

1 - INTRODUÇÃO

Os compensadores do tipo proporcional integral, vulgarmente designados por CPI, são bastante utilizados para controlo em cadeia fechada de variadas grandezas elétricas, por exemplo, em conversores estáticos de potência.

2 - OBJETIVOS

Com este trabalho pretende-se que o aluno concretize os seguintes objetivos:

- Determinar a função de transferência para um compensador do tipo proporcional integral;
- Efetuar o dimensionamento para ganhos proporcionais e integrais específicos;
- Montar o compensador do tipo proporcional integral e fazer o ensaio experimental para uma resposta com entrada em escalão;
- Obter teoricamente a característica de amplitude da resposta em frequência;
- Obter experimentalmente a característica de amplitude da resposta em frequência.

3 - ESQUEMA DE MONTAGEM

Para a resposta às questões colocadas no dimensionamento, considere a montagem da Figura 1, em que $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=1\text{k}\Omega$, $R_3=6,8\text{k}\Omega$, $R_4=3,9\text{k}\Omega$, $R_5=10\text{k}\Omega$, $R_6=51\text{k}\Omega$, $R_7=560\text{k}\Omega$; $C_1=1\mu\text{F}$, $C_2=10\text{nF}$ e 2 AMP 741.

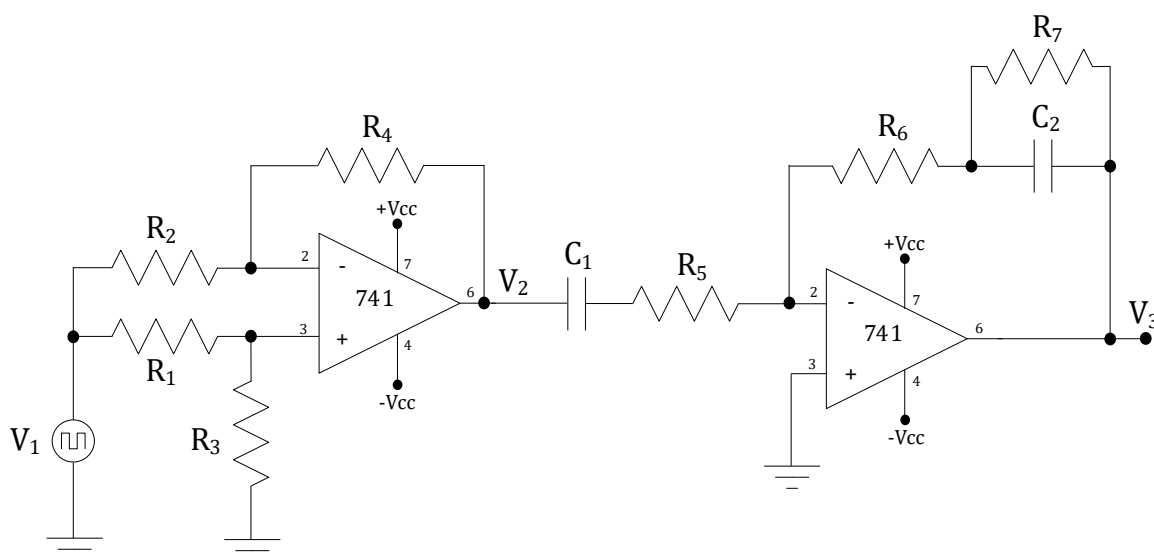


Figura 1

4 - DIMENSIONAMENTO

4.1 - Considere os amplificadores ideais. **Deduz** as funções de transferência $V_2=f(V_1)$ e $V_3=f(V_2)$. Caso existam, identifique os zeros e os polos das funções de transferência.

4.2 - Considerando C_1 e R_7 com valores muito elevados ($\approx\infty$), tais que a sua influência possa ser desprezada, deduz as funções de transferência $V_2=f(V_1)$ e $V_3=f(V_2)$. Caso existam, identifique os zeros e os polos das funções de transferência.

4.3 - Utilizando exclusivamente o software MATLAB/SIMULINK e tendo em conta o circuito da Figura 1 simule o circuito para as seguintes situações:

- a) V_1 e V_2 considerando que $f=100\text{Hz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- b) V_1 e V_3 considerando que $f=100\text{Hz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- c) V_2 e V_3 considerando que $f=100\text{Hz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- d) V_1 e V_2 considerando que $f=10\text{kHz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- e) V_1 e V_3 considerando que $f=10\text{kHz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- f) V_2 e V_3 considerando que $f=10\text{kHz}$ e V_1 uma onda quadrada de 100mV pico a pico.
- g) Represente o diagrama de bode do compensador proporcional integral ($V_3=f(V_2)$) para uma frequência de $50\text{Hz} < f < 1,5\text{MHz}$. (Considere C_1 e R_7 com valores muito elevados ($\approx \infty$), tais que a sua influência possa ser desprezada).
- h) Represente o diagrama de bode do compensador proporcional integral ($V_3=f(V_2)$) para uma frequência de $50\text{Hz} < f < 1,5\text{MHz}$. (Não despreze C_1 nem R_7).

5 - CONDUÇÃO DO TRABALHO

Monte o circuito indicado na Figura 2 considerando os seguintes valores para os respetivos componentes: $R_1 = 10k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$, $R_3 = 6,8k\Omega$, $R_4 = 3,9k\Omega$, $R_5 = 10k\Omega$, $R_6 = 51k\Omega$, $R_7 = 560k\Omega$, $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 10nF$ e 2 AMP 741. As tensões $+V_{CC}$ e $-V_{CC}$ são $\pm 15 V$.

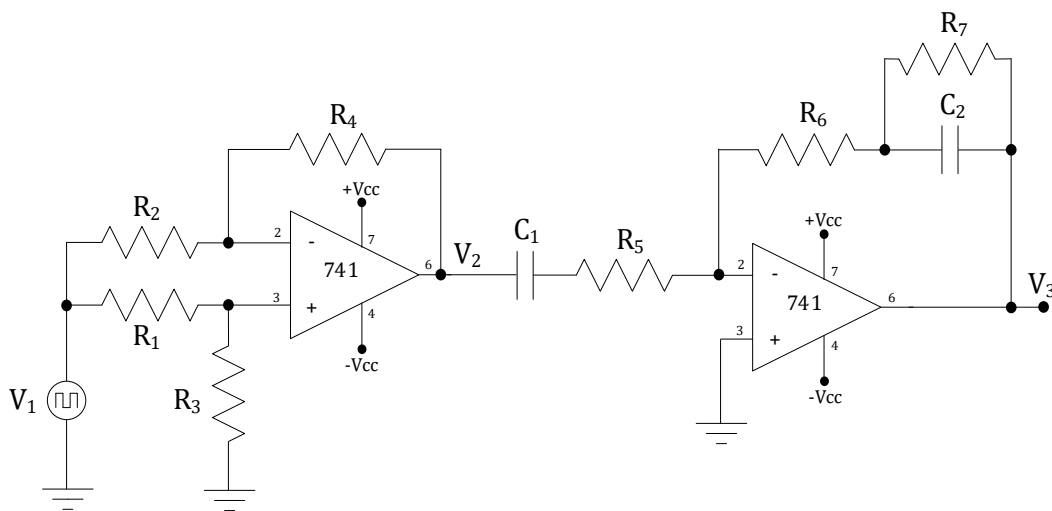


Figura 2

5.1 - De modo a observar a resposta ao escalão do circuito, ajuste a saída do gerador de sinais para uma onda quadrada (V_1) de amplitude 100mV pico a pico e com o auxílio do osciloscópio observe e registe, sincronizadamente no tempo, os seguintes pares de evoluções temporais: V_1 e V_2 ; V_1 e V_3 ; V_2 e V_3 para as frequências de 100Hz e 10kHz.

5.2 - Ajuste a saída do gerador de sinais (V_1) para uma onda sinusoidal de 100mV pico a pico e obtenha a resposta em frequência do ganho do PI com variação da frequência. Utilize o osciloscópio para visualizar V_1 e V_3 .

f (Hz)	50	100	300	500	700	10^3	5×10^3	10^4	5×10^4	10^5	2×10^5	4×10^5	6×10^5	10^6
V_3 (V)														
G_v (dB)														

Nota: $G_{v[dB]} = 20 \times \log \left| \frac{V_3}{V_1} \right|$

6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

6.1 - Com os valores obtidos na alínea 5.2 (ensaio experimental) represente o diagrama de bode do CPI. Compare o diagrama de bode obtido experimentalmente com o diagrama de bode obtido através do simulador (alíneas 4.3.g e 4.3.h - Dimensionamento).

6.2 - Justifique a utilização do condensador C_1 e da resistência R_7 .

7 - ELABORE UM RELATÓRIO DE ACORDO COM O MODELO FORNECIDO