



**ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
PSI - EPUSP

PSI 3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

GUIA DE EXPERIMENTOS

EXPERIÊNCIA 06 – CIRCUITO COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

PROFS ELISABETE GALEAZZO E LEOPODO YOSHIOKA

1º semestre de **2017**

Objetivos: *Entender o funcionamento de um amplificador operacional ideal; aplicar leis de Kirchhoff para resolver circuitos com operacionais ideais.*

MATERIAL NECESSÁRIO PARA EXECUÇÃO DA EXPERIÊNCIA:

- 1 multímetro digital portátil (TX3 -TEKTRONIX);
- 1 fonte de tensão contínua, modelo E3631A Power Supply, AGILENT;
- 1 gerador de funções modelo 33500B da AGILENT;
- 1 osciloscópio digital;
- 1 protoboard;
- 1 cabo blindado com terminais BNC e jacaré-jacaré;
- 1 amplificador operacional 741;
- 2 resistores de 10 k Ω e 1 resistor de 100 k Ω ;
- Cabos e conectores diversos.

INTRODUÇÃO

De maneira bem simplificada, um amplificador operacional é um circuito integrado que se aproxima de um gerador de tensão vinculado controlado por tensão, com o ganho *em malha aberta* bem elevado – da ordem de 10^4 a 10^6

(**Nota:** para o amplificador operacional 741, utilizado nesta experiência, o ganho elevado em malha aberta é limitado para uma faixa de frequências de uma ou algumas centenas de hertz (vide especificações no datasheet do componente)).

A impedância de entrada (Z_{in}) do amplificador operacional também é bastante alta, e a de saída, razoavelmente baixa. Vamos verificar esses fatos experimentalmente, **montando** um circuito com amplificador operacional.

Definição do Ganho do circuito amplificador inversor

Nesta experiência vamos determinar o ganho do circuito amplificador na configuração inversora e em malha aberta a partir das tensões medidas.

- O ganho em malha aberta será denominado nesta experiência de G_1 , onde: $G_1 = \frac{v_2}{v_p - v_n}$
- Chamaremos o ganho do circuito de G_2 , onde: $G_2 = \frac{v_2}{e_g}$

PARTE PRÁTICA

1. MONTAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE UM CIRCUITO COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL REAL

No circuito da Figura 1 os valores nominais dos resistores são: $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, e $R_F = 100 \text{ k}\Omega$.

a) Meça os valores dos resistores.

Monte o circuito a seguir, não se esquecendo das alimentações do amplificador operacional! Consulte especificação.

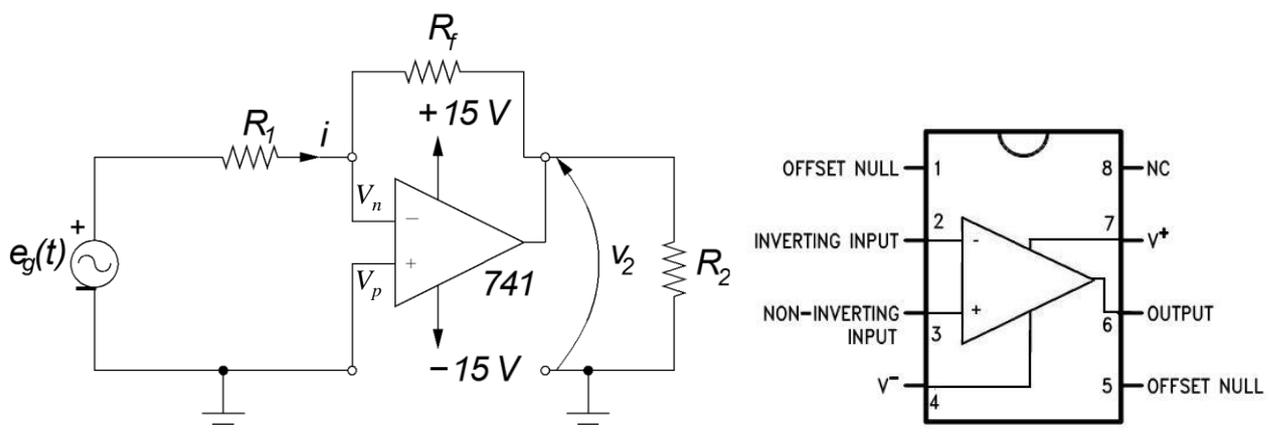


Figura 1: Amplificador inversor com operacional e pinagem do 741.

Observação com relação à alimentação +Vcc e –Vcc:

Você deverá utilizar a fonte de tensão simétrica, programando-a para fornecer as tensões necessárias.

A ilustração da Figura 2, a seguir, exemplifica como deve ser utilizada a fonte para este fim. Note que tanto as tensões DC quanto a tensão de alimentação do circuito devem ter um referencial de terra.

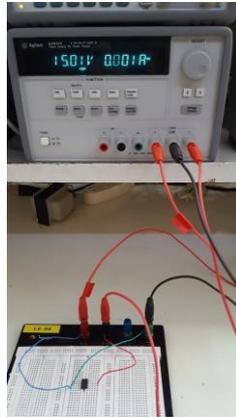


Figura 2 – Fonte de tensão simétrica para +Vcc e –Vcc.

Chame o professor assim que terminar a montagem SEM LIGAR NENHUM EQUIPAMENTO.

Para as medições:

Adote inicialmente a frequência de **100 Hz** para e_g (sinal senoidal).

b) Excursão máxima da tensão de saída.

Avalie a máxima tensão que poderá ser aplicada em $e_g(t)$, considerando que um circuito não pode produzir uma tensão v_2 maior do que a alimentação do amplificador operacional.

Nota: para isso, verifique qual é a excursão máxima de v_2 sem que apresente distorção (ou seja, saturação do sinal).

Feito isso, ajuste a tensão pico a pico de $e_g(t)$ para 1 V.

c) Medidas dos ganhos do circuito:

Faça as medidas necessárias para calcular G_1 e G_2 , preenchendo os dados na Tabela 1 do seu relatório. A defasagem entre os sinais de entrada e de saída também deverá ser observada.

- i)** O valor de $(v_p - v_n)$ deverá ser tomado no osciloscópio utilizando-se um cabo blindado específico com terminações BNC – jacarés, Figura 3. Com ele será possível minimizar efeitos de interferência eletromagnética e possibilitará realizar medições de tensão da ordem de milivolts neste equipamento. Não se esqueça de fazer os ajustes necessários para utilizar-se cabo coaxial no osciloscópio. Obtenha as demais tensões do circuito com as pontas de prova.
- ii)** Use o recurso “Acquire – Media” para minimizar ruídos de alta frequência nas medidas.
- iii)** O sincronismo do sinal deve ser efetuado através do sinal de saída ou sinal externo, visto que o sinal de entrada pode ser um valor muito pequeno.

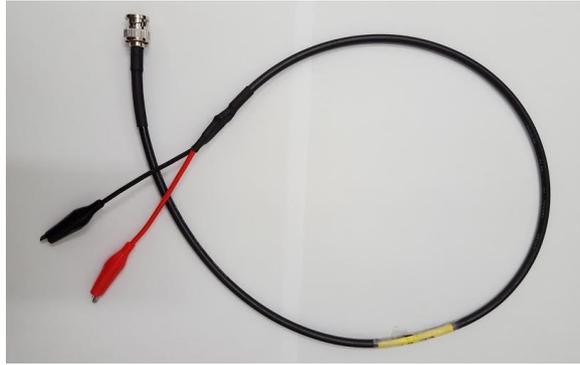


Figura 3 – Cabo coaxial com terminais BNC-jacarés.

- d)** Os valores de G_1 , G_2 e de defasagem obtidos experimentalmente foram os esperados teoricamente? Justifique sua resposta.
- e)** Resposta em frequência do circuito: Levante a resposta em frequência do circuito, avaliando-se o comportamento tanto de G_1 quanto de G_2 . Preencha a tabela 2 e apresente os dados experimentais graficamente.
- f)** Indique a frequência de corte do circuito e discuta o efeito da frequência sobre os ganhos medidos.
- g)** Obtenha, através do gráfico, a taxa de variação do ganho do AmpOp em malha aberta. Comente sobre o resultado obtido, comparando o resultado experimental com o indicado na figura 7 do datasheet do componente.