

# Utilizando encoders

Este livro tem por objetivo mostrar como programar um encoder para seu robô.

- [O que são encoders?](#)
- [Programando encoders](#)

# O que são encoders?

Muito frequentemente no FTC®, você quer saber onde algo está. Seja quantas vezes a roda do seu drivetrain girou, qual é o ângulo do seu braço ou até onde os deslizadores de corda foram, os encoders rotacionais podem te ajudar. No FTC, um encoder se refere a qualquer sensor que rastreia o ângulo de rotação de um mecanismo.

Existem dois tipos de encoders comumente usados no FTC: encoders relativos e absolutos. Os encoders relativos são os abordados aqui, pois são o tipo mais comum.

## Encoders relativos

Variando desde o encoder embutido em cada motor legal para o FTC até encoders externos comuns, como o encoder REV Through Bore, esses encoders rastreiam a posição relativa do eixo ou mecanismo ao qual estão anexados. Isso significa que a saída de posição é relativa à posição inicial quando o robô é ligado, ou seja, as informações de posição são perdidas entre ciclos de energia.

Os encoders relativos não resetam para zero no início dos OpModes! Você pode usar o comando `STOP_AND_RESET_ENCODERS` para garantir que seus encoders estejam sempre em zero no início de um OpMode (veja abaixo).

Todos os encoders relativos no FTC utilizam o protocolo "quadrature" para enviar informações de posição para o hub de expansão. Como resultado, os encoders relativos devem ser conectados nas portas de encoder localizadas próximas às portas dos motores para funcionarem corretamente.

## Terminologia

**Contagem:** Uma "contagem" (às vezes chamada de "tick") refere-se a um incremento da posição do encoder. Os encoders relativos reportam sua posição como um número igual ao número de "ticks" ou "contagens" que o encoder se moveu desde seu ângulo inicial.

**Contagens por Revolução:** O número de "contagens" que um encoder reporta após completar exatamente uma revolução. Esse valor é comumente usado para converter as "contagens" do encoder em graus ou revoluções.

A terminologia de quadratura pode ser muito confusa! Alguns encoders podem relatar "pulsos por revolução". Um pulso pode equivaler a 1 ou 4 contagens. Outros encoders

podem relatar "ciclos por revolução", o que, de forma confusa, tem o mesmo acrônimo de contagens por revolução. A melhor maneira de verificar é conectar o encoder ao REV Hub, girá-lo uma revolução completa e então conferir o que ele reporta.

# Programando encoders

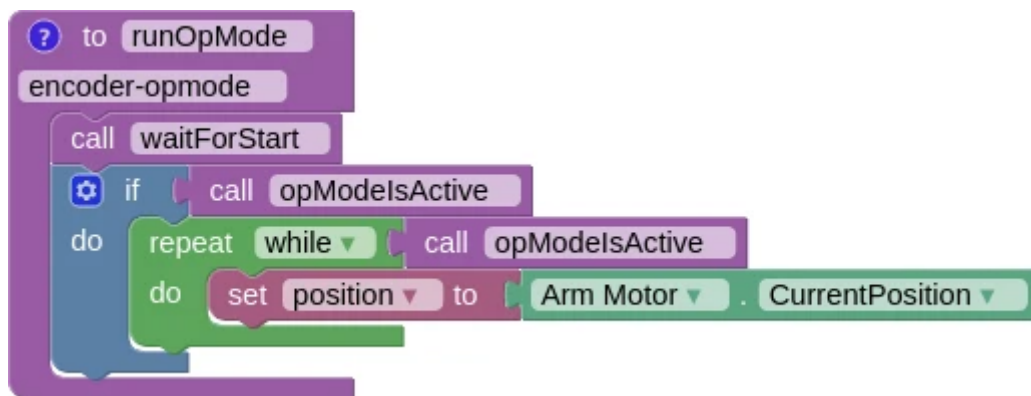
## Leitura de encoders

No software do FTC, encoders de quadratura e motores são acessados com o mesmo objeto de motor. O que isso significa é que podemos acessar a posição de um encoder da seguinte maneira:

### Java

```
int position = motor.getCurrentPosition();
```

### Blocks

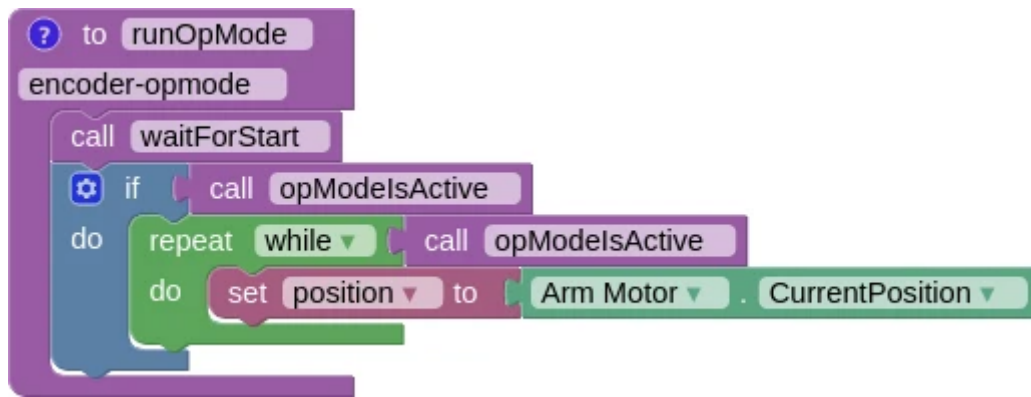


Embora seja conveniente usar o encoder de motor embutido, isso pode se tornar confuso ao usar encoders externos. Para usar encoders externos, você deve usar o objeto do motor associado à porta. Por exemplo, se houver um motor na porta 1 chamado "Arm Motor" e um encoder externo conectado à porta de encoder 1, você deve fazer o seguinte para obter a posição do encoder:

### Java

```
DcMotor motor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");  
double position = motor.getCurrentPosition();
```

### Blocks

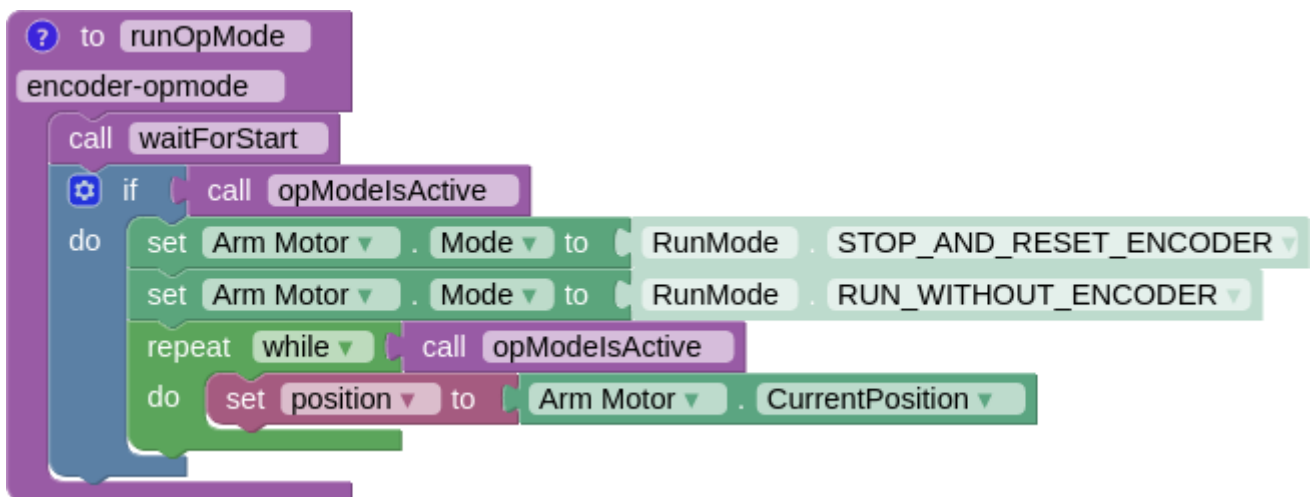


Ótimo! Agora temos a posição relativa do nosso encoder, reportada pelo número de "contagens" que ele se afastou do que considera ser o zero. No entanto, muitas vezes é conveniente fazer o encoder começar em zero no início do OpMode. Embora tecnicamente isso não mude nada, pode ajudar na depuração e simplificar o código futuro. Para fazer isso, podemos adicionar uma chamada para resetar os encoders antes de lê-los.

## Java

```
DcMotor motor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");  
motor.setMode(DcMotor.RunMode.STOP_AND_RESET_ENCODER); // Reset the motor encoder  
motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_WITHOUT_ENCODER); // Turn the motor back on when we are done  
int position = motor.getCurrentPosition();
```

## Blocks



Como observação, **RUN\_WITHOUT\_ENCODER** não desativa o encoder. Ele apenas informa ao SDK para não usar o encoder do motor para o controle de velocidade embutido. Vamos explicar o que isso significa em uma seção posterior, mas por enquanto, saiba que ele liga o motor novamente para que possamos usá-lo após o encoder ser resetado.

Agora, temos nossa posição (em contagens) relativa ao ângulo inicial do encoder. Podemos criar um programa rápido para ver isso em ação. Aqui, usamos um encoder de motor conectado a uma porta chamada "Arm Motor" na configuração de hardware.

---

## Java

```
package org.firstinspires.ftc.teamcode;

import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.LinearOpMode;
import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.TeleOp;
import com.qualcomm.robotcore.hardware.DcMotor;
@TeleOp
public class EncoderOpmode extends LinearOpMode {
    @Override
    public void runOpMode() throws InterruptedException {
        // Find a motor in the hardware map named "Arm Motor"
        DcMotor motor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");

        // Reset the motor encoder so that it reads zero ticks
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.STOP_AND_RESET_ENCODER);

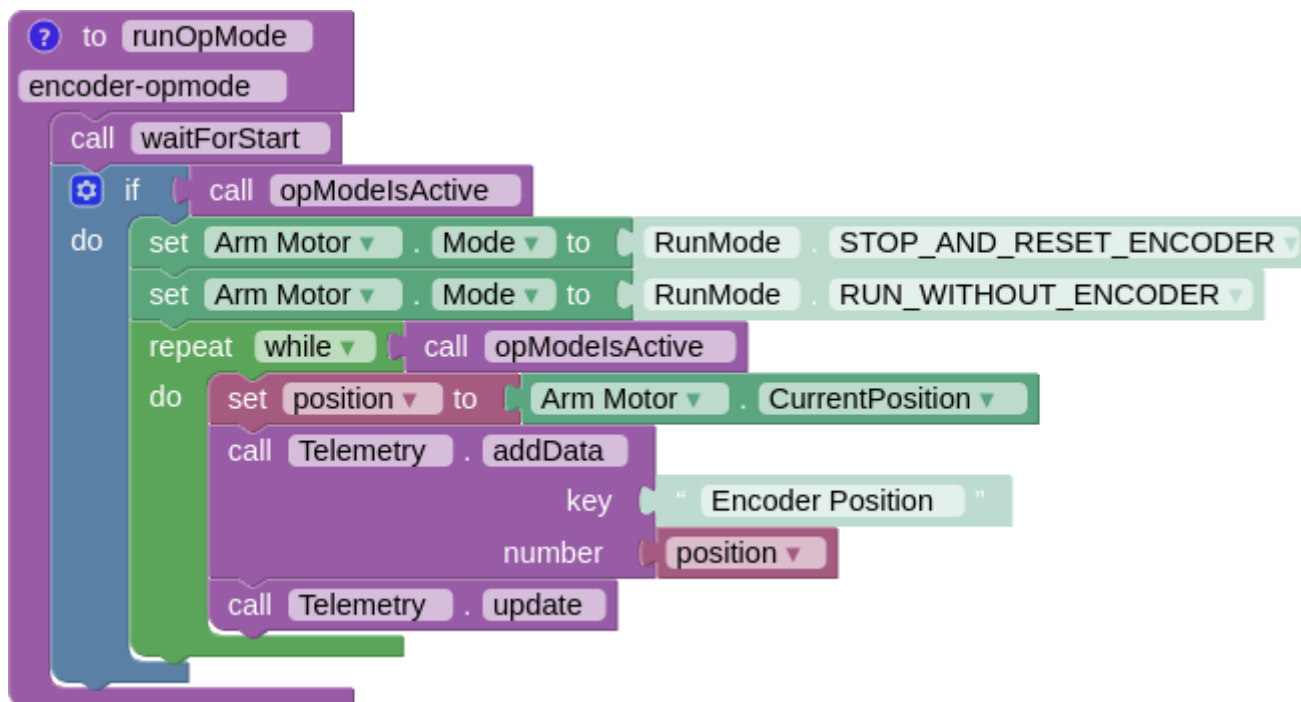
        // Turn the motor back on, required if you use STOP_AND_RESET_ENCODER
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_WITHOUT_ENCODER);

        waitForStart();

        while (opModelsActive()) {
            // Get the current position of the motor
            int position = motor.getCurrentPosition();

            // Show the position of the motor on telemetry
            telemetry.addData("Encoder Position", position);
            telemetry.update();
        }
    }
}
```

## Blocks



Se você executar o OpMode acima e girar o encoder, deverá ver os valores mudarem conforme você se move. Se girar o eixo de volta para onde ele começou, verá o número retornar (muito próximo) de zero. Como exercício, gire o eixo uma revolução completa (360 graus) e anote o número.

Há mais uma coisa que podemos fazer com os encoders. Embora saber o número de contagens que algo se moveu seja útil, muitas vezes será necessário um número diferente, como o número de revoluções que o encoder fez ou o ângulo em que ele está. Para determinar esses valores, precisamos de uma constante: as Contagens Por Revolução (CPR) do encoder. Para encoders externos, esse número geralmente é fornecido na ficha técnica. Para motores, normalmente estará na página do produto, embora alguns motores (notavelmente o REV Ultraplanetary Gearbox) não forneçam isso de forma clara.

Você pode calcular as Contagens Por Revolução de um motor pegando o Counts Per Revolution do motor base e multiplicando-o pela razão de redução da caixa de engrenagens. Tenha cuidado para usar a razão de redução real da caixa de engrenagens ao fazer isso! Por exemplo, um motor Ultraplanetary 5:1 teria uma contagem por revolução de  $28 * 5.23 = 146.44$ , pois o motor base tem 28 Counts Per Revolution e a caixa de engrenagens 5:1 tem uma razão de redução de 5.23:1. Lembre-se, ao usar duas caixas de engrenagens uma sobre a outra, você deve multiplicar as razões de redução entre si.

No exemplo a seguir, dividimos a posição do codificador pelo número de contagens por revolução para obter o número de revoluções que o codificador realizou. Você deve substituir [Your Counts Per Revolution Here] pelo número de contagens por revolução do seu motor, que pode ser encontrado na página do produto ou calculado usando a dica acima.

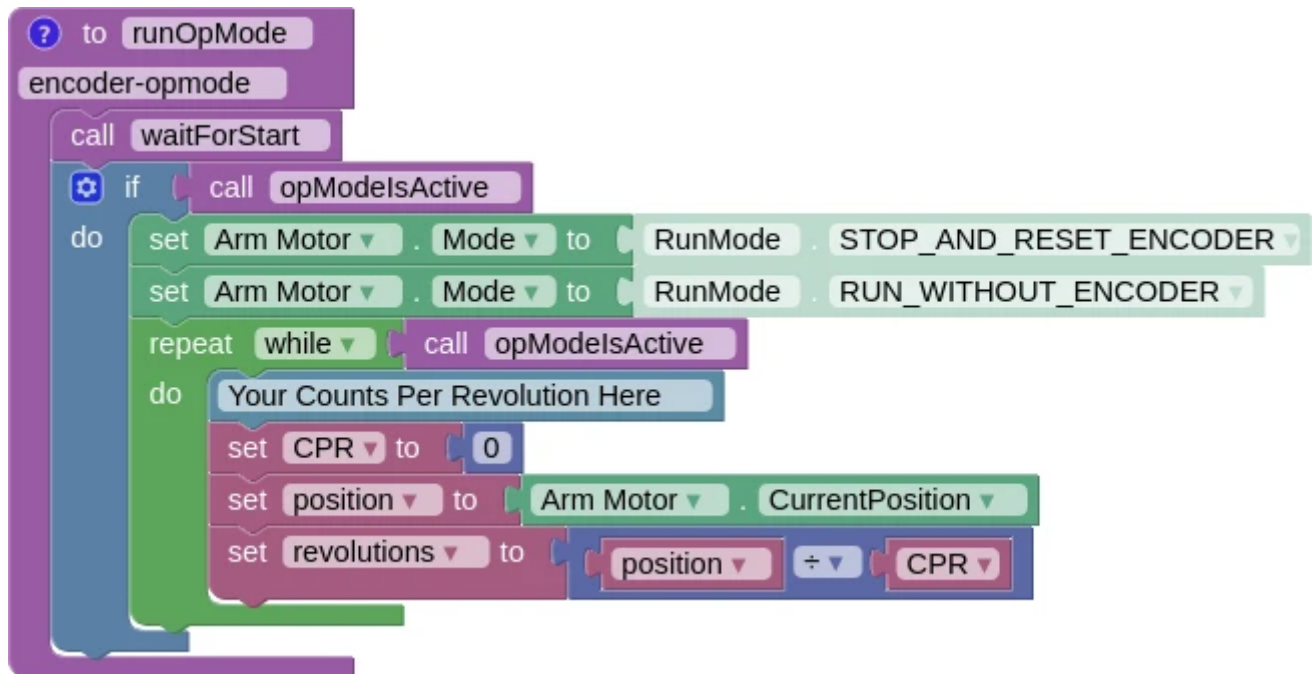
Java

```
double CPR = [Your Counts Per Revolution Here];
```

```
int position = motor.getCurrentPosition();
```

```
double revolutions = position/CPR;
```

## Blocks



Há um número a mais que podemos obter: o ângulo do eixo. Calcular esse número é muito simples. Podemos multiplicar o número de rotações por 360 (já que há 360 graus em uma revolução). Você pode notar que esse número pode ultrapassar 360 à medida que o eixo gira várias vezes. Assim, introduzimos o `angleNormalized`, que estará sempre entre 0 e 360.

## Java

```
double CPR = [Your Counts Per Revolution Here];
```

```
int position = motor.getCurrentPosition();
```

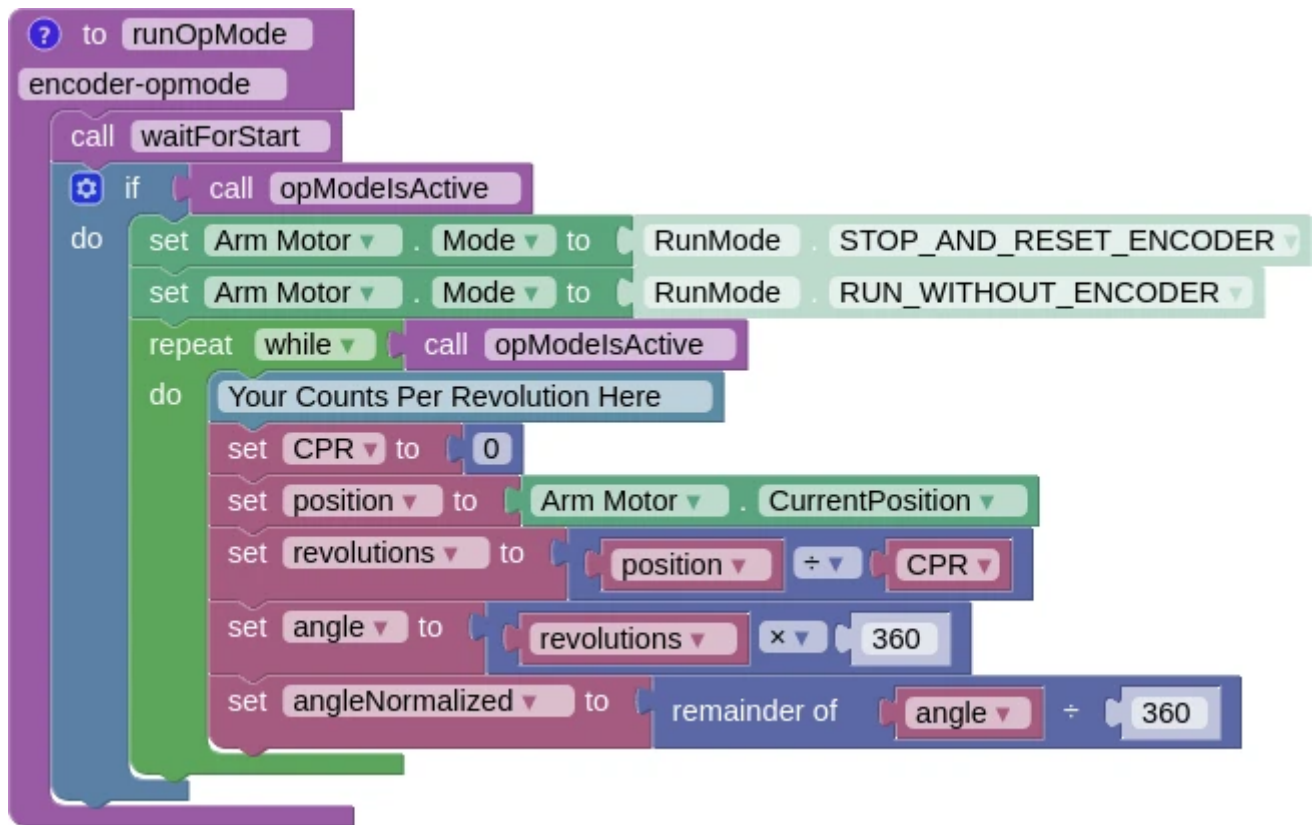
```
double revolutions = position/CPR;
```

```
double angle = revolutions * 360;
```

```
double angleNormalized = angle % 360;
```

## Blocks





Juntando tudo, obtemos o seguinte programa de teste.

## Java

```
package org.firstinspires.ftc.teamcode;

import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.LinearOpMode;
import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.TeleOp;
import com.qualcomm.robotcore.hardware.DcMotor;

@TeleOp
public class EncoderOpmode extends LinearOpMode {
    @Override
    public void runOpMode() throws InterruptedException {
        // Find a motor in the hardware map named "Arm Motor"
        DcMotor motor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");

        // Reset the motor encoder so that it reads zero ticks
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.STOP_AND_RESET_ENCODER);

        // Turn the motor back on, required if you use STOP_AND_RESET_ENCODER
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_WITHOUT_ENCODER);
    }
}
```

```
waitForStart();
```

```
while (opModelsActive()) {
```

```
    double CPR = [Your Counts Per Revolution Here];
```

```
    // Get the current position of the motor
```

```
    int position = motor.getCurrentPosition();
```

```
    double revolutions = position/CPR;
```

```
    double angle = revolutions * 360;
```

```
    double angleNormalized = angle % 360;
```

```
    // Show the position of the motor on telemetry
```

```
    telemetry.addData("Encoder Position", position);
```

```
    telemetry.addData("Encoder Revolutions", revolutions);
```

```
    telemetry.addData("Encoder Angle (Degrees)", angle);
```

```
    telemetry.addData("Encoder Angle - Normalized (Degrees)", angleNormalized);
```

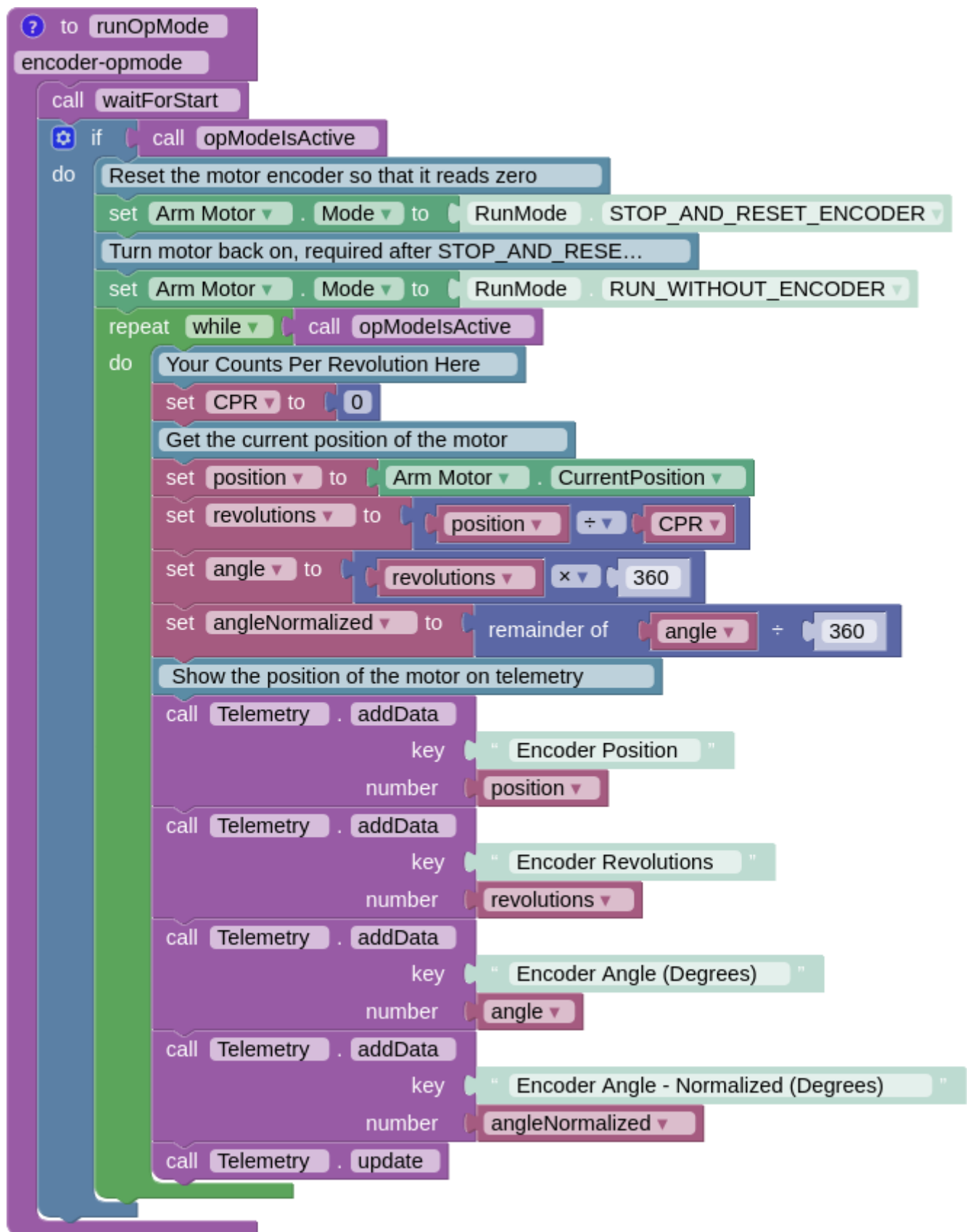
```
    telemetry.update();
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

## Blocks



**Rastreando rodas e outros atuadores lineares**

Até este ponto, temos trabalhado principalmente com motores girando algo. No entanto, muitos mecanismos no FTC são lineares, e pode ser desejável medir esses mecanismos em uma unidade linear também. Felizmente, isso é bem simples. Tudo o que precisamos saber é o diâmetro do objeto que estamos medindo.

Tenha cuidado ao selecionar seu diâmetro. Para rodas, é o diâmetro externo da roda, mas para carretéis, é o diâmetro interno do carretel, onde o cordão repousa. Para correntes e correias, é o "diâmetro de passo" da engrenagem ou polia.

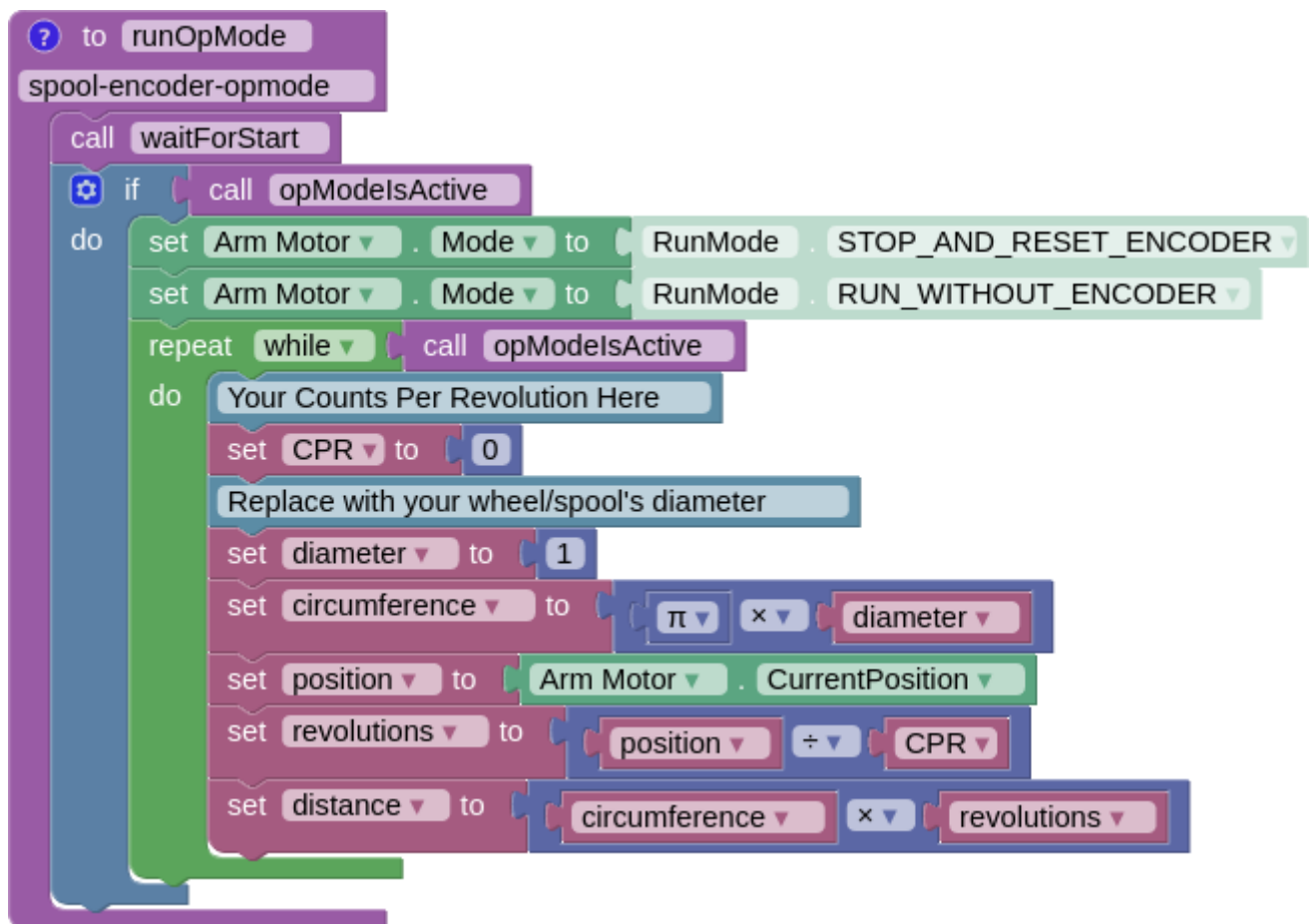
A partir daí, podemos calcular a circunferência (o comprimento do arco do círculo, ou a distância que a roda/carretel percorrerá em uma rotação).

## Java

```
double diameter = 1.0; // Replace with your wheel/spool's diameter
double circumference = Math.PI * diameter;

double distance = circumference * revolutions;
```

## Blocks



Unidades são muito importantes ao lidar com programação FTC, então certifique-se de que elas sejam sempre consistentes! Quaisquer unidades que você usar para o diâmetro serão as unidades para a distância calculada. Portanto, se você medir o diâmetro em polegadas, a distância reportada também será em polegadas.

Juntando tudo isso com o nosso programa de teste anterior, obtemos:

## Java

```
package org.firstinspires.ftc.teamcode;

import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.LinearOpMode;
import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.TeleOp;
import com.qualcomm.robotcore.hardware.DcMotor;
@TeleOp
public class SpoolEncoderOpmode extends LinearOpMode {
    @Override
    public void runOpMode() throws InterruptedException {
        // Find a motor in the hardware map named "Arm Motor"
        DcMotor motor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");

        // Reset the motor encoder so that it reads zero ticks
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.STOP_AND_RESET_ENCODER);

        // Turn the motor back on, required if you use STOP_AND_RESET_ENCODER
        motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_WITHOUT_ENCODER);

        waitForStart();

        while (opModeIsActive()) {
            double CPR = [Your Counts Per Revolution Here];

            double diameter = 1.0; // Replace with your wheel/spool's diameter
            double circumference = Math.PI * diameter;

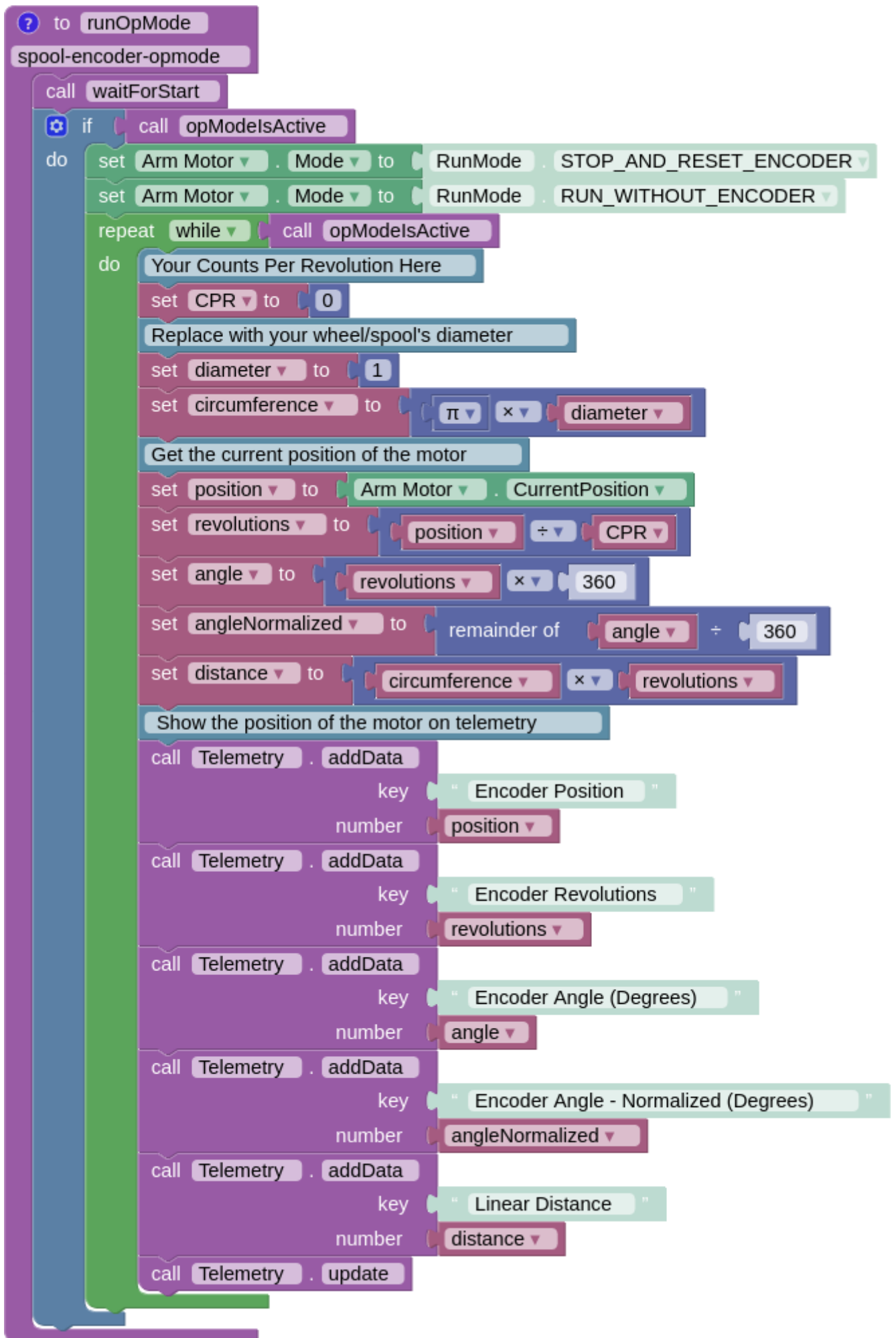
            // Get the current position of the motor
            int position = motor.getCurrentPosition();
            double revolutions = position/CPR;

            double angle = revolutions * 360;
            double angleNormalized = angle % 360;
```

```
double distance = circumference * revolutions;

//Show the position of the motor on telemetry
telemetry.addData("Encoder Position", position);
telemetry.addData("Encoder Revolutions", revolutions);
telemetry.addData("Encoder Angle (Degrees)", angle);
telemetry.addData("Encoder Angle - Normalized (Degrees)", angleNormalized);
telemetry.addData("Linear Distance", distance);
telemetry.update();
    }
}
}
```

## Blocks



# Operando motores com encoders

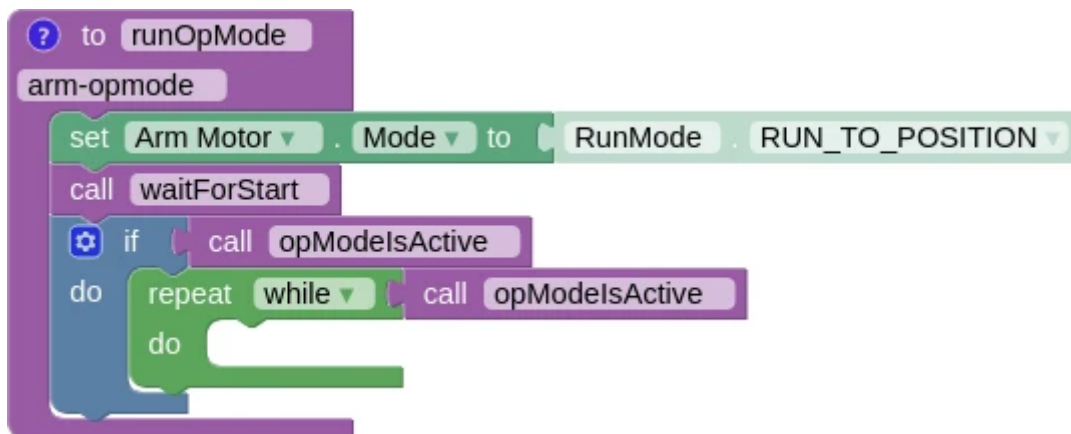
Aprendemos como ler os valores do codificador, mas como definimos onde queremos ir e dizemos ao motor para ir até lá?

Anteriormente, aprendemos sobre o modo `RUN_WITHOUT_ENCODER` para o motor. Podemos usar outro modo de motor, `RUN_TO_POSITION`, para dizer ao motor para rodar até uma posição específica em contagens, assim:

## Java

```
DcMotor motor = hardwareMap.dcmotor.get("Arm Motor");  
motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION); // Tells the motor to run to the specific position
```

## Blocks



Você pode descobrir mais sobre os modos de execução na página oficial da documentação da REV Robotics.

No entanto, antes de dizer ao motor para ir até uma posição, precisamos informar ao motor qual posição ele deve atingir. Observe que esse valor deve ser um número inteiro. Vamos modificar o código acima para fazer isso.

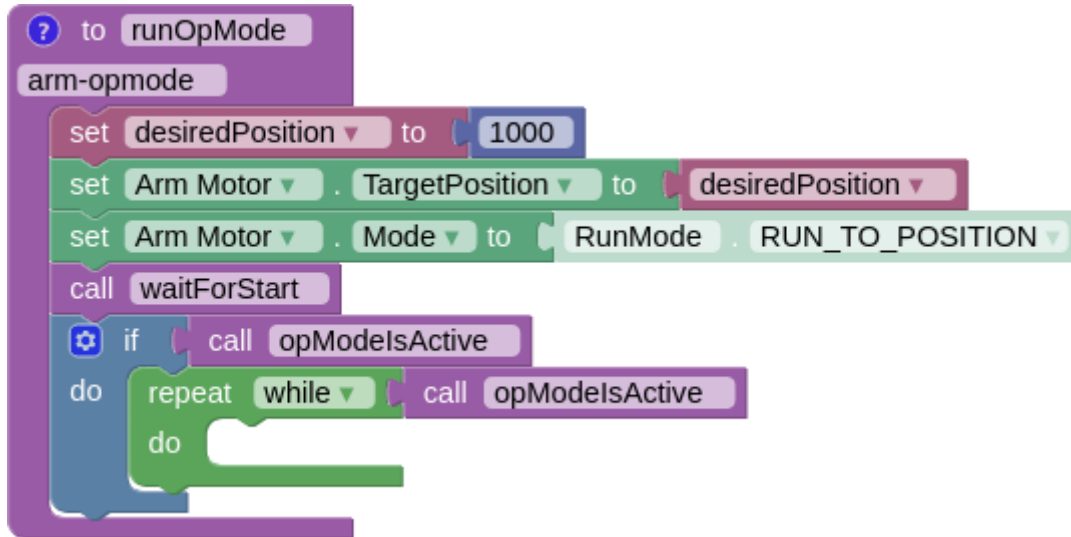
Definir o motor para o modo `RUN_TO_POSITION` antes de definir a posição alvo gerará um erro. Tenha cuidado para não fazer isso!

## Java



```
DcMotor motor = hardwareMap.dcmotor.get("Arm Motor");  
int desiredPosition = 1000; // The position (in ticks) that you want the motor to move to  
motor.setTargetPosition(desiredPosition); // Tells the motor that the position it should go to is desiredPosition  
motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION);
```

## Blocks



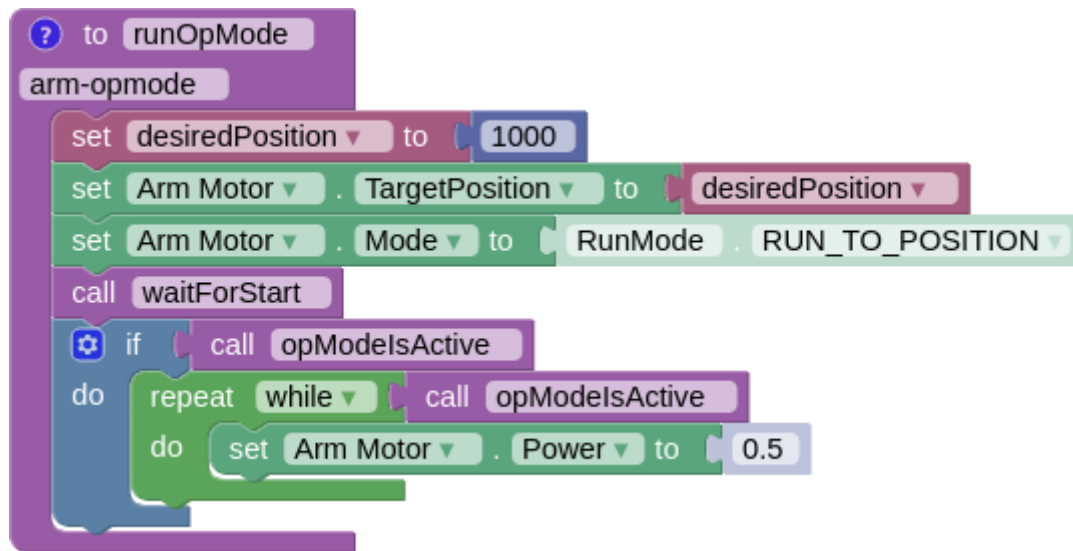
Este código diz ao motor para se mover até 1000 contagens, usando um loop PID para controlar a posição do motor. Você pode ler mais sobre loops PID [aqui](#).

Podemos limitar a velocidade com a qual o motor corre usando o seguinte código:

## Java

```
DcMotor motor = hardwareMap.dcmotor.get("Arm Motor");  
int desiredPosition = 1000; // The position (in ticks) that you want the motor to move to  
motor.setTargetPosition(desiredPosition); // Tells the motor that the position it should go to is desiredPosition  
motor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION);  
motor.setPower(0.5); // Sets the maximum power that the motor can go at
```

## Blocks



Agora, vamos usar essas informações para controlar um braço em um OpMode.

## Java

```

package org.firstinspires.ftc.teamcode.Tests;

import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.LinearOpMode;
import com.qualcomm.robotcore.eventloop.opmode.TeleOp;
import com.qualcomm.robotcore.hardware.DcMotor;

@TeleOp
public class ArmOpMode extends LinearOpMode {
    @Override
    public void runOpMode() throws InterruptedException {
        // Position of the arm when it's lifted
        int armUpPosition = 1000;

        // Position of the arm when it's down
        int armDownPosition = 0;

        // Find a motor in the hardware map named "Arm Motor"
        DcMotor armMotor = hardwareMap.dcMotor.get("Arm Motor");

        // Reset the motor encoder so that it reads zero ticks
        armMotor.setMode(DcMotor.RunMode.STOP_AND_RESET_ENCODER);

        // Sets the starting position of the arm to the down position
        armMotor.setTargetPosition(armDownPosition);
    }
}

```

```

armMotor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION);

waitForStart();

while (opModelsActive()) {
    // If the A button is pressed, raise the arm
    if (gamepad1.a) {
        armMotor.setTargetPosition(armUpPosition);
        armMotor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION);
        armMotor.setPower(0.5);
    }

    // If the B button is pressed, lower the arm
    if (gamepad1.b) {
        armMotor.setTargetPosition(armDownPosition);
        armMotor.setMode(DcMotor.RunMode.RUN_TO_POSITION);
        armMotor.setPower(0.5);
    }

    // Get the current position of the armMotor
    double position = armMotor.getCurrentPosition();

    // Get the target position of the armMotor
    double desiredPosition = armMotor.getTargetPosition();

    // Show the position of the armMotor on telemetry
    telemetry.addData("Encoder Position", position);

    // Show the target position of the armMotor on telemetry
    telemetry.addData("Desired Position", desiredPosition);

    telemetry.update();
}
}
}

```

## Blocks

