

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

TEORIA DE CIRCUITOS

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N°1

Filtros Pasivos y Análisis Computacional

Grupo 6:

Paulo NAVARRO 57.775

Benjamín Carlos LIN 57.242

Nicolas Lorenzo MESTANZA 57.521

Facundo Nicolas MOLINA 60.526

German Carlos BERTACHINI 58.750

Responsables de la cátedra:

Daniel Andres JACOBY

Carlos BELAUSTEGUI GOITIA

Presentado:

Corrección:

Índice

1. Caracterización de Amplificadores Operacionales	2
1.1. Introducción	2
2. Medición de Bias	3
2.1. Introducción	3
3. Circuito Integradores y Derivadores	4
3.1. Circuito Derivador	4
3.2. Circuito Integrador	4
3.2.1. Introducción	4
3.2.2. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP ideal	4
3.2.3. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP con A finito	6
3.2.4. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP con $A_{vol}(w)$	8
3.2.5. Análisis de Impedancia de Entrada al Circuito Integrador	10
4. Circuito de Aplicación	11
4.1. Introducción	11

1. Caracterización de Amplificadores Operacionales

1.1. Introducción

2. Medición de Bias

2.1. Introducción

dassadsad

3. Circuito Integradores y Derivadores

3.1. Circuito Derivador

3.2. Circuito Integrador

3.2.1. Introducción

Se realizó el análisis de un circuito integrador ideal, utilizando en este caso tres componentes, una Resistencia R , un capacitor C y un amplificador operacional. Cabe destacar que se considera un integrador ideal ya que a diferencia del circuito RC analizado en el primer trabajo práctico de laboratorio, éste funcionará como integrador para cualquier frecuencia y no solo a frecuencias altas.

Los valores nominales utilizados para la experiencia fueron:

- $R : 5.1K\Omega$
- $C : 20nF$
- $OPAMP : LM833$

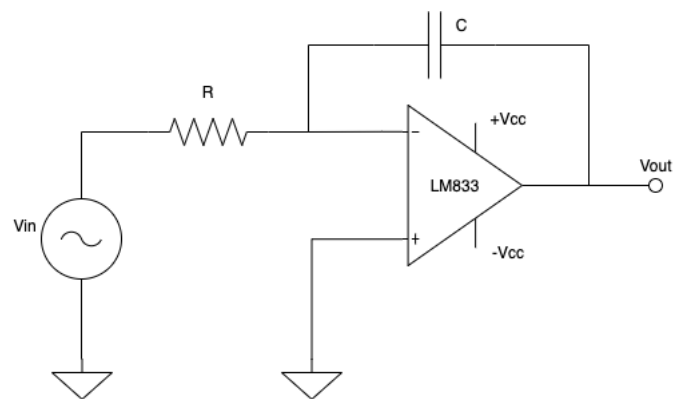


Figura 1: Diagrama del circuito integrador ideal empleado

A continuación se procederá a calcular teóricamente el valor de las funciones transferencias para los casos en donde el amplificador operacional tiene un comportamiento ideal, con A_{vol} finito y $A_{vol}(w)$ con polo dominante.

3.2.2. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP ideal

Para obtener la función transferencia en este caso, $H(S) = \frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)}$, partiremos de las siguientes condiciones iniciales para el amplificador operacional:

- $A_{vol} : \infty$
- $Z_{in} : \infty$
- $Z_{out} : 0$

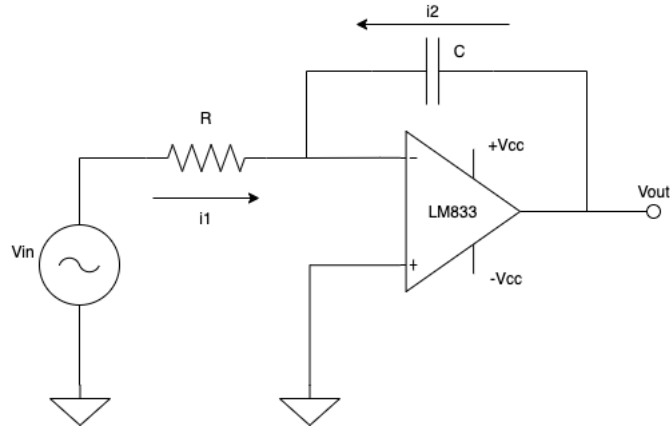


Figura 2: Diagrama del circuito integrador ideal empleado

Podemos observar a simple vista que:

- $i1 = -i2$
- $i1 = \frac{V_{in} - V^-}{R}$
- $i2 = \frac{V_{out} - V^-}{X_c}$
- $V_{out} = A_{vol}(V^+ - V^-)$

Como $A_{vol} \rightarrow \infty$ y V_{out} es finito, $(V^+ - V^-) \rightarrow 0$ y como V^+ está conectado a tierra, (V^- representa tierra virtual, por lo cual su valor es de $0V$).

Entonces, redefiniendo las ecuaciones anteriores:

- $i1 = \frac{V_{in}}{R}$
- $i2 = \frac{V_{out}}{X_c}$

Siendo entonces:

$$\frac{V_{in}}{R} = -\left(\frac{V_{out}}{X_c}\right) \Rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{X_c}{R} = -\frac{1}{SRC}$$

$$H(S) = -\frac{1}{SRC}$$

Claramente se puede apreciar que este circuito se comportará como un integrador, ya que si antitransformamos la función de transferencia obtenida implicará que para obtener $v_{out}(t)$ habrá que integrar $v_{in}(t)$ en el dominio del tiempo.

En las siguientes figuras, se puede apreciar el Diagrama de Bode para este caso.

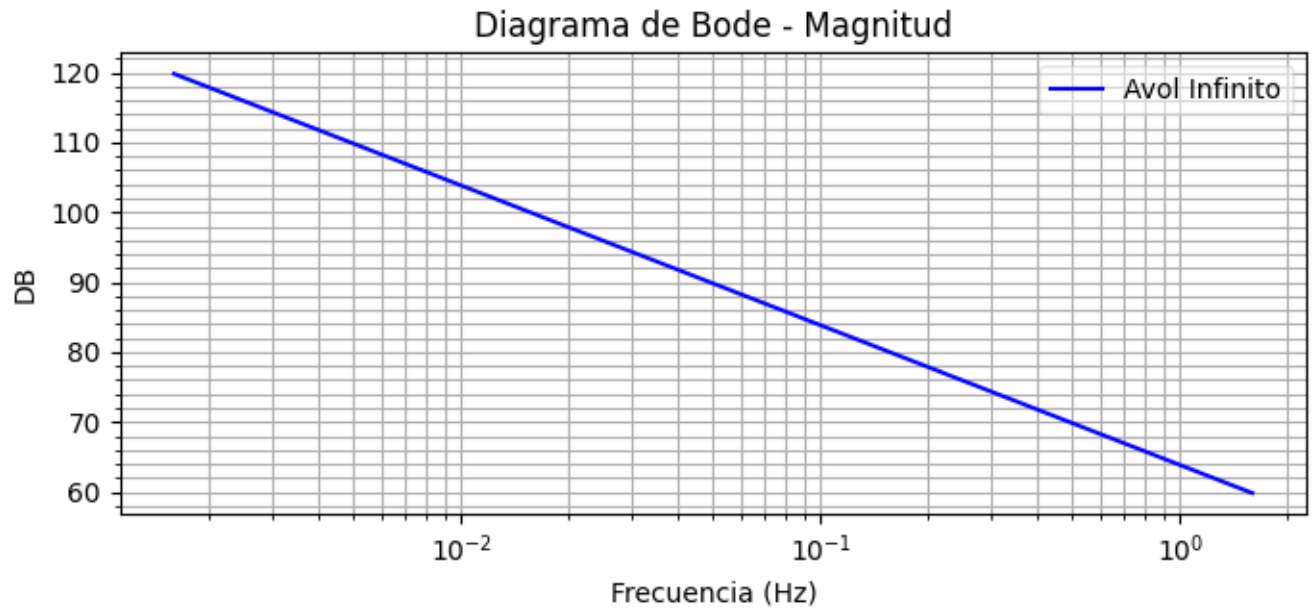


Figura 3: Diagrama de BODE de Amplitud para OPAMP ideal

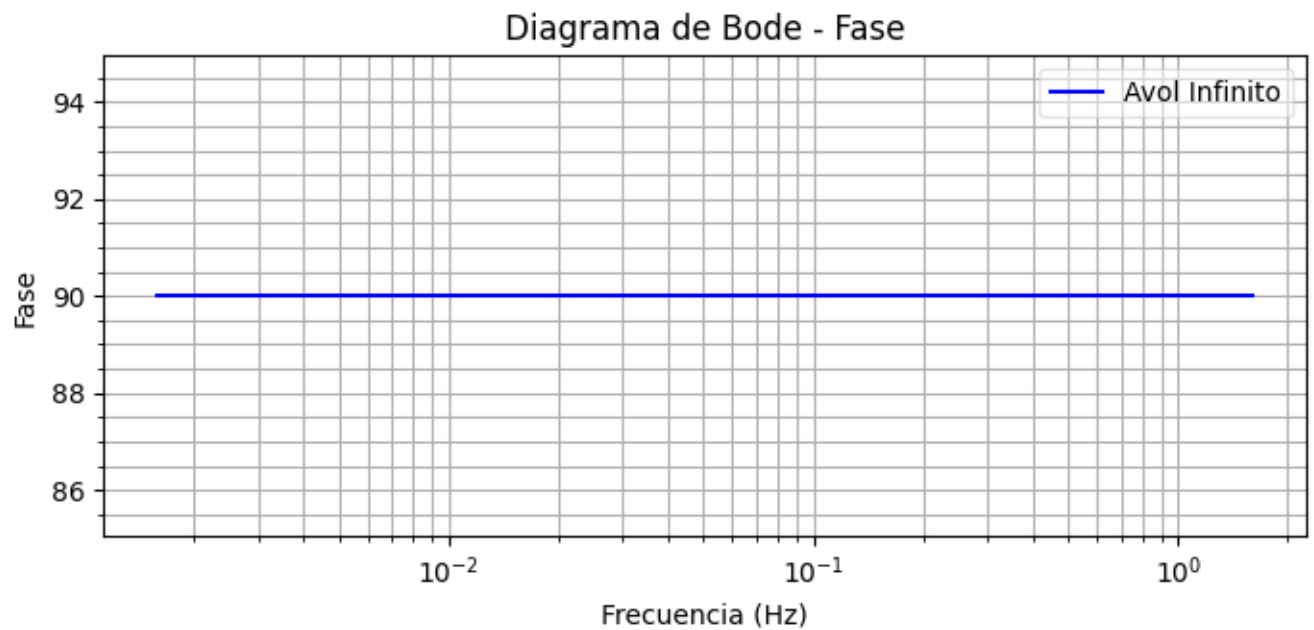


Figura 4: Diagrama de BODE de Fase para OPAMP ideal

3.2.3. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP con A finito

A diferencia del caso anterior, aquí la diferencia en el cálculo de la función transferencia, $H(S) = \frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)}$, entre el amplificador operaciones ideal y éste será:

- $A_{vol} : finito$

Utilizando las mismas relaciones mencionadas en el apartado anterior, podemos observar ahora que:

$$V_{out} = -A_{vol} \cdot V^- \implies V^- = \frac{-V_{out}}{A_{vol}}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \blacksquare i1 &= \frac{V_{in} - V^-}{R} = \frac{V_{in} + \frac{V_{out}}{A_{vol}}}{R} \\ \blacksquare i2 &= \frac{V_{out} - V^-}{X_c} = \frac{V_{out} + \frac{V_{out}}{A_{vol}}}{X_c} \end{aligned}$$

Siendo entonces:

$$\frac{V_{in} + \frac{V_{out}}{A_{vol}}}{R} = -\left(\frac{V_{out} + \frac{V_{out}}{A_{vol}}}{X_c}\right) \Rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{SCR\left(1 + \frac{1}{A_{vol}} + \frac{1}{A_{vol}SCR}\right)}$$

Finalmente:

$$H(S) = \frac{1}{SCR\left(1 + \frac{1}{A_{vol}}\right) + \frac{1}{A_{vol}}}$$

Es importante notar que siendo la ganancia para el caso ideal (GI) $-\frac{1}{SRC}$, la función transferencia se puede representar como $H(S) = GI \cdot \frac{1}{SCR\left(1 + \frac{1}{A_{vol}}\right) + \frac{1}{A_{vol}}}$. Si A_{vol} es lo suficientemente grande, tendremos una función transferencia ideal nuevamente.

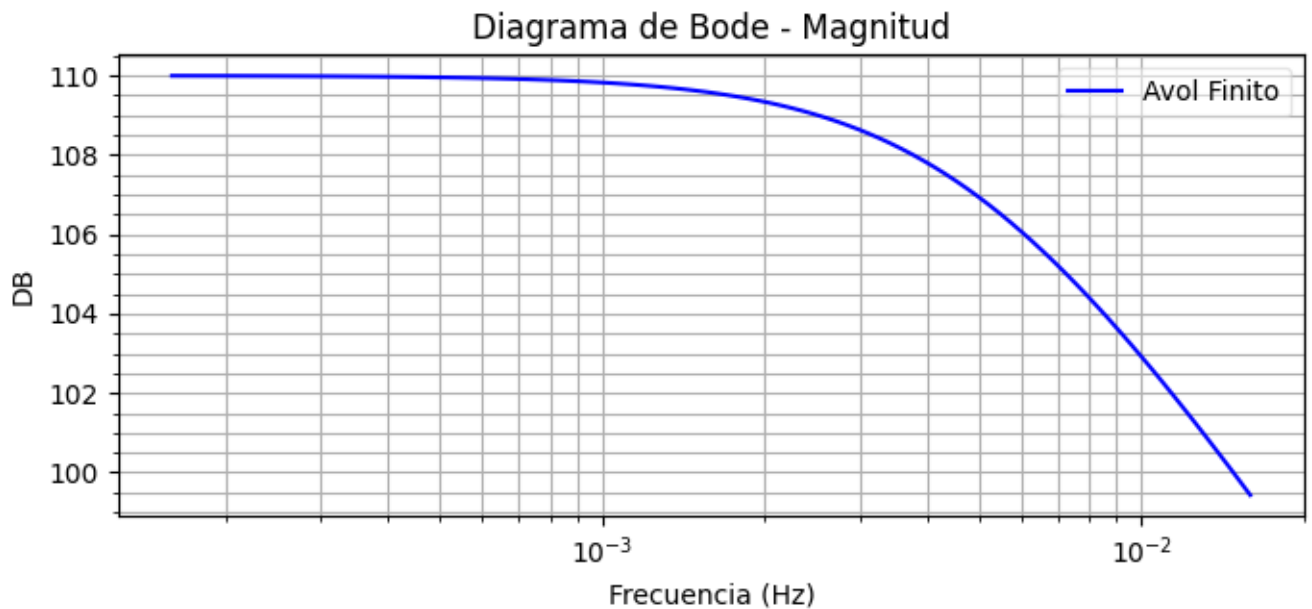
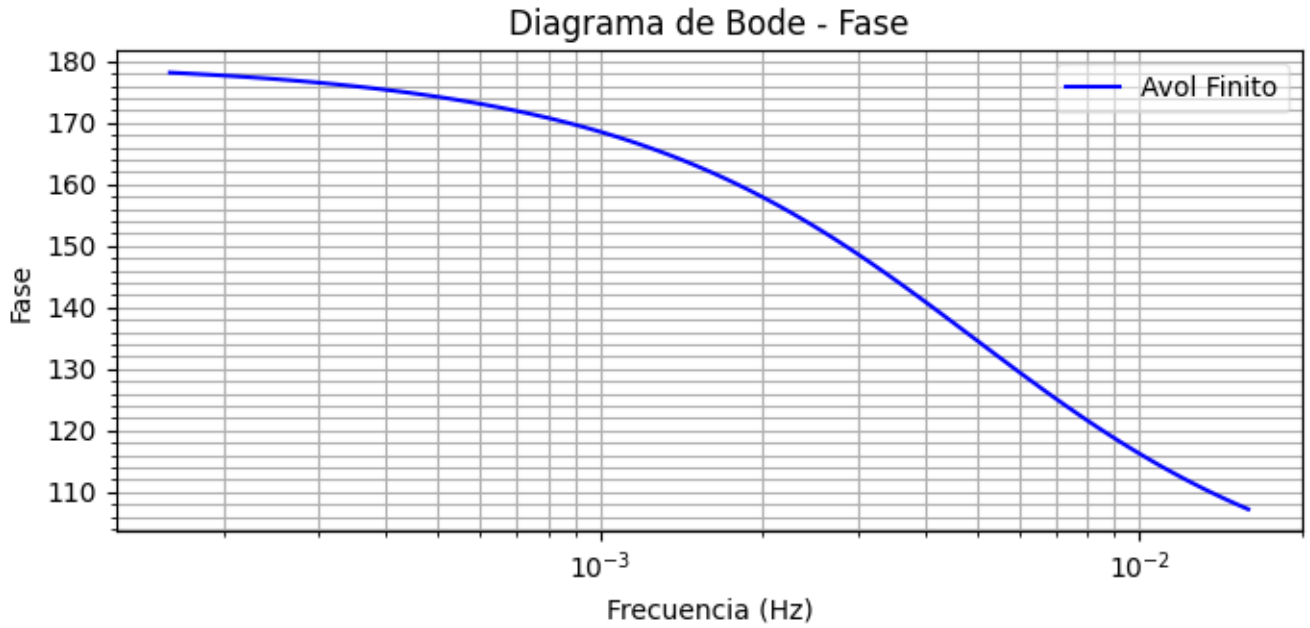


Figura 5: Diagrama de BODE de Amplitud para OPAMP con A_{vol} finito

Figura 6: Diagrama de BODE de Fase para OPAMP con A_{vol} finito

3.2.4. Análisis de la Transferencia del Circuito Integrador - OPAMP con $A_{vol}(w)$

En este ultimo caso de analisis, A_{vol} no es constante sino que es función de la frecuencia según:

$$A_{vol} = \frac{A_0}{1 + \frac{S}{w_b}}$$

Por lo cual la expresion para la funcion transferencia calculada en el caso anterior, quedara denominada por:

$$H(S) = \frac{1}{SCR(1 + \frac{1 + \frac{1}{SCR}}{A_{vol}})} \Rightarrow H(S) = \frac{1}{SCR(1 + \frac{1 + \frac{1}{SCR}}{\frac{A_0}{1 + \frac{S}{w_b}}})}$$

Reacomodando algebraicamente:

$$H(S) = -\frac{1}{S^2 \frac{CR}{A_o W_b} + SCR(1 + \frac{1}{A_o} + \frac{1}{W_b A_o CR}) + \frac{1}{A_o}}$$

Podemos observar que si A_o es muy grande, nuevamente estaremos en el caso donde la ganancia que obtendremos será la ideal para este circuito.

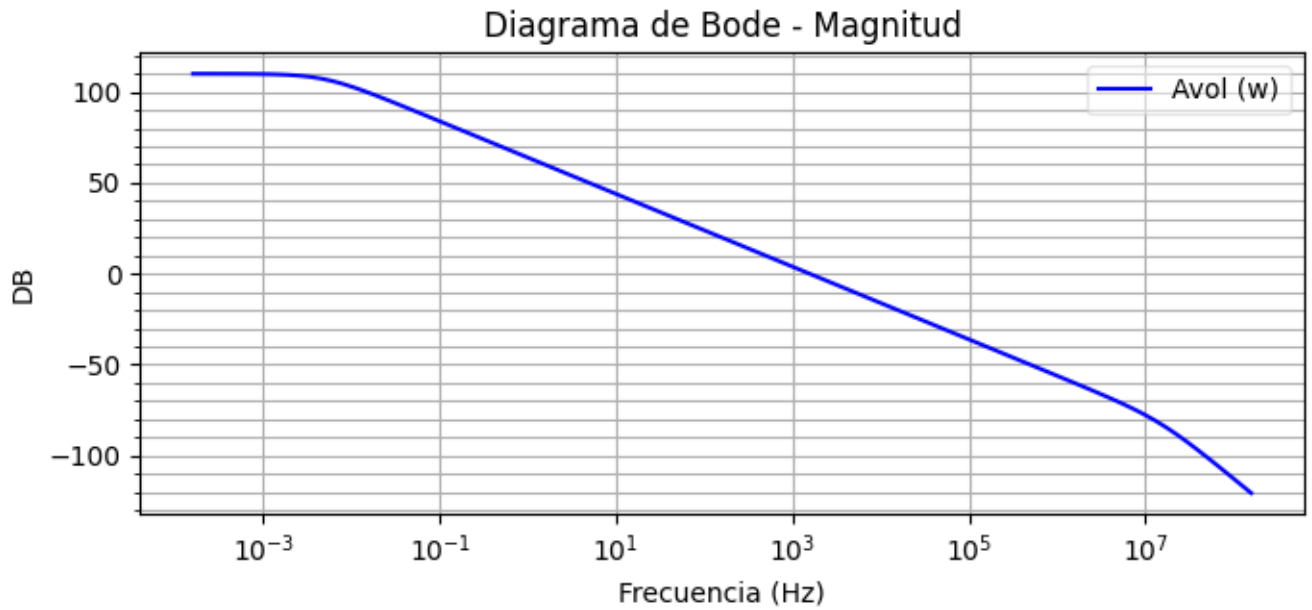


Figura 7: Diagrama de BODE de Amplitud para OPAMP con $A_{vol}(w)$ finito

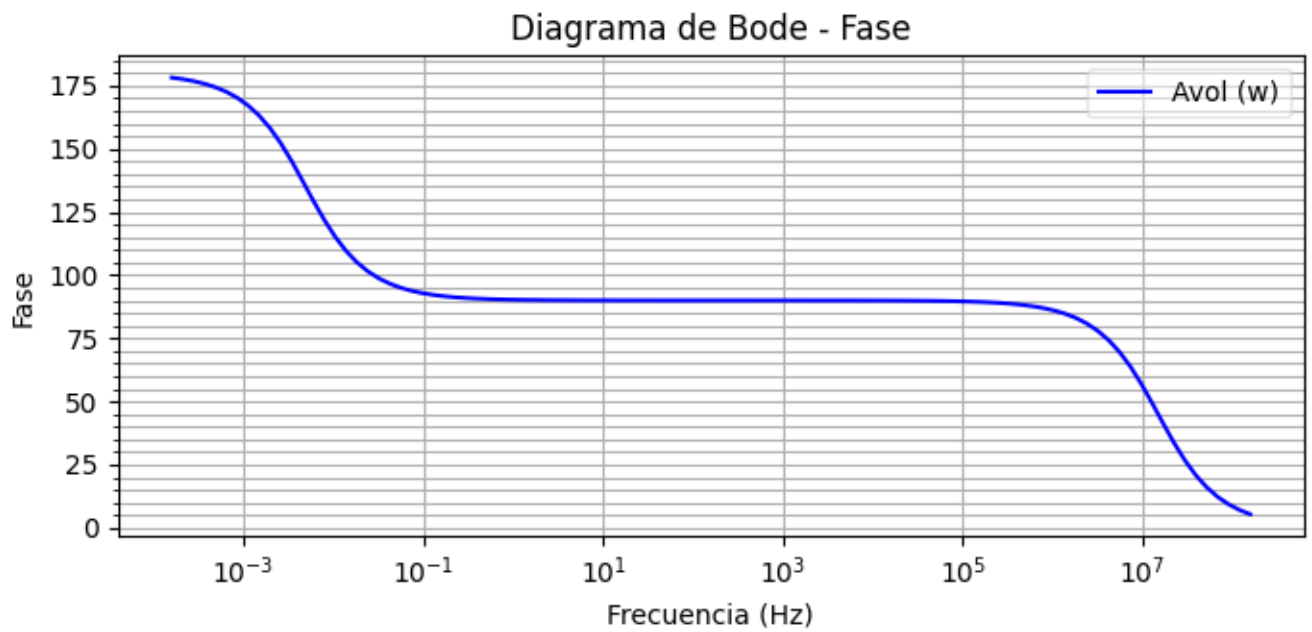


Figura 8: Diagrama de BODE de Fase para OPAMP con $A_{vol}(w)$

Comparando los tres casos, podemos observar que en determinadas frecuencias el comportamiento es idéntico:

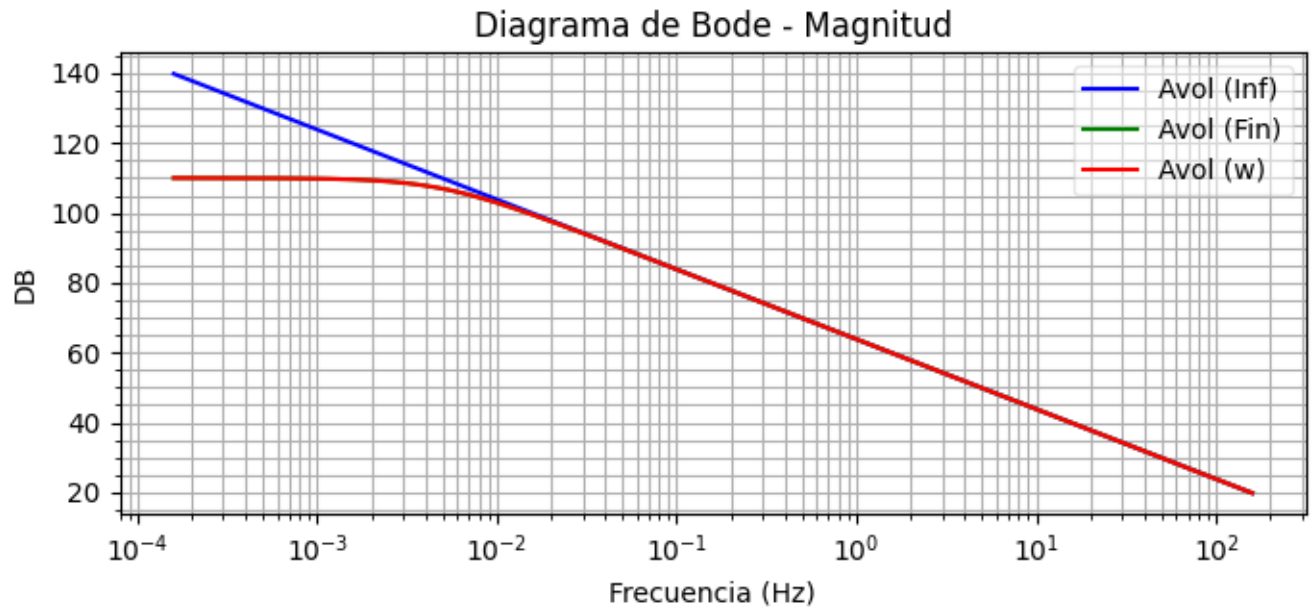


Figura 9: Diagrama de BODE de Amplitud para OPAMP comparativo

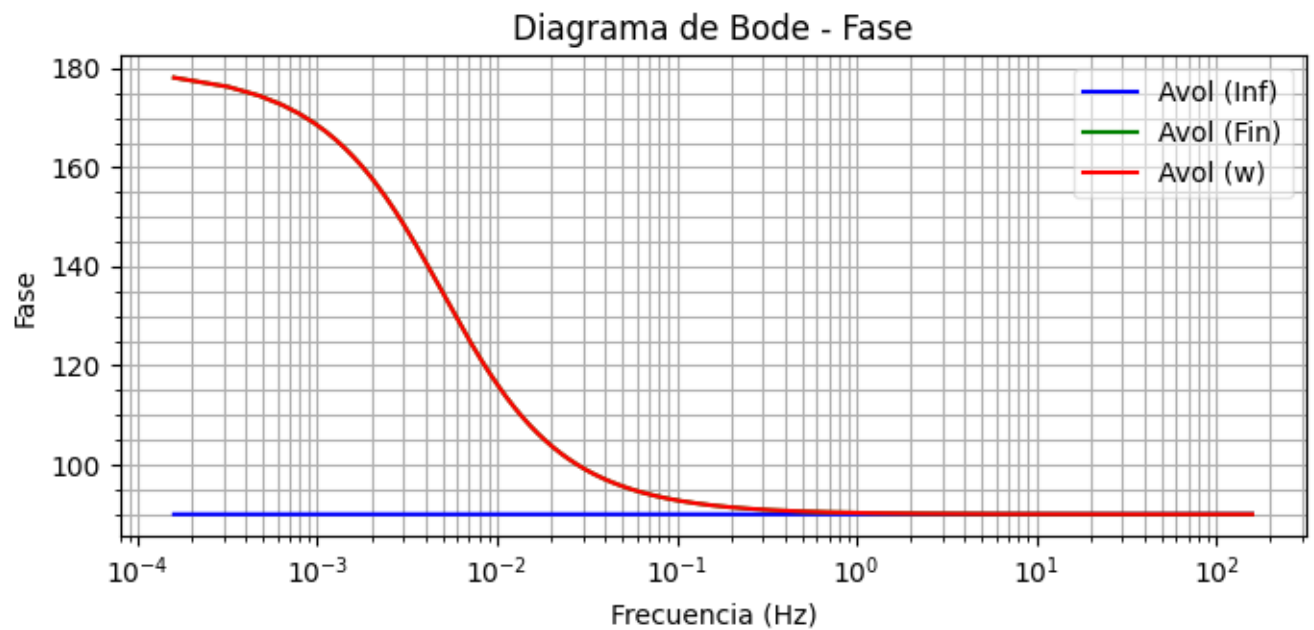


Figura 10: Diagrama de BODE de Fase para OPAMP comparativo

3.2.5. Análisis de Impedancia de Entrada al Circuito Integrador

Para poder calcular teóricamente, la impedancia de entrada, Z_{in} , se utilizó el teorema de Miller tal que:

4. Circuito de Aplicación

4.1. Introducción