



ACEBOTT

Tutorial de Braço Robótico

Prefácio

Nossa Empresa

ACEBOTT STEM Education Tech Co., Ltd

Fundada no Vale do Silício da China em 2013, a ACEBOTT é uma líder em soluções para educação STEM. Temos uma equipe de 150 pessoas, incluindo membros das áreas de pesquisa e desenvolvimento, vendas e logística. Nosso objetivo é fornecer produtos e serviços de educação STEM de alta qualidade para nossos clientes. Trabalhamos em conjunto com especialistas em educação STEM e nossos parceiros comerciais para desenvolver produtos STE de sucesso. Nossa fábrica própria também oferece serviços de CEM para nossos clientes, incluindo personalização de logotipo nas embalagens dos produtos e placas de circuito impresso(PCB).

Nosso Tutorial

Este curso e o kit de aprendizado de braço robótico foram projetados para crianças e adolescentes com 8 anos ou mais, com o objetivo de proporcionar um entendimento mais aprofundado sobre a placa de desenvolvimento ESP32, o conhecimento sobre braços robóticos e hardware eletrônico. Se você deseja aprender sobre braços robóticos, este kit pode fornecer conhecimento e etapas práticas para ajudá-lo a montar seu próprio braço robótico.

Através deste kit, você pode:

1. Aprenda a usar de forma eficaz a placa de controle ESP32, incluindo o download de código, entendendo suas características e programando no ACECode.
2. Construa uma base sólida em programação através de uma linguagem de codificação baseada em blocos, pois o ESP32 utiliza essa linguagem para controlar circuitos e sensores.
3. Explore os princípios de funcionamento do módulo servo e entenda como vários servos colaboram no projeto do braço robótico.

4. Aprimore suas habilidades de maker construindo seu próprio braço robótico usando o kit ACEBOTT, seguindo tutoriais passo a passo.
5. Implemente funções básicas, como controle por joystick, aprendizado por demonstração, controle via página web e controle por aplicativo no projeto do braço robótico.
6. Obtenha uma compreensão abrangente dos conceitos de braço robótico, preparando-se para estudos mais avançados no futuro.

No geral, o braço robótico ACEBOTT é um kit de aprendizado projetado especificamente para iniciantes e é baseado no ESP32. Usando este kit, os usuários podem obter uma compreensão abrangente da placa de controle e dos servos em um braço robótico. Seguindo os tutoriais fornecidos no kit, estudantes de diferentes faixas etárias podem adquirir conhecimentos valiosos sobre braços robóticos e construir com sucesso seus próprios projetos de braços robóticos.

Atendimento ao Cliente

A ACEBOTT é uma empresa de tecnologia educacional STEM dinâmica e em rápido crescimento, que se empenha em oferecer produtos excelentes e serviços de qualidade que atendam às suas expectativas. Valorizamos seu feedback e incentivamos você a nos enviar um e-mail para support@acebott.com com quaisquer comentários ou sugestões que possa ter.

Nossos engenheiros experientes estão dedicados a resolver prontamente quaisquer problemas ou dúvidas que você possa ter sobre nossos produtos. Garantimos uma resposta dentro de 24 horas durante os dias úteis.

Siga-nos

Escaneie os códigos QR para nos seguir e obter assistência técnica e as últimas

novidades.

Temos uma grande comunidade que é muito útil para resolver problemas, e também contamos com uma equipe de suporte pronta para responder a qualquer pergunta.



Código QR do grupo ACEBOTT no FB



Código QR do YouTube

Conteúdo

Lição 1 Entendimento de Hardware e Instalação de Software	6
I.Entendimento de Hardware	7
II.Instalação do Software	8
III.Compreendendo os Servos	24
Lição 2: Montagem do Braço Robótico	30
I.Lista de Peças	30
II.Lista de Componentes Estruturais	31
III.Passos de Montagem	32
Lição 3: Controle do Braço Robótico com Joystick	56
I.Controle dos Servos	56
II.Entendendo o Módulo Joystick	57
III.Movimentos Básicos do Braço Robótico Controlados pelo Joystick	59
IV.Tarefas de Expansão	64
Lição 4: As Coordenadas Espaciais do Braço Robótico	65
I.O Sistema de Coordenadas Cartesiano	65
II.Sistema de Coordenadas Articulado	66
III.Cinemática Direta e Inversa	67
IV.Diagrama de Coordenadas do Braço Robótico	69
V.Instruções de Calibração do Braço Robótico	70
VI.Movendo Pontos de Coordenadas Espaciais	71
Lição 5: Empilhamento do Braço Robótico	75
I.O Programa de Paletização do Braço Robótico	76
II.Tarefas de Extensão	78
Lição 6: Ensino e Aprendizado do Braço Robótico	80
I.Programa de Ensino	80
II.Tarefas de Extensão	82
Lição 7: Controle Web do Braço Robótico	84
I.Programa de Controle Web	84
II.Login na Página Web	88
III.Tarefas de Extensão	90
Lição 8: Controle do Braço Robótico por APP	92
I.Download do APP	92
II.Controle do Braço Robótico via APP	94

Lição 1 Entendimento de Hardware e Instalação de Software

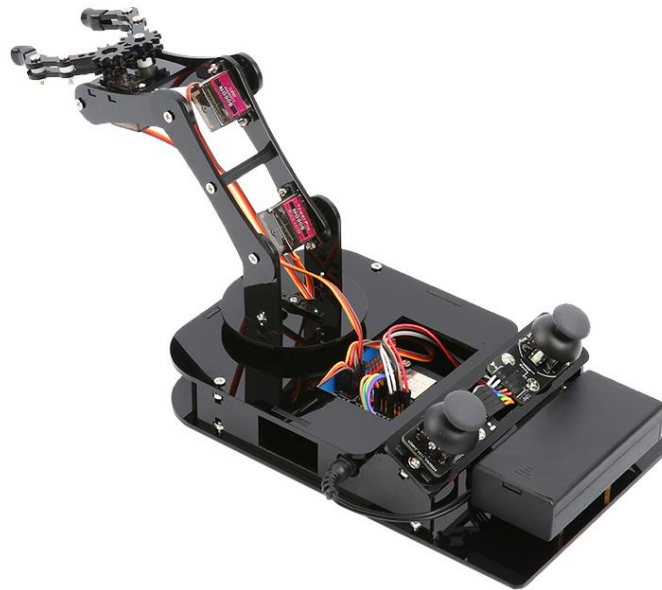
Os braços robóticos são dispositivos mecânicos automatizados amplamente utilizados no campo da robótica. O braço é um componente crucial do mecanismo de execução do robô, desenhado para transportar a peça de trabalho presa para uma posição determinada. No setor industrial, a aplicação de braços robóticos pode substituir humanos em tarefas de produção monótonas e repetitivas ou em operações de processamento em ambientes perigosos e adversos.

Um braço robótico consiste em três partes básicas: o corpo principal, o sistema de transmissão e o sistema de controle. O corpo principal inclui principalmente o chassi, ombro, cotovelo e efeito final. Dependendo de diferentes cenários de aplicação, o corpo principal do braço robótico pode ser dividido em configurações de quatro eixos, cinco eixos, seis eixos ou até mesmo multi-eixos. O sistema de transmissão inclui dispositivos de potência e mecanismos de transmissão, com os componentes centrais sendo o redutor e o motor servo, que movem o braço robótico para realizar ações correspondentes. O sistema de controle emite sinais de comando para o sistema de transmissão de acordo com o programa de entrada, controlando o movimento do braço robótico.

O braço robótico deste tutorial é um braço robótico de quatro eixos. O primeiro eixo é o servo do chassi, o segundo eixo é o servo do ombro, o terceiro eixo é o servo do cotovelo e o quarto eixo é o servo da garra.

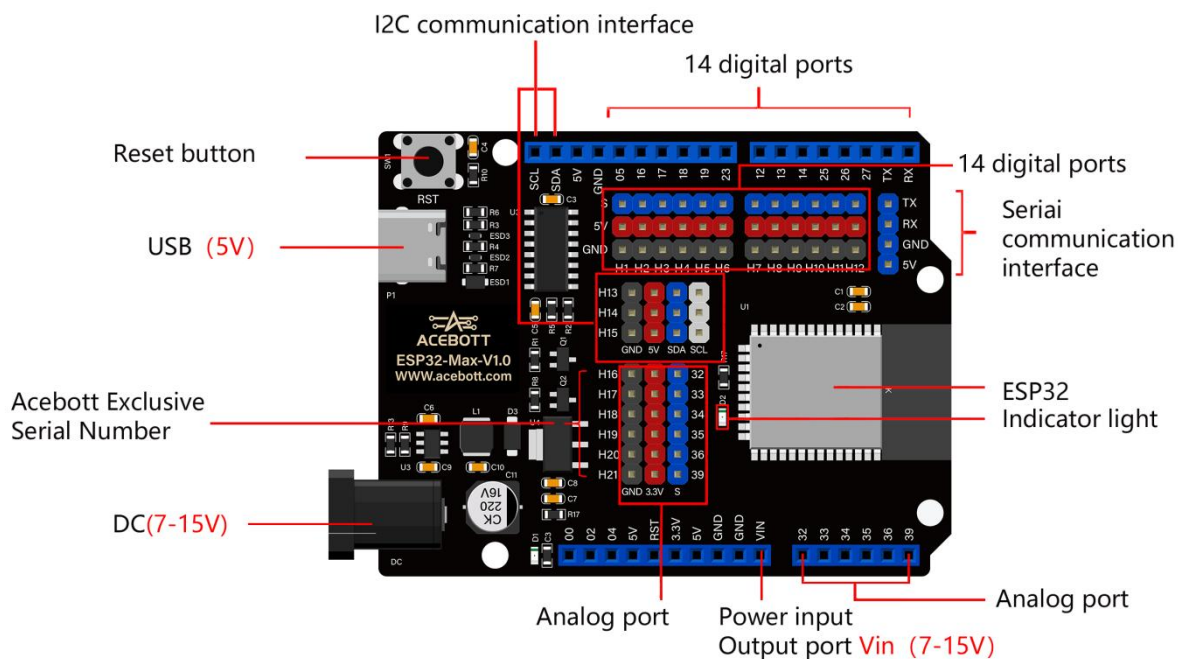
O braço robótico deste tutorial utiliza uma placa de controle ESP32 mainstream como seu controlador principal e programação em ACECode. Os métodos de controle incluem controle por joystick, controle pela web e controle por app.

Como é que o braço robótico é controlado especificamente? Vamos continuar com o tutorial e aprender juntos.



I. Entendimento de Hardware

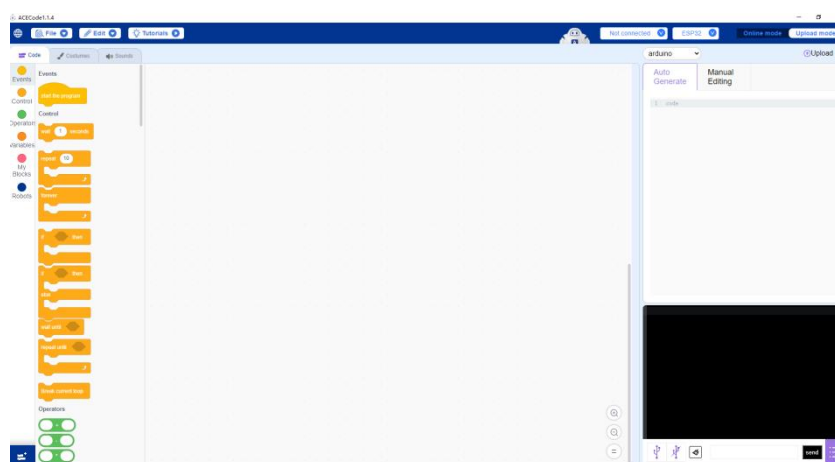
A placa de controle ESP32 é um microcontrolador de baixa potência e alto desempenho ideal para o desenvolvimento de IoT. Ela possui um processador dual-core funcionando a 240MHz, 520KB de RAM e 4MB de memória flash. Inclui módulos integrados de WiFi e Bluetooth 4.2 para comunicação sem fio. Com 34 pinos GPIO, ela suporta conectividade e controle de vários periféricos.



II.Instalação do Software

No projeto do braço robótico, utilizamos principalmente o ACECode como software de programação, que é uma ferramenta de programação gráfica compatível com uma variedade de placas-mãe, como ESP32 e ESP8266.

Com o ACECode, você só precisa escrever o código do programa no IDE e enviá-lo para a placa-mãe. O programa instruirá a placa-mãe sobre o que fazer.



1.Método de Instalação do ACECode

Primeiro, acesse o endereço oficial para baixar o ACECode:

<https://www.acebott.com/pages/software>

Escolha a versão do software correspondente ao sistema do computador do usuário e faça o download.

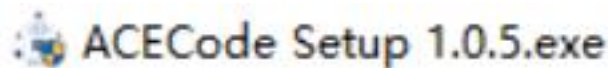
Atenção: ①Este tutorial é aplicável à versão 2.0 ou superior do ACECode. Você pode verificar o número da versão do software no canto superior esquerdo do ACECode. Certifique-se de que a versão do software que você está utilizando atenda aos requisitos.

② Se precisar atualizar a versão do ACECode, acesse o site oficial da ACEBOTT: <https://www.acebott.com/pages/software> e faça o download da versão mais recente do ACECode.

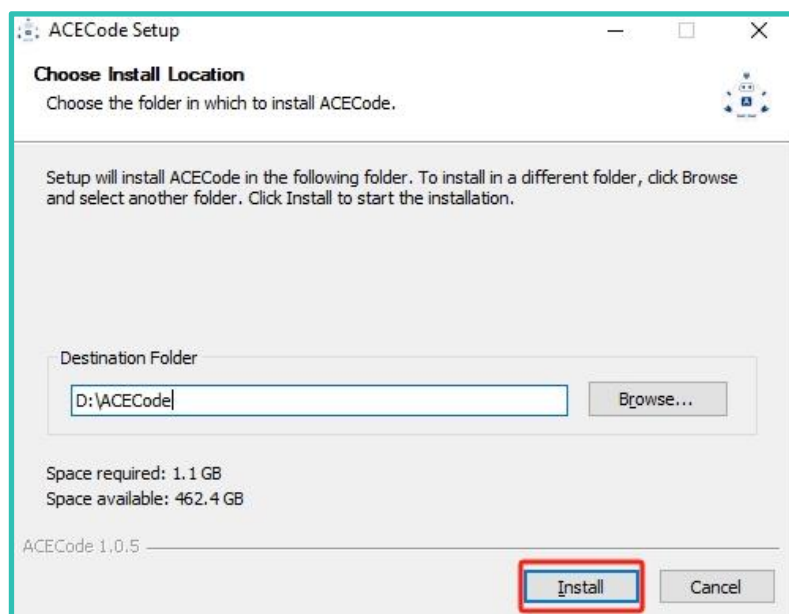
③Caso baixe um pacote compactado, descompacte-o antes de prosseguir com as etapas de instalação subsequentes.

(1)Método de Instalação no Sistema Windows

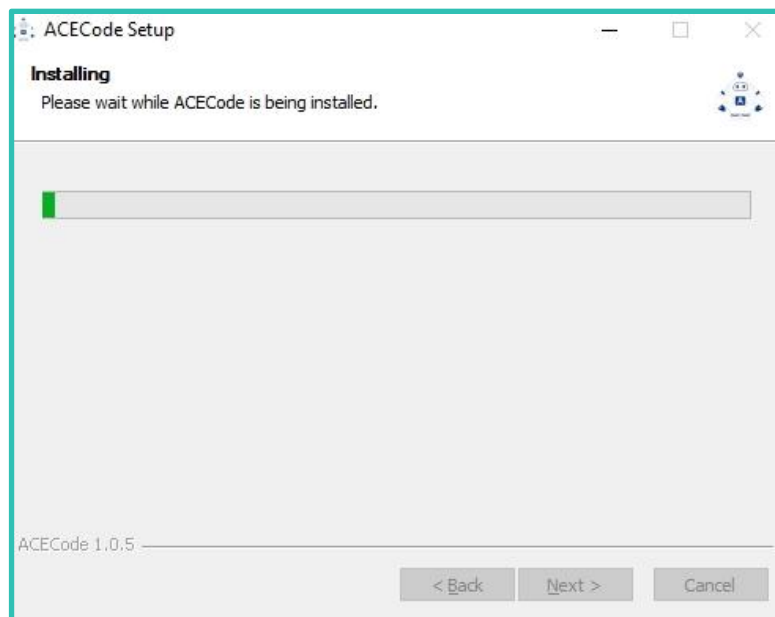
① Quando o download estiver concluído, o arquivo exibido na imagem abaixo aparecerá. Clique em Instalar Software.



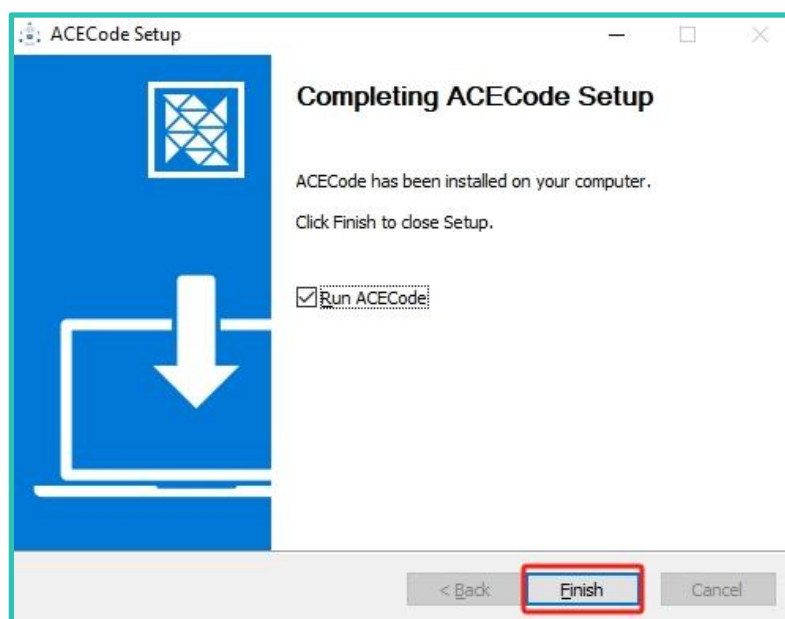
②Após clicar no software, a seguinte tela será exibida. Clique em "Install" .Você pode optar pelo caminho de instalação padrão ou selecionar seu próprio local de instalação para o software.



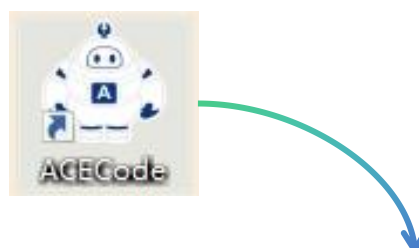
③O ACECode está sendo instalado.

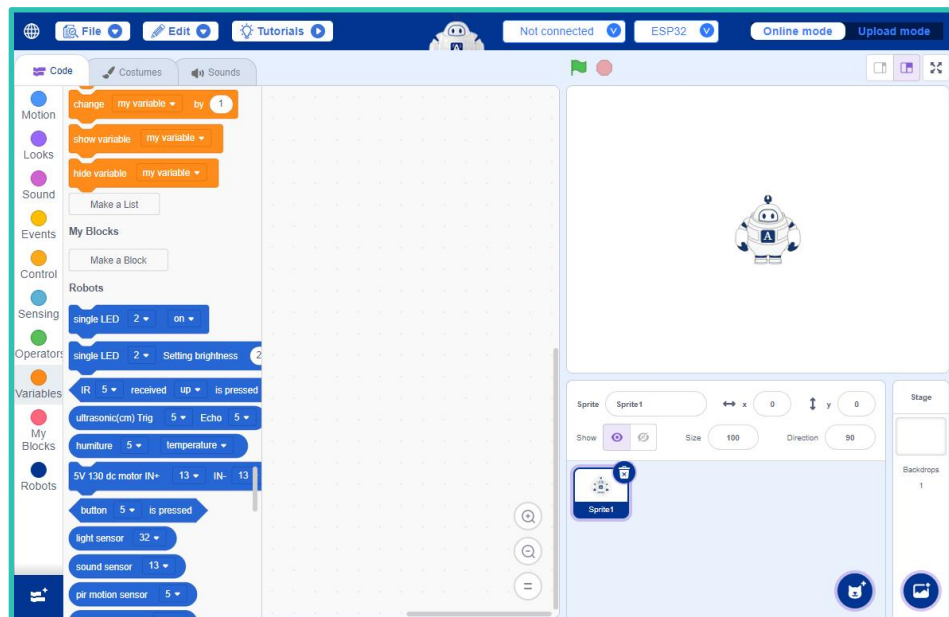


④A instalação foi concluída.



⑤Encontre o atalho do ACECode na sua área de trabalho e clique duas vezes para abrir o ACECode.





(2) Método de Instalação no Sistema Mac

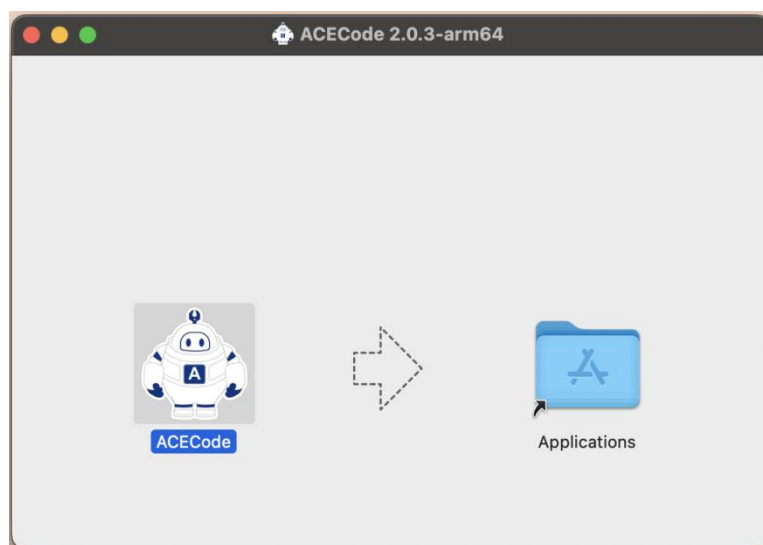
①Após o download ser concluído, o arquivo do pacote de instalação aparecerá como mostrado na figura. Clique para instalar o software.



Atenção:Por favor, selecione a versão do software apropriada para download com base no tipo de processador que seu computador Apple possui (ARM ou Intel).Você pode enviar o comando "uname -m" através do terminal para consultar o tipo de processador.

```
huan@huang:~$ uname -m
arm64
```

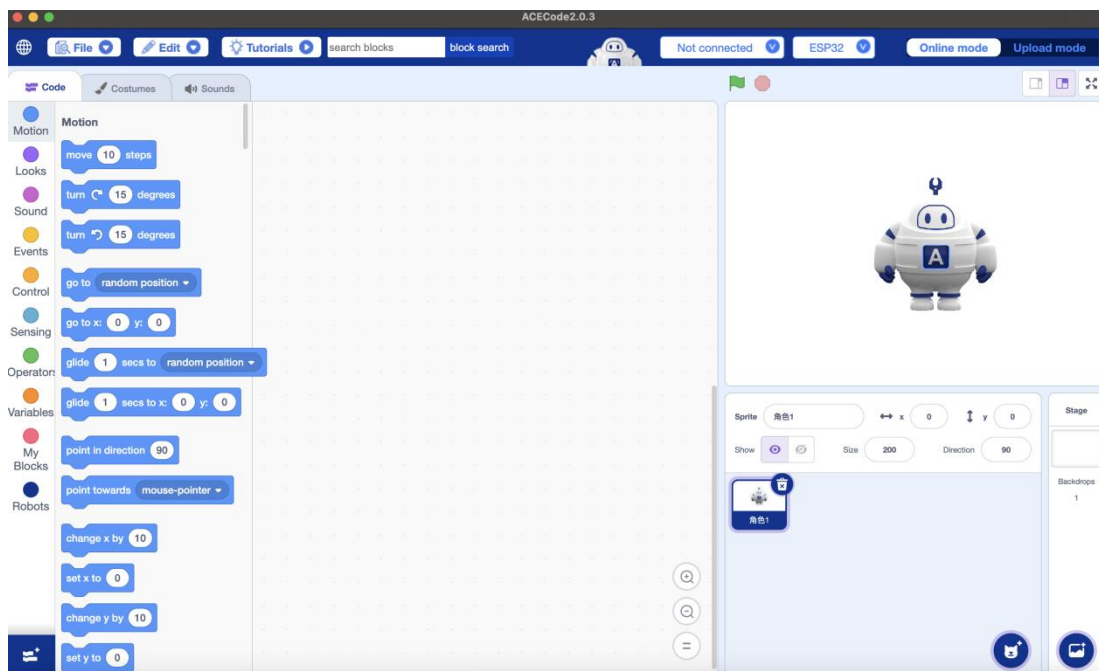
②Quando você clicar no pacote de instalação, a interface de instalação aparecerá. Basta selecionar o ícone do ACECode e movê-lo para a pasta Aplicativos para instalar o programa.



③Após a instalação do software ACECode, localize o ACECode na área de trabalho e abra-o.



④Após iniciar o programa, você verá a seguinte interface.



2.Instale o driver serial (pule esta etapa se já estiver instalado)

(1)Método de instalação do driver para sistemas Windows

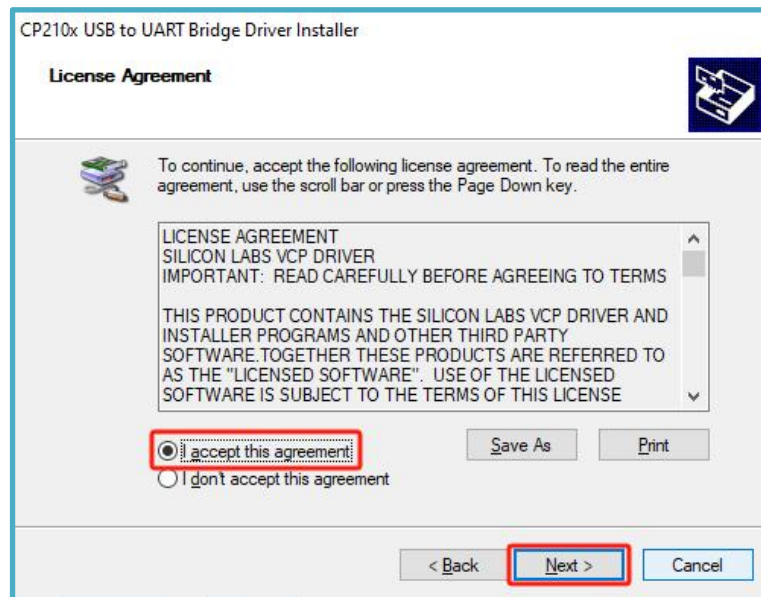
① Abra o ACECode, clique no botão de conexão de porta serial e, nas opções que aparecerem, selecione "one-click install serial driver". Após clicar, o software instalará, em sequência, os drivers de porta serial necessários para as duas placas controladoras suportadas pelo ACECode, ESP8266 e ESP32.



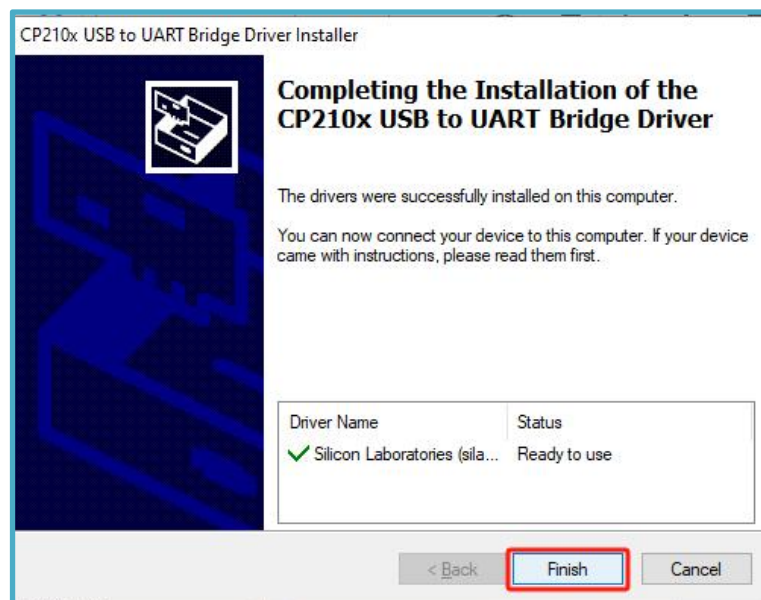
② Clique em "Next" conforme a instrução que aparecer.



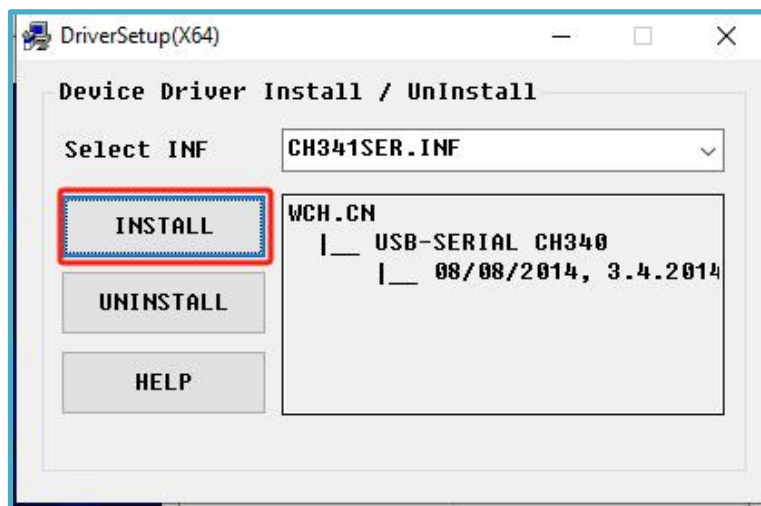
③ Após clicar em "I accept...", clique em "Next" novamente.



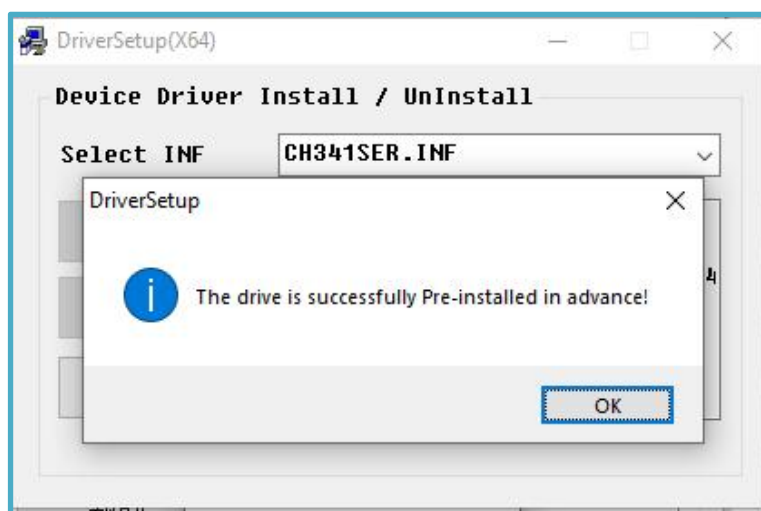
④Clique em "Finish", a primeira instalação do driver estará completa.



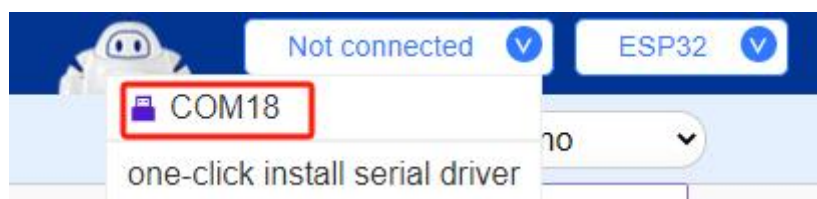
⑤ Em seguida, uma janela pop-up para a instalação do segundo driver aparecerá; clique em "Install".



⑥ Após a instalação ser concluída, uma mensagem indicando que a instalação foi bem-sucedida será exibida.



⑦ Para confirmar se a instalação foi bem-sucedida, conecte uma extremidade do cabo USB à placa controladora ESP32 e a outra extremidade a uma porta USB do computador. No ACECode, verifique o botão de conexão de porta serial. Nesse momento, uma nova porta serial será adicionada, representando a placa controladora conectada. Se isso acontecer, significa que o driver de porta serial foi instalado com sucesso.

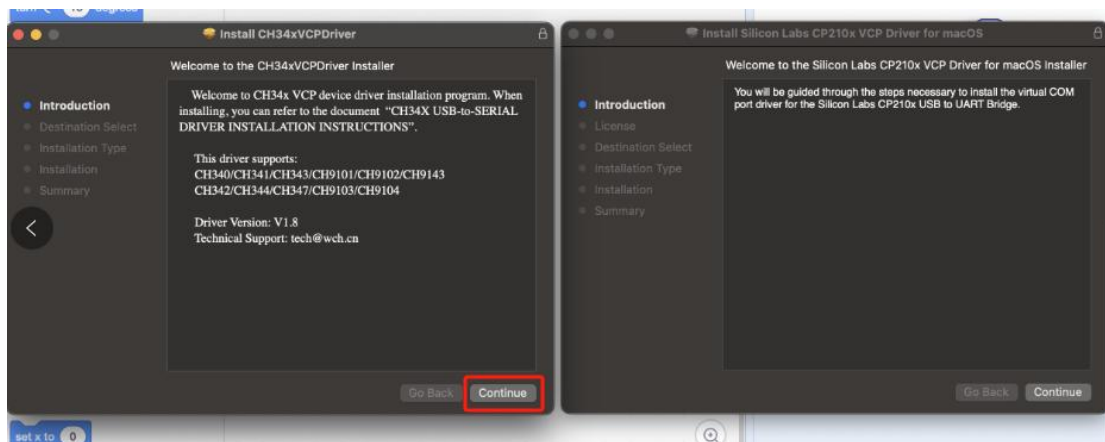


(2) Método de instalação do driver para sistemas Mac

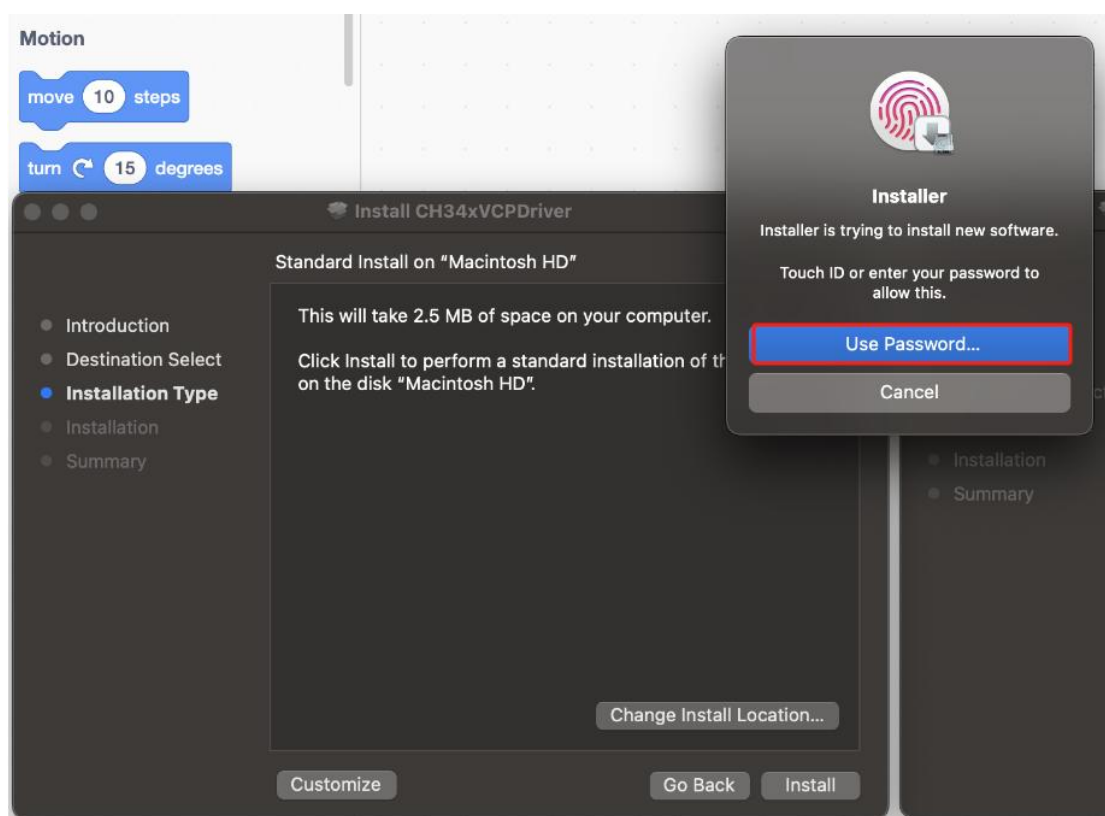
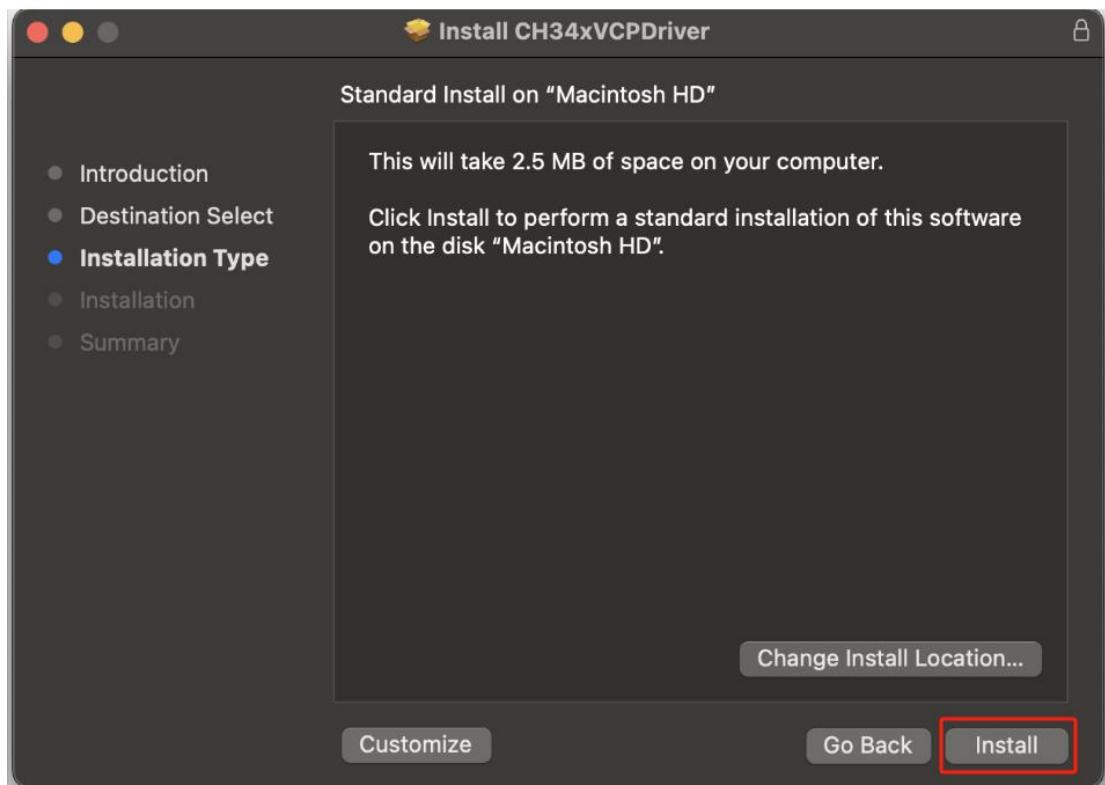
① Abra o ACECode e clique no botão de conexão de porta serial. Nas opções que aparecerem, selecione "one-click install serial driver". Após clicar, serão exibidos os drivers de porta serial necessários para as duas placas controladoras suportadas pelo ACECode, ESP8266 e ESP32.



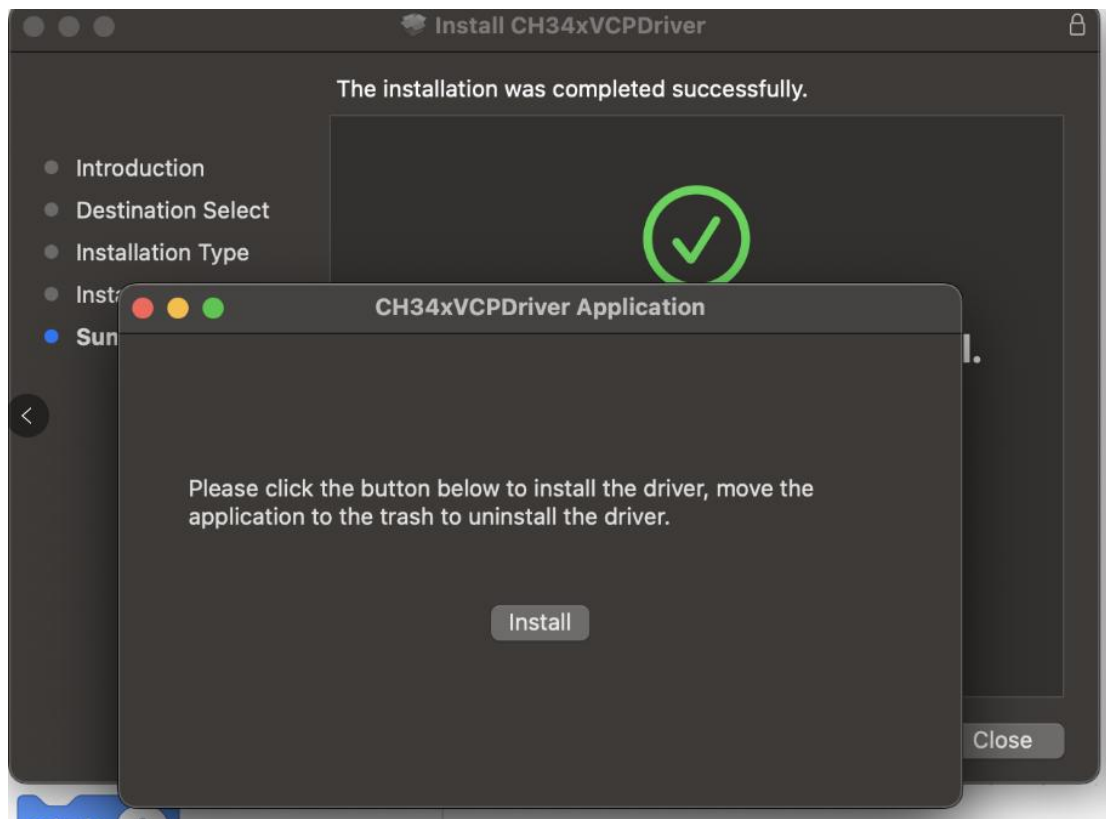
② Siga as instruções para instalar os dois drivers de porta serial em sequência. Comece instalando o driver CH340 e clique em "Continue".



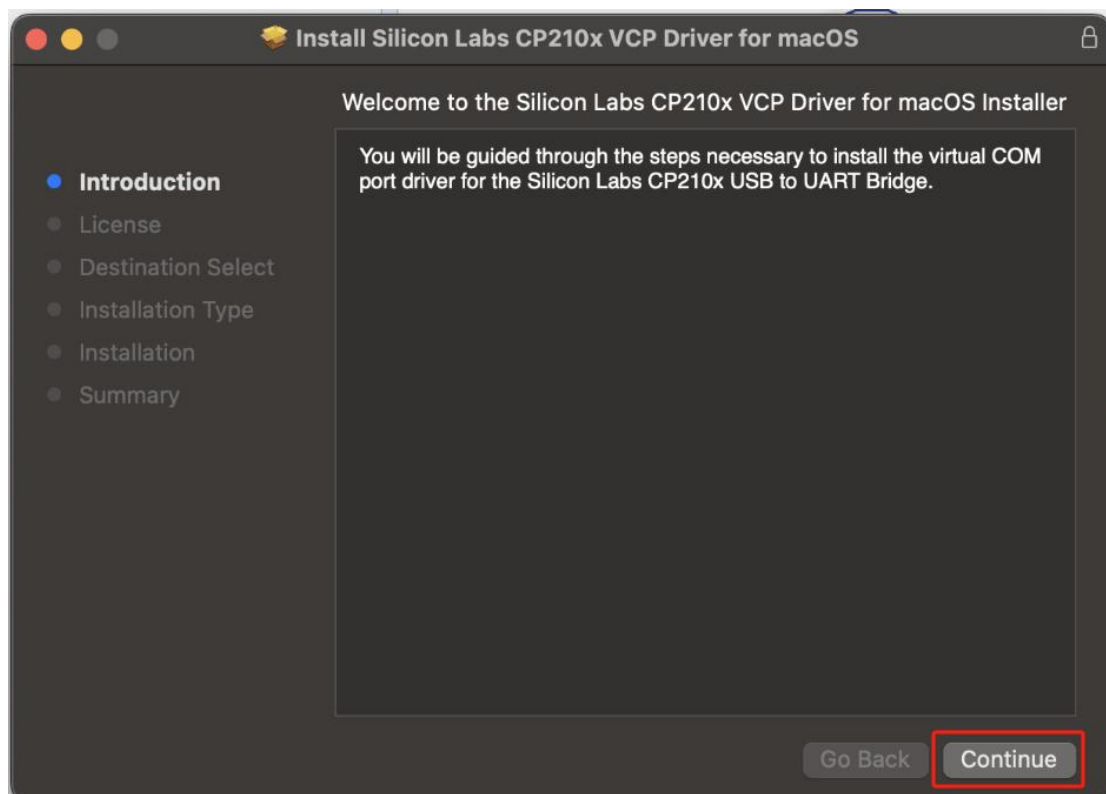
③ Clique em "Install" e, conforme solicitado, insira sua impressão digital ou senha para autorizar a instalação.

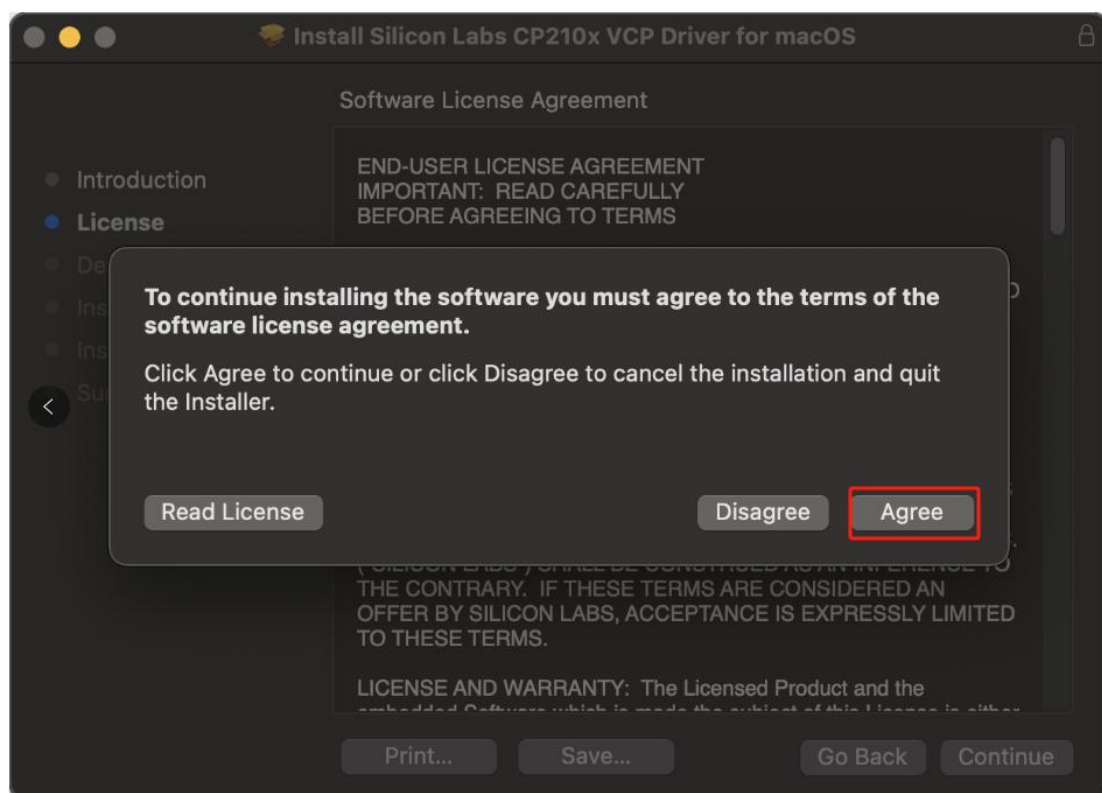
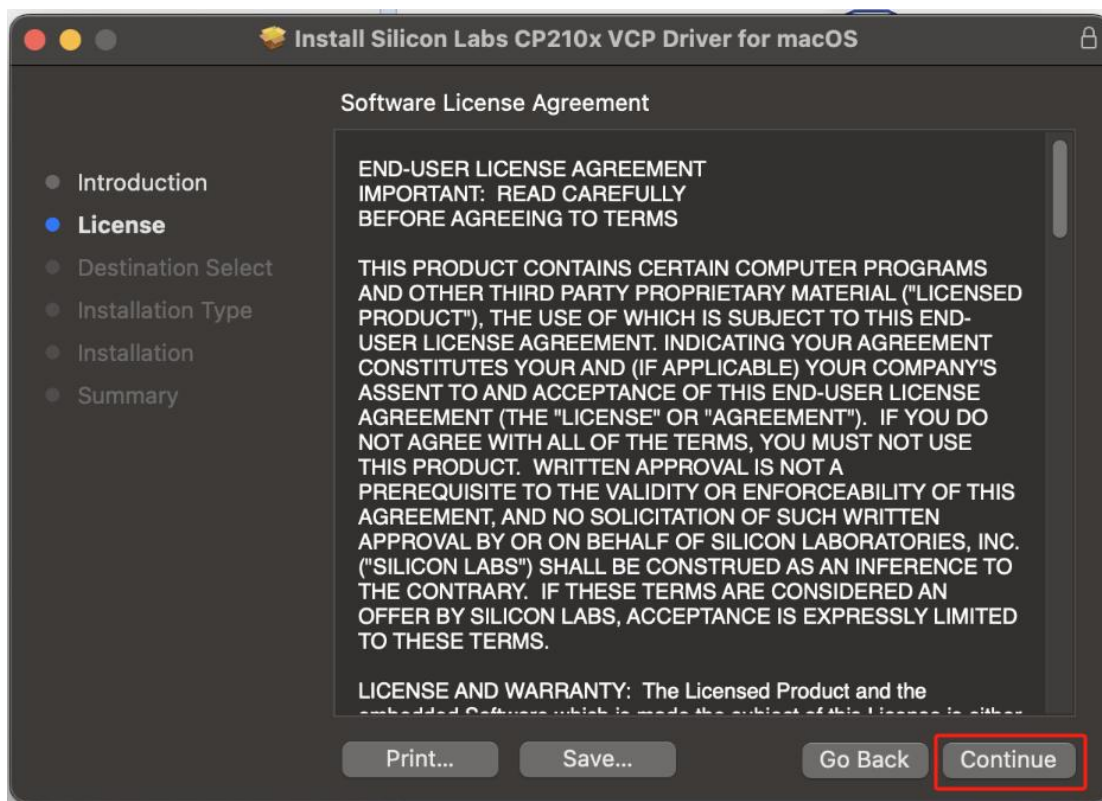


④O driver CH340 foi instalado com sucesso. Feche a janela.

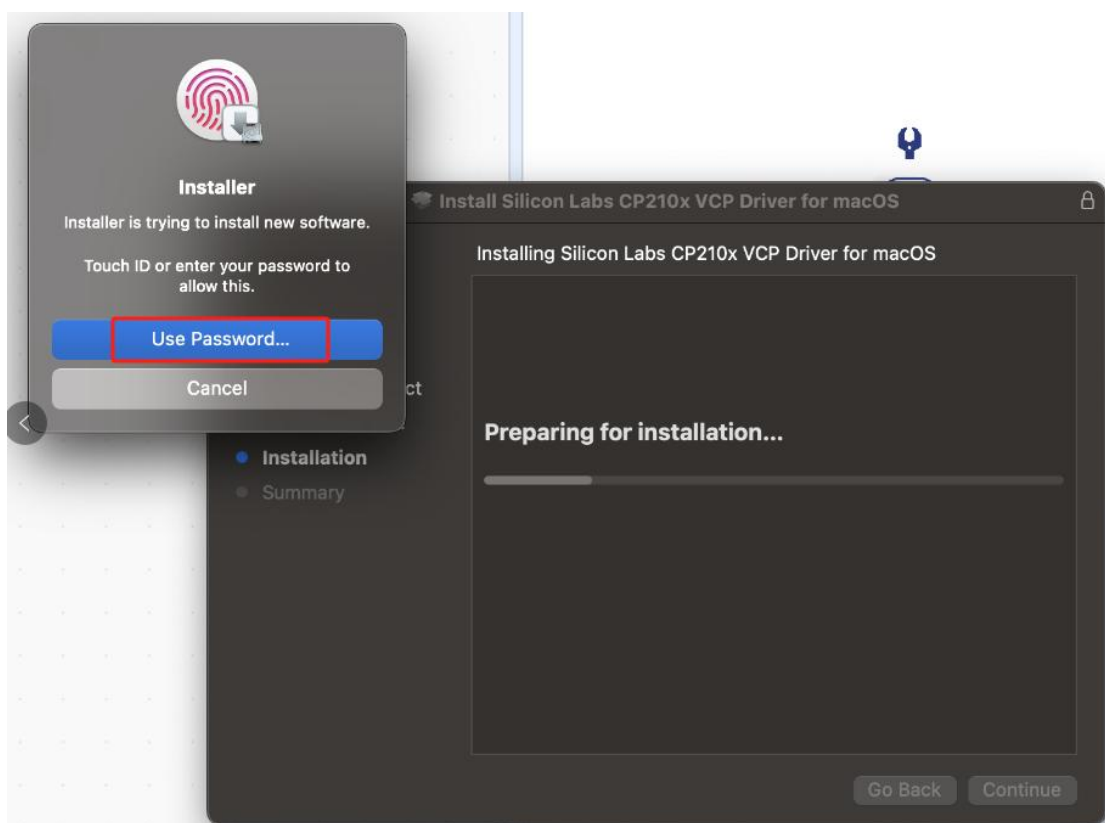
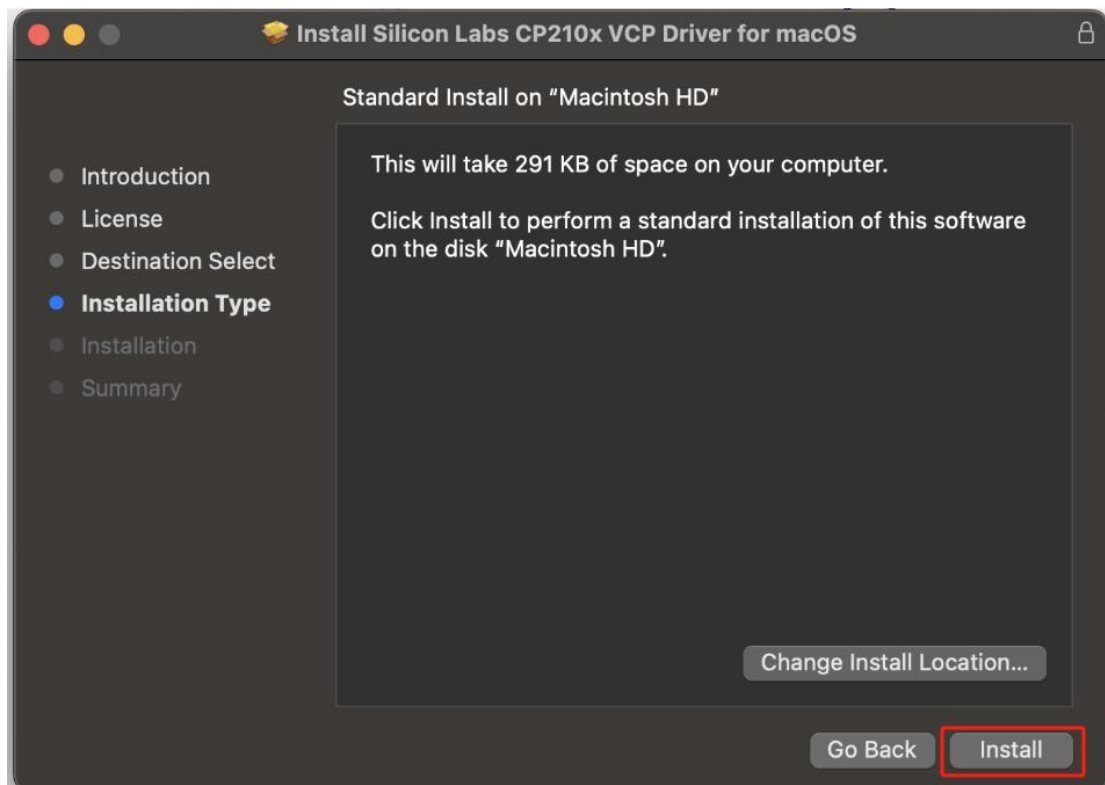


⑤ Em seguida, instale o driver de porta serial CP210. Após clicar em "Continue", clique no botão "Agree" novamente.

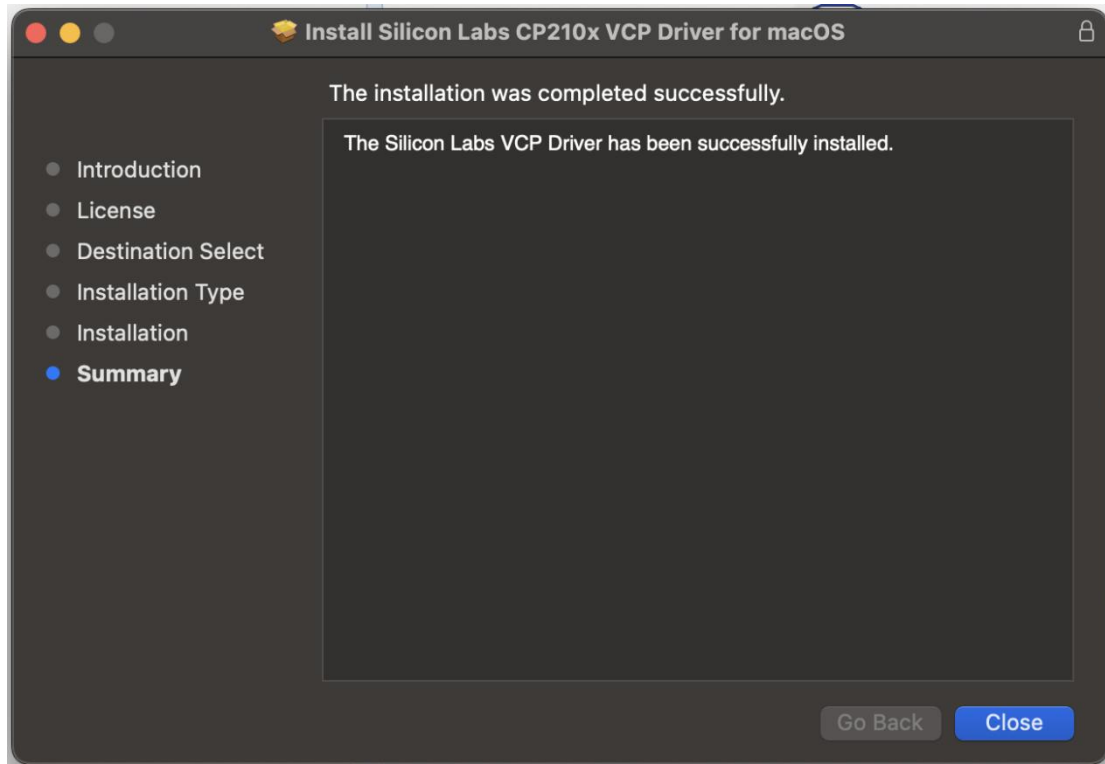




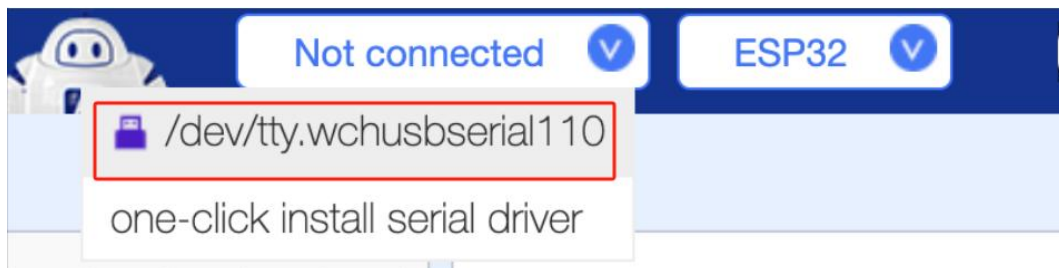
⑥ Clique no botão "Install" e, conforme solicitado, insira sua impressão digital ou senha para autorizar a instalação.



⑦ Após a instalação ser concluída, uma mensagem será exibida indicando que a instalação foi bem-sucedida. Feche a página.



⑧ Para confirmar se a instalação foi bem-sucedida, conecte uma extremidade do cabo USB à placa controladora ESP32 e a outra extremidade a uma porta USB do seu computador. Em seguida, verifique o botão de conexão de porta serial no ACECode. Se uma nova porta serial aparecer, representando a placa controladora conectada, isso indica que os drivers de porta serial foram instalados com sucesso.



3. Teste do ambiente de desenvolvimento

O ACECode suporta dois modos de desenvolvimento: Modo Online e Modo Upload.

Modo Online: Permite a depuração online, possibilitando a depuração em tempo real do programa, o que proporciona maior conveniência e eficiência.

Modo Upload: Envolve o envio do programa escrito para o ESP32. Após o upload ser concluído com sucesso, o programa pode ser executado no ESP32 sem a necessidade de um computador (é necessária uma fonte de alimentação externa para o ESP32).



Atenção: Algumas instruções não são compatíveis com a execução no modo Online. Os blocos não suportados serão exibidos em cinza no modo Online.

Após instalar o ACECode, você pode testar se o ambiente de desenvolvimento foi configurado com sucesso com um programa simples. Siga os passos abaixo:

① Conecte a placa controladora ao seu computador > Abra o ACECode > Modo Online > Selecione ESP32.



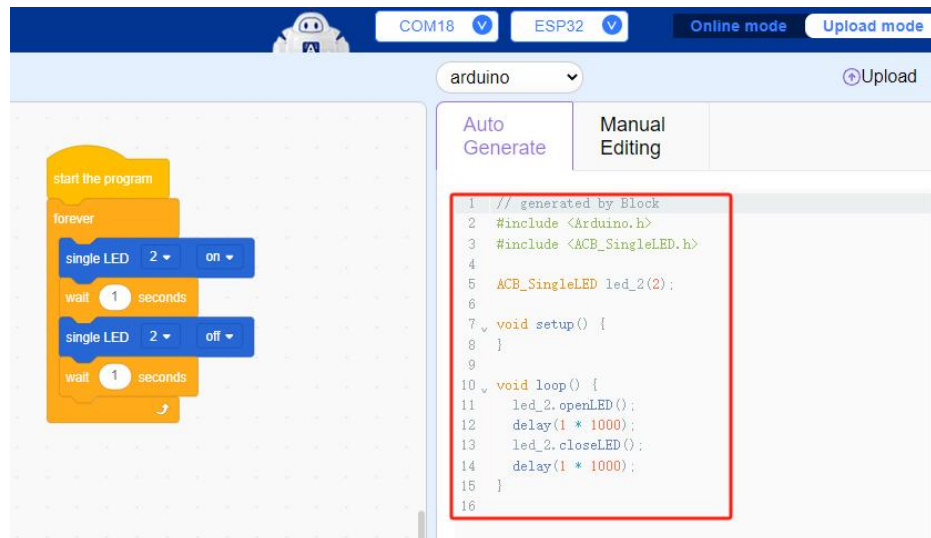
② Quando conectarmos o ESP32 ao computador com um cabo de dados, uma nova porta, como "COM18", será adicionada à lista de informações da porta de comunicação serial. O número da porta aqui é aleatório. Clique na porta recém-adicionada para estabelecer a conexão de comunicação entre o ACECode e o ESP32. Após a conexão ser bem-sucedida, o status de conexão exibido no botão de conexão mudará de "Not connected" para as informações da porta conectada.



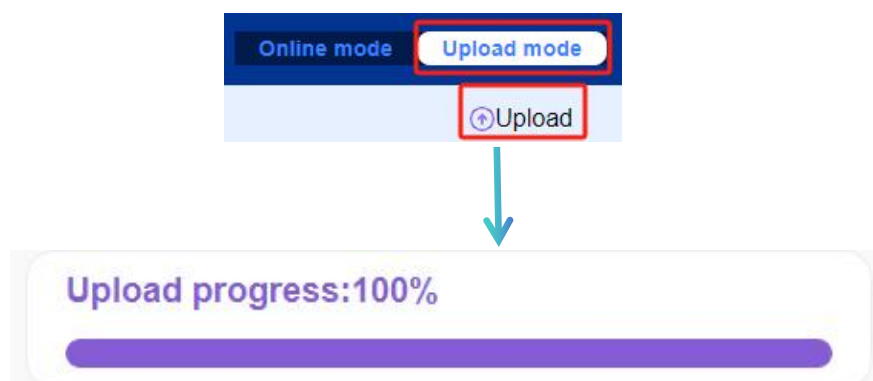
③ Abra o arquivo "[Esp32_test.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 1", clique neste bloco de código com o botão esquerdo do mouse, e o código ficará amarelo, indicando que o código está em execução. Esta instrução faz o LED embutido do ESP32 piscar por 1 segundo e depois parar por 1 segundo. Clique novamente no bloco de código para parar a execução do programa.



④Após a conclusão da depuração no modo Online, mude para o "Upload mode". Neste momento, você pode ver que, no Modo Upload do ACECode, o código correspondente em linguagem C ou Python será gerado de forma síncrona para atender às outras necessidades do usuário.



⑤Clique no botão "Upload" para enviar o programa. Quando o progresso do upload atingir 100%, isso indicará que o envio foi bem-sucedido. Após o upload ser concluído com sucesso, o programa pode ser executado no ESP32 sem a necessidade do computador, ou seja, você pode desconectar o cabo de dados e deixar o programa rodar de forma independente no ESP32 (conecte uma fonte de alimentação externa ao ESP32)



III.Compreendendo os Servos

1.Introdução aos Servos

A estrutura principal de um servo é mostrada na figura abaixo, composta principalmente pelas seguintes partes: carcaça, conjunto de engrenagens de

velocidade variável, motor, potenciômetro ajustável, placa de circuito de controle e roda de direção.

Seu princípio de funcionamento consiste em controlar a placa de circuito para receber sinais de controle da fonte de sinal e acionar o motor para girar. O conjunto de engrenagens reduz a velocidade do motor várias vezes e, conseqüentemente, amplifica o torque de saída do motor. O potenciômetro gira junto com o estágio final do conjunto de engrenagens para medir o ângulo real de rotação do eixo do servo. A placa de circuito de controle recebe o feedback do potenciômetro para determinar o ângulo real do motor e o compara com o ângulo de destino. Caso haja um erro, ela controla o servo para girar até a posição do ângulo desejado.

O fluxo de trabalho é o seguinte:

Sinal de Controle → Placa de Controle Eletrônico → Rotação do Motor → Redução pelo Conjunto de Engrenagens → Rotação do Servo → Feedback do Ângulo Real do Motor → A Placa de Circuito de Controle ajusta a posição do motor com base no feedback para alcançar o ângulo de destino.

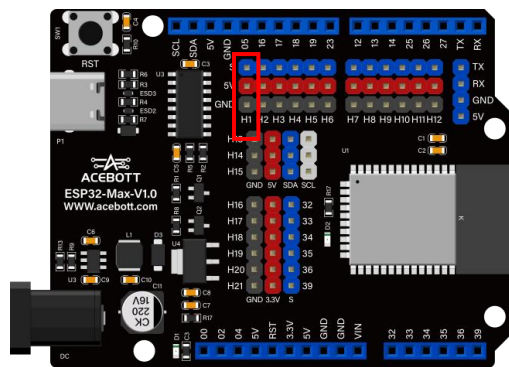
2.A Definição dos Pinos do Servo

① Normalmente, um servo possui três fios de controle: fio de alimentação, fio de terra e fio de sinal.



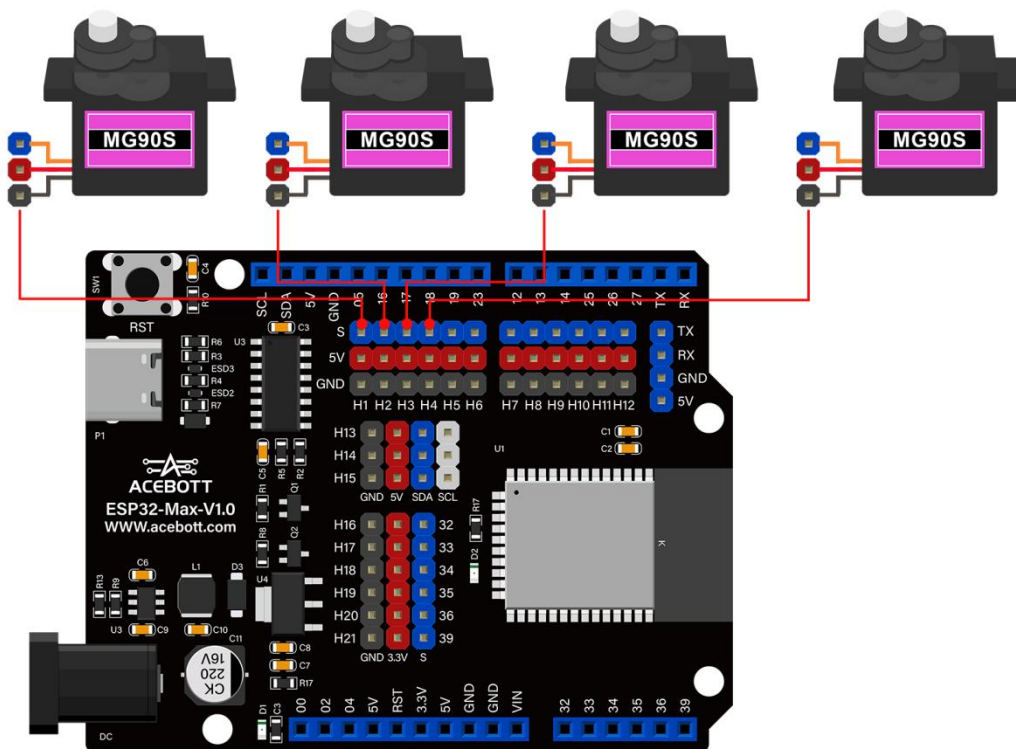
② Definições dos pinos do servo: fio marrom - GND, fio vermelho - 5V, fio laranja - sinal.

③ Conecte o servo à placa de controle ESP32 de acordo com o diagrama a seguir.

Servo	Placa de Controle ESP32	Diagrama
Fio marrom	GND	
Fio vermelho	5V	
Fio laranja	GPIO5	

3. Teste do Servo

① Conecte os quatro servos conforme mostrado no diagrama.



② Abra o arquivo "[Servo_test.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 1", conecte a placa de controle ESP32 ao computador com um cabo USB, selecione a placa de controle correta e a porta, e faça o upload do código para a placa de controle ESP32.

Atenção: Para manter uma saída de energia estável, é necessário instalar as baterias 18650 no suporte de baterias, conectá-lo à porta de alimentação da placa de controle e ligar o interruptor na posição "on" antes de operar.

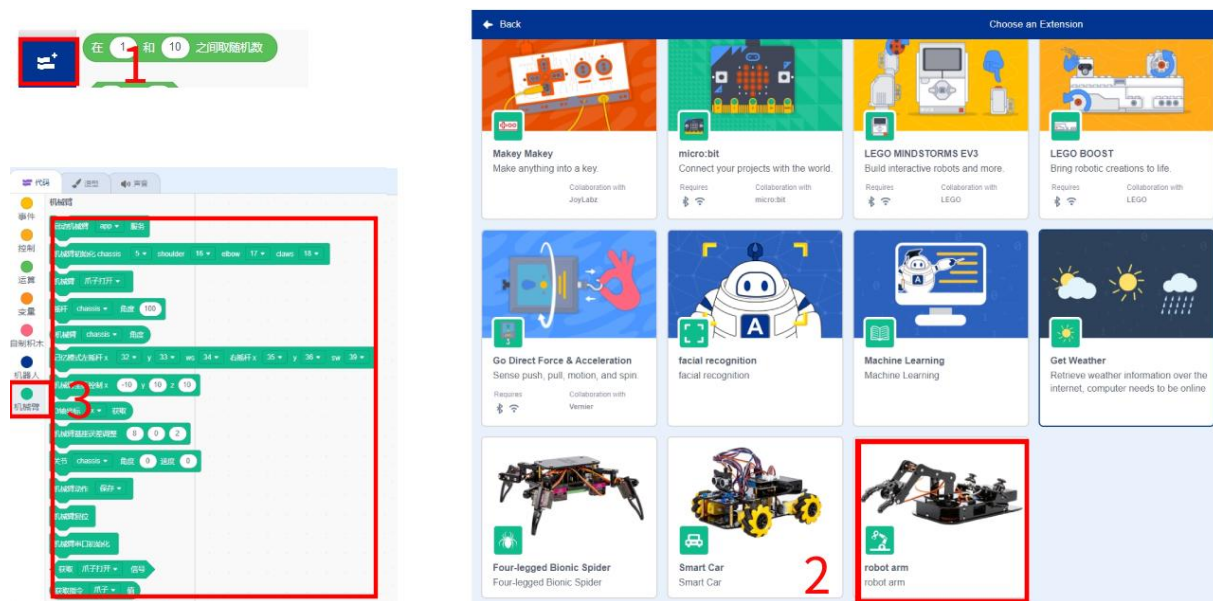


③ Se o servo estiver funcionando corretamente, ele irá girar de 0 graus a 180 graus, depois de 180 graus de volta para 0 graus, e finalmente se estabilizar na posição de 90 graus.

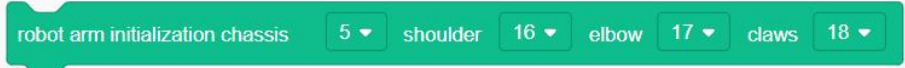
4.Programa de Zeroing do Motor Servo

Antes de instalar o braço robótico, para montar sua estrutura de forma suave, precisamos carregar o programa de zeroing do servo com antecedência.

No passo anterior, fizemos o debug do servo ajustando o ângulo de cada servo. Ainda podemos realizar o zeroing do servo configurando o ângulo de zero para cada servo. Ao mesmo tempo, também podemos fazer isso de uma maneira mais simples. No ACECode, foi criada uma extensão especial para o braço robótico. Clique em "Adicionar Extensão" no canto inferior esquerdo, clique e selecione a extensão "Braço Robótico". Depois disso, você verá que a categoria "Braço Robótico" foi adicionada à categoria de instruções.



Existem muitas instruções sobre o braço robótico nesta categoria. Por exemplo, aqui você

pode usar  instruções

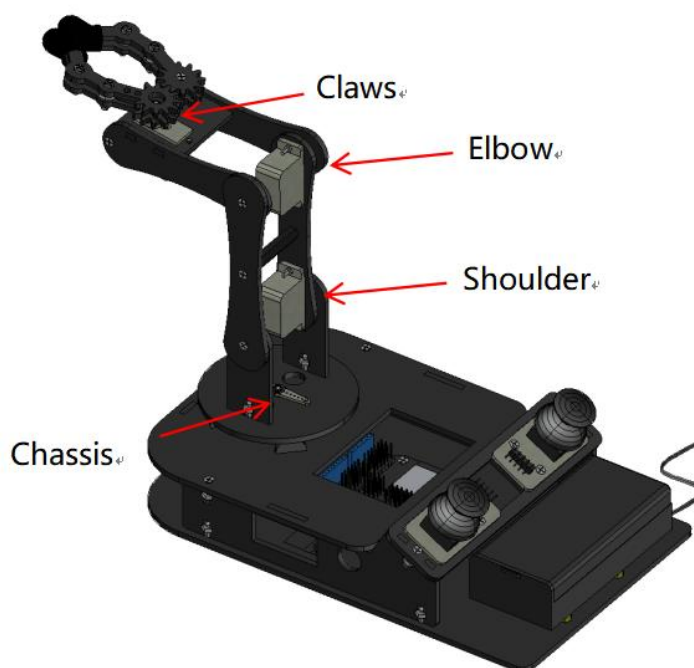
para completar a configuração de inicialização do braço robótico e realizar a configuração de zeroing do servo.

Abra o arquivo "[servo_90.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 1", conecte a placa de controle ESP32 ao computador com um cabo




























USB, selecione a placa de controle correta e a porta, e faça o upload do código para a placa de controle ESP32.

Lição 2: Montagem do Braço Robótico


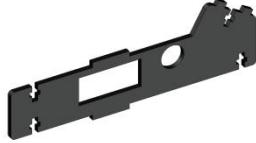
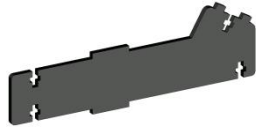

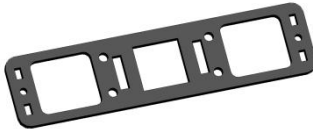
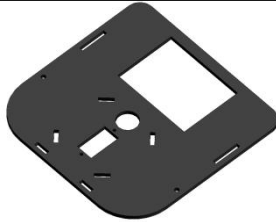

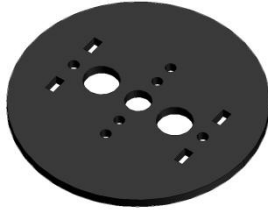

Antes da montagem, para facilitar o processo e distinguir os servos nas diferentes posições, nomearemos os servos de cima para baixo como Garras, Cotovelo, Ombro e Chassi.



I.Lista de Peças

 ESP32 Max V1.0 Controller Board 1PC	 Acrylic Board 1Set	 Servo MG90 9G 4PCS	 F-F 1P Dupont Wire 12PCS	 Joystick Module 2PCS	 USB Cable 1M 1PC
 18650 Battery Holder 1PC	 Nylon Cable Ties 2PCS	 Screwdriver 1PC	 L-Angled Socket Spanner 1PC	 Non-Slip Mat 6PCS	 Non-Slip Sleeve 4PCS
 M3*12MM Dual-pass Copper Pillar 9PCS	 M3*8MM Flat Head Screws 17PCS	 M3*10MM Flat Head Screws 24PCS	 M3*14MM Round Head Screws 5PCS	 M3 Nickel-Plated Nuts 24PCS	 M3 Nickel-Plated Lock Nuts 4PCS
 M2*10MM Round Head Screws 10PCS	 M2 Nickel-Plated Nuts 10PCS	 M1.7*6 Large Round Flat Head Tapping Screws 10PCS	 M3*22MM Flat Head Screws 2PCS	 M3*35 Nylon Column 1PC	 M3*40 Nylon Column 1PC
 M3*3 Nylon Gasket 6PCS	 M3*6 Nylon Gasket 2PCS	 Block 4PCS			

II.Lista de Componentes Estruturais

Estrutura de Acrílico	Quantidade	Imagem
Placa base	1	
Suporte da placa base	1	
	1	
	1	
Placa de montagem do joystick	1	
Placa de montagem do servo do chassi	1	
Pino	4	
Disco do chassi	1	
Suporte do disco 1	1	

Suporte do disco 2	1	
Suporte do ombro 1	1	
Suporte do ombro 2	1	
Suporte do cotovelo 1	1	
Suporte do cotovelo 2	1	
Placa de montagem do servo da garra	1	
Componente da garra 1	2	
Componente da garra 2	2	

III.Passos de Montagem

Atenção: Se você quiser assistir ao vídeo de montagem, clique no link abaixo.

<https://www.youtube.com/watch?v=RtOe7knGhkl>

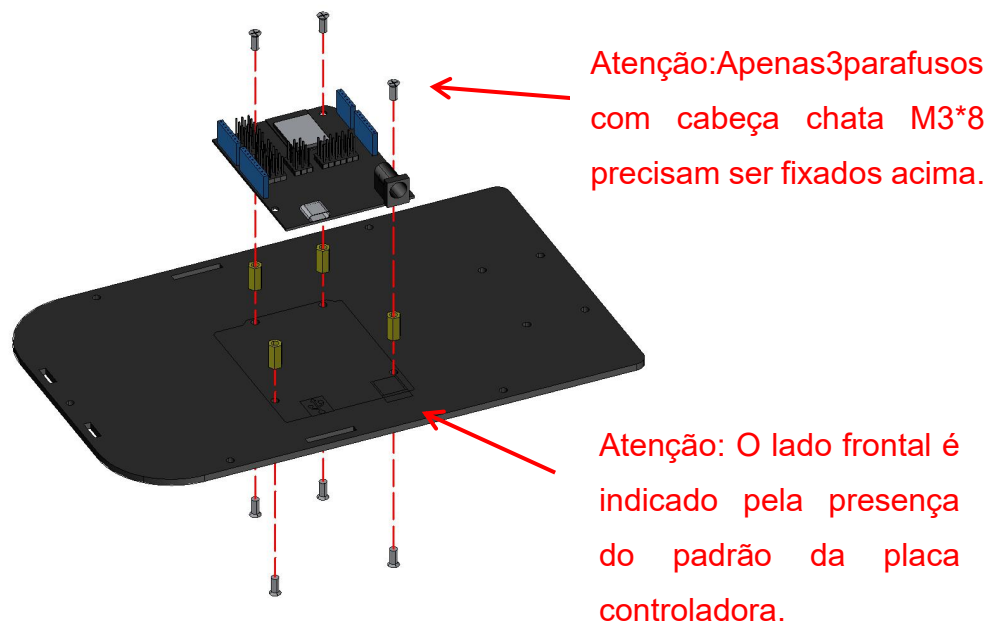
Ou escaneie o código QR abaixo.



1. Remova o papel protetor anexado à estrutura de acrílico

2. Instale a placa controladora ESP32 na placa base

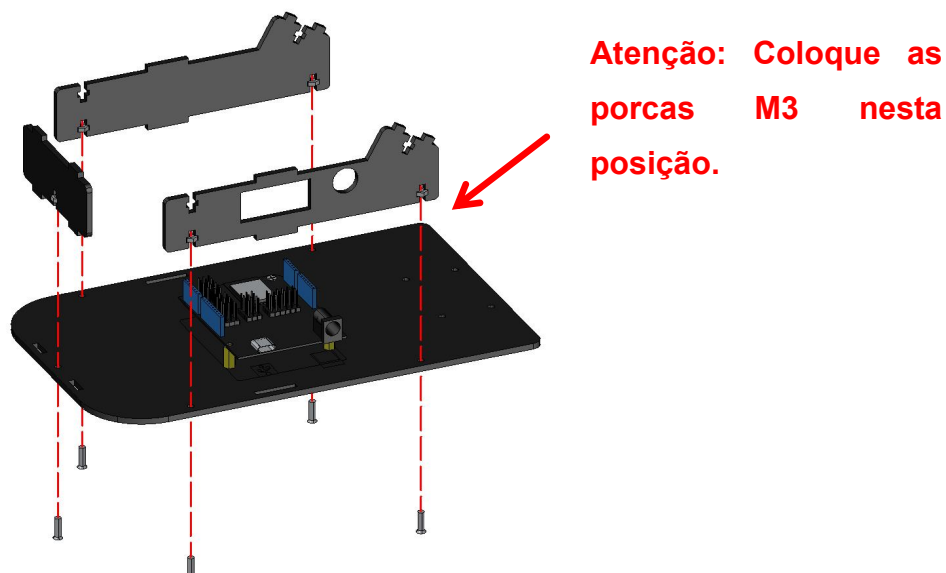
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
esp32 Controller Board	1
Base Plate	1
M3*8 Flat Head Screw	7
M3*12 Double-pass Copper Pillar	4



3.Instalando a Placa Base

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Base Plate Bracket	3
M3*10 Flat Head Screw	5
M3 Nut	5

Atenção: Segure as porcas de ambos os lados com a mão antes de apertar os parafusos.

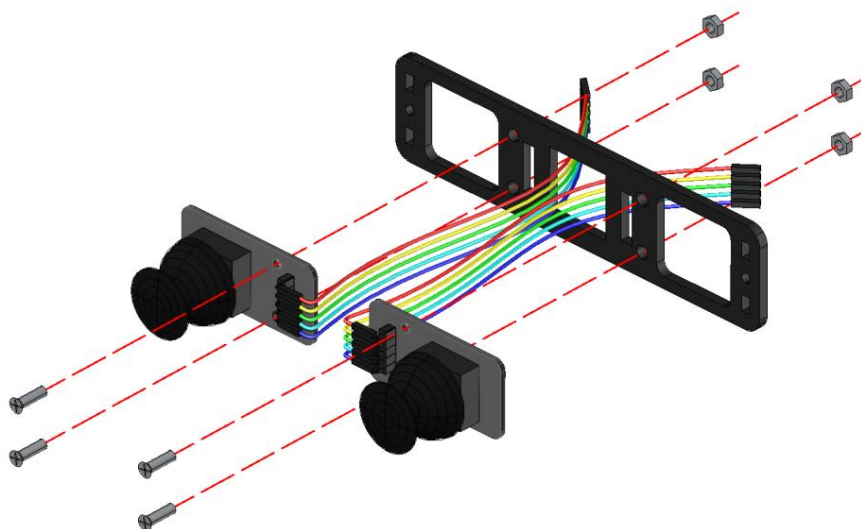


4.Instalando o módulo de joystick

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade

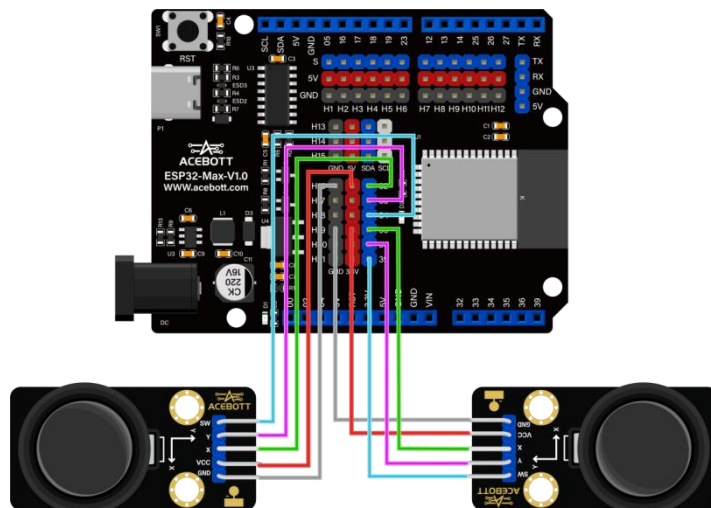
Joystick Module	2
Joystick Mounting Plate	1
M3*10 Flat Head Screws	4
M3 Nuts	4

Atenção: Quando o módulo de joystick estiver conectado ao fio Dupont, a cor real do fio Dupont pode ser diferente da figura, então, você só precisa seguir a identificação dos pinos no módulo de joystick para realizar a conexão.



Este passo requer conectar os fios dos dois módulos de joystick à placa principal primeiro. Para o módulo de joystick esquerdo, conecte SW ao pino 34, X ao pino 32, Y ao pino 33, e conecte VCC e GND aos pinos VCC e GND na mesma linha do pino 32. Para o módulo de joystick direito, conecte SW ao pino 39, X ao pino 35, Y ao pino 36, e conecte VCC e GND aos pinos VCC e GND na mesma linha do pino 35.

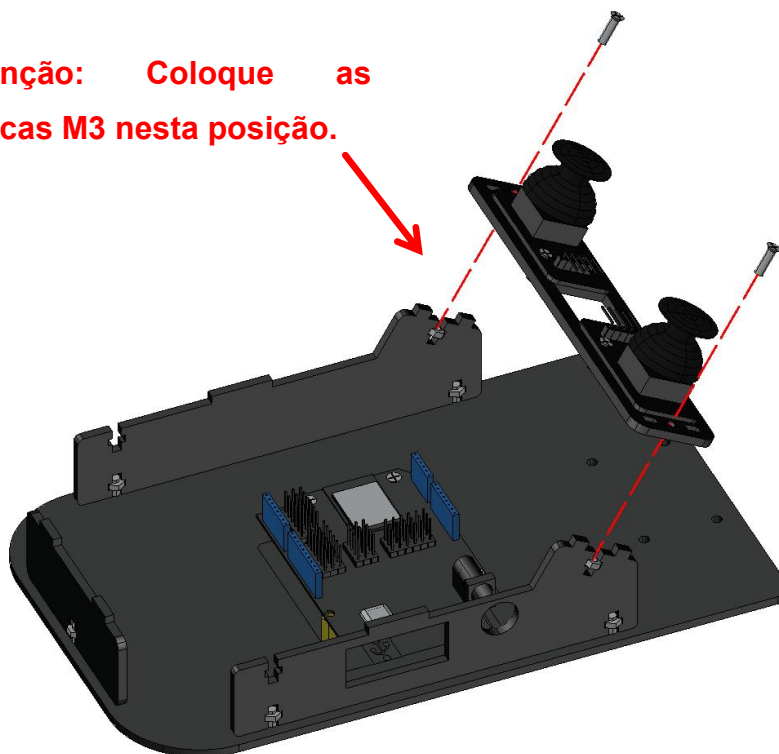
Atenção: Certifique-se de seguir rigorosamente as instruções de fiação ao conectar o módulo à placa controladora ESP32. Uma fiação incorreta pode causar um curto-circuito e danificar a placa controladora ESP32.



5.Instalar a placa de montagem do joystick

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M3*10 Flat Head Screw	2
M3 Nut	2

Atenção: Coloque as porcas M3 nesta posição.

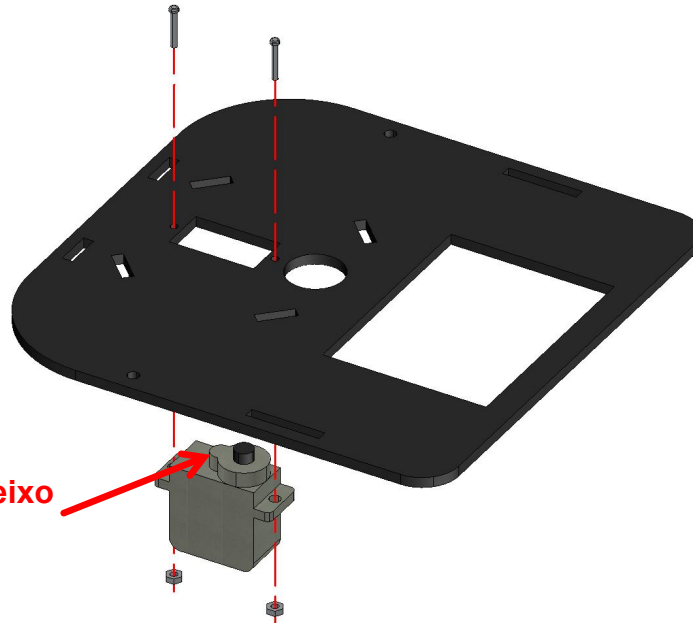


6.Instalar o servo do chassi

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade

Servo	1
Chassis Servo Mounting Plate	1
M2*10 Round Head Screw	2
M2 Nut	2

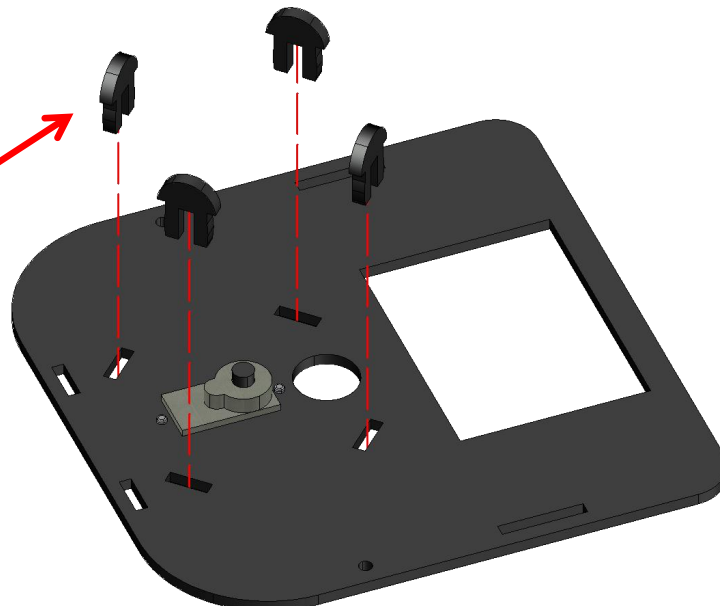
Atenção:
orientação do eixo
do servo.



7.Instalar o pino

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Pin	4

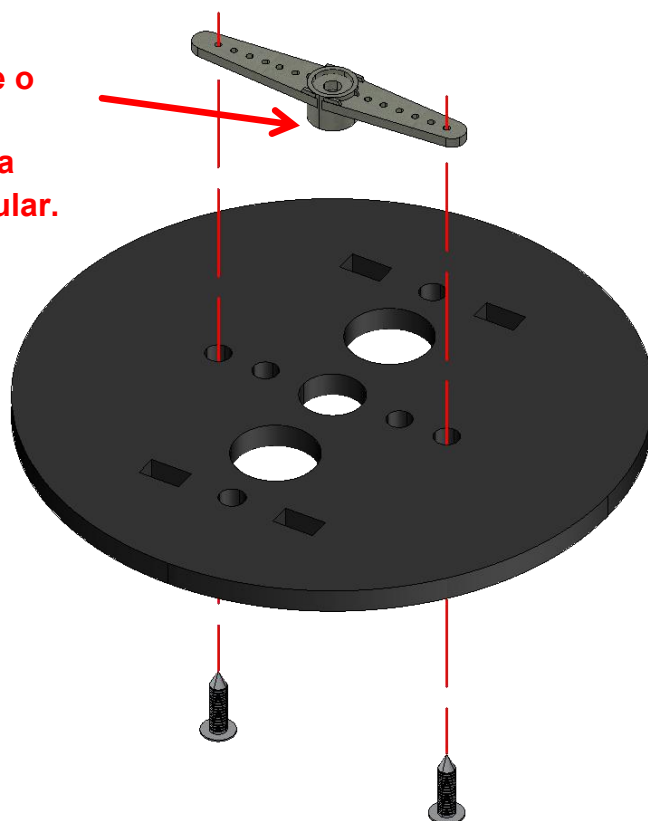
Atenção: Não
pressione o
pino com
muita força
para evitar
que ele
quebre.



8.Instalar o volante do servo do chassi

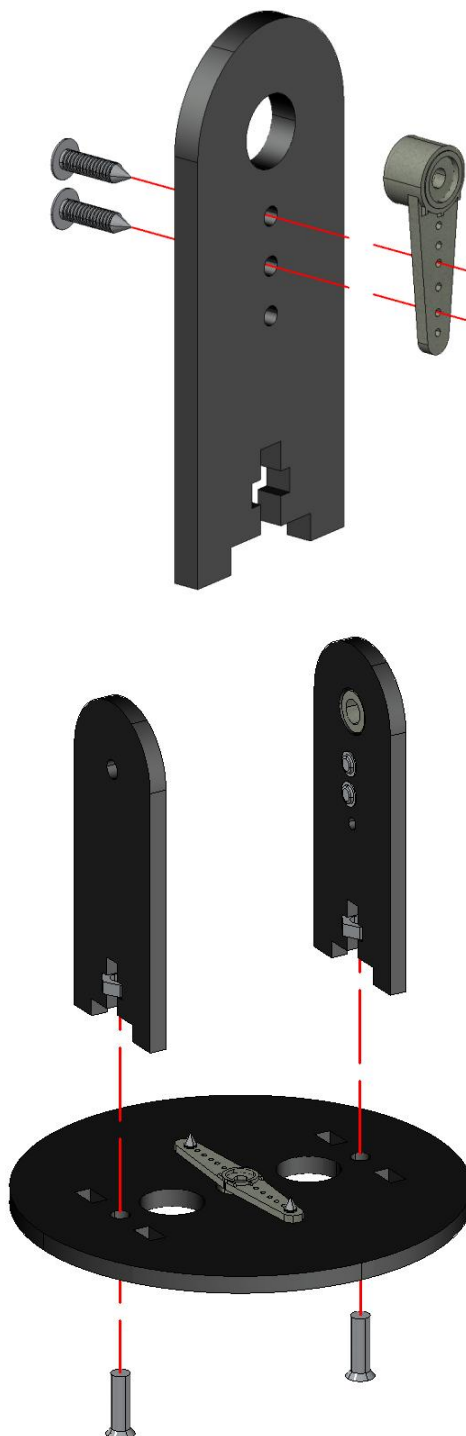
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Straight Steering Wheel	1
Chassis Disk	1
M1.7*6 Large Round Flat Head Tapping Screw	2

Atenção: Instale o volante com a saliência voltada para o furo circular.



9.Instale o suporte do disco

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Half Straight Steering Wheel	1
Disk bracket 1	1
Disk bracket 2	1
M1.7*6 Large Round Flat Head Tapping Screws	2
M3*10 Flat Head Screws	2
M3 Nuts	2

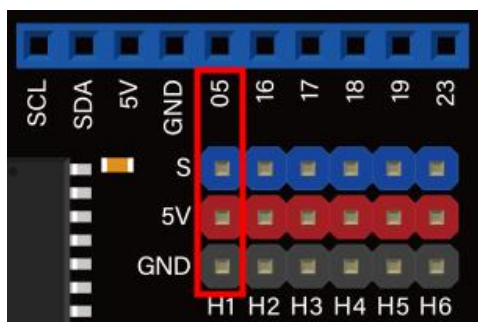


10.Fixe a estrutura do chassi do braço robótico

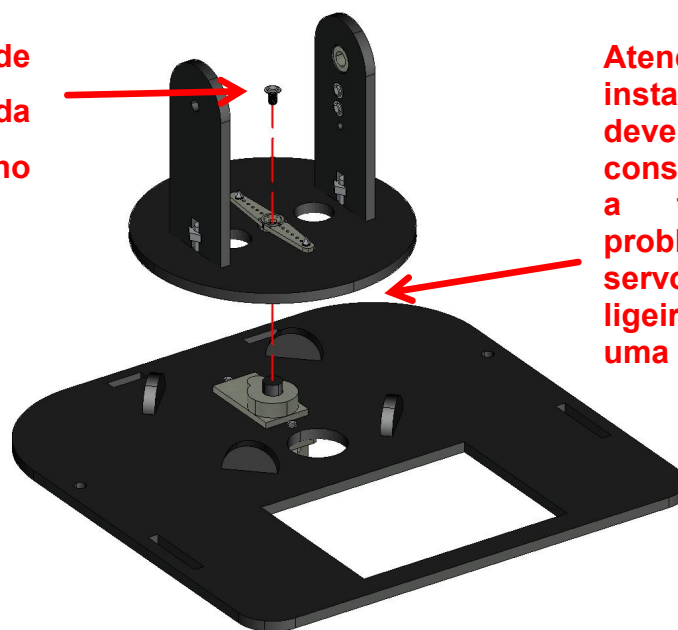
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M2.5*4 Round Head Screw	1

Attention: ①Antes desta etapa de instalação, conecte o servo ao pino GPIO5 da placa de controle e, em seguida, ligue a alimentação da placa de controle para manter o servo na posição de 90°.

②Para evitar danos ao mecanismo de direção durante a instalação, não gire o eixo do mecanismo de direção.



Os parafusos de cabeça redonda M2.5*4 estão no saco do servo.



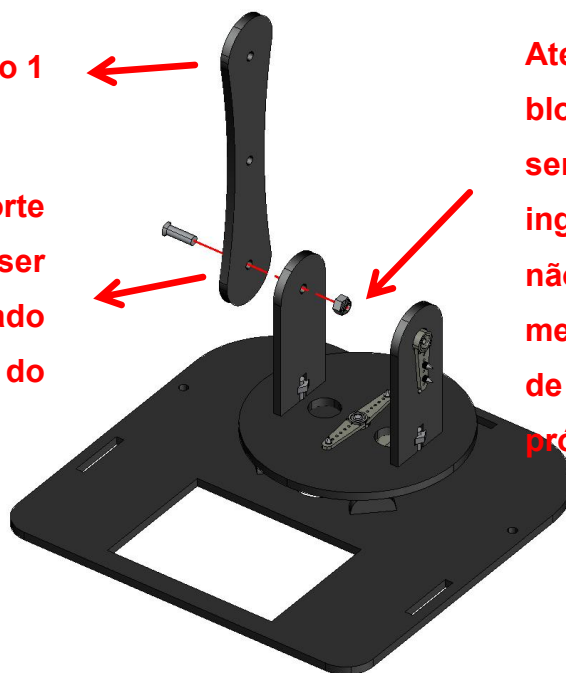
Atenção: A direção de instalação desta estrutura deve ser o mais consistente possível com a figura. Devido a problemas de precisão do servo, pode haver alguma ligeira desviação, o que é uma situação normal.

11.Instalar o suporte do ombro

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Shoulder Bracket 1	1
Elbow Bracket 1	1
M3*35 Nylon Column	1
M3*10 Flat Head Screw	3
M3 Nickel-Plated Lock Nut	2

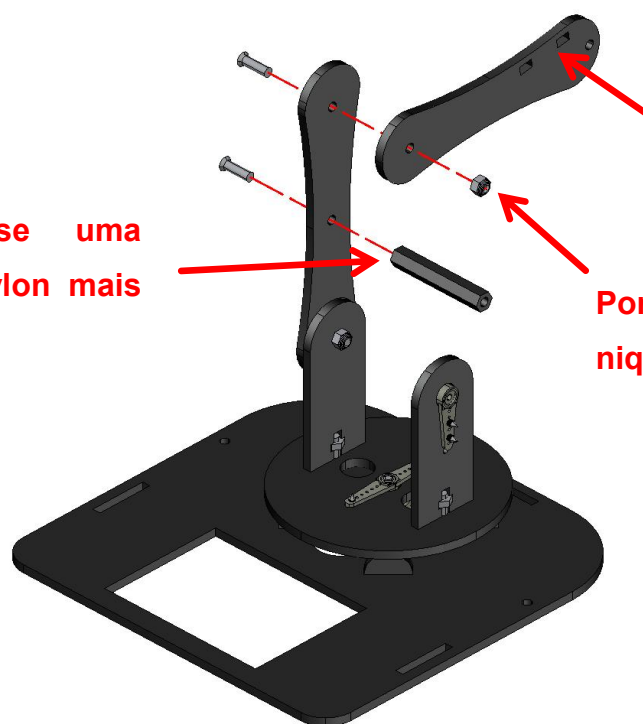
O suporte do ombro 1

Atenção: O suporte do ombro 1 deve ser fixado no lado externo do suporte do disco.



Atenção: A porca de bloqueio niquelada pode ser fixada com uma chave inglesa em ângulo, mas não a aperte demais. O mesmo vale para a porca de bloqueio niquelada no próximo passo.

Atenção: Use uma coluna de nylon mais curta aqui.

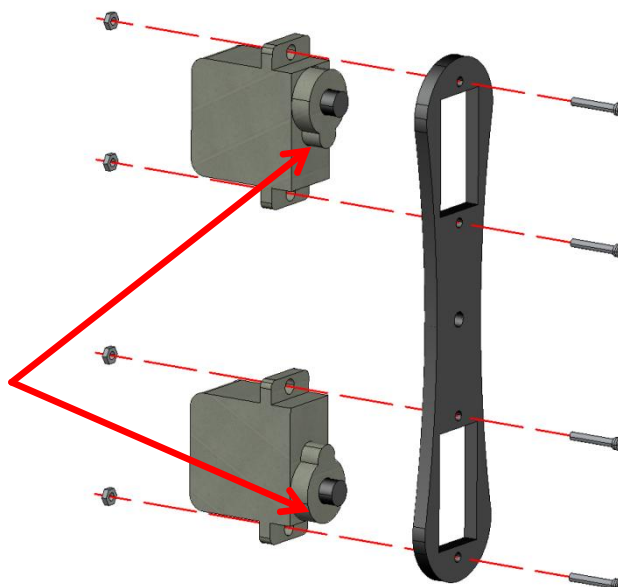


Porcas de trava niqueladas M3

Lista de Componentes

Nome	Quantidade
Servo	2
Shoulder Bracket 2	1
M2*10 Round head screw	4
M2 Nut	4

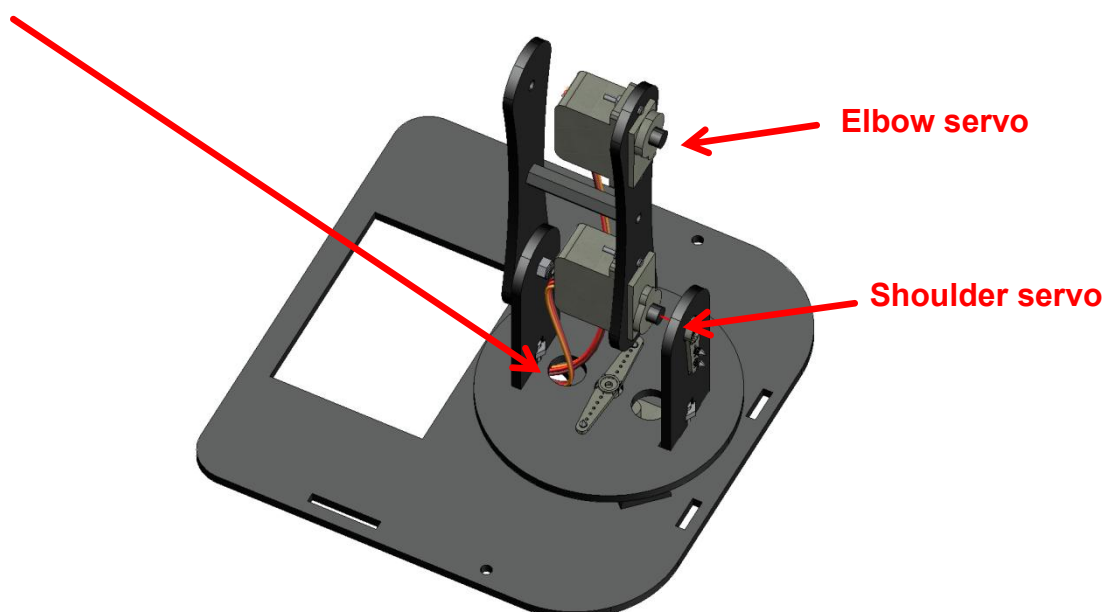
Atenção: A direção dos dois eixos de direção deve ser correta.



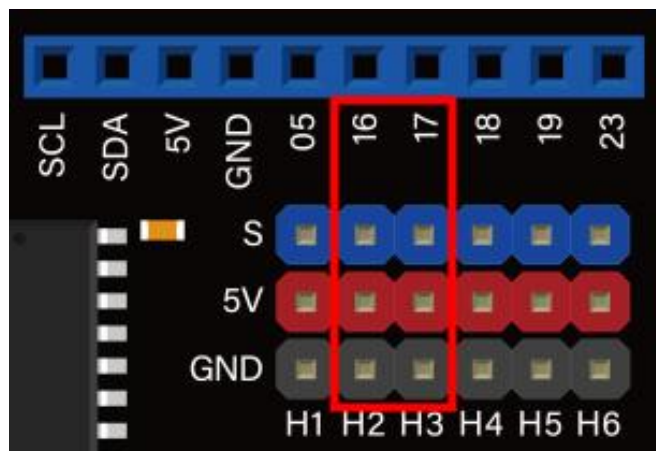
Conectando o servo do ombro e o servo do cotovelo ao ESP32.

Atenção: ①Primeiro, desconecte o cabo USB, desligue a fonte de alimentação da placa controladora e coloque o servo do braço robótico em um estado sem energia;

②Em seguida, gire suavemente o orifício roscado no disco do chassi para alinhá-lo com o orifício roscado na base. Passe os fios Dupont do servo do ombro e do servo do cotovelo do braço robótico pelos dois orifícios roscados.

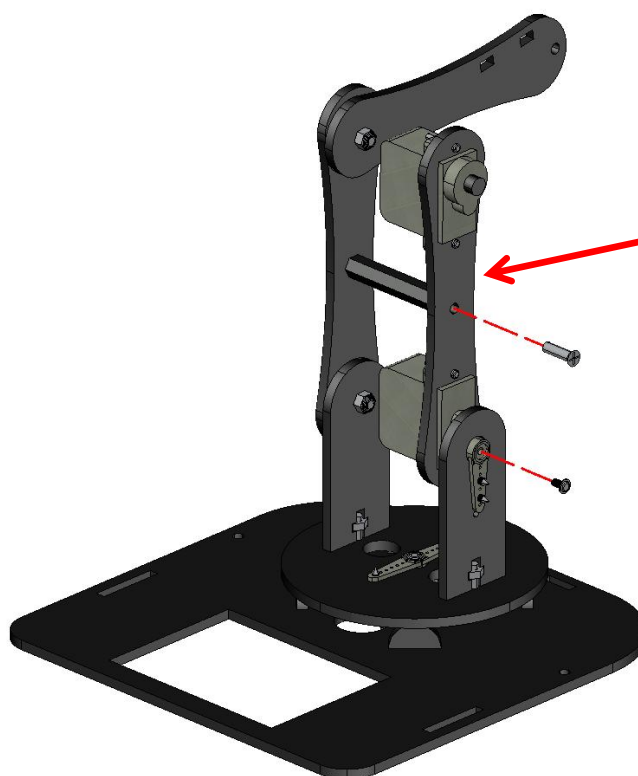


③Conecte o fio do servo do ombro ao pino GPIO16 e o fio do servo do cotovelo ao pino GPIO17.



④Em seguida, ligue a alimentação novamente e mantenha os servos da base, do ombro e do cotovelo na posição de 90°.

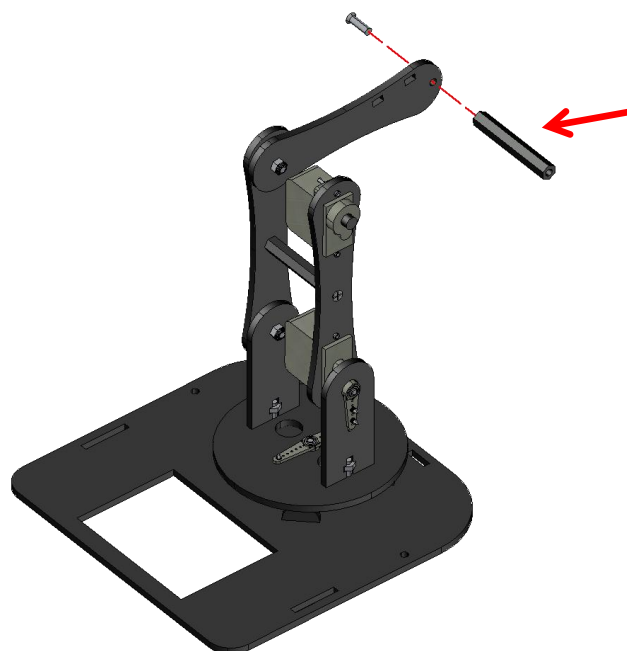
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M2.54 Round Head Screw	1
M3*10 Flat Head Screw	1



Atenção: O suporte do ombro deve ser instalado verticalmente ao chão antes de apertar os parafusos do motor servo e da coluna de nylon.

12.Fixar a coluna de nylon M340

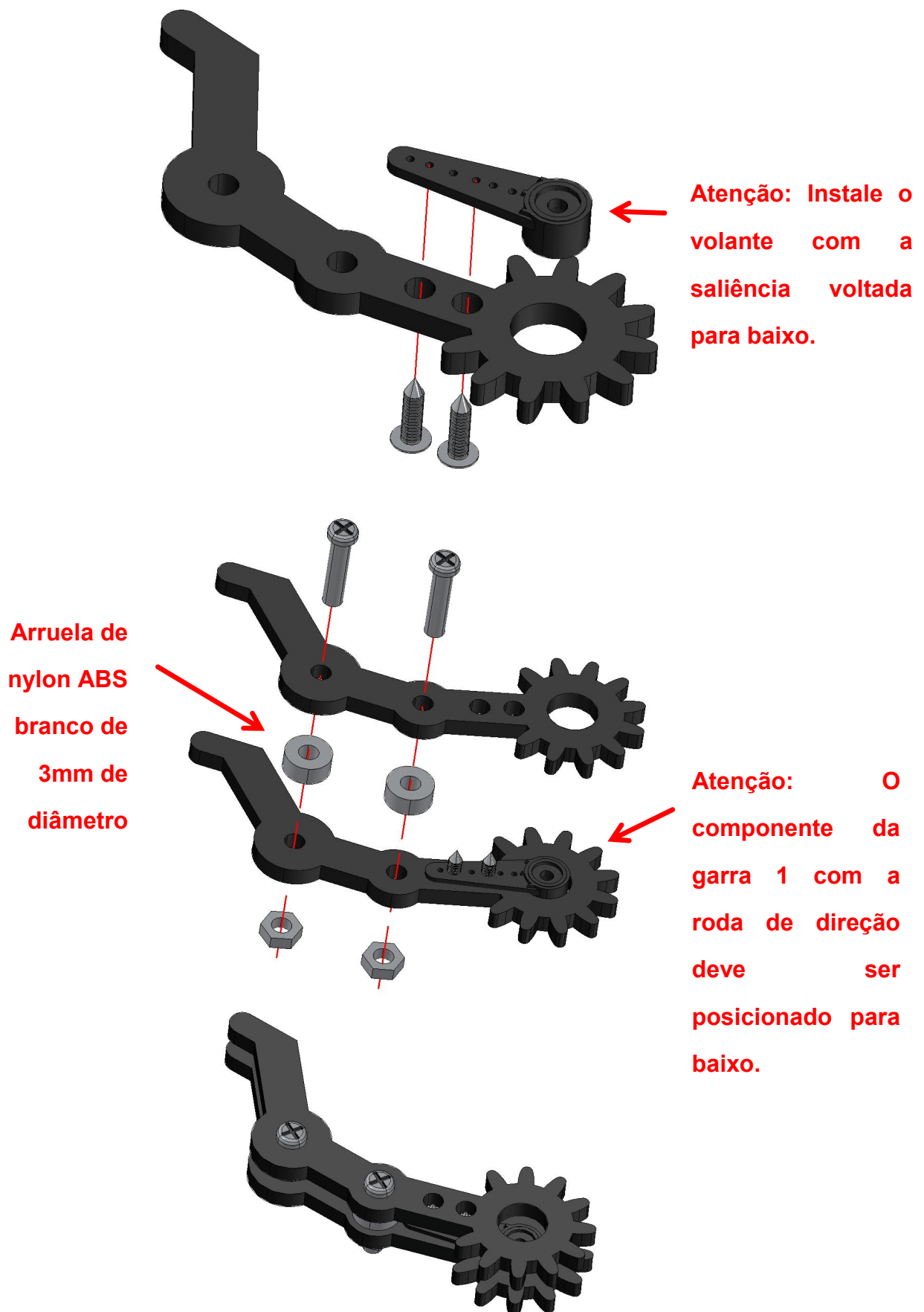
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M3*40 Nylon Column	1
M3*10 Flat Head Screw	1

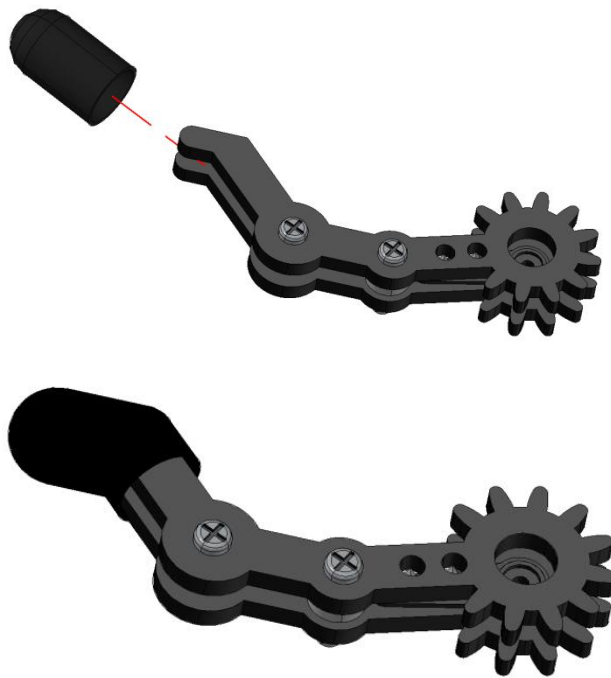


Atenção: Use
uma coluna de
nylon mais
longa aqui.

13.Instalar a estrutura da garra esquerda do braço robótico

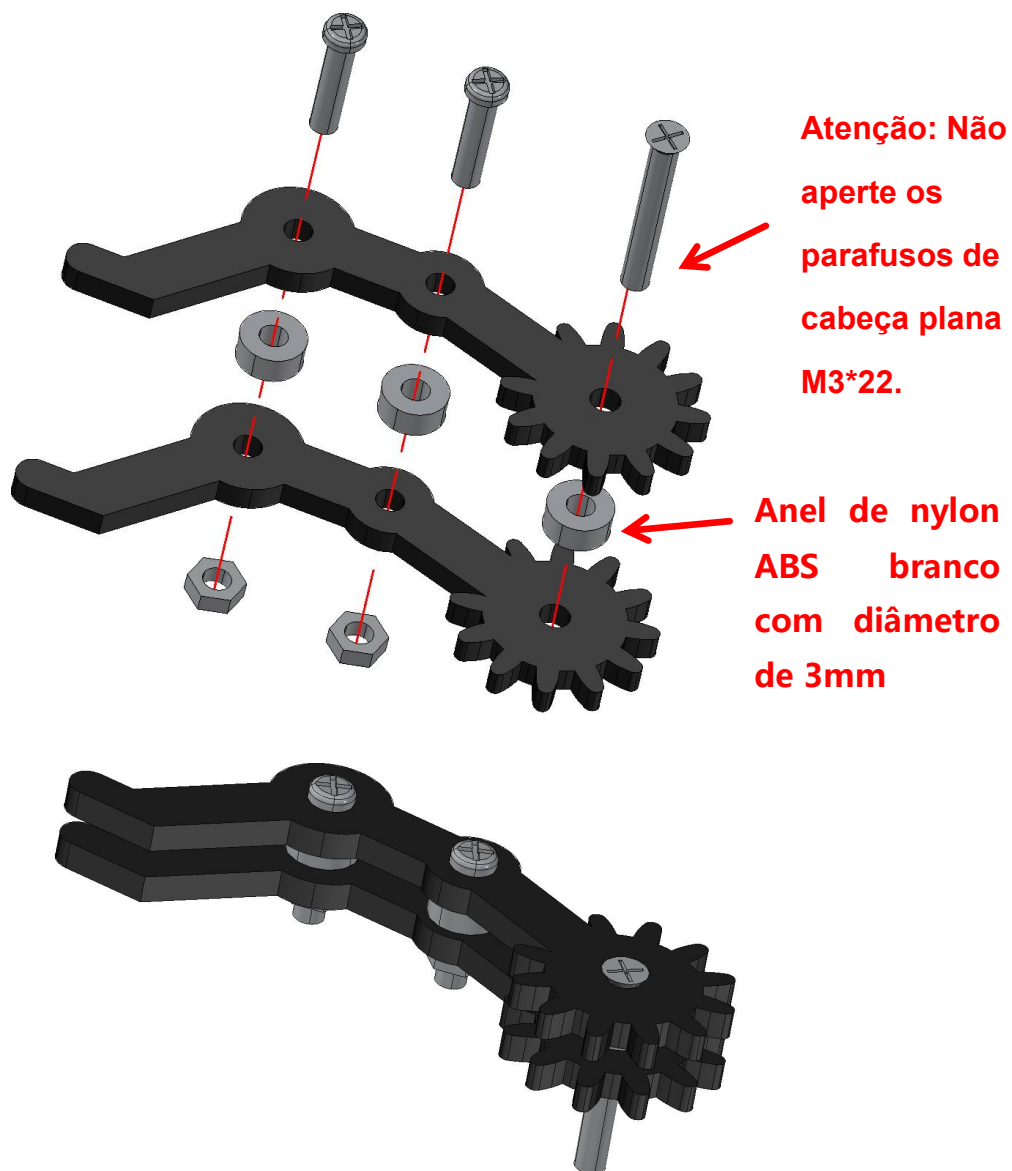
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Half Straight Steering Wheel	1
Claw Component 1	2
M1.7*6 Large Round Flat Head Tapping Screws	2
M3*14 Round Head Screws	2
3MM White ABS Nylon Gaske	2
M3 Nuts	2
Non-Slip Sleeve	1



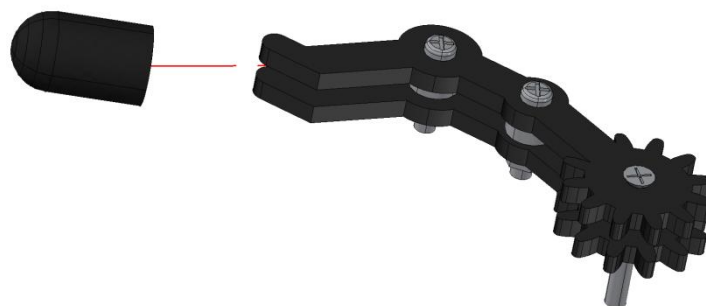


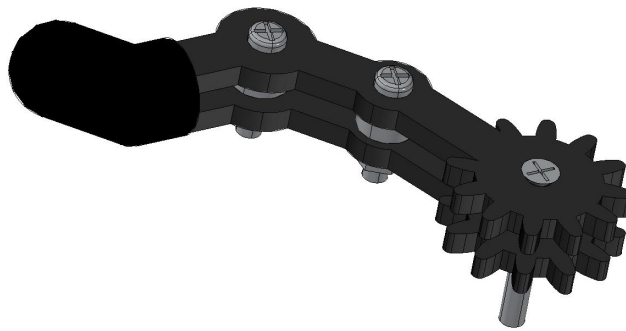
14.Instalar a estrutura da pata direita do braço robótico

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Claw Component 2	2
M3*22 Flat Head Screws	1
M3*14 Round Head Screws	2
3MM White ABS Nylon Gaske	3
M3 Nuts	2
Non-Slip Sleeve	1



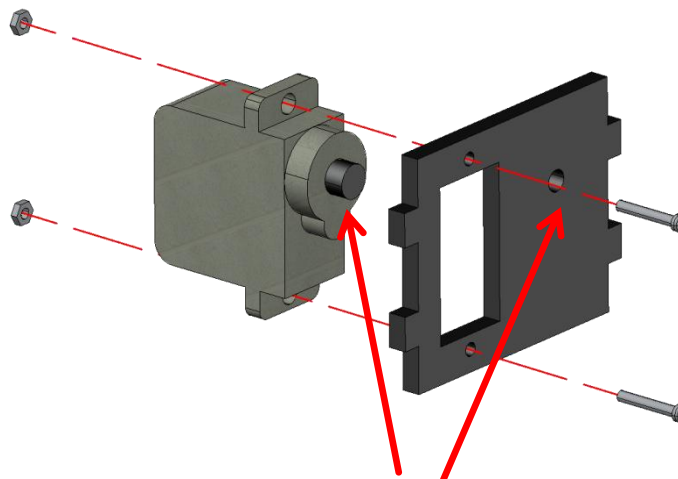
Instalar o tapete antiderrapante.





15.Fixar a placa de montagem do servo da garra do braço robótico

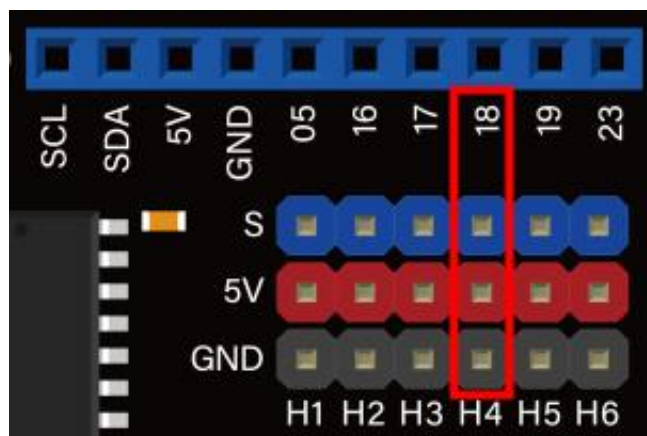
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
Servo	1
Claws Servo Mounting Plate	1
M2*10 Round Head Screw	2
M2 Nut	2



Atenção: Certifique-se de que o eixo da direção e o orifício circular estejam posicionados para cima.

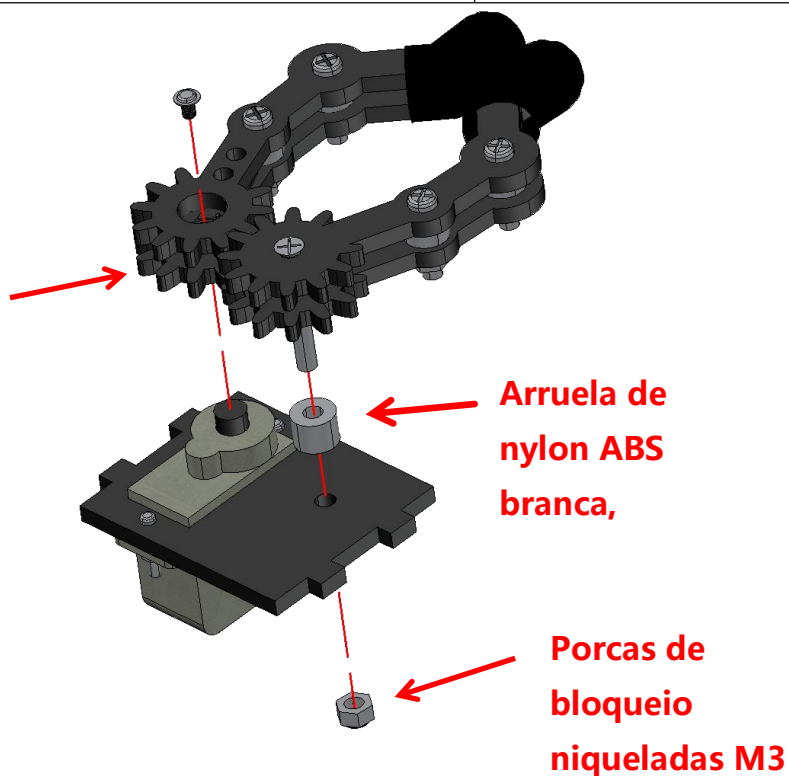
Conecte o fio do servo da garra ao pino GPIO18.

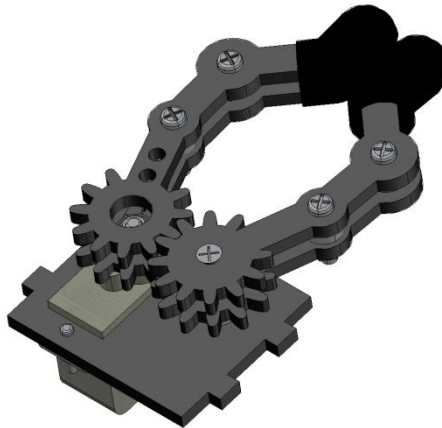
Atenção: Para esta etapa, por favor, ligue a placa controladora e certifique-se de que o servo da garra permaneça na posição de 90°.



Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M2.5*4 Round Head Screw	1
6MM White ABS Nylon Gaske	1
M3 Nickel-Plated Lock Nut	1

Atenção: A forma inicial da garra é fechada.

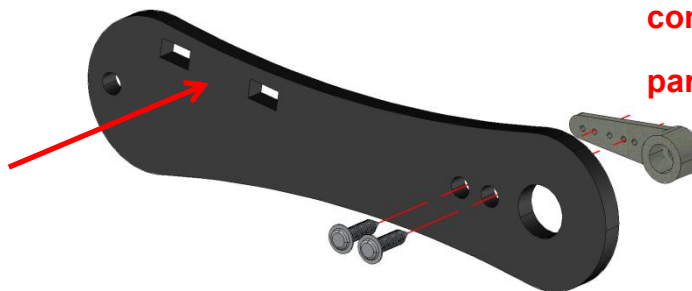




Lista de Componentes

Nome	Quantidade
Half Straight Steering Wheel	1
Elbow Bracket 2	1
M1.7*6 Large Round Flat Head Tapping Screws	2
M3*10 Flat Head Screw	1
M2.5*4 Round Head Screw	1

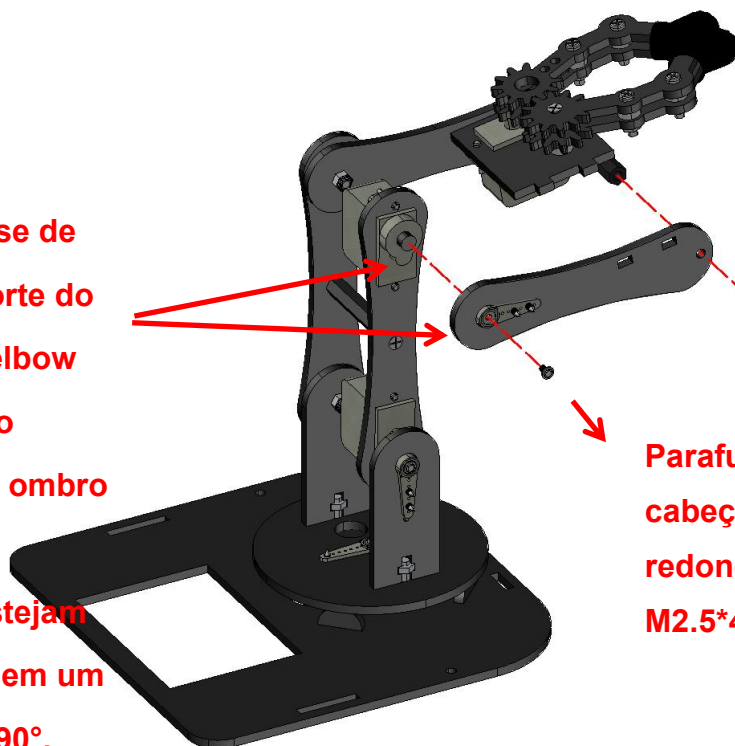
Atenção:
Certifique-se de que
o buraco retangular
esteja voltado para
cima.



Atenção: Instale o volante
com a saliência voltada
para o buraco circular.

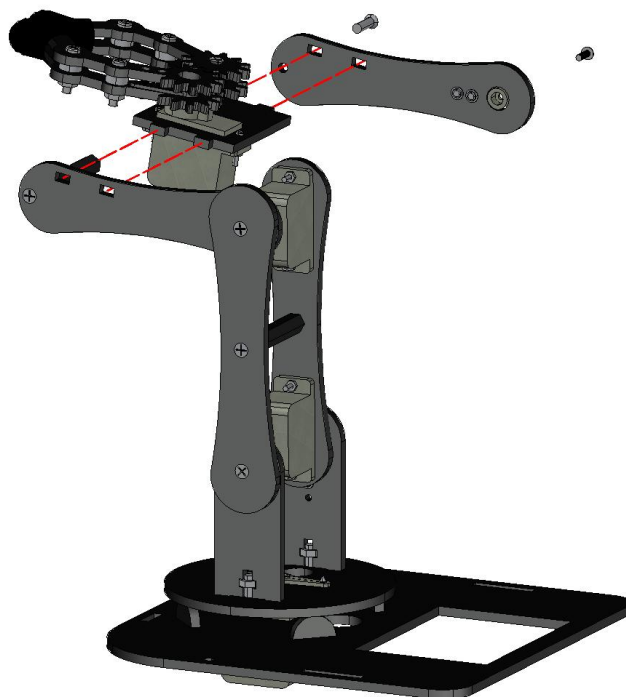
Atenção:

Certifique-se de que o suporte do cotovelo (elbow bracket) e o suporte do ombro (shoulder bracket) estejam instalados em um ângulo de 90°.



Parafuso de cabeça redonda M2.5*4

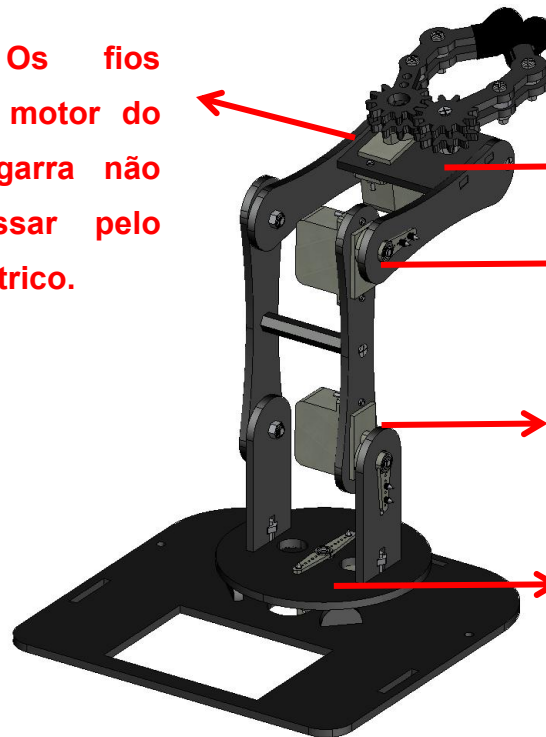
Parafuso de cabeça redonda M2.5*4



16.Organize os fios dos servos

Por favor, certifique-se de que os fios DuPont de todos os quatro servos estejam corretamente conectados à placa de controle.

Atenção: Os fios DuPont do motor do servo da garra não devem passar pelo furo concêntrico.

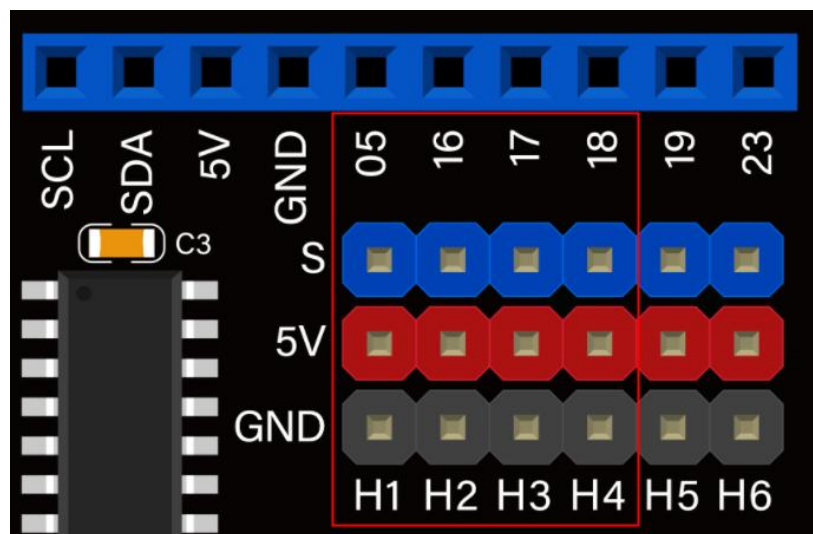


O motor servo da garra está conectado ao pino 18.

O motor servo do cotovelo está conectado ao pino 17.

O motor servo do ombro está conectado ao pino 16.

O motor servo do chassi está conectado ao pino 5.

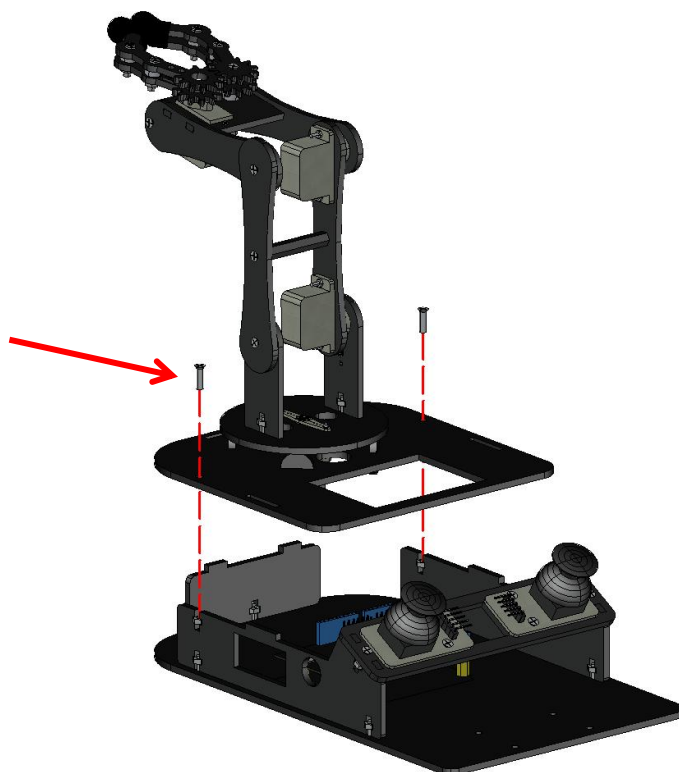




17. Fixação da base do braço robótico

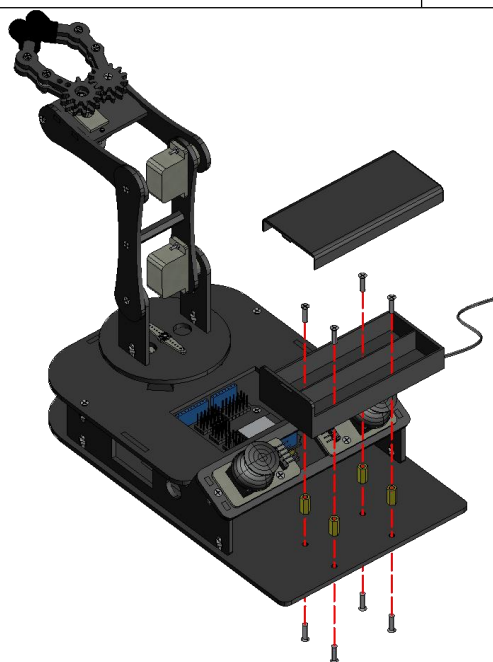
Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
M3*10 Flat Head Screws	2
M3 Nuts	2

Atenção:
Certifique-se de
que todos os fios
dos quatro
motores de servo
estejam
conectados à
placa controladora
antes de apertar
os parafusos.



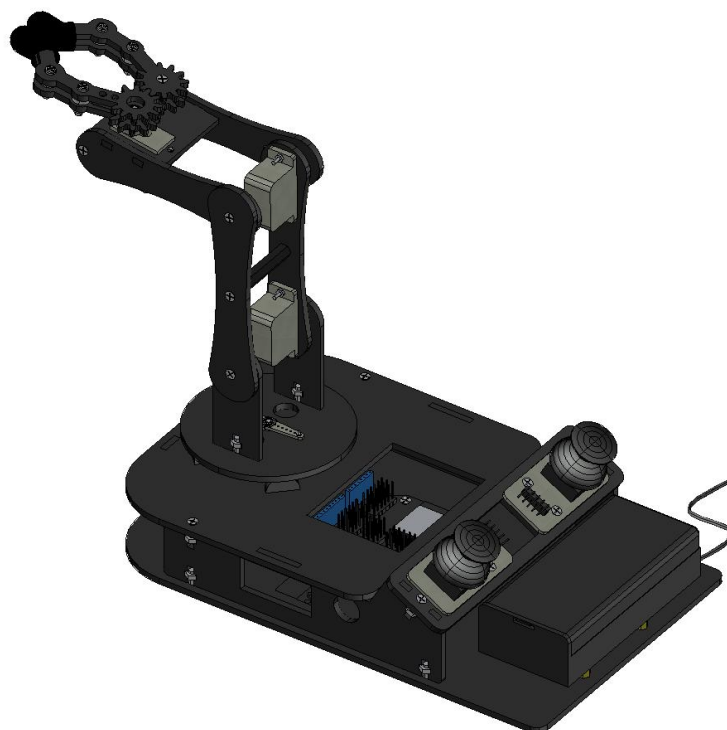
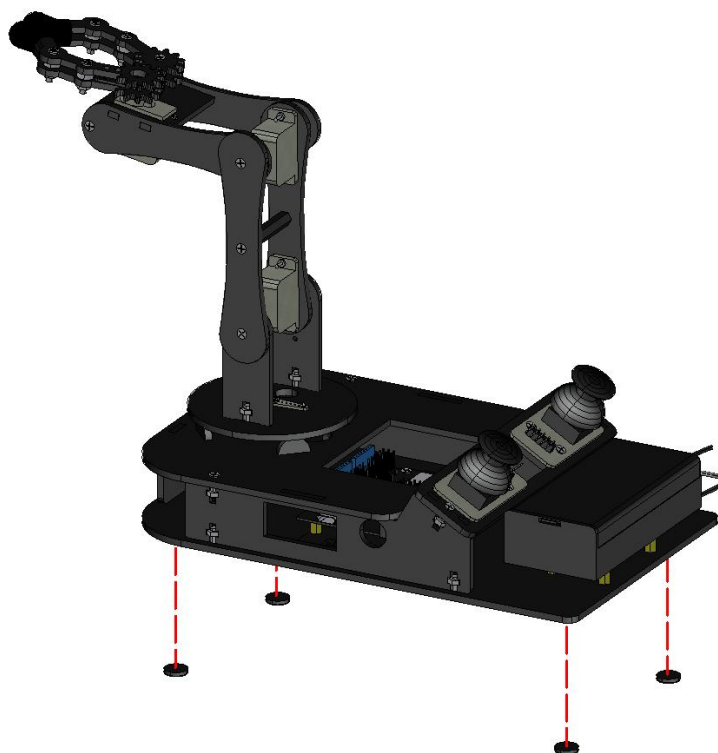
18.Fixação do Suporte da Bateria

Lista de Componentes	
Nome	Quantidade
18650 Battery Holder	1
M3*8 Flat Head Screws	8
M3*12 Double-pass Copper Pillar	4



19.Instalar o Tapete Antiderrapante

Retire o filme adesivo do tapete antiderrapante e cole o tapete nas quatro extremidades na parte inferior da base do braço robótico.



O braço robótico está agora completamente montado!

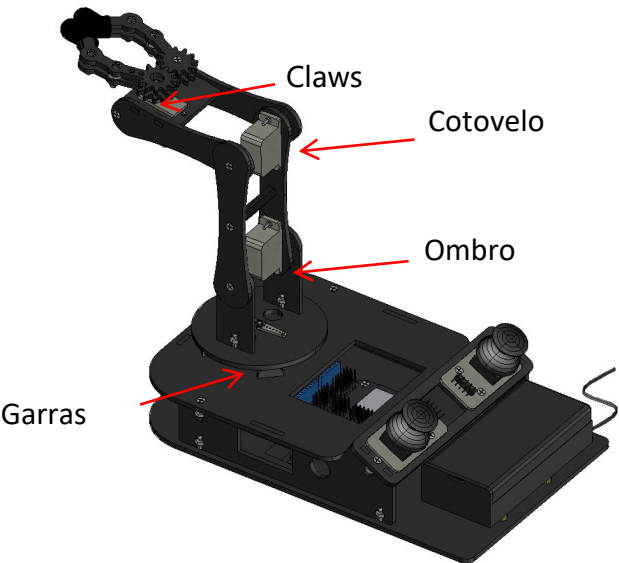
Lição 3: Controle do Braço Robótico com Joystick

I. Controle dos Servos

1. Descrição dos pinos dos servos do braço robótico

Após a instalação do braço robótico, cada servo assume funções diferentes. Para controlar o ângulo de cada servo programaticamente e alcançar diversas funcionalidades, é essencial conhecer os números de pino correspondentes a cada servo.

O braço robótico usa um total de 4 servos, com os números de pino correspondentes conforme abaixo:

NO.	Número do Pino	Posição do Servo	Figura
1	GPIO18	Garras	
2	GPIO17	Cotovelo	
3	GPIO16	Ombro	
4	GPIO5	Chassi	

2. Princípios de movimento de cada articulação no braço robótico

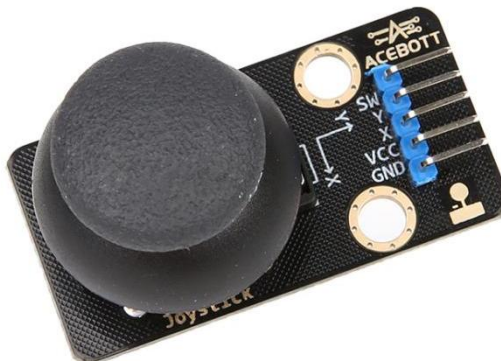
NO.	Número do Pino	Posição do Servo	Padrões de Movimento
1	GPIO18	Garras	Quanto maior o ângulo do servo, mais aberta a garra ficará
2	GPIO17	Cotovelo	Quanto maior o ângulo do servo, mais alto o cotovelo do braço robótico se move para cima
3	GPIO16	Ombro	Quanto maior o ângulo do servo, mais baixo o ombro do braço robótico se move

			para baixo
4	GPIO5	Chassi	Quanto maior o ângulo do servo, mais a base do braço robótico gira para a esquerda

II.Entendendo o Módulo Joystick

1.Introdução ao Módulo Joystick

O módulo joystick é composto por dois potenciômetros deslizantes e um botão. Quando você move o joystick, os valores de resistência dos potenciômetros mudam, resultando em valores de tensão correspondentes para X/Y. Pressionar o joystick aciona o botão, fazendo com que o sinal SW fique baixo. Este módulo é comumente usado em aplicações como modelos RC, controles de videogame, veículos controlados remotamente e estabilizadores de câmeras.

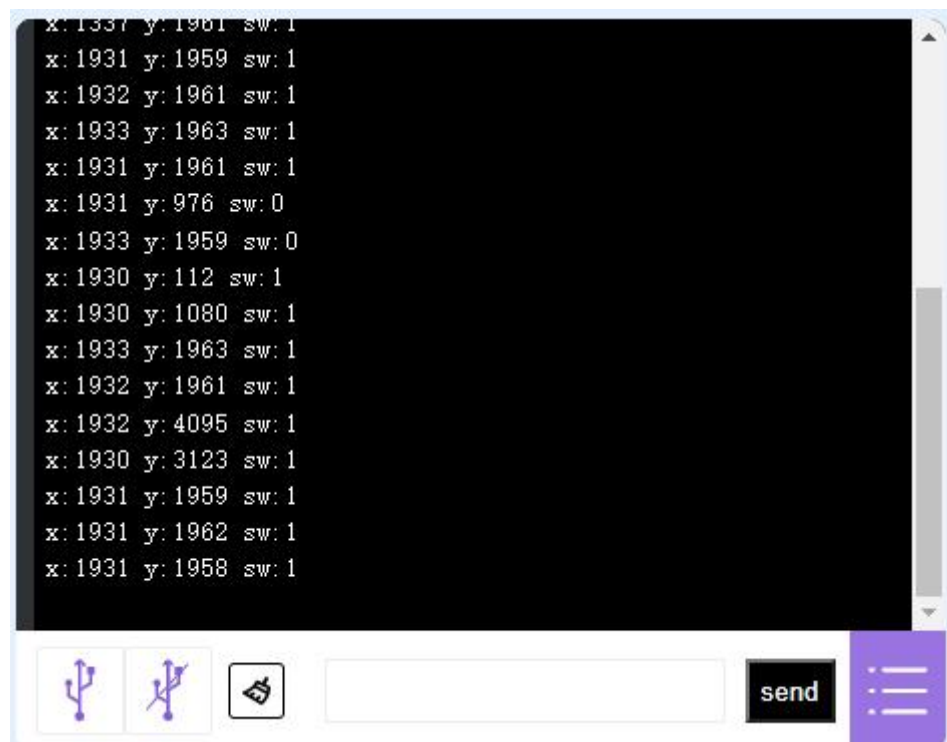
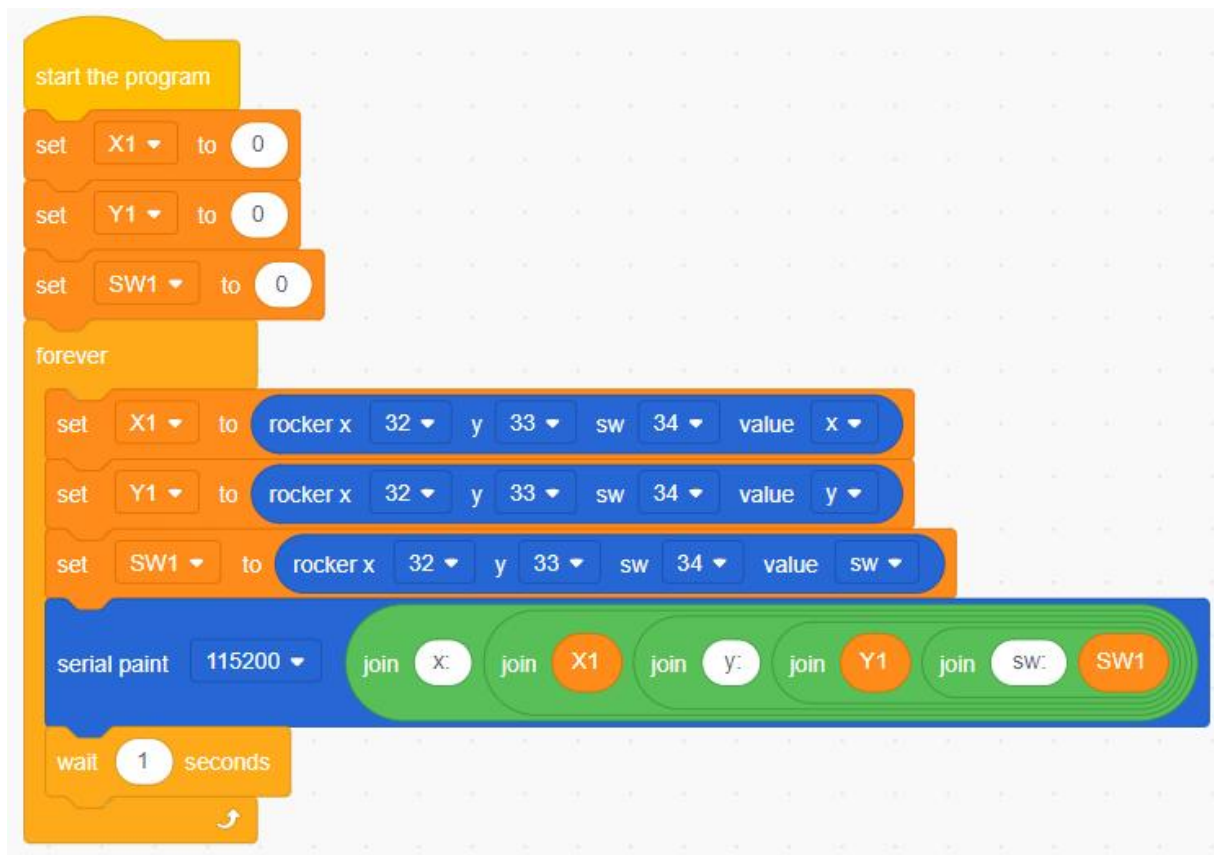


2.Testando a Saída Serial do Módulo Joystick

Quando você move o joystick, é possível monitorar os valores correspondentes de X/Y em tempo real imprimindo-os no Monitor Serial da IDE do Arduino.

Abrir o arquivo "[Joystick_test.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 3", conectar a placa controladora ESP32 ao computador com um cabo

USB, seleccionar a placa controladora correta e a porta, e carregar o código na placa ESP32:



III. Movimentos Básicos do Braço Robótico Controlados pelo Joystick

As ações básicas de controle de um braço robótico incluem principalmente a rotação para a esquerda e direita, o movimento do cotovelo para cima e para baixo, e a abertura e fechamento da garra. Depois de dominar esses movimentos básicos, você pode combinar e expandir outras ações com base nesses fundamentos.

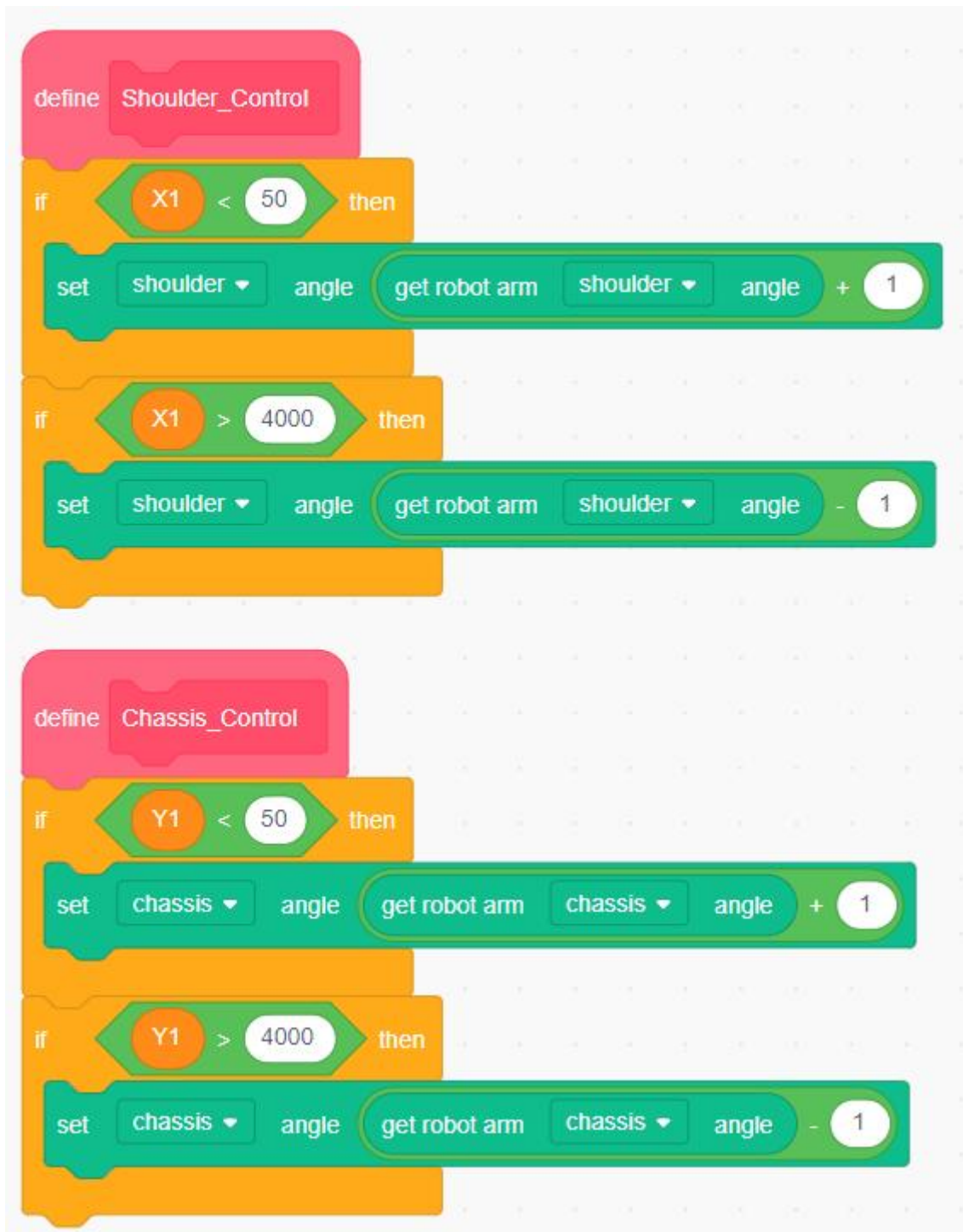
Atenção: Após ligar o braço robótico, é proibido girar o servo manualmente para evitar danos ao servo.

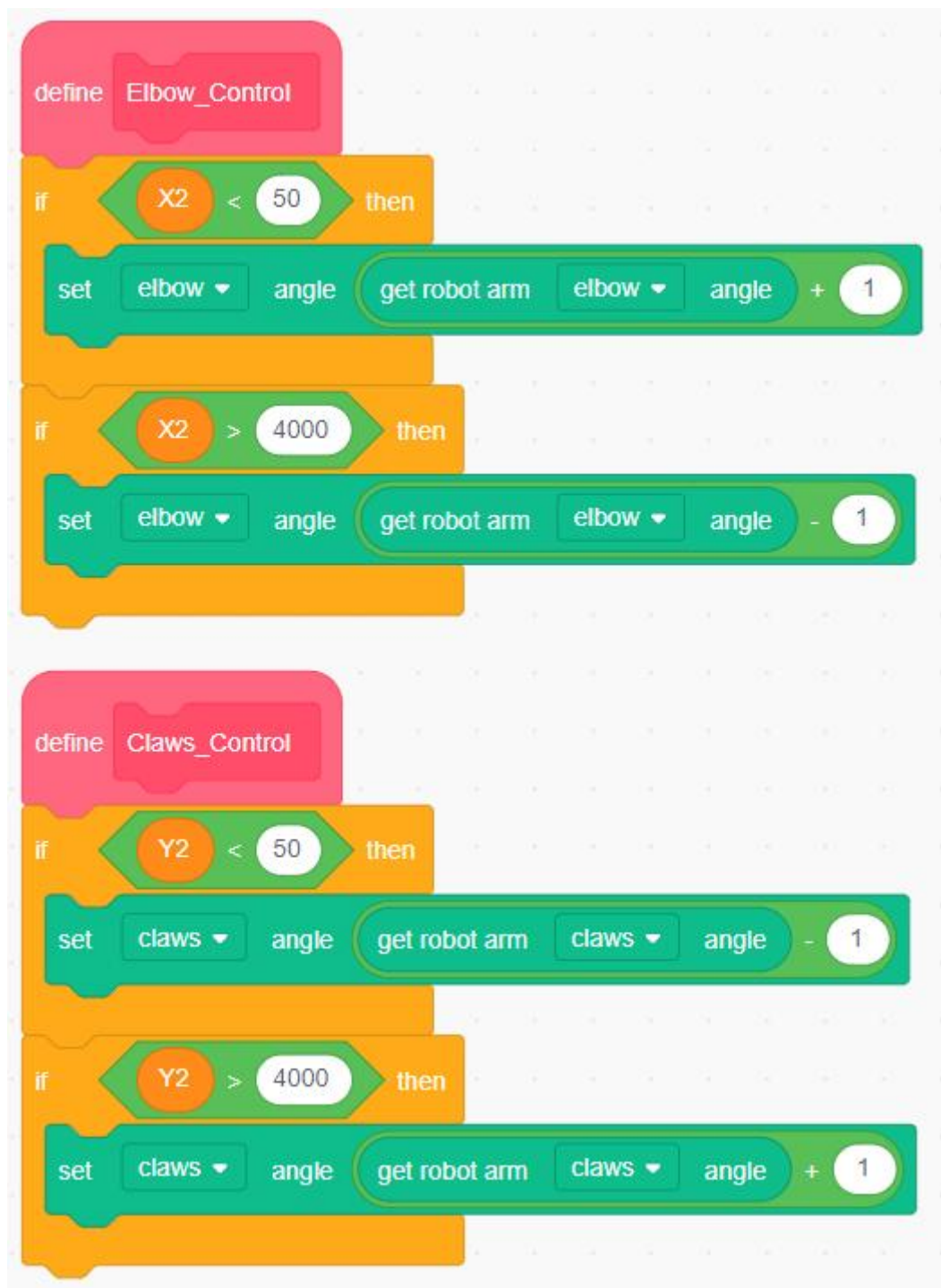
1. Programa de controle do joystick

Abra o arquivo '[JoyStick_Controlled_Robot_Arm.sb3](#)' em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 3", conecte a placa de controle ESP32 ao computador com um cabo USB, selecione a placa de controle correta e a porta, e envie o código para a placa de controle ESP32.

Código de Exemplo:

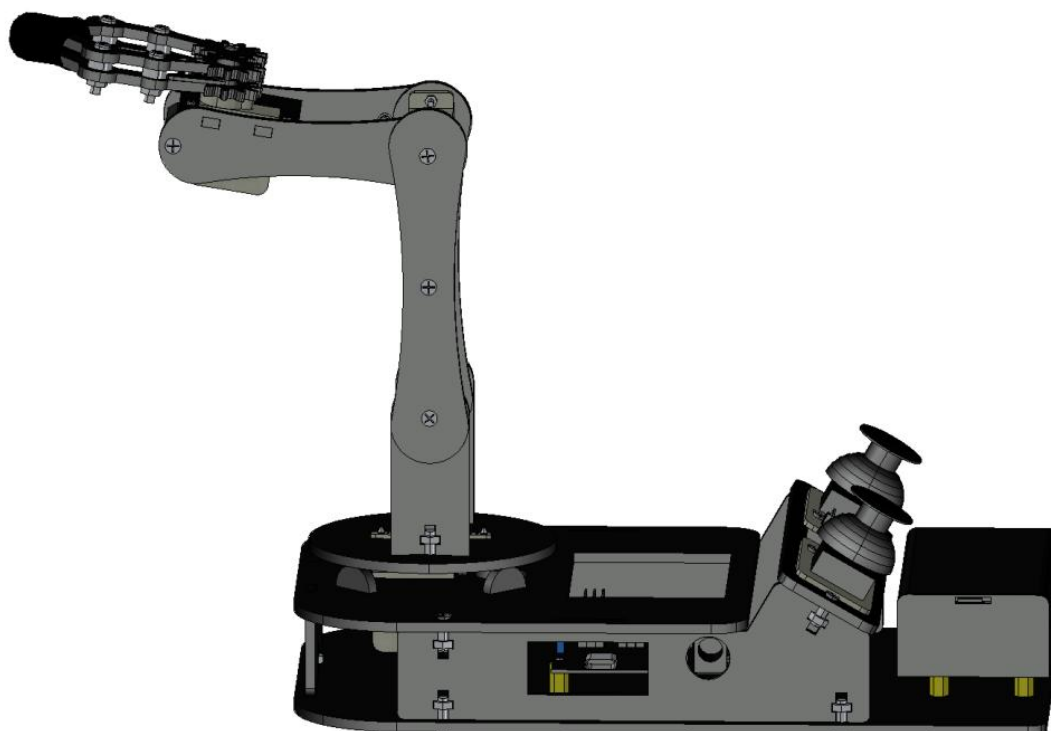






2. Padrões de controle com joystick

Após fazer o upload do programa, você perceberá que os quatro braços do braço robótico estão dispostos em forma de "7", que é a postura inicial. Em seguida, você pode usar o joystick para controlar o braço robótico.



A seguir, está a introdução à função do joystick:

Joystick	Direção	Posição da Junta	Lei de Movimento
Joystick Esquerdo	Esquerdo	Chassi	Virar para a esquerda
	Direito	Chassi	Virar para a direita
	Cima	Ombro	Movimento para cima
	Baixo	Ombro	Movimento para baixo
Joystick Direito	Cima	Cotovelo	Movimento para cima
	Baixo	Cotovelo	Movimento para baixo
	Esquerdo	Garras	Abertura das garras
	Direito	Garras	Fechamento das garras

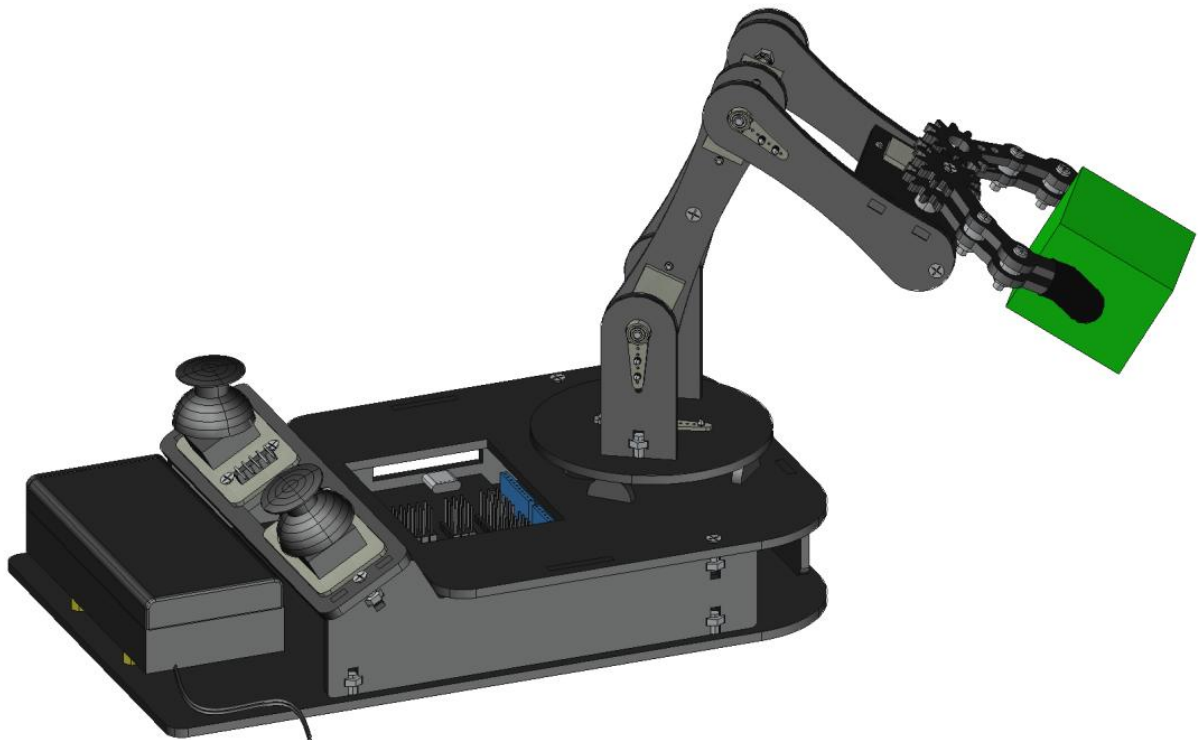
IV.Tarefas de Expansão

Com base nos padrões operacionais básicos do joystick no braço robótico, agora podemos alcançar a funcionalidade de usar o joystick para controlar o braço robótico em tarefas de manipulação de objetos.

Descrição da Tarefa:

Utilizando o método de controle do módulo joystick, manobre o braço robótico para pegar um objeto do ponto A e transportá-lo até o ponto B para colocá-lo.

Atenção: Defina as posições dos pontos A e B conforme desejado.

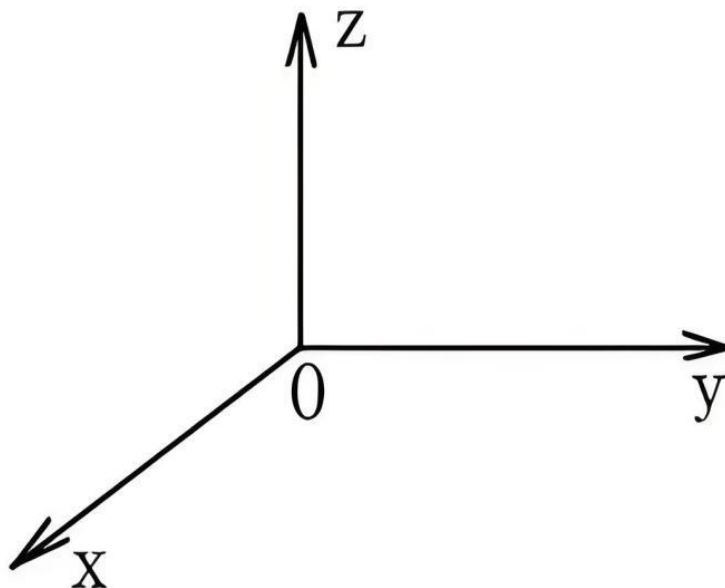


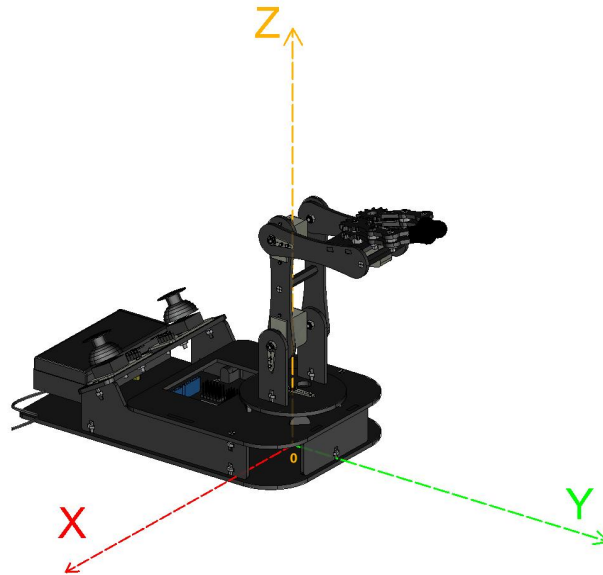
Lição 4: As Coordenadas Espaciais do Braço Robótico

As coordenadas espaciais do braço robótico desempenham um papel crucial no seu controle e programação. Através de coordenadas espaciais precisas, o braço robótico pode alcançar um posicionamento exato, otimizar o planejamento de movimentos, evitar obstáculos de forma eficaz, realizar operações precisas e, assim, melhorar os níveis de automação e inteligência.

I.O Sistema de Coordenadas Cartesiano

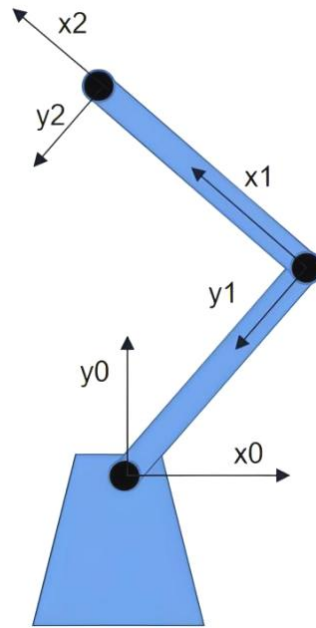
No controle de movimento espacial de um braço robótico, o sistema de coordenadas cartesiano é um dos sistemas de coordenadas mais comumente usados. Trata-se de um sistema matemático para descrever a posição de pontos no espaço. No espaço tridimensional, o sistema de coordenadas cartesiano é composto por três eixos mutuamente perpendiculares (x , y , z). A interseção desses três eixos é a origem (O) do sistema de coordenadas. Neste tutorial, a origem do sistema de coordenadas cartesiano está localizada no centro do disco do servo do chassi do braço robótico.





II.Sistema de Coordenadas Articulado

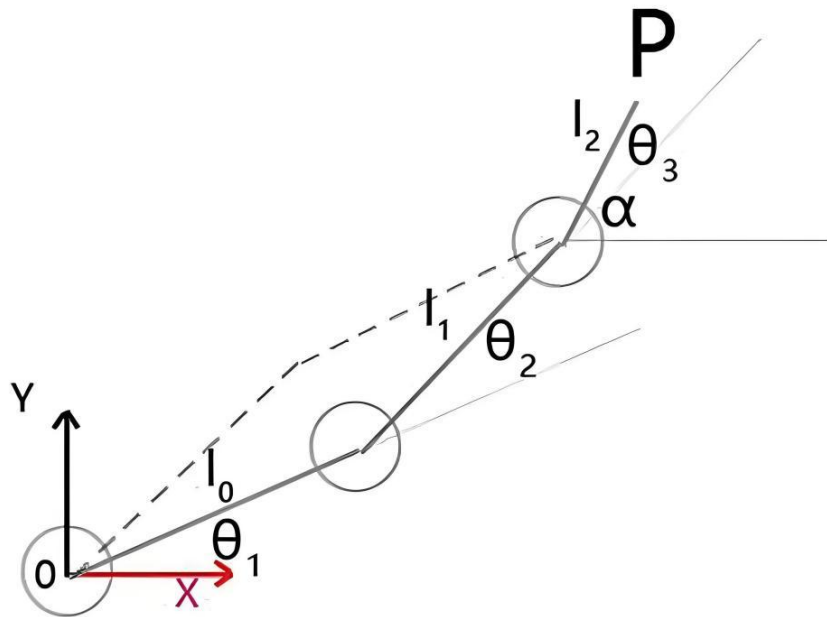
Além do sistema de coordenadas cartesiano, cada articulação do braço robótico possui seu próprio sistema de coordenadas, conhecido como sistema de coordenadas articulado. Sua origem normalmente está localizada no ponto de conexão da articulação, e seus eixos são definidos ao longo do eixo de rotação da articulação. Cada sistema de coordenadas articulado está associado a uma coordenada de articulação que descreve o ângulo de rotação ou a extensão dessa articulação. Como cada articulação do braço robótico pode rotacionar ou se estender, os sistemas de coordenadas articulados podem se transformar com base na postura atual do braço robótico.



III. Cinemática Direta e Inversa

A cinemática direta refere-se ao cálculo da posição e orientação do braço robótico em coordenadas cartesianas com base nos ângulos das articulações. A cinemática inversa, por outro lado, envolve o cálculo dos ângulos das articulações com base nas coordenadas cartesianas para alcançar o movimento desejado do braço robótico.

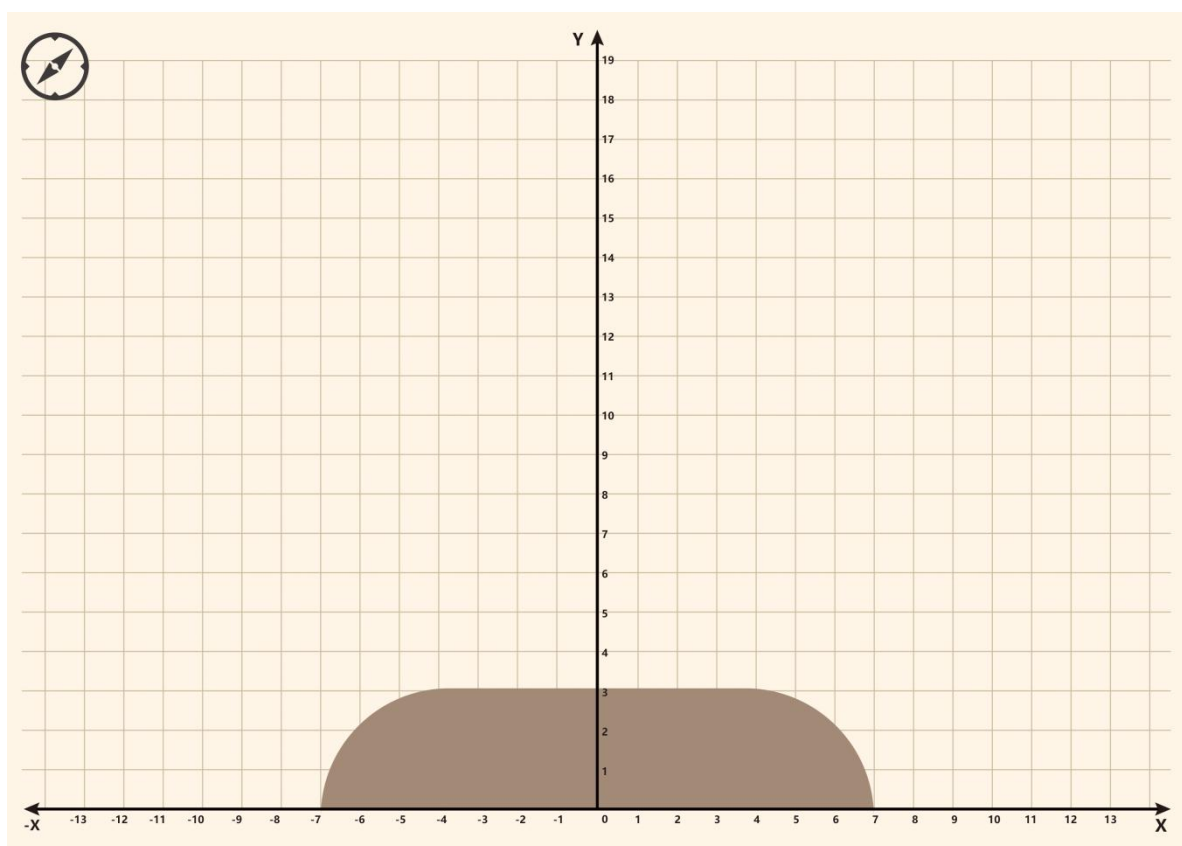
O problema da cinemática direta pode ser resolvido por meio de transformações matriciais, ou seja, comparando a matriz de transformação de cada sistema de coordenadas das articulações com as fórmulas de transformação de coordenadas do braço robótico para determinar os ângulos de cada articulação. O problema da cinemática inversa geralmente é mais complexo, exigindo a resolução de um conjunto de equações não lineares e, frequentemente, apresentando múltiplas soluções.



Neste tutorial, construiremos principalmente um sistema de coordenadas cartesiano com o centro do volante de direção do chassi como o ponto de origem. Quando as coordenadas de posição especificadas (X, Y, Z) forem inseridas, o arquivo de biblioteca do tutorial usará automaticamente o algoritmo de cinemática inversa para calcular as coordenadas de cada articulação do braço mecânico e, em seguida, converterá essas coordenadas nos ângulos de cada servo da articulação. Dessa forma, a extremidade do manipulador será controlada para alcançar a posição do ponto alvo no sistema de coordenadas espaciais.

IV. Diagrama de Coordenadas do Braço Robótico

Inevitavelmente, haverá alguns erros durante o processo de montagem do braço robótico. Para calibrar melhor o braço robótico, precisamos usar o diagrama de coordenadas. O diagrama de coordenadas do braço robótico é composto pelas coordenadas X e Y, sendo o ponto de interseção de X e Y a origem do mapa. O intervalo de coordenadas de X é $[-13, 13]$, e o intervalo de coordenadas de Y é $[0, 19]$. O retângulo chanfro na área sombreada é a posição de referência para o braço robótico. Coloque a borda superior da base do braço robótico contra essa forma.

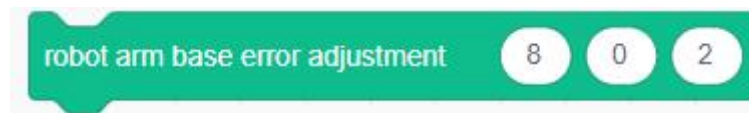


[【 Clique para obter o arquivo PDF do diagrama de coordenadas do braço robótico 】](#)

Atenção: Por favor, imprima o diagrama do braço robótico em papel A4 de acordo com o arquivo PDF.

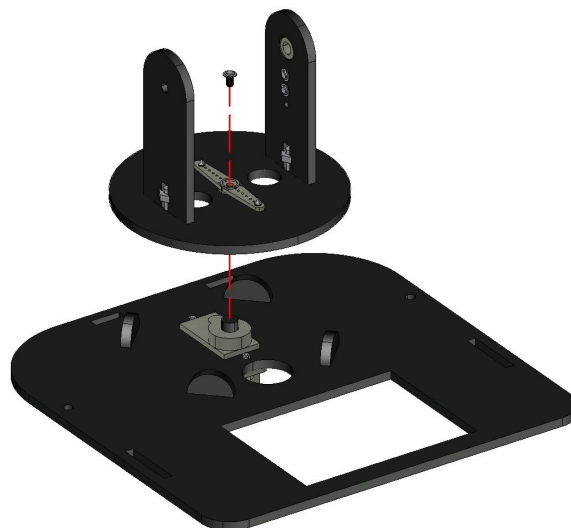
V.Instruções de Calibração do Braço Robótico

O braço robótico é composto por múltiplos servos, e no trabalho prático, podem ocorrer certos erros. Para reduzir esses erros, adicionamos instruções no programa de controle do braço robótico que permitem o ajuste dos erros do braço.



Primeiro, a primeira caixa de entrada é usada para ajustar a desviação do ângulo central do servo do chassi. O valor do ponto central padrão é 90 graus, com ângulos variando de 90 a 180 graus no lado esquerdo do eixo -X, e de 0 a 90 graus no lado direito do eixo X.

No entanto, devido à precisão dos engrenagens durante a instalação, não é garantido que o servo do chassi e o servo de direção estejam exatamente a 90 graus. Eles podem estar ligeiramente inclinados para a esquerda ou para a direita. Portanto, neste ponto, precisamos calibrá-lo no programa. Por exemplo, se ele estiver inclinado 8 graus para a direita, precisamos aumentar o valor da desviação. Assim, nos parênteses do comando 'ARM.Chassis_angle_adjust()', você deve inserir o valor 8. Se a inclinação for de 8 graus para a esquerda, então você deve subtrair o valor do desvio, ou seja, "ARM.Chassis_angle_adjust()" com o valor -8.



Em seguida, as segunda e terceira caixas de entrada, ambas com valor padrão 0. Suponha que haja um pequeno erro de deslocamento quando o efector final do braço robótico atingir um ponto espacial especificado. Nesse caso, este comando é usado para fazer ajustes finos.

O primeiro parâmetro corresponde ao semieixo positivo X do braço robótico. Se o efetor final estiver inclinado 1 grau para a direita, você deve inserir 1; se ele estiver inclinado 1 grau para a esquerda, você deve inserir -1. Se não houver inclinação, você deve inserir 0

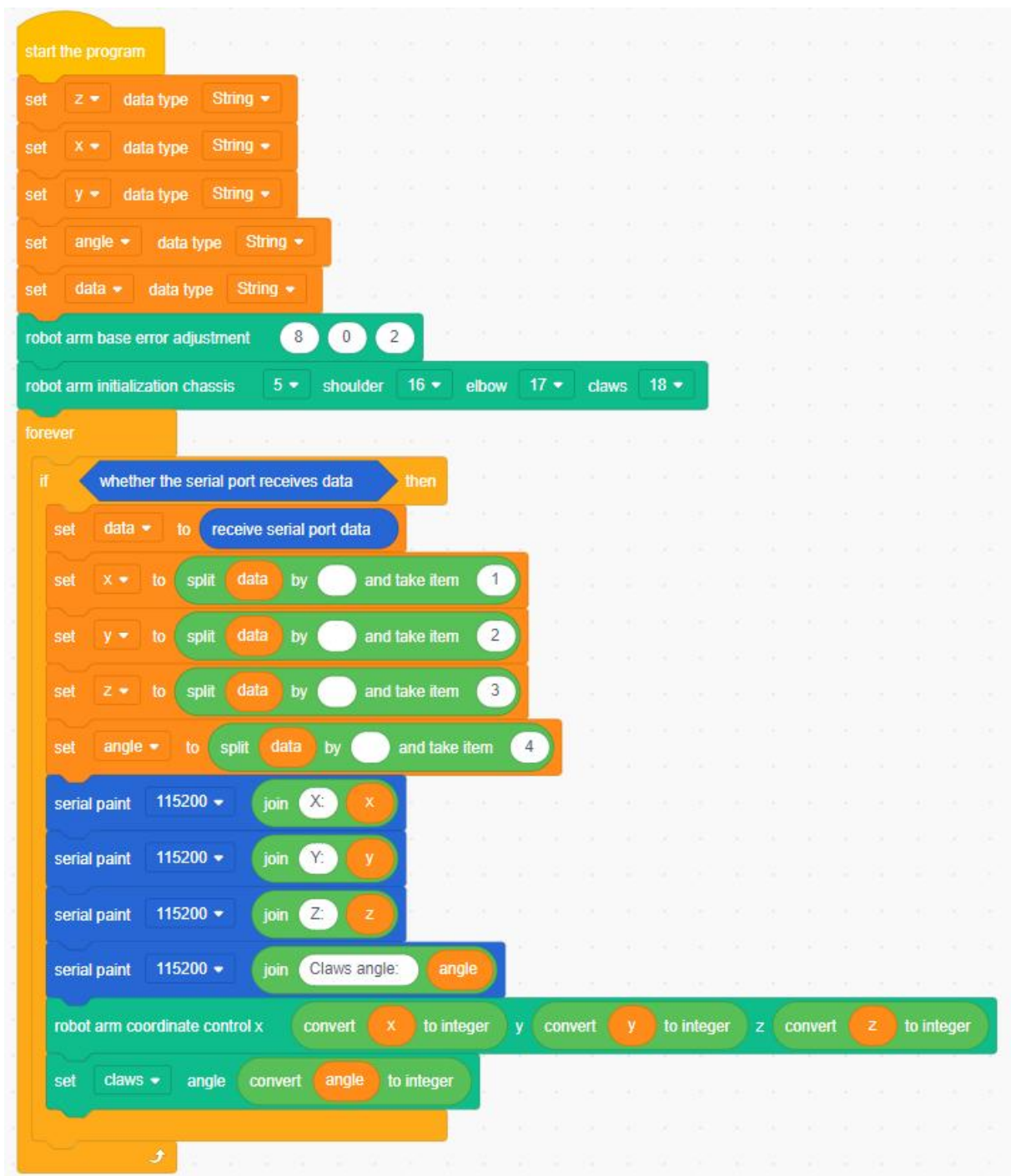
O segundo parâmetro corresponde ao semieixo negativo X do braço robótico. Se o efetor final estiver inclinado 1 grau para a direita, você deve inserir 1; se ele estiver inclinado 1 grau para a esquerda, você deve inserir -1. Se não houver inclinação, você deve inserir 0.

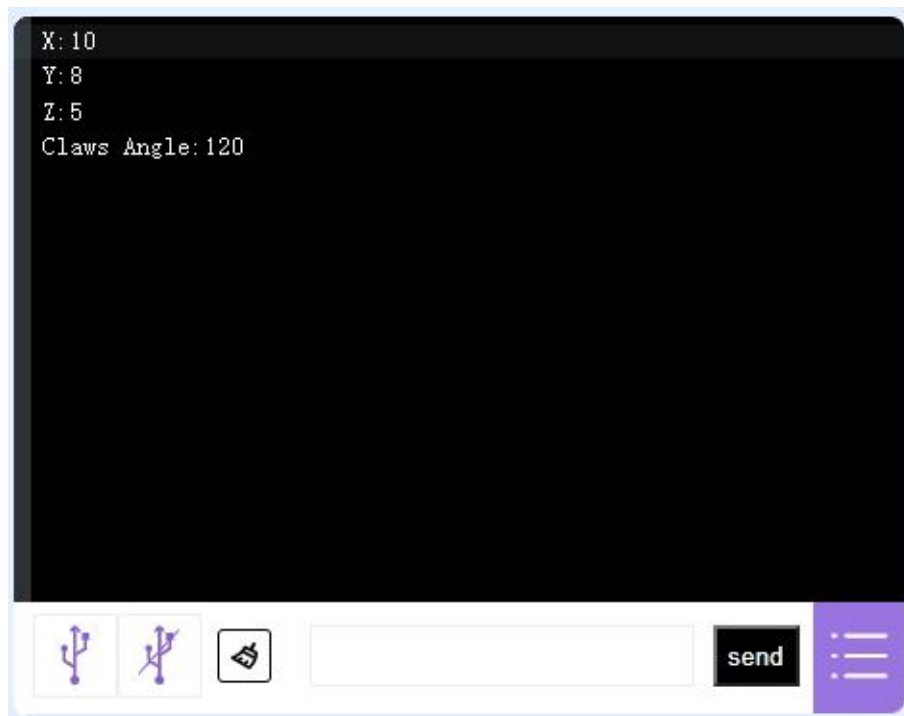
Em seguida, por favor, use o diagrama de coordenadas. Com base nas coordenadas espaciais fornecidas abaixo no programa e na sua situação real, ajuste os parâmetros de calibração.

VI.Movendo Pontos de Coordenadas Espaciais

Abra o arquivo "[Inverse Kinematics.sb3](#)" localizado em português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 4. Conecte a placa controladora ESP32 ao computador usando um cabo USB. Em seguida, selecione a placa controladora correta, o processador e a porta no ambiente de desenvolvimento, e faça o upload do código para a placa ESP32.

Código de Exemplo:





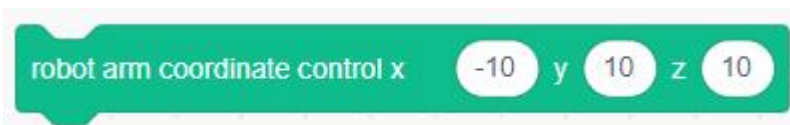
Após o upload do programa, insira quatro valores no monitor serial: a coordenada X, a coordenada Y, a coordenada Z e o ângulo de abertura da garra (variando de 90 graus a 180 graus). Esses quatro valores precisam ser separados por espaços. Após inserir os valores, pressione o botão "Enviar".

whether the serial port receives data

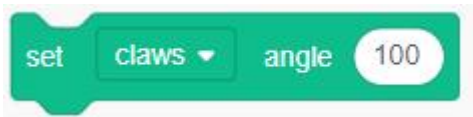
comando na categoria 'Robôs', pode determinar se a porta serial tem entrada de dados

receive serial port data

o comando está no módulo de comandos 'Robôs', através do qual os dados de entrada da porta serial podem ser obtidos.



é um comando de controle de coordenadas do braço robótico, através do qual a extremidade do braço robótico é controlada para se mover para a posição especificada nas coordenadas espaciais, onde x é a coordenada do eixo x, y é a coordenada do eixo y e z é a coordenada do eixo z.



é o comando de controle da garra do braço robótico, através do qual as garras na extremidade são controladas para abrir e fechar, onde 'garras' indica o parâmetro de ângulo que controla a engrenagem de direção da garra, e o intervalo de entrada é de 90 a 180.

Se as coordenadas estiverem corretas, o braço robótico se moverá para o ponto de coordenadas espaciais. Se as coordenadas forem inseridas, a porta serial exibirá "Out of range!" O aviso ocorre porque o alcance de movimento do braço robótico está dentro de uma esfera, ou seja, haverá valores de entrada que estão além da posição que o braço robótico pode alcançar. Nesse caso, você precisará ajustar os dados e, em seguida, reinseri-los. Se o ângulo da garra inserido não estiver na faixa de 90 a 180 graus, ele será automaticamente calibrado para um valor próximo de 90-180. Por exemplo, se o ângulo da garra inserido for 50, ele será automaticamente calibrado para 90.

Lição 5: Empilhamento do Braço Robótico

Na era atual de rápido desenvolvimento tecnológico, os braços robóticos se tornaram uma parte indispensável da indústria moderna, dos serviços comerciais e da vida cotidiana. Com sua notável flexibilidade, precisão e eficiência, eles transformaram completamente os modos tradicionais de operação.

Especialmente, a tecnologia de palletizing (paletização) com braço robótico é amplamente utilizada em diversos setores, particularmente em cenários que exigem manuseio de itens com alta eficiência, onde seu valor de aplicação é especialmente importante. Por exemplo, em logística e armazéns, a tecnologia de paletização com braço robótico pode melhorar significativamente a eficiência e a precisão no manuseio de mercadorias, reduzir os custos com mão de obra e minimizar erros humanos. Comparada à paletização manual, a tecnologia de paletização com braço robótico oferece vantagens como alta eficiência, boa estabilidade e facilidade de operação.

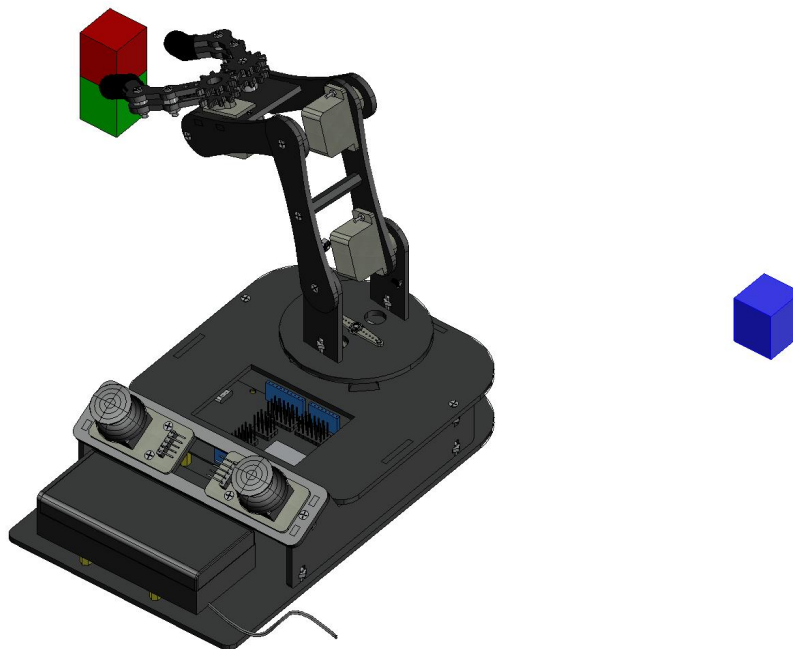


Com o avanço da tecnologia e a crescente demanda do mercado, a tecnologia de paletização com braço robótico terá aplicações ainda mais amplas no futuro. Portanto, nesta lição, aprenderemos a implementar funções básicas de paletização utilizando um braço robótico.

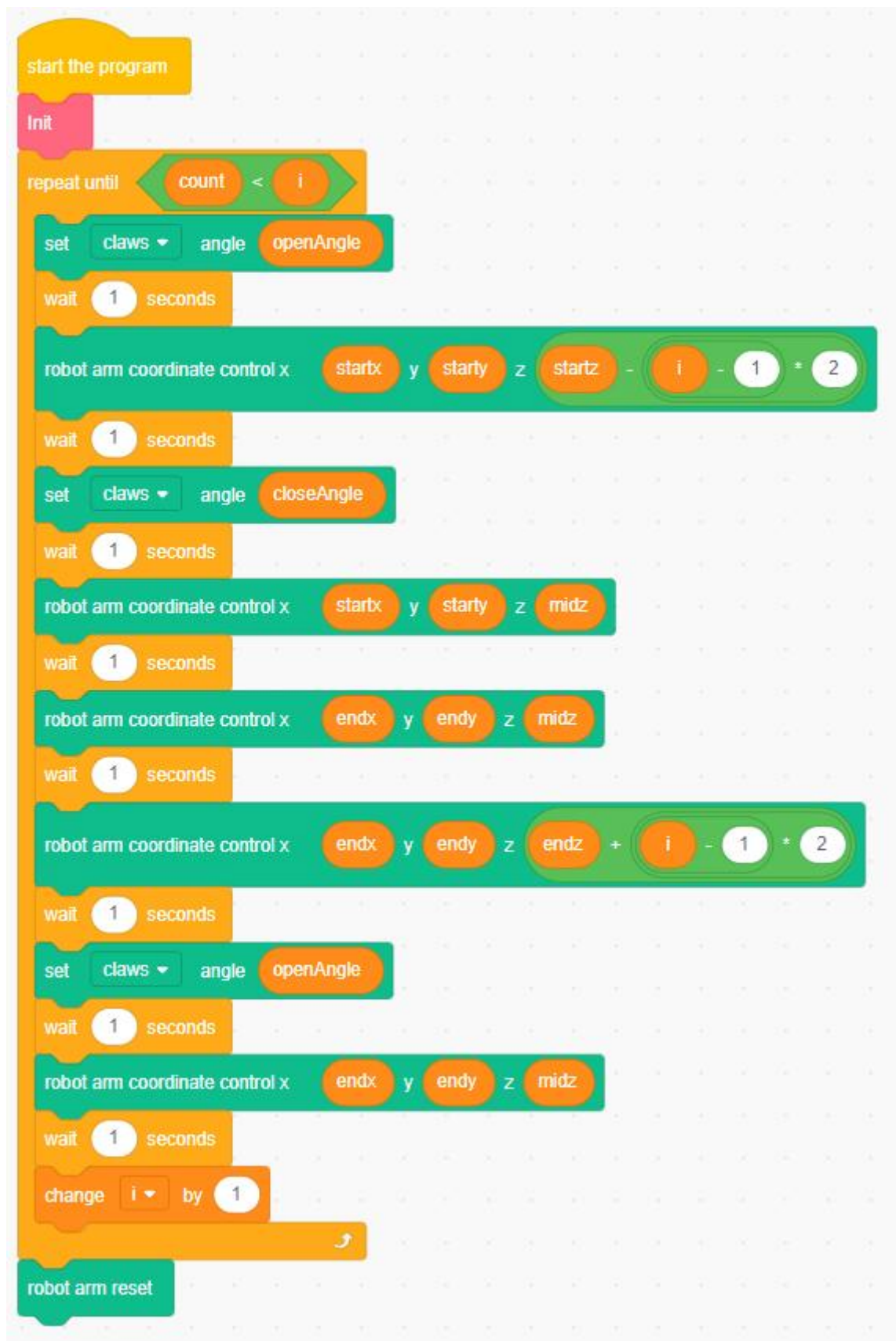
I.O Programa de Paletização do Braço Robótico

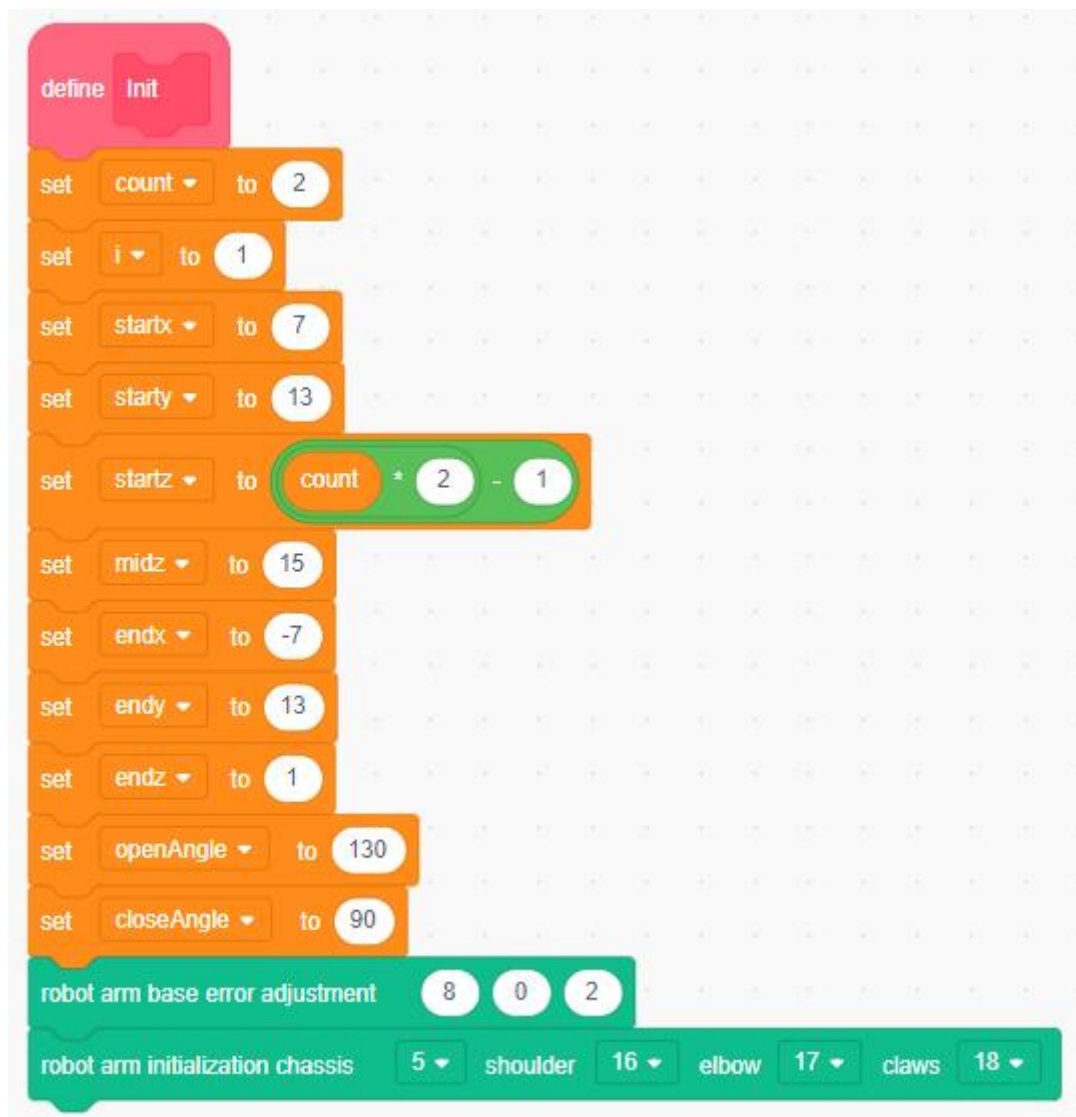
Abra o arquivo "[Robot Arm Stacking.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 5", conecte a placa controladora ESP32 ao computador com um cabo USB, selecione a placa controladora correta, o processador e a porta, e faça o upload do código para a placa controladora ESP32.

Primeiro, empilhe dois blocos verticalmente e coloque-os nas coordenadas (-7,13) no mapa do braço robótico, garantindo que o ponto central dos blocos esteja alinhado com o ponto de coordenada.



Código de Exemplo:





Após fazer o upload do programa, podemos observar que a extremidade do braço robótico atingirá as coordenadas iniciais dos blocos, em seguida, pegará o bloco superior, o transportará para as coordenadas de destino e o colocará no local. Depois, o braço retornará às coordenadas iniciais dos blocos, pegará o bloco inferior, o transportará para as coordenadas de destino e, finalmente, empilhará o bloco sobre o primeiro.

II.Tarefas de Extensão

Com base no mapa de coordenadas do braço robótico, já conhecemos o padrão de paletização do braço. Assim que soubermos as coordenadas de posição no mapa,

podemos fazer o braço robótico concluir a função de paletização. A seguir, usaremos o mapa para completar a função de paletização do braço robótico.

Descrição da Tarefa:

Com base no exemplo do programa de paletização, tente modificar as coordenadas da posição inicial e as coordenadas finais dos objetos no programa para permitir que o braço robótico realize a paletização em diferentes posições.

Atenção: Os dois blocos precisam ser colocados empilhados um sobre o outro. Certifique-se de que as coordenadas inseridas não excedam o limite do mapa. Além disso, durante o processo de agarrar os blocos, podem ocorrer alguns erros devido a questões de posicionamento ou precisão.

Lição 6: Ensino e Aprendizado do Braço Robótico

Ensinar um braço robótico envolve o operador definir um caminho de movimento fixo para o braço seguir, permitindo que ele execute as tarefas de acordo com etapas predefinidas.

Ensinar um braço robótico pode ser dividido em três etapas. A primeira etapa é a ação de ensino, onde o operador define um caminho de movimento fixo para o braço robótico. A segunda etapa é a ação de armazenamento, onde o sistema de controle do braço robótico grava as ações ensinadas. A terceira etapa é a reprodução do ensino, onde o braço robótico repete as ações registradas durante o processo de ensino.

Nesta lição, usaremos o módulo joystick para ensinar e aprender os movimentos do braço robótico.

I. Programa de Ensino

Abra o arquivo "[Memory Controlled Robot Arm.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 6", conecte a placa controladora ESP32 ao computador com um cabo USB, selecione a placa controladora correta e a porta, e faça o upload do código para a placa controladora ESP32.

Código de Exemplo:



Instruções de operação de ensino:

Joystick	Operação do Joystick	Ações
Joystick Esquerdo	Pressionar curto	Salvar ação
	Pressionar longo	Limpar ação
Joystick Direito	Pressionar curto	Executar ação

Na operação de ensino do braço robótico, primeiro é necessário definir um caminho de movimento fixo para o braço robótico. Por exemplo, mover o braço robótico do ponto A ao ponto B. Em seguida, é preciso decompor o caminho de movimento do ponto A ao ponto B em no máximo 20 pontos de posição-chave. Por fim, mova a extremidade do braço robótico até cada ponto de posição-chave utilizando o joystick, e pressione brevemente o joystick esquerdo. Nesse momento, o braço robótico salvará os pontos de posição-chave. Após salvar continuamente todos os pontos de posição-chave do ponto A ao ponto B, o braço robótico completará a operação dessa demonstração. Por fim, pressione brevemente o joystick direito, e o braço robótico reproduzirá todos os movimentos de acordo com os pontos de ação salvos.

Se for necessário refazer o trajeto, é preciso pressionar e segurar o joystick esquerdo para apagar todos os pontos de ação salvos anteriormente.

Atenção: ① Ao determinar o primeiro ponto de posição e o último ponto do braço robótico, é necessário salvá-los a tempo.

② A função de memória pode salvar até 20 grupos de ações de cada vez.

③ No monitor de porta serial, você pode ver o aviso de execução das ações do braço robótico.

```
State saved  
State saved  
State saved  
State saved  
States executed
```

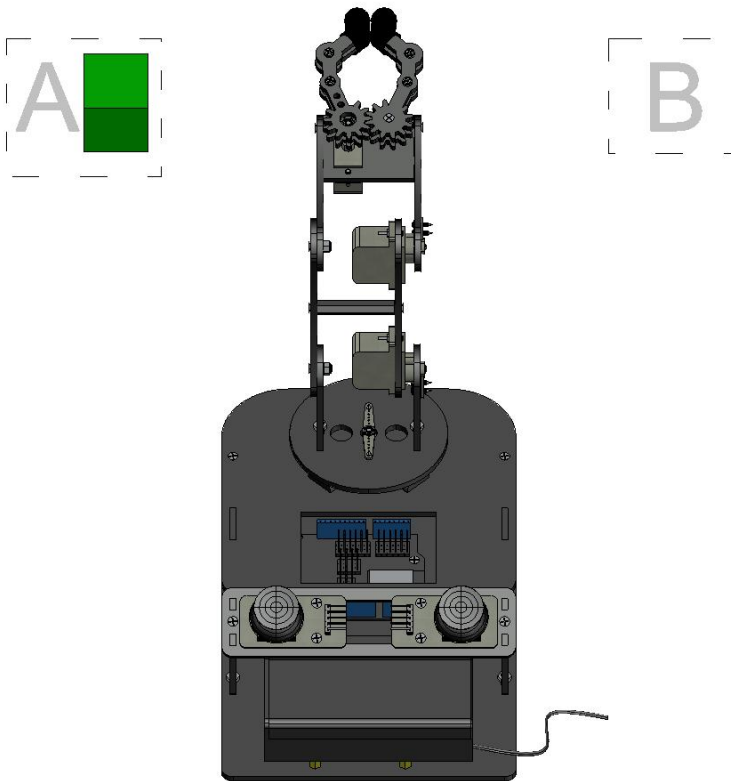
II.Tarefas de Extensão

Com base nas regras operacionais básicas de ensino e aprendizado para o braço robótico, a seguir, podemos usar o módulo joystick para realizar as funções de ensino e aprendizado para o transporte de objetos com o braço robótico.

Descrição da Tarefa:

Use o módulo joystick para controlar o braço robótico, pegar um bloco do ponto A no mapa de coordenadas, transportá-lo até o ponto B e, em seguida, retornar à posição inicial. Esse processo envolve ensino e aprendizado.

Atenção: Defina as posições dos pontos A e B como desejar.



Lição 7: Controle Web do Braço Robótico

Com o desenvolvimento contínuo da tecnologia de comunicação sem fio e da Internet das Coisas (IoT), a tecnologia de controle remoto tem sido amplamente utilizada em diversas áreas. Ela permite que os usuários realizem um controle remoto preciso de dispositivos terminais a longas distâncias. Existem muitos tipos de tecnologias de comunicação sem fio, e este tutorial foca principalmente em como usar a tecnologia de comunicação Wi-Fi para controlar remotamente um braço robótico.

A tecnologia de comunicação WiFi é um tipo de tecnologia de Rede Local Sem Fio (WLAN) que permite que dispositivos eletrônicos, como smartphones, tablets e laptops, se conectem sem fio à Internet ou a uma rede local (LAN). A tecnologia de comunicação WiFi conecta dispositivos à mesma rede utilizando roteadores sem fio ou pontos de acesso (APs), permitindo a transmissão e recepção de dados entre eles.

O controle de dispositivos baseado na web é uma das principais aplicações da tecnologia de comunicação WiFi, amplamente utilizado em áreas como casas inteligentes e indústrias inteligentes. O controle de dispositivos baseado na web conecta dispositivos e terminais de controle pela Internet. A interação entre dispositivos e controladores pode ser realizada através de simples protocolos HTTP. Quando um dispositivo se conecta a um controlador, o controlador fornece uma interface web simples que os usuários podem acessar por meio de uma página web para controlar o dispositivo.

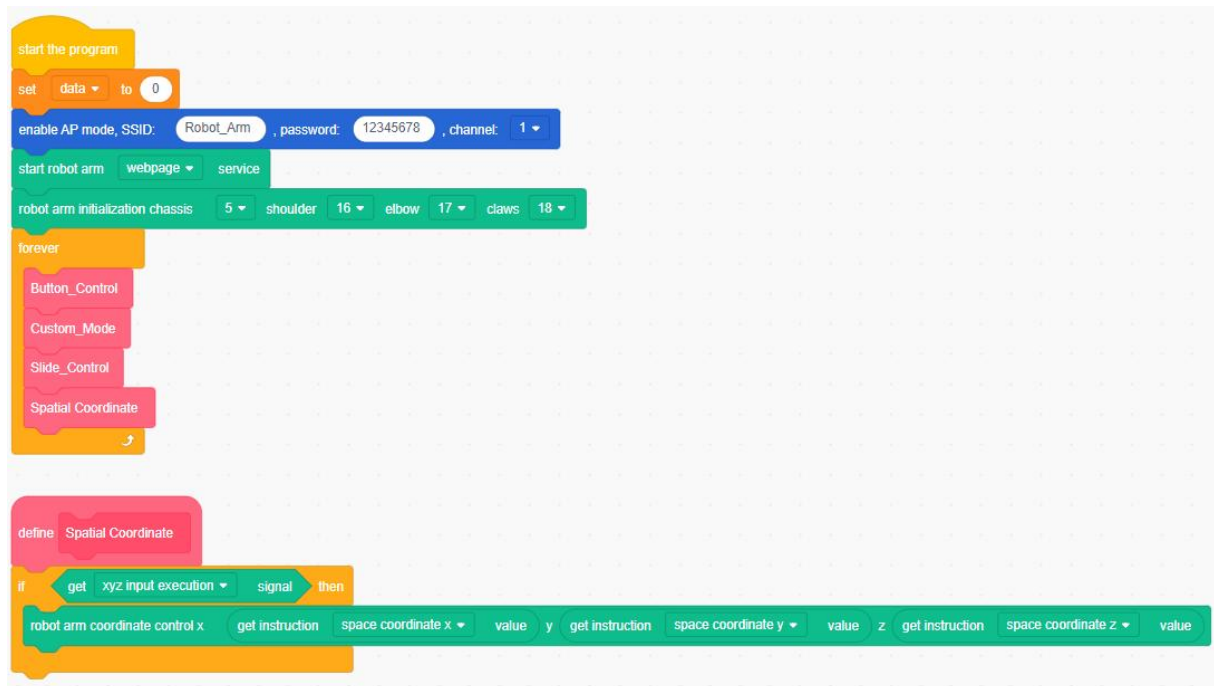
A seguir, usaremos uma página web para controlar remotamente a operação do braço robótico.

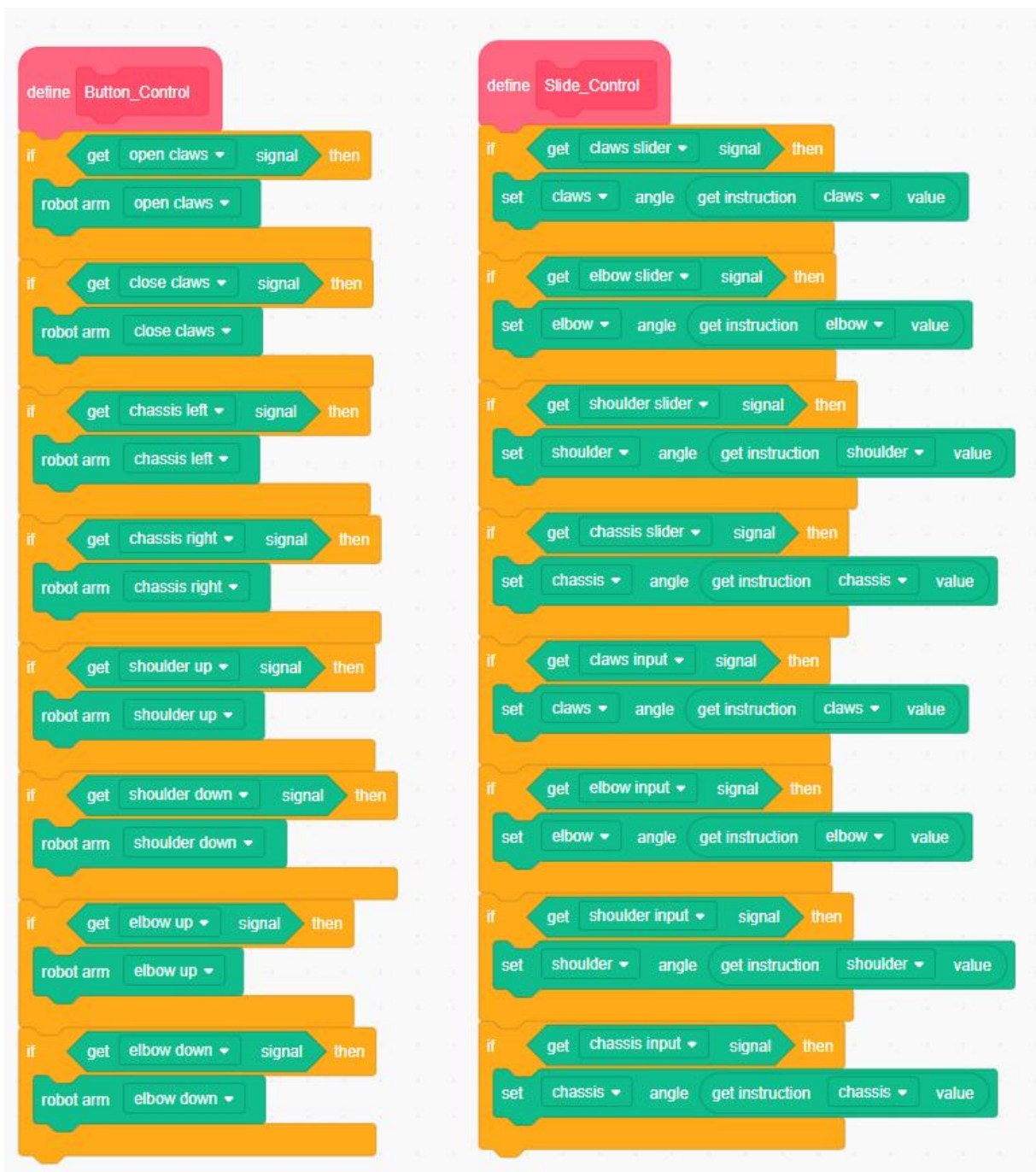
I.Programa de Controle Web

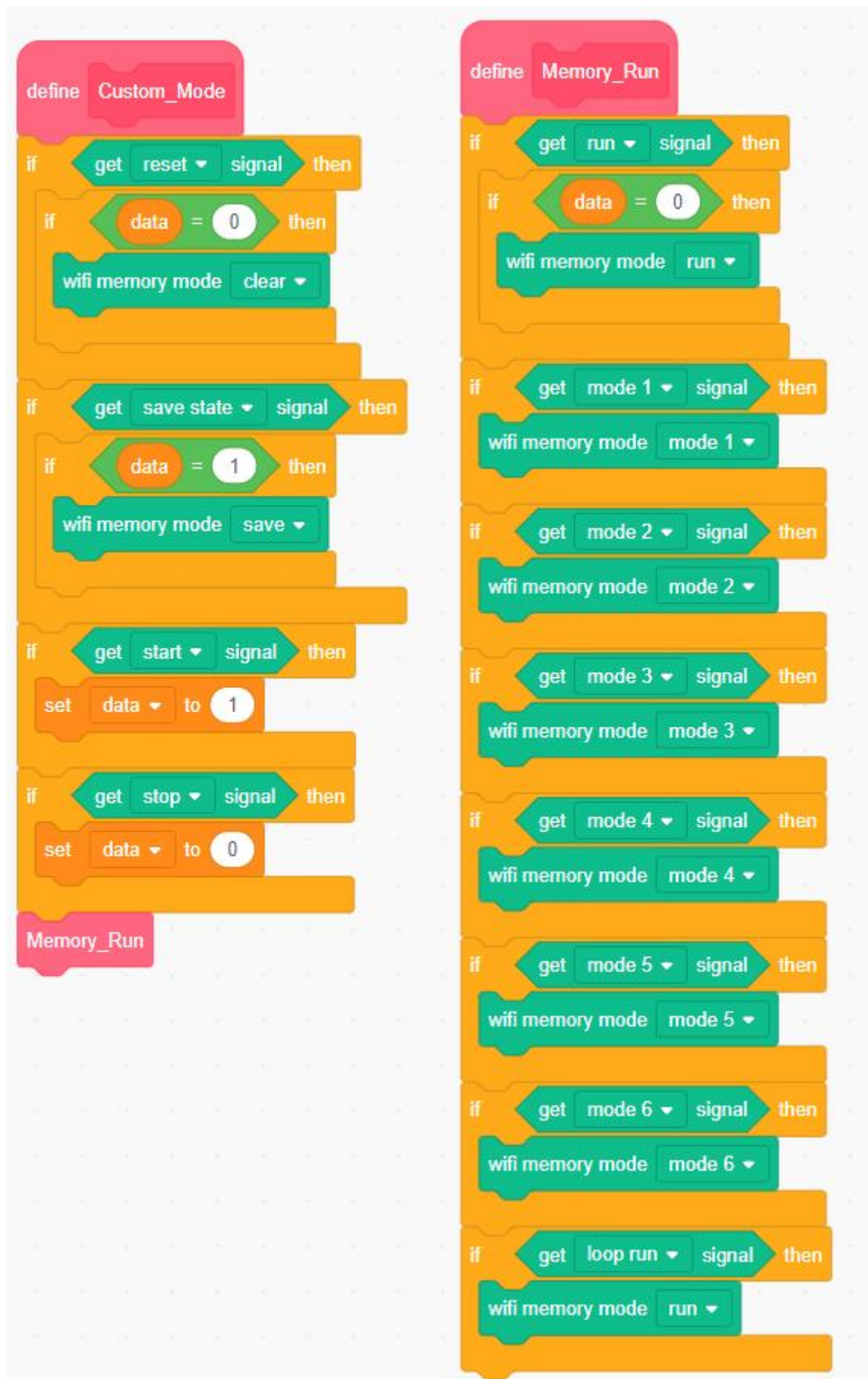
Abra o arquivo "[Web Controlled Robot Arm.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 7", Conecte a placa controladora ESP32 ao computador com um cabo USB , Selecione a placa controladora correta, o

processador e a porta no ambiente de programação, Faça o upload do código para a placa controladora ESP32.

Código de Exemplo:

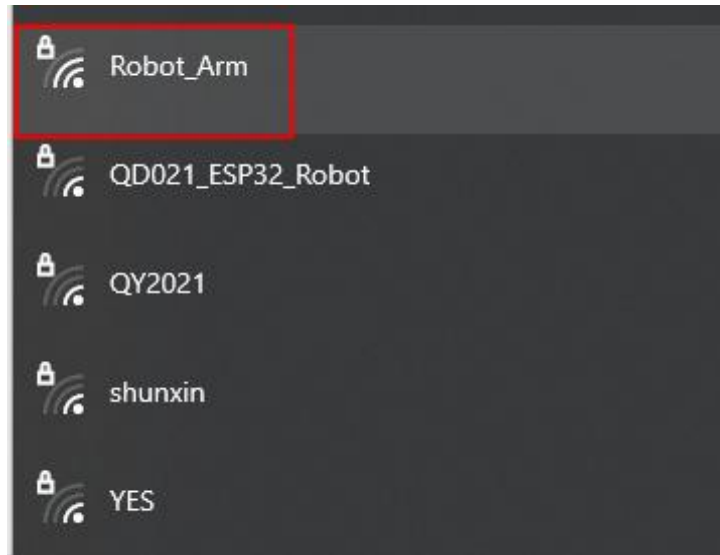






II.Login na Página Web

Após o upload bem-sucedido, prossiga usando seu computador ou celular para procurar redes Wi-Fi disponíveis. Conecte-se ao ponto de acesso Wi-Fi nomeado 'Robot_Arm' com a senha 12345678, conforme mostrado na imagem a seguir.



Após a conexão bem-sucedida, insira "**192.168.4.1**" na barra de endereços do seu navegador. A interface da página web aparecerá como mostrado na imagem a seguir.

Not secure 192.168.4.1

Robot Arm

Claw Open

Chassis left Chassis right

Claw Close

Shoulder Up

Elbow Down Elbow Up

Shoulder Down

Slide Control

Claws : 117 Enter Value

Elbow : 90 Enter Value

Shoulder: 90 Enter Value

Chassis : 90 Enter Value

Custom mode

MODE 1

Start Save Run Repeat Start Clear Action

Spatial coordinate

X: Enter Value Y: Enter Value Z: Enter Value Confirm

The value of x ranges from -19 to 19.
 The value of y ranges from 0 to 19.
 The value of z ranges from 0 to 27.
 Note: The value range is the point within the sphere.

No.	Funcionalidade da Página Web	Descrição da Funcionalidade
1	Controle por Botões	Controlar o Movimento do Braço Robótico Através de Botões na Página Web.
2	Controle por Slider	Controlar o movimento do braço robótico usando sliders ou inserindo um ângulo na caixa de entrada na página web. Atenção: Mova o slider lentamente; quanto mais rápido você deslizar, mais rápido o braço robótico se moverá.

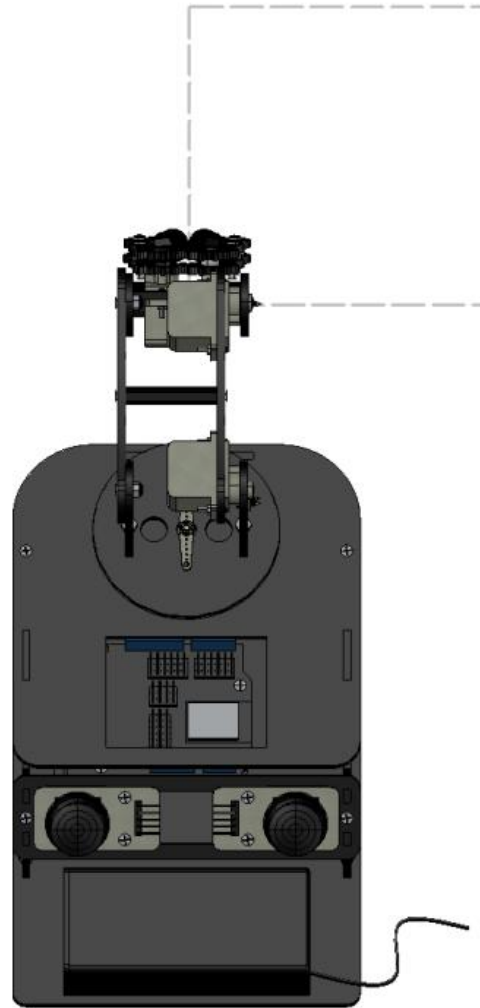
3	Salvar ação	<p>Você pode salvar um total de 6 conjuntos de ações do braço robótico (Modo 1 a 6), com cada conjunto podendo armazenar até 20 ações diferentes. O processo específico de operação é o seguinte:</p> <p>①Clicando em "Iniciar", o botão mudará para "Finalizar", então prossiga para "Salvar" a ação. Com base no seu caminho de ação, clique em "Salvar" passo a passo. Lembre-se de clicar em "Salvar" tanto para a posição inicial quanto para a posição final..</p> <p>②Clique em "Finalizar" para completar o salvamento da ação;</p> <p>③Clique em "Executar" para exibir a ação;</p> <p>④Clique em "Repetir Iniciar" para repetir a ação memorizada;</p> <p>⑤Clique em "Resetar" para resetar o grupo de ações.</p>
4	Spatial positioning	<p>Digite as coordenadas espaciais x, y, z e clique em 'Confirmar'. O braço robótico se moverá para as coordenadas espaciais especificadas.</p> <p>Atenção: Abaixo das caixas de entrada x, y, z, há descrições do intervalo de valores correspondentes. Se os valores estiverem fora do intervalo especificado, por favor, insira-os novamente.</p>

III.Tarefas de Extensão

De acordo com o método de controle do braço robótico através da página web, a seguir, usaremos três métodos de controle para implementar a função de salvamento de ações do braço robótico na página web.

Descrição da Tarefa:

- (1)Use botões para controlar as garras do braço robótico e desenhar uma ação semelhante a um quadrado no mapa, salvando-a em mode1;
- (2)Use o slider para controlar as garras do braço robótico e desenhar uma ação semelhante a um quadrado no mapa, salvando-a em mode2;
- (3)Use o posicionamento espacial para controlar a garra do braço robótico e desenhar uma ação semelhante a um quadrado no mapa, salvando-a em mode3.



Lição 8: Controle do Braço Robótico por APP

No tutorial anterior, aprendemos a controlar o braço robótico com um joystick e uma página web. Para controlar o braço robótico de forma mais conveniente, escolhemos usar o aplicativo móvel como interface do usuário para controlar o braço robótico através do aplicativo. A seguir, veremos como controlar o funcionamento do braço robótico através de um aplicativo móvel.

I.Download do APP

(1)Se você estiver usando um dispositivo iOS, pesquise pela palavra-chave "ACEBOTT" na App Store e faça o download. Se você estiver usando um dispositivo Android, pesquise pela palavra-chave "ACEBOTT" na Google Play Store e faça o download. O ícone está mostrado abaixo.



Atenção:

- ① Este tutorial é aplicável à versão 2.0 ou superior do APP ACEBOTT. Você pode clicar no botão de configurações no canto superior esquerdo do APP para visualizar o número da versão do software. Certifique-se de que a versão do software que você está utilizando atende aos requisitos;
- ② Se você precisar atualizar a versão do software ACEBOTT, pode seguir o método indicado neste tutorial para baixar a versão mais recente do APP.

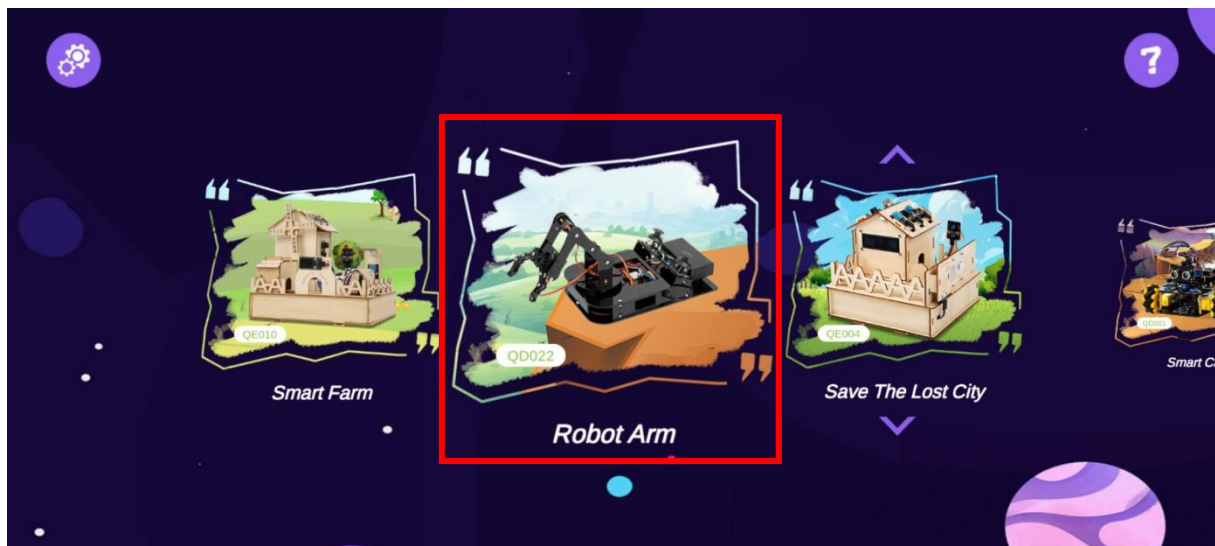
(2)Abra o aplicativo para acessar a tela de introdução.



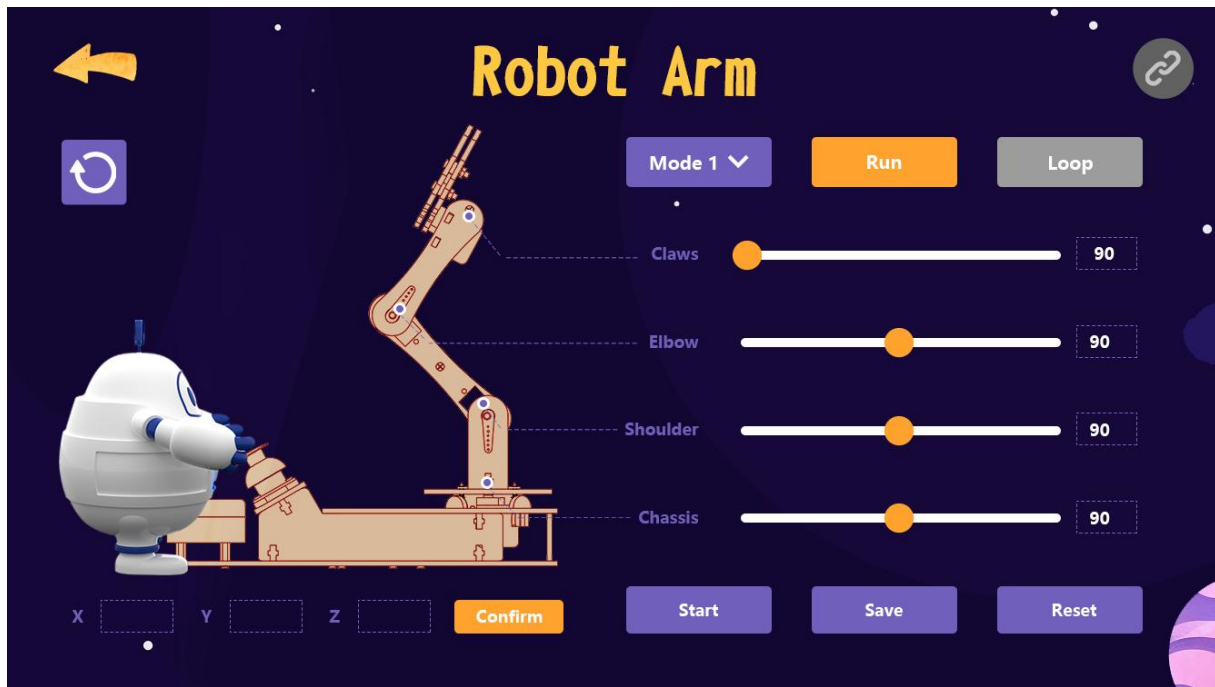
(3) Entre na tela de seleção e escolha o braço robótico.

Atenção: Se você precisar assistir ao vídeo de operação do APP, clique no link abaixo.

<https://youtu.be/0JtV29RbKQs>



(4) Entre na interface de controle do braço robótico (não é possível controlar diretamente ainda, pois o programa precisa ser carregado).



II. Controle do Braço Robótico via APP

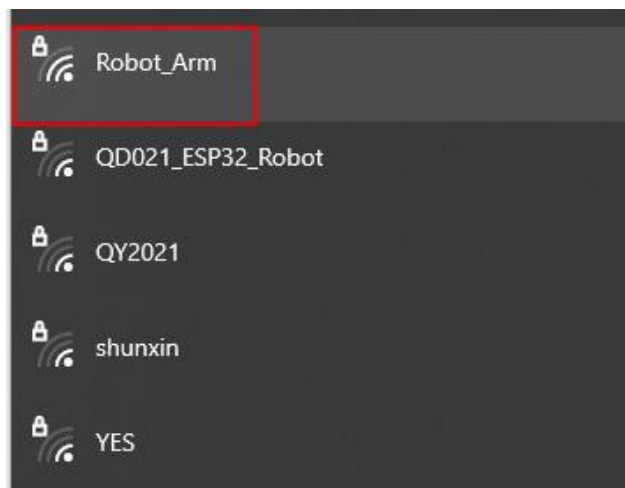
1. Carregar o programa Arduino para controle do braço robótico via APP.

Antes de usar o APP para controlar o braço robótico, é necessário carregar o programa que permite a comunicação entre o braço robótico e o APP.

Abra o arquivo "[APP_Controlled_Robot_Arm.sb3](#)" em "português\ACECode (Iniciante)\2.ACECode Program\Lição 8", conecte a placa controladora ESP32 ao computador com um cabo USB, selecione a placa controladora correta e a porta, e carregue o código na placa controladora ESP32.

2. Conecte-se ao Wi-Fi do Braço Robótico

Escaneie as redes Wi-Fi no seu computador ou celular e conecte-se ao ponto de acesso Wi-Fi chamado "Robot_Arm" usando a senha 12345678, conforme mostrado na imagem abaixo.

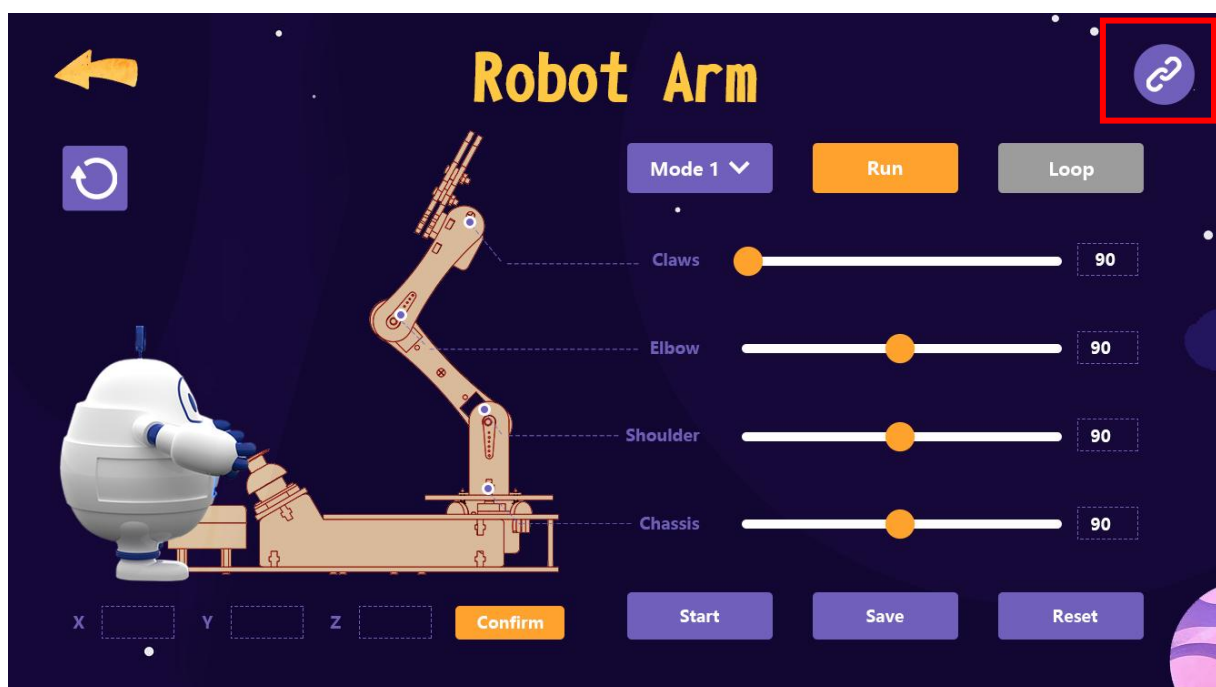


Atenção: O nome do ponto de acesso e a senha são predefinidos no programa, mas os usuários podem personalizá-los. Quando tivermos múltiplos braços robóticos, podemos diferenciá-los utilizando nomes de Wi-Fi distintos para cada um.



3.Usando os Controles pelo APP

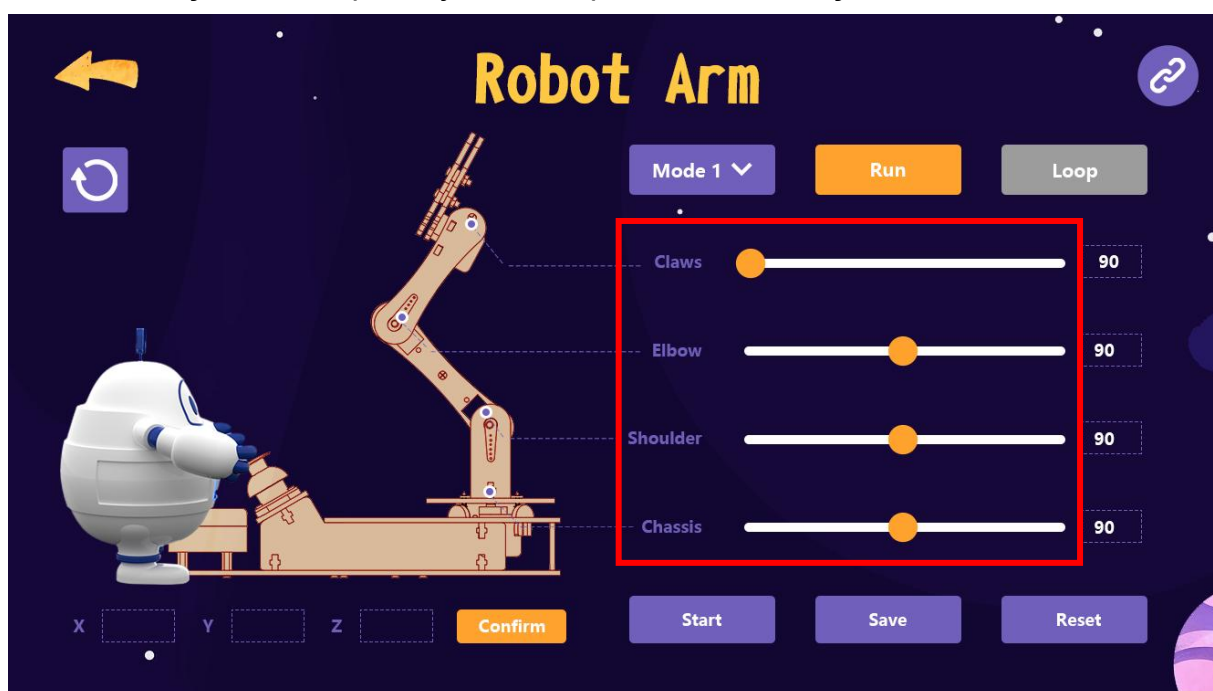
Após conectar ao Wi-Fi, clique no ícone de conexão no canto superior direito do APP para completar a conexão.



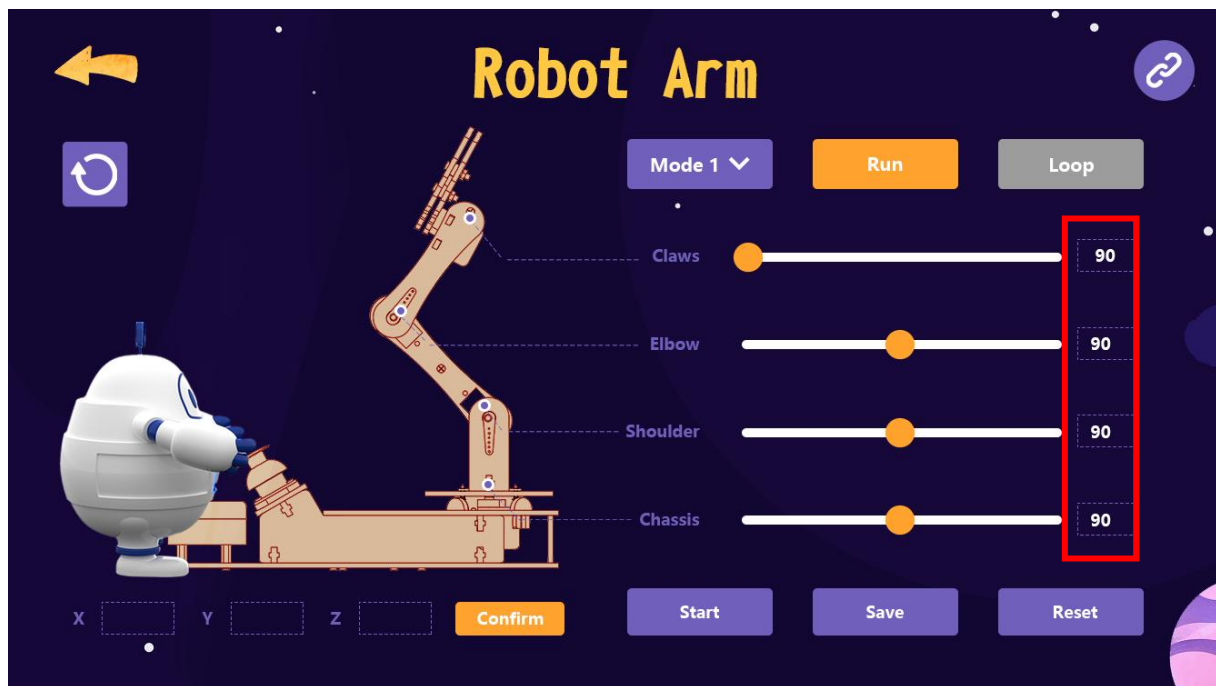
Após concluir as operações acima, volte para a interface mostrada abaixo, e então o controle do braço robótico poderá ser realizado. As principais ações de controle são: controle por slider, controle por caixa de entrada, modo personalizado (iniciar, terminar, salvar, executar, resetar), função de posicionamento espacial e função de recuperação de posição.

Introdução às Funções do APP do Braço Robótico:

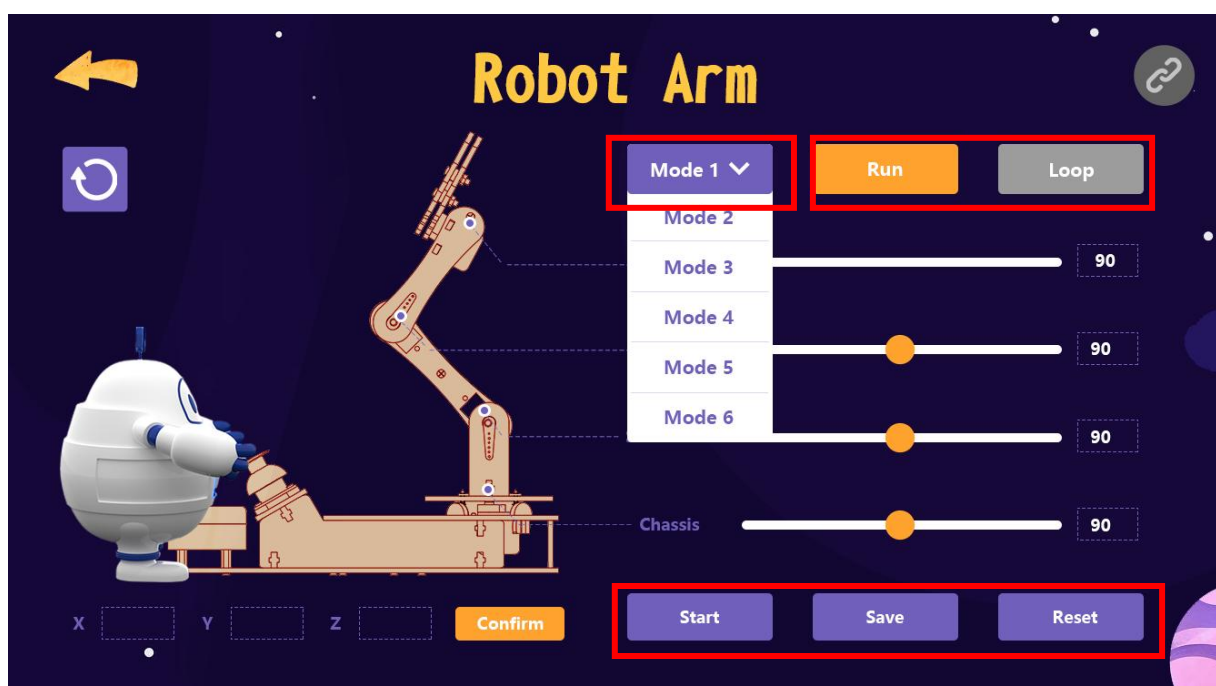
(1)**Controle por Slider:**Mova os sliders correspondentes aos diferentes motores servo do braço robótico para ajustar sua postura e orientação.



(2)**Controle por Caixa de Entrada:** Ao lado de cada slider, há uma caixa de entrada onde você pode inserir o ângulo desejado do servo para controlar a postura e orientação do braço robótico.

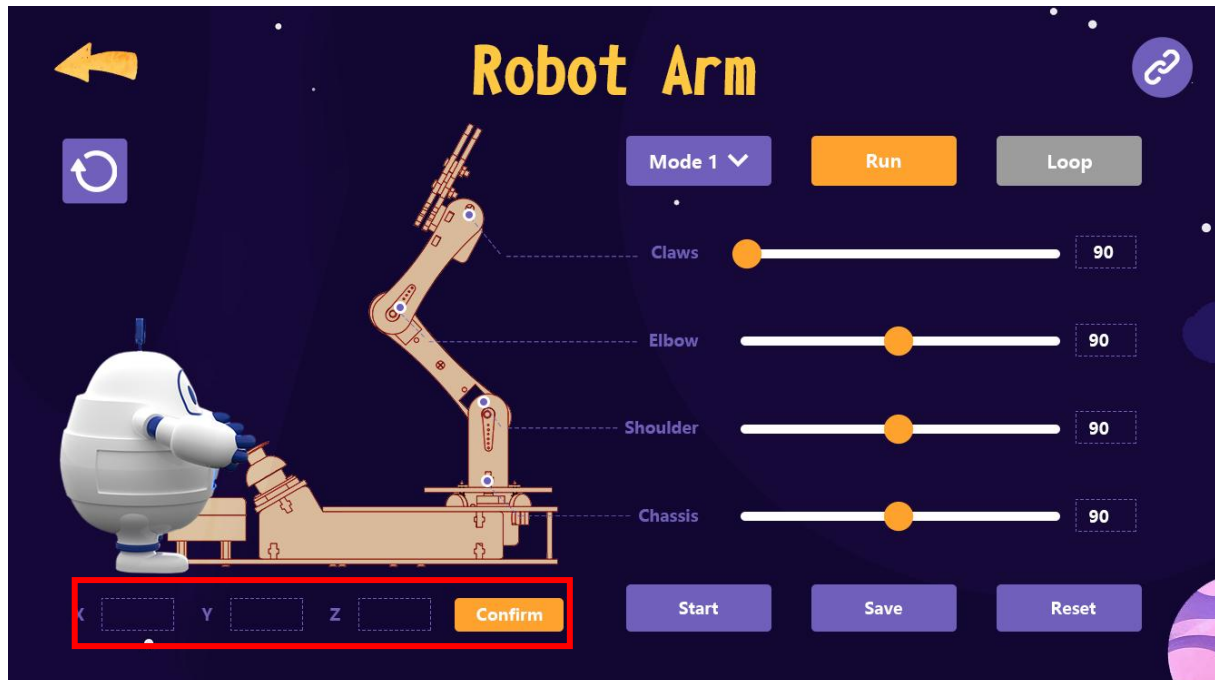


(3)**Salvar Ação:** Clique em "mode1", haverá 6 modos para escolher (Modo 1~6), e 20 grupos de ações diferentes podem ser salvos em cada modo. Clique em "Run" para executar uma ação memorizada. Clique em "Loop" para repetir a ação memorizada. Clique em "Reset" para apagar a ação memorizada. O processo operacional específico é o mesmo que o controle via página web.

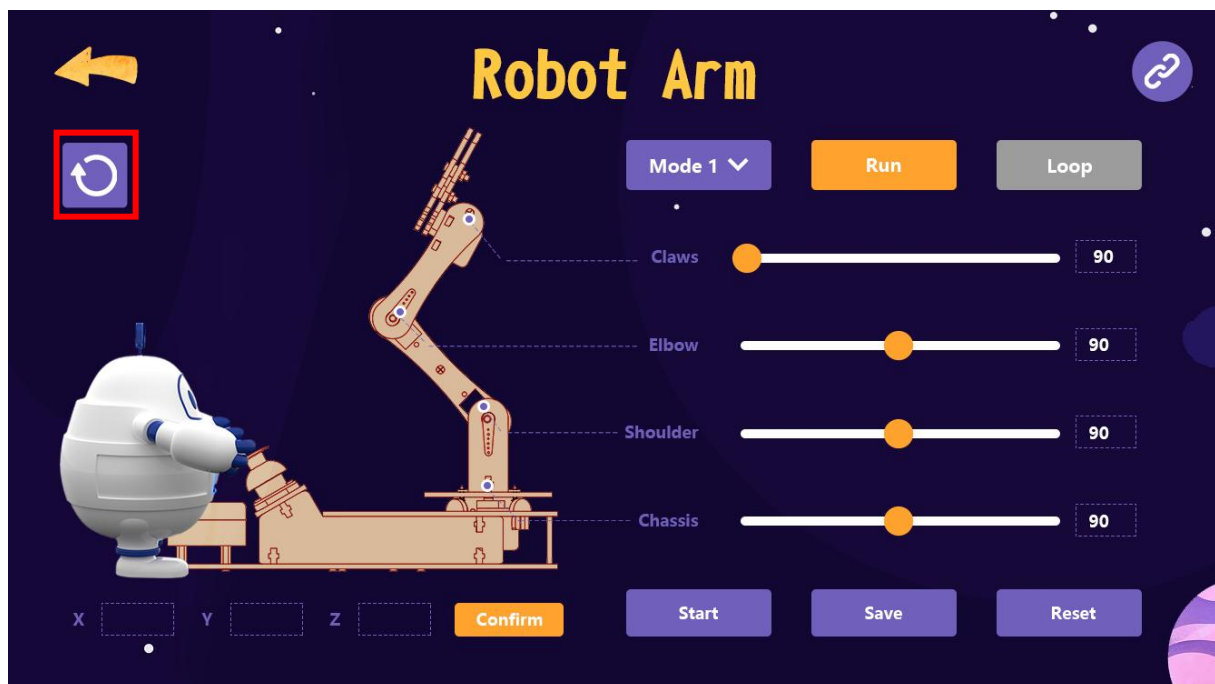


(4)**Posicionamento Espacial:** Digite as coordenadas espaciais x, y, z, e o braço robótico se moverá para o ponto de coordenadas espaciais especificado.

Atenção: Devido à estrutura do braço robótico, há limitações em seu alcance de movimento. Ao inserir as coordenadas, se os valores excederem o alcance de movimento do braço robótico, você pode inseri-los novamente.



(5) **Inicialização de Posição:** Clique no ícone de atualização no canto superior esquerdo, e o braço robótico retornará à sua posição inicial.



Siga-nos

Leia os códigos QR para nos seguir para solução de problemas e as notícias mais recentes. Temos uma comunidade muito grande que é muito útil para solução de problemas e também temos uma equipe de suporte pronta para responder a qualquer pergunta.



Código QR do Grupo do Facebook da ACEBOTT



Código QR do YouTube