

2

Movimento Uniforme

Observar como um corpo muda sua posição no espaço e no tempo é fundamental para o entendimento do significado do movimento. A compreensão da cinemática, que estuda os movimentos, permite, a princípio, esse entendimento, implicando no estabelecimento de modelos físicos, capazes de preverem trajetórias para um corpo. Em busca desses modelos, o experimento deste capítulo aprecia um movimento ideal, livre da atuação de forças, o Movimento Uniforme.

Objetivos

- ❖ Analisar o movimento de um objeto com velocidade constante.
- ❖ Comparar intervalos de tempo para deslocamentos

■ Fundamentos Teóricos

O movimento Uniforme consiste em um tipo de movimento em que o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempos constantes. É importante ressaltar que movimentos assim são incomuns na realidade, uma vez que os corpos podem estar sujeitos à ação das mais diversas forças, o que altera quaisquer uniformidades no movimento, porém há casos reais que podem ser representados por estimativas com uma margem de erro admissível.

A taxa com que o corpo muda de posição para cada unidade de tempo é definida como velocidade (V).

$$V = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

A variação da posição é dada pela diferença entre as posições final (S) e inicial (S_0). Já o intervalo de tempo pode ser determinado pela diferença entre o instante de tempo final (t) e inicial (t_0). Portanto, para determinar se um corpo desenvolve um movimento uniforme é suficiente calcular a velocidade do mesmo para alguns trechos.

Materiais e componentes:

- 5 resistores 330
- 3 resistores 10kΩ
- 1 LED verde
- 1 LED vermelho
- 03 LEDs infravermelhos
- 03 Receptores infravermelhos
- Arduíno
- Fios *jumpers*

Montagem

Disponha cada componente na *protoboard* e conectando-os com os fios jumpers à placa. Observe a polaridade correta dos LEDs, dos receptores infravermelhos e que os fios brancos deverão estar ligados aos pinos digitais 2, 3 e 4 da placa Arduino, eles que informarão o estado lógico de cada sensor. Cada par LED infravermelho/Receptor infravermelho constitui um sensor, note que haverá três pares, ou seja, três sensores.

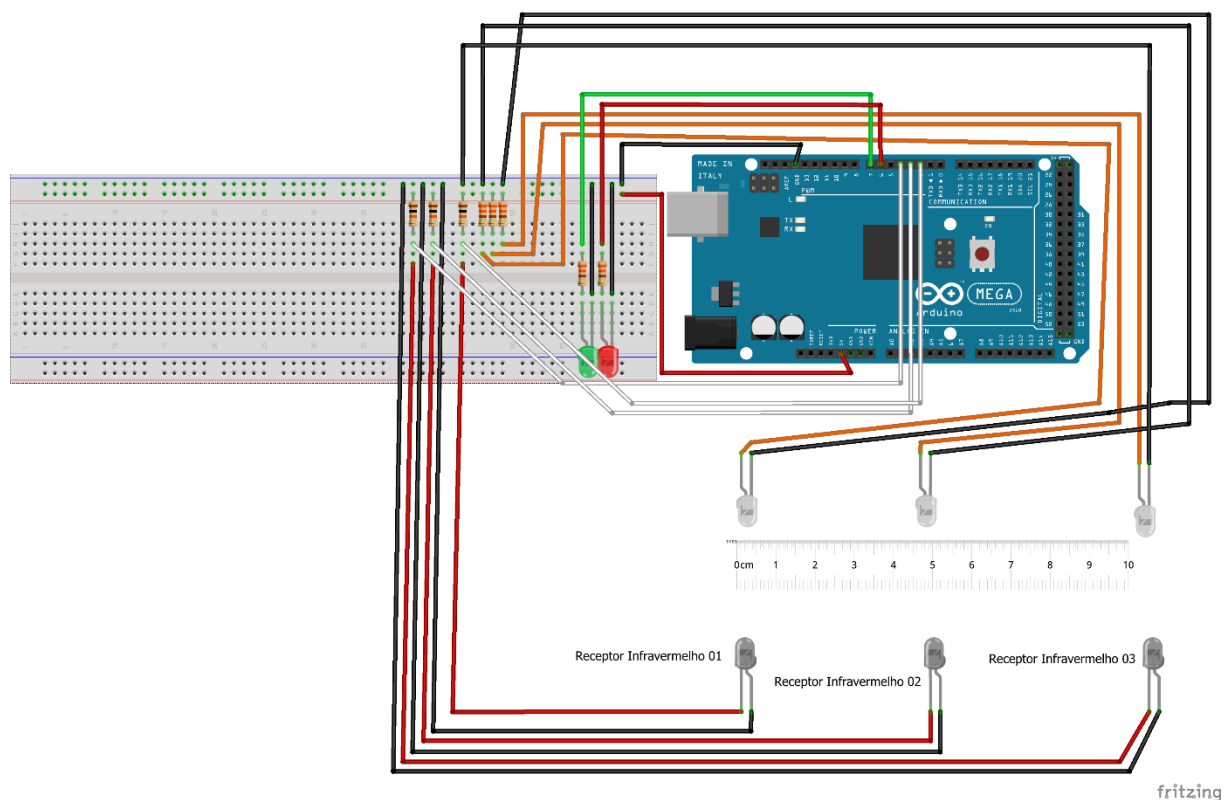


Figura 2. 1. Esquema de montagem de sensores para estudo de cinemática. Fixe os Leds emissores e os receptores infravermelhos no trilho que será utilizado, posicione o receptor infravermelho 02 com seu respectivo led emissor a meia distância dos demais.

O código

Abra o software IDE do Arduino e digite o código a seguir:

```

/*MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-SBF
 * INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ-IFCE
 * UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ-UVA
 * PRODUTO DESENVOLVIDO POR: OSÉIAS DE SOUSA MOURÃO
 *
 * Programa destinado para estudo de Cinemática.
 * O programa calcula o intervalo de tempo entre três sensores infravermelho,
 * e determina se o movimento é uniforme ou uniformemente variado
 *Este programa poderá ser usado para se determinar a aceleração gravitacional
 */

#define ledVerde 7 // O LED verde deverá ser ligado no pino digital 7
#define ledVermelho 6 // O LED vermelho deverá ser ligado no pino digital 6
#define sensorUM 2 // Configura o pino digital 2 para o PRIMEIRO SENSOR
#define sensorDOIS 3 // Configura o pino digital 3 para o SEGUNDO SENSOR
#define sensorTRES 4 // Configura o pino digital 4 para o TERCEIRO SENSOR

int estadoUM; // variável que guarda estado do primeiro sensor
int estadoDOIS; // variável que guarda estado do segundo sensor
int estadoTRES; // variável que guarda estado do terceiro sensor
int UltEstSenUM; // variável a guardar o último estado do primeiro sensor

```

```

int UltEstSenDOIS; // variável a guardar o último estado do segundo sensor
int UltEstSenTRES; // variável a guardar o último estado do terceiro sensor
long elapsedTimeOne ; // tempo decorrido no primeiro intervalo
long elapsedTimeTwo ; // tempo decorrido no segundo intervalo
long instanteUM = 0; // tempo total decorrido desde que o programa foi executado
long instanteDOIS = 0; // tempo total decorrido desde que o programa foi executado
long instanteTRES= 0; // tempo total decorrido desde que o programa foi executado
long tempoTotal;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  Serial.println(".....");
  Serial.println("MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FISICA - MNPEF");
  Serial.println("PRODUTO DESENVOLVIDO POR: OSEIAS MOURAO");
  Serial.println(".....");
  delay(2000); //Pausa de 2 segundos
  Serial.println(".....");
  Serial.println("CINEMATICA");
  Serial.println(".....");
  delay(2000); //Pausa de 2 segundos
  Serial.println(".....");

  Serial.println("Análise do tipo de movimento e Calculo da Velocidade");
  Serial.println(".....");
  delay(1000); //Pausa de 2 segundos
  Serial.println("::INICIE O EXPERIMENTO::");
  Serial.println(".....");
  delay(1000); //Pausa de 1 segundos

  pinMode(ledVermelho, OUTPUT); // Configura o pino 6 como saída
  pinMode(ledVerde, OUTPUT); // Configura o pino 7 como saída
  pinMode(sensorUM, INPUT); // Configura o pino 2 como entrada
  pinMode(sensorDOIS, INPUT); // Configura o pino 3 como entrada
  pinMode(sensorTRES, INPUT); // Configura o pino 4 como entrada
  digitalWrite(ledVermelho, LOW); // desliga LED vermelho
  digitalWrite(ledVerde, LOW); // desliga LED verde
}

void loop()
{
  estadoUM = digitalRead(sensorUM); // Ler o sensor UM e armazena em estadoUM
  if(estadoUM == HIGH){
    digitalWrite(ledVerde, HIGH); // Liga o LED VERDE
    digitalWrite(ledVermelho, LOW); // desliga o LED VERMELHO
    instanteUM = millis(); // armazena o tempo Total decorrido para Sensor UM
  }

  else
  {
    digitalWrite(ledVerde, LOW); // desliga os LEDs VERDE e VERMELHO
    digitalWrite(ledVermelho, LOW);
  }

  estadoDOIS = digitalRead(sensorDOIS); // Ler o sensor DOIS e armazena em estadoDOIS
  if(estadoDOIS == HIGH) {
    digitalWrite(ledVerde, LOW); // desliga LED verde
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // liga LED vermelho
    instanteDOIS = millis(); // armazena o tempo Total decorrido para Sensor DOIS

    elapsedTimeOne = (instanteDOIS - instanteUM); // cálculo do primeiro intervalo de tempo
  }
  else
  {
    digitalWrite(ledVerde, LOW);
    digitalWrite(ledVermelho, LOW); //desliga os LED verde e Vermelho
  }

  estadoTRES = digitalRead(sensorTRES); // Ler o sensor TRÊS e armazena em estadoTRES
  if(estadoTRES == HIGH) {
    digitalWrite(ledVerde, HIGH); // liga LED Verde
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // liga LED Vermelho
    instanteTRES = millis(); // armazena o tempo Total decorrido para Sensor TRÊS

    elapsedTimeTwo = (instanteTRES - instanteDOIS);
    tempoTotal = elapsedTimeTwo;
  }
  Serial.println(".....");
  Serial.print(" 1o intervalo (ms) = ");
  Serial.println(elapsedTimeOne); // imprime no monitor serial o Primeiro Intervalo de Tempo
  Serial.println(".....");
  Serial.print(" 2o intervalo (ms) = ");

```

```

Serial.println(elapsedTimeTwo); // imprime no monitor serial o Primeiro Intervalo de Tempo
Serial.println(".....");
Serial.println("Anotar a distancia entre os Sensores.");
Serial.println(".....");
Serial.println(".....");
Serial.println("calcule as velocidades para o primeiro intervalo e para o segundo.");
Serial.println(".....");
Serial.println(".....");
Serial.println("Qual o tipo de movimento descrito pelo objeto?");
Serial.println(".....");

delay(tempoTotal); //tempo de espera para efetuar nova leitura
}
else
{
digitalWrite(ledVerde, LOW);
digitalWrite(ledVermelho, LOW); // desliga LED verde e Vermelho
}
}

```

■ Execução e coleta de dados

A montagem descrita na figura 2.1 pode ser usada em qualquer trilho horizontal, comum em laboratórios didáticos. Use como móvel uma esfera para o trilho sem colchão de ar. Se o trilho for do tipo colchão de ar, use um móvel adequado. Porém, note que o móvel deve deslocar-se sem interrupções até o fim do trilho, enquanto isso, ser detectado pelos sensores. Caso não tenha acesso a algum desses trilhos é possível construir um que se adeque as suas necessidades, os autores Alcides Goya e Samir El Halabi (2011) dão dicas de confecção e experimentação com um “Trilho Multifuncional para Ensino de Mecânica”¹. Para que os alunos envolvidos na experiência possam observar o movimento uniforme é necessário que o professor desnivele o trilho sem colchão de ar, deixando a extremidade da origem do movimento ligeiramente mais elevado que a extremidade oposta, a razão disso é para que a esfera não desacelere, devido a ação do atrito e da resistência do ar, verifique esquema na **figura 2.2**. É importante também não elevar demais a extremidade da origem para que a esfera não acelere; a sugestão é que o professor teste a altura certa, observando no Monitor serial do Arduino se o 1º intervalo e o 2º intervalo de tempo são idênticos. A fim de verificar o funcionamento dos sensores passe algo em frente dos mesmos, o LED verde acenderá enquanto algum objeto for posicionado em frente ao sensor 1, para o sensor 2 se acenderá o LED vermelho; para o sensor 3, os LEDs verde e vermelho ao mesmo tempo. Retirando-se os objetos todos LEDs deverão apagar.

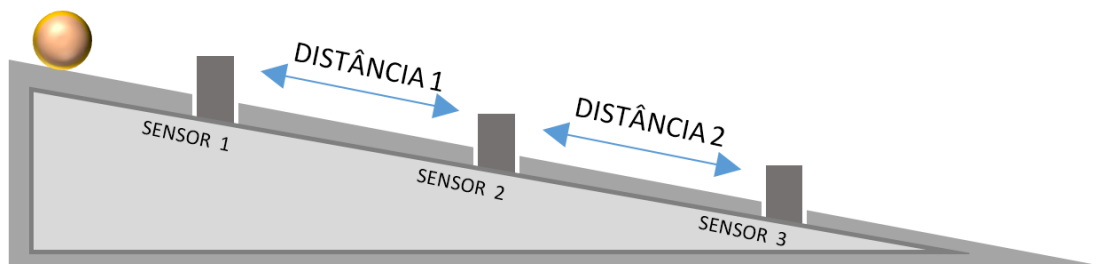


Figura 2. 2. Esquema para disposição dos sensores no trilho sem colchão se ar.

¹ Disponível em: <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/painel/T170.pdf>

Após ter feito a montagem do circuito elétrico na *protoboard* e Arduíno, posicionado os sensores e ajustado a inclinação do trilho abra o monitor serial e inicie a experiência: impulsione o móvel antes do primeiro sensor. Ao findar o percurso, observe os dados obtidos no monitor serial e registre-os.

A unidade de medida de tempo exibidas no monitor serial serão em milésimos de segundo (ms), converta para segundos ao preencher a tabela a seguir:

1º intervalo (em segundos)	
2º intervalo (em segundo)	
Qual a distância, em metros, entre o primeiro e o segundo Sensor?	
Qual a distância, em metros, entre o segundo e o terceiro Sensor?	

Enquanto o Arduíno estiver conectado ao computador é possível repetir o experimento por várias vezes. Ou seja, logo após o móvel passar pelo terceiro sensor o programa reiniciará, aguardando novos registros, isso ocorre porque a parte do programa que coleta os dados dos sensores encontra-se dentro da função *void loop*, que executa o código enquanto o Arduíno estiver ligado.

■ Questionamentos e levantamento de hipóteses

1. Calcule as velocidades para o primeiro e para o segundo intervalo de tempo.
2. O movimento descrito pelo objeto utilizado aproxima-se de um movimento uniforme? Explique.