



## PSI 3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

### EXPERIÊNCIA 08 – CIRCUITOS COM AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

#### PREPARAÇÃO PARA A EXPERIÊNCIA 8

Nesta experiência vocês devem realizar uma preparação prévia, que envolverá a simulação de um circuito amplificador inversor. Na aula de laboratório vocês deverão mostrar o resultado da simulação para o professor (imprimam o esquema elétrico e a resposta gráfica obtida com o Simulador, assim como a Tabela 1 preenchida) e anexá-lo ao relatório.

O circuito a ser analisado é mostrado na Figura 1 a seguir:

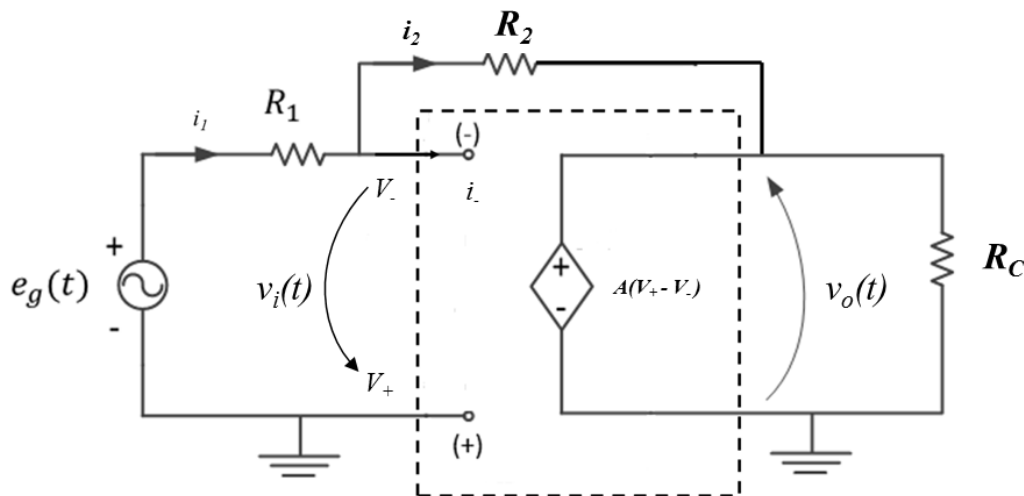


Figura 1

O objetivo será analisar o comportamento deste circuito utilizando um software de simulação. No caso do MultiSim, o gerador vinculado é um componente representado com o símbolo indicado na Figura 2 a seguir.

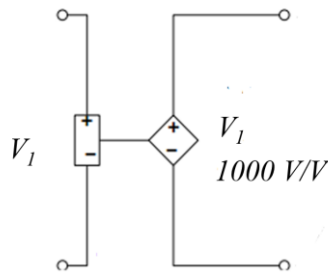


Figura 2 – Representação do gerador vinculado no Multisim.

Note que no exemplo da Figura 2 a tensão de entrada do gerador vinculado é  $V_1$  e a tensão de saída é  $1000 V_1$ . Ou seja, neste caso o fator de multiplicação é 1000. Costuma-se utilizar a unidade V/V para dizer que “para cada volt aplicado na entrada obtém-se 1000 volts na saída”. Isso também esclarece que não estamos falando de outras grandezas, como corrente ou potência. Se fosse um amplificador de corrente, por exemplo, estaria escrito 1000 A/A.

Para se efetuar a simulação, é necessário inserir o circuito no Multisim 14, conforme o esquema mostrado a seguir.

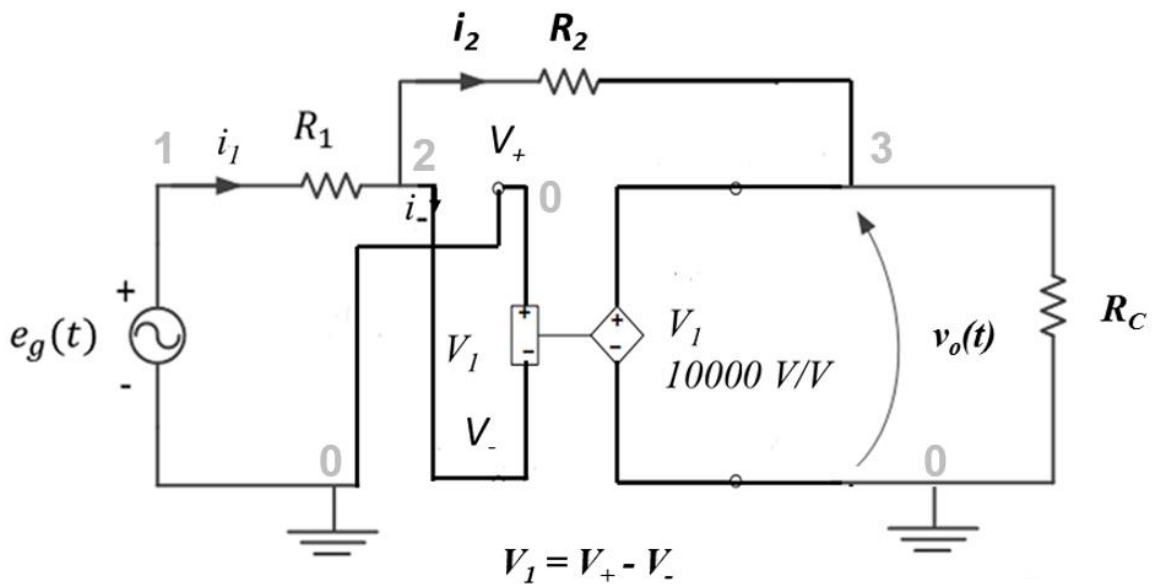


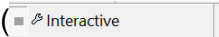
Figura 9 – Esquema elétrico do circuito para simulação no Multisim.

- O gerador de tensão controlado por tensão pode ser encontrado no MultiSim no menu “Group Sources: Controlled\_Voltage\_Sources -> Voltage\_Controlled\_Voltage\_Source”.
- O sinal de entrada  $e_g(t)$  é um sinal senoidal de 1 Vpp e frequência de 100 Hz. Entre esse gerador e seus valores adicionando ao circuito uma fonte “Group Sources: AC Power”.
- Note que as ligações do circuito com o gerador vinculado foram feitas de forma a respeitar as entradas  $v_+$  e  $v_-$  indicadas no esquema elétrico da Figura 1.

Recomenda-se também tornar visível o número/nome de cada nó elétrico (*net name*) que estão mostrados em cinza claro na Figura 9. Para isso vá ao menu *Edit > Properties* (ou Ctrl-M) e em *Net Name* selecione *Show All*. Isso facilitará identificar quais tensões nodais (ou correntes) você deseja visualizar.

Utilize os seguintes valores para a simulação:

- $R_1 = R_C = 10 \text{ k}\Omega$  e  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$
- $A = 10.000$

Para realizar a simulação, embora existam outras maneiras, recomenda-se clicar em *Interactive* () , selecionar *Transient*, com TSTOP = 0.1 e TMAX = 0.00001. Na aba *Output* selecione as tensões desejadas (inicialmente tensão na saída e tensão na entrada (que é  $e_g(t)$ ). Para isso, identifique qual o nó correspondente à tensão que deseja e coloque-o na lista *select variable for analysis* da aba *Output*. Note que na aba *Output* pode-se selecionar *Add expression...* para se colocar expressões matemáticas das mais diversas que envolvam as grandezas referentes aos nós.

Efetue a simulação clicando em *Run* (F5) e preencha a tabela a seguir:

**TABELA 1:** Análise do circuito inversor com AmpOp utilizando Simulador de Circuitos.

Valores obtidos na simulação [Vpp]				Valor calculado a partir dos dados simulados
$e_g$	$v_o$	$(v_+ - v_-)$	Defasagem ( $e_g \rightarrow v_o$ )	$Av = \frac{v_o}{e_g}$

Análises adicionais:

- Qual é o efeito da variação do valor de A sobre Av? (Experimente diminuir bastante – ordens de grandeza - o valor de A)
- Repita a simulação para  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  e  $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$