

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

FILTROS

El objetivo de esta práctica es que vuelva a estudiar algunos circuitos sencillos que seguramente vio en Física 3 y en Laboratorio 3, pero desde otro punto de vista. La idea es que estudie estos circuitos en el dominio del tiempo y en el dominio de las frecuencias y que vea que ambos puntos de vista son complementarios. Como siempre, en el dominio del tiempo estudiará la respuesta del sistema aplicándole una excitación impulsiva y en el dominio de las frecuencias utilizará excitaciones senoidales (monocromáticas).

3.1 Integrador y pasa bajos pasivo

Arme el circuito de la figura 3.1 y compruebe que en el dominio del tiempo se comporta como predice la teoría. Alimente el circuito con una onda cuadrada de 100 Hz y observe su salida cualitativamente.

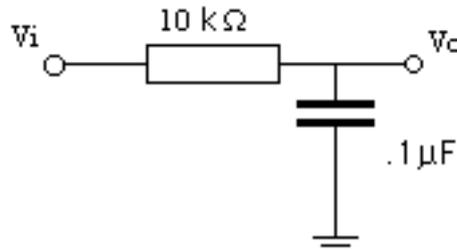


Fig. 3.1 – Circuito integrador y pasa bajas frecuencias

Mida la constante de tiempo del circuito para la cual la salida cae al 37% (¿con respecto a qué?). ¿Es el valor medido igual al producto RC ? Pruebe variando el período de la onda cuadrada. Mida también los valores de los componentes.

Este circuito se comporta como un integrador. Excítelo con una onda cuadrada de 1kHz. Verifique si realmente integra la señal de entrada. Intente con una onda cuadrada de 10Hz. ¿Qué observa? ¿Puede explicarlo? Repase las aproximaciones necesarias para describir al circuito como integrador. ¿Cuál es su límite de validez?.

Agregue un offset a la onda cuadrada de entrada. ¿Por qué no lo integra? ¿Qué componentes del espectro de la señal de entrada son integradas y cuáles no? (Posiblemente lo haya respondido en el punto anterior).

¿Cuál es la impedancia que el circuito presenta al generador a frecuencia 0 y a frecuencia ∞ ? (Suponga que la salida está sin carga). Mídala, si sabe como hacerlo.

¿Cómo supone que será la salida si se excita con una onda triangular? Mídalo. En teoría es una sucesión de arcos de parábolas. ¿Por qué se parece tanto a una onda senoidal?

Estudie ahora el circuito de la figura 3.1 en el dominio de las frecuencias, excitando con una señal senoidal. ¿Qué valor supone que tiene la frecuencia de corte f_0 ? (La frecuencia para la cual el filtro atenúa 3 dB, o una amplitud del 70% de la máxima). Varíe la frecuencia de entrada en un rango muy amplio, de modo de poder observar el efecto "pasabajos". Verifique si el filtro atenúa a razón de 6dB por octava de frecuencia para frecuencias mucho mayores de f_0 . Mida en particular la salida a $10 f_0$ y $20 f_0$.

Observe el comportamiento del desfase entre la salida y la entrada. En particular, ¿cuánto vale para $f \ll f_0$, $f = f_0$ y $f \gg f_0$?

3.2 Integrador y pasa bajos activo

Construya el circuito integrador activo de la Fig.3 .2 Alimente al circuito con una señal de onda cuadrada de 1kHz.

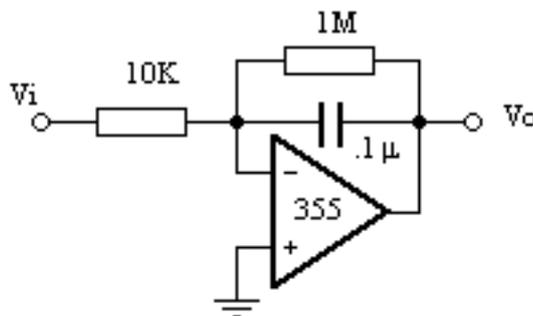


Fig. 3.2 – Integrador activo

Este circuito es sensible a cualquier pequeña componente de continua ("offset") que tenga la señal de entrada (su ganancia de continua es 100). Si la salida tiende a saturarse en una tensión cercana a los 12V de alimentación, deberá corregirse aplicando un control de offset a la entrada (puede usar el control de offset del generador). A partir de los valores de los componentes utilizados, prediga el valor pico a pico de la amplitud de la onda triangular que se obtiene a la salida, en función de la amplitud y la frecuencia de la onda cuadrada de entrada. Ensáyelo.

¿Cuál es la función que cumple la resistencia de $1M\Omega$? ¿Qué sucederá si la elimina

del circuito? Compruébelo. Cambie la frecuencia y vea que observa. Varíe el control de offset de continua del generador y observe el efecto (trate de no destruir el OpAmp, todavía falta construir el diferenciador). ¿Qué similitudes y qué diferencias tiene este circuito con respecto al pasivo del punto 3.1?

3.3 Integrador y filtro pasa bajos de orden dos

Arme ahora el circuito de la Fig. 3.3. Como en el punto 3.1 excite con una señal cuadrada de 100Hz y 1KHz y observe la salida. ¿Cuántas veces integra la señal? ¿Cómo es la respuesta en frecuencia del circuito? Mida la atenuación del filtro usando señales senoidales. ¿Se observa la existencia de un polo de orden dos? ¿Qué función cumple el OpAmp? Pruebe eliminándolo y conectando directamente ambos filtros.

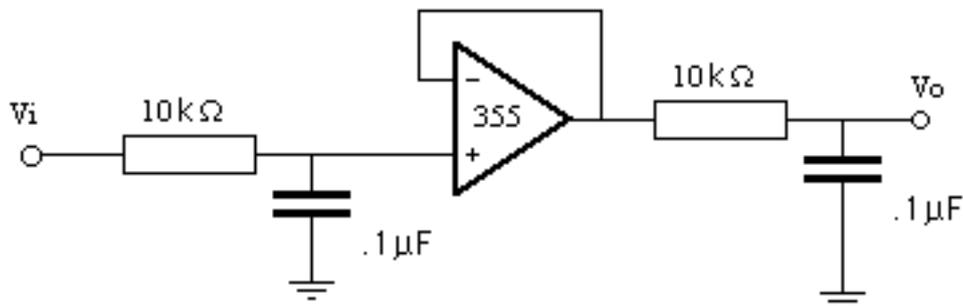


Fig. 3.3 – Integrador y pasa bajos de orden dos

3.4 Diferenciador y pasa altos pasivo

Si estudió el circuito 3.1 con cuidado podrá predecir con facilidad el comportamiento del circuito diferenciador de la Fig. 3.4 (Piense que la salida debe ser lo que le falta a la salida del circuito anterior para formar una onda cuadrada).

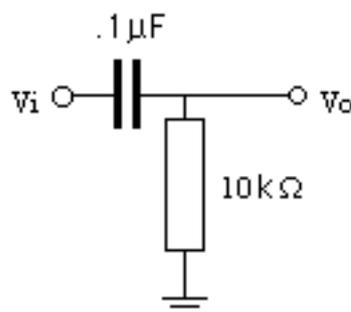


Fig. 3.4 Circuito diferenciador y pasa bajas frecuencias.

Aliméntelo con una onda cuadrada de 100 Hz. ¿Puede explicar la forma de onda de la salida? ¿Cuál es la impedancia de entrada del circuito a las frecuencias 0 y a frecuencia ∞ ? Pensando ahora al circuito como un filtro pasa altos, ¿cuál es el punto de -3 dB? Compruebe el comportamiento con señales senoidales. Mida para ver si la amplitud de salida del filtro a bajas frecuencias ($f \ll f_0$) es proporcional a la frecuencia. ¿Cuáles son los valores límites del desfase, tanto a bajas como a altas frecuencias?

3.5 Diferenciador y pasa altos activo

En la figura 3.5 se muestra un circuito diferenciador y pasa altos activo. (**Nota:** Los circuitos diferenciadores activos son esencialmente inestables. Ello es debido a que un diferenciador ideal debe tener una respuesta con pendiente +6dB/octava y ésta circunstancia hace que viole el criterio de estabilidad para amplificadores retroalimentados. Con el objeto de evitar este problema, tradicionalmente se incluye una resistencia en serie con la entrada y un capacitor en paralelo con la resistencia de realimentación, de esta forma el diferenciador queda convertido en un integrador a frecuencias altas y logra la estabilidad deseada.) Pruébalo con una señal de entrada de onda triangular de 10 HZ. Compruebe el efecto que produce la resistencia y el capacitor agregados. Vea la respuesta en frecuencia usando una señal senoidal. **NO DESARME EL CIRCUITO.**

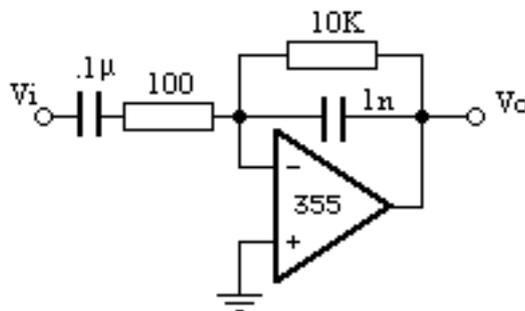


Fig. 3.5 Diferenciador activo

3.6 Filtro compensado activo y atenuador

Modifique el circuito de la Fig. 3.5 de forma tal que el capacitor de entrada de $0.1 \mu\text{F}$ quede en paralelo con la resistencia de 100Ω . Pruebe el circuito con una onda cuadrada de

10 Hz a 100 kHz. ¿Qué observa? ¿Cuánto vale la ganancia? ¿Cambia mucho con la frecuencia? Construya el filtro compensado atenuador de la fig. 3.6 (Note que puede armarlo con pequeñas modificaciones del circuito anterior). Aliméntelo con una onda cuadrada de 10 kHz y observe su salida al tiempo que varía el ajuste del potenciómetro. ¿Puede justificar el comportamiento observado? Calcule la transferencia del circuito y vea si se comporta como predice el modelo.

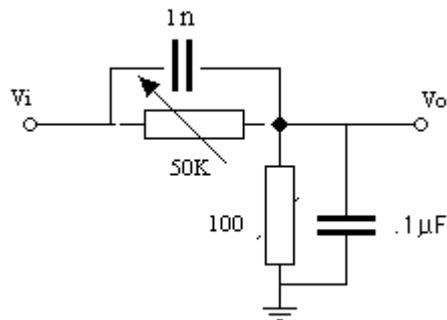


Fig. 3.6 – Atenuador compensado

Trate de lograr una señal cuadrada a la salida del filtro, mida el valor de los elementos utilizados y verifique si cumplen la relación adecuada. Pruebe con ondas cuadradas de frecuencias entre 100 Hz y 10 kHz, y explique lo que se observa. ¿Qué ocurre si se aumenta aún más la frecuencia? Este filtro forma parte de algunas puntas de prueba para osciloscopio. ¿Se le ocurre por qué? ¿Cómo es la impedancia de entrada de un osciloscopio en DC?