



# Validação dos Modelos

Seguidor de Linha

# Seguidor de Linha

Um Robô Seguidor de Linha é uma máquina móvel autônoma que consegue detectar e seguir uma linha desenhada sobre um plano.

Geralmente, seu sensoramento se dá pela análise da variação na intensidade luminosa cuja natureza está relacionada com a diferença de cor entre uma linha, a qual deve ser seguida, e uma superfície.

O contraste entre cores captado pelos sensores IR indica ao robô onde ele deve ir e sua lógica embarcada controla seus atuadores de movimentação.



TITANS

# Objetivos e Expectativa

**Objetivo:** Construção de um robô autônomo seguidor de linha, microcontrolado, o qual observa o mundo através de sensores IR, com movimentação por motores e técnicas de controle para otimização de processos. Com o intuito de participar de competições representando a Titans.

**Legado:** Montar um modelo para ser seguido posteriormente por novos integrantes da equipe.

**Expectativa:** A equipe espera figurar entre os 10 primeiros lugares da Winter Challenge.



# Desafio



TITANS

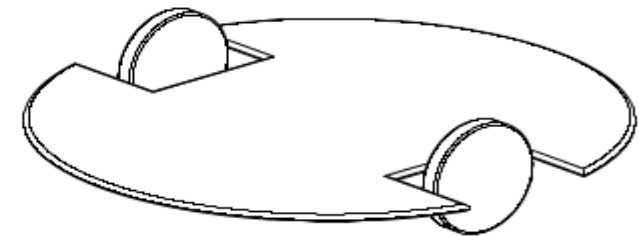
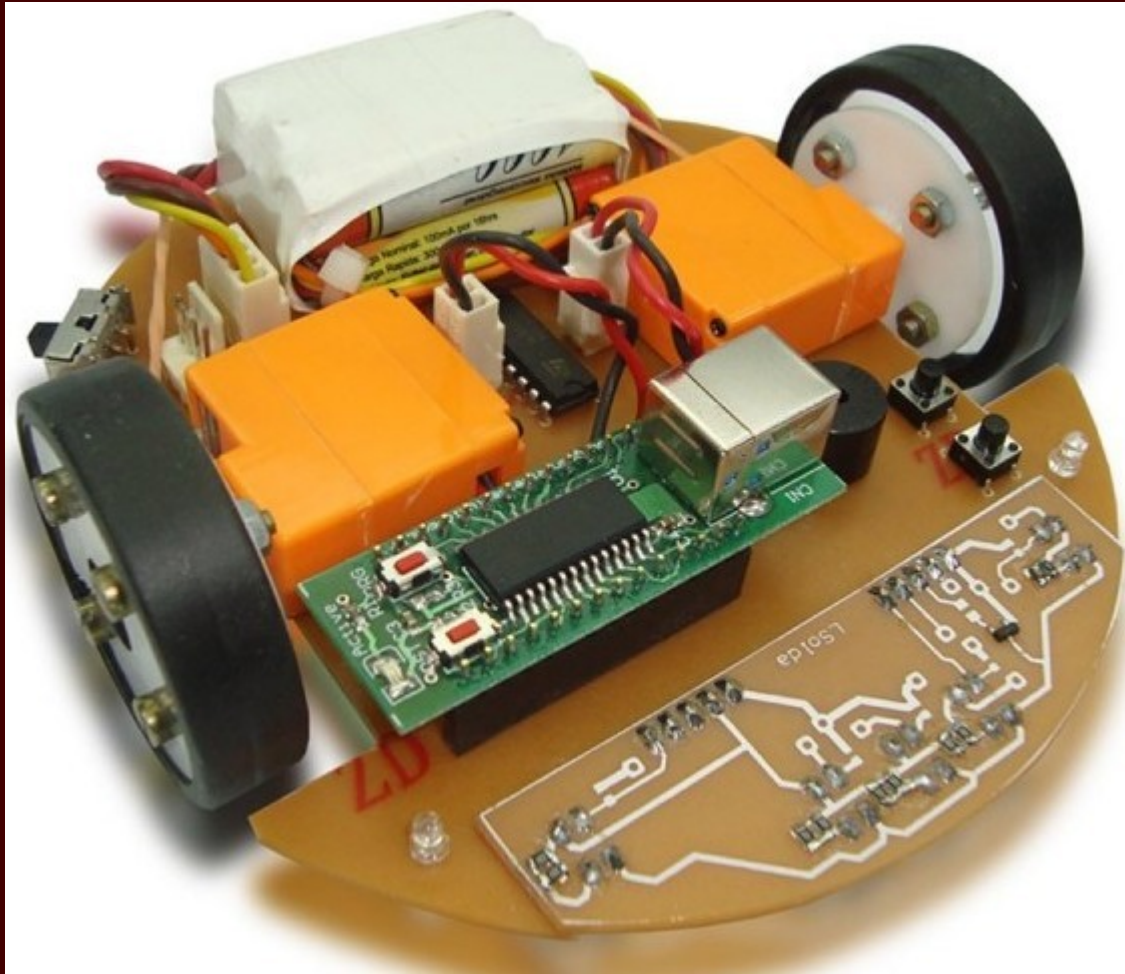
# Modelos Estruturais

- Estabilidade x Velocidade
- Custo e Disponibilidade no Mercado
- Lógica de Funcionamento dos Atuadores
- Distribuição dos Sensores

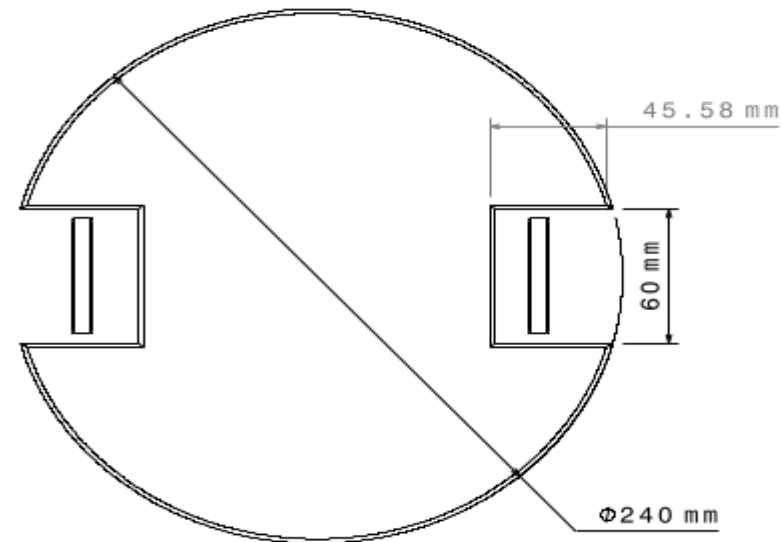




# Modelo 1 – Redondo Compacto



Isometric view  
Scale: 1:2



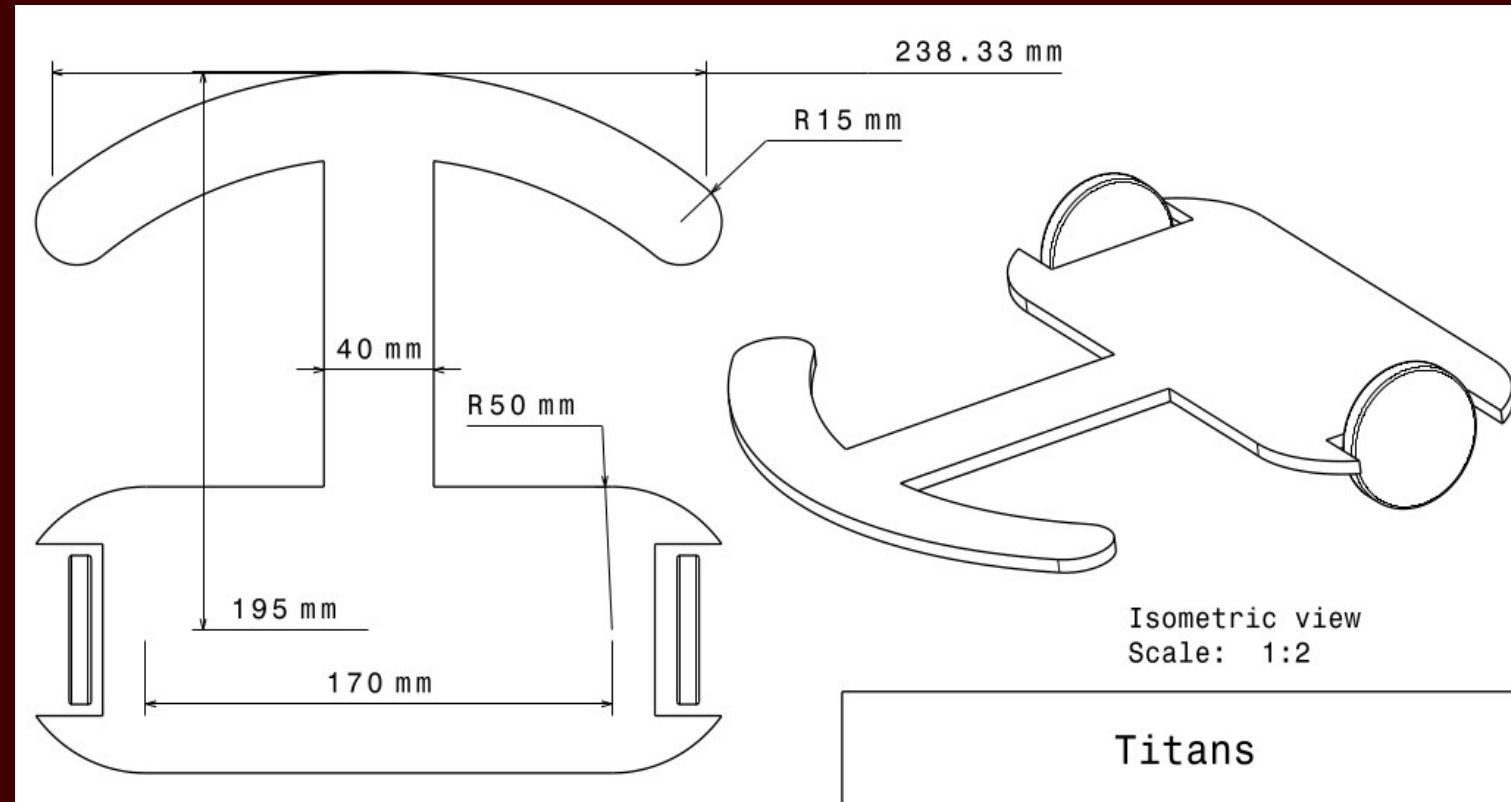
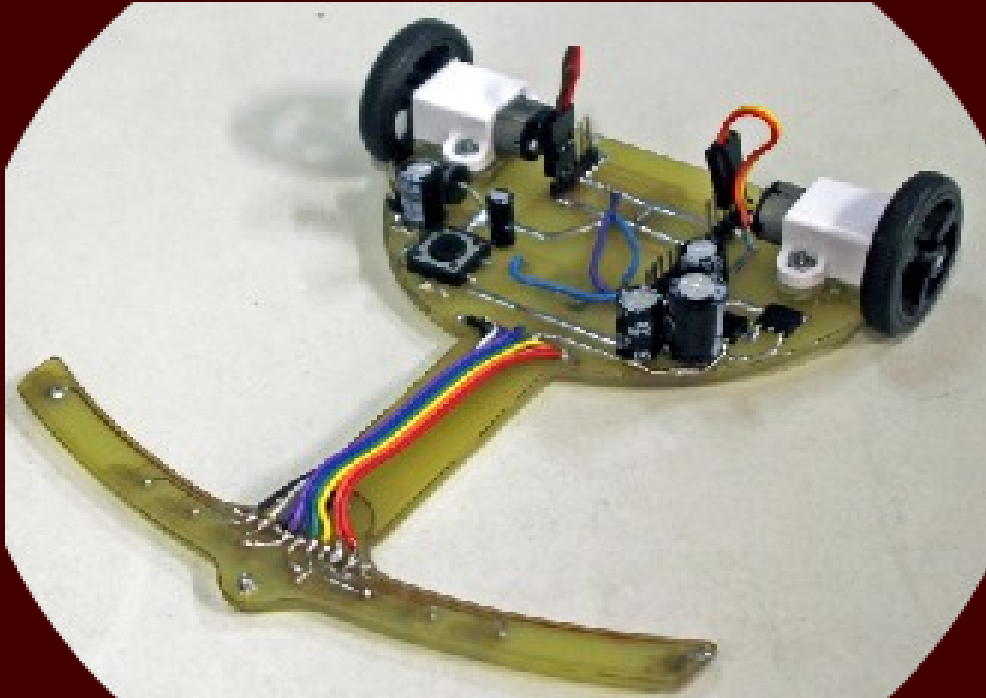
Scale: 1:2

Titans

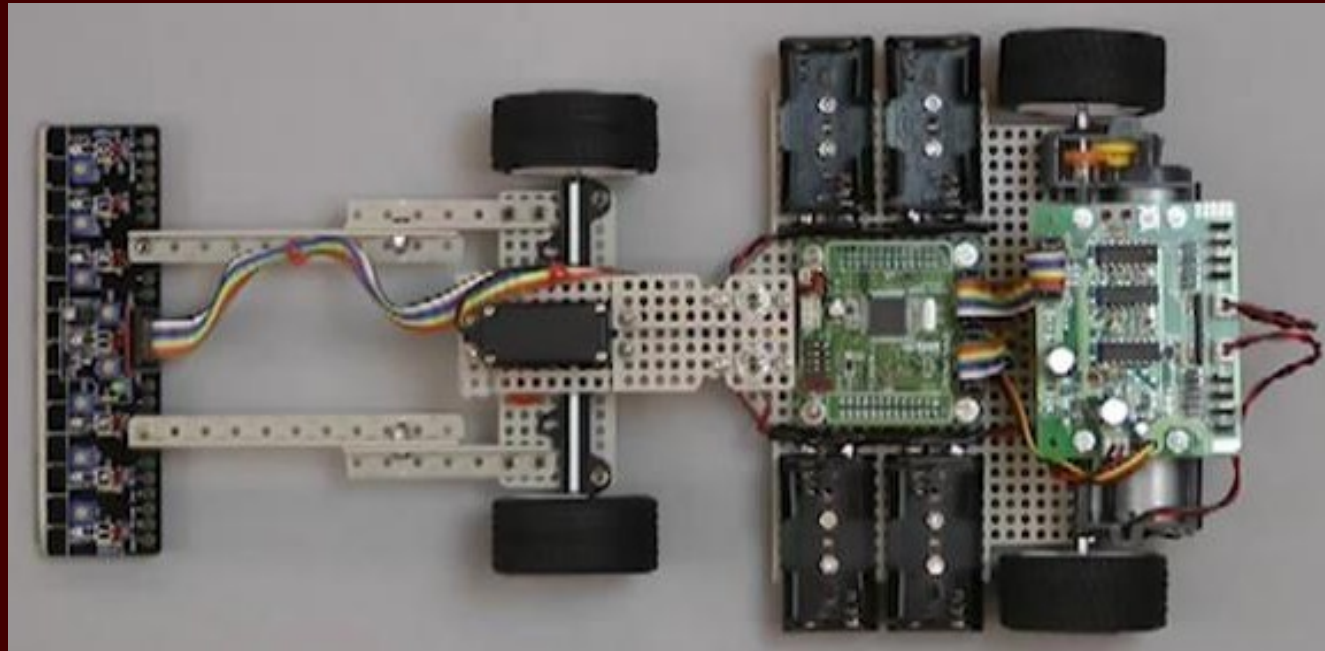


TITANS

# Modelo 2 – Redondo Alongado



# Modelo 3 – F1





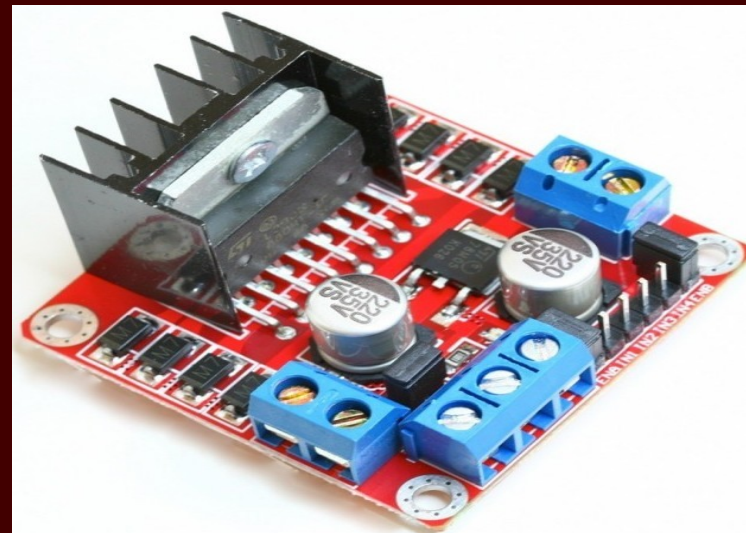
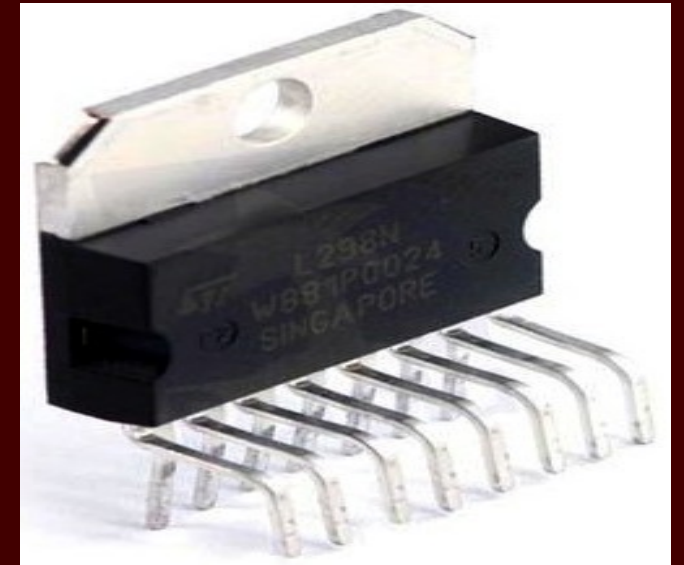
# Rodas

- Modelos Pré-definidos e consolidados
- **Escolha:** comprar rodas com 52 mm ou 60 mm de diâmetro
- **Possibilidade:** Impressão em 3D



# Driver dos Motores

- Ponte H
- Controle PWM
- Construção X Circuito Integrado
- Máxima tensão de saída (adequação aos motores)
- **Escolha:** L298N



TITANS

# Driver dos Motores

Componente	Corrente Máxima de Saída	Tensão Máxima de Saída	Observação
L293	1A	36V	Não possui Diodos de proteção
L293D	0,6A	36V	Possui Diodos de proteção
L298N	2A	46V	Não possui Diodos de proteção
L9110	0,8A	12V	SMD



TITANS

# Consumo e Alimentação

- Competição com curto tempo de duração
- Baixo consumo de energia
- Bateria disponível em estoque
- Carregador adaptável
- **Escolha:** NK18650



# Consumo e Alimentação

**Tabela de consumo dos motores**

Motor	Tensão	Corrente máxima
Micro Motor DC 3500 RPM	12V	40mA
Servo Motor MG995	4.8 – 7.2 V	100mA
Motor DC com Caixa de Redução 330 RPM	5 V	1.44 A
Motor com Redução	3-6 V	470 mA
Micro Servo 9g SG90	3-6 V	1.2 A
Servo MG 996R	4,8 - 7,2V	900 mA
Servo MG 995R	4.8 – 7.2V	900 mA
Micro Servo MG90	3-6 V	1.2 A
Servo Motor SM-S4306R	4.8-6V	1.2 A
Micro Motor DC 7000rpm AK360/78	12V	40 mA



# Consumo e Alimentação

## Tabela de consumo dos sensores IR

Sensor	Tensão	Corrente máxima
QRD1114	5V	50mA
QRE1113	5V	50mA
TCRT5000	5V	60mA



# Consumo e Alimentação

## Bateria NK18650



Química: Li-Ion

Tensão: 3.7v

Capacidade: 6800mAh

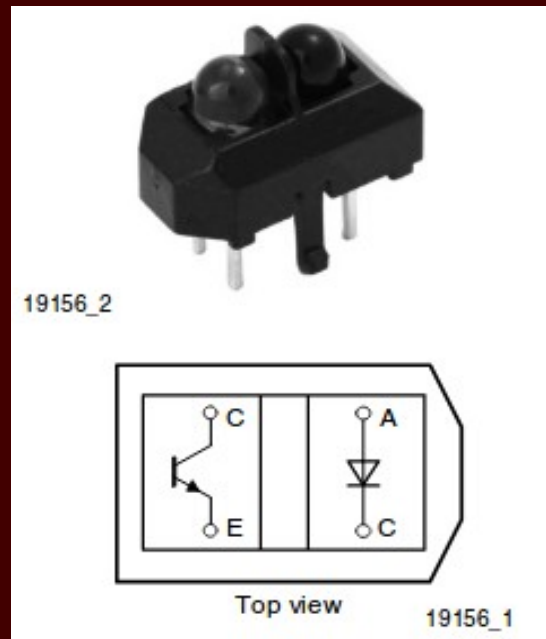
Dimensão: Diâmetro 18mm x Comprimento 67mm.

PESO: 26 GRAMAS

Preço: 4,30 + frete ( Mercado livre)

# Sensoriamento

- Componente discreto

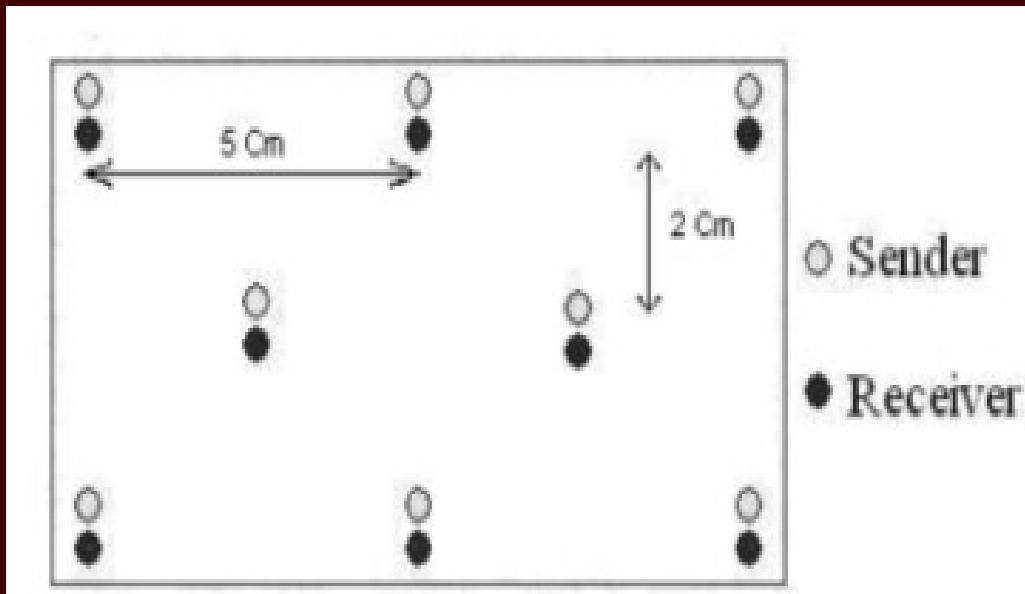


- Componente SMD

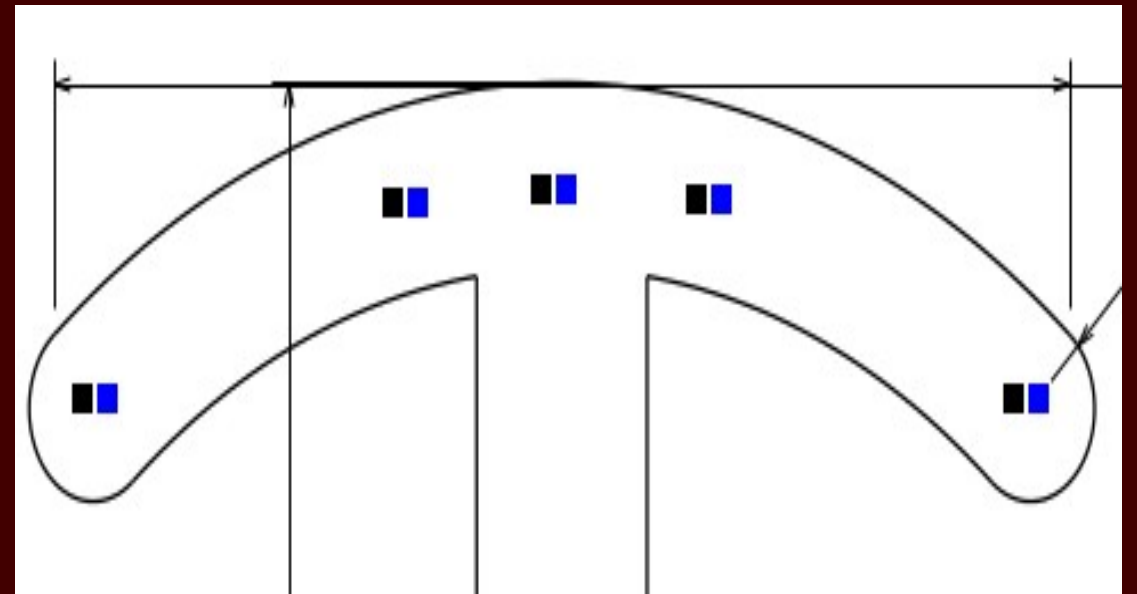


# Sensoriamento

## Layout:



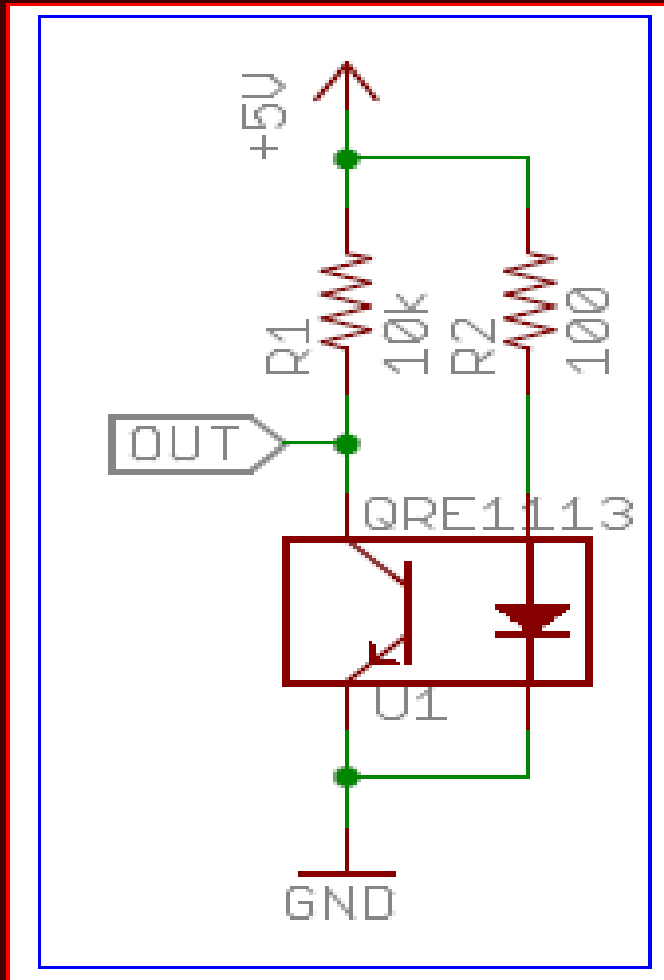
Modelo 1



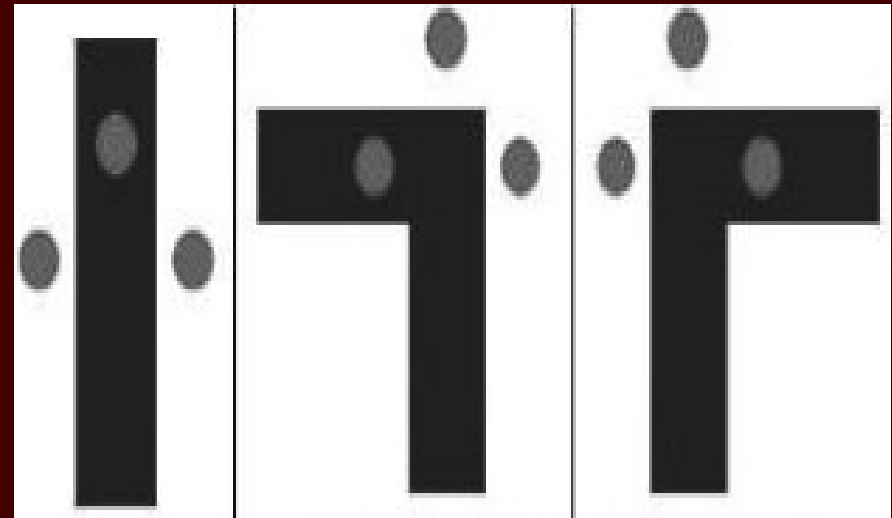
Modelos 2 e 3

# Sensoriamento

## Circuito:



## Lógica:



# Motores

- Velocidade x Precisão
- RPM x Torque
- DC x Servo x Passo
- Caixa de Redução



# Motores

## 1. Micro Motor DC 12V / 3500rpm



### Dados Técnicos:

Corrente: 40,00 mA

Potência: 0,70 W

RPM: 3500 RPM

Tensão: 12,00 Vdc

Torque: 25,00 gf.cm

Velocidade: 3500 RPM

Preço de mercado: R\$ 10,00



TITANS



# Motores

## 2. Servo Motor MG995



### Dados técnicos:

- Tensão de operação: 4,8-7,2V;
- Tipo de Engrenagem: Metálica;
- Modulação: Analógica;
- Velocidade de operação:  
0,17seg/60graus (4,8V sem carga);
- Velocidade de operação:  
0,13seg/60graus (6,0V sem carga);
- Torque: 13 kg.cm (4,8V) e 15 kg.cm (6,0V);
- Faixa de Rotação: 360°;
- Cabo padrão de 3 pinos para alimentação e controle;
- Dimensões: 40 x 19 x 43mm;
- Peso: 69g.
- preço de mercado: R\$39,00

# Motores

## 3. Motor DC com Caixa de Redução 5V / 330rpm



- Diâmetro do eixo: 4mm
- Rotação: 330 rpm
- Tensão: 5 Vdc
- Corrente (sem carga): 300 mA
- Corrente (máximo rendimento): 1,44 A
- Potência: 1,8 W
- Torque: 0,63 kgf.cm
- Peso: 85g

preço de mercado: R\$39,00

# Motores

## 4. Motor com Redução 3-6V (180 graus)



- Tamanho: 45,1 x 42 x 22,7
- Peso: 29g;
- Diâmetro externo do eixo: 5,4 milímetros "I";
- Tensão de operação: 3 a 6V;
- Relação de transmissão: 1:120;
- Velocidade a 3V (sem carga): 100rpm;
- Corrente a 3V (sem carga): 60mA;
- Corrente a 3V (com carga): 260mA;
- Torque a 3V: 1.20 Kgf-cm;
- Velocidade a 6V (sem carga): 200rpm;
- Corrente a 6V (sem carga): 71mA;
- Corrente a 6V (com carga): 470mA;
- Torque a 6V: 1.92 Kgf-cm

# Controle

	ARM	8051	AVR	PIC	MSP430
<b>Bus Width</b>	32-bit mostly also available in 64-bit	8-bit for standard core	8/32-bit	8/16/32-bit	16-bit
<b>Communication Protocols</b>	UART, USART, LIN, I2C, SPI, CAN, USB, Ethernet, I2S, DSP, SAI (serial audio interface), IrDA	UART, USART, SPI, I2C	UART, USART, SPI, I2C, (special purpose AVR support CAN, USB, Ethernet)	PCI, UART, USART, LIN, CAN, Ethernet, SPI, I2S	UART, USART, LIN, I2C, SPI, I2S, IrDA
<b>Speed</b>	1 clock / instruction cycle	12 clock / instruction cycle	1 clock / instruction cycle	4 clock / instruction cycle	6 clock / instruction cycle
<b>Memory</b>	Flash, SDRAM, EEPROM	ROM, SRAM, FLASH	Flash, SRAM, EEPROM	SRAM, FLASH	SRAM, FLASH
<b>ISA</b>	RISC	CISC	RISC	Some feature of RISC	Some feature of RISC
<b>Memory Architecture</b>	Modified Harvard architecture	Von Neumann architecture	Modified Harvard	Harvard architecture	Von Neumann architecture
<b>Power Consumption</b>	Low	Average	Low	Low	Ultra Low
<b>Families</b>	ARMv4,5,6,7 and Cortex series	8051 variants	Tiny, Atmega, Xmega, special purpose AVR,	PIC16, PIC17, PIC18, PIC24, PIC32	MSP430X, MSP430FR57xx, MSP430x1xx to 1x6xx series
<b>Community</b>	Vast	Vast	Very Good	Very Good	Average
<b>Manufacturer</b>	Apple, Nvidia, Qualcomm, Samsung Electronics, and TI, etc.	NXP, Atmel, Silicon Labs, Dallas, Cyprus, infineon, etc	Atmel	Microchip	TI
<b>Cost (as compared to feature provided)</b>	Low	Very Low	Average	Average	Average
<b>Other Feature</b>	High speed operation	Known for its Standard	Cheap, effective	Cheap	Known for Ultra low power operation
<b>Popular Microcontrollers</b>	LPC2148, ARM Cortex-M0 to ARM Cortex-M7, etc	AT89C51, P89v51, etc	Atmega8,16,32, Arduino Community	PIC18fXX8, PIC16f88X, PIC32MXXX	MSP430G2553, MSP430 launchpad.



# Controle

- **Escolha:** AVR (ATMEGA328p)
  - Atende a demanda de hardware
    - Conversor A/D
    - gerador de PWM
    - Programador
- Baixo custo
- Alta disponibilidade no mercado
- Ampla documentação disponível



# Comparação entre os modelos



Especificação	Redondo Compacto	Redondo Alongado	F1
Estabilidade	Menor	Intermediária	Maior
Velocidade	intermediária	intermediária	Maior
Consumo	baixo	baixo	Maior
Custo	baixo	intermediário	Maior



# Conclusões

- **Referência:** Modelos já concebidos por outros
- **Investimento:** Aproveitamento de Estoque e Barateamento de Custos
- **Concepção:** Testes e Aprimoramento
- **Resultados:** Crescimento como engenheiros, aprimoramento do trabalho em equipe e engrandecer o nome da Titans.

