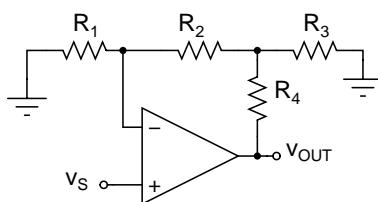
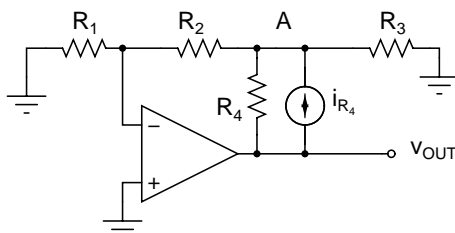


1. (25 puntos) El siguiente circuito utiliza un AO con $f_T = 2.5MHz$. Determine el ruido rms que se espera en la salida del amplificador debido a la resistencia R_4 para frecuencias superiores a $0.1Hz$. Asuma que $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 100k\Omega$.



Respuesta: Representando el ruido termal debido a R_4 con una fuente de corriente i_{R_4} , y eliminando la fuente de voltaje de entrada, obtenemos el siguiente diagrama:



Puede observarse que, debido a la conexión virtual entre las entradas del AO, no existe corriente a través de R_1 . Como la corriente de entrada del AO es cero, tampoco hay corriente a través de R_2 , y por lo tanto el voltaje en el nodo A es $0V$. Consecuentemente la corriente en R_3 es cero y i_{R_4} debe fluir a través de R_4 .

Así que, tomando en cuenta el efecto de la respuesta de frecuencia del amplificador usando NEB , el ruido rms en la salida del amplificador puede expresarse como

$$e_{no,R_4} = [R_4^2 i_{R_4}^2 (1.57f_B - f_L)]^{1/2}$$

donde $f_L = 0.1Hz$ y f_B representa el ancho de banda del amplificador

$$f_B = \beta f_T = \frac{1}{2} \left(\frac{2||1}{1+2||1} \right) 2.5MHz = \frac{1}{2} \times \frac{2}{5} \times 2.5MHz = 500kHz$$

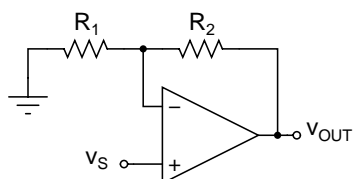
Dado que $i_R^2 = 4kT/R$,

$$R_4^2 i_{R_4}^2 = R_4^2 \times 4kT/R_4 = 4kTR_4$$

Finalmente

$$e_{no,R_4} = [4kTR_4 (1.57 \times 5 \times 10^5 - 0.1)]^{1/2} \simeq (1.65 \times 10^{-20} \times 10^5 \times 1.57 \times 5 \times 10^5)^{1/2} \simeq \boxed{36\mu V}$$

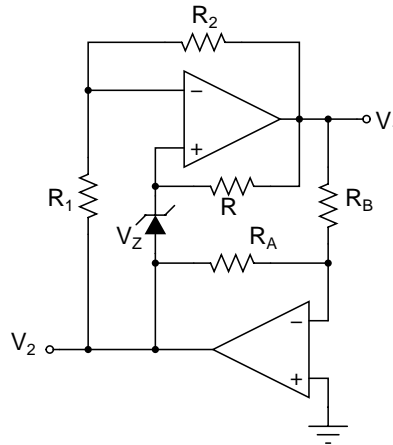
2. (25 puntos) El siguiente circuito utiliza un AO con $f_T = 2.5MHz$, $R_1 = 1k\Omega$ y $R_2 = 100k\Omega$. Asuma que el ruido térmico es despreciable. Determine el ruido rms que se espera para frecuencias superiores a $0.1Hz$ en la salida del amplificador si $e_{nw} = 30nV/\sqrt{Hz}$, $f_{ce} = 200Hz$, $i_{nw} = 0.5pA/\sqrt{Hz}$, y $f_{ci} = 1kHz$.



Respuesta: El ancho de banda del circuito es $f_B = 2.5MHz/101 = 24.75kHz$. Usando la ecuación 7.25 del libro de texto, tomando $R_3 = 0$, y despreciando el ultimo termino,

$$\begin{aligned}
 E_{no} &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times \left[e_{nw}^2 \left(f_{ce} \ln \frac{f_B}{f_L} + 1.57f_B - f_L \right) + (R_1 \parallel R_2)^2 i_{nnw}^2 \left(f_{ci} \ln \frac{f_B}{f_L} + 1.57f_B - f_L \right) \right]^{1/2} \\
 &= \left(1 + \frac{100}{1}\right) \times \left[(30nV/\sqrt{Hz})^2 \left(200 \ln \frac{24750}{0.1} + 1.57(24750) - 0.1 \right) \right. \\
 &\quad \left. + (1k \parallel 100k)^2 (0.5pA\sqrt{Hz})^2 \left(1000 \ln \frac{24750}{.1} + 1.57(24750) - 0.1 \right) \right]^{1/2} \\
 &= 101 \times [3.72 \times 10^{-11} + 1.26 \times 10^{-14}]^{1/2} = \boxed{0.62mV}
 \end{aligned}$$

3. (25 puntos) El siguiente circuito



es capaz de proveer dos referencias de voltaje V_1 y V_2 usando un solo diodo *Zener* con voltaje V_Z . Asumiendo que la resistencia R mantiene el *Zener* operando en la region de *breakdown*, demuestre que

$$V_1 = V_Z \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_A/R_B}$$

y

$$V_2 = -V_Z \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_B/R_A}$$

Respuesta:

$$V_1 = V_2 + V_Z \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$V_2 = -\frac{R_A}{R_B} V_1$$

$$V_1 = -\frac{R_A}{R_B} V_1 + V_Z \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$V_1 \left(1 + \frac{R_A}{R_B}\right) = V_Z \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\boxed{V_1 = V_Z \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_A/R_B}}$$

$$\begin{aligned}
V_2 &= -\frac{R_A}{R_B}V_1 \\
&= -V_Z \frac{R_A}{R_B} \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_A/R_B} \\
&= -V_Z \frac{1 + R_2/R_1}{\frac{R_B}{R_A} \frac{R_B + R_A}{R_B}}
\end{aligned}$$

$$\boxed{V_2 = V_Z \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_B/R_A}}$$

4. (25 puntos) El circuito mostrado en el problema 2 utiliza un CFA con $C_{eq} = 1pF$, $R_1 = 150\Omega$, $R_2 = 1500\Omega$ y $r_n = 100\Omega$. Determine la ganancia d.c. y el ancho de banda.

Respuesta:

El ancho de banda es

$$f_B = \frac{f_t}{1 + r_n/(R_2 \parallel R_1)}$$

donde

$$f_t = \frac{1}{2\pi R_2 C_{eq}} = \frac{1}{2\pi 1500 \times 10^{-12}} = 106.1MHz$$

asi que

$$f_B = \frac{106.1MHz}{1 + 100/(150 \parallel 1500)} \simeq \frac{106.1MHz}{1.73} = \boxed{61.2MHz}$$

La ganancia d.c. es

$$A_0 = 1 + \frac{R_2}{R_1} = \boxed{11V/V}$$