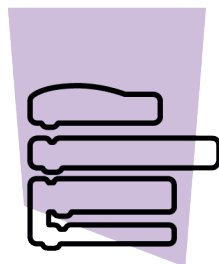
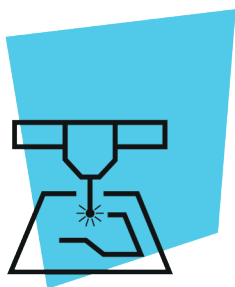
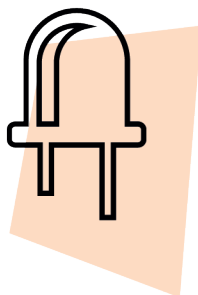
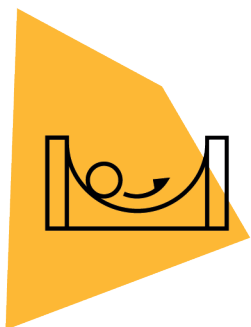
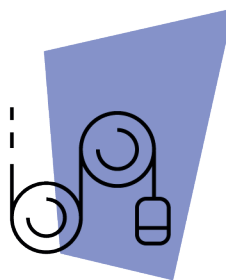


ROBÓTICA

Módulo 2



Motor de Passo

AULA 28



GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Massa Ratinho Júnior

SECRETÁRIO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

Renato Feder

DIRETOR DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Andre Gustavo Souza Garbosa

COORDENADOR DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

Marcelo Gasparin

Produção de Conteúdo

Adilson Carlos Batista

Cleiton Rosa

Validação de Conteúdo

Cleiton Rosa

Revisão Textual

Adilson Carlos Batista

Projeto Gráfico e Diagramação

Edna do Rocio Becker

Ilustração

Jocelin Vianna

2021



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição NãoComercial - CompartilhaIgual 4.0 Internacional

Aula 01	O que já vimos?
Aula 02	Arduino: Bibliotecas e Funções
Aula 03	Código Morse
Aula 04	Semáforo Inteligente com IR
Aula 05	Semáforo Completo com Display
Aula 06	Matriz de LED 8X8
Aula 07	Desenhando na matriz de LEDs
Aula 08	Painel de Senhas
Aula 09	Escrevendo mensagens
Aula 10	Robô Autônomo
Aula 11	Sensor de Chuva
Aula 12	Sensor de Umidade do Solo
Aula 13	Irrigador Automático
Aula 14	Feedbacks + Inventário I
Aula 15	Teclado Matricial de Membrana
Aula 16	Servos Motores
Aula 17	Fechadura Eletrônica
Aula 18	Controlando Servos Motores
Aula 19	JoyStick Shield
Aula 20	Braço Robótico
Aula 21	Sensor de Movimento Presença
Aula 22	Sensor de Som
Aula 23	Sensor de Umidade e Temperatura
Aula 24	Termômetro Digital
Aula 25	Sensor de Gás e Fumaça
Aula 26	Acelerômetro e Giroscópio
Aula 27	Motor de Passo
Aula 28	Feedbacks + Inventário II
Aula 29	Receptor IR e Controle Remoto
Aula 30	Relé
Aula 31	Módulo RF 433mhz - I
Aula 32	Módulo RF 433mhz - II
Aula 33	Projeto CHAT via RF
Aula 34	Módulo Wireless
Aula 35	Comunicação do Módulo WI-FI em HTML
Aula 36	Módulo WI-FI - IoT com Sensores
Aula 37	Módulo WI-FI - IoT com Atuadores (LED)
Aula 38	Módulo WI-FI - IoT com Atuadores (Relé)
Aula 39	Monitor de Sensores em HTML I
Aula 40	Monitor de Sensores em HTML II
Aula 41	Mostra de Robótica
Aula 42	Feedbacks + Inventário III

Aula 27

Acelerômetro e Giroscópio

Aula 28

Motor de Passo

Aula 29

Feedbacks + Inventário II

Sumário

Introdução	2
Objetivos desta Aula	2
Competências Gerais Previstas na BNCC	3
Habilidades do Século XXI a Serem Desenvolvidas	4
Lista de Materiais	4
Roteiro da aula	5
1. Contextualização	5
2. Montagem e Programação	10
3. Feedback e Finalização	15
Videotutorial	16

28 MOTOR DE PASSO



Introdução

Um Motor de Passo é um dispositivo eletromecânico que converte os impulsos elétricos em movimentos mecânicos com variação angular discreta e usado em dispositivos eletrônicos quando se quer ter precisão nas ações como aquelas utilizadas em robôs. É chamado de “passo” porque não tem a rotação contínua, para cada pulso o rotor dá um passo e permanece até receber outro pulso. Esses passos são dados ao redor do eixo do motor, dependendo do modelo, o número se altera de acordo com os graus para completar o total de 360 graus.

Nesta aula, você compreenderá a diferença de motores e irá programar e controlar o modelo de **Motor de Passo (28BYJ-48)** e seu drive (ULN2003).



Objetivos desta Aula

- Entender o que é um Motor de Passo e as diferenças de motores convencionais;
- Conhecer o modelo de Motor de Passo (28BYJ-48) juntamente com seu driver (ULN 2003), presente no kit de robótica e suas aplicações;
- Programar e controlar o Motor de Passo.



Competências Gerais Previstas na BNCC

[CG02] - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

[CG04] - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

[CG05] - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

[CG09] - Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

[CG10] - Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.



28 MOTOR DE PASSO



Habilidades do Século XXI a Serem Desenvolvidas

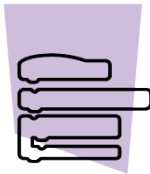
- Pensamento crítico;
- Afinidade digital;
- Resiliência;
- Resolução de problemas;
- Colaboração;
- Comunicação.



Lista de Materiais

- 01 Placa Arduino Uno R3;
- 06 Jumpers Macho-Macho;
- 06 Jumpers Fêmea-Fêmea;
- 01 Motor de Passo 28BYJ-48 + driver ULN 2003;
- Notebook;
- Software Arduino IDE.

28 MOTOR DE PASSO



Roteiro da Aula

1. Contextualização (15min):

Um Motor de Passo é um dispositivo eletromecânico que converte pulsos elétricos em movimentos mecânicos de forma discreta, foi inventado pelo engenheiro Francês Marius Lavet, em 1936. Esse modelo de motor não usa escova ou comutadores como os outros motores, por isso é utilizado em dispositivos eletrônicos sempre que são necessários movimentos precisos como em robôs, impressoras, scanners, câmeras de vídeo, brinquedos, injeção eletrônica de automóvel, entre outros. Ele é utilizado em aplicações que são necessários controlar fatores como ângulos de rotação, velocidade e posição. Desta forma, os Motores de Passo são indispensáveis para se ter rotações controladas, realizadas em pequenos passos para que os dispositivos possam desenvolver suas potencialidades para que foram criados.

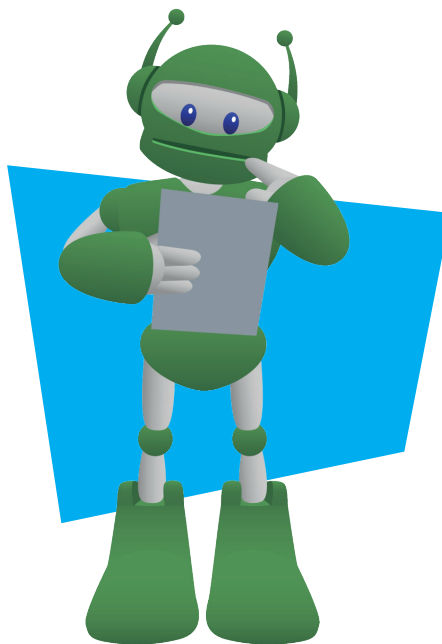
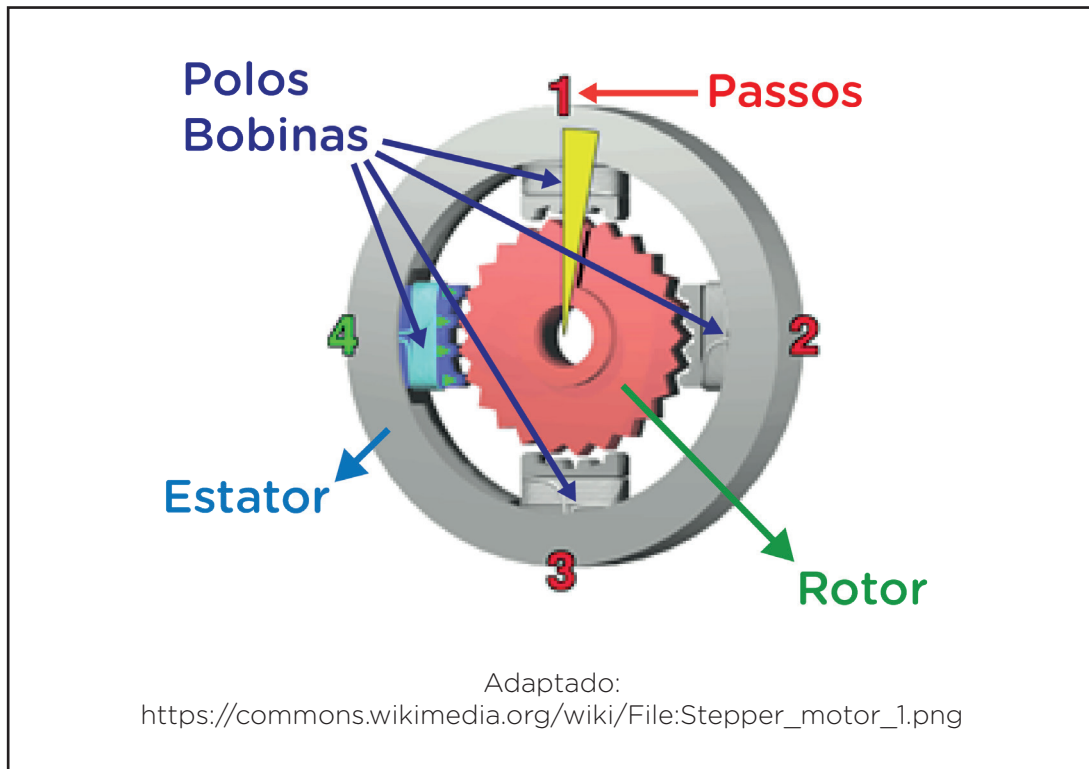
Uma impressora jato de tinta, por exemplo, somente consegue realizar a ação, precisão e sincronismo de movimentar a folha de papel e posicionar os cabeçotes de impressão devido ao uso destes motores ou, ainda, uma impressora 3D que tem os movimentos nos eixos X, Y e Z para executar a ação de imprimir os objetos sobre a mesa.

O Motor de Passo funciona da seguinte forma: os campos magnéticos são ativados e desativados eletronicamente, conforme figura 2. Eles possuem um número fixo de pólos magnéticos e isso que determina o número de passos do motor, os mais comuns podem ter uma variação de 3 a 72 passos para completar a volta de 360° graus. Esses motores são classificados pelo torque que produzem, para atingir o seu torque, as bobinas devem receber toda a corrente marcada durante cada passo.



28 MOTOR DE PASSO

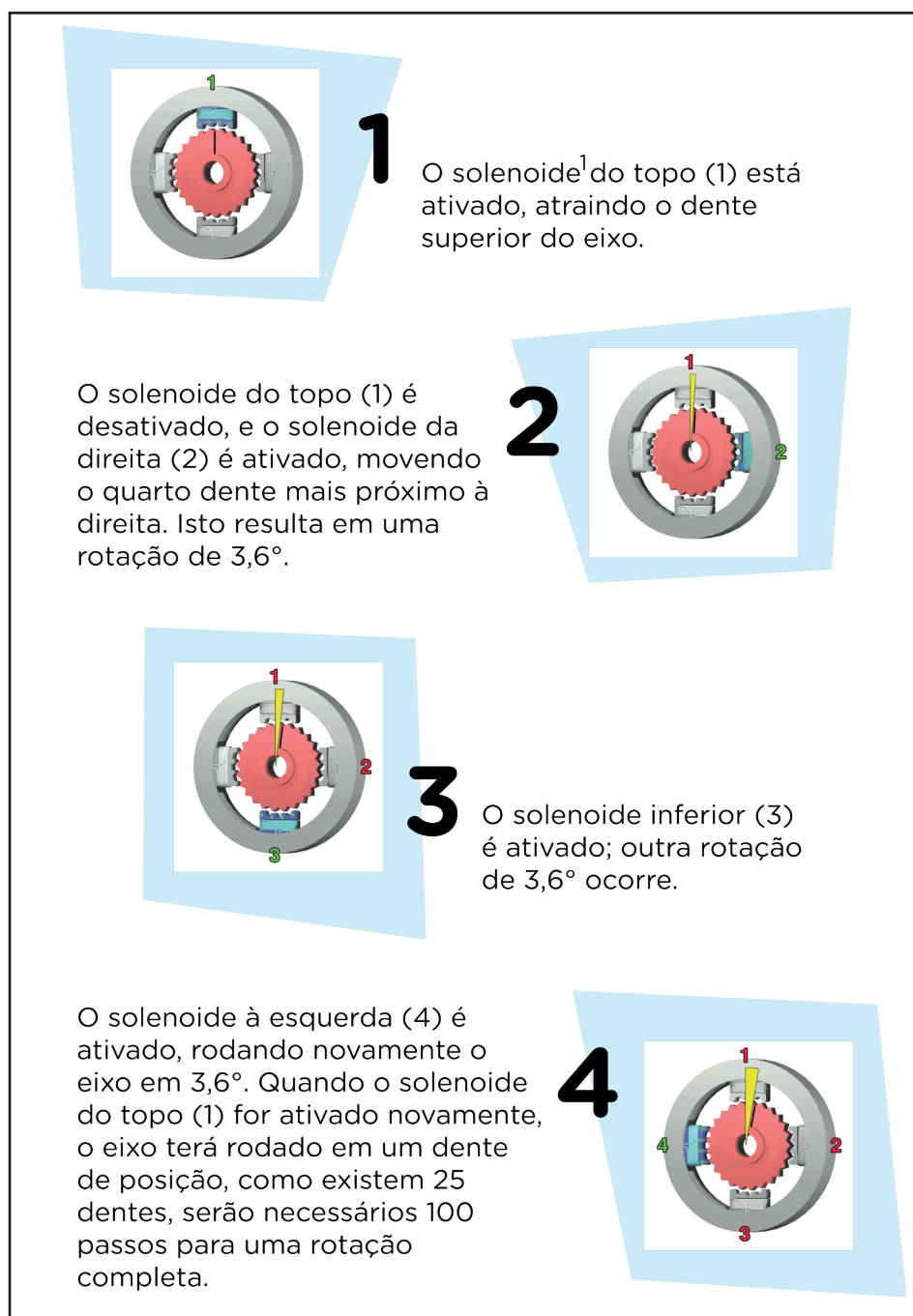
Figura 1 – Motor de Passo e sua estrutura



28 MOTOR DE PASSO

Quando os dentes do rotor estão alinhados com um polo, os outros estarão desalinhados, o rotor se alinha na direção em que a relutância é mínima e submetido a um campo magnético.

Figura 2 - Funcionamento do Motor de Passo



28 MOTOR DE PASSO

Quanto aos tipos, os motores podem ser classificados como unipolar, quando esse possui dois enrolamentos por fase, sendo um para cada sentido; bipolar, quando ele tem apenas um enrolamento por fase.

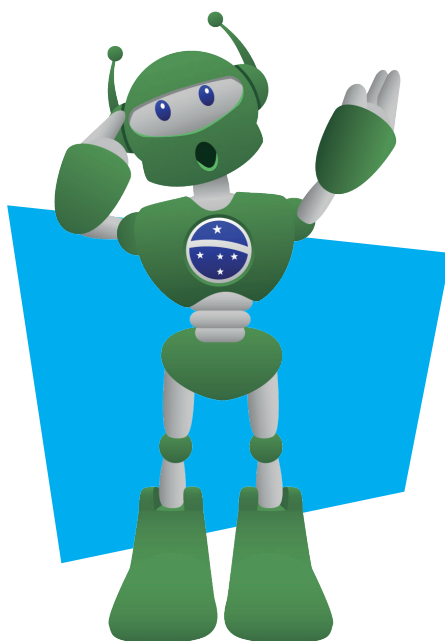
Quanto a sua estrutura interna, eles podem ser de:

Relutância variável - Esse modelo possui um rotor com várias polaridades e estator com enrolamentos e quatro polos usinados de forma que apresentam ranhuras (dentes). O rotor é dentado e lembra uma engrenagem, no qual cada um desses dentes corresponde a um polo saliente, esse dente que determina o número de passos.

Ímã Permanente - Esse modelo apresenta um ímã fixo no eixo do rotor, por esse motivo ele mantém sempre a mesma posição quando não energizado, seu passo pode variar de 90 ou 45 graus. Tem torque binário em função dessa característica.

Híbrido - Esse modelo possui um rotor multidentado e um ímã permanente no seu eixo, ele mistura a mecânica mais sofisticada do motor de Relutância Variável com o torque do motor de ímã permanente.

Nesta aula, estamos conhecendo o **Motor de Passo 28BYJ-48 e Drive ULN2003**, figura 3 - que faz parte do Kit de Robótica.



28 MOTOR DE PASSO

Figura 3 – Motor de Passo 28BYJ-48 e Drive ULN2003



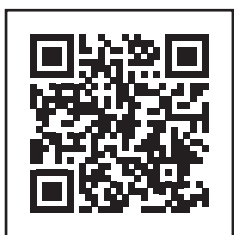
CARACTERÍSTICAS	
Tensão de operação	5V CC
Número de fases	4
Razão da variação de velocidade	1/64 (mecanismo de redução)
Angulo do passo	5,625 graus => 64 passos/volta ($360/64=5,625$)
Resistência CC	50 ohms
Frequência	100 Hz
Torque de tração	> 34,3 mN.m
Drive	Chip de 7 drives de transistores que suportam tensões de até 50V e correntes de até 500 mA. Todas as entradas IN1, IN2, IN3 e IN4 são compatíveis com sinais TTL e CMOS, com limite de 5V. O pino comum tem que ser conectado na tensão de alimentação do motor. Nesse caso é conectado no 5V.

28 MOTOR DE PASSO



Para Saber Mais...

Para saber mais sobre Marius Lavet, consulte o link:



https://pt.wikipedia.org/wiki/Marius_Lavet

Vamos à nossa programação!

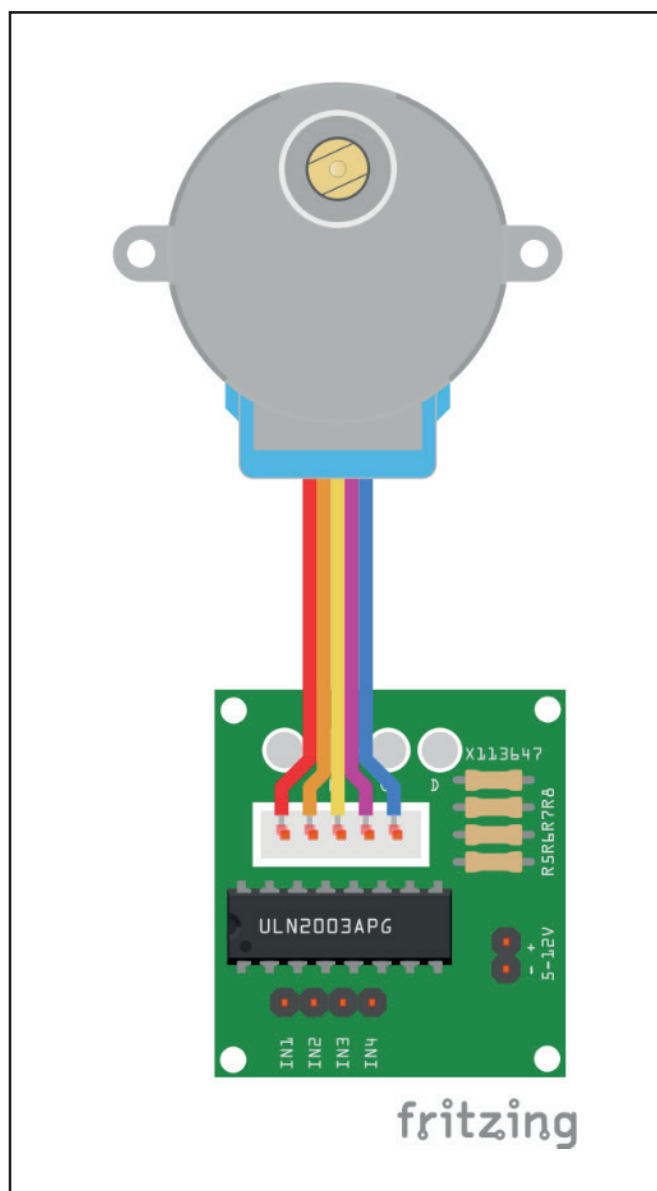


28 MOTOR DE PASSO

2. Montagem e Programação (60min):

Iniciaremos a montagem conectando o Motor de Passo ao seu driver, através do conector apropriado, conforme a figura 4.

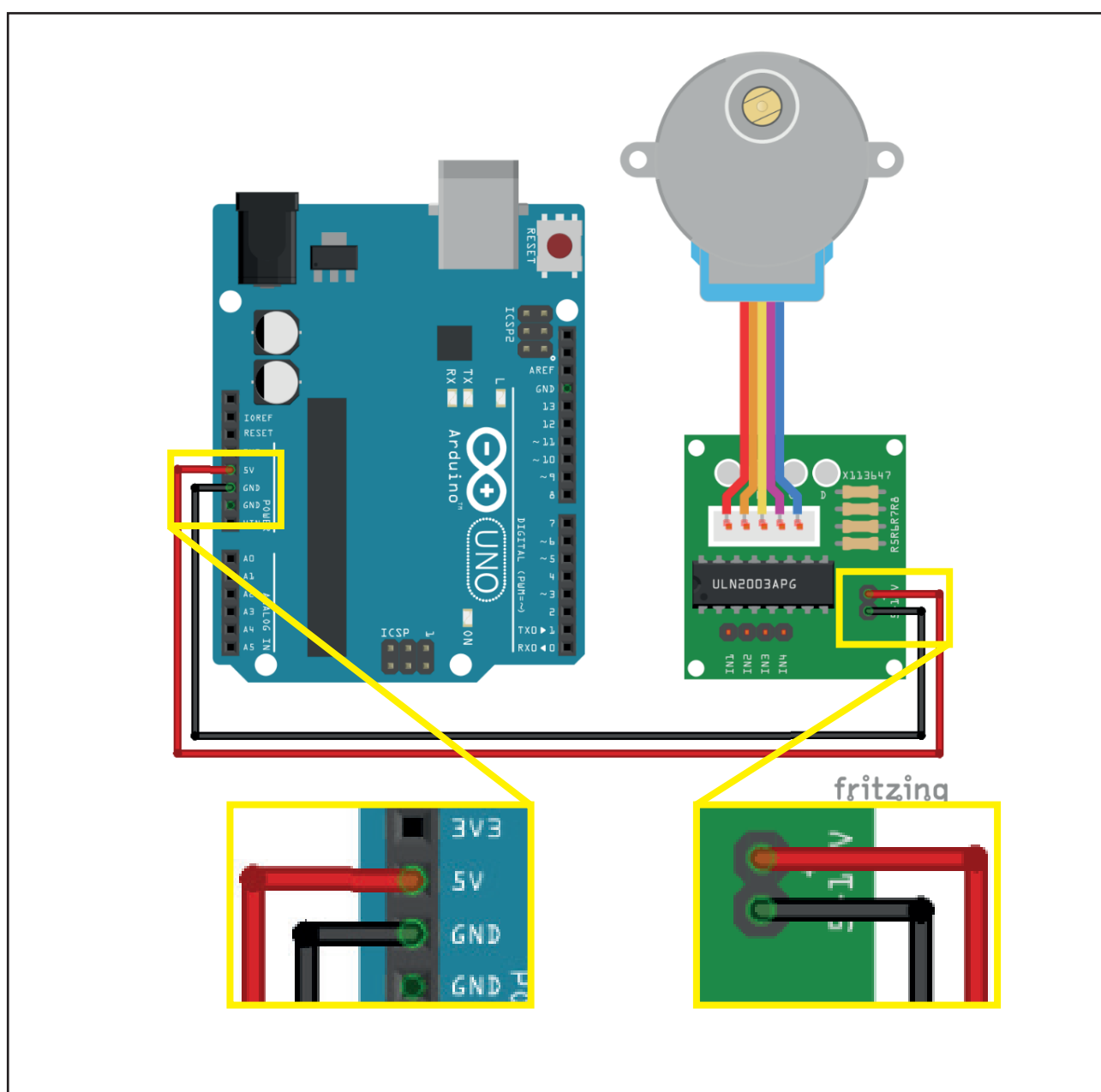
Figura 4: Conexão do Motor de Passo ao Driver.



28 MOTOR DE PASSO

Para os próximos passos necessitaremos de 6 Jumpers Macho-Fêmea, para isso interligue 6 Jumpers Macho-Macho a 6 Jumpers Fêmea-Fêmea e então utilizando 2 deles, alimente o driver do motor através da placa Arduino, conectando os pinos GND e 5V do Arduino aos pinos (-) e (+) do driver, respectivamente, conforme a figura 5.

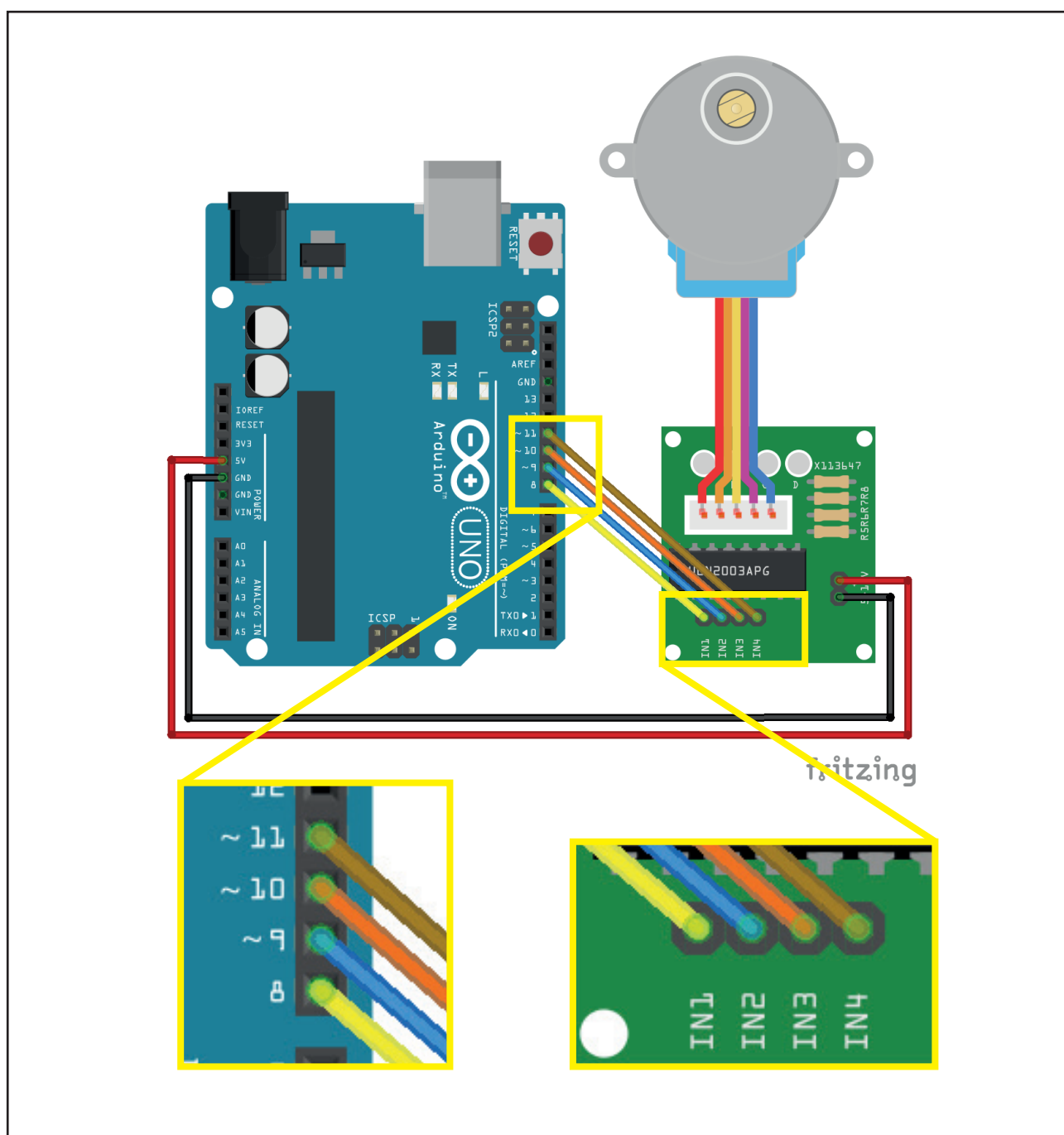
Figura 5: Alimentando o driver do motor através do Arduino.



28 MOTOR DE PASSO

Para finalizarmos a montagem, interligue através dos outros 4 Jumpers, os pinos digitais 8, 9, 10, e 11 do Arduino aos pinos IN1, IN2, IN3 e IN4, respectivamente, do driver, conforme a figura 6.

Figura 6: Interligando o driver aos pinos digitais do Arduino.



28 MOTOR DE PASSO



Agora, vamos programar!

Com os componentes eletrônicos montados, vamos programar nosso protótipo por codificação.

Linguagem de programação por código

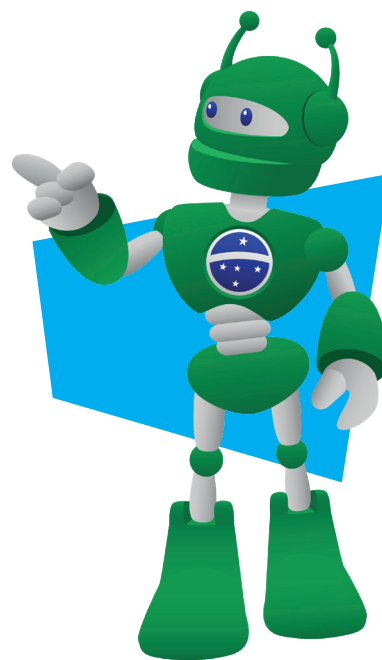
Para iniciar a programação, conecte a placa Arduino ao computador, através de um cabo USB, para que ocorra a comunicação entre a placa microcontroladora e o software Arduino IDE.

Nessa programação, utilizaremos a biblioteca “**TinyStepper**” que auxiliará no controle do Motor de Passo (para recordar como instalar uma biblioteca, consulte a **Aula 05 - Softwares Arduino IDE e mBlock do módulo 1**).

No software IDE, crie um sketch e lembre-se de selecionar a porta que o computador atribuiu ao Arduino; então, digite ou copie e cole o código-fonte de programação, conforme apresentado no quadro 1:

Atenção!

Ao copiar o código diretamente do pdf, evite quebra da página (e consequentemente erros na compilação), copiando o código por partes.



28 MOTOR DE PASSO

Quadro 1 - Código-fonte da programação na linguagem do Arduino (Wiring)

```
/* **** */
/*      Aula 28 - Motor de Passo      */
/*      Programação do Motor de Passo modelo 28BYJ-48 com      */
/*      driver de controle modelo ULN2003.      */
/*      O programa fará o motor executar os seguintes      */
/*      movimentos: 4 giros de 90° no sentido anti-horário,      */
/*      3 giros de 120° no sentido horário e 360° no sentido      */
/*      anti-horário de forma acelerada/desacelerada.      */
/* **** */

/* Inclusão da biblioteca de controle do Motor de Passo */
#include <TinyStepper.h>

/* Cria o objeto de controle do Motor de Passo com 4096 */
/* passos por volta, conectados nas portas digitais 8, 9, */
/* 10 e 11 do Arduino. */
TinyStepper Motor_passo(4096, 8, 9, 10, 11);

void setup() {}

void loop() {
    /* Realiza 4 movimentos de 90° no sentido anti-horário */
    for (int i = 1; i <= 4; i++)
    {
        Motor_passo.Move(90);
        delay(1000);
    }
    /* Realiza 3 movimentos de 120° no sentido horário */
    for (int i = 1; i <= 3; i++)
```


28 MOTOR DE PASSO

```
{  
  Motor_passo.Move(-120);  
  delay(1000);  
}  
/* Realiza 1 movimento de 360° no sentido anti-horário */  
/* acelerado/desacelerado. */  
Motor_passo.AccelMove(360);  
delay(2000);  
}
```

A seguir, compile o programa pressionando o botão **Verificar** para examinar se não há erros de sintaxe. Estando o código correto, o próximo passo é realizar a transferência do programa para o Arduino, pressionando o botão **Carregar**.

Após a transferência do programa para o Arduino, o Motor de Passo realizará os seguintes movimentos: girará no sentido anti-horário 4 vezes em ângulos de 90 graus, depois 3 vezes no sentido horário, em ângulos de 120 graus, e por último vai girar o motor 360° aumentando e diminuindo gradativamente a sua velocidade. Depois de 2 segundos, o processo é reiniciado.



Desafio:

1. Que tal controlar a posição do eixo do Motor de Passo através de botões e/ou Potenciômetro? Vamos lá! Insira alguns botões e/ou um Potenciômetro neste projeto e adapte a programação para controlá-lo.

28 MOTOR DE PASSO



E se...?

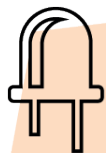
O projeto não funcionar, se atente a alguns dos possíveis erros:

- a. Verifique se os Jumpers estão nos pinos certos, se estão na mesma coluna dos terminais dos componentes, fazendo assim as conexões;
- b. Verifique se os Jumpers estão ligados nos pinos corretos no Arduino;
- c. Verifique se a programação está adequada às portas digitais.

3. Feedback e Finalização (15min):

- a. Confira, compartilhando seu projeto com os demais colegas, se o objetivo foi alcançado.
- b. Analise seu projeto desenvolvido, de modo a atender aos requisitos para controlar o Motor de Passo.
- c. Reflita se as seguintes situações ocorreram:
 - i. Colaboração e Cooperação: você e os membros de sua equipe interagiram entre si, compartilhando ideias que promoveram a aprendizagem e o desenvolvimento deste projeto?
 - ii. Pensamento Crítico e Resolução de Problemas: você conseguiu identificar os problemas, analisar informações e tomar decisões de modo a contribuir para o projeto desenvolvido?
- d. Reúna todos os componentes utilizados nesta aula e os organize novamente, junto aos demais, no kit de robótica.

28 MOTOR DE PASSO



Videotutorial

Com o intuito de auxiliar na montagem e na programação desta aula, apresentamos um videotutorial, disponível em:



<https://rebrand.ly/a28robotica2>

Acesse, também, pelo QRCode:

