

Alan Lima Marques	RA: 1511335
Breno Farias da Silva	RA: 2300516
Daniel Augusto da Silva	RA: 2253992
Felipe Archanjo da Cunha Mendes	RA: 2252740
Jonathan de Gaspari Lauber	RA: 1858300
Pamella Lissa Sato Tamura	RA: 2254107
Thaynara Ribeiro Falcao dos Santos	RA: 2254140

## **Sistemas Microcontrolados - Professor Frank Helbert**

**Atividade:** Solução de problemas (SP) - atividade semestral incremental - e atividade de complementação de carga horária

### **Título: Sensores para detecção de movimentos angulares**

**Objetivos:** Estudar as possíveis formas e propor soluções para a detecção de movimentos angulares de forma que um microcontrolador possa medir tais ângulos.  
**Contexto:** Estamos tentando montar um volante elétrico (Drive by wire, DbW, by-wire, Steerby-wire, Fly-by-wire or x-by-wire). No entanto, temos que medir a posição exata do volante em um determinado instante, para então atuar nas rodas. No momento estamos interessados tão somente na leitura da posição do volante.

**1. Descreva pelo menos três formas de medir movimentos angulares. Com “formas” entenda tecnologias ou princípios diferentes.**

Sensor Hall, potenciômetro e sensor óptico.

**2. Descreva o funcionamento de cada forma em detalhes.**

Sensor Hall:

O sensor de efeito Hall é um transdutor, que sob a aplicação de um campo magnético, responde com uma variação em sua tensão de saída.

O Efeito Hall é o que ocorre quando uma corrente em um condutor tem sua trajetória desviada pela ação de um campo magnético. Este desvio gera a Tensão de Hall, que pode ser aproveitada por um sensor Hall. A Tensão de Hall pode ser medida por um circuito externo ou ser utilizada para efeitos de sensoriamento, pois a mesma é proporcional à intensidade do campo que cria.

Os sensores que utilizam efeito Hall são tipicamente construídos de materiais semicondutores (tipo p, tipo n), permitindo que a eletrônica seja desenvolvida no mesmo material. Quando o sistema possui alta mobilidade de carga, a Constante Hall terá valor relativamente grande, obtendo melhores valores de saída. Para obter uma razão sinal/ruído alta, é necessário que a resistividade do material seja baixa, limitando a diferença de potencial gerada por ruído térmico.

#### Potenciômetro:

Potenciômetro é um dispositivo o qual permite limitar a corrente elétrica. Ele é composto de um eixo giratório e três terminais. Em cada potenciômetro vem informado a sua resistência máxima. É possível ligar o potenciômetro de três formas diferentes, usando os dois primeiros terminais, o segundo e o terceiro terminal, e o primeiro e o terceiro terminal.

Primeira forma: A resistência é crescente, do ponto extremo à esquerda para o ponto extremo da direita.

Segunda forma: Segue o mesmo princípio da primeira forma de ligação, todavia a ordem inverte. Ele vai aumentando a resistência indo da direita para a esquerda.

Terceira forma: A resistência não varia ao se movimentar.

A maior vantagem do potenciômetro está no baixo custo, podendo custar menos de 5 reais um potenciômetro de 500k. A desvantagem do potenciômetro poderia ser vista como o fato do sinal ser analógica e não digital, o que exigiria do programador para implementar a conversão do sinal analógico para digital.

#### Sensor Óptico:

Para utilizar encoders com sensores ópticos é necessário um disco de engrenagem rotativo com algumas cavidades (dentes) para identificar a passagem ou a reflexão de luz emitida por um LED. Considera-se a saída desses encoders binária (passa ou não passa luz). A medida com o disco é deslocado o receptor de luz no lado oposto registra uma um sinal de saída. Cada vez que o encoder completa 1 rotação completa de 360° observa-se que o receptor gera a quantidade de vezes do pulso na saída. Suas maiores vantagens são a alta precisão e resolução elevada, ou seja, possuem sinais mais estáveis (robustos e confiáveis). Já sua desvantagem é que possui, em média, uma menor durabilidade que um sensor magnético, por exemplo.

### **3. Descreva como o microcontrolador leria os dados e os transformaria em um ângulo de rotação (para cada forma).**

#### Sensor Hall:

Passagem lateral tripolar: três ímãs são colocados juntos(ímã tripolar) de modo a gerar um campo no sensor quando passar lateralmente por este. O sinal de saída é agudo o suficiente para ativar circuitos lógicos amplificados com mais facilidade, devido ao seu pico de magnetização. Pode ser utilizado para medir a velocidade com que um objeto passa pelo sensor.

Ímã rotativo: Permite detectar movimentos de rotação com facilidade. Um ímã circular pode ser utilizado, de modo a gerar o mesmo padrão de campo. O sinal gerado é senoidal e pode ser trabalhado por circuitos lógicos.

Em resumo o componente gera impulsos elétricos quando girado para esquerda ou direita e para obter o ângulo de giro precisamos apenas dividir a quantidade de impulsos gerados pela quantidade de impulsos em uma volta completa e multiplicar por 360.

#### Potenciômetro:

Para ler os dados do potenciômetro bastaria conectar ele no VCC (pino de 5V), no GROUND (GND) e, por fim, o seu terminal no pino analógico. No Arduino existe um conversor Analógico/Digital que pode ser usado usando a função `analogRead()` que funciona com até 10 bits ( $2^{10} = 1024$ ). No `analogRead`, vamos passar o pino analógico conectado ao potenciômetro como parâmetro. Além disso, como o potenciômetro retorna um valor de 0 a 1023, basta fazer uma regra de 3 para calcular a posição em que o volante está. Por exemplo, se na posição “neutra”, o potenciômetro der o valor 511, então é bem provável que na posição extrema a esquerda ele leia 0 e na posição extrema à direita ele leia 1023. Dessa forma, se o volante gira  $360^\circ$ , então cada grau representa 2,841 ( $1023/360$ ). Caso contrário, basta medir os valores dados na extremidade e seguir a mesma lógica.

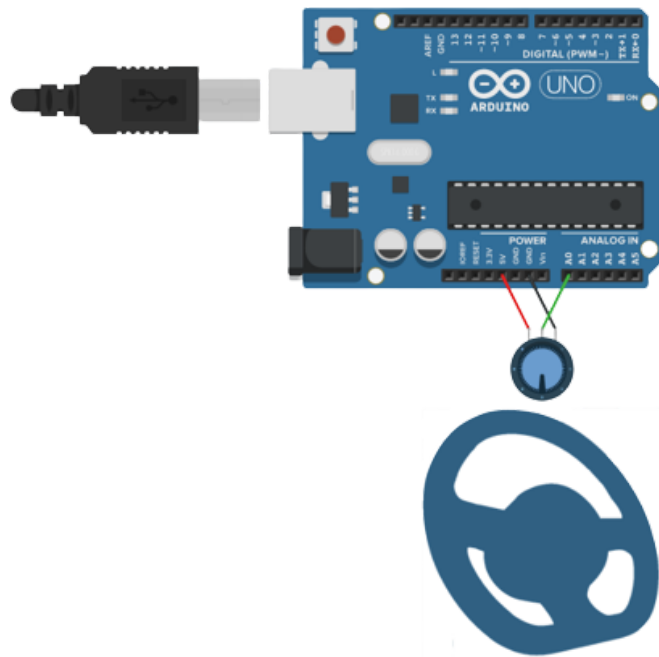
#### Sensor Óptico:

Na implementação em microcontroladores, é necessário variáveis de controle (pinos) do motor DC. Esses pinos são conectados aos botões embutidos na placa e os pinos conectados aos canais do encoder. Assim, declara-se variáveis que armazenam o estado atual de leitura de um dos canais, e também do estado anterior da leitura do mesmo canal e o sentido em que o eixo do motor está girando. Além disso, declaram-se dois contadores (um para cada canal do encoder) junto com outras três variáveis constantes que auxiliam a converter os pulso nos canais do encoder para um valor de rotação. Por último, declaram-se variáveis responsáveis por realizar um período de espera.

**4. Procure em sites como Aliexpress, eBay, e afins, dispositivos prontos de até US\$30,00 que nos permitiriam a leitura de tais movimentos. Desenhe como seria a ligação destes com o volante e diga como seria a interface com o microcontrolador (duas tecnologias diferentes são suficientes).**

#### Potenciômetro

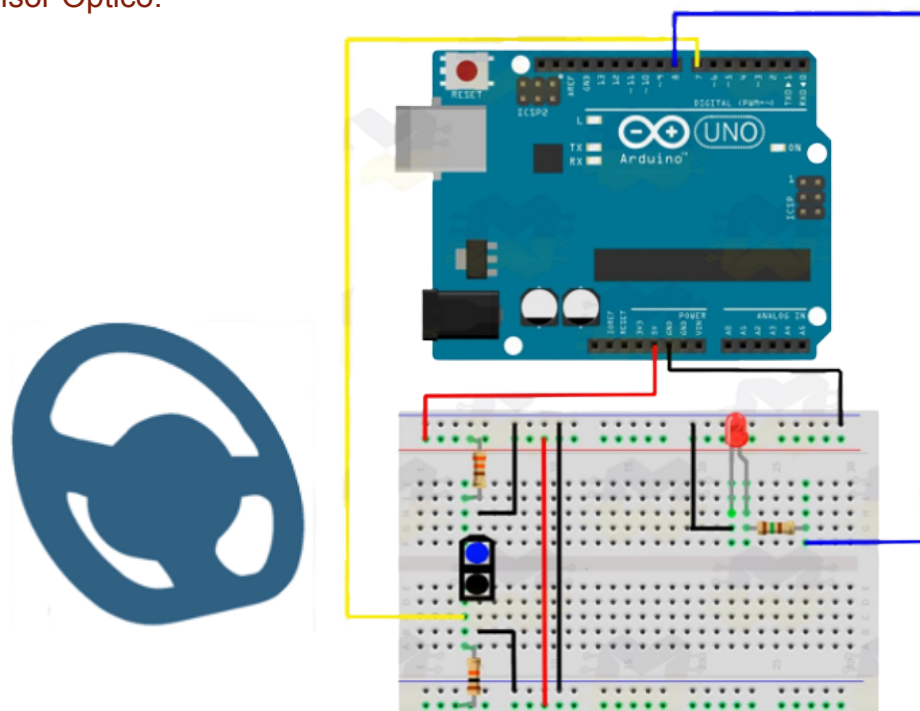
[Potenciômetro de 500k](#)



Sensores de dente de engrenagem

<https://shopee.com.br/Sensor-de-vel-com-engrenagem-Jac-J2-1.4-16v-10-15-30-dentes-i.353786809.12917777008>

Sensor Óptico:



Sensor de efeito hall:

<https://pt.aliexpress.com/item/4000045505216.html>

<https://pt.aliexpress.com/item/33009595291.html>

<https://pt.aliexpress.com/item/1005001900453085.html>

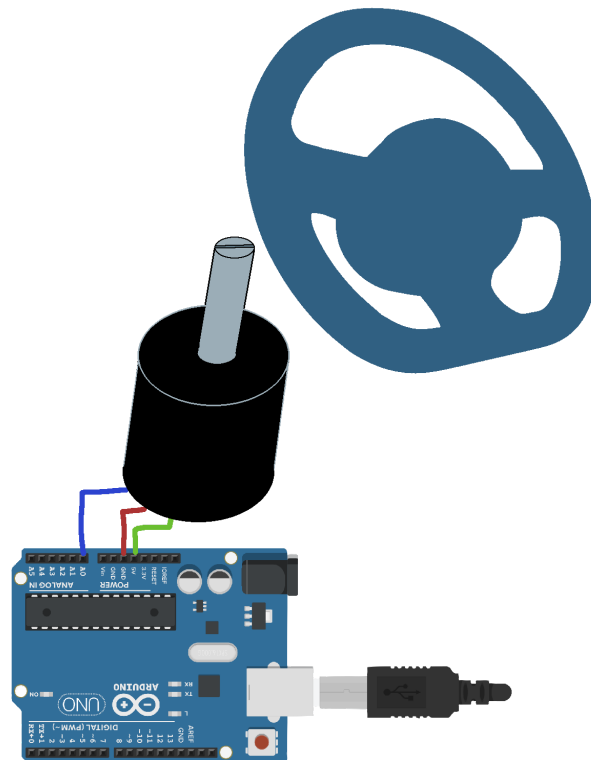
<https://pt.aliexpress.com/item/1005002830606288.html>

<https://pt.aliexpress.com/item/4000515105339.html>

Encoder Óptico

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-769099111-modulo-encoder-optico-p-micro-controladores- JM>

Desenho sensor Hall:



**RUBRICA (nota máxima por item):**

**1 e 2. 30%**

**3. 30%**

**4. 40%**

**Esta primeira atividade vale 12% da nota atribuída às atividades SP e ACCH na média.**