

TRABALHO 5

APLICAÇÕES DO AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO DISPOSITIVO LINEAR

1 - INTRODUÇÃO

Muitas vezes em engenharia é indispensável a amplificação de sinais de modo a aumentar a sua potência, por exemplo o sinal de rádio captado por um receptor não é suficiente para actuar um altifalante, necessitando para isso de ser amplificado. Em sistemas electrónicos de controlo existem transdutores que convertem grandezas físicas em sinais eléctricos, mas estes sinais têm um fraco nível energético. Torna-se por isso necessário utilizar um amplificador capaz de fornecer a potência necessária para actuar motores, bombas, válvulas e dispositivos de sinalização.

2 - BREVE DESCRIÇÃO

O amplificador operacional (amp. op.) é um circuito integrado constituído por diversos andares amplificadores com transístores. Utiliza-se com frequência para amplificação de sinais (funcionamento linear) mas também aparece em aplicações não lineares (por ex. comparadores) onde se definem apenas 2 níveis de tensão (normalmente $+V_{cc}$ e $-V_{cc}$, sendo V_{cc} a tensão de alimentação).

A sua grande difusão no campo da amplificação resulta das suas características se aproximarem bastante do amplificador ideal ou seja:

- Impedância de entrada elevada.
- Impedância de saída muito baixa.
- Ganho do amplificador muito elevada.
- Manutenção do ganho para uma grande gama de frequências (largura de banda elevada).

Neste trabalho utiliza-se o mais divulgado de todos os amp. op.'s (μA 741) em aplicações lineares ou seja, onde a relação entre a saída e as entradas é descrita por uma equação diferencial linear de coeficientes constantes.

Uma característica comum no funcionamento linear, é o facto de todas as montagens possuírem realimentação negativa, o que melhora consideravelmente as características do amplificador: consegue-se um ganho muito estável (independente do ganho em malha aberta do amp. op., da temperatura, etc) controlado apenas pelos valores das resistências, uma menor impedância de saída e uma maior largura de banda.

A análise de circuitos com amp. op. quando estes funcionam como dispositivos lineares vem facilitada, se se tiver em conta que as duas entradas (não inversora (v^+) e inversora (v^-) se encontram ao mesmo potencial. Num amp. op. sem realimentação, temos:

$$v_o = A_d(v^+ - v^-),$$

onde A_d é o ganho do amp. op. O funcionamento como dispositivo linear implica a existência duma tensão de saída finita ($-V_{cc} < v_o < +V_{cc}$), assim vem

$$v^+ - v^- = v_o/A_d, \text{ ou seja } v^+ \approx v^-.$$

OBJECTIVO DO TRABALHO

Este trabalho consiste numa série de realizações experimentais que se destinam a demonstrar o funcionamento dum amplificador operacional (amp. op.), - neste caso o μA 741 -, suposto ideal, quando utilizado como dispositivo linear.

MATERIAL A UTILIZAR

- 2 Fontes de tensão
- 1 Gerador de sinal
- 1 Multímetro
- 1 Osciloscópio
- 1 Placa de montagem
- 1 Amp. op. μA 741
- 1 Potenciómetro de $5\text{ K}\Omega$
- 2 Resistências de $10\text{ K}\Omega$
- 2 Resistências de $100\text{ K}\Omega$
- 1 Resistência de $47\text{ K}\Omega$
- 1 Condensador 15 nF .

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

CUIDADOS ESPECIAIS DE PROCEDIMENTO

Deve recordar a forma de utilização do material de laboratório de forma a estar perfeitamente ciente do seu uso. Ligue as 2 fontes de alimentação do modo indicado na Fig.1.

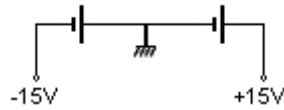


Figura 1

Deve ter o máximo cuidado em observar o seguinte:

- ao alimentar o amp. op., ligue o terminal massa, ou de referência de tensões, em último lugar. Ao desligar a alimentação o terminal massa é o primeiro a ser desligado.
- o gerador de sinal só deve ser ligado após o amp. op. estar devidamente alimentado, e deve ser desligado antes de se retirar a alimentação ao amp. op.

A não observância destas regras conduz invariavelmente à destruição do amp. op..

1- Na Fig 2 encontra-se representada esquematicamente a montagem não inversora.

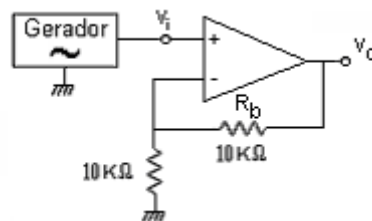


Figura 2

Monte o circuito indicado e alimente o amp. op.. Aplique à entrada do circuito uma tensão sinusoidal com 1 V_{pp} de amplitude e cerca de 1 KHz de frequência.

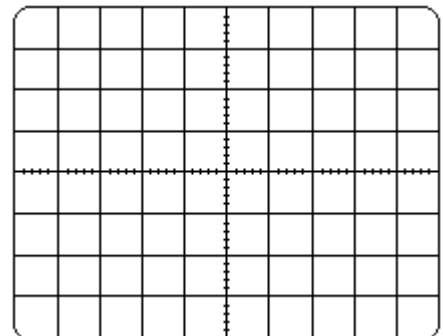
1.1- Registe a forma de onda na entrada e na saída. Calcule o ganho de tensão da montagem (v_o/v_i).

1.2- Faça variar a amplitude do sinal na entrada e registe pelo menos mais um par de valores (v_i, v_o).

$v_i =$ _____ $v_o =$ _____

Verifique se a saída é proporcional à entrada.

1.3- Fixando agora a amplitude do sinal de entrada em 1 V_{pp}, faça variar R_b (10KΩ, 47KΩ e 100KΩ).



R _b	V _o (V _{pp})	Ganho (v_o/v_i)	Ganho Teórico
10KΩ			
47KΩ			
100KΩ			

Explique as eventuais diferenças entre os ganhos registados e os previstos.

2- O circuito da Fig.3 é um caso particular de montagem não-inversora que se costuma designar por seguidor de tensão ou "buffer". Execute a sua montagem. Repita os procedimentos do ponto 1.

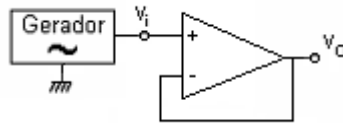


Figura 3

2.1- Anote o valor da tensão de saída. Calcule o ganho de tensão da montagem (v_o/v_i). Qual o ganho previa teoricamente?

$v_o =$ _____

3- Na Fig 4 encontra-se representada esquematicamente a montagem inversora. Proceda à montagem do circuito indicado e alimente devidamente o amp. op..

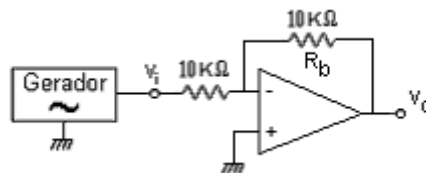
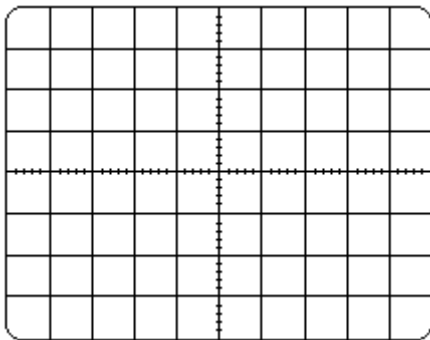


Figura 4

Repita os procedimentos dos pontos 1.1 e 1.3. Qual a principal diferença no comportamento deste circuito relativamente ao do ponto 1.



R_b	V_o (V_{pp})	Ganho (v_o/v_i)	Ganho Teórico
10KΩ			
47KΩ			
100KΩ			

4 - Na fig. 5 encontra-se representado um amplificador somador 2 entradas. Monte o circuito indicado e depois de alimentado devidamente o amp. op., faça $v_2 = 0$ actuando no potenciômetro. Na outra entrada somador aplique uma tensão sinusoidal com 1 V_{pp} e cerca de 1 KHz frequência.

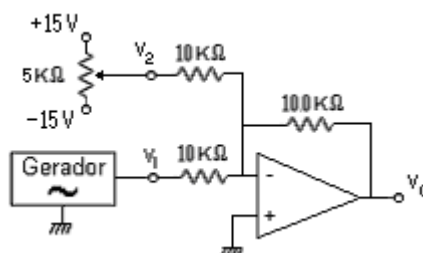


Figura 5

4.1- Observe e registre o sinal de entrada (v_1) e o sinal de saída. Justifique a amplitude da sinusóide obtida na saída bem como o valor da sua componente contínua.

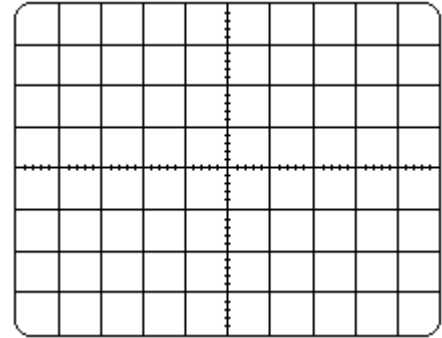
4.2- Por meio do potenciômetro, faça variar o valor de v_2 e registre o que observa na tensão de saída. Explique o comportamento da tensão de saída.

4.3- Tome nota do valor da componente contínua da tensão de saída, quando $v_2 = -0.5V$.

$v_o(\text{componente contínua}) = \underline{\hspace{2cm}}$ Qual o seu valor teórico?

4.4- Faça agora $v_2 = v_1$, ligando ambas as entradas do somador à saída do gerador (não esqueça de desligar o potenciômetro!). Registre o valor tensão pico a pico na saída.

$v_o = \underline{\hspace{2cm}}$ Qual o valor esperado?



5- Na Fig.6 representa-se um amplificador diferencial. Monte o circuito indicado e alimente devidamente o amp. op.. Proceda de modo idêntico aos pontos 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4.

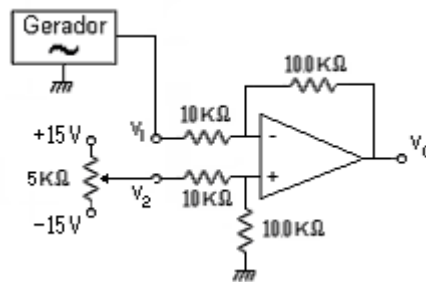
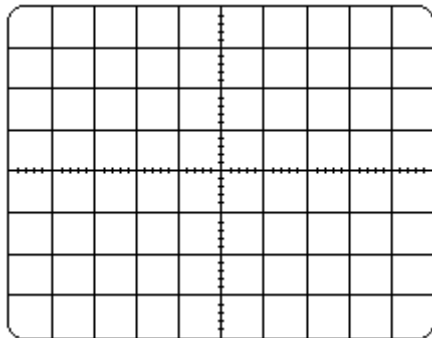


Figura 6



5.3- $v_o(\text{componente contínua}) = \underline{\hspace{2cm}}$

Indique o valor teórico?

5.4- $v_o = \underline{\hspace{2cm}}$ Qual o valor esperado?

6- Na Fig.7 representa-se uma montagem diferenciadora. A resistência de $10K\Omega$ em série com o condensador destina-se a limitar o ganho da montagem para frequências elevadas.

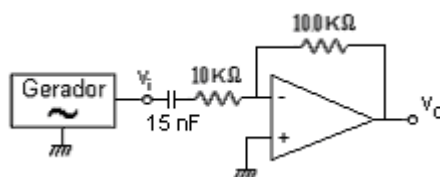
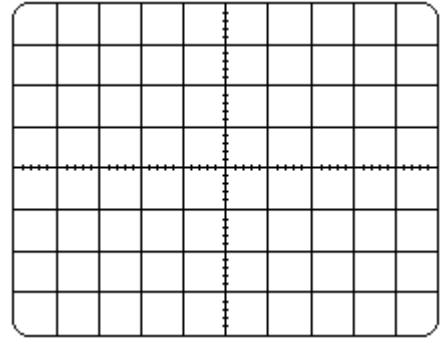


Figura 7

6.1- Uma vez montado o circuito indicado com as precauções habituais, aplique à sua entrada um sinal triangular com $1 V_{pp}$ e 200 Hz de frequência. Registe a forma da onda e a amplitude do sinal na saída. Justifique os resultados obtidos na prática.

6.2- Varie a frequência do sinal até cerca de 10KHz ($f \gg f_i \approx 1\text{KHz}$, frequência inferior de corte). Registe o que entretanto se passa com o sinal observado na saída. Comente o que se passa com o sinal observado na saída (justifique o valor do ganho).



7- A Fig.8 representa esquematicamente uma montagem integradora. A resistência de $47\text{K}\Omega$ em paralelo com o condensador limita o ganho DC da montagem.

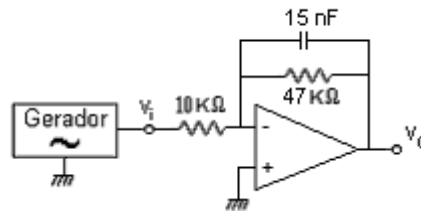


Figura 8

7.1- Uma vez montado o circuito, aplique à entrada uma onda quadrada com $2 V_{pp}$ de amplitude e uma frequência de 1 KHz. Registe a forma de onda e o valor pico a pico do sinal observado na saída. Justifique o comportamento do sinal de saída.

7.2- Faça variar a frequência do sinal de entrada até cerca de 20 Hz ($f \ll f_s \approx 200\text{Hz}$, frequência superior de corte). Registe o comportamento do sinal de saída. Comente o comportamento do sinal de saída (justifique o valor do ganho).

