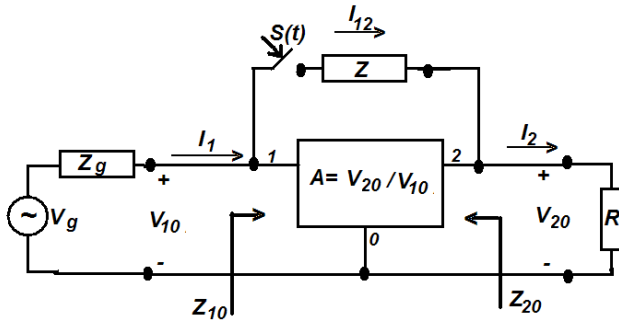


Aula de F540. Prática 9

Prof. D M Soares

Theorema de Miller, amplificador operacional. Realimentação.

O que acontece com um amplificador quando conectamos sua **saída** com sua **entrada** através de um elemento de circuito? Como mudam as impedâncias de entrada e de saída? Como fica o ganho total? Para responder, desenhamos o circuito usando um amplificador com ganho de tensão de $A=V_{20}/V_{10}$.



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 $Z_{20} = V_{20}/I_2$.

Ao fechar a chave $S(t)$, estas impedancias mudam: surge uma corrente passando por Z dada por:

$$I_{12} = \frac{V_{10} - V_{20}}{Z} = \frac{1 - A}{Z} \cdot V_{10}.$$

A razão $Z_M = \frac{V_{10}}{I_{12}} = \frac{Z}{1 - A}$ é a impedancia causada por Z no ponto 1: a **impedancia de Miller**.

Se o ganho A for negativo e muito grande: $A \rightarrow -\infty$, então $Z_{10} = 0$, ou seja, o ponto 1 é um “**terra virtual**”, portanto

$$I_1 = \frac{V_g}{Z_g}.$$

A tensão de saída será $V_{20} = -\frac{V_g}{Z_g} \cdot Z$. Dependendo somente dos valores de Z e de Z_g .

O ganho total será:

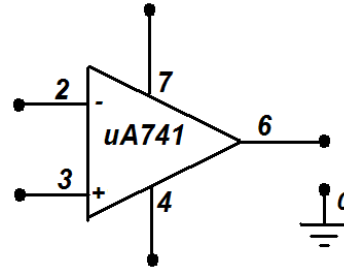
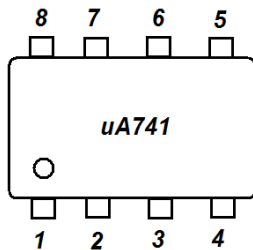
$$A_V = \frac{V_{20}}{V_g} = -\frac{Z}{Z_g}$$

A impedância de saída do amplificador realimentado será Z em paralelo com a impedância de saída do amplificador.

Podemos seleccionar o ganho desejado, seleccionando os valores das impedancias: Z e Z_g . (Todas as variaveis são complexas).

O amplificador operacional

É um amplificador com ganho diferencial de tensão tendendo a infinito. A indústria eletrônica desenvolveu os tipos 107, 741, op07 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:

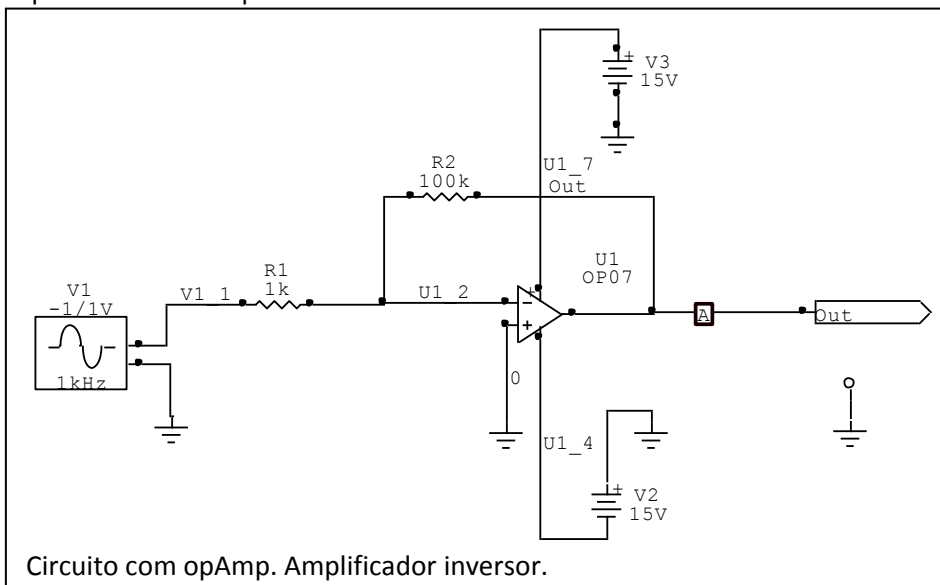
$$V_{out} = A \cdot (V_+ - V_-)$$

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 $A\cong\infty$

Amplificador inversor.

Calcule as expressões para o ganho do circuito amplificadores da Figura abaixo. Desenhe as respectivas curvas de Bode (teórica e depois experimental). 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.



Circuito com opAmp. Amplificador inversor.

Repita as curvas de Bode colocando um condensador em paralelo com a R2=100k. Use C=10nF, depois C=100pF.

Importante: Use um condensador de filtro CF1=100μF em paralelo com cada fonte. Teste o amplificador com sinais AC e dc. Use o osciloscópio.