

SEM0501

Dinâmica Aplicada às Máquinas

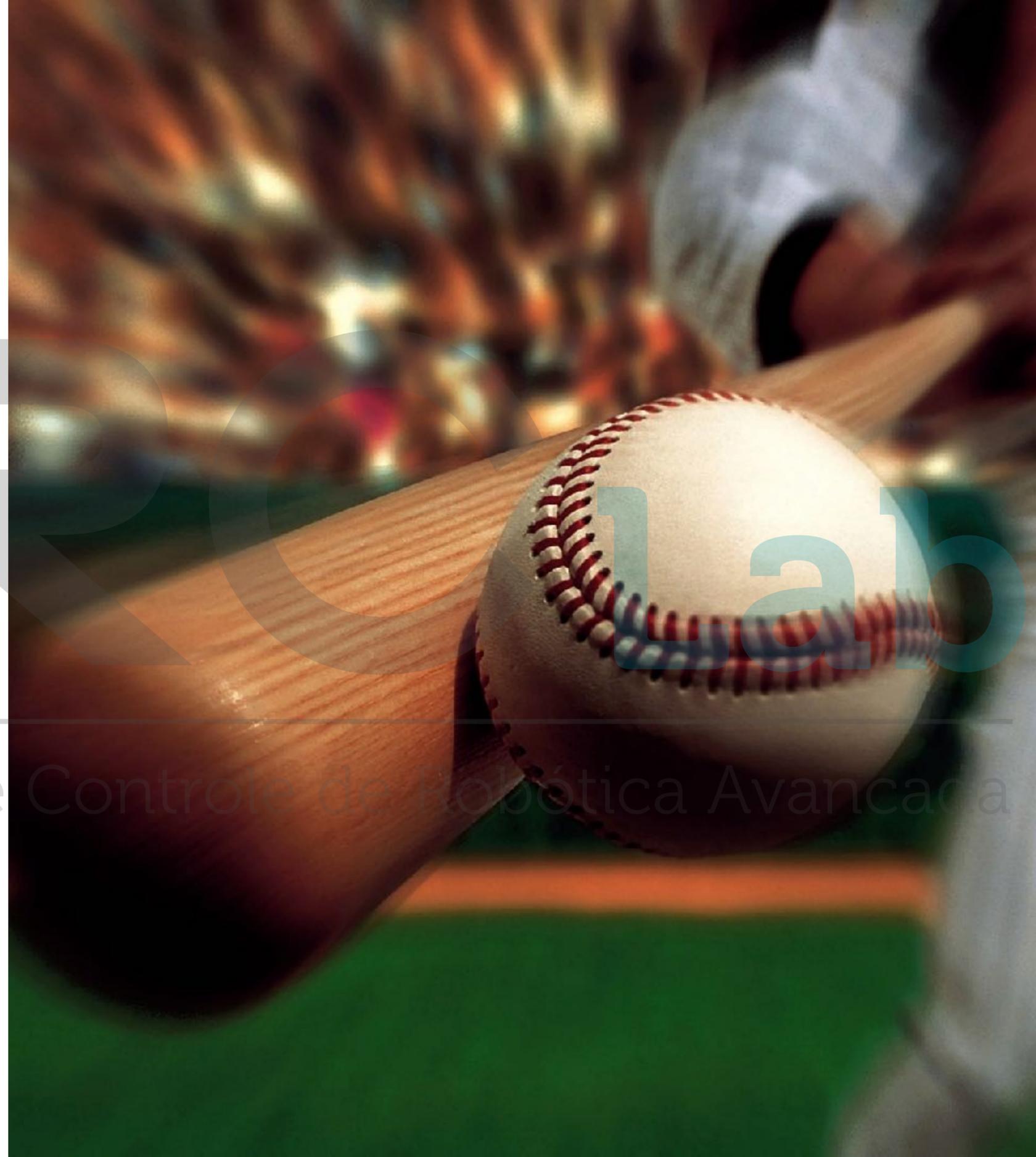
Aula #21 — Princípio do impulso e
quantidade de movimento linear

Laboratório de Controle de Robótica Avancada

Prof. Dr. Thiago Boaventura

tboaventura@usp.br

São Carlos, 30/10/19





ARC Lab

Crash Test

<https://www.youtube.com/watch?v=IXtYYIEd2D4>

Laboratório de Controle de Robótica Avançada



ARC Lab

The Slow Mo Guys

<https://www.youtube.com/watch?v=On1CsbTwlDs>

Laboratório de Controle de Robótica Avançada



ARC Lab

The HyQ leg

<https://www.youtube.com/watch?v=fh3aVKo90Bs>

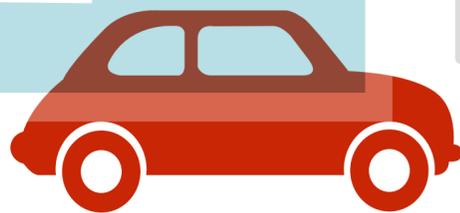
Laboratório de Controle de Robótica Avancada

Momento linear

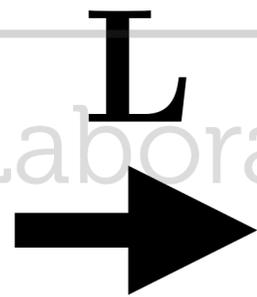
Também chamado de
Quantidade de
movimento

“Inércia”

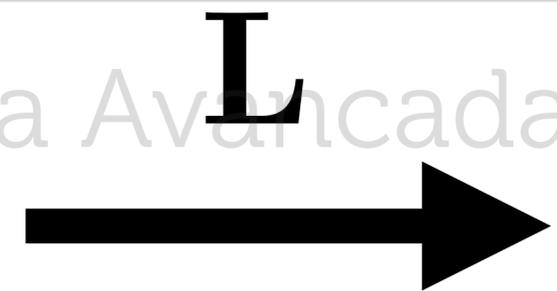
$$L = mv$$



m

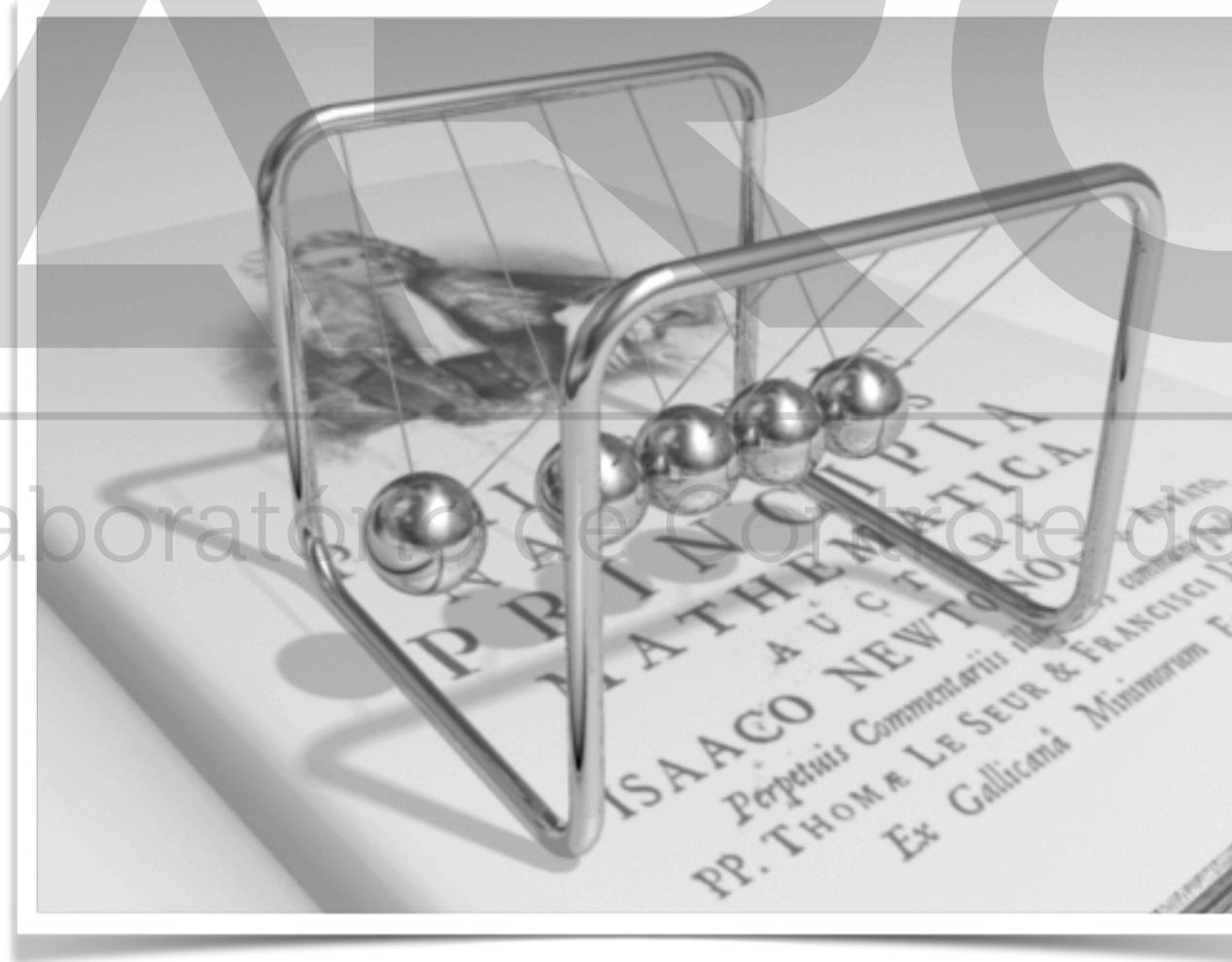


M



Momento linear

Constante na ausência de
forças externas ao sistema



Lab

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Revisão aula passada...

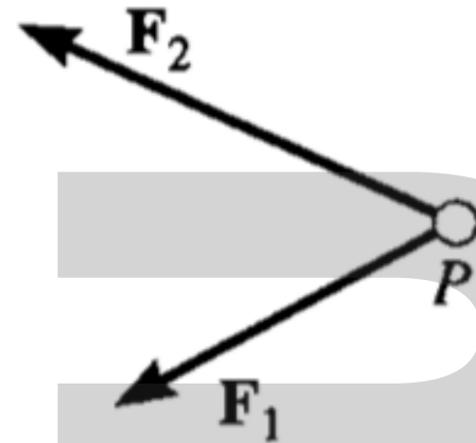
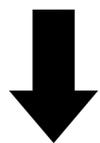
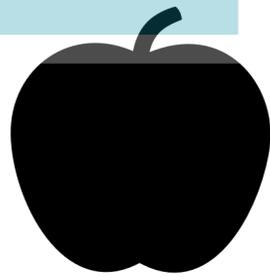
Equação de movimento

Revisão aula passada...

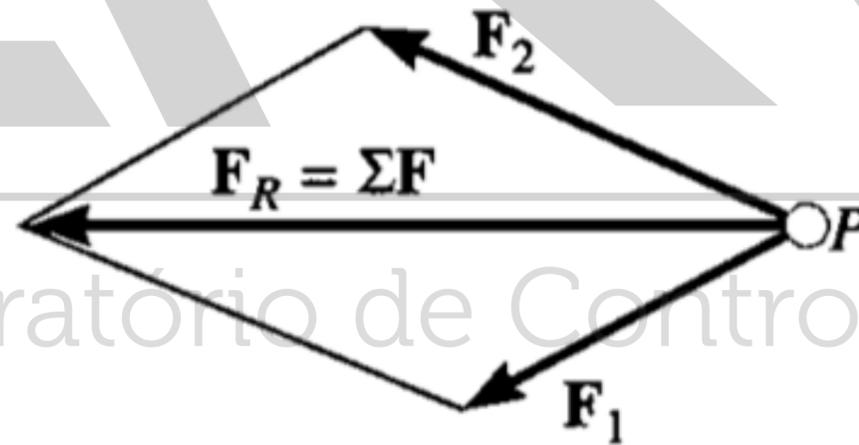


segunda

lei



$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_R$$



$$\mathbf{F}_R = \frac{d(\mathbf{L})}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$



$$\mathbf{F}_R = ma$$

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Princípio do impulso e momento linear

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_R = \frac{d(\mathbf{L})}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$

$$\sum \mathbf{F} dt = m d\mathbf{v}$$

$$\sum \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m \int_{v_1}^{v_2} d\mathbf{v}$$

$$\sum \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1$$

Laboratório de Controle de Robótica Avancada

Lab



Princípio do impulso e momento linear

$$\Sigma \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1$$

$$m\mathbf{v}_1 + \Sigma \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2$$

Princípio do impulso e momento linear

$$m(v_x)_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} F_x dt = m(v_x)_2$$

$$m(v_y)_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} F_y dt = m(v_y)_2$$

$$m(v_z)_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} F_z dt = m(v_z)_2$$

Lab

Laboratório de Controle de Robótica Avancada



Princípio do impulso e momento linear

$$\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$$

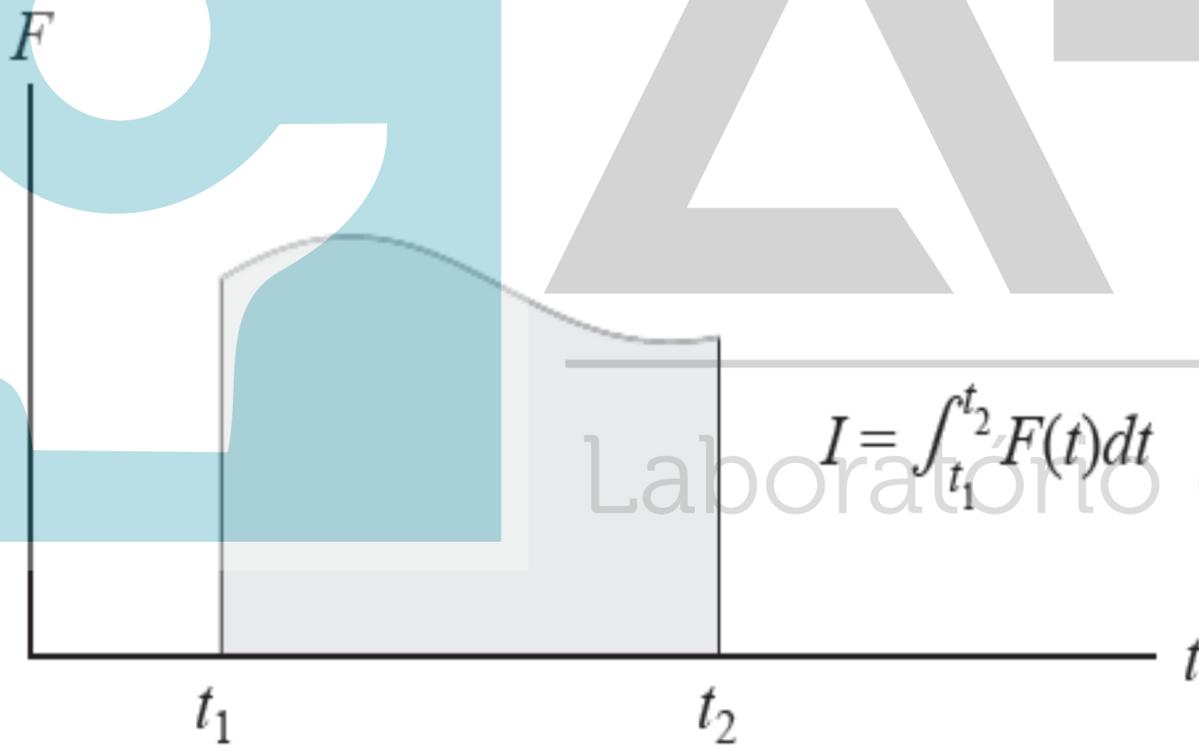
impulso
linear



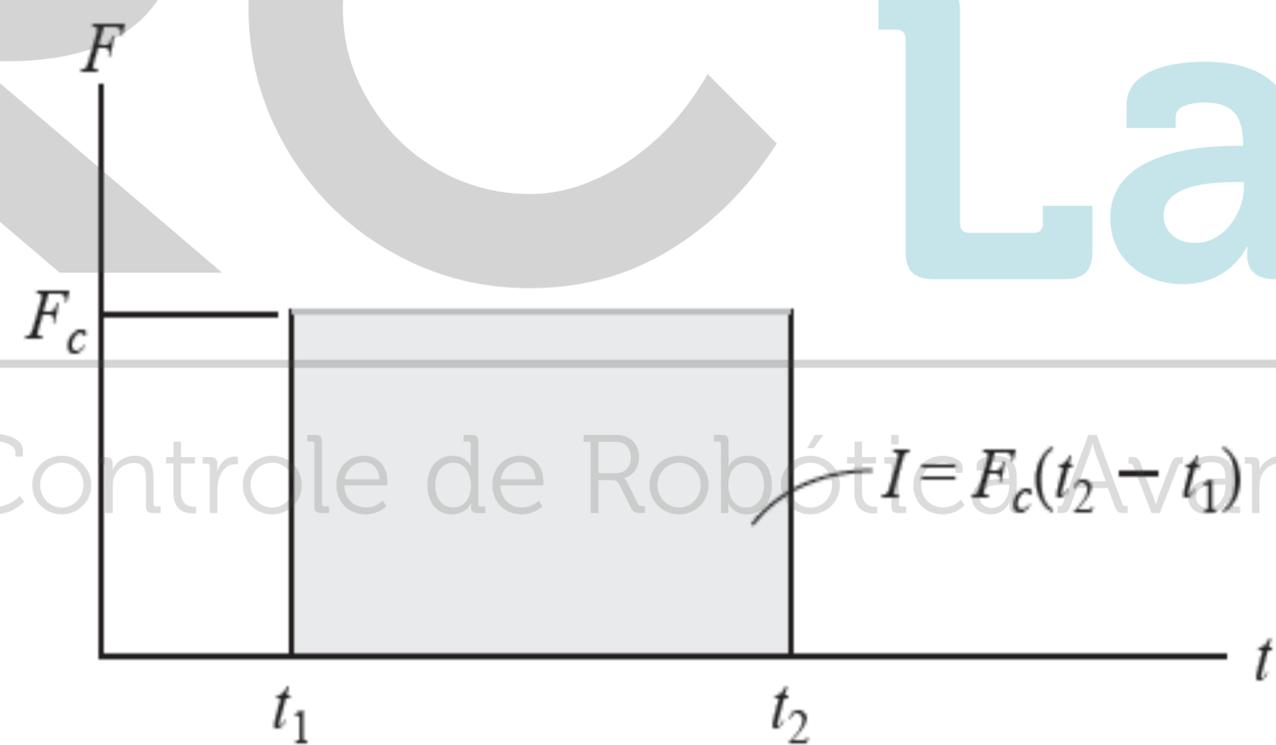
Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Impulso linear

$$\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$$



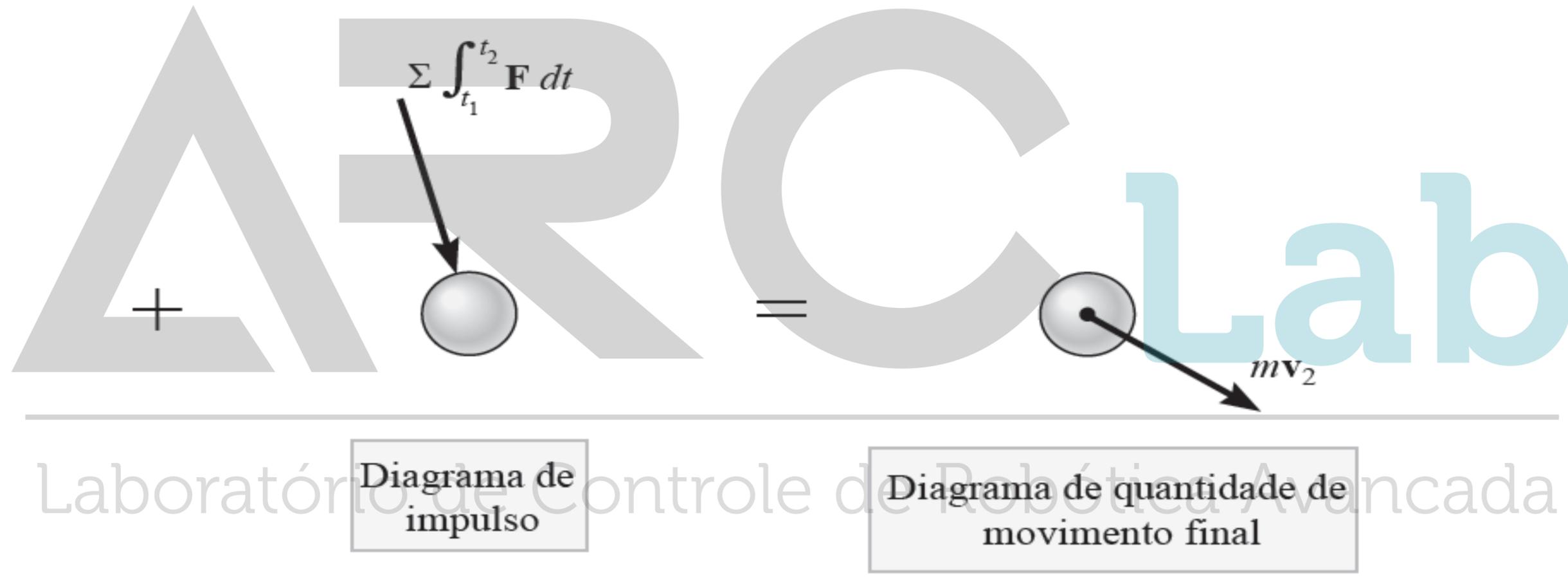
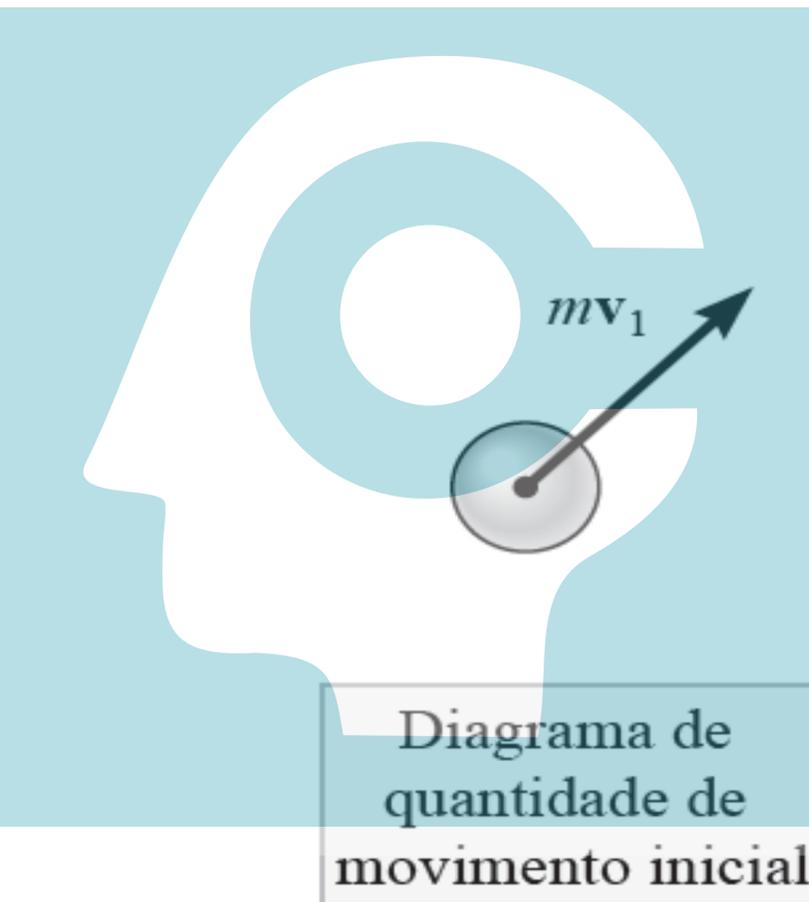
Força variável



Força constante

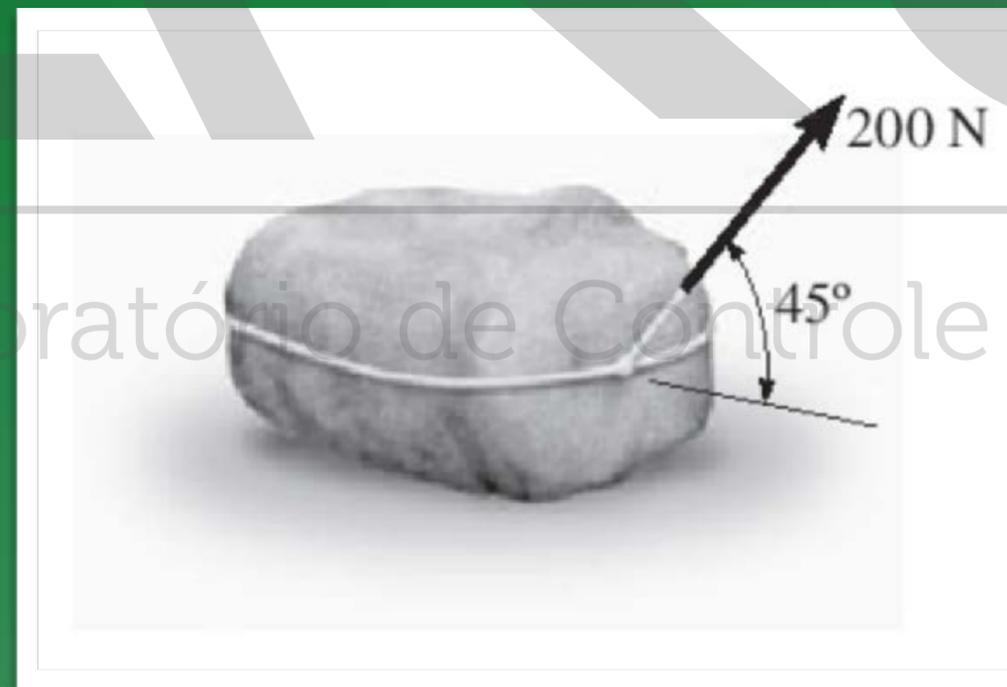
Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Princípio do impulso e momento linear



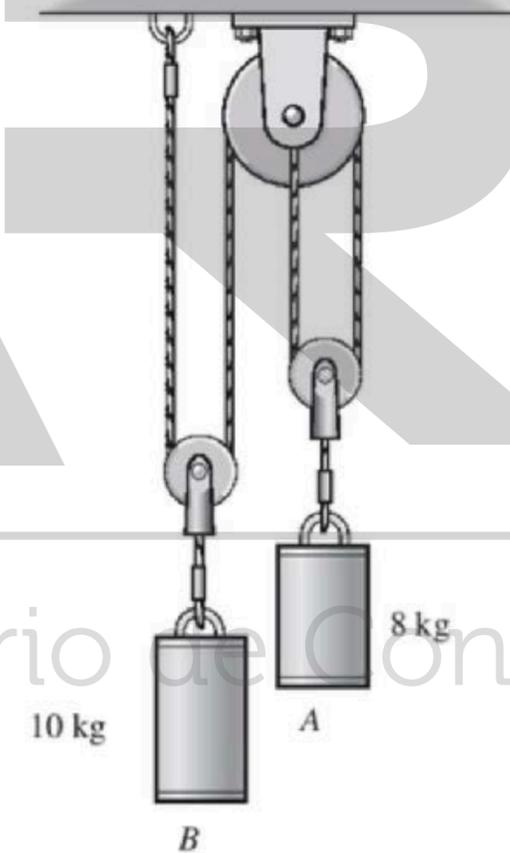
Exemplo 15.1

A pedra de 100 kg mostrada na Figura 15.4a está originalmente em repouso sobre a superfície horizontal lisa. Se uma força de reboque de 200 N, atuando em um ângulo de 45° , for aplicada à pedra por 10 s, determine a velocidade final e a força normal que a superfície exerce sobre a pedra durante esse intervalo de tempo.



Problema 15.5

*15.5. Se a um cilindro A é dada uma velocidade descendente inicial de 2 m/s , determine a velocidade de cada cilindro quando $t = 3 \text{ s}$. Despreze a massa das polias.



Problema 15.5



Lab

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Dúvidas?

“Take-home messages”

princípio do impulso e momento linear

$$m\mathbf{v}_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2$$



Laboratório de Controle de Robótica Avançada

para **força**
problemas **tempo**
que envolvam **velocidade**



Lab

Programa atualizado

Impulso e quantidade
de movimento em 2D
(Cap. 15 e 19)

#21

30/10/2019

Princípio do impulso e quantidade de movimento (ponto material)

–

04/11/2019

Não haverá aula - Feriado

#22

06/11/2019

Conservação da quantidade de movimento, colisão (ponto material)

#23

11/11/2019

Quantidade de movimento e momento angular (ponto material)

#24

13/11/2019

Princípio do impulso e quantidade de movimento linear e angular para corpos rígidos

#25

18/11/2019

PJ8 - Impulso e quantidade de movimento

Revisão geral

#26

20/11/2019

Cinemática e cinética

–

25/11/2019

Não haverá aula

Prova

#28

27/11/2019

P2

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Próxima aula



Lab

**conservação do
momento linear**

colisões

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Projeto PJ7 - Catapulta Trebuchet



Maior trebuchet do mundo:

<https://www.youtube.com/watch?v=ApwIGvUjZoE>

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Projeto PJ7 - Catapulta Trebuchet



Grupos de
6 a 8 pessoas

Laboratório de Controle de Robótica Avancada

Projeto PJ7 - Catapulta Trebuchet



Protótipo



- 1. Máximo contrapeso: 300g**
- 2. Projétil: bolinha pula pula (~30g)**



Vídeo



- 1. Making of da construção da catapulta**
- 2. Validação experimental de resultados teóricos**



Memorial de cálculos

(cinemáticos e dinâmicos)

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Projeto PJ7 - Catapulta Trebuchet



1. Originalidade do projeto da catapulta - 15%

2. Correção dos cálculos - 30%

3. Qualidade e criatividade do vídeo - 40%

4. Competição de alcance

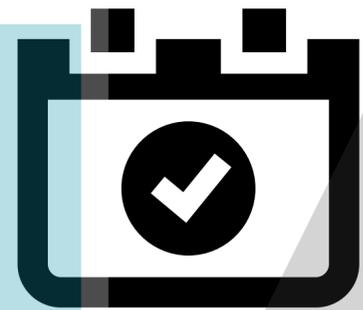
1° lugar: 15%

2° lugar: 10%

3° lugar: 5%

Laboratório de Controle de Robótica Avançada

Projeto PJ7 - Catapulta Trebuchet



data de
entrega

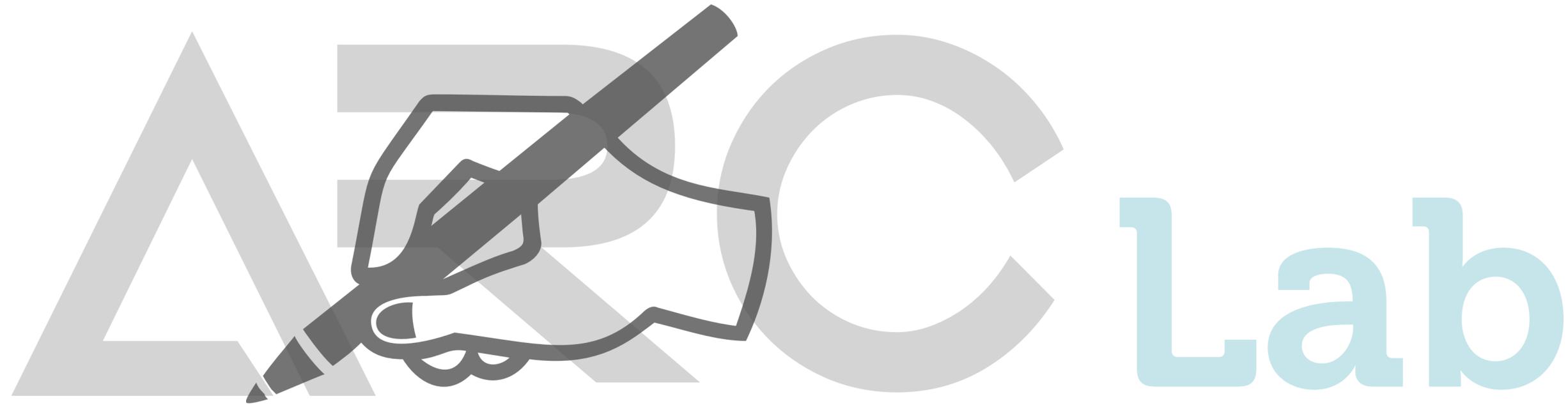
Quarta-feira

13/Nov Lab

Laboratório de Controle de Robótica Avancada

Trazer catapulta na aula!

Lista de exercícios para próxima aula



Laboratório de Controle de Robótica Avancada

15.06, 15.08, 15.24, 15.27, 15.29



That's all Folks!

Laboratorio de Control de Robótica Avanzada