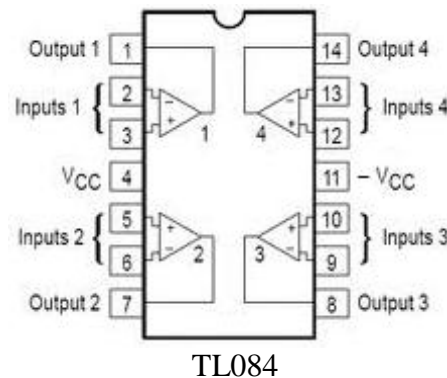
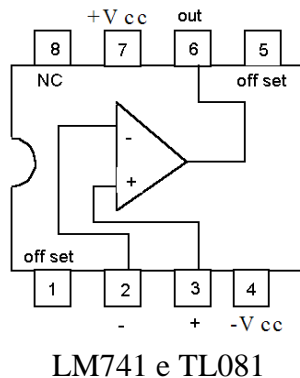


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA  
EEL7013 – Laboratório de Transdutores

AULA 04 – CONDICIONAMENTO DE SINAL II

Seguidor de tensão, Somador e Subtrator

1. Pinagem



2. Aplicações

Com a utilização de amplificadores operacionais pode-se efetuar as operações aritméticas de **soma** ou **subtração**.

O seguidor de tensão é utilizado nos circuitos como um *buffer*, que faz uma cópia da tensão de entrada na saída. O seguidor de tensão possui impedância de entrada muito elevada, possibilitando, por conseguinte, que a fonte de sinal de tensão não “perceba” a presença do *buffer*. O *buffer* é um importante elemento para a conexão entre circuitos de níveis de impedância muito diferentes (casamento de impedâncias) e pode fornecer maior corrente aos circuitos.



O que é casamento de impedâncias?

Uma analogia para entender o casamento de impedâncias pode ser feita entre circuitos elétricos com impedâncias diferentes ou canos com diâmetros diferentes, ver Figura 1. A Figura 1 ilustra o problema de ligar circuitos (ou canos) com diferentes impedâncias. Canos com diâmetros maiores apresentam baixa resistência, canos com diâmetros menores têm alta impedância.



**A quantidade de água que está deixando o cano grosso deve ser idêntica à quantidade que o cano de destino está absorvendo - essa é a analogia da água com o casamento de impedância elétrica.**

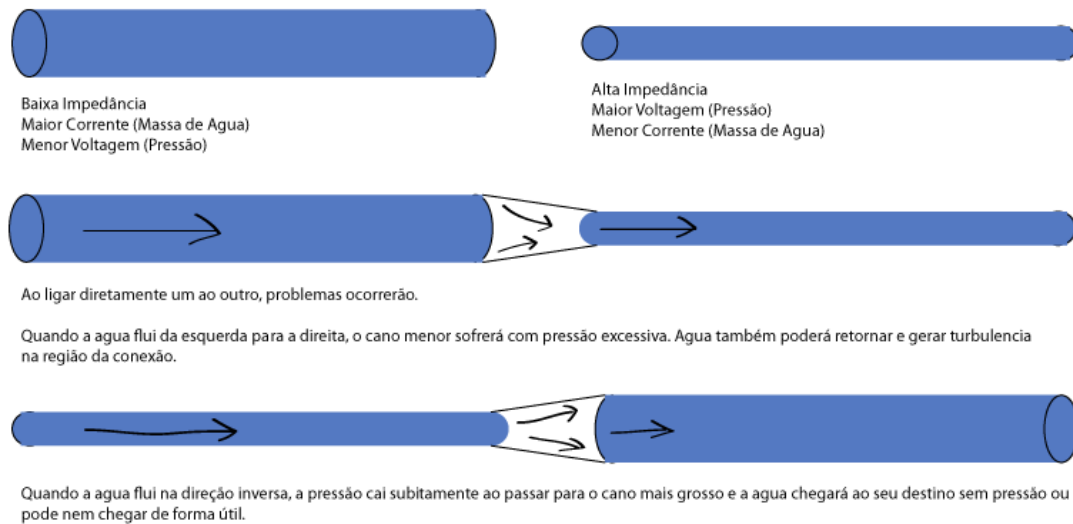
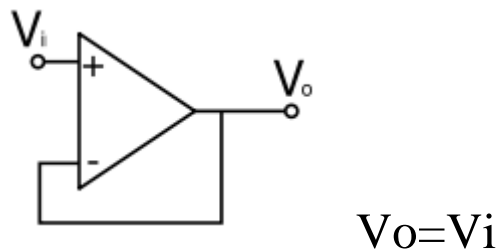


Figura 1. Analogia entre diâmetro de canos e circuitos elétrico para entender casamento de impedâncias.

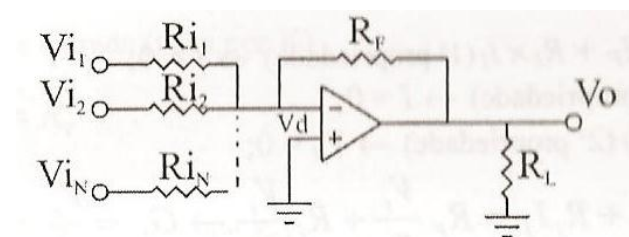
## 2.1 Seguidor de tensão

O sinal de saída ( $V_o$ ) é igual ao sinal de entrada ( $V_i$ ) com um ganho  $V_o/V_i$  igual a 1.



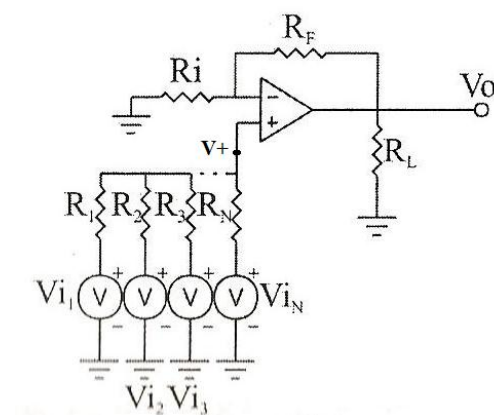
## 2.2 Somador

Somador Inversor:



$$V_o = -R_f \left( \frac{V_{i1}}{R_{i1}} + \frac{V_{i2}}{R_{i2}} + \dots + \frac{V_{in}}{R_{in}} \right)$$

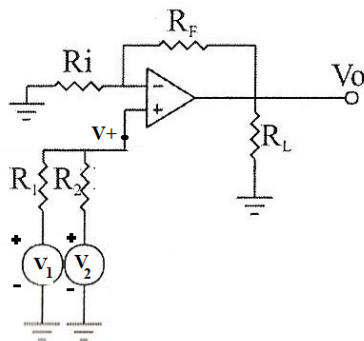
### Somador Não-inversor:



$$V_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_i}\right) V_+$$

$$V_+ = \sum_{j=1}^N V_{ij} \frac{1}{1 + R_j \sum_{k=1, k \neq j}^N \frac{1}{R_k}}$$

### Exemplo:



$R_F = 30k\Omega$   
 $R_i = 10k\Omega$   
 $R_1 = 2k\Omega$   
 $R_2 = 10k\Omega$   
 $V_1 = 0,5V$   
 $V_2 = -1V$

Ganho:  $G_V = \left(1 + \frac{R_F}{R_i}\right) = \left(1 + \frac{30k}{10k}\right) = 4V/V$

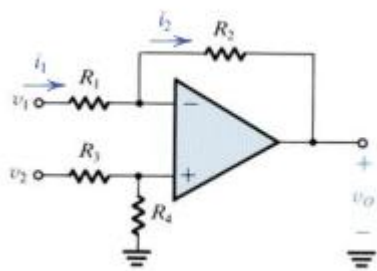
$$V_+ = \left\{ \left[ V_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] + \left[ V_2 \frac{R_1}{R_2 + R_1} \right] \right\}$$

$$V_+ = \left( \frac{0,5 \times 10}{2 + 10} \right) + \left( \frac{-1 \times 2}{2 + 10} \right) = 0,417 - 0,167 = 0,584V$$

$$V_o = \left(1 + \frac{30k}{10k}\right) \times V_+ = 2,335V$$

### 2.3 Subtrator

Este circuito é semelhante ao somador, contudo é utilizado para subtrair dois sinais  $V_1$  e  $V_2$ .

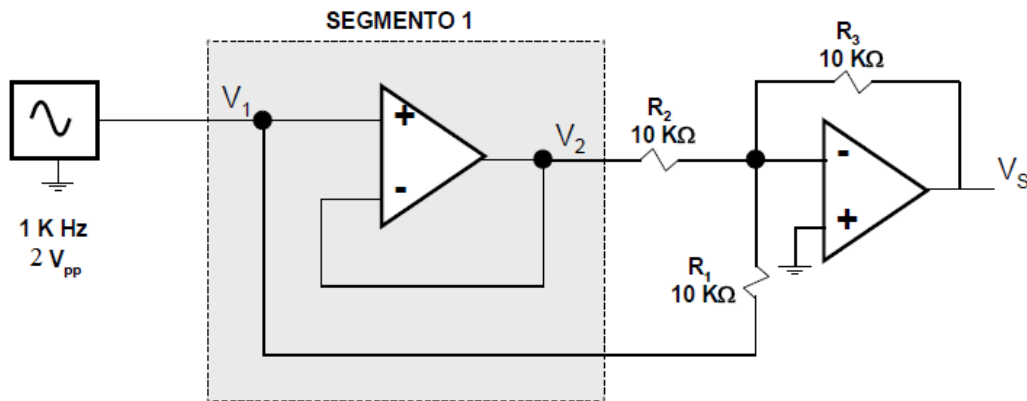


$$V_o = \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) V_2 - \left( \frac{R_2}{R_1} \right) V_1$$

### 3. Parte Experimental

#### 3.1 Somador utilizando Ampop.

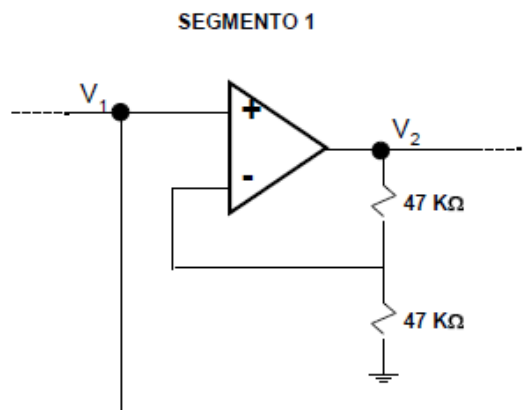
- a) Monte o circuito da figura abaixo;



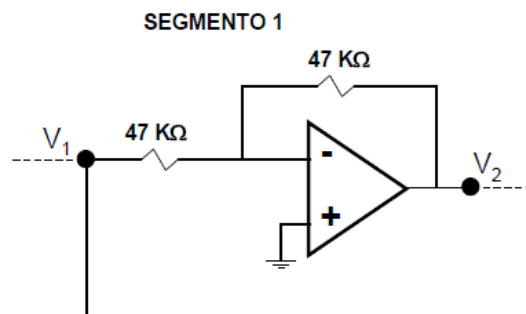
Meça  $V_s$ , conclua sobre o ganho e defasagem.

Obs. Coloque as ponteiros do osciloscópio em  $V_1$  e  $V_s$ .

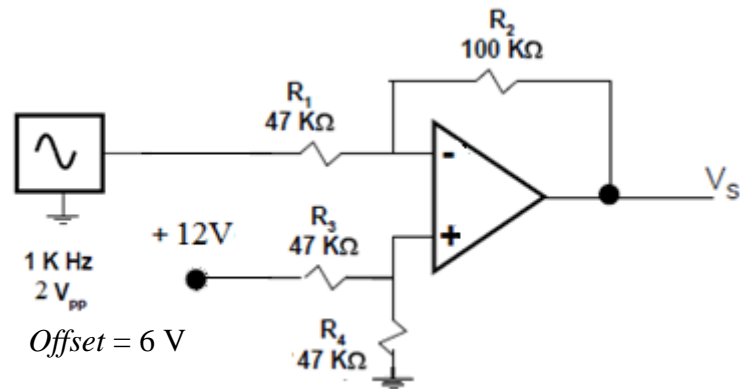
- b) Refaça o experimento substituindo o segmento 1 por :



- c) Refaça o experimento substituindo o segmento 1 por :



### 3.2 Subtrator utilizando ampop.



- Observe a saída  $V_S$  com tensão de offset de 6 V no gerador de sinais;
- Colocar o pino de  $-VCC$  (pino 11 do TL084 ou pino 4 do LM741) em terra e observe. O que ocorre?
- Introduza um capacitor de 180 nF em série com o gerador de sinais. Medir os níveis CC no nó comum ao capacitor e ao resistor de entrada, na entrada inversora e na saída.

**4. FOLHA DE DADOS** (entregar esta folha para o professor ao final da aula)

Equipe \_\_\_\_\_ Aula: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

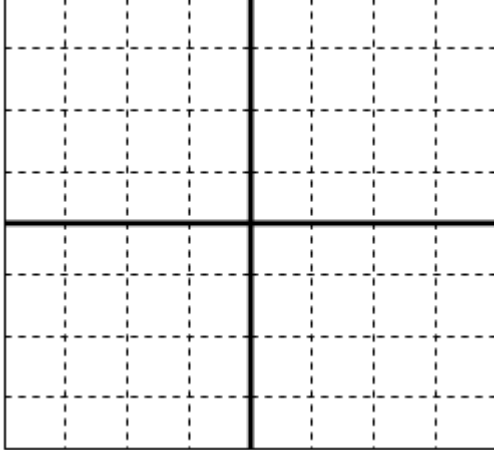
Nome: \_\_\_\_\_

**4.1 Somador**

	Ganho	Defasagem
Circuito a)		
Circuito b)		
Circuito c)		

Conclusões:.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**4.2 Subtrator**

<p>Desenhe a tensão de entrada e saída</p> <p>Escala de amplitude: .....</p> <p>Escala de tempo: .....</p>	<p>O que ocorre se colocar o pino de -VCC em terra?</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>