



Complementos de Electrónica e Sistemas Digitais

(2º semestre / 2ºano)

Amplificador Operacional – I e II

Guia de Execução

1.1 Introdução

Durante o processo de aquisição de um sinal em geral, quer seja proveniente de um transdutor passivo ou ativo, é necessário efetuar o condicionamento e amplificação de sinais elétricos. Para efetuar estas operações é necessário utilizar dispositivos que permitam somar, subtrair, amplificar, integrar, derivar, entre outras operações. Além disso, existe também a necessidade de limitar a largura de banda dos sinais a adquirir, quer para seleccionar um sinal de um conjunto de sinais, quer para limitar o ruído que afeta o sistema de aquisição, quer para evitar o *aliasing* em sistemas em que é feita amostragem de sinais. Para efetuar estas operações é necessário utilizar dispositivos que permitam processar o sinal recebido sem o deteriorar, isto é filtrar os sinais elétricos adquiridos.

Os amplificadores operacionais são muitas vezes utilizados como núcleos para implementar circuitos eletrónicos com as capacidades descritas anteriormente.

1.1.1 Objetivos

- Estudo dos amplificadores operacionais
- Conhecer a simbologia convencional
- Estudo de montagens com amplificadores operacionais (buffer, não inversor, inversor, somador, integrador e derivador)

1.1.2 Material

- Amplificador operacional 741 (TL084, LM324, uA741, ...)
- Gerador de sinais, Fios de ligação, Multímetro, Osciloscópio

1.1.3 Calendarização

- 2 Aulas

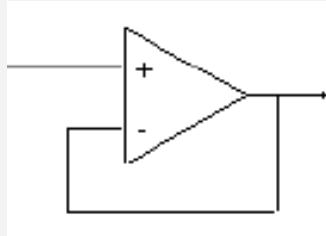
1.1.4 Bibliografia

- Guia do trabalho.
- *Datasheets* dos integrados a utilizar (741, TL084 ou LM324).
- Texto de apoio referente aos AmpOps.
- Apontamentos das aulas de Complementos de Electrónica.

1.2 Buffer ou seguidor de tensão

Ponto Teórico (aula 1)

I – Considere o seguinte circuito:



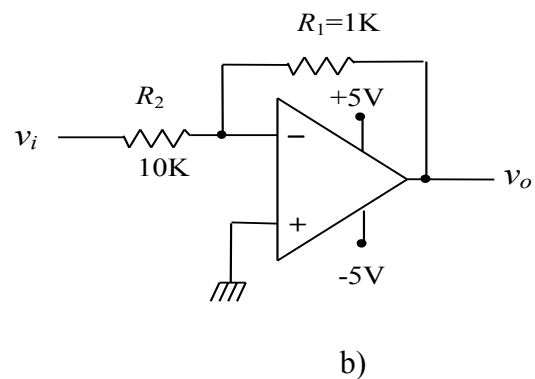
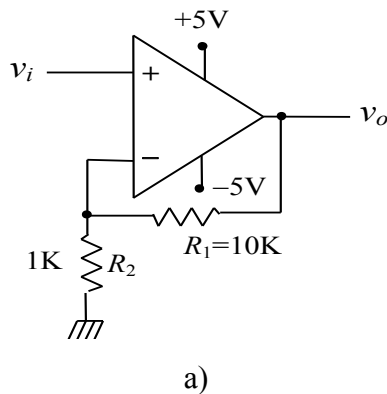
Desenhe o diagrama de pinos, correspondente. Não se esqueça da alimentação do circuito.

II – Que tipos de ganhos conhece? Qual é o ganho que fornece e qual a função de um *buffer*?

- 1 - Implemente um divisor de tensão com duas resistências de 1 k Ω .
- 2 - Coloque uma tensão DC de 1 V na entrada e meça o valor da tensão na saída (entre as duas resistências). Justifique o valor obtido.
- 3 - Aumente a tensão de entrada até 10 V. Qual é o valor da saída? Porquê?
- 4 - Implemente, na *breadboard*, o circuito que corresponde ao diagrama de pinos do ponto teórico (alimente o circuito com +5 V e -5 V). Teste o seu funcionamento.
- 5 - Coloque agora o *buffer* a separar as duas resistências do divisor de tensão e repita os pontos 2 e 3. Explique o que sucedeu, comparando com o resultado obtido em 3.
- 6 - O que pode concluir sobre a utilidade do circuito anterior (*buffer*)? Que tipo de ganho fornece um *buffer*?

1.3 Amplificador inversor e não inversor

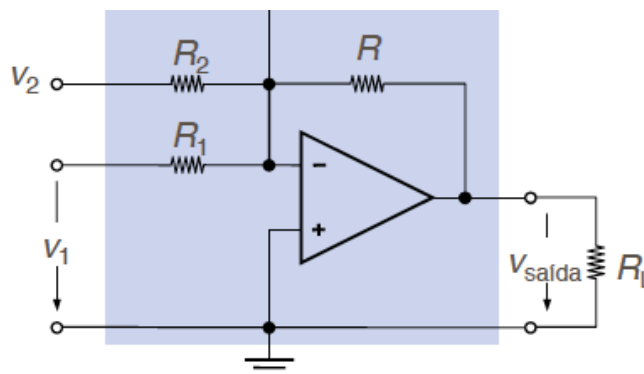
Considere a figura seguinte:



- 7 - Implemente, usando um 741 (ou equivalente), a montagem da figura a).
- 8 - Ligue uma fonte DC de 0.5 V à entrada e meça o valor à saída. Está de acordo com o previsto? Justifique.
- 9 - Coloque uma senoide, com 500 mV de amplitude e 1 kHz de frequência, na entrada e registre o sinal de saída. Descreva e justifique as alterações observadas.
- 10 - Aumente a amplitude do sinal de entrada até 2 V. O que acontece ao sinal de saída? Justifique.
- 11 - Volte a regular a amplitude para 500 mV e aumente progressivamente a frequência do sinal (até ao máximo possível). O que acontece ao sinal de saída? Como caracteriza a resposta em frequência deste circuito? Justifique.
- 12 - Qual é o ganho desta montagem?
- 13 - Implemente agora, usando um 741 (ou equivalente), a montagem da figura b).
- 14 - Ligue uma fonte DC de 5 V à entrada e meça o valor à saída. Está de acordo com o previsto? Justifique.
- 15 - Coloque uma senoide, com 4 V de amplitude e 1 kHz de frequência, e registre o sinal de saída. Descreva e justifique as alterações observadas.
- 16 - Troque a posição das resistências, R_1 e R_2 . Coloque uma onda sinusoidal com 500 mV de amplitude e 1 kHz na entrada e registre o sinal de saída. Está de acordo com o previsto?
- 17 - Aumente a amplitude do sinal de entrada até ao valor máximo do gerador. O que acontece ao sinal de saída? Justifique.
- 18 - Aumente a frequência da onda sinusoidal e observe o sinal de saída. O que acontece? Para 1 kHz, faça variar a amplitude da onda de entrada e observe o sinal de saída. O que acontece? Justifique.
- 19 - Qual é o ganho desta montagem?

1.4 Somador Inversor

Considere o circuito seguinte:



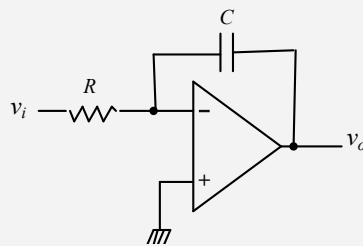
Considere ainda $R = 10 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2.2 \text{ k}\Omega$.

- 20** - Efetue a montagem indicada, considerando v_1 e v_2 (recomenda-se que desenhe antecipadamente o diagrama de pinos). Alimente o circuito com +5 V/ -5 V.
- 21** - Coloque uma fonte DC de 400 mV na entrada 1 e outra de -500 mV na entrada 2. Qual é o valor da tensão de saída? Justifique.
- 22** - Coloque agora uma fonte AC, com 200 mV de amplitude e frequência de 1 kHz, na entrada 1 e uma fonte DC de 500 mV na entrada 2. Registe o sinal de saída? Justifique.
- 23** - Consegue definir o ganho desta montagem? Porquê?

1.5 Circuito integrador

Ponto Teórico (aula 2)

I – Considere o seguinte circuito:



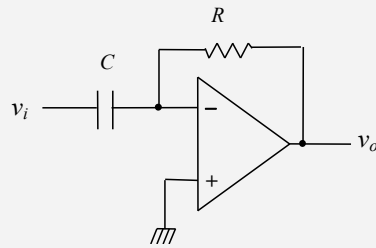
Desenhe o diagrama de pinos, correspondente. Não se esqueça da alimentação do circuito.

II – Deduza a equação que relaciona a tensão de saída com a tensão de entrada, no tempo e na frequência.

- 24** - Considere $C = 47 \text{ nF}$ e $R = 10 \text{ k}\Omega$, implemente, na *breadboard*, o circuito que corresponde ao diagrama de pinos anterior (alimente o circuito com +10 V e -10 V).
- 25** - Coloque uma onda quadrada na entrada com uma frequência 100 Hz. Registe e justifique o sinal de saída obtido.
- 26** - Coloque agora uma senoide com 1 V de amplitude e varie a frequência entre o mínimo e o máximo possível? O que acontece? Justifique.
- 27** - Coloque agora uma resistência em paralelo com o condensador e repita a alínea 27. Explique o efeito desta resistência.
- 28** - Registe a resposta em frequência da montagem que acabou de efetuar.
- 29** - Qual é a frequência de corte e a largura de banda desta montagem?
- 30** - Com base nos resultados medidos, explique o porquê deste circuito ser conhecido como circuito integrador.

1.6 Circuito derivador

I – Considere o seguinte circuito:



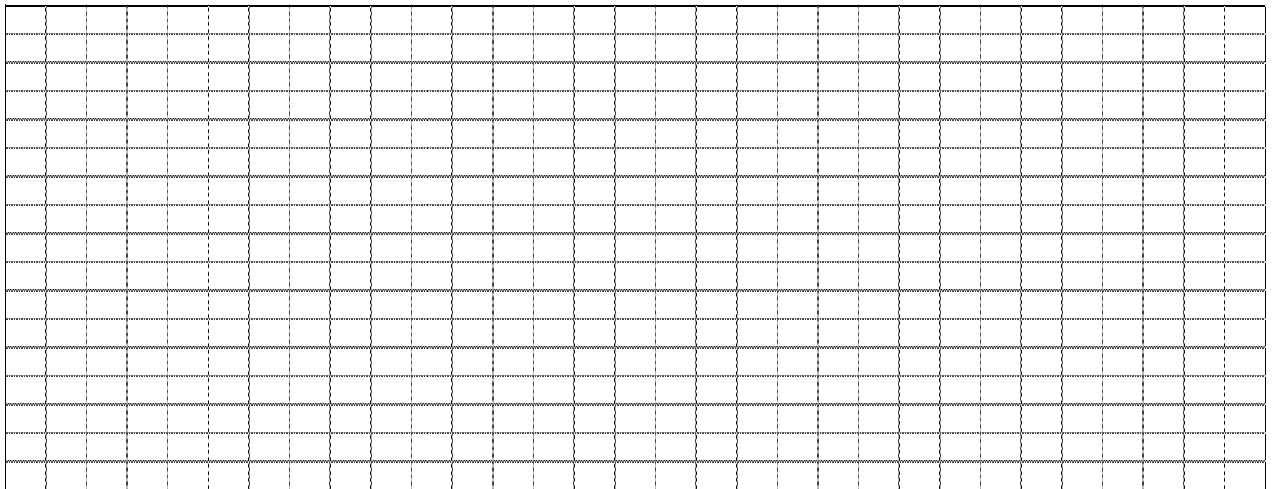
Desenhe o diagrama de pinos, correspondente. Não se esqueça da alimentação do circuito.

II – Deduza a resposta em frequência da montagem anterior e desenhe o seu módulo para as frequências que considere necessárias.

- 31 - Considere $C = 47 \text{ nF}$ e $R = 10 \text{ k}\Omega$, implemente, na *breadboard*, o circuito que corresponde ao diagrama de pinos anterior (alimente o circuito com $+10 \text{ V}$ e -10 V).
- 32 - Coloque uma onda quadrada na entrada com uma frequência 100 Hz . Registe e justifique o sinal de saída obtido.
- 33 - Coloque agora uma senoide com 1 V de amplitude e varie a frequência entre o mínimo e o máximo possível? O que acontece? Justifique.
- 34 - Coloque agora uma resistência em série com o condensador e repita a alínea 34. Explique o efeito desta resistência.
- 35 - Registe a resposta em frequência da montagem que acabou de efetuar.
- 36 - Qual é a frequência de corte e a largura de banda desta montagem?
- 37 - Com base nos resultados medidos, explique o porquê deste circuito ser conhecido como circuito derivador.
- 38 - Qual é o ganho desta montagem?

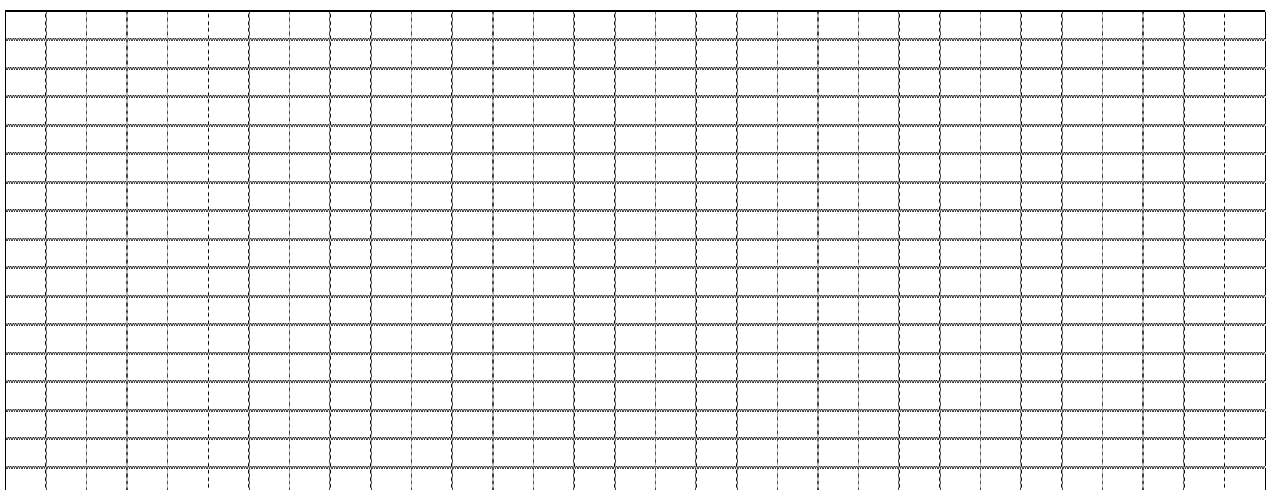
R5: _____

R6: _____

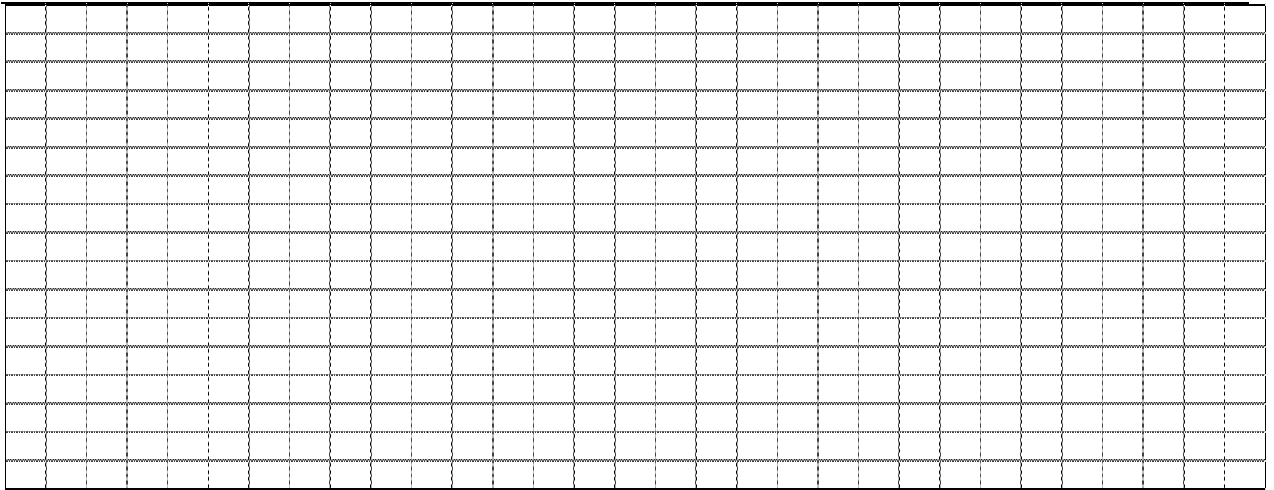


E1 – Resposta à questão 10.

Justificação Q 10: _____

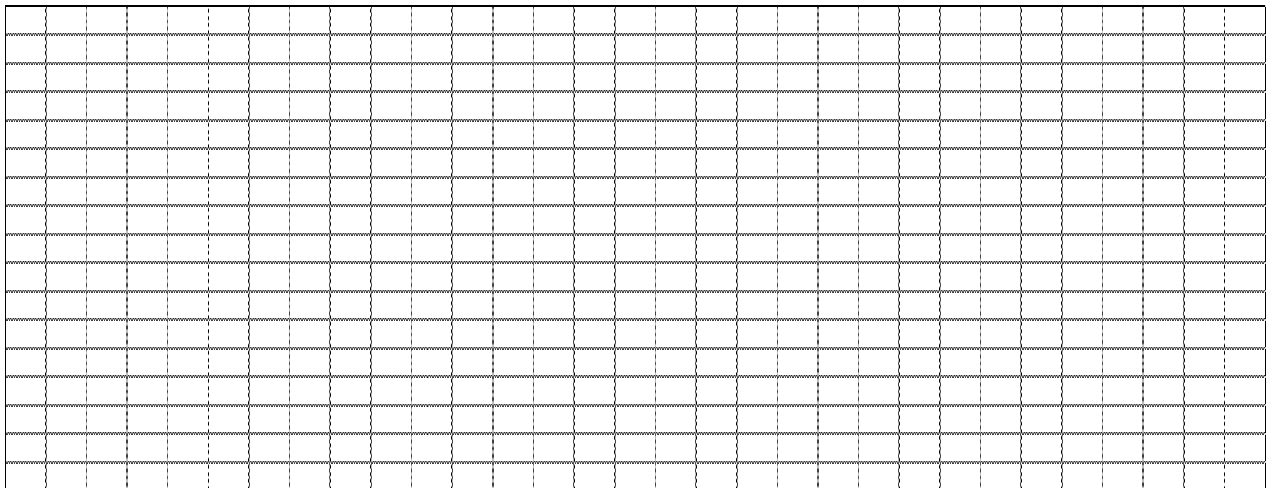


E2 – Resposta à questão 22.



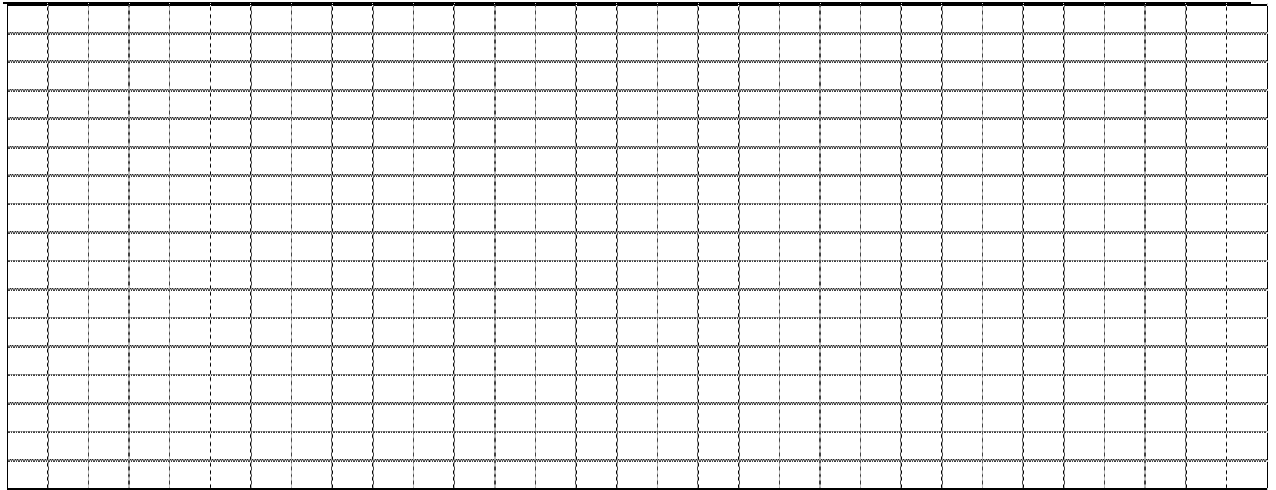
E3 – Resposta à questão 25.

Justificação Q 25: _____



E4 – Resposta à questão 28.

R33: _____



E5 – Resposta à questão 35.

R37: _____

