



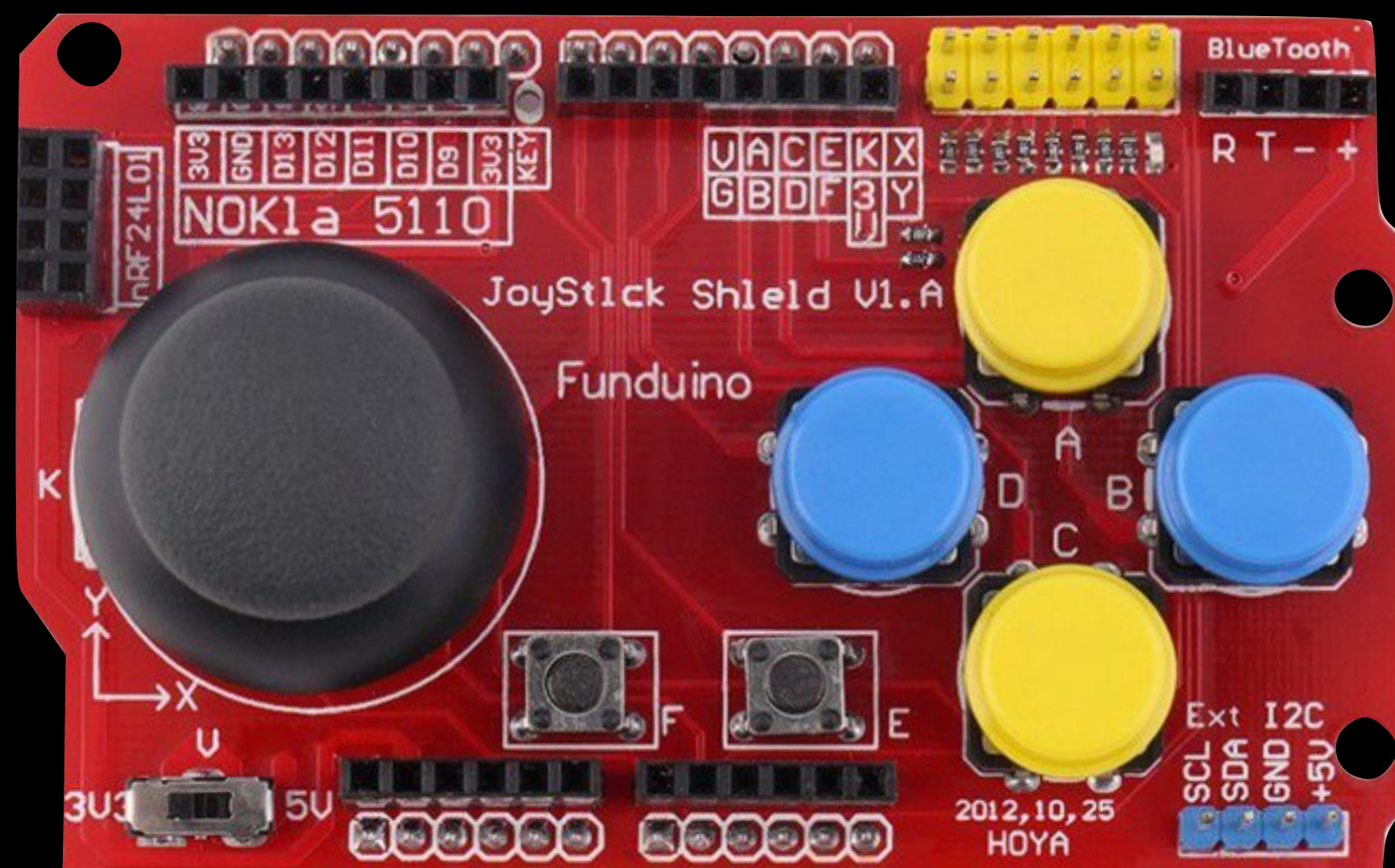
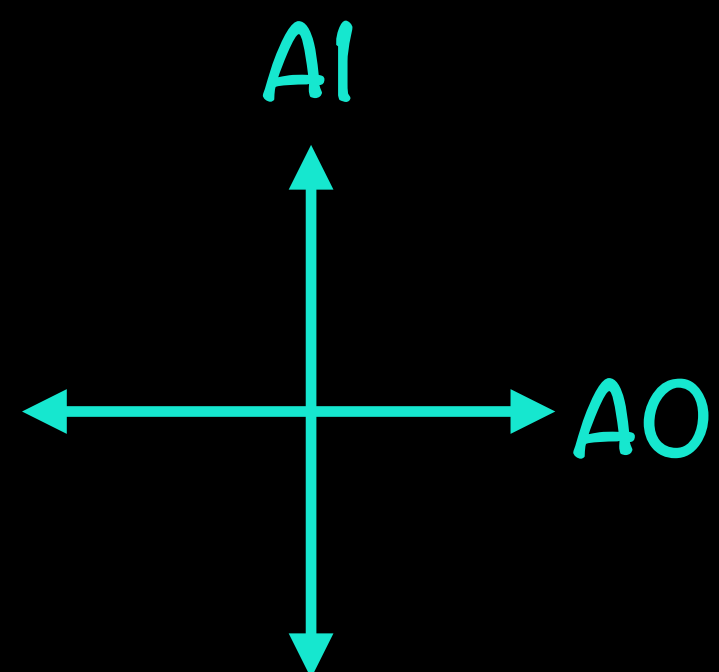
Projeto 08

Controle de Posição – Prática

Jan K. S. – janks@puc-rio.br

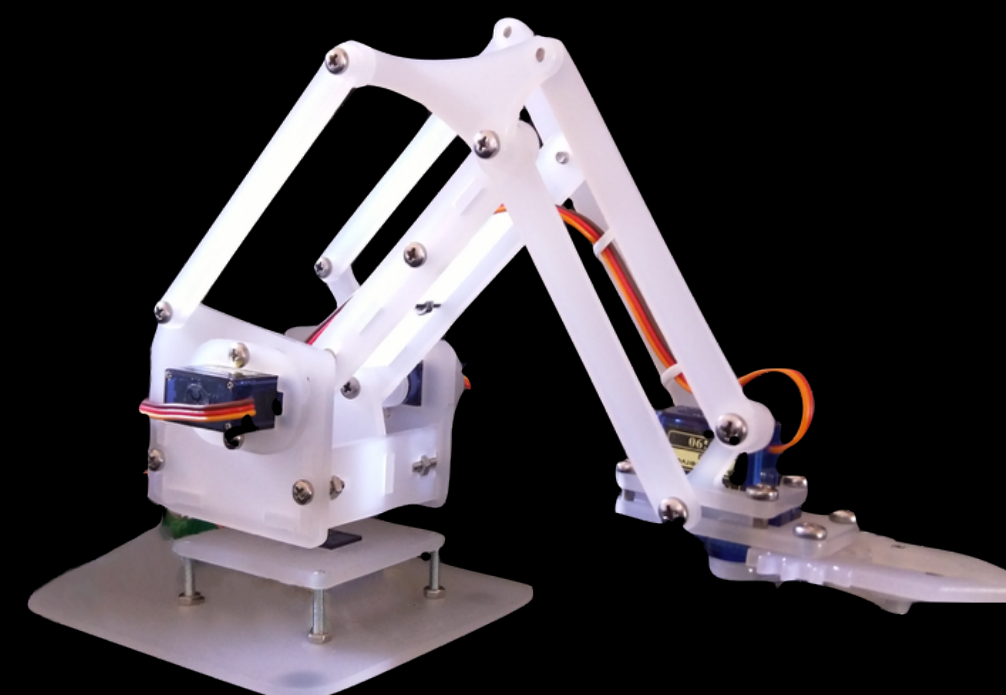
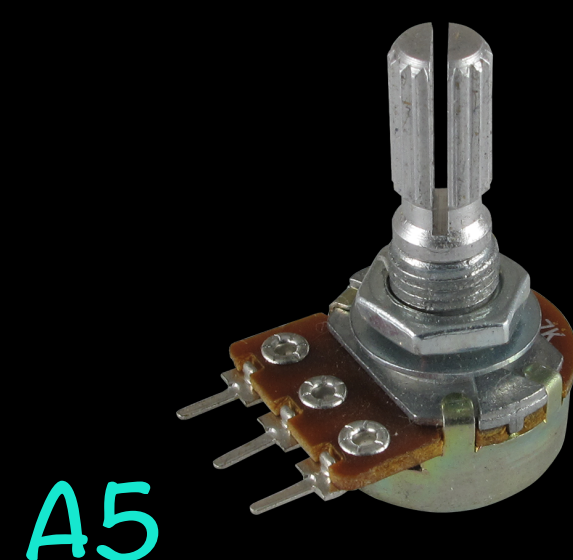
ENG1419 – Programação de Microcontroladores

Testes Iniciais



7 6

2
5 3
4



base: 12
ombro: 11
cotovelo: 10
garra: 9

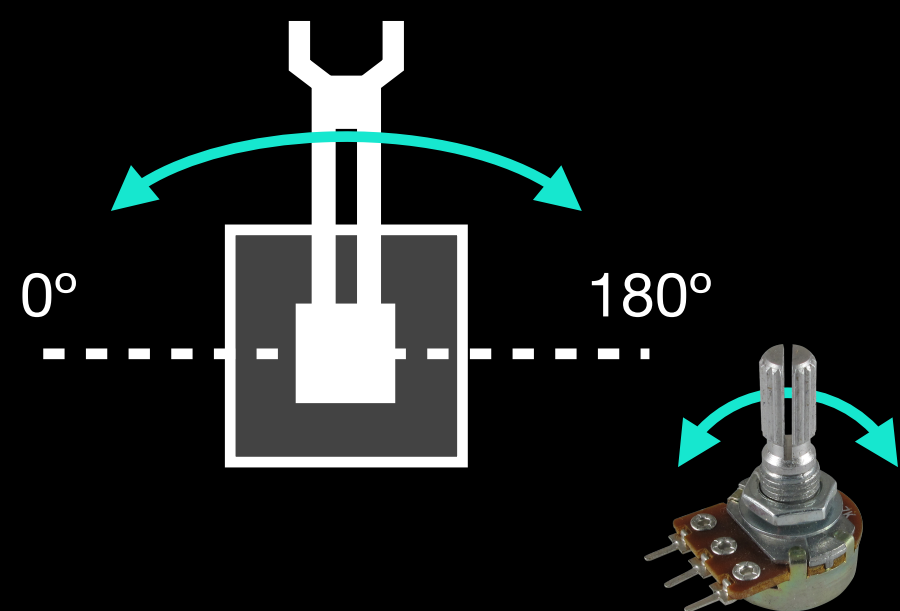
Pinos Usados pelos Componentes

```
#include <EEPROM.h>
```

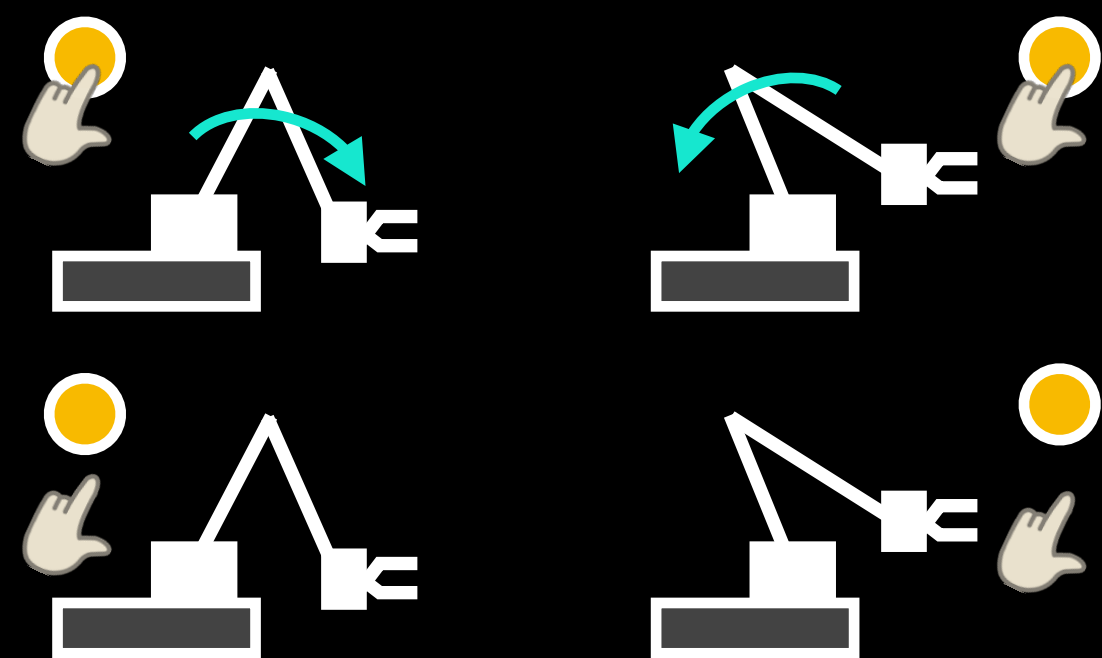
```
#include <Servo.h>
```

```
#include <meArm.h>
```

Controle de Servo (Sem Usar meArm)



Testes Iniciais



1. Crie uma variável global de contagem. Ao apertar o Botão B (Direita), **adicione 1 nessa contagem e imprima-a via serial.**

↳ DICA: use a GFBUTTON.

2. Também ao apertar o Botão B (Direita), **salve na EEPROM** essa contagem no endereço 0. Ao iniciar o programa, **carregue da EEPROM** essa contagem como o valor inicial, para ela continuar de onde parou antes.

3. Ao girar o potenciômetro, **varie o ângulo do servo da base** entre 0 e 180°.

↳ DICA: use a função map e a biblioteca Servo (sem meArm!).

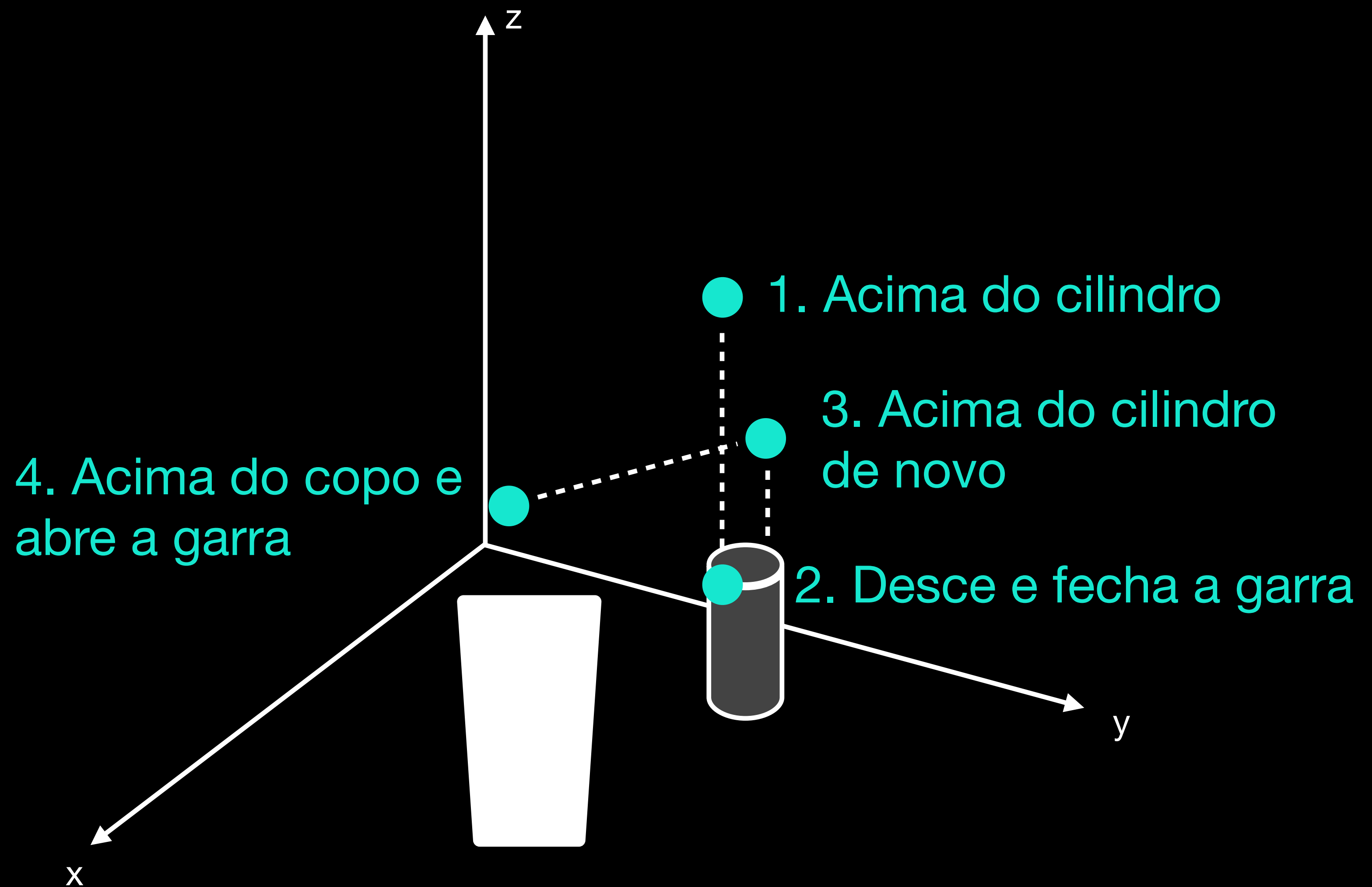
4. Dentro da loop: se o Botão A (Cima) estiver apertado, **diminua um pouco o ângulo do servo do ombro**, sem ultrapassar 45; se o Botão C (Baixo) estiver apertado, **aumente um pouco esse ângulo**, sem ultrapassar 135. Essas mudanças devem ser graduais, com um tempo pequeno de espera.

↳ DICA: crie uma variável global para o ângulo do servo do ombro. Use a digitalRead ou a .isPressed().

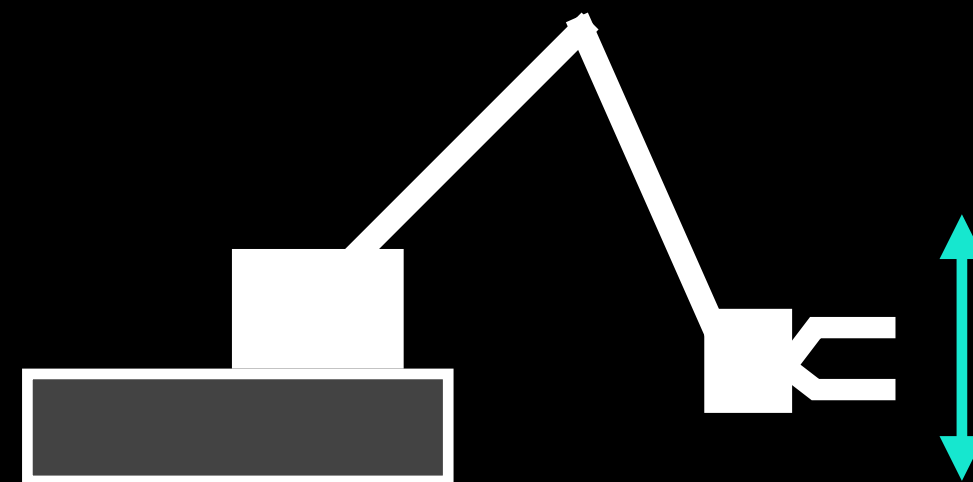
Implementação



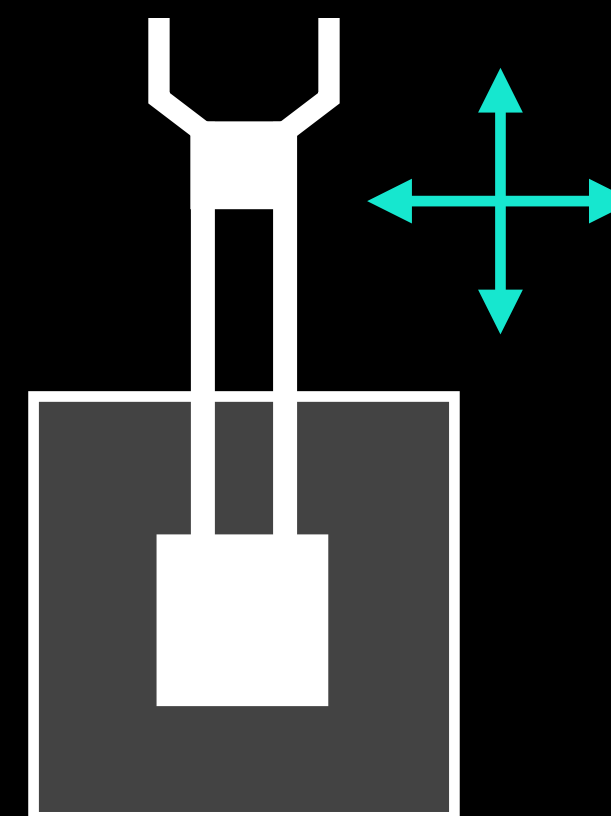
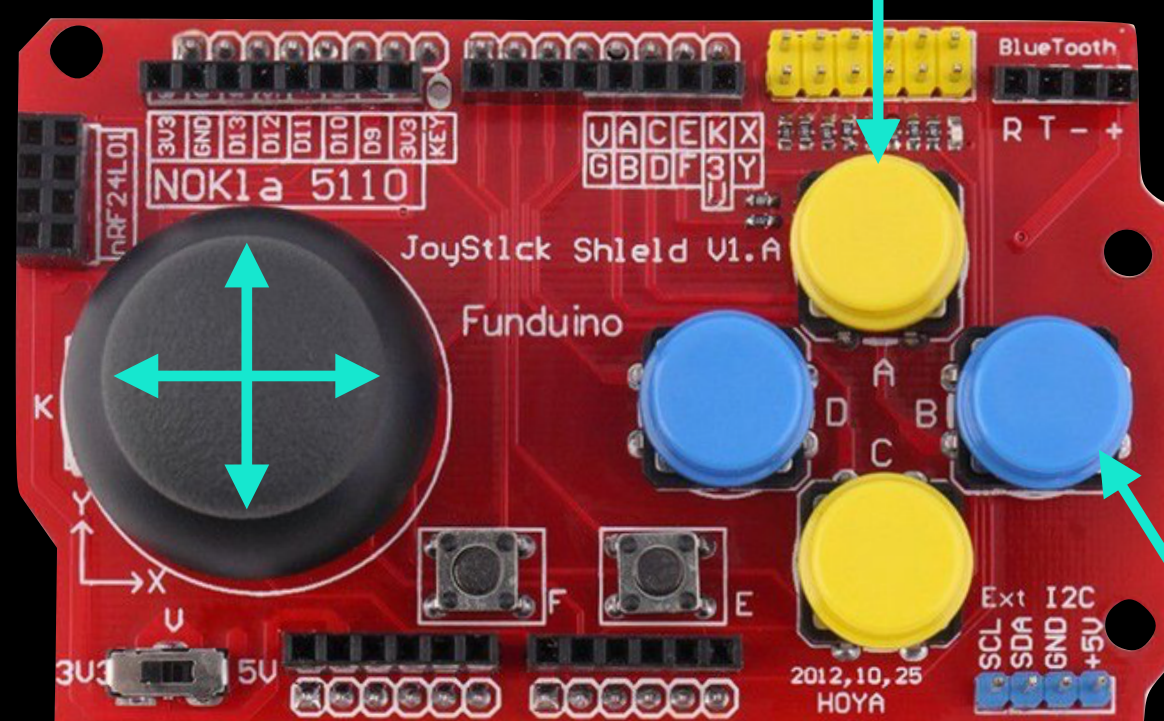
Controle do Braço Mecânico



Trajeto Desejado: Colocar o Pino dentro do Copo



abre/fecha garra

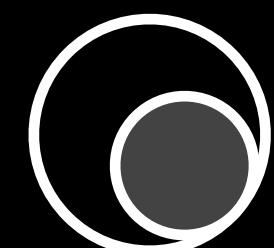
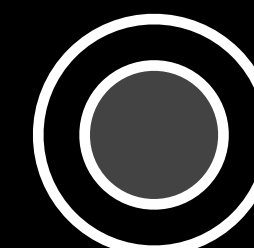
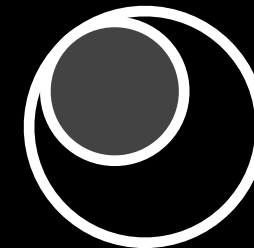
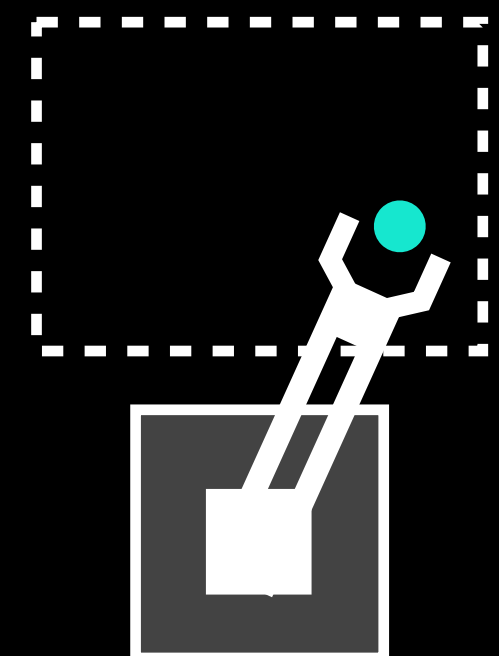
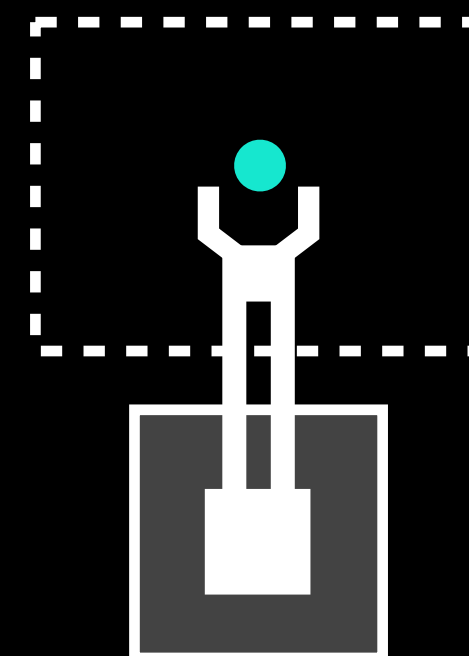
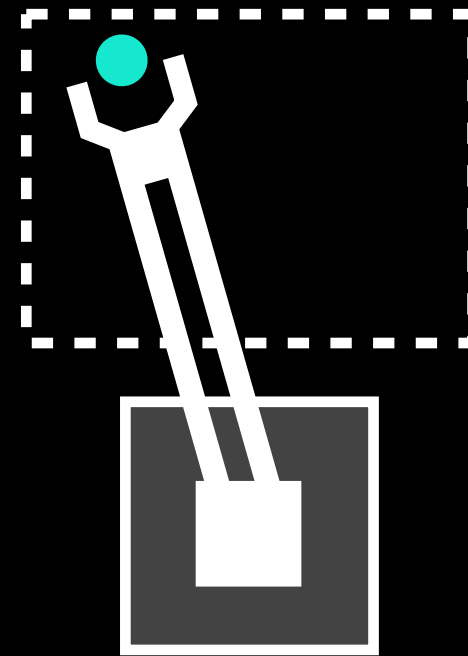


modo absoluto / relativo

Controle Analógico de 3 Coordenadas

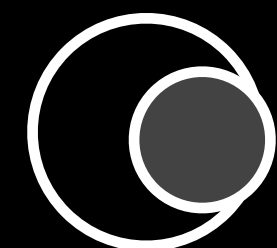
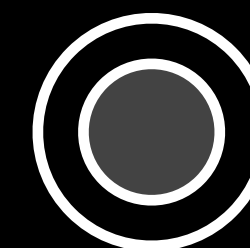
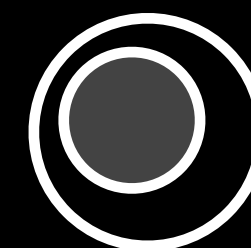
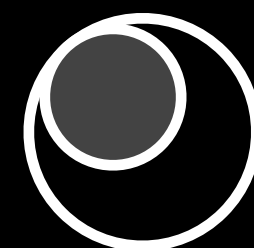
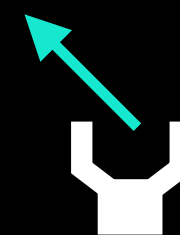
Movimento Absoluto

posição do joystick
=
posição do braço



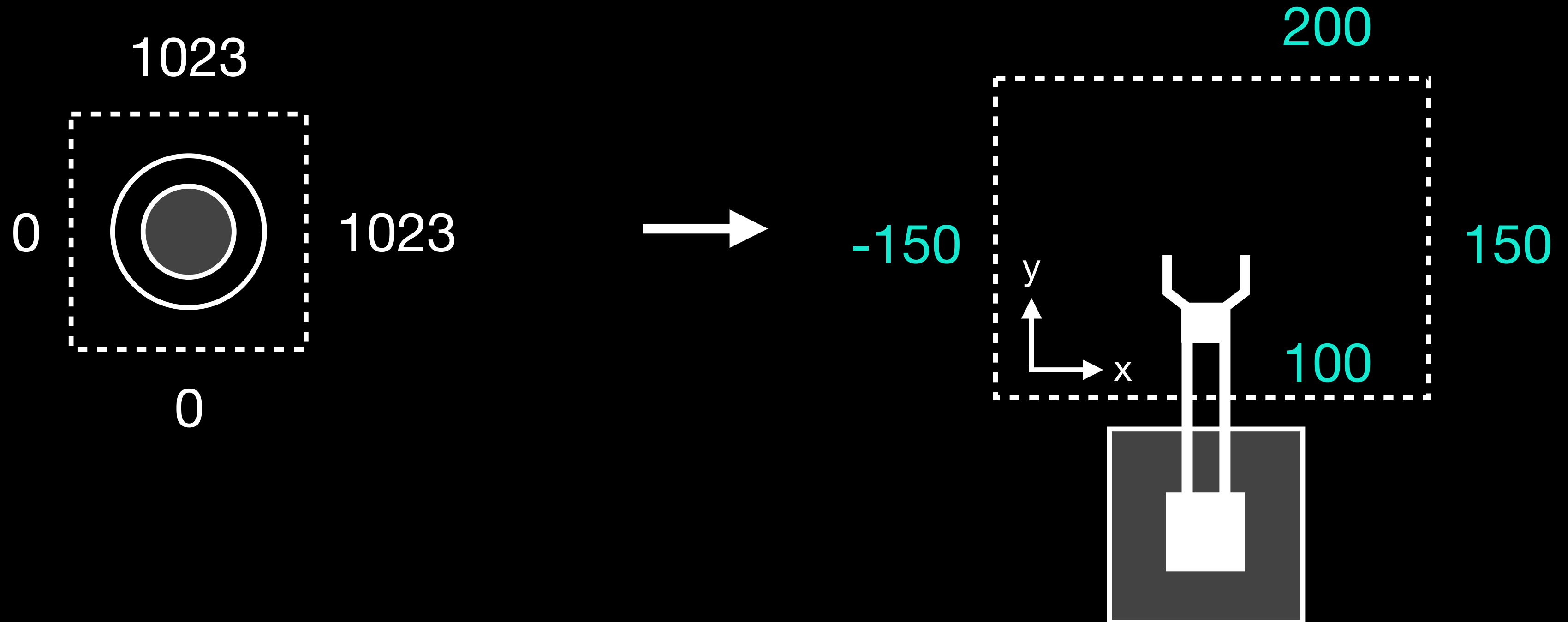
Movimento Relativo

posição do joystick
=
variação da posição do braço



Movimento do Braço com Modo Absoluto e com Modo Relativo

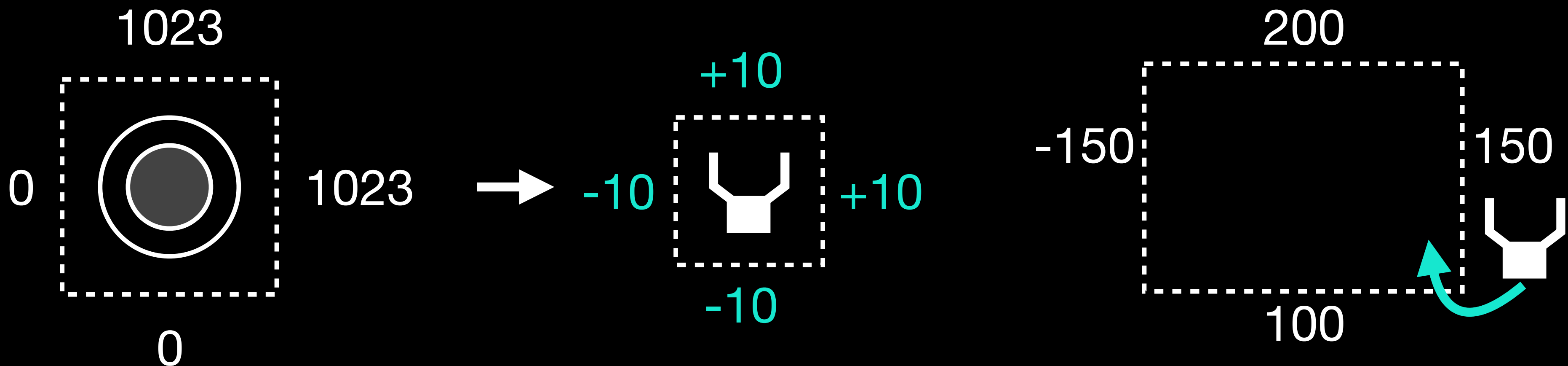
Movimento Absoluto



1. Criar variáveis globais X , Y e Z .
2. Mapear valores do joystick para X (entre -150 e 150) e Y (entre 100 e 200), e do potenciômetro para Z (entre -30 e 100).
3. Mover a garra **SUAVEMENTE** para essas coordenadas.

Movimento do Braço com Modo Absoluto

Movimento Relativo



1. Usar as mesmas variáveis globais X , Y e Z do modo absoluto.
2. Fazer as leituras analógicas do joystick, *mapeá-las para valores entre -10 e 10* e usar esses valores como *incremento para o X e o Y* (Z fica com o mesmo mapeamento do modo absoluto).
3. Corrigir os valores resultantes de X e Y *caso eles ultrapassem os limites* do braço (os mesmos limites do movimento absoluto).
4. Imprimir as variáveis X e Y pela Serial para verificar os valores. Talvez seja necessário *adicionar/subtrair 1* para corrigir o viés (drift) do joystick.
5. Mover a garra **DIRETAMENTE** para essas coordenadas, com um delay de 40ms.

Movimento do Braço com Modo Relativo



Implementação

1. Ao iniciar o programa, **mova suavemente o braço** para a coordenada (0, 130, 0) e fecha a garra.
2. Ao apertar o Botão A (Cima), alterne o estado da garra **entre aberto e fechado**.
↳ DICA: crie uma variável global tipo bool (true/false) para salvar esse estado.
3. Ao apertar o Botão B (Direita), **alterne entre "modo absoluto" e "modo relativo"** e imprima esse estado na serial.
↳ DICA: crie uma outra variável global para salvar esse modo.
4. **No loop: se o modo for absoluto**, ajuste as posições X e Y do braço de acordo com o joystick e a posição Z de acordo com o potenciômetro, conforme o algoritmo ilustrado.
5. **Se o modo for relativo**, ajuste o incremento de X e Y de acordo com o joystick e a posição Z de acordo com o potenciômetro, conforme o algoritmo do slide anterior.
↳ DICA: restrinja os valores de X e Y com "if"s ou com a função `constrain` (pesquise no Google).
6. Use o braço para **mover o cilindro para o copo**.

Aperfeiçoamento



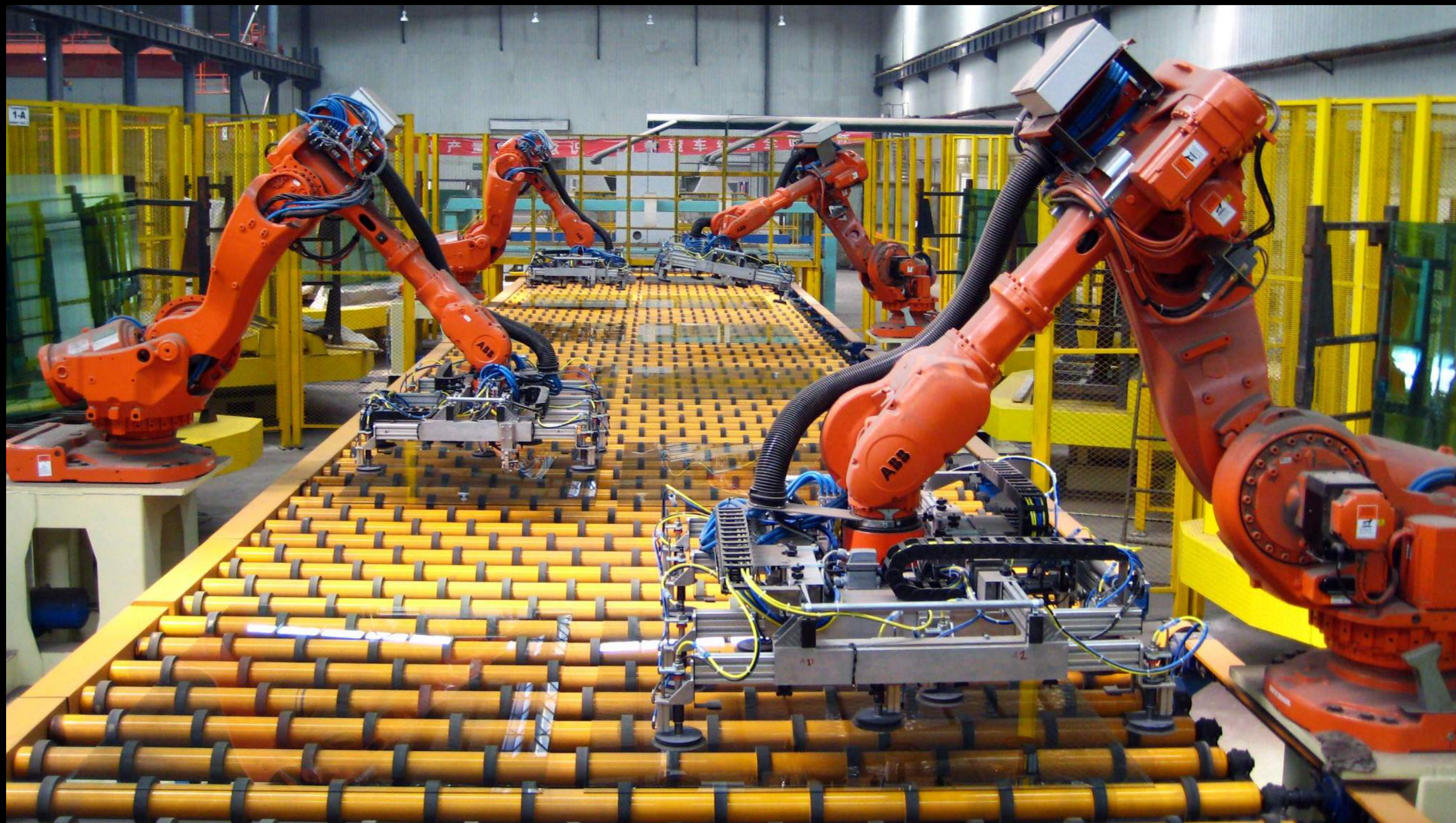
p08b_implementacao.ino

cópia
-----▶

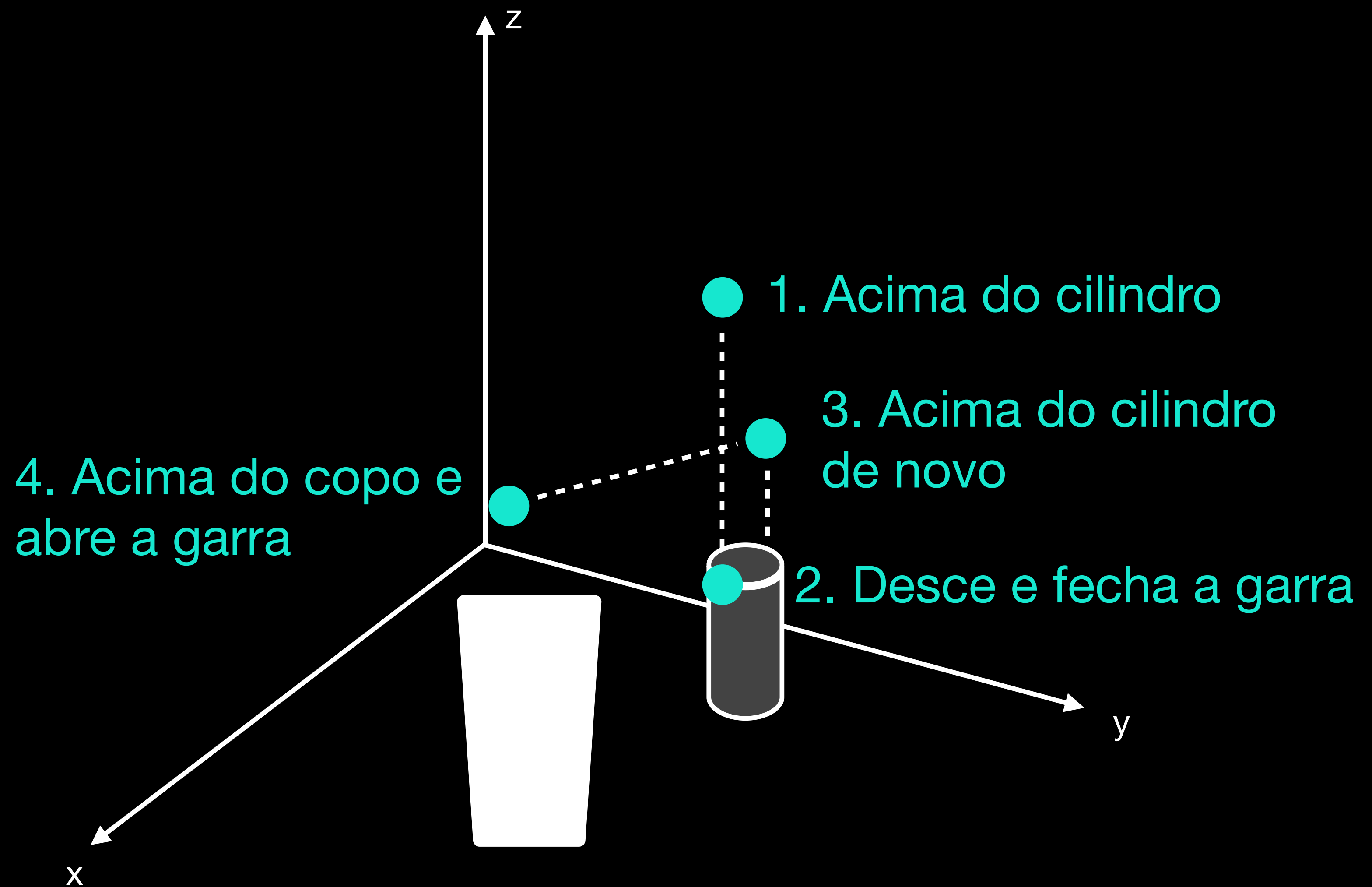


p08c_aperfeicoamento.ino

Cópia do Código da Implementação para o Aperfeiçoamento



Controle Automático do Braço



Trajeto Desejado: Colocar o Pino dentro do Copo

Botão C (Baixo)

move o braço
para a posição



salva coordenadas e garra na
matriz (linhas de 0 a 3)

Botão D (Esquerda)



move braço para as
coordenadas salvas

Trajeto Desejado: Colocar o Pino dentro do Copo


```
int pontosSalvos[4][4];
```

| | x | y | z | garra aberta/fechada |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ponto 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ponto 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ponto 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ponto 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Armazenamento dos Pontos



Aperfeiçoamento

1. Ao apertar o Botão C (Baixo), **salve as coordenadas e o estado da garra** (aberto/fechado) numa linha da matriz 4x4. Aumente essa linha cada vez que apertar, respeitando o limite de 4.
2. Ao apertar o Botão D (Esquerda), leia os dados salvos e **mova o braço suavemente para cada uma das 4 posições**, abrindo ou fechando a garra, com intervalos de 500 ms entre cada ponto.
3. Ao salvar o ponto, **guarde a matriz dentro da EEPROM**. Ao iniciar o programa, **carregue a matriz a partir da EEPROM**.
↳ DICA: só é necessário escrever 2 linhas de código neste item.
4. **Treine o braço** para colocar o pino dentro do copinho por conta própria.

Desafio Extra



p08c_aperfeicoamento.ino

cópia
-----▶



p08c_desafio.ino

Cópia do Código do Aperfeiçoamento para o Desafio

```
int pontosSalvos[4][4];
```



E se eu quiser
mais posições?

```
int pontosSalvos[1000][4];
```



Desperdiça muita
memória e não identifica
direito os dados dentro
da matriz.

Problemas com a Solução Matricial

lista encadeada

estrutura

x: -35

y: 104

z: 56

aberto: false

x: 75

y: 167

z: 81

aberto: true

x: -119

y: 199

z: -27

aberto: false

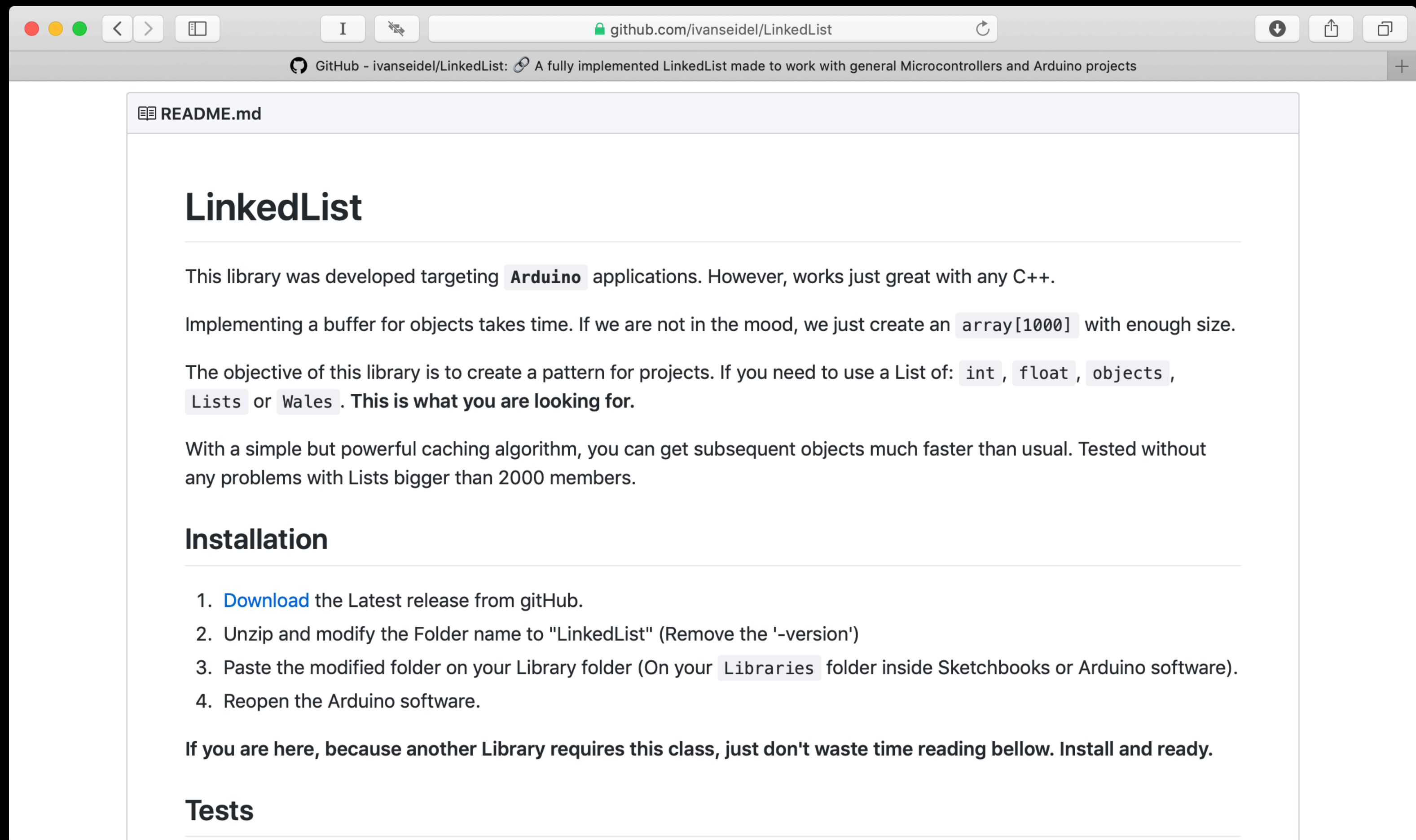
...

Solução Elegante com Estruturas de Dados e Lista Encadeada

```
struct Posicao {  
    int x;  
    int y;  
    int z;  
    bool garraAberta;  
};
```

...

```
Posicao novaPosicao;  
novaPosicao.x = 2;  
novaPosicao.y = 162;  
novaPosicao.z = -19;  
novaPosicao.garraAberta = true;
```



```
#include <LinkedList.h>

// criação de lista para um certo tipo de elemento
LinkedList<int> listaDeInteiros;
LinkedList<bool> listaDeBooleans;

LinkedList<Posicao> listaDeEstruturas;

...

// adiciona elemento no final da lista
listaDeEstruturas.add(elemento);

// acessa elemento da lista pelo índice (posição)
Posicao elemento = listaDeEstruturas.get(indice);

// total de elementos
int total = listaDeEstruturas.size();

// remove todos os elementos
listaDeEstruturas.clear();
```

Exemplo de Uso da Biblioteca LinkedList

```
Posicao novaPosicao;  
novaPosicao.x = 2.4;  
novaPosicao.y = 162.3;  
novaPosicao.z = -19.8;  
novaPosicao.garraAberta = true;  
  
EEPROM.put(endereco, novaPosicao); // funciona!
```

```
LinkedList<Posicao> lista;  
lista.add(novaPosicao1);  
lista.add(novaPosicao2);
```

```
EEPROM.put(endereco, lista); // não funciona!
```

Limitação para Salvar Dados da EEPROM

EEPROM

endereço #0

endereço #1

endereço #2

...



total de elementos (int)

estrutura de Posicao #1

estrutura de Posicao #2

...

Nova Organização de Dados na EEPROM



Desafio Extra

1. Adicione a definição da **estrutura de dados** e variável global de **lista encadeada**. Em seguida, modifique o código do Aperfeiçoamento para salvar as estruturas de posições na lista em vez de na matriz.
2. Modifique o código da reprodução dos pontos salvos para **percorrer a lista de posições** em vez da matriz.
3. Modifique o código do Aperfeiçoamento **para salvar o total de elementos e cada estrutura** na EEPROM.
↳ DICA: usa a função `sizeof` para calcular quantos bytes cada estrutura vai ocupar na memória.
4. Ao iniciar o programa, **leia os dados da EEPROM** para preencher a lista encadeada global.
5. Ao apertar o botão E (porta 6), **limpe todos os dados salvos**, apagando a lista de posições salvas e atualizando o total na EEPROM.

Possíveis Melhorias



Possíveis Melhorias

Como navegar manualmente entre os pontos salvos para poder editá-los?

Como indicar qual o índice do ponto atual?



janks.link/micro/projeto08.zip

Material do Projeto 08