

MVO-20 - Fundamentos da teoria de controle

Laboratórios de Controle

# Aeropêndulo

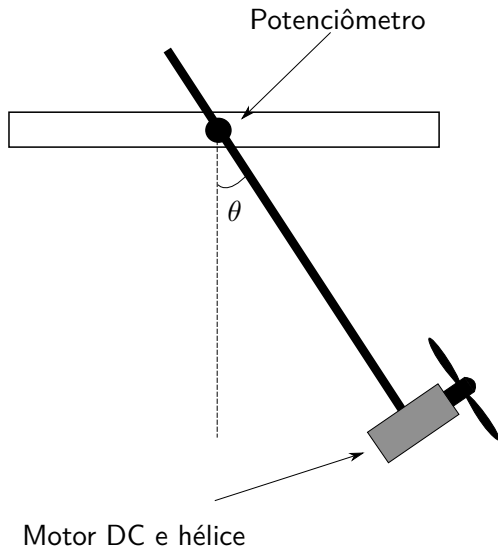
Professores:

Guilherme Soares (soaresgss@ita.br)

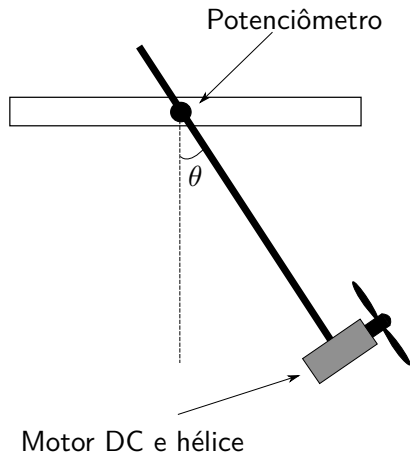
Flávio Ribeiro (flaviocr@ita.br)



## O aeropêndulo



## Trata-se de um sistema não-linear...!

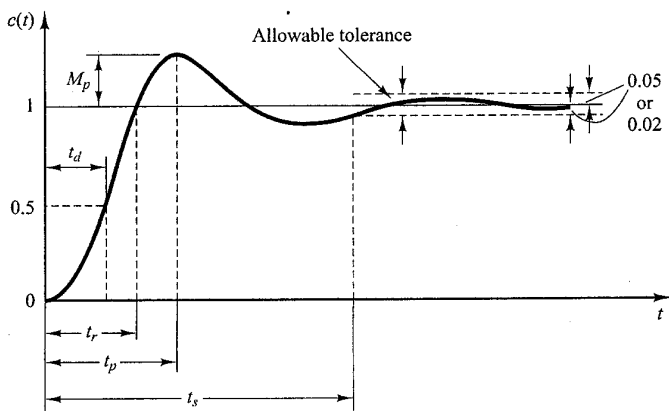


$$\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = \tau$$

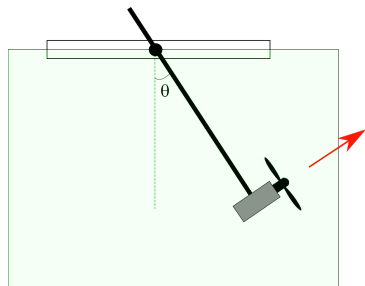
## Pode ser linearizado...

$$\ddot{\tilde{\theta}} + c\dot{\tilde{\theta}} + k\tilde{\theta} = \mathcal{F} - \mathcal{F}_{eq},$$

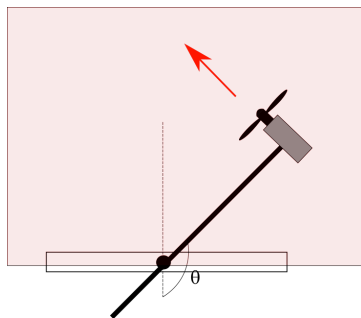
$$\text{onde } \tilde{\theta}(t) = \theta(t) - \theta_{eq}.$$



# Possui pontos de equilíbrio estáveis e instáveis!



Estável



Instável

# Atividades

Primeiro bimestre:

- Familiarização com o kit de eletrônica;
- Projeto e montagem do pêndulo;
- Identificação estática;

Segundo bimestre:

- Identificação dinâmica;
- Projeto e implementação de sistemas de controle.

# Avaliação

- Relatório bimestral;
- Vale um terço da nota do bimestre;
- Em duplas;
- Pode ser atribuída nota extra quando o aluno propor inovações (ex.: melhorar o projeto do pêndulo)

# Relatório bimestral (1o bimestre)

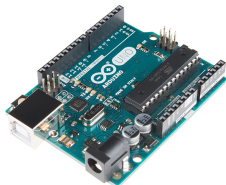
Em duplas, deve incluir:

- Introdução (com breve descrição do aparato experimental, em especial das inovações do projeto, dificuldades encontradas, etc.)
- Modelagem: descrição do modelo matemático do pêndulo, considerações entre a relação do modelo utilizado e o protótipo construído;
- Identificação estática: curvas de sinal comandado vs. posição de equilíbrio.



# Material disponível

- Arduino UNO;



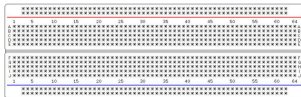
- Potenciômetro;



- Motor DC, hélice e salva hélice;



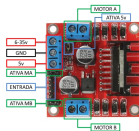
- Protoboard;



- Fontes de 12 V e conectores DC:

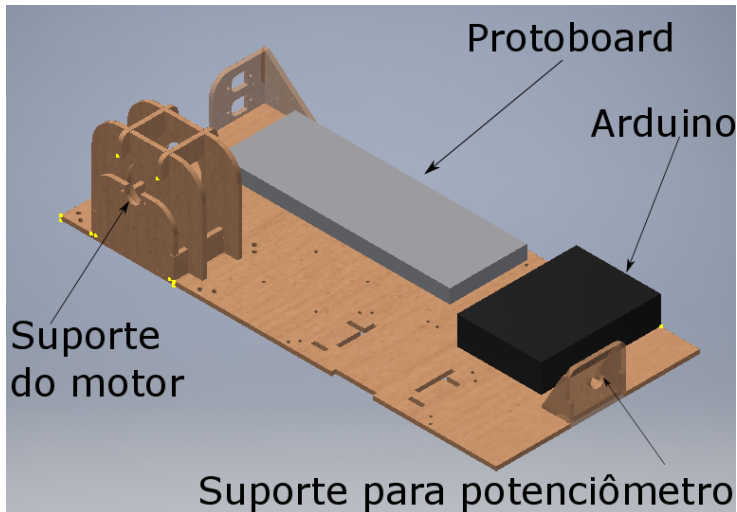


- Driver do motor;



- Botão, fios, etc.

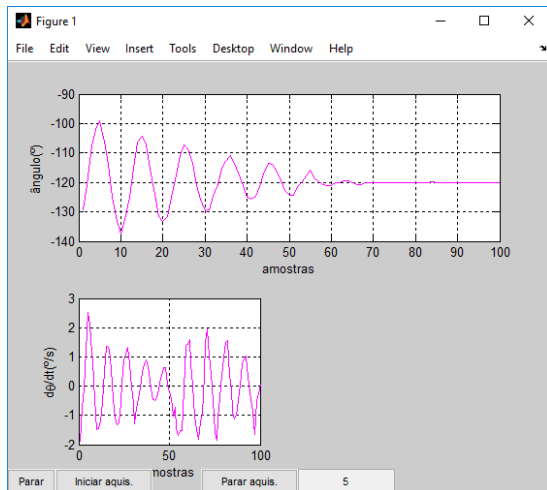
# Bancada de sistemas



## Software disponível

Código *arduinoMVO20lab1.ino*, que será embarcado no Arduino.

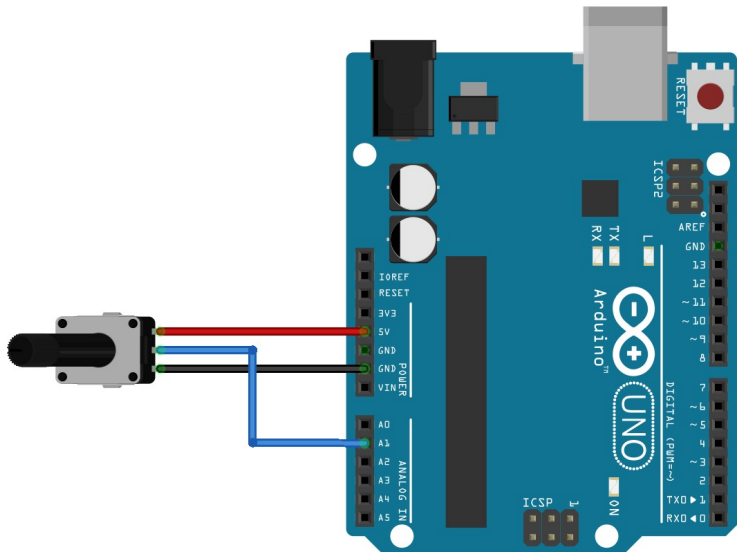
Códigos *codigosMATLAB.zip*, faz a comunicação entre o MATLAB e o Arduino:



# Atividades do dia

- 1 Instalar Arduino IDE no computador;
- 2 Testar o funcionamento do potenciômetro e comunicação com MATLAB (utilizando os códigos de exemplo fornecidos);
- 3 Dividir os grupos para o projeto do pêndulo, começar o projeto;

# Como ligar o potenciômetro ao arduino



fritzing

## Exemplo de código arduino para leitura do sinal do potenciômetro

```
int sensorPin = A1;    // select the input pin for the potentiometer
int sensorValue = 0;  // variable to store the value coming from the sensor

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Inicia a serial com Baud Rate de 9600
}

void loop() {
  // read the value from the sensor:
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  // envia o valor do potenciometro via serial
  Serial.println(sensorValue);
}
```

Relembrando, as atividades que devem ser desenvolvidas até o fim do bimestre:

- Montagem da bancada de sistemas;
- Projeto e montagem do pêndulo;
- Modelagem;
- Identificação estática do pêndulo;

# Cronograma do 1o bimestre

- Lab 1: Familiarização com o kit de eletrônica: leitura do potenciômetro;
- Lab 2 (04/setembro): Projeto do pêndulo;
- Lab 3 (11/setembro): Familiarização com o kit de eletrônica: controle do motor DC;
- Lab 4 (18/setembro): Montagem do pêndulo e identificação estática;

**Relatório:** entrega até 6/outubro (sexta-feira da 1a semana do 2o bimestre)