|  |
| --- |
| C:\Users\lbarros.DEI\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\EE-C.PNG |
| Diogo Miguel Cunha Fernandes, PG47150  José Tomás Lima de Abreu, PG47386  ***Acelerómetro Capacitivo para acionamento de um airbag*** |
| Projeto  Microsensores e Microatuadores  Trabalho realizado sob a orientação de  **Professora Graça Minas**  **Professora Susana Catarino** |
| dezembro de 2021 |

**Índice**

[Lista de Figuras v](#_Toc89675319)

[Lista de Tabelas vii](#_Toc89675320)

[Acrónimos e Siglas ix](#_Toc89675321)

[Capítulo 1 Introdução 10](#_Toc89675322)

[1.1 Introdução 10](#_Toc89675323)

[Capítulo 2 Análise 11](#_Toc89675324)

[2.1 Introdução 11](#_Toc89675325)

Lista de Figuras

[Figura 1 - Diagrama de Gantt **Erro! Marcador não definido.**](file:///C:\Users\joset\Downloads\Etapa1_G1%20(1).docx#_Toc59185939)

Lista de Tabelas

[Tabela 1 - Planeamento do Projeto **Erro! Marcador não definido.**](file:///C:\Users\joset\Downloads\Etapa1_G1%20(1).docx#_Toc59185944)

Acrónimos e Siglas

|  |  |
| --- | --- |
| **Acrónimo/Sigla** | **Significado** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| AWR  LED | *Analog Waiter Robot*  *Light emitting diode* |

Introdução

Introdução

O objetivo deste projeto é dimensionar e simular o princípio de funcionamento de acelerómetro capacitivo, para o acionamento de um airbag.

Análise

Introdução

**- É um sensor ou atuador?**

Este dispositivo trata-se de um sensor, medindo a aceleração a que é sujeito.

**- Em que princípio físico se baseia?**

Capacitivo: fornecem uma saída que é proporcional à aceleração a ser medida.

- **Funcionamento:**

Este sensor varia a sua capacidade conforme a distância entre os elétrodos. Contém um ou mais elétrodos fixos e um ou mais elétrodos móveis. O elétrodo móvel ao mover-se, devido à aceleração, provoca uma alteração da distância entre os elétrodos, afetando a capacidade.

- **Requisitos e especificações que tem de cumprir?**

* **Gama de funcionamento?**

Prevê-se uma gama de funcionamento de **+/-** 5 g.

* **Linearidade necessária?**

Como o propósito deste dispositivo é o acionamento de um airbag, não sendo necessária a leitura de valores de saída, então a linearidade não é necessária, pois o airbag será acionado assim que seja atingido o valor máximo definido.

* **Amplitude dos estímulos (pressão, tensão elétrica, etc)?**

Força mecânica aplicada à massa suspensa. Considerando a massa igual a 0,4 µg e, para uma aceleração máxima de 5 g, então a força mecânica aplicada à massa suspensa é calculada por , sendo .

* **Dimensões?**

16 braços fixos e 16 braços móveis de cada lado do acelerómetro.

Distância braço móvel – braço fixo: 3 µm.

Dimensões dos braços: Comprimento 160 µm; Largura 3 µm; Espessura: 6 µm.

Dimensões da massa móvel: Comprimento 200 µm; Largura 80 µm; Espessura: 6 µm.

O sensor é composto por 4 vigas, que constituem a mola e o amortecedor no sistema mola-massa-amortecedor. As dimensões das vigas são: Comprimento 270 µm; Largura 9 µm; Espessura: 6 µm.

O sensor possuí, ainda, 2 âncoras que permitem a fixação das vigas do sensor. As âncoras têm as dimensões: Comprimento 80 µm; Largura 6 µm; Espessura: 6 µm;

* **Restrições ao nível da geometria/configuração?**

Os braços do sensor não devem estar nem muito distanciados, pois a variação da capacidade será baixa, diminuindo a sensibilidade, nem devem estar muito próximos, correndo o risco de se tocarem.

* **Materiais?**

Polissilício. O Silício policristalino é um material que possui cristais de silício desalinhados, fazendo deste material um bom condutor, podendo, por isso, ser usado em condensadores.

* **Que valores preciso de ter no output?**

Capacidade total do sensor.

* **~~Outras Restrições (Temperatura, pressão, etc)?~~**

~~Dependendo da orientação do sensor, a gravidade poderá alterar o deslocamento da massa. Este sensor é apenas dimensionado para medir acelerações no eixo dos xx ou dos yy, pois, no seu dimensionamento, que não foi considerada a força da gravidade. Portanto, se este sensor for orientado no eixo dos zz, a força da gravidade irá afetar a medição do sensor.~~

* **Mede (ou atua) sinais contínuos ou oscilatórios (em que frequências)?**
* **Que variáveis interessam simular?**

Deslocamento da massa móvel e Capacidade.

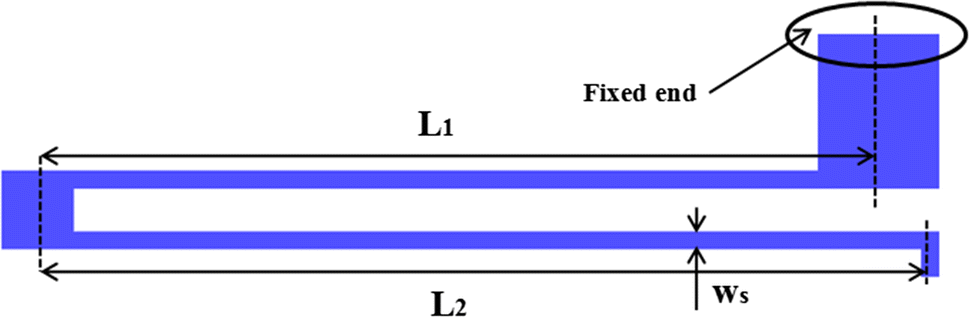
* **Que aproximações posso fazer?**

Design

Introdução

Estrutura da mola

The gap between two parallel beams is **more than three times the maximum displacement of structure** to accommodate mechanical force, electrical force and thermal expansion.



where,

* k is the mechanical spring stiffness
* *E* is Young’s modulus
* *ws* is the width of beam
* *L*1 and *L*2 are the lengths of beam
* *t* is the thickness.

Here, we have kept *L*1 = *L*2 = *Ls* to calculate spring constant. The dimensions of the anchor and the small beam joining the two longer beams do not affect the value of spring constant significantly and are considered as nearly rigid.

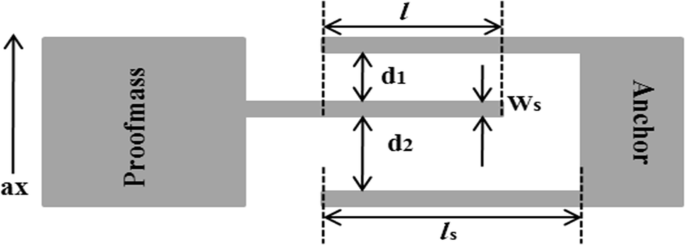
Ruído e Sensibilidade

The total noise contributed by the two major sources of noise; electrical noise equivalent acceleration (ENEA) and mechanical noise equivalent acceleration (MNEA) is given by:

MNEA is < 1% of ENEA, and therefore MNEA is ignored, while calculating total noise. For a high signal to noise (SNR) ratio, the signal which is differential change in capacitance in capacitive accelerometers, should be at least three times the total noise.

Minimum change in displacement (xmin), acceleration should be minimum (amin), therefore

Dimensões



Gap *d*1 = 3.5 μm selected to meet the fabrication feasibility aspects. The ratio *d*2/*d*1=3, has been selected to provide maximum change in capacitance.

The minimum number of combs required to produce *x*min can be calculated by:

where,

* ε is permittivity of air,
* is the overlap length of combs
* *t* is the thickness
* *N* is the number of combs
* *d*1 is the smaller gap between electrodes
* *d*2 is the larger gap between electrodes.

minimum length (*lm*) of the proofmass required to accommodate *N* number of combs can be calculated as

Lm = (6+2\*1u)\*5 – 6+1u

where, *w*c is the comb width

# Bibliografia

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | N. M. M. Mourad Benmessaoud, “ResearchGate,” maio 2013. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/257439996\_Optimization\_of\_MEMS\_capacitive\_accelerometer. [Acedido em 8 dezembro 2021]. |
| [2] | Hella, “Hella Tech World,” [Online]. Available: https://www.hella.com/techworld/br/Tecnica/Eletrica-Eletronica/Sistema-de-Airbag-3083/. [Acedido em 8 dezembro 2021]. |