

Eletrónica Geral

3º Trabalho de Laboratório: Compensador Proporcional Integral

Turma:

Fábio Santos – 42111

André Faria – 44731

Afonso Correia – 47521

João Jacinto – 48659

Índice

[Introdução 3](#_Toc162809342)

[Objetivos 3](#_Toc162809343)

[Esquema de Montagem 3](#_Toc162809344)

[Dimensionamento 4](#_Toc162809345)

[4.1) 4](#_Toc162809346)

[4.2) 5](#_Toc162809347)

[4.3) 5](#_Toc162809348)

[a) 5](#_Toc162809349)

[b) 6](#_Toc162809350)

[c) 6](#_Toc162809351)

[d) 7](#_Toc162809352)

[e) 7](#_Toc162809353)

[f) 8](#_Toc162809354)

[g) 8](#_Toc162809355)

[h) 9](#_Toc162809356)

[Registo de Resultados 10](#_Toc162809357)

[5.1) 10](#_Toc162809358)

[5.2) 13](#_Toc162809359)

[Análise de Resultados 13](#_Toc162809360)

[6.1) 13](#_Toc162809361)

[6.2) 13](#_Toc162809362)

# 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.

# 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 caraterística de amplitude da resposta em frequência;
* Obter experimentalmente a caraterística de amplitude da resposta em frequência.

# Esquema de Montagem

Para a resposta às questões colocadas no dimensionamento, considere a montagem da Figura 1, em que R1=10kΩ, R2=1kΩ, R3=6,8kΩ, R4=3,9kΩ, R5=10kΩ, R6=51kΩ, R7=560kΩ; C1=1μF, C2 = 10nF e 2 AMP 741.

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Figura 1 - Esquema de Montagem

# Dimensionamento

4.1) Considere os amplificadores ideais. Deduza as funções de transferência V2=f(V1) e V3=f(V2). Caso existam, identifique os zeros e os polos das funções de transferência.

**V2=f(V1)**

Ao ligar a entrada não inversora à massa, a montagem torna-se uma montagem inversora, assim sendo:

Ao ligar a entrada inversora à massa, a montagem torna-se não inversora, logo:

Através do teorema da sobreposição conclui-se que:

**V3=f(V2)**

Cálculo da impedância do Feedback:

Cálculo da tensão V3

Zeros:

Polos:

4.2) Considerando C1 e R7 com valores muito elevados (≈∞), tais que a sua influência possa ser desprezada, deduza as funções de transferência V2=f(V1) e V3=f(V2). Caso existam, identifique os zeros e os polos das funções de transferência.

**V2=f(V1)**

**V3=f(V2)**

Zeros:

Polos:

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)

A graph with lines and numbers

Description automatically generated

Figura 2 - V1 e V2 com f=100Hz

### b)

A graph with blue lines

Description automatically generated

Figura 3 - V1 e V3 com f=100Hz

### c)

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Figura 4 - V2 e V3 com f=100Hz

### d)

A graph with blue and yellow lines

Description automatically generated

Figura 5 - V1 e V2 com f=10kHz

### e)

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Figura 6 - V1 e V3 com f=10kHz

### f)

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Figura 7 - V2 e V3 com f=10kHz

### g)

A graph of a function

Description automatically generated

Figura 8 - Diagrama de Bode a desprezar C1 e R7

### h)

A graph of a function

Description automatically generated

Figura 9 - Diagrama de Bode sem desprezar C1 e R7

Tanto g) como h) foram obtidos através da função de transferência V3=f(V1), devido a erros obtidos em Simulink quando utilizado V3=f(V2). A montagem do amplificador diferencial não irá influenciar o diagrama de bode.

# Registo de Resultados

5.1) De modo a observar a resposta ao escalo do circuito, e após ajuste da saída do gerador de sinais, foram registadas as seguintes evoluções temporais:

A screen with a square screen

Description automatically generated with medium confidence

Figura 10 - V1 e V2 com f=100Hz

A screen with a graph on it

Description automatically generated

Figura 11 - V1 e V3 com f=100Hz

A screen with a blue screen

Description automatically generated

Figura 12 - V2 e V3 com f=100Hz

A screen with a square screen

Description automatically generated with medium confidence

Figura 13 - V1 e V2 com f=10kHz

A screen with a blue line on it

Description automatically generated

Figura 14 - V1 e V3 com f=10kHz

A screen with a blue screen

Description automatically generated with medium confidence

Figura 15 - V2 e V3 com f=10kHz

5.2) Após o ajuste do gerador de sinais para uma onda sinusoidal, foram obtidos os valores em frequência do ganho do PI, com frequência variável.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V1 (V) | 0,05 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| f (Hz) | 50 | 100 | 300 | 500 | 700 | 1,E+03 | 5,E+03 | 1,E+04 | 5,E+04 | 1,E+05 | 2,E+05 | 4,E+05 | 6,E+05 | 1,E+06 |
| V3 (V) | 2,6 | 1,56 | 0,76 | 0,64 | 0,6 | 0,6 | 0,56 | 0,56 | 0,52 | 0,48 | 0,28 | 0,16 | 0,12 | 0,08 |
| GV  (dB) | 34,32 | 29,88 | 23,64 | 22,14 | 21,58 | 21,58 | 20,98 | 20,98 | 20,34 | 19,65 | 14,96 | 10,10 | 7,60 | 4,08 |

Tabela 1 - Ganho do PI em função da frequência

# Análise de Resultados

## 6.1)

Gráfico 1 - Diagrama de Bode Experimental do CPI

O diagrama de Bode obtido através dos valores experimentais é concordante com o diagrama obtido na alínea 4.3) do Dimensionamento.

## 6.2)

O condensador C1 é utilizado para filtrar as componentes em corrente contínua do circuito, ou seja, filtrar as tensões de offset que venham do primeiro andar do circuito e assim não saturar o segundo andar.

A resistência R7 foi colocada em paralelo com a condensador C2, pois este em baixas frequências comporta-se como um circuito aberto, impedindo assim que o feedback fique em circuito aberto e garantindo um caminho para a corrente de bias à entrada (negativa) do operacional.