

Solução de problemas (SP) - atividade semestral incremental - Atividade de Complementação de Carga Horária (ACCH)

Título: Implementando um sistema drive-by-wire com progressive force-feedback, auto-centering e ajustes dinâmicos de dirigibilidade

Objetivos: Estudar tecnologias e interfaces diferentes das utilizadas durante as aulas presenciais. Especificamente, interface com motor DC controlado por PWM, encoder ótico, servo-motor.

Hardware disponível:

- Volante preso a uma engrenagem de 120 dentes;
- Motor DC atuador do volante preso a uma engrenagem de 15 dentes;
- Encoder ótico de 600 pulsos por revolução preso a uma engrenagem de 20 dentes;
- Chave mecânica (switch para centralizar o volante na inicialização);
- Ponte H L298 H-bridge Motor Driver Board 2A.
- Servo motor para simular a atuação nas rodas.

O motor DC é um HP/Mabuchi DC/PM Brushed Motor, modelo C2162-60006 / DN505728. As suas especificações estão no apêndice.

O encoder ótico é o LPD3806-600BM e a chave mecânica é a KW11-7-2-3T com haste de 29mm com rolete, também no apêndice. O servo é compatível com o MG995 TowerPro.

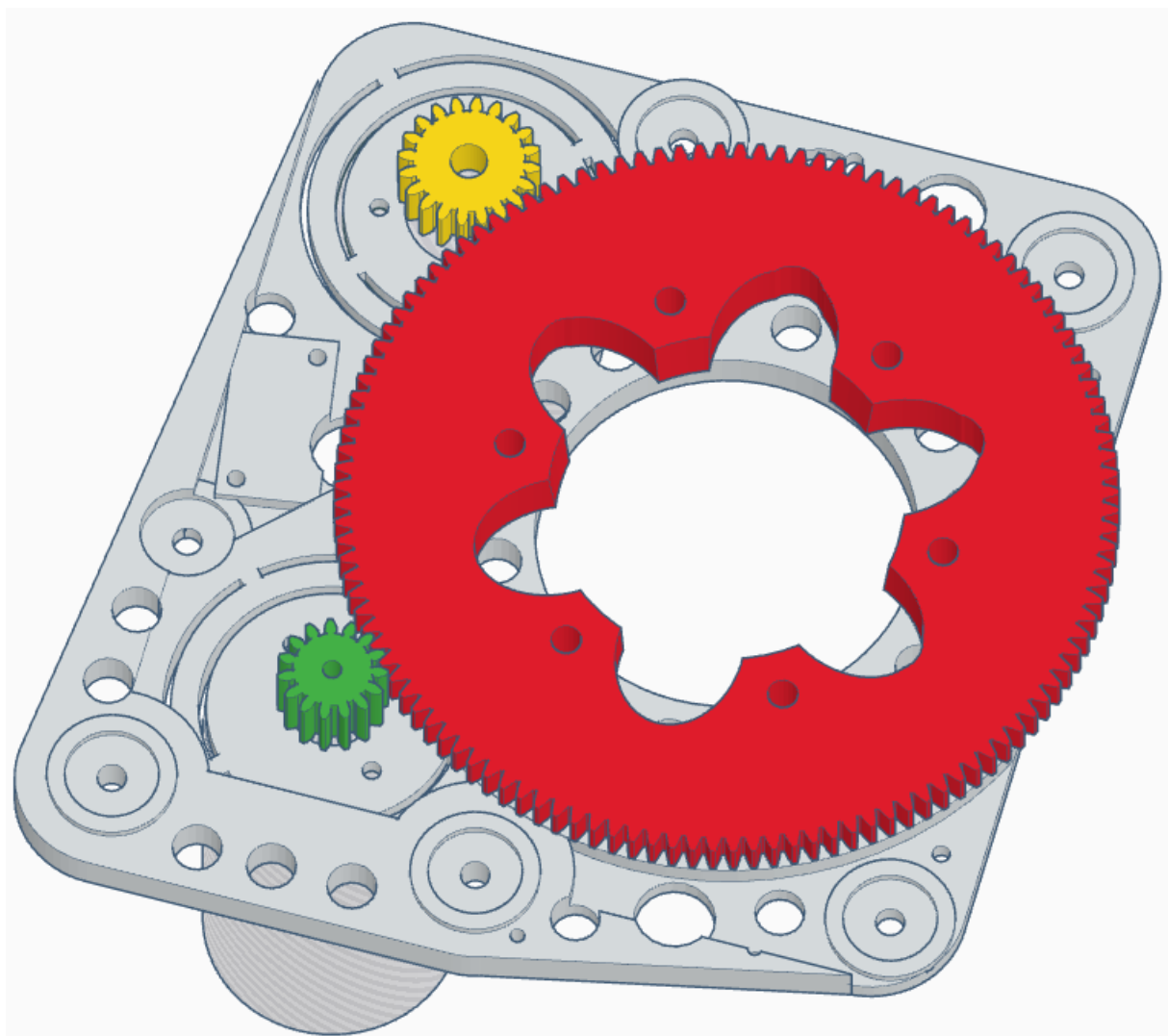


Figura 1: Modelo 3D do hardware (tampa superior ocultada). Em vermelho, engrenagem ligada ao volante. Em amarelo, engrenagem ligada ao encoder ótico e em verde, engrenagem ligada ao motor DC.

Contexto: Estamos tentando montar um volante elétrico (Drive by wire, DbW, by-wire, Steer-by-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 na leitura da posição do volante, centralização do volante na inicialização, atuação nas rodas, e definição dos limites de curso do volante.

Atividade:

1. Descreva como pode ser feita a leitura do encoder ótico usando somente uma interrupção e um pino de dados adicional.

Seria possível discernir uma mudança angular no volante de quantos minutos de grau (considere usar somente a) a borda de descida do sinal A, b) borda de subida e c) mudança de estado)?

Considerando que o tratamento de uma interrupção no Atmega328 necessita de 4 ciclos de CPU para responder à interrupção (carregar endereço da rotina) e mais 4 ciclos para carregar o contador de programa de volta, além da execução de uma instrução do código principal antes do atendimento da próxima interrupção, qual seria a velocidade máxima de rotação do volante (velocidade teórica que poderia ser estimada / lida usando a interrupção)? Lembre-se de definir qualquer condição que considerar ambígua em sua resposta.

2. Adicionamos uma chave mecânica que se mantém ligada por alguns graus durante uma revolução do volante através de uma elevação na engrenagem do volante como mostra a Figura 2.



Figura 2: Detalhe da engrenagem principal ligada ao volante com elevação para detecção da posição angular absoluta.

Por que tal chave foi necessária? Descreva uma possível solução para a centralização do volante durante a inicialização do sistema. Dica: o volante pode ser rotacionado por software (sem atuação nas rodas do veículo) utilizando o motor DC fornecido.

3. Suponha que teremos dois modos de direção: o modo **Confort** e o modo **Sport**. No primeiro, serão necessárias três voltas e meia do volante para que o pneu esterce aos limites de um lado a outro (esquerda e direita). Já no modo Sport, serão necessários apenas 1/3 de volta para o mesmo estercamento.

Explique uma possível implementação para os dois modos (indique como isto seria feito por software, assumindo que um servo motor será utilizado para atuar nas rodas).

Indique seus cálculos para determinar o fim de curso do volante.

4. Esboce uma possível implementação para o fim de curso do volante utilizando o hardware disponibilizado.

DICA: ao chegar aos 30 graus finais do curso, atuar no motor DC de forma a dificultar o movimento do volante.

DICA: o termo esboce indica que você pode usar uma figura, mas deve apoiar esta em fluxogramas e/ou pseudo-código para validar sua ideia.

5. Explique como funciona um servo-motor.

Como ele poderia atuar no esterçamento das rodas de um veículo (desconsidere problemas de escala)?

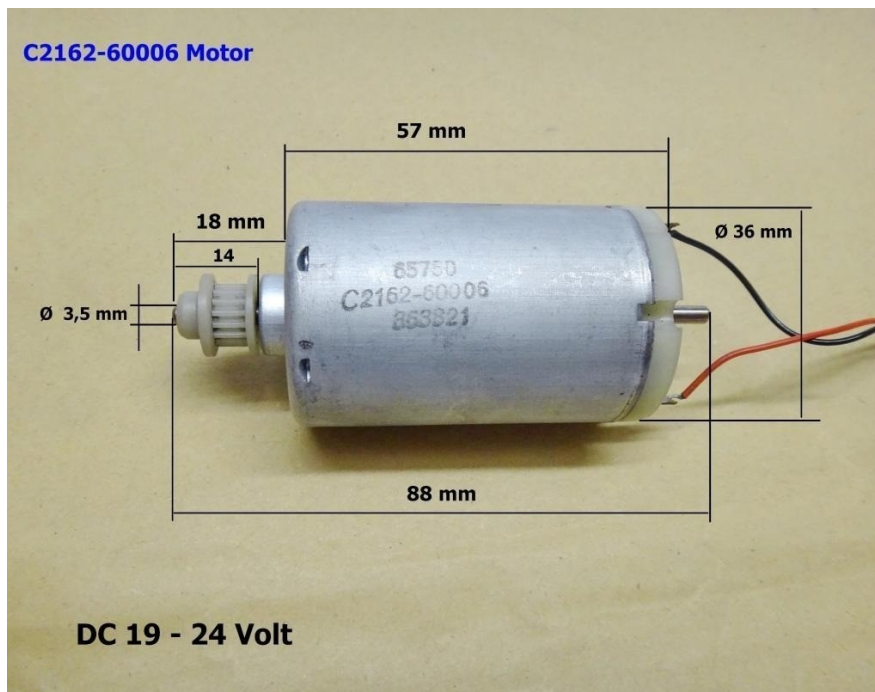
Estude o que acontece quando tentamos impedir o movimento de um motor DC (em termos de corrente). Explique como isto pode ser utilizado no caso do servo-motor para gerar um feedback ao volante fazendo com que este vá a uma posição que minimize o feedback.

RÚBRICA (nota máxima por item): 20%

Esta segunda atividade vale 12% da nota atribuída as atividades SP e ACCH na média.

Apêndice A

HP/Mabuchi DC/PM Brush Motor



C2162-60006 / DN505728

Motor Specifications

Rating (volts) 19
Max (volts) 24
Stall Current (amps) 2.5
Stall Torque (N-cm) 28.7
Stall Torque (in-oz) 40.68
No Load Speed (rpm) 4,550
No Load Speed (rad/sec) 476
Max Power (Watts) 34.2
Max Power (milli-HP) 45.83
Duration (sec) 30
Energy (Joules) 1026
Weight (grams) 224
Weight (oz) 7.88
Power/Weight (Watts/kg) 153
Energy/Weight (Joules/kg) 4580
No Load Current (amps) 0.15
Start Up Voltage (volts) 2
Resistance (ohms) 8.2
Motor Const (N-cm/watt^{0.5}) 1.8
Torque Constant (N-cm/amp) 4.8
Inertia (g-cm²) 45
Shaft Diameter (mm) 3.1
Shaft Diameter (in) 0.12
Shaft Length (mm) 85
Motor Diameter (mm) 37
Motor Length (mm) 64

Apêndice B

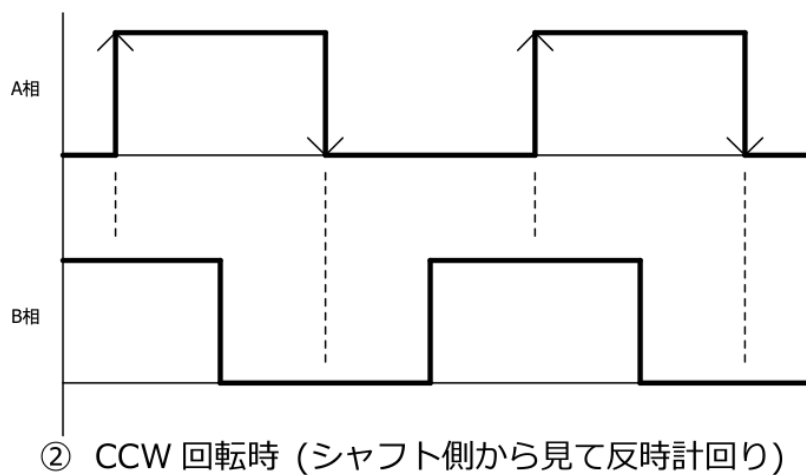
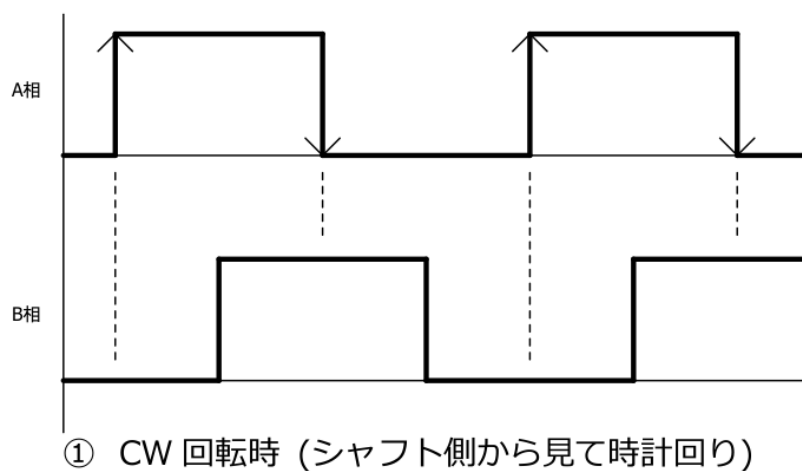
Encoder ótico LPD3806-600BM

Modelo: LPD 3806-600 BM-G5-24C
Método de detecção: Tipo óptico / Tipo incremental
Sinal de saída: Onda quadrada
Saída NPN, Coletor aberto
Resolução: 600 pulsos / Rotação
Diâmetro externo ϕ 38 mm
Altura 38 mm (sem incluir o eixo rotativo)
Eixo de rotação: ϕ 6 mm, altura da haste 10 mm
Tensão de alimentação: 5V a 24V DC
Consumo: 30mA (tensão de alimentação 5V) /
50mA (tensão de alimentação 24V)
Velocidade máxima: 5000 rpm



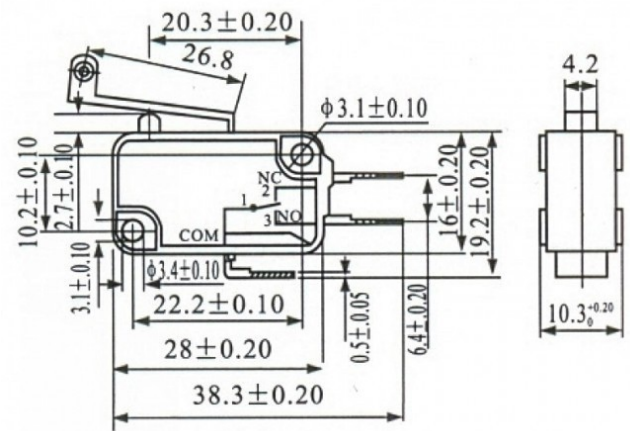
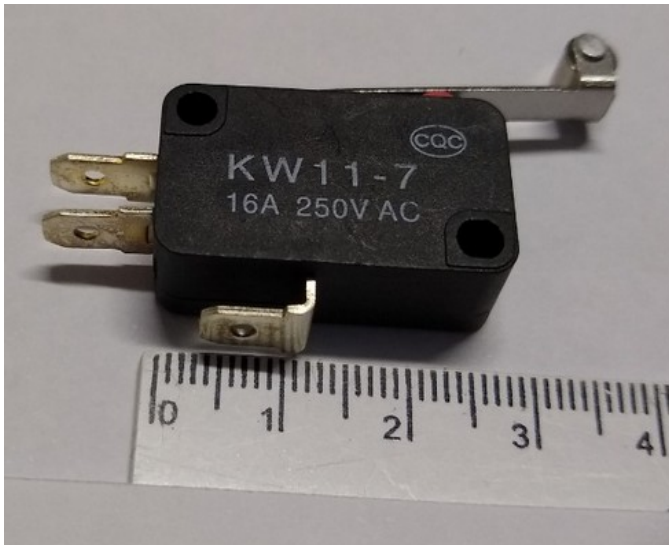
Ligação:
Vermelho: VCC
Preto: GND
Verde: A
Branco: B

Abaixo gráfico com as saídas A e B para movimentos horários e anti-horários. É possível saber a direção do movimento pois os sinais A e B estão deslocados em fase por 90 graus.



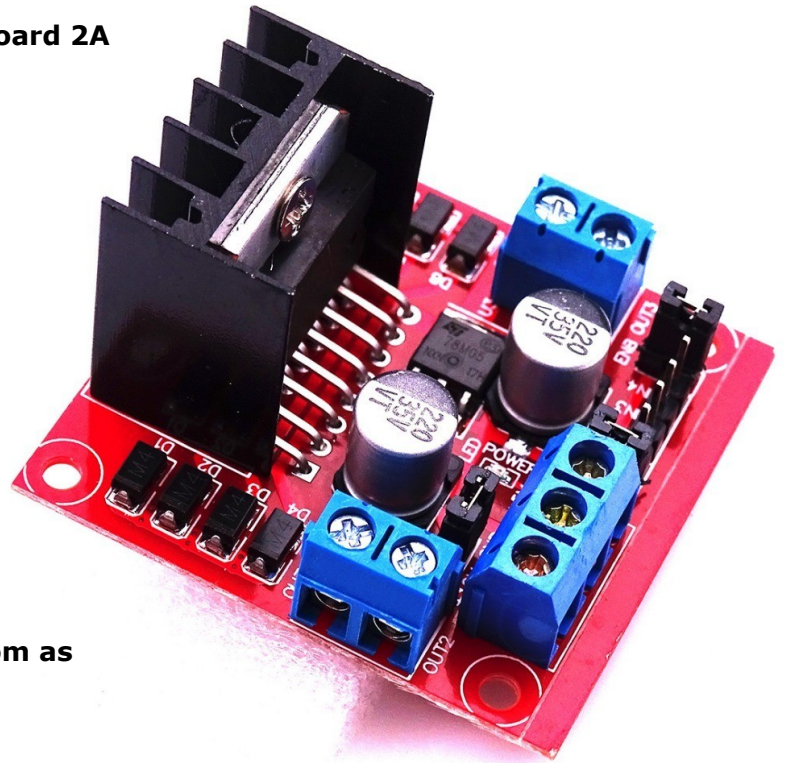
Apêndice C

Chave mecânica KW11-7-2-3T com haste de 29mm com rolete



Possui três terminais, sendo um comum e os outros dois NC e NO (normally closed, normally open).

Apêndice D
Ponte H L298 H-bridge Motor Driver Board 2A



Controle do motor A ou B de acordo com as entradas respectivas IN1 e IN2

IN1	IN2	Estado
0V	0V	Desligado
0V	5V	Sentido 1
5V	0V	Sentido 2
5V	5V	Freio

Observação: Uma saída inferior a de entrada pode ser obtida chaveando-se rapidamente a entrada ENABLE entradas usando uma saída PWM do microcontrolador.

Apêndice E

Servo motor MG995 TowerPro (ou modelo compatível)

Dados técnicos:

Descrição	MG 995R TowerPro
Tensão de Alimentação	4,8 - 7,2V
Corrente de Operação	500mA - 900mA
Corrente Stall	2,5A
Connector	JR (Universal)
Comprimento do cabo	24,5cm
Velocidade	0,16 seg/60° (6V)
Torque a 4.8V	9,4 kg-cm
Torque a 6V	11 kg-cm
Dimensões	40.7x19.7x42.9mm
Peso	55g
Datasheet	MG995R.pdf



PWM=Orange (⏏)
Vcc = Red (+)
Ground=Brown (−)

