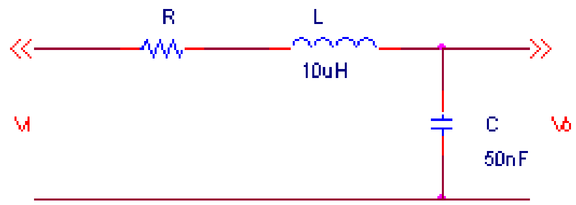
FUNDAMENTOS DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

FILTROS ANALÓGICOS

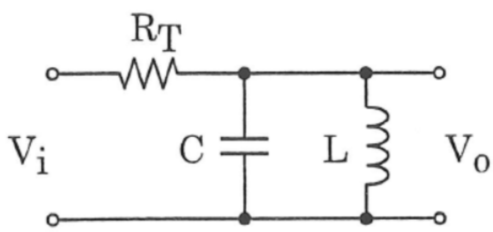
1. Dibujar los diagramas de Bode correspondientes a los sistemas descritos por las siguientes funciones de transferencia

$$G(s) = \frac{5 \cdot 10^4\, s}{s^2 + 505\, s + 2500} \qquad G(s) = \frac{200\,(s+20)}{s(2s+1)(s+40)}$$

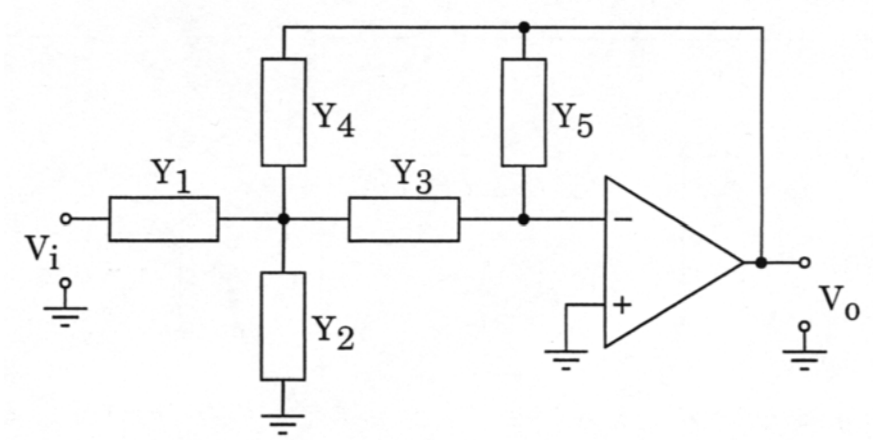
2. Obtener la función de transferencia y construir el diagrama de Bode del circuito de la figura considerando un valor de 10 Ω para la resistencia. ¿Cómo se modifica el comportamiento del circuito si la resistencia tuviese un valor de 1 KΩ? Dibujar el diagrama de Bode del nuevo sistema.



3. El circuito de la figura representa un filtro pasa banda pasivo. Obtener su función de transferencia e indicar los valores de ω_o y Q correspondientes al término cuadrático que implementa. ¿Cuál su ganancia?



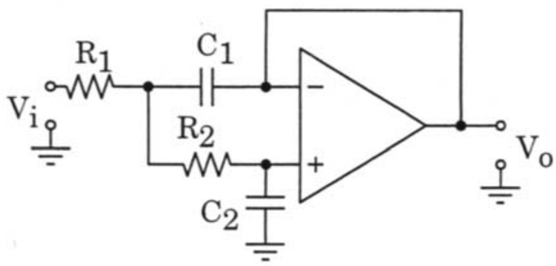
4. Obtener la función de transferencia general del circuito con ganancia infinita y realimentación múltiple (filtro MFB) suponiendo que el amplificador operacional es ideal.

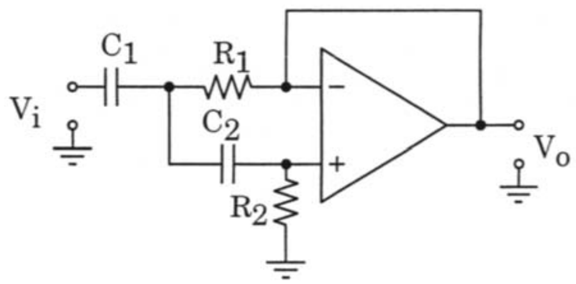


SOLUCIÓN:

$$G(s) = -\frac{Y_1 Y_3}{Y_5(Y_1+Y_2+Y_3+Y_4)+Y_3 Y_4}.$$

5. Encontrar las funciones de transferencia de los siguientes circuitos. ¿A qué tipo de filtro corresponde cada uno? Encontrar los parámetros *H_0, ω_0 y Q*. Sugerencia: puesto que la topología de los circuitos es la misma, resolverlo usando admitancias y posteriormente particularizar el resultado para cada circuito.

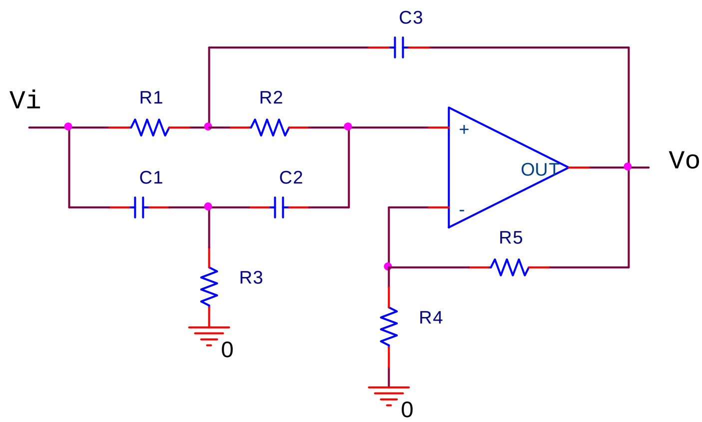




SOLUCIÓN:

$$G_1(s) = \frac{\dfrac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}{s^2 + \dfrac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C_1} s + \dfrac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \qquad G_2(s) = \frac{s^2}{s^2 + \dfrac{C_1 + C_2}{R_2 C_1 C_2} s + \dfrac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

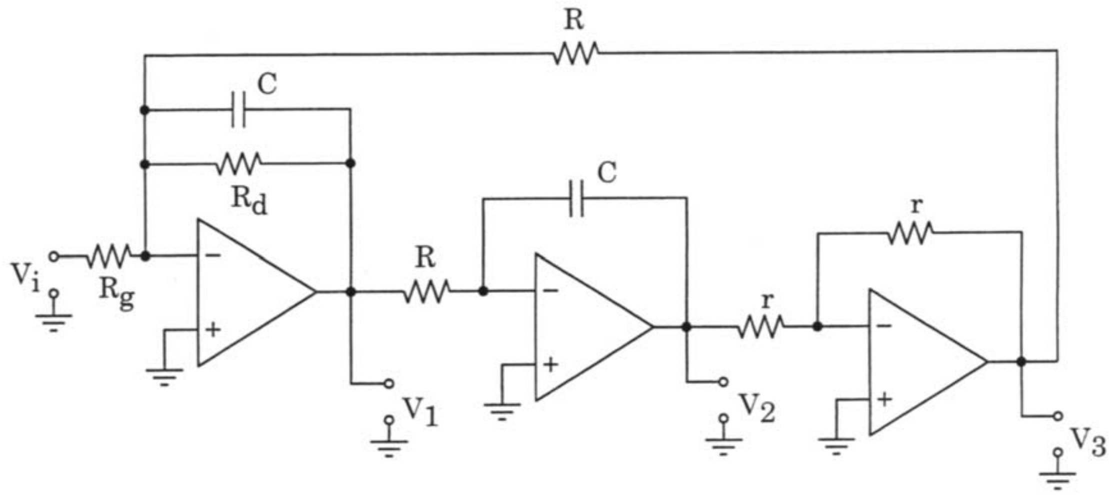
6. Encontrar la función de transferencia del circuito de la figura. ¿Qué término implementa? Encontrar sus parámetros. Considerar los siguientes relaciones para los valores de resistencias y condensadores: $R_1=R_2=R$, $R_3= R/2$, $C_1=C_2=C$, $C_3=2C$ y $k = (1+R_5/R_4)$.



SOLUCIÓN:

$$G_1(s) = k\frac{s^2 + \dfrac{1}{R^2C^2}}{s^2 + \dfrac{4-2k}{RC} s + \dfrac{1}{R^2C^2}}$$

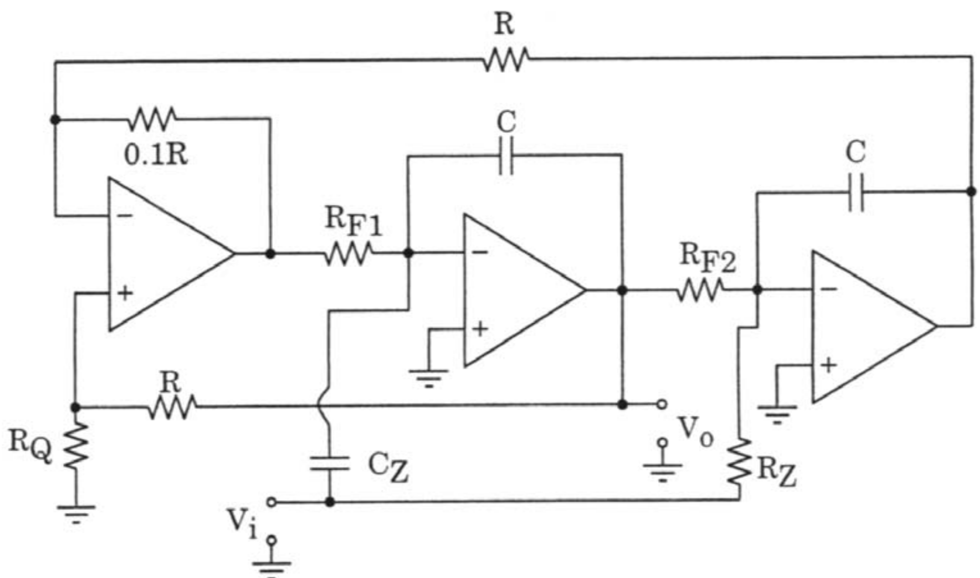
7. El circuito de la figura se conoce como filtro bicuadrático o filtro de Tow-Thomas. ¿Qué términos implementamos en cada una de sus salidas? Representar de forma esquemática sus diagramas de Bode de amplitudes para los siguientes valores de componentes: C = 100 nF, R = R_g = 1,59 KΩ y R_d = 4,77 KΩ.



SOLUCIÓN:

$$G_1(s) = \frac{-\dfrac{1}{R_g C}s}{s^2 + \dfrac{1}{R_d C}s + \dfrac{1}{R^2C^2}} \qquad G_2(s) = \frac{\dfrac{1}{R_g R C^2}}{s^2 + \dfrac{1}{R_d C}s + \dfrac{1}{R^2C^2}} \qquad G_3(s) = -G_2(s)$$

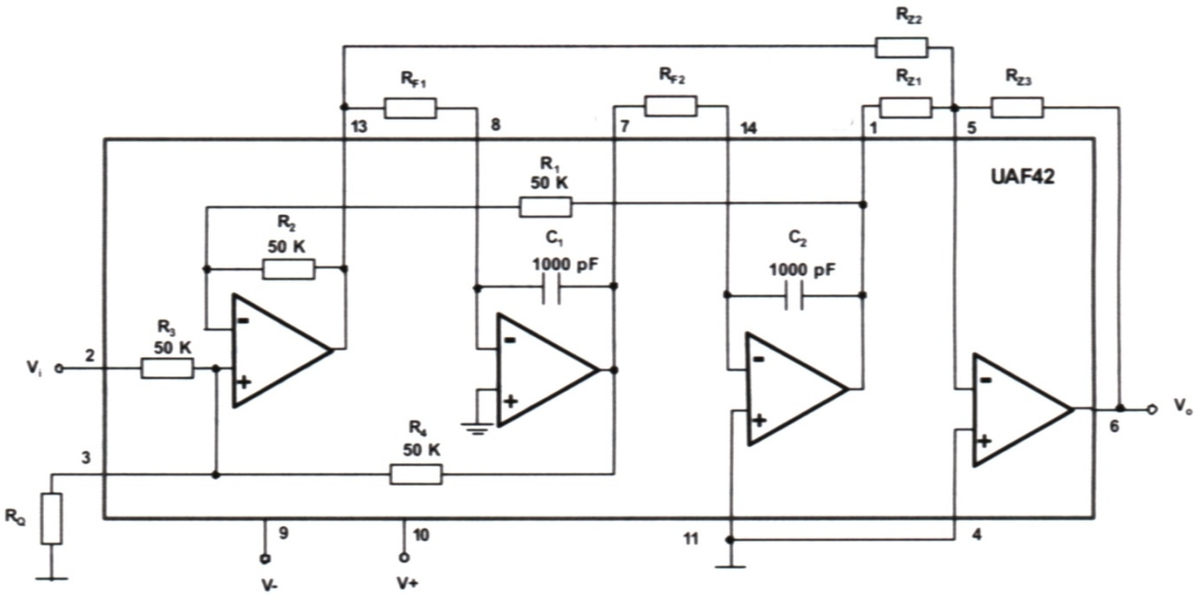
8. El circuito de la figura constituye una implementación, mediante variables de estado, de funciones de segundo orden. ¿Qué función implementa? Obtener la expresión de todos los parámetros significativos. Esbozar el diagrama de Bode para lo siguientes valores de componentes: R_{F1} = R_{F2} = R_Z = R = 10 KΩ, R_Q = 296 Ω y C = C_Z = 100 nF.



SOLUCIÓN:

$$G(s) = -\frac{\frac{C_z}{C}s^2 + \frac{0.1}{R_{F1}R_zC^2}}{s^2 + \frac{1.1R_Q}{\left(R+R_Q\right)R_{F1}C}s + \frac{0.1}{R_{F1}R_{F2}C^2}}$$

9. El circuito de la figura muestra la implementación de un término cuadrático usando el circuito integrado UAF42. ¿Qué función estamos implementando si tomamos la salida en el *pin* 6? Obtener la función de transferencia y los parámetros del filtro implementado si consideramos que $R_1=R_2=R_3=R_4=R=50$ KΩ y que $C_1=C_2=C=1$ nF, tal como aparece en el esquema mostrado, y que $R_{f1}=R_{f2}=R_f=3{,}18$ MΩ, $R_Q=1{,}04$ KΩ, $R_{Z1}=R_{Z2}=R_Z=2{,}08$ KΩ y $R_{Z3}=52{,}08$ KΩ. ¿Cuál es el ancho de banda del filtro implementado y su ganancia en la banda pasante?

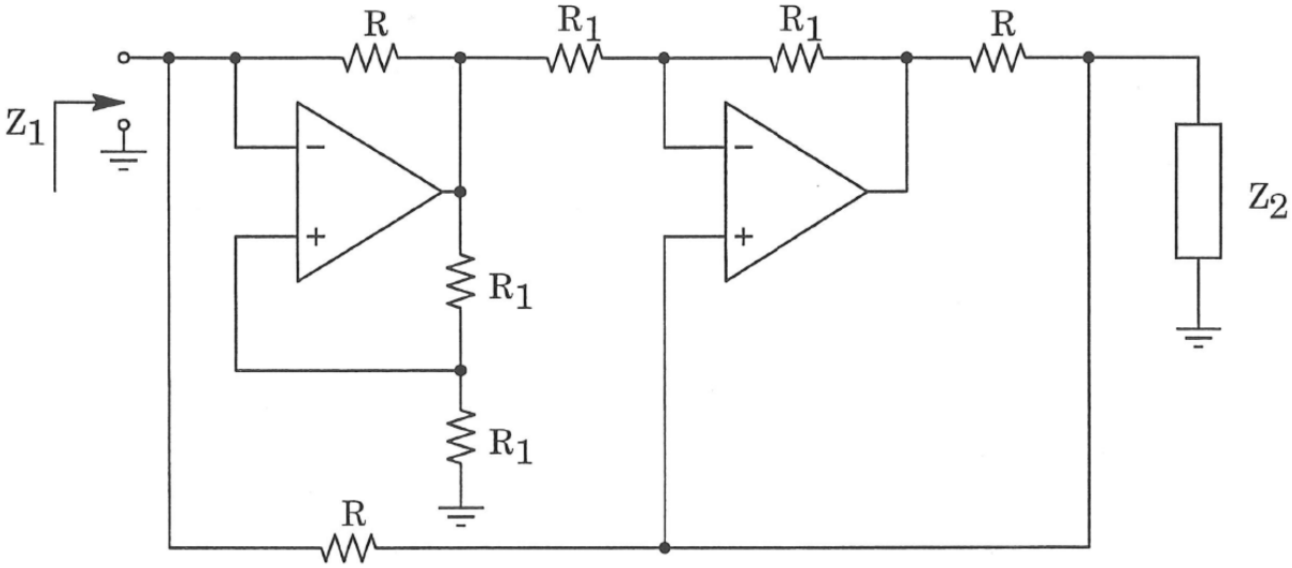


SOLUCIÓN:

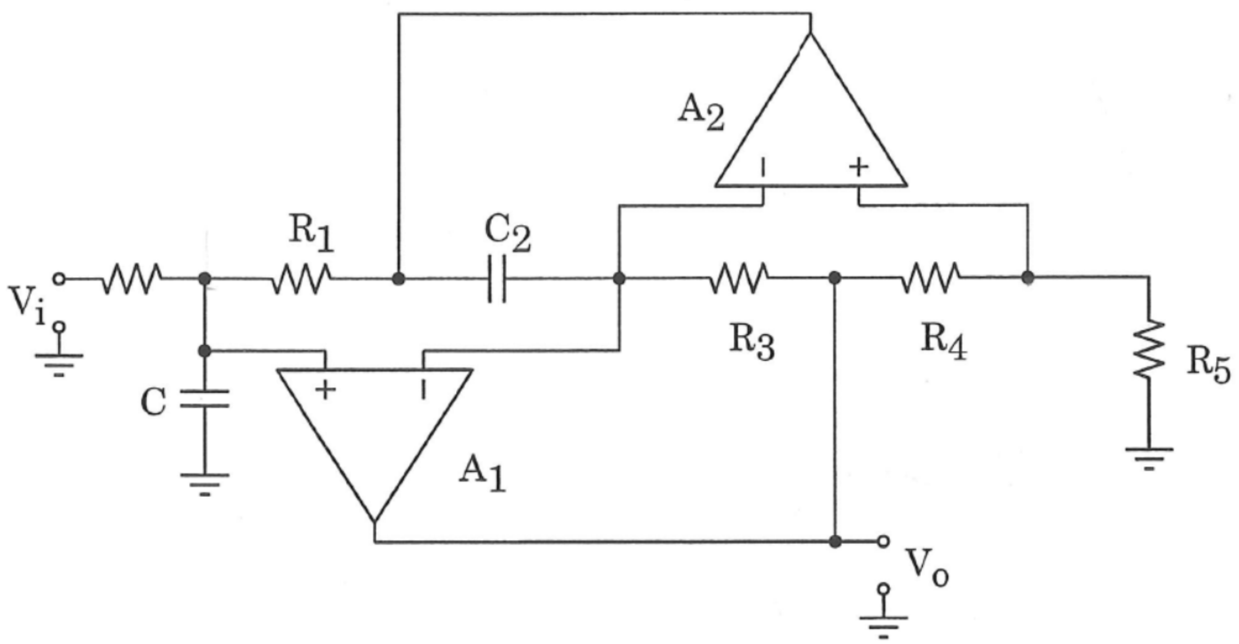
$$G_6(s) = -\left(\frac{R_{Z3}}{R_Z}\frac{2R_Q}{R+2R_Q}\right)\frac{s^2 + \frac{1}{R_F^2C^2}}{s^2 + \frac{2R_Q}{R+2R_Q}\frac{1}{R_FC}s + \frac{1}{R_F^2C^2}}$$

$$f_0 = f_n = 50Hz \qquad BW_{stop} \approx 2Hz \qquad H_0 = 1$$

10. El circuito de la figura simula una impedancia Z_1 proporcional al recíproco de Z_2. Mostrar que $Z_1 = {R^2}/{Z_2}$. Este circuito "girador" pude simular entonces una autoinducción haciendo que Z_2 sea una capacidad. Usando este circuito y partiendo del circuito pasivo del problema 3, diseñar un término pasa banda de segundo orden con $f_0 = 1\ KHz$ y $Q = 10$. ¿Cuál es la ganancia del circuito?



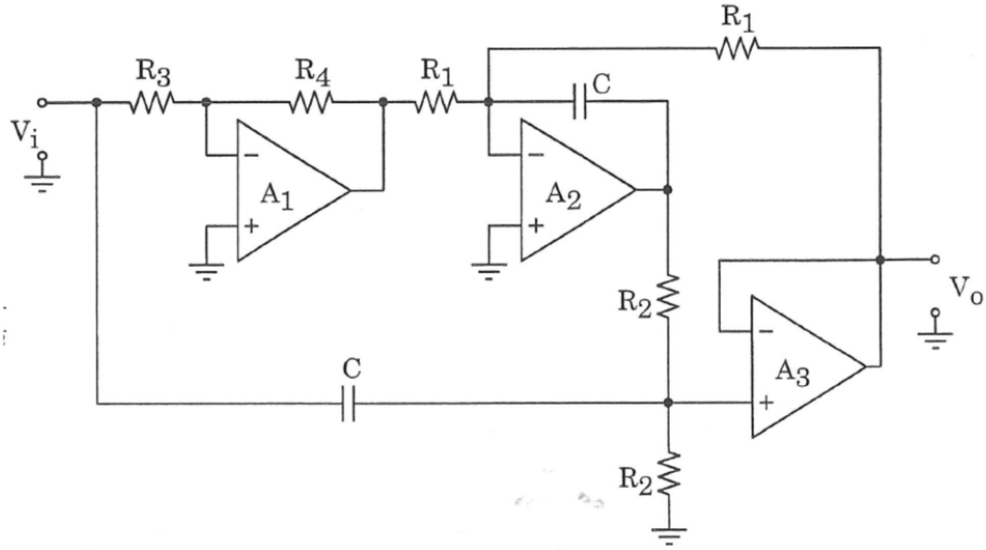
11. Calcular la función de transferencia del circuito de la figura y encontrar los parámetros H_0, ω_0 y Q. Sugerencia: usar los resultados del problema 10 del boletín de problemas sobre amplificadores operacionales (circuito de Antoniou para realizar una autoinducción) y los del problema 3 de este boletín.



SOLUCIÓN:

$$G(s) = \frac{\left(1+\frac{R_4}{R_5}\right)\frac{1}{RC}s}{s^2+\frac{1}{RC}s+\frac{1}{CL}} \qquad \text{con} \qquad L = \frac{C_2 R_1 R_3 R_5}{R_4}$$

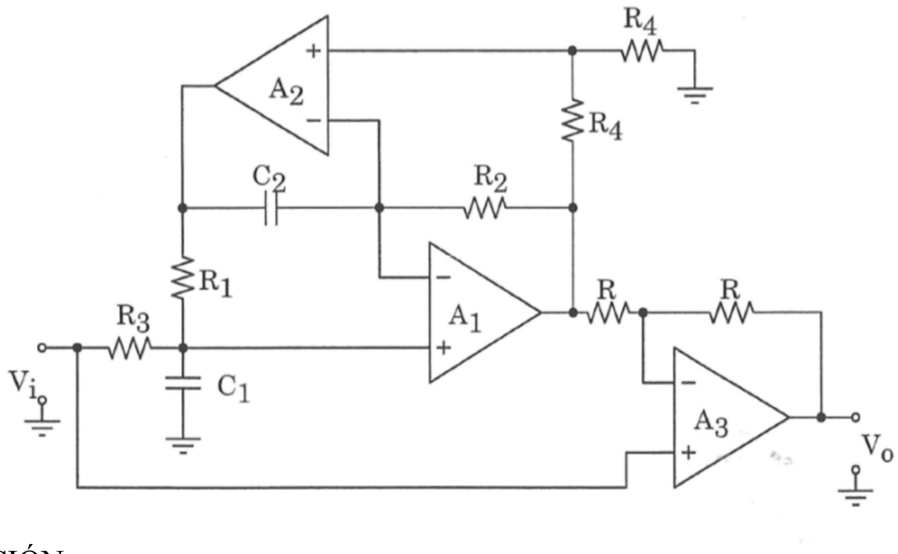
12. ¿Qué función implementa el circuito de la figura? Identificar sus parámetros.



SOLUCIÓN:

$$G(s) = \frac{s^2 + \frac{R_4}{R_1 R_2 R_3 C^2}}{s^2 + \frac{2}{R_2 C} S + \frac{1}{R_1 R_2 C^2}}$$

13. Mostrar que el circuito de la figura implementa una función banda eliminada. Especificar los valores de los componentes para eliminar una frecuencia de 120 Hz con Q = 20. Mostrar que si tomamos la salida del circuito en la salida del amplificador A_1 entonces implementamos un término pasa banda (problema 11). Analizando el circuito observamos que estamos implementando un término banda eliminada realizando la función $G(s)_{BS} = 1 - G(s)_{BP}$. ¿Cómo tendríamos que modificar el circuito para poder generar un término pasa todo ("all-pass") con ganancia de 20 dB?



SOLUCIÓN:

$$G(s) = \frac{v_0}{v_i} = 2\frac{s^2 + \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}}{s^2 + \frac{1}{R_3 C_1} s + \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}} \quad ; \quad G(s)_{AP} = 1 - 2G(s)_{BP}$$