

## 6 – Amplificadores operacionais: configurações básicas

**Objectivos** – Conhecer as características principais dum amplificador operacional comercial. Conhecer e saber dimensionar as configurações inversora e não-inversora. Caracterização básica destas configurações no laboratório.

### 6.1 – O amplificador operacional TL081

Neste trabalho vamos utilizar um amplificador operacional (OpAmp) muito popular, o TL081, disponível na forma dum circuito integrado de 8 pinos (fig. 6.1).

Consulte o *datasheet* (folheto de especificações) deste OpAmp, disponível no elearning, e registe os valores máximos das características seguintes:

Tensões de alimentação \_\_\_\_\_

Tensão de entrada \_\_\_\_\_

Tensão diferencial de entrada \_\_\_\_\_

Obtenha também os seguintes parâmetros técnicos:

Ganho de tensão (malha aberta) \_\_\_\_\_

Resistência de entrada \_\_\_\_\_

Correntes de entrada (*input bias current*) \_\_\_\_\_

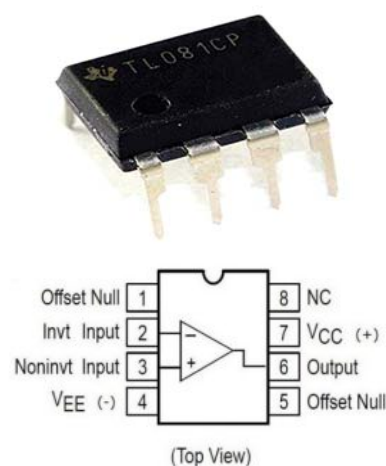


Fig. 6.1

### 6.2 – Configuração inversora

O primeiro circuito amplificador que vamos montar com o OpAmp é a chamada **configuração inversora**. Este circuito vai ser alimentado por duas tensões simétricas de  $V_{CC} = +15V$  e  $V_{EE} = -15V$ , que serão obtidas da fonte de alimentação da bancada usando a configuração da fig. 5.4 (Trabalho 5).

Comece por montar na placa branca o TL081 fornecido, tal como indicado na fig. 6.2. Recomenda-se que use uma das ligações ao longo do comprimento da placa branca para o nó de alimentação  $V_{CC}$ , outra para o nó de massa e uma terceira para o nó  $V_{EE}$ , como ilustrado na foto da fig. 6.2.

a) A fig. 6.3 mostra o esquema da configuração inversora ligada ao gerador de sinal. Com base no último dígito do seu número mecanográfico e nas correspondentes especificações de **resistência de entrada** e de **ganho** pretendidos para o amplificador (consulte a Tabela 6.1), calcule os valores das resistências  $R_1$  e  $R_2$  a usar. Tente obter o ganho pretendido usando os valores padrão disponíveis. Se necessário, aproxime o valor desejado de cada resistência usando associações em série ou em paralelo (mas não associe mais do que duas resistências).

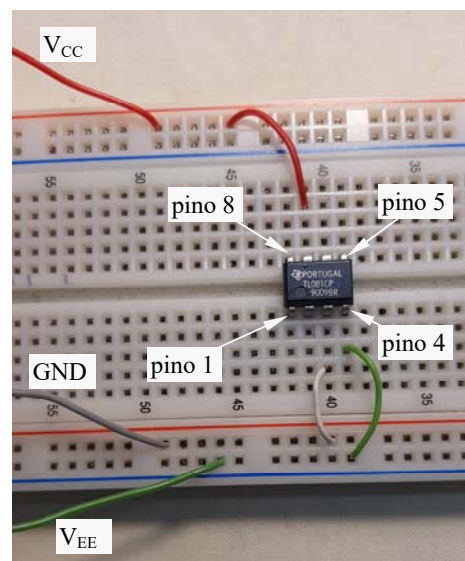


Fig. 6.2

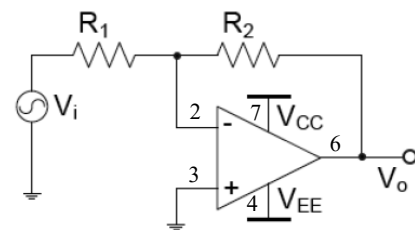
**Tabela 6.1** – Especificações de resistência de entrada e ganho

Último dígito do número mecanográfico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Resistência de entrada ( $K\Omega$ )	10 a 18	6.8 a 12	5.6 a 10	4.7 a 6.8	2.2 a 5.6	1.5 a 4.7	1.2 a 2.2	1 a 1.5	0.56 a 1.2	0.47 a 1
Ganho	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60

**b)** Adicione  $R_1$  e  $R_2$  ao circuito.

Configure primeiro a fonte de alimentação para tensões de saída de  $+15$  e  $-15V$ . Só depois é que a deve ligar ao circuito.

Configure o gerador de sinal para uma saída sinusoidal a  $1KHz$  com cerca de  $300mVp-p$  (pico a pico) e ligue-o à entrada do seu circuito. Certifique-se que a sinusóide que observa na saída não tem distorção visível e, finalmente, meça o ganho e compare com o valor teórico esperado. Observe também a relação de fase entre  $V_o$  e  $V_i$ .

**Fig. 6.3**

### Saturação do OpAmp

**c)** Analise o comportamento do OpAmp na zona de saturação. Para isso aumente suavemente, no gerador de sinal, a amplitude da tensão sinusoidal aplicada na entrada do circuito. O que acontece quando este sinal ( $V_i$ ) força uma excursão da tensão de saída ( $V_o$ ) para fora dos limites da tensão de alimentação do OpAmp? Registe a forma de onda observada na saída do circuito e compare os valores de tensão limite observados na saída  $V_o$  com o parâmetro *Maximum peak output voltage swing* ( $V_{OM}$ ) indicado no *datasheet* do TL081.

### Frequência de corte

**d)** Comece por reduzir a amplitude do gerador de sinal para o valor original de  $300mVp-p$  a  $1KHz$ . Aumente agora a frequência do sinal de entrada até verificar que a amplitude do sinal de saída começa a diminuir. Procure a frequência à qual o sinal de saída exibe cerca de 70% da amplitude registada a  $1KHz$ . A essa frequência meça a diferença de fase entre as sinusóides de entrada e saída. O que conclui?

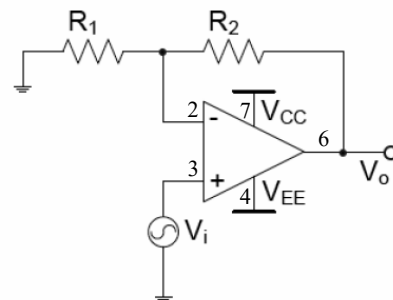
**e)** Aumente o valor de  $R_2$  de um factor de 10 e repita a alínea **d)**. Note que terá de reduzir, eventualmente, a amplitude do sinal de entrada de forma a evitar a saturação do OpAmp. Que valor de frequência obteve desta vez?

## 6.3 – Configuração não-inversora

Monte agora o OpAmp na chamada *configuração não-inversora* representada na fig. 6.4.  $R_1$  e  $R_2$  devem ter os mesmos valores que usou anteriormente.

**a)** Repita a alínea **b)** do ponto 6.2.

**b)** Elimine agora  $R_1$  e substitua  $R_2$  por um curto-circuito. Que ganho espera obter nestas condições? Meça o ganho experimentalmente.

**Fig. 6.4**