

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;
- Tensão de entrada.

Obtenha também os seguintes parâmetros:

- Ganho de tensão (malha aberta);
- Resistência de entrada do OpAmp;
- Excursão máxima de saída.

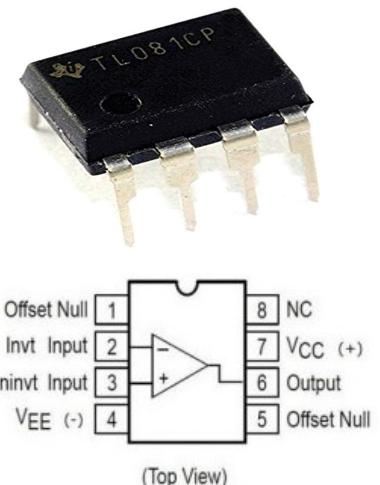


Fig. 5.1

5.2 – Ligação das alimentações e massa

Nos circuitos que vai montar a seguir, o TL081 vai ser alimentado por duas tensões simétricas⁷: $V_{CC} = +15V$, 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} .

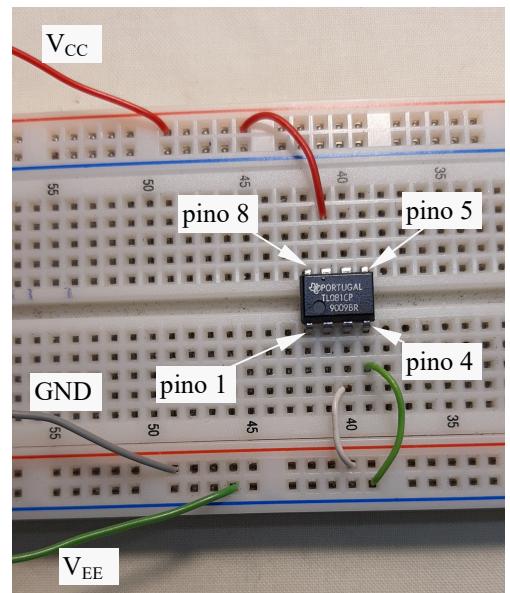
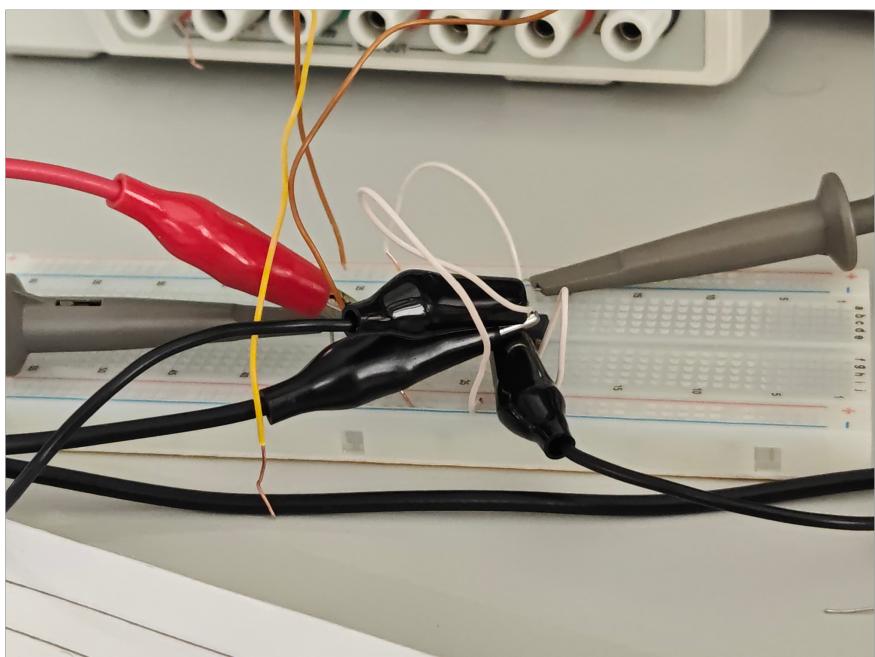
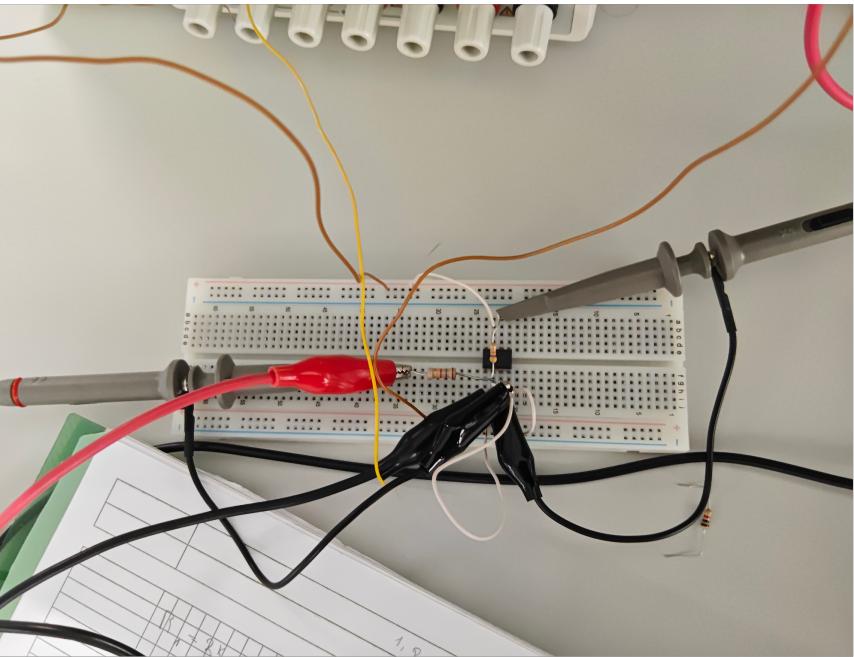


Fig. 5.2

⁷ 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 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 .

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.

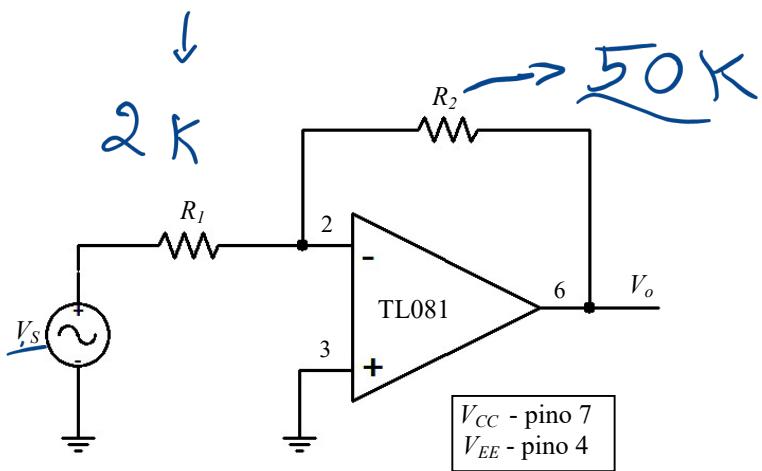


Fig. 5.3

5.4 – Somador

a) Ao circuito da fig. 5.3 adicione o circuito da fig. 5.4, que inclui um potenciômetro 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 potenciômetro 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 potenciômetro é colocado em cada uma das suas posições extremas.

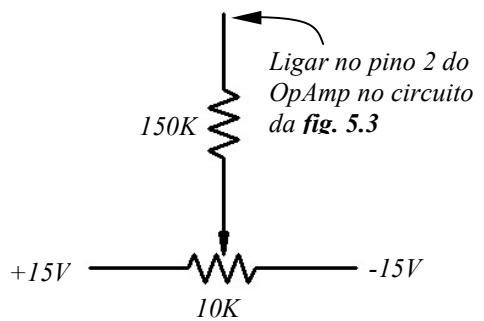


Fig. 5.4

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.

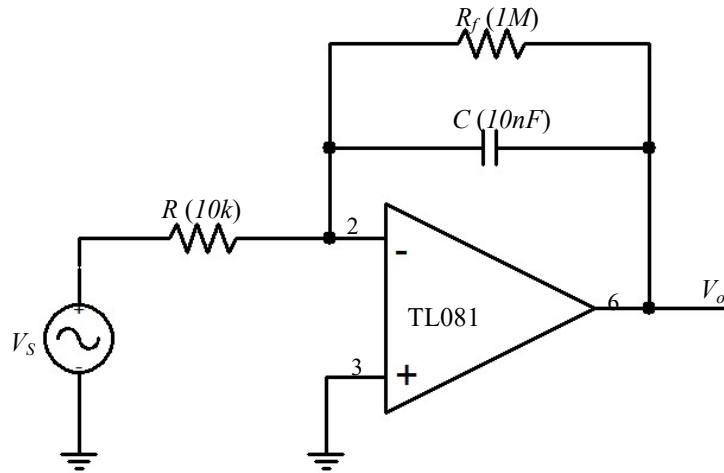


Fig. 5.5

- a) 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?
- b) Aplique 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).
- c) Retire do circuito a resistência R_f e observe o efeito.