

## 5 – Amplificadores operacionais: configurações básicas

**Objectivos** – Conhecer as características principais dum amplificador operacional comercial. Conhecer e saber dimensionar uma configuração inversora para dado valor de resistência de entrada e ganho. Circuito somador e integrador.

### 5.1 – 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. 5.1).

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

Tensões de alimentação;  $\pm 18V$

Tensão de entrada.  $\pm 15V$

Obtenha também os seguintes parâmetros:

Ganho de tensão (malha aberta);

Resistência de entrada do OpAmp;

Excursão máxima de saída.

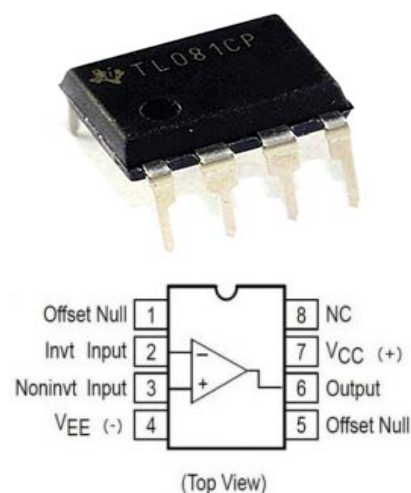


Fig. 5.1

### 5.2 – Ligação das alimentações e massa

Nos circuitos que vai montar a seguir, o TL081 vai ser alimentado por duas tensões simétricas<sup>6</sup>:  $V_{CC} = +15V$ , ligada no pino 7 e  $V_{EE} = -15V$ , ligada no pino 4. Os esquemas de circuitos com OpAmps raramente mostram explicitamente as ligações das alimentações, mas é claro que elas têm de ser feitas.

Assim, comece por montar na placa branca o circuito integrado fornecido, tal como indicado na fig. 5.2. Recomenda-se que use uma das ligações ao longo do comprimento da placa para o nó de alimentação  $V_{CC}$ , outra para o nó de massa e uma terceira para o nó  $V_{EE}$ .

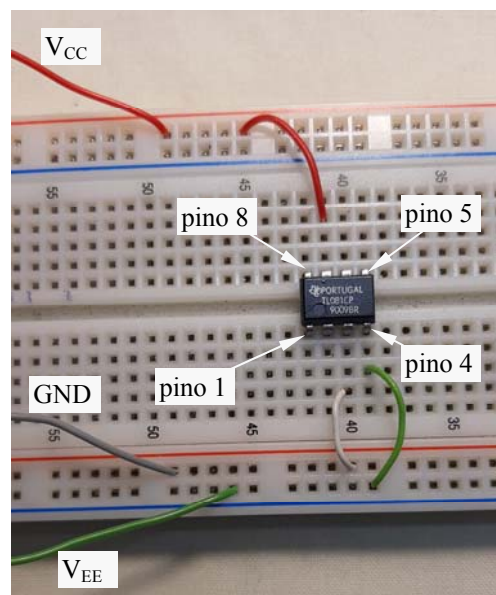


Fig. 5.2

<sup>6</sup> Consulte os seus apontamentos relativos ao Trabalho 3 para recordar como se configura a fonte de alimentação da bancada para fornecer duas tensões simétricas.

### 5.3 – Configuração inversora

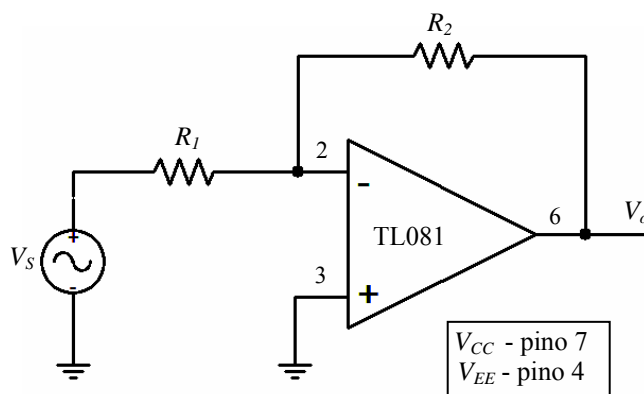
a) A fig. 5.3 mostra o esquema da configuração inversora ligada ao gerador de sinal. Com base no número do seu grupo e nas correspondentes especificações de **resistência de entrada** e de **ganho** pretendidos para a configuração (consulte a Tabela 5.1), calcule os valores das resistências  $R_1$  e  $R_2$  a usar. Tente obter o ganho pretendido (com um erro até 5%) 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).

**Tabela 5.1** – Especificações de resistência de entrada e ganho

Grupos	1 e 6	2 e 7	3 e 8	4 e 9	5 e 10
Resistência de entrada ( $k\Omega$ )	6.8 a 12	3.3 a 6.8	1.8 a 3.3	1 a 1.8	0.47 a 1
Ganho	6	12	25	50	100

b) Adicione  $R_1$  e  $R_2$  à montagem do circuito na placa branca.

Ajuste primeiro a fonte de alimentação para as tensões de +15V e -15V. Só depois é que a deve ligar ao circuito. Depois 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  $V_s$ .



**Fig. 5.3**

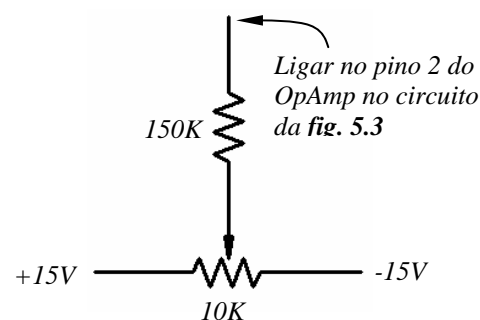
c) Analise o comportamento do OpAmp na zona de saturação. Para isso aumente suavemente, no gerador de sinal, a amplitude da tensão sinusoidal aplicada na entrada do circuito. O que acontece quando este sinal ( $V_s$ ) força uma excursão da tensão de saída ( $V_o$ ) para fora dos limites da tensão de alimentação do OpAmp? Registe a forma de onda observada na saída do circuito e relacione os valores de tensão limite observados com o valor da excursão máxima de saída indicado no *datasheet* do TL081.

### 5.4 – Somador

a) Ao circuito da fig. 5.3 adicione o circuito da fig. 5.4, que inclui um potenciómetro de 10k $\Omega$  e uma resistência de 150k $\Omega$ .

Com o gerador de sinal regulado para uma saída sinusoidal de pequena amplitude de modo a não saturar a saída do OpAmp, varie a posição do potenciómetro e veja o efeito que isso tem na saída  $V_o$ . Explique.

b) Considerando  $V_s = 0V$ , quais deverão ser, teoricamente, os valores máximo e mínimo de  $V_o$  que obtém quando o cursor do potenciómetro é colocado em cada uma das suas posições extremas.



**Fig. 5.4**

### 5.5 – Integrador

Monte agora o OpAmp na **configuração integradora** representada na fig. 5.5. Como viu nas aulas teóricas,  $R_f$  não faz parte do integrador mas é adicionada na prática para limitar o ganho do circuito às baixas frequências, evitando que este sature.

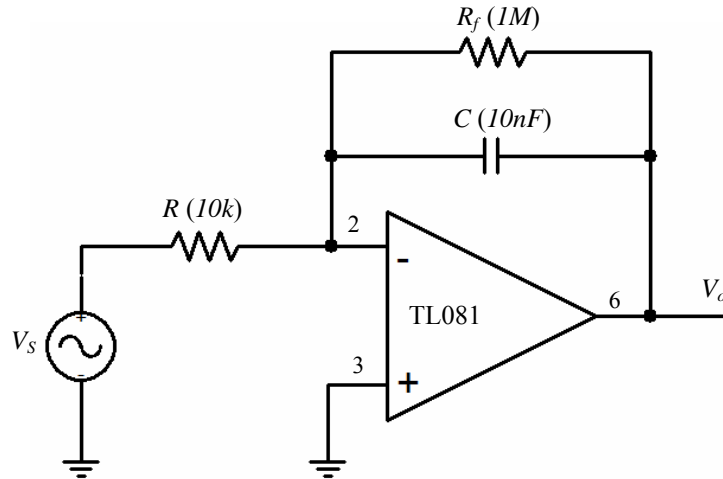


Fig. 5.5

- Ajuste o gerador de sinal para uma saída sinusoidal simétrica com cerca de  $2V_{p-p}$  e uma frequência de  $1kHz$ . Observe no osciloscópio as formas de onda de  $V_o$  e  $V_s$ .  
A que frequência obtém um ganho de tensão unitário?
- Aplice uma onda rectangular de  $500Hz$  e observe as formas de onda da entrada e da saída. Interprete o resultado obtido e compare-o com o que observou no circuito RC, no trabalho anterior (em 4.3-a).
- Retire do circuito a resistência  $R_f$  e observe o efeito.

