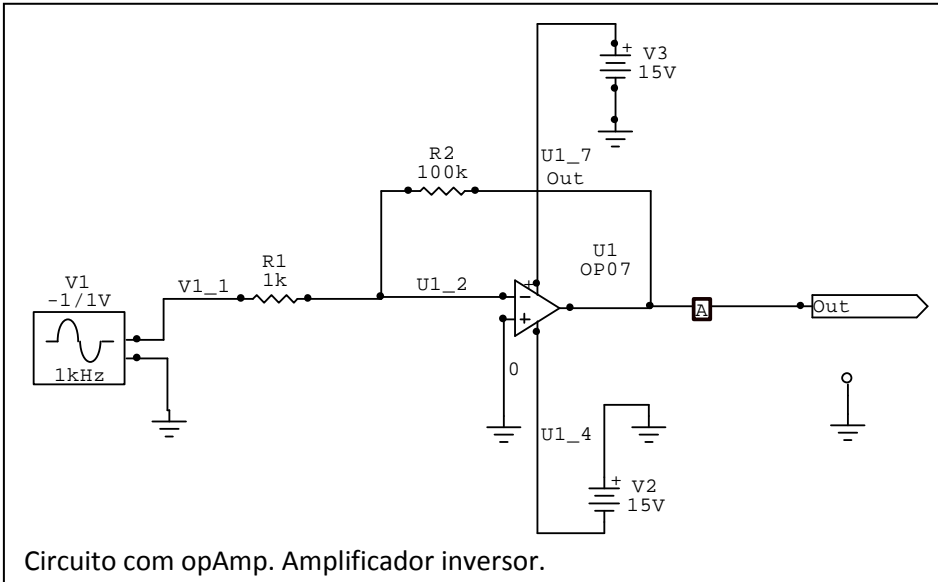


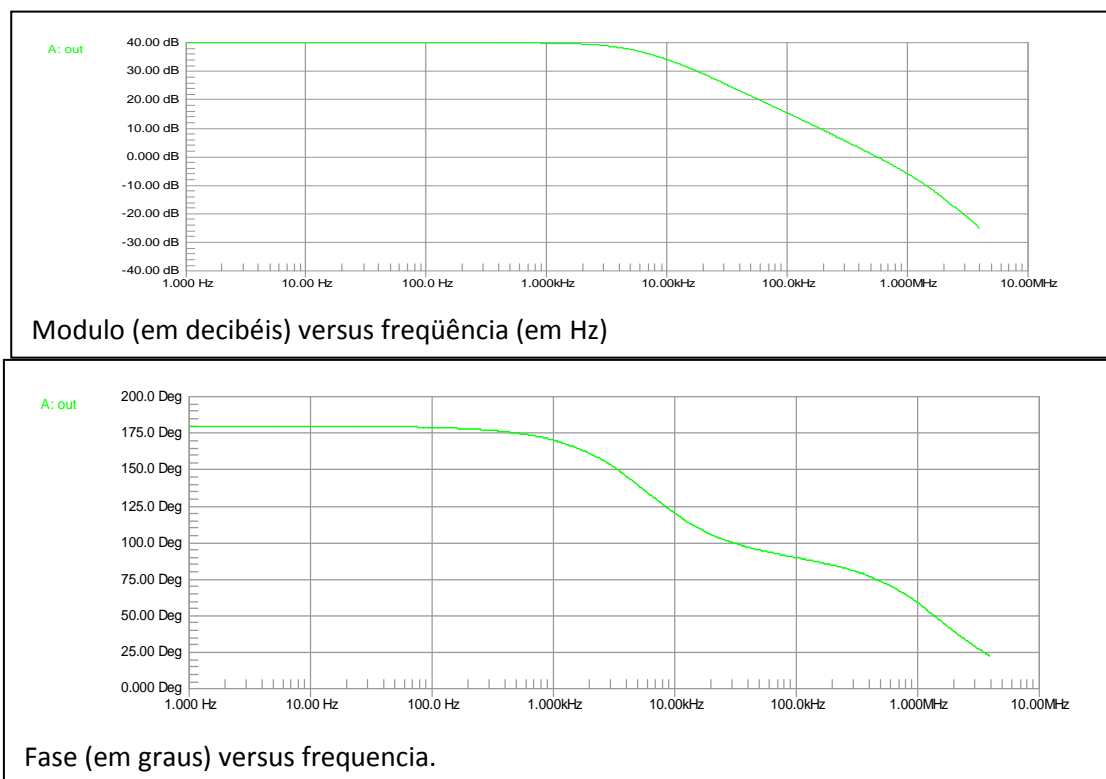
Aula de F540. Experimento 7

Circuitos com amplificadores operacionais

O Teorema de Miller torna claro o conceito de “terra virtual” (virtual ground). Baseado neste conceito calcule as expressões para o ganho do circuito amplificadores da Figura ao lado. Desenhe a respectiva curva de Bode teórica. Monte o circuito em um proto-Board. Meça as tensões ac e dc em todos os nós do circuito. Faça a curva de Bode experimental e compare com seus cálculos.



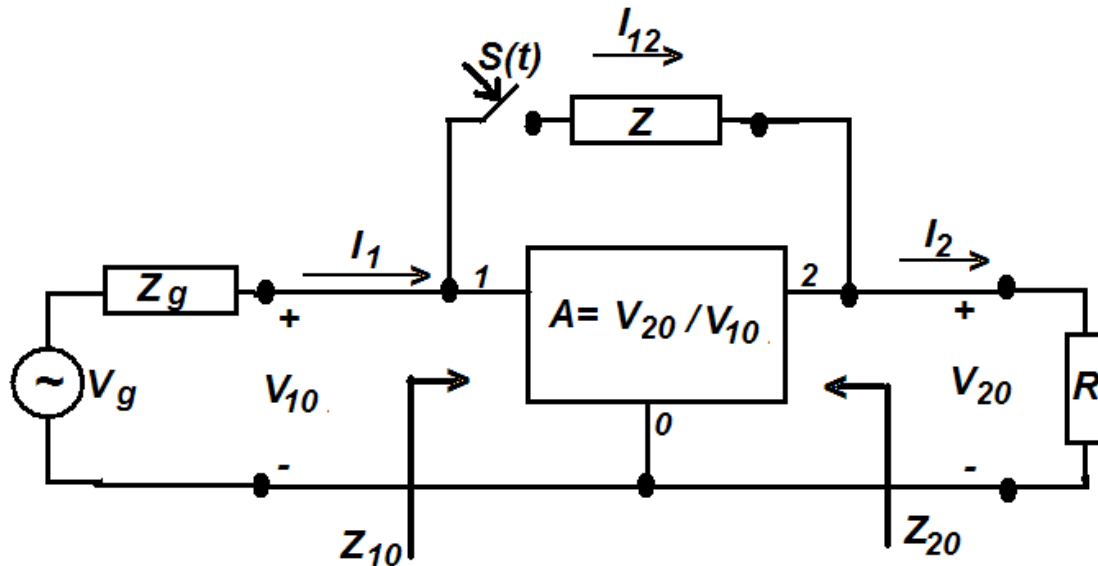
Resultados simulados:



Repita o procedimento adicionando a impedância $Z=R+1/j\omega C$ em paralelo com a $R2=100k$.
 $C=10nF$ e $R=10k$

Notas: Theorema de Miller

Nosso objetivo nesta aula é mostrar o que acontece com um amplificador de ganho de tensão A quando conectamos sua **saída** com sua **entrada** através de um elemento de circuito Z . Como muda a impedância de entrada e de saída? Como muda o ganho? No circuito abaixo, desenhamos o amplificador de tensão de ganho $A = V_{20}/V_{10}$. Todas as variáveis mostradas são complexas (módulo e fase).



Com a chave $S(t)$ aberta, a impedância de entrada do amplificador sem realimentação será $Z_{10} = V_{10}/I_1$, a impedância de saída $Z_{20} = V_{20}/I_2$, os valores dependentes do amplificador de ganho A .

Observemos a entrada do circuito: Ao fechar a chave $S(t)$, teremos uma corrente passando por Z dada por: $I_{12} = \frac{V_{10} - V_{20}}{Z} = \frac{1-A}{Z} \cdot V_{10}$

Portanto teremos uma impedância de Miller $Z_M = \frac{V_{10}}{I_{12}} = \frac{Z}{1-A}$ em paralelo com a impedância do amplificador sem realimentação. Se o ganho A for negativo e muito grande: $A \rightarrow -\infty$, então $Z_{10} = 0$, ou seja, criou-se um “terra virtual”, portanto

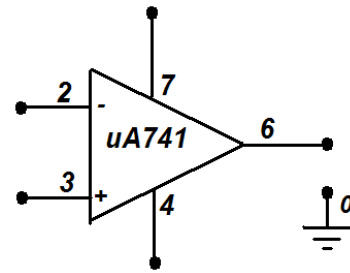
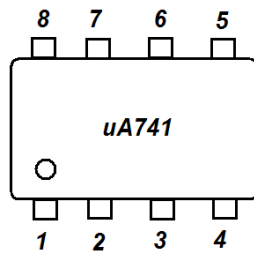
$I_1 = V_g/Z_g$, e a tensão de saída será $V_{20} = \frac{Z}{Z_g} \cdot V_g$. Dependendo do valor de Z e de Z_g

poderemos selecionar o ganho ou a atenuação desejada, em função da frequência.

A impedância de saída do amplificador realimentado será Z em paralelo com a impedância de saída do amplificador sem realimentação, R .

O amplificador operacional

É um amplificador com um ganho diferencial de tensão tendendo a infinito. A indústria eletrônica desenvolveu os tipos 107, 741 e outros na forma de circuito integrado, IC. Na figura abaixo mostramos uma visão superior do IC e de como é feita a identificação dos terminais de contato, por exemplo para o uA741:



Pinos: LM741 1-Offset Null; 2-Inv. Input ; 3-Non-Invert. Input ; 4-Vcc⁻; 5-Offset Null; 6-Output; 7-Vcc⁺; 8-NC (nao conectado)

A tensão de saída de um OpAmp é dada por:

$$V_{out} = A \cdot (V_+ - V_-)$$

No caso $V_{out}=V_{60}$, $V_+=V_{30}$, $V_-=V_{20}$.

Para um OpAmp ideal $Z_+=Z_-=\infty$, $Z_{out}=Z_{60}\cong 0$ e $A\cong\infty$