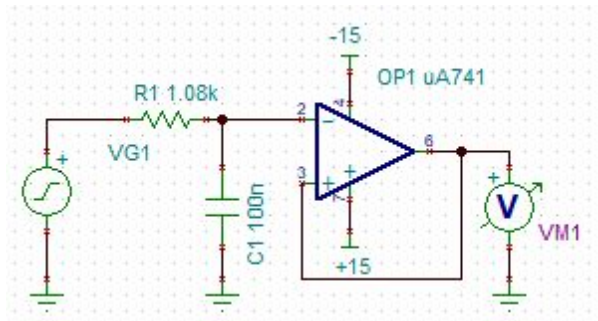
En mi caso, los últimos dos dígitos de mi boleta son 9 y 3, por lo tanto

$$\omega_c = 93 * 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 9300 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{9300}{2\pi} \text{Hz} = 1480,1409 \text{Hz}$$

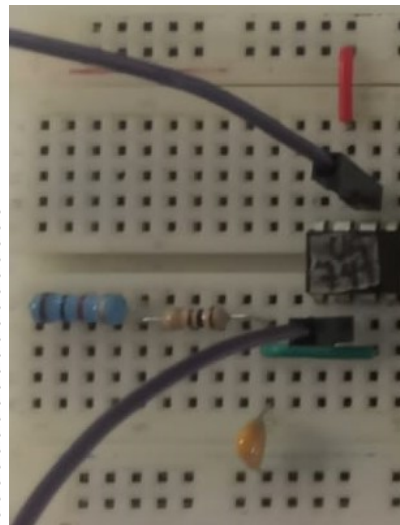
Para realizar el filtro, propuse un capacitor de 100nF y una resistencia de $1,075\text{k}\Omega$ determinada por la siguiente ecuación

$$R = \frac{1}{\omega_c C} = \frac{1}{(9300)(100\text{n})} = 1075,2688\Omega$$

La Figura 2 muestra el esquema electrónico del circuito y el circuito construido físicamente.



(a) Esquema electrónico



(b) Circuito construido

Figura 2: Circuito realizado

La siguiente tabla muestra los valores nominales y los medidos de los componentes empleados

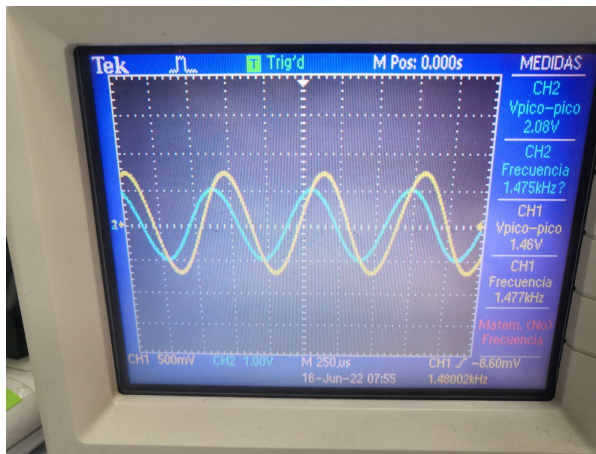
Componente	Valor nominal	Valor medido
R	$1,1\text{k}\Omega$	$1,093\text{k}\Omega$
C	100nF	$93,6\text{nF}$

Si calculamos la frecuencia de corte con los valores medidos y la ecuación,

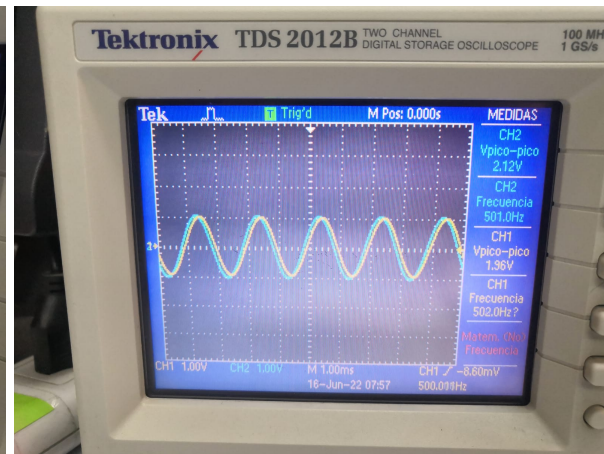
$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$

nos daremos cuenta que ahora sería de $9774,724 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, frecuencia que cumple con el $\pm 10\%$ de error requerido.

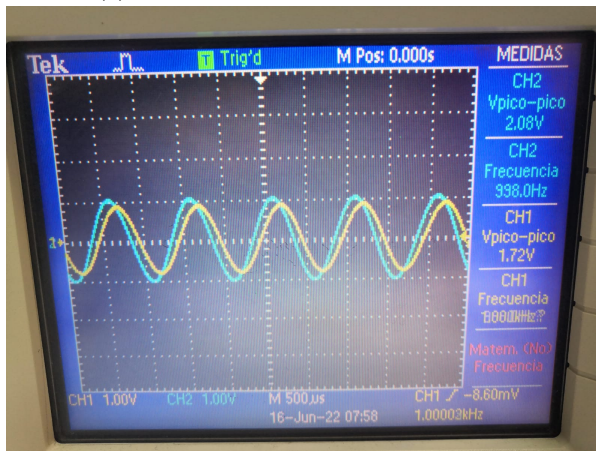
La Figura 3 muestra imágenes de la respuesta del filtro a distintas frecuencias para comprobar su funcionamiento.



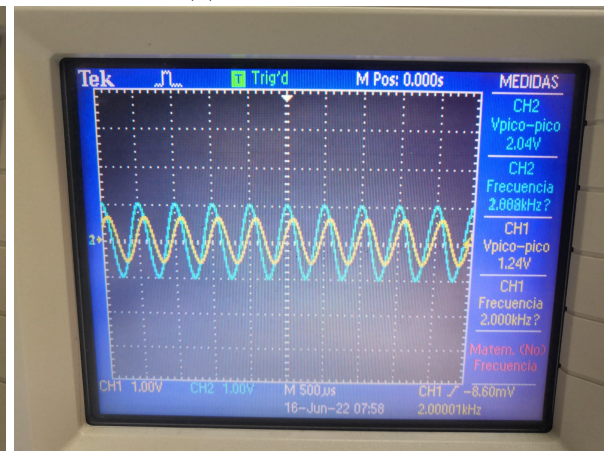
(a) Respuesta en la frecuencia de corte



(b) Respuesta en 500Hz



(c) Respuesta en 1000Hz



(d) Respuesta en 2000Hz

Figura 3: Respuesta del filtro pasa bajas

La Figura 3 muestra fotos de un osciloscopio. El canal 1, de color amarillo, es la respuesta tomada de la terminal número 6 del LM741. El canal 2, de color azul, muestra la señal de entrada del filtro. En la Figura 3a podemos observar el correcto funcionamiento del filtro. Anteriormente determinamos que nuestro filtro debe atenuar frecuencias por encima de los $1,48\text{kHz}$, característica que cumple. Si se observa con detenimiento la magnitud de voltaje que existe en la salida, podemos notar que es aproximadamente el valor de $V_o = \frac{V_{in}}{\sqrt{2}}$, que es el valor de voltaje esperado en la frecuencia de corte. La Figura 3b nos permite ver la respuesta del filtro cuando la señal de entrada es de 500Hz , aquí podemos apreciar que la señal de entrada es similar a la de salida, ya que ese valor de frecuencia sí debe ser aceptado. La Figura 3c, muestra la respuesta del filtro a una señal de 1kHz , aquí podemos observar que la magnitud del voltaje es similar, sin embargo, se nota que el filtro comienza a trabajar, pues se está acercando a la frecuencia determinada donde el filtro actúa. Por último, en la Figura 3d, podemos observar una señal muy atenuada en la respuesta, justo lo que esperamos en un filtro pasa bajas, ya que la señal de entrada, que es de 2kHz , está por encima de la frecuencia de corte que determinamos. Podemos concluir que el filtro actúa correctamente.

Filtro pasa altas.

Realice un filtro pasa altas con una frecuencia de corte determinada por la siguiente ecuación.

$$\omega_c = \text{penultimosdosdigitosdelaboleta} * 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

En mi caso, los últimos dos dígitos de mi boleta son 0 y 2, por lo tanto

$$\omega_c = 02 * 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{200}{2\pi} \text{Hz} = 31,8309 \text{Hz}$$

Para realizar el filtro, propuse un capacitor de $10\mu\text{F}$ y una resistencia de 500Ω determinada por la siguiente ecuación

$$R = \frac{1}{\omega_c C} = \frac{1}{(200)(10\mu)} = 500\Omega$$

La Figura 4 muestra el esquema electrónico del circuito y el circuito construido físicamente.

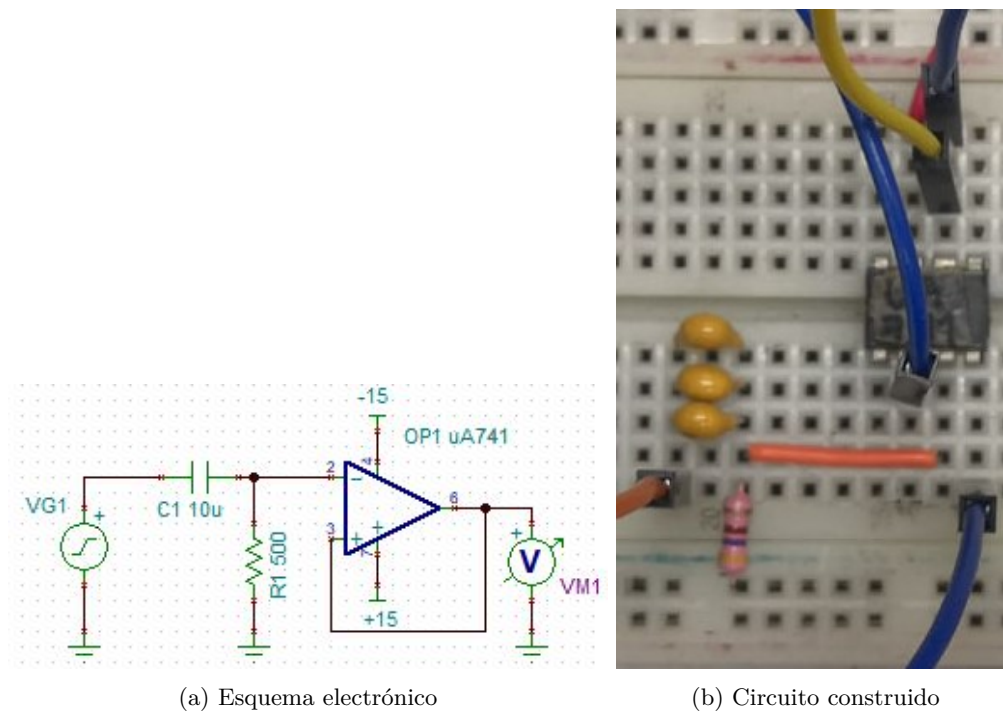


Figura 4: Circuito realizado

La siguiente tabla muestra los valores nominales y los medidos de los componentes empleados

Componente	Valor nominal	Valor medido
R	500Ω	465Ω
C	10μ	$10,15\mu\text{F}$

Si calculamos la frecuencia de corte con los valores medidos y la ecuación,

$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$

nos daremos cuenta que ahora sería de $215,0537 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, frecuencia que cumple con el $\pm 10\%$ de error requerido.

La Figura 5 muestra imágenes de la respuesta del filtro pasa altas a distintas frecuencias para comprobar su funcionamiento.

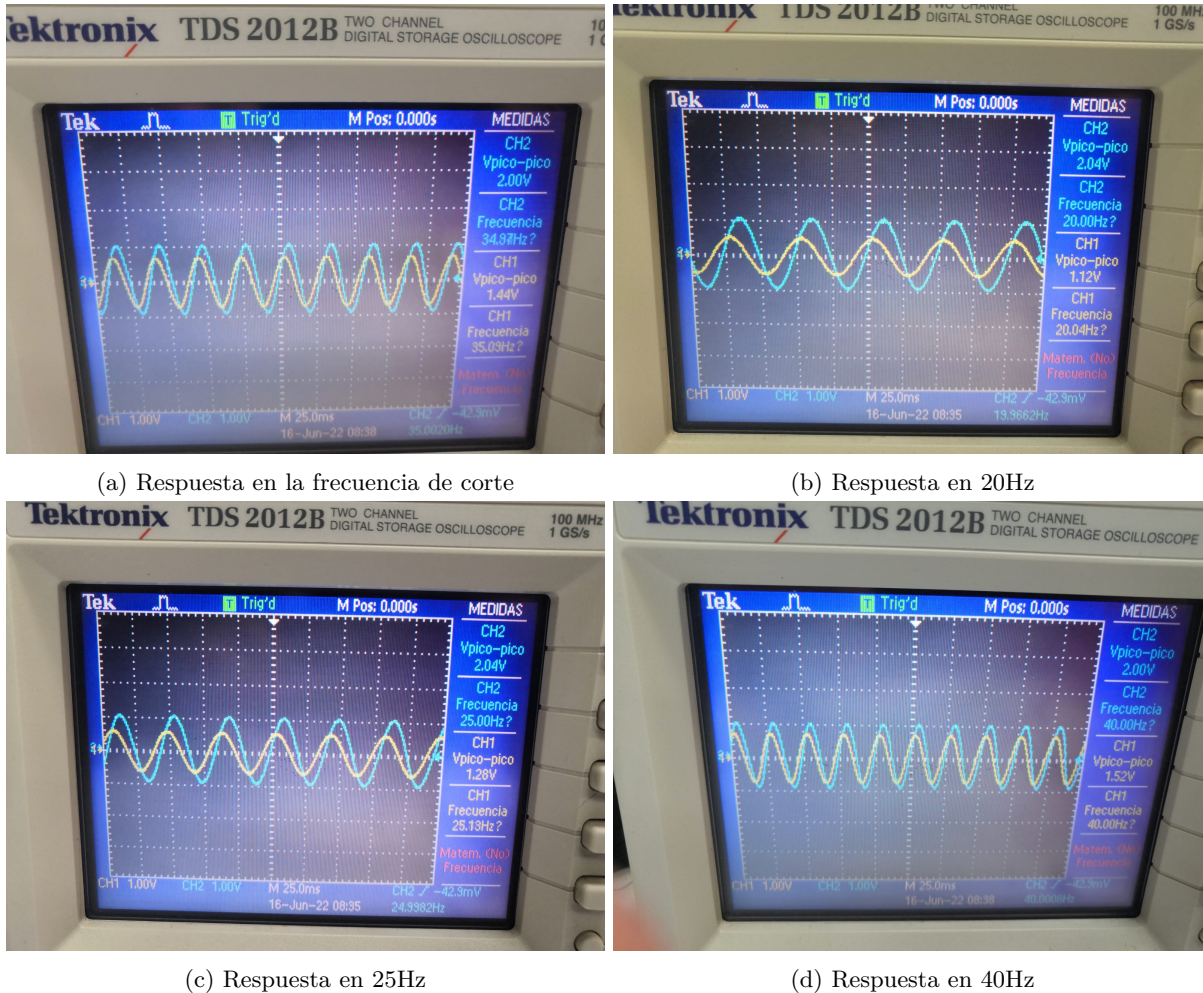


Figura 5: Respuesta del filtro pasa altas

La Figura 4 muestra fotos de la respuesta del filtro pasa altas medida por un osciloscopio. Lamentablemente, en algunas fotos no se puede observar bien el parámetro de la frecuencia, ya que como eran frecuencias muy bajas éstas oscilaban mucho entre $0,01Hz$ y $0,03Hz$ arriba o abajo. En la Figura 5a, se puede observar la respuesta en aproximadamente la frecuencia de corte, se puede decir que el filtro trabaja bien ahí, ya que la magnitud del voltaje es el esperado, $1,44V$ y la forma de onda se ve atenuada. Las Figuras 5b y 5c, muestran la respuesta del filtro a señales por debajo de la frecuencia de corte determinada y se puede notar que las atenúa, cosa que se espera. La señal de la Figura 5c, es una señal con una frecuencia de $40Hz$, frecuencia que está por encima de la frecuencia de corte del filtro pasa altas, por lo que se observa que está similar a la de entrada y es lo que se espera, pues el filtro actúa abajo de los aproximadamente $34Hz$. Podemos concluir que el filtro cumple con lo requerido.

Conclusiones.

Los filtros son muy utilizados en diversos campos. Los filtros realizados en esta práctica son muy básicos y es natural que su atenuación no sea tan efectiva como la de un filtro de 4 polos. Sin embargo, realizar estos filtros da la pauta para trabajar con otros más complejos, pues su principio es el mismo, sólo se suman unos componentes. Lo aprendido en esta práctica me será muy útil para unidades de aprendizaje posteriores, pues los filtros se ven en prácticamente cualquier aplicación de la electrónica.

Referencias

- [1] G. M. Margarita y C. S. Arturo, *Amplificador Operacional (y sus aplicaciones)* Instituto Politécnico Nacional, México, Tomo I, 1998
- [2] F. D. Frederick y C. Robert, *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales* Pretince Hall Hispanoamérica, México, Quinta Edición, 2006