

1. Circuito no inversor

A lo largo de esta seccion se procedera a analizar el comportamiento ideal y real del amplificador operacional *LM324* conectado como se muestra en la figura 1. Considerando los valores de los componentes como se puede ver en la tabla ??.

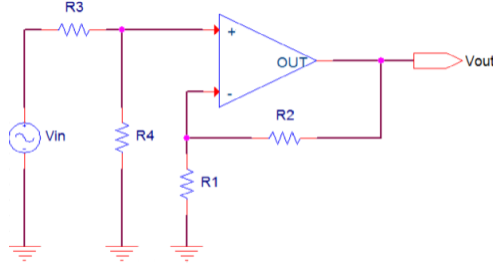


Figura 1: Circuito B

1.1. Transferencia

Comenzando por el analisis ideal, se pidió calcular y graficar la relación $\frac{V_{out}}{V_{in}}$, esto quiere decir, considerando a_0 finito y $A(\omega)$ con polo dominante. Considerando las siguientes ecuaciones descriptas a continuacion y operando correctamente, se llega a que la relacion $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ esta dada por la ecuación (1).

$$H(s) = \frac{R_4 \omega_p a_0 (R_1 + R_2)}{(R_3 - R_4) (R_1 \omega_p a_0 + (R_1 + R_2) (\omega_p + s))} \quad (1)$$

$$H(s) = \frac{414 \times 10^9}{110 \times 10^3 s + 47 \times 10^9} \quad \text{Caso 1}$$

$$H(s) = \frac{75 \times 10^9}{20 \times 10^3 s + 47 \times 10^9} \quad \text{Caso 2}$$

$$H(s) = \frac{414 \times 10^9}{110 \times 10^3 s + 471 \times 10^9} \quad \text{Caso 3}$$

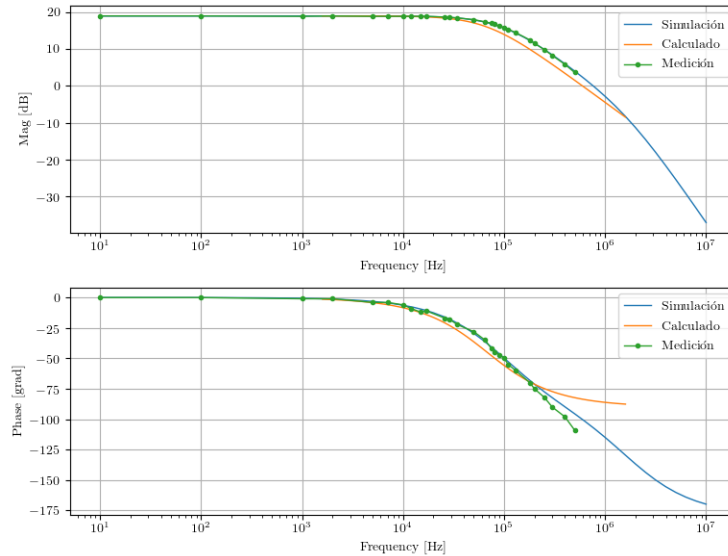


Figura 2: Comportamiento del circuito para el caso 1

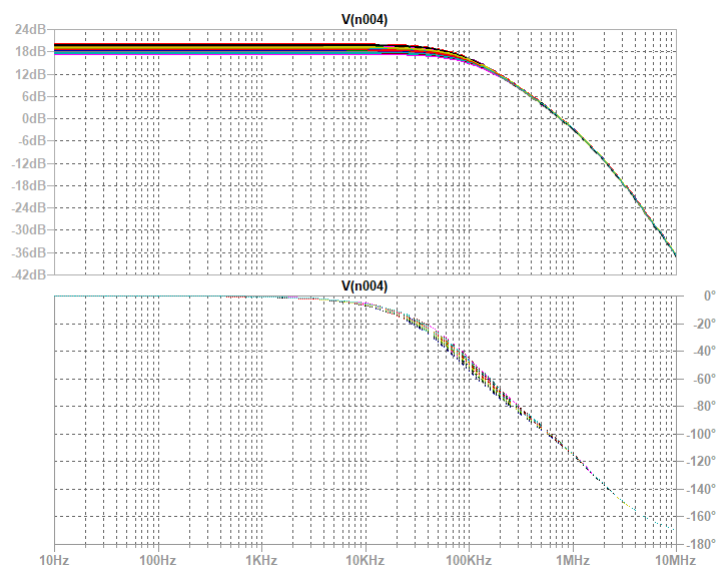


Figura 3: Análisis montecarlo del caso 1

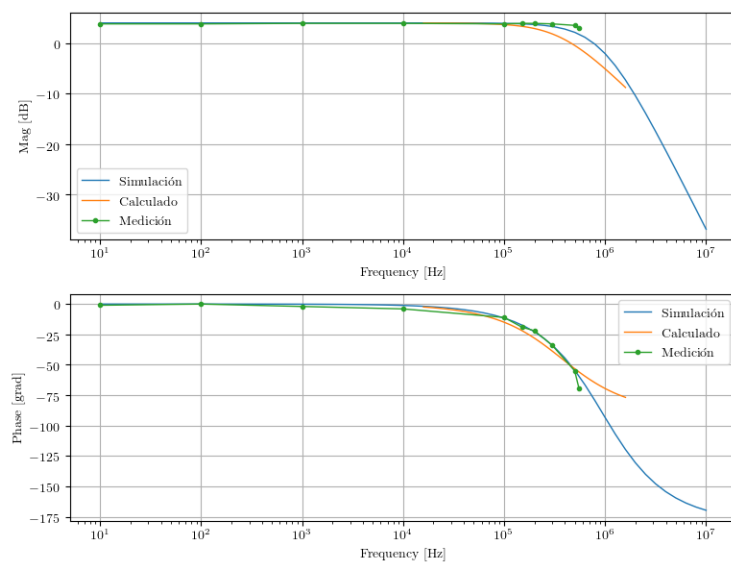


Figura 4: Comportamiento del circuito para el caso 2

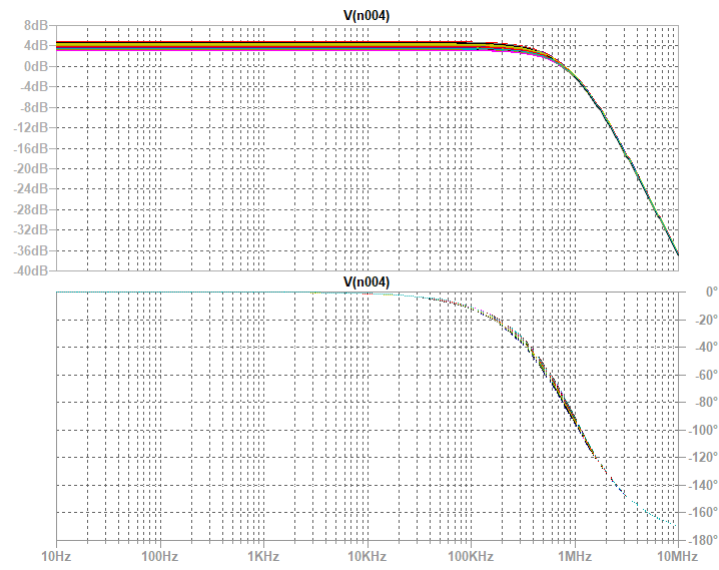


Figura 5: Análisis montecarlo del caso 2

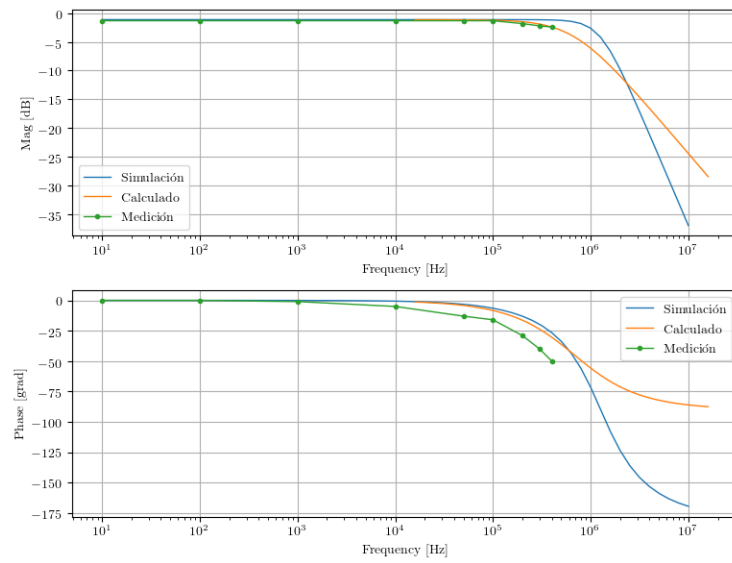


Figura 6: Comportamiento del circuito para el caso 3

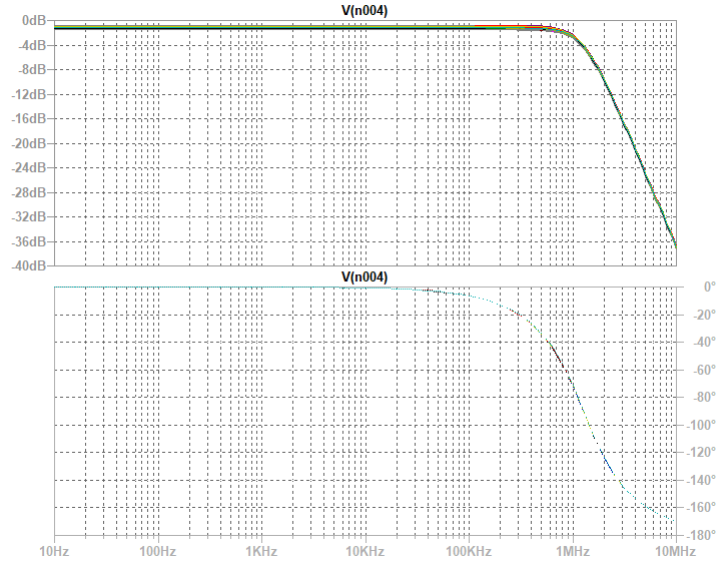


Figura 7: Análisis montecarlo del caso 3

1.2. Impedancia de entrada

Consecuentemente, se nos instó a calcular la impedancia de entrada vista por el generador hacia nuestro circuito. Nuevamente, se utilizó el *Circuit Solver* creado en Python para calcular las expresiones de las impedancias de entrada. La ecuación que describe la impedancia de entrada se detalla en la ecuación (2).

$$Z_{inp} = R_3 + R_4 \quad (2)$$

Por lo tanto, las impedancias de entrada para cada caso serán;

$$Z_{inp} = 50(k\Omega) \text{ Caso 1}$$

$$Z_{inp} = 50(k\Omega) \text{ Caso 2}$$

$$Z_{inp} = 500(k\Omega) \text{ Caso 3}$$

Teniendo en cuenta estos resultados, y a diferencia de lo visto previamente en el análisis del circuito inversor, se puede observar como la impedancia de entrada permanece constante frente a cambios de frecuencia en la tensión de entrada.

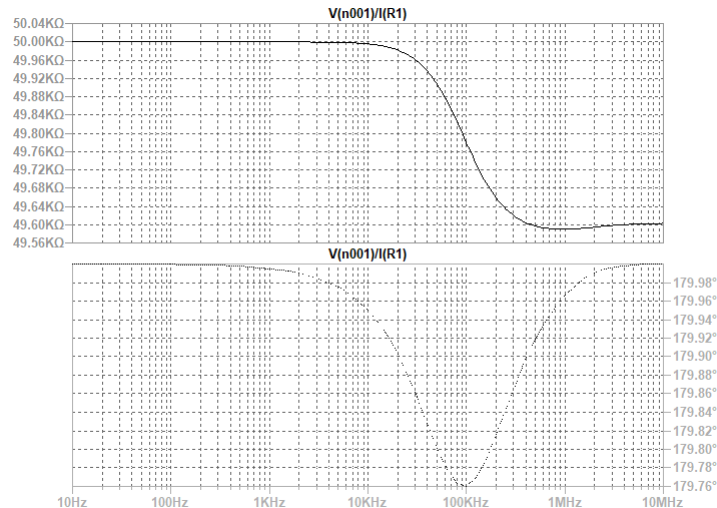


Figura 8: Simulación de la impedancia de entrada para el caso 1

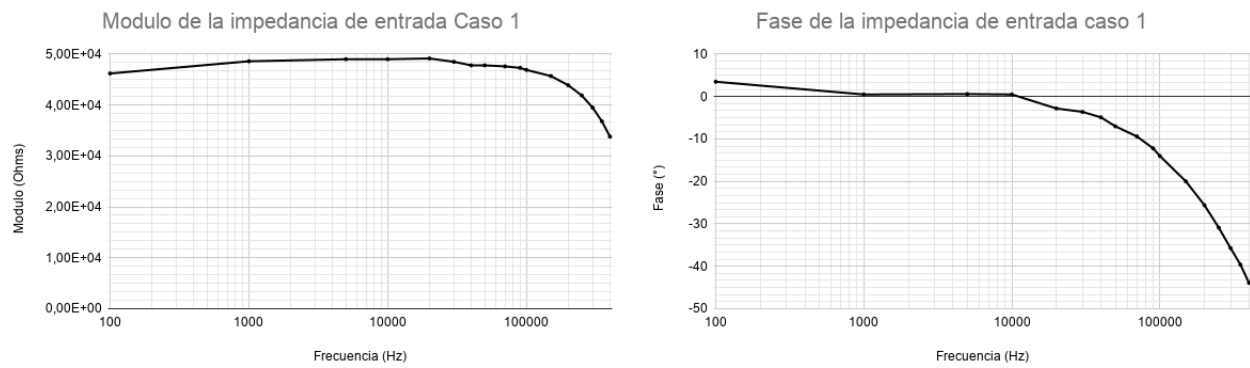


Figura 9: Medición de la impedancia de entrada para el caso 1

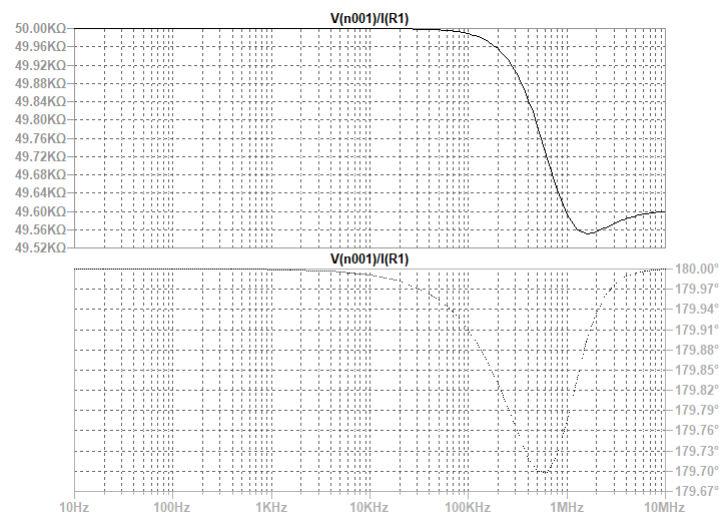


Figura 10: Simulación de la impedancia de entrada para el caso 2

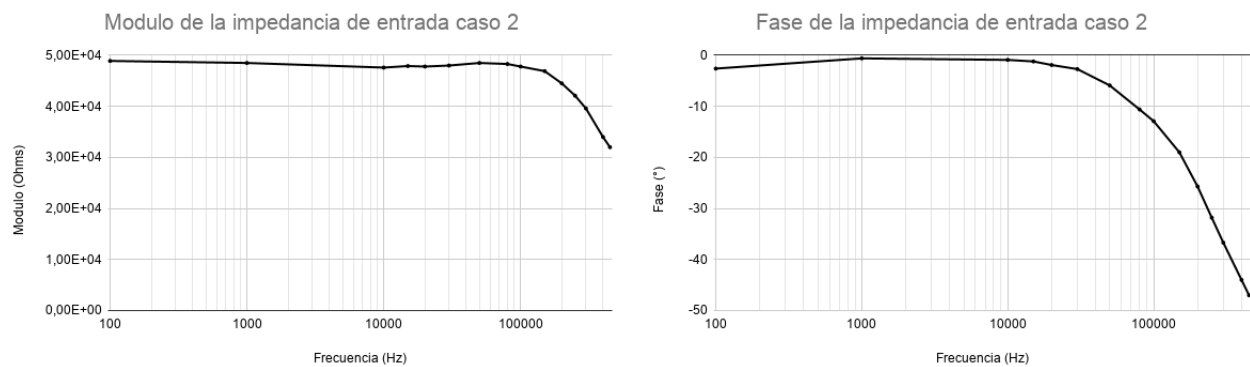


Figura 11: Medición de la impedancia de entrada para el caso 2

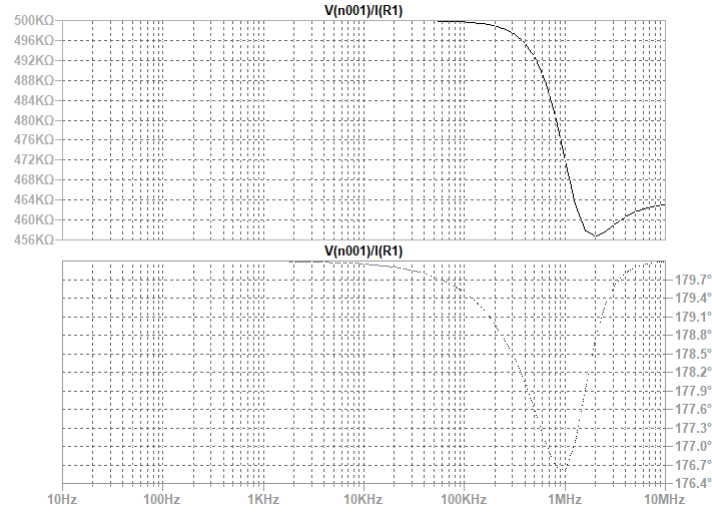


Figura 12: Simulación de la impedancia de entrada para el caso 3

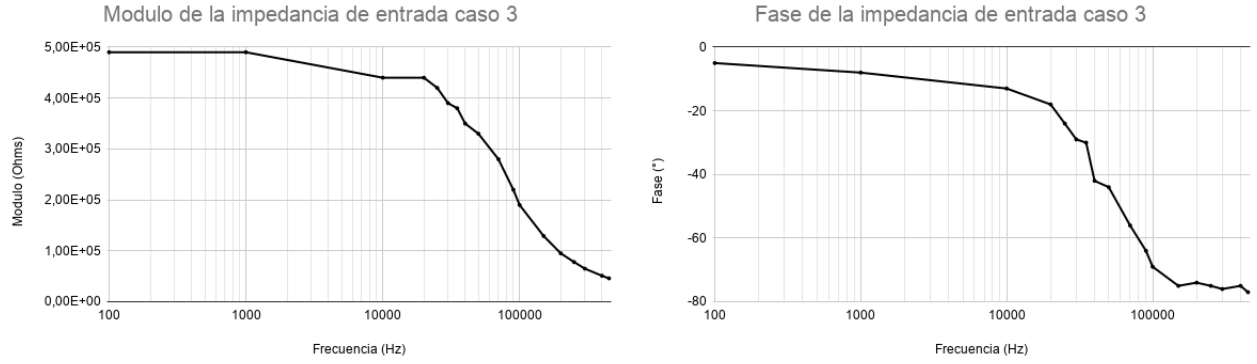


Figura 13: Medición de la impedancia de entrada para el caso 3

1.3. Alinialidades

1.3.1. Saturacion

$$V_{in} \leq \frac{V_{cc}(R_3 + R_4) \sqrt{4\pi^2 f^2 (R_1 + R_2)^2 + (R_1 W a_0 + R_1 W + R_2 W)^2}}{R_4 W a_0 (R_1 + R_2)}$$

$$V_{in} \leq 2,4 \cdot 10^{-12} V_{cc} \sqrt{48,4 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \cdot 10^{21}} \text{ Caso 1}$$

$$V_{in} \leq 1,3 \cdot 10^{-11} V_{cc} \sqrt{1,6 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \cdot 10^{21}} \text{ Caso 2}$$

$$V_{in} \leq 2,4 \cdot 10^{-12} V_{cc} \sqrt{48,4 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \cdot 10^{23}} \text{ Caso 3}$$

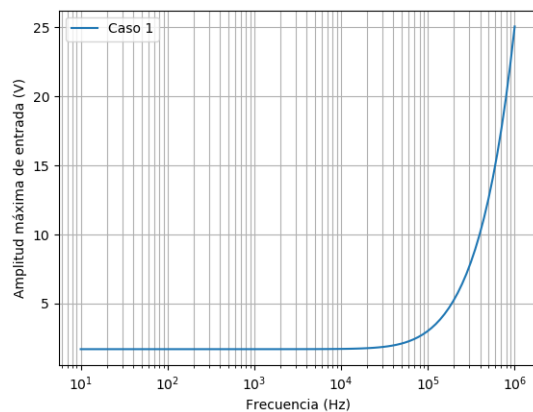


Figura 14: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra saturación en el caso 1

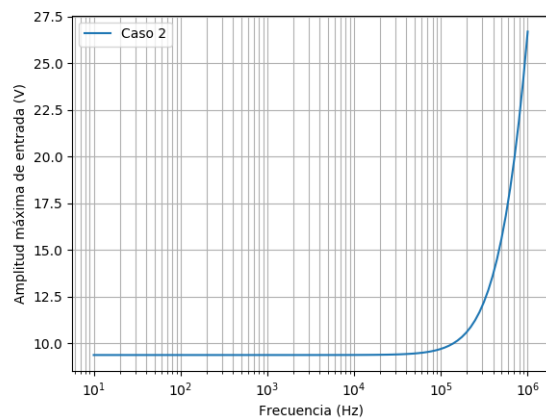


Figura 15: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra saturación en el caso 2

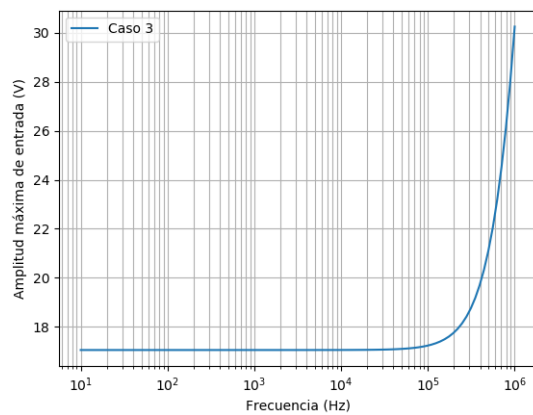


Figura 16: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra saturación en el caso 3

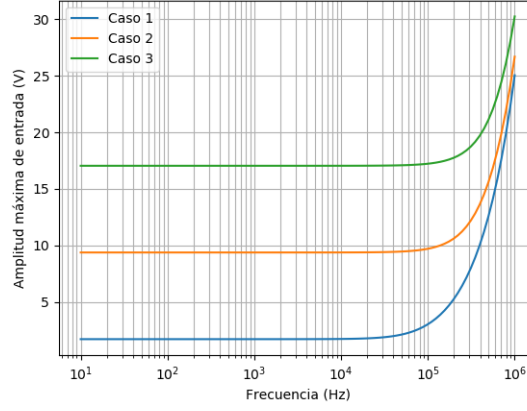


Figura 17: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra saturación

1.3.2. Slew Rate

$$V_{in} \leq \frac{SR(R_3 + R_4) \sqrt{4\pi^2 f^2 (R_1 + R_2)^2 + (R_1 W a_0 + R_1 W + R_2 W)^2}}{2\pi R_4 W a_0 f (R_1 + R_2)}$$

$$V_{in} \leq \frac{1,2 \times 10^{-12} SR \sqrt{48,2 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \times 10^{21}}}{\pi f} \quad \text{Caso 1}$$

$$V_{in} \leq \frac{6,6 \times 10^{-12} SR \sqrt{16 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \times 10^{21}}}{\pi f} \quad \text{Caso 2}$$

$$V_{in} \leq \frac{1,2 \times 10^{-12} SR \sqrt{48,4 \times 10^9 \pi^2 f^2 + 2,2 \times 10^{23}}}{\pi f} \quad \text{Caso 3}$$

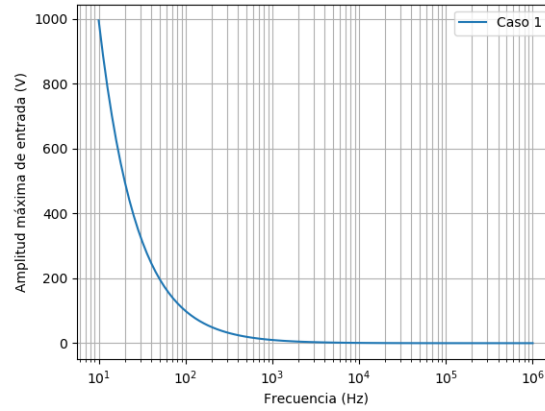


Figura 18: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra Slew Rate en el caso 1

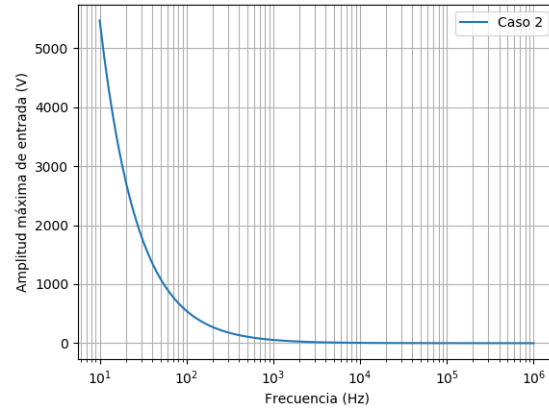


Figura 19: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra Slew Rate en el caso 2

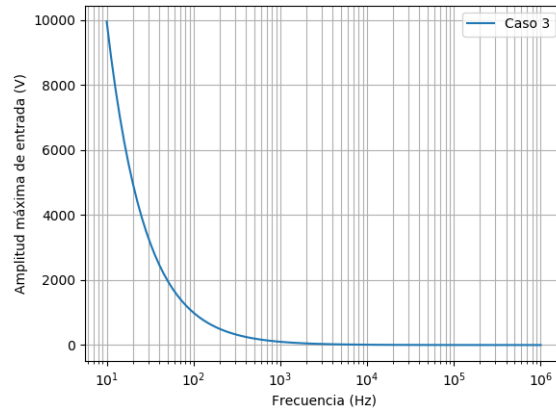


Figura 20: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra Slew Rate en el caso 3

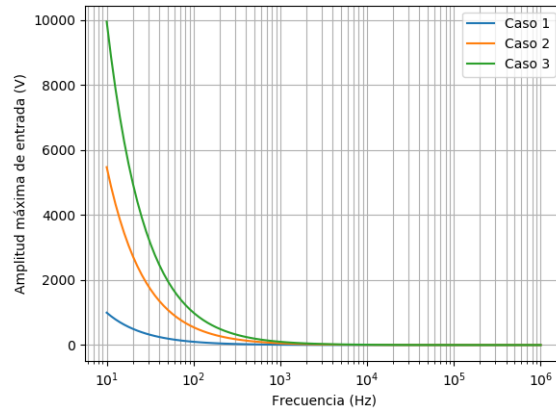


Figura 21: Tension de entrada máxima respecto de la frecuencia de entrada para que no ocurra Slew Rate

1.3.3. Conclusiones

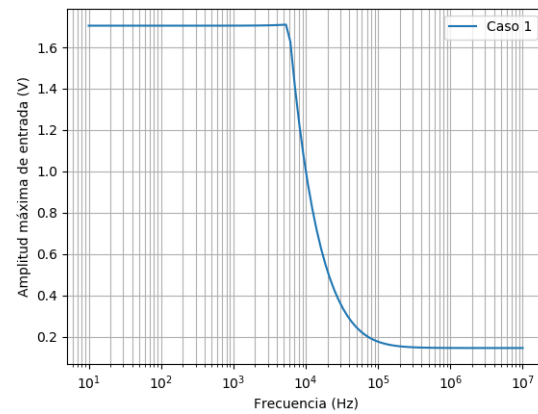


Figura 22: Tensión máxima de entrada para que no ocurran alinialidades en el caso 1

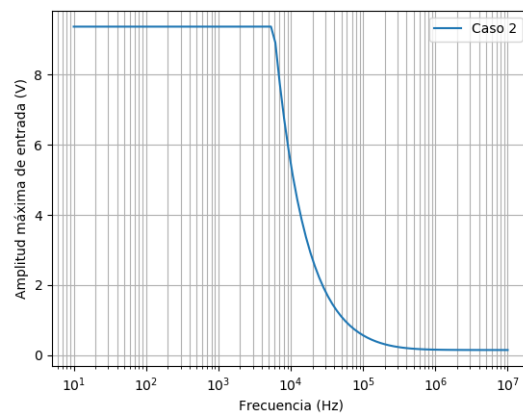


Figura 23: Tensión máxima de entrada para que no ocurran alinialidades en el caso 2

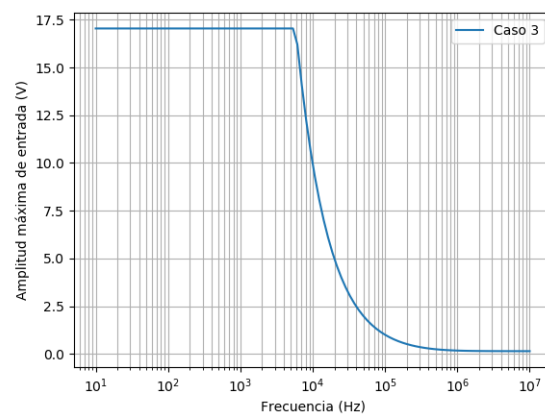


Figura 24: Tensión máxima de entrada para que no ocurran alinialidades en el caso 3

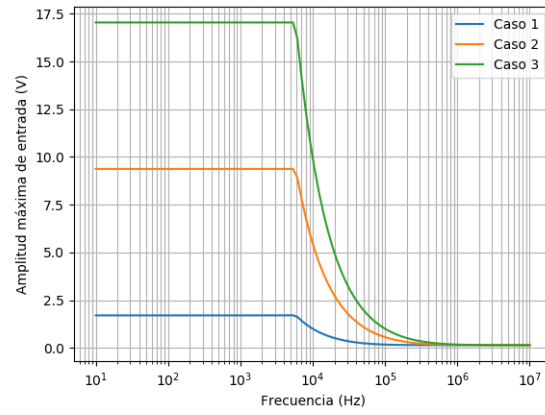


Figura 25: Tensión máxima de entrada para que no ocurran alinialidades

1.4. DC Sweep

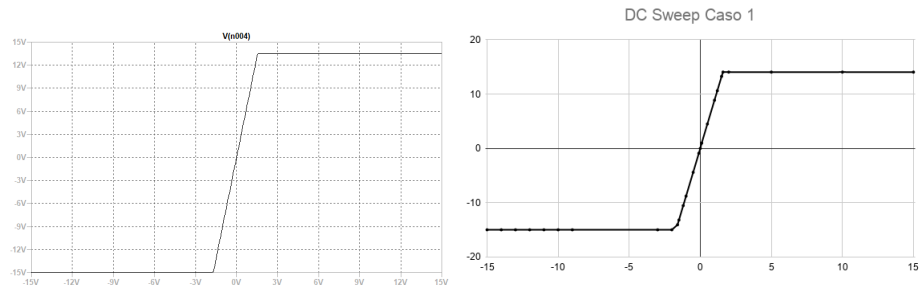


Figura 26: DC Sweep caso 1

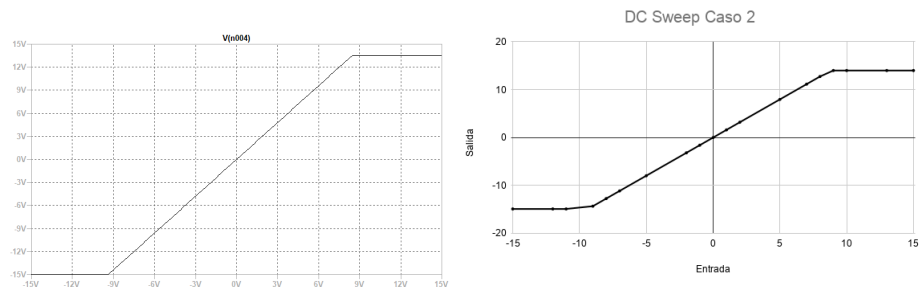


Figura 27: DC Sweep caso 2

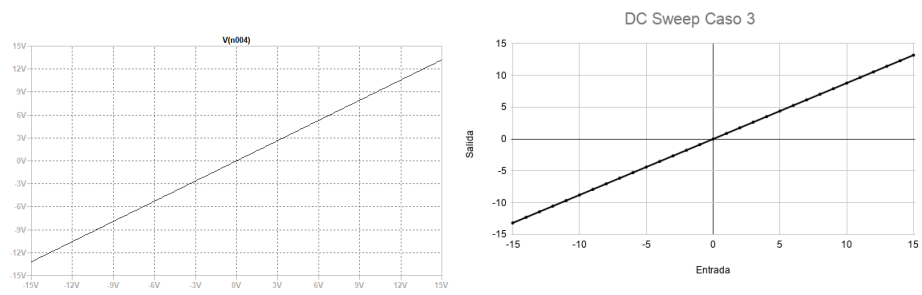


Figura 28: DC Sweep caso 3