**Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa**

**Faculdade de Engenharia**



**Nicolas Gentil e Vitor Morozini**

**Projeto 1 – Análise de um dispositivo mecânico**

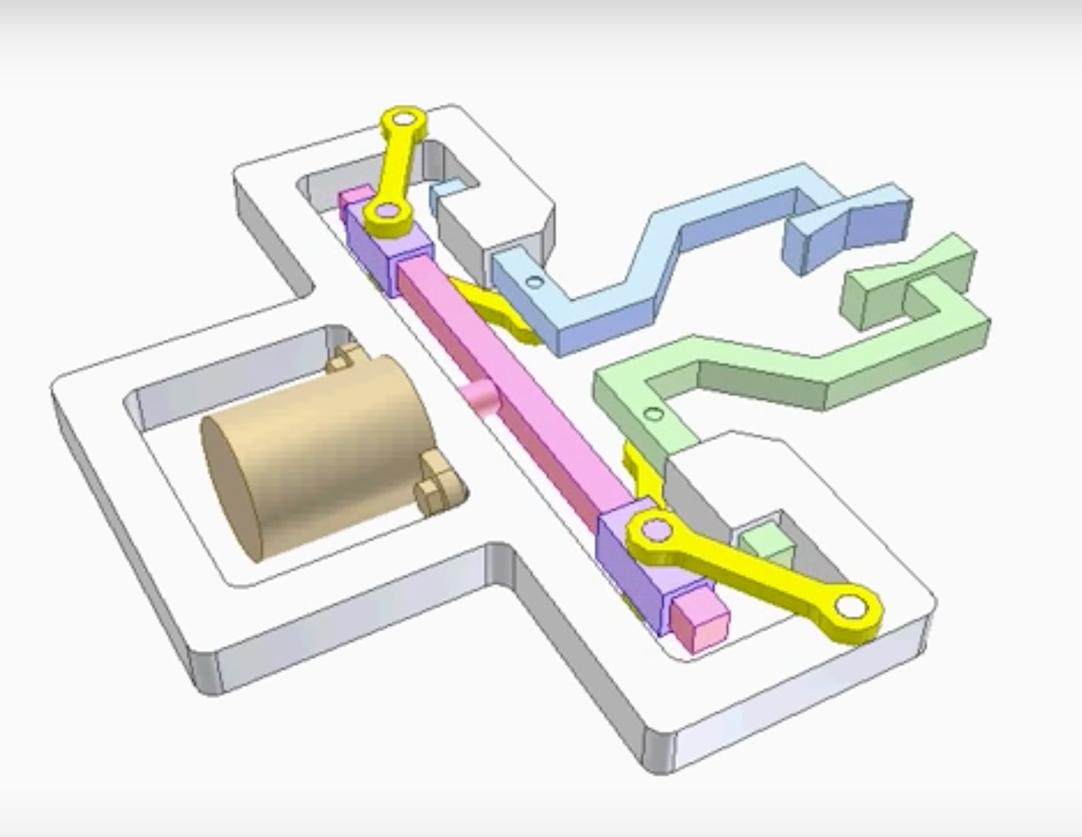
Dispositivos que movem o mundo – Turma B

**São Paulo**

**2016**

**PROPOSTA DO PROJETO**

O dispositivo estudado trata-se de um sistema de quatro barras. De maneira geral ele se assemelha a uma “mão robótica”, no entanto, é capaz de realizar inúmeras funções, as quais dependem das dimensões do dispositivo, da força aplicada pelo motor e do design da garra do sistema. No caso, foi decidido que essa “mão robótica” terá como função amassar uma lata de alumínio, funcionando como um amassador de latinhas automático. A seguir, um esquema do mecanismo.



6

2

1

5

4

3

*Robot Gripper*

**1 – Motor**

Utilizado para movimentar a barra (2) frontalmente.

**2 – Barra**

Transfere a força do motor (1) para a barra (3).

**3 – Barra Deslizante**

Desliza na direção da barra (2), permitindo o movimento de rotação das barras (4 e 5).

**4 – Barra Fixa**

Ajuda na fixação e na estabilidade da transição de força da barra (3) para a barra (5)

**5 – Barra transferidora**

Transfere a força aplicada em (3) para a garra (6).

**6 – Garra**

Descreve um movimento vertical, comparado ao movimento da barra (2), com o objetivo de pressionar um determinado objeto.

**PERGUNTA**

Sabendo que a força necessária para amassar uma latinha de alumínio é de 600 Newtons, qual é a variação da força aplicada pelo motor para que a velocidade da barra central seja constante?

**ANÁLISE**

De acordo com a pergunta imposta, todos os parâmetros que serão utilizados estão adequados para o melhor funcionamento possível. Para que fosse possível encontra-los, três análises diferentes foram utilizadas:

1. Ângulo constante em 30º, massa das barras constantes e variando de 0 a 1.5 m;
2. Ângulo constante em 30º, constante com o melhor valor de acordo com a primeira análise e a massa variando de 0 a 10 Kg;
3. Ângulo variando, constante com o melhor valor de acordo com a primeira análise e a massa constante;

A partir dos resultados obtidos pelas análises 1 e 2 foram obtidos os parâmetros a seguir:

**Dados:**

* Força necessária para amassar uma latinha de alumínio: 600N
* Dimensões de uma latinha: Aprox. 12,5 cm de altura e 6 cm de diâmetro.

**Condições impostas:**

* A barra (3) desliza com atrito desprezível;
* O conjunto se encontra na posição vertical, ou seja, “em pé” em relação ao solo;
* O ângulo de 90º graus (por questões de design do produto) foi considerado como o máximo;
* A barra (2) descreve apenas movimento horizontal (Eixo x);
* Tanto a barra (2) quanto as duas partes da garra (6) estão perfeitamente fixadas em seus mancais?
* Força necessária para amassar a lata não se altera ao longo do tempo;
* Os pontos fixos das barras (2 e 5), assim como os pontos conectados a garra das barras (3 e 4) estão em uma mesma linha vertical.
* Velocidade em x da barra (2) é constante;

**Parâmetros Iniciais**

**Equações Utilizadas**

Para realizar a análise cinemática e dinâmica do sistema foram utilizadas as seguintes equações:

* Equação de deus (procurar nome real)

(1)

* Equação de deus derivada

(2)

* Teorema do Momento do Baricentro

(3)

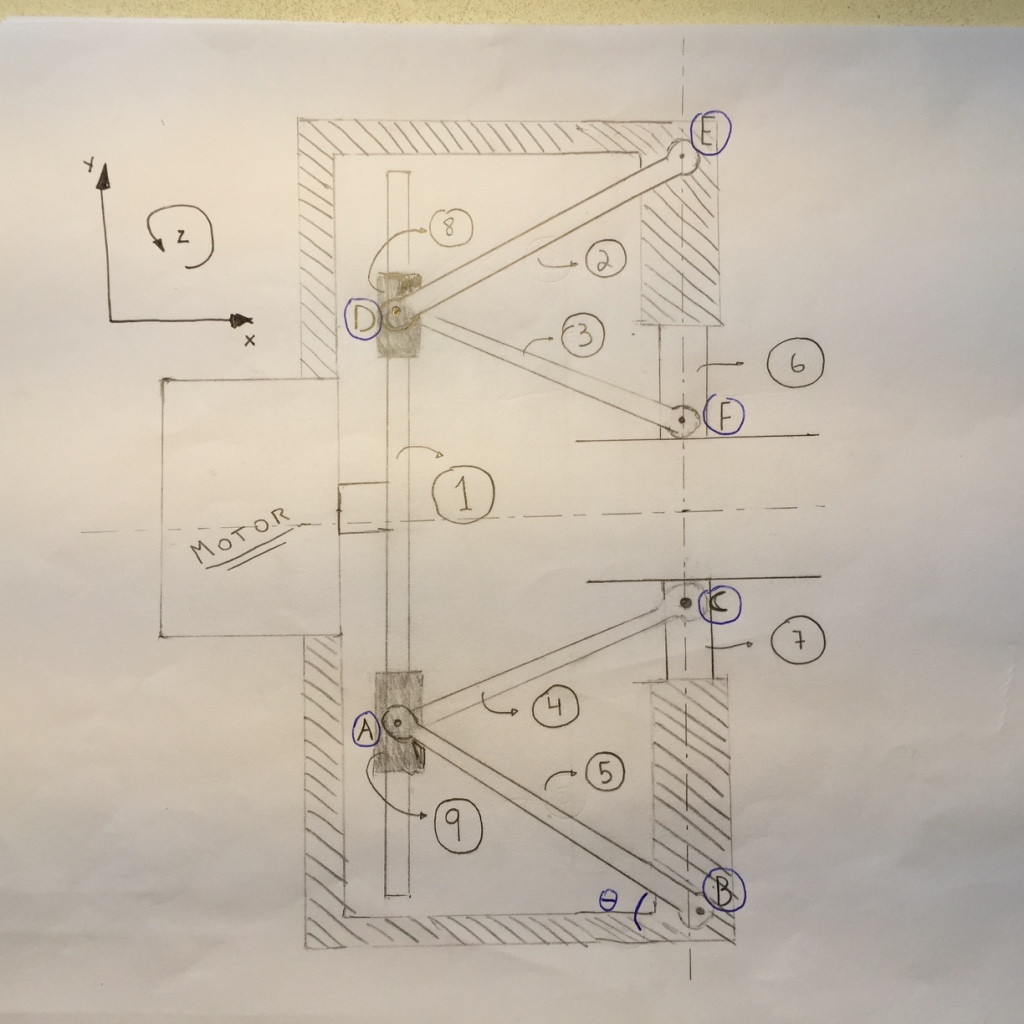
(4)

* Teorema do momento central (Apenas no Centro de massa ou em um ponto sem velocidade ou aceleração)

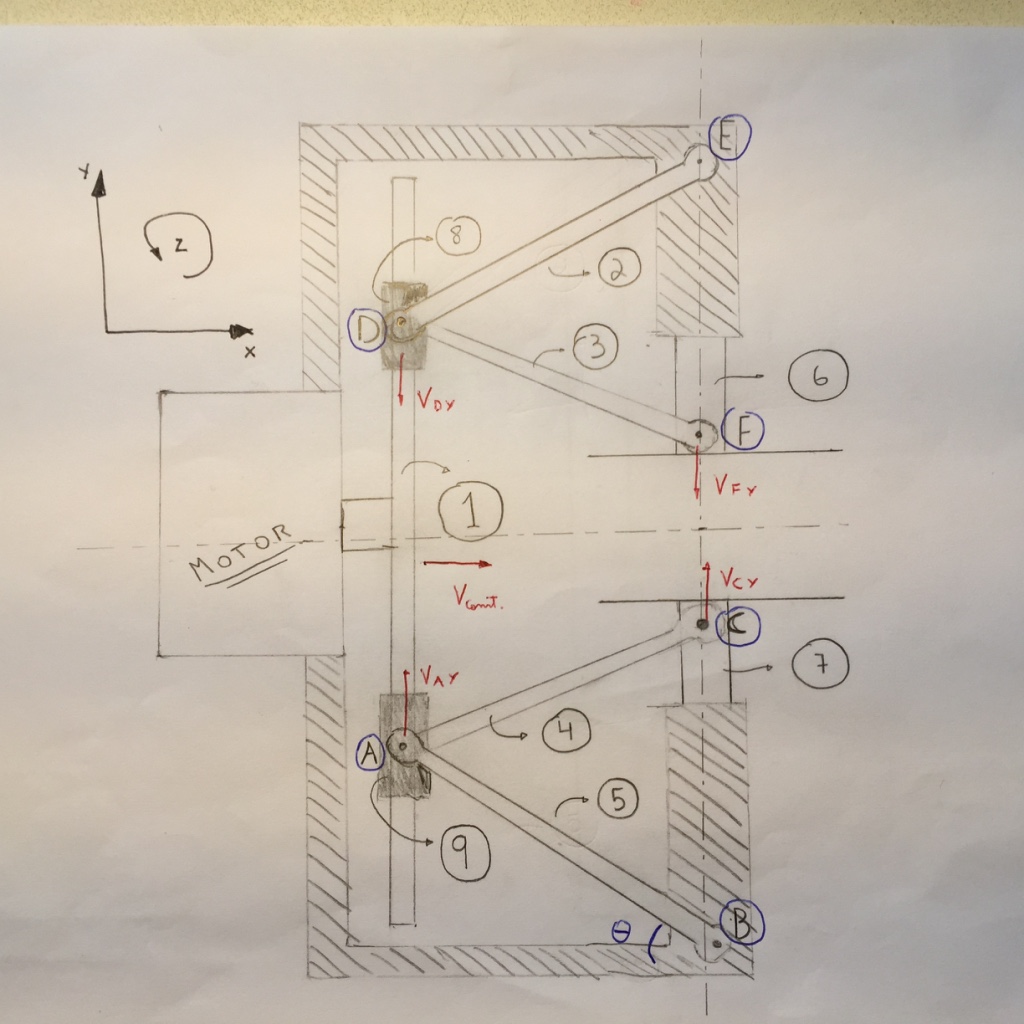
(5)

**ANÁLISE 1 – CINEMÁTICA**

Inicialmente, foi desenhado uma visão 2D do amassador:



Por se tratar de uma análise cinemática, o segundo passo foi a representação das velocidades:



Como a velocidade da barra 1 é constante e conhecida, foi aplicada a equação 1 com relação aos pontos A e B da barra 5:

(6)

Por estar fixo a estrutura do amassador, o ponto B não possui nem velocidade nem aceleração. Assim, , e a expressão anterior passa a ser escrita da seguinte forma:

(7)

Ao se calcular o produto vetorial existente e isolar o na equação 7 em x foi obtida a seguinte expressão:

(8)

Após se obter o , o mesmo foi substituído na equação 7 em y:

(9)

(10)

(11)

Com a análise da barra 5 terminada, foi aplicada a equação 1 com relação aos pontos A e C:

(12)

Por meio dos resultados da análise anterior e sabendo que o ponto C só se movimenta verticalmente, é possível obter os seguintes valores ao resolver a equação 12:

(13)

(14)

Para que os resultados obtidos variassem em função do tempo, a seguinte relação foi obtida a partir de uma análise geométrica:

(15)

Como resultado final da análise das velocidades foram criados gráficos que demonstram a variação pelo tempo:

GRÁFICOS OBTIDOS

Para se iniciar as análises das acelerações foi aplicada a equação 2 nos pontos A e B:

(16)

Como B é fixo, . Por ter uma velocidade constante em x, . Assim, a equação 16 pode ser resolvida:

(17)

(18)

A resolução da equação 16 fornece . Além disso, C só se movimenta verticalmente e, portanto, . Assim, ao se aplicar a equação 2 nos pontos A e C e substituir os valores já existentes, estes são os resultados obtidos:

(19)

(20)

Como serão utilizadas na futura análise dinâmica, a seguir estão as acelerações dos centros de massa das barras 4 e 5, todas calculadas por meio da equação 2:

(21)

(22)

(23)

(24)

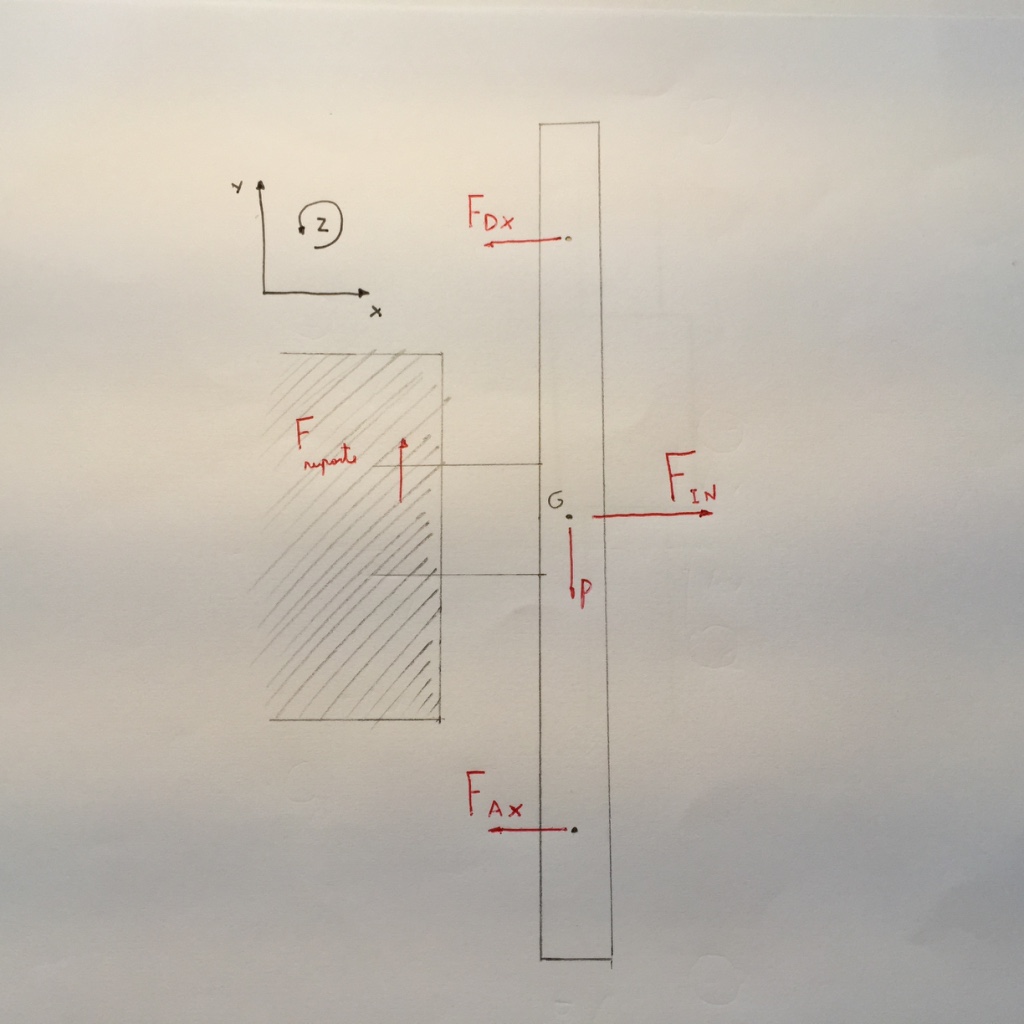
Por fim, foram criados gráficos da variação das acelerações em função do tempo:

GRÁFICOS DAS ACELERAÇÕES

**ANÁLISE 2 – DINÂMICA**

Inicialmente o mecanismo foi dividido em seus vários corpos para que as forças e torques fossem analisados separadamente.

**Barra 1**

****

**TMB**

(x) (25)

(y) (26)

Como a velocidade da barra é constante e ela possui apenas movimento horizontal,

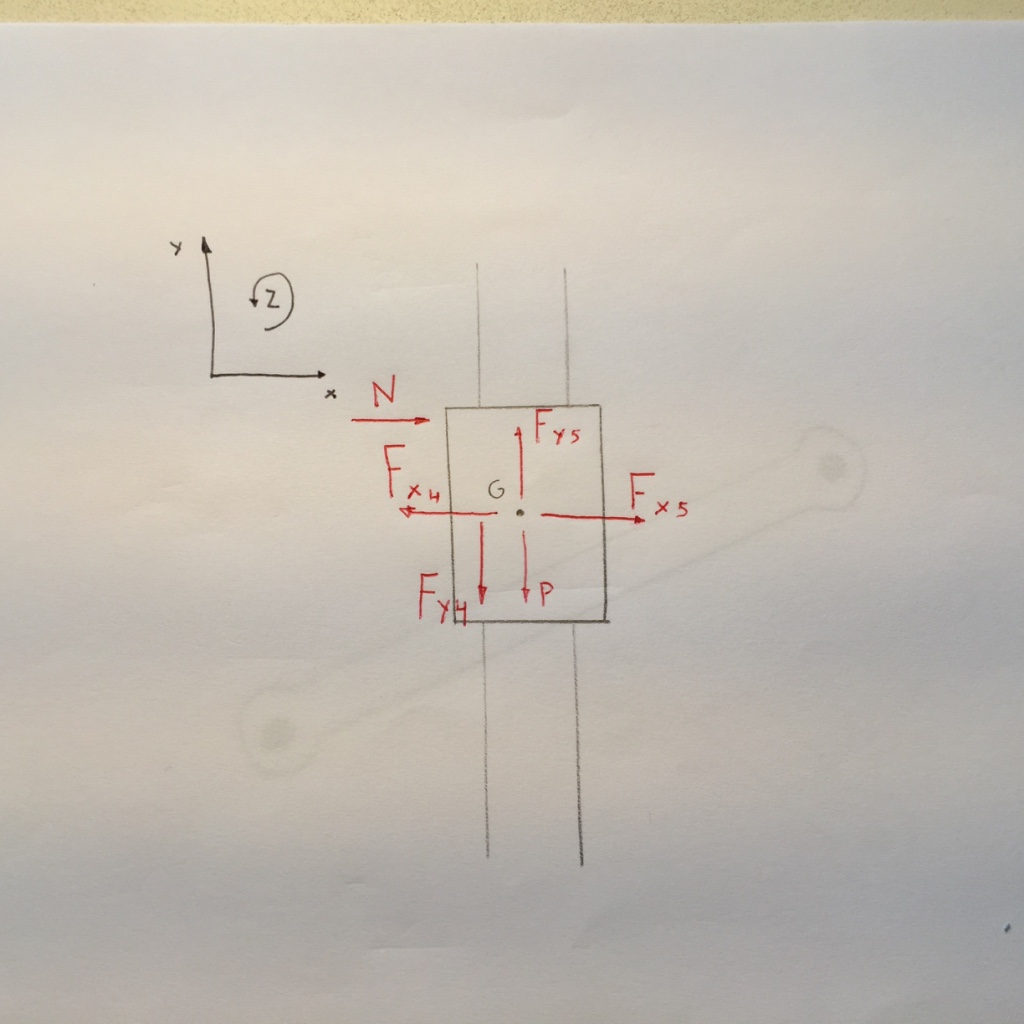
(x) (27)

(y) (28)

(x) (29)

(y) (30)

**Rolete**



**TMB**

(x) (31)

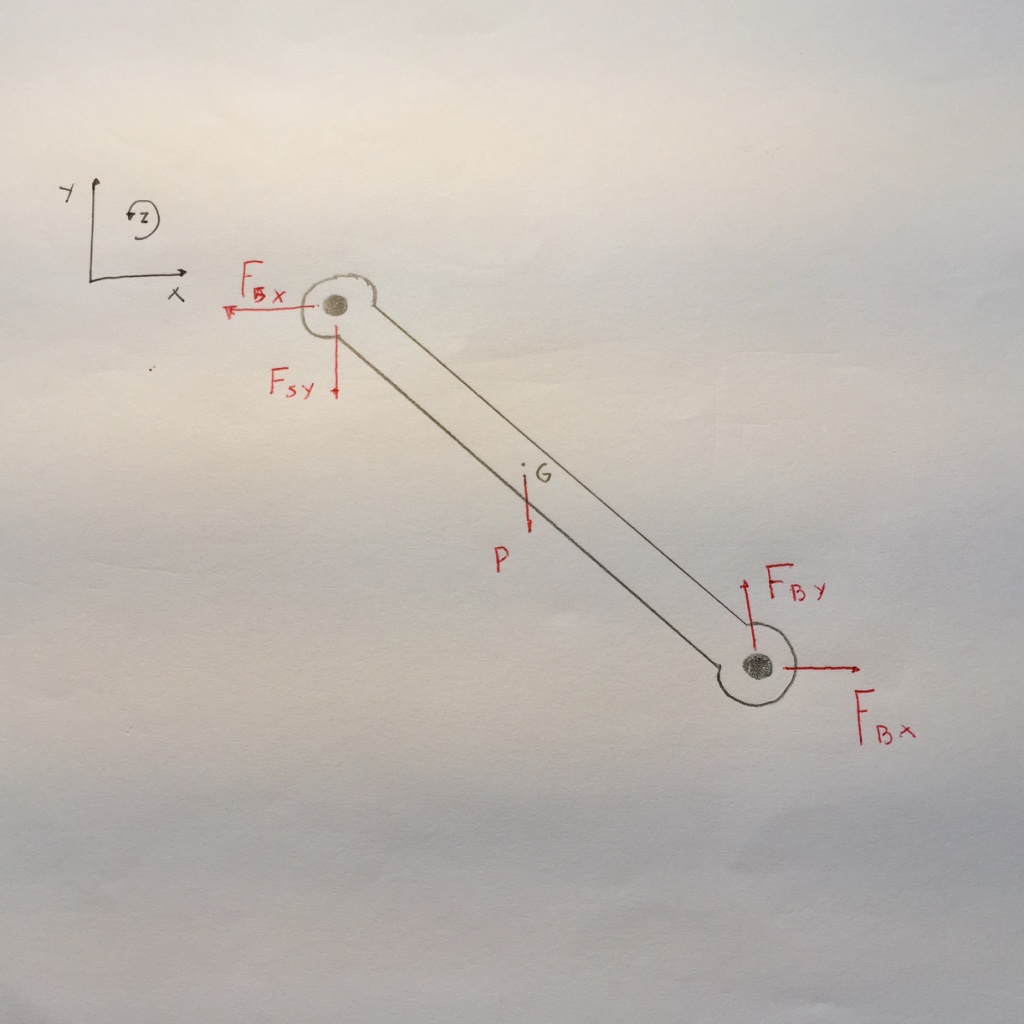
(y) (32)

Por meio da análise anterior, e . Assim,

(x) (33)

(y) (34)

**Barra 5**



**TMB**

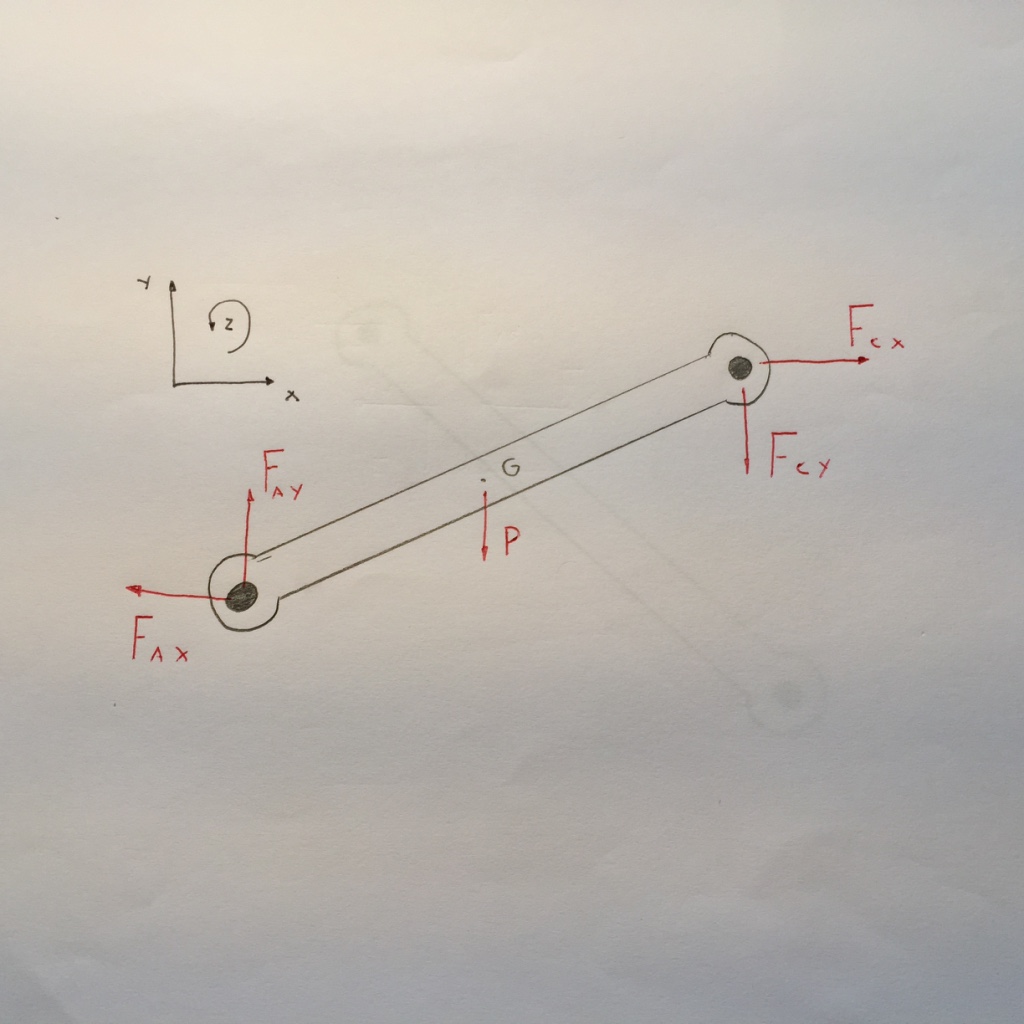
(x) (35)

(y) (36)

**TMA**

(37)

**Barra 4**



**TMB**

(x) (38)

(y) (39)

**TMA**

(40)

**Relações**

Após todas as análises acima obtém-se tantas incógnitas quanto equações, o que permite a resolução da dinâmica:

Como é um valor conhecido, igualando a equação 39 chega-se a seguinte relação:

(41)

Substituindo (41) em (34),

(42)

BIBLIOGRAFIA

“Robot gripper 7”. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=pR_d4NTFNn4&index=7&list=PLhoXNQqrCmEfAaTf0AfQ1Ztxmz2DoZiCk> > Acesso em: 02/03/16

<https://github.com/thegentil/Projeto1-DispMM.git>

**Oliveira**, Marcos Lucas de. “Aplicação de um método construtivo de pneumática”. Santa Maria, RS, Brasil. 2012.

<http://www.soldafria.com.br/motor-dc-12v-para-parafusadeira-9500-rpm-p-2933.html>

<http://www.neoyama.com.br/produtos/micromotores/micro-motor-dc/>