

# ROBÓTICA DE COMPETICIÓN

(Siguelíneas y minisumo)

Rubén Espino San José

PUMA



PRIDE

Javier Baliñas  
Rubén Espino  
Javier Isabel

# ANTES DE COMENZAR...

2

- Regla básica:
  - Todo es posible con **Internet** e **iniciativa**
- Una regla no escrita:
  - La ingeniería es “**90% intuición, 10% ingeniería**”
- Un consejo:
  - **Basarse en el trabajo de los demás** y evolucionarlo. Partir de cero implica invertir demasiado tiempo
- Para no desesperar:
  - La robótica no es una ciencia exacta, todo son **relaciones de compromiso**



# OTRO DETALLE...

3

- Esto es un robot



- Esto no es un robot



- Este es mi gato, Batman



# Índice

4

- Hardware
- Mecánica
- Software
- Referencias bibliográficas





# HARDWARE

5

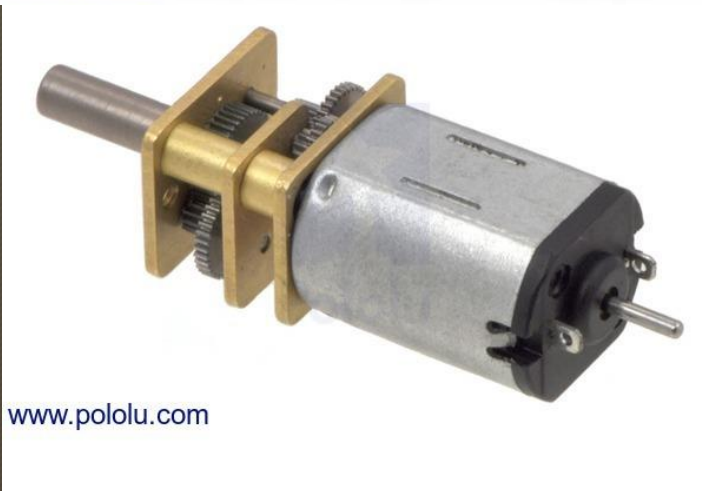
- Motores
- Drivers de motores
- Baterías
- Sensores
  - de línea/suelo
  - de distancia
  - encoders
- Microcontrolador
- Comunicación inalámbrica



# MOTORES

6

- Velocidad
- Fuerza
- Tamaño
- Peso
- Tensión de alimentación
- Corriente que consume

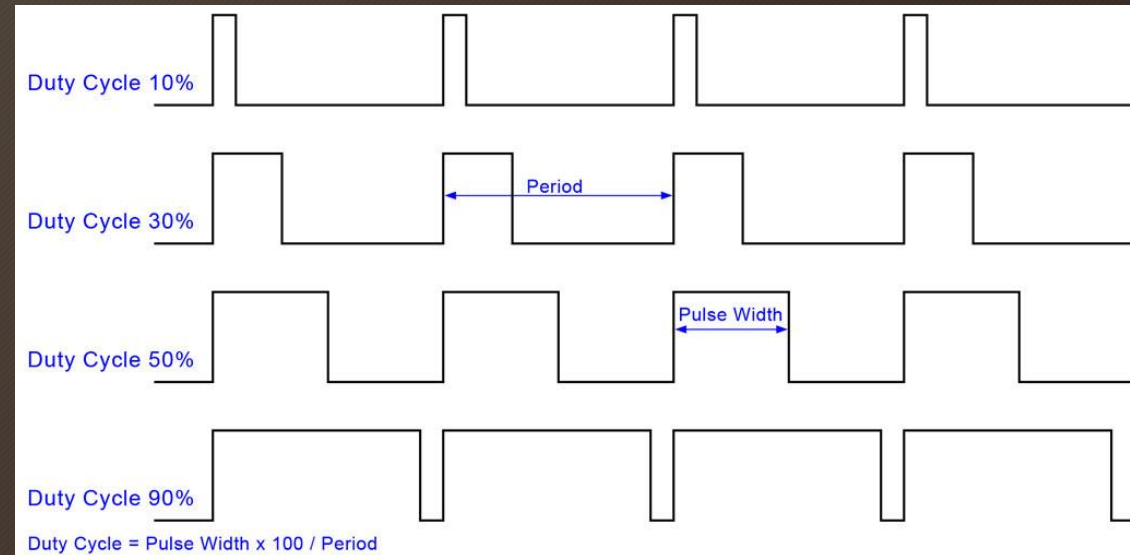
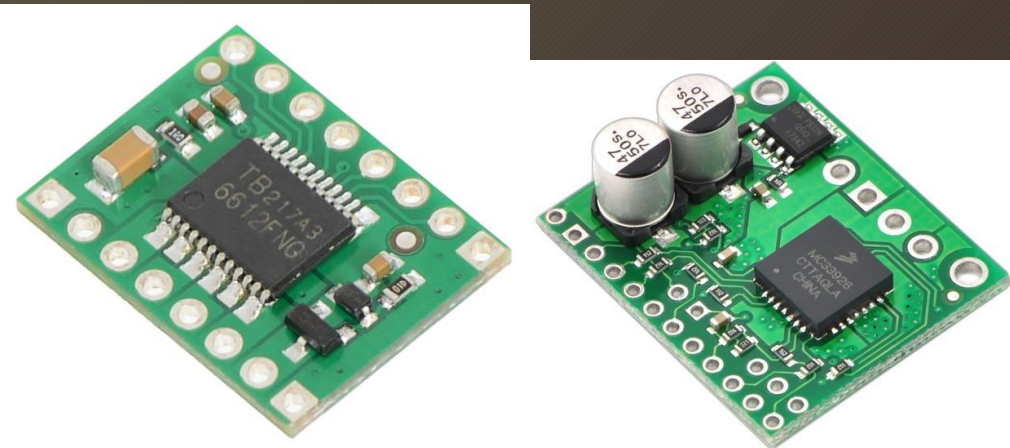




# DRIVERS DE MOTORES

7

- Tipo de transistores (bipolar, MOSFET...)
- Tensión de alimentación
- Tensión lógica de entrada
- Corriente máxima de salida en continua y en pico
- Frecuencia máxima de PWM
- Número de canales por driver

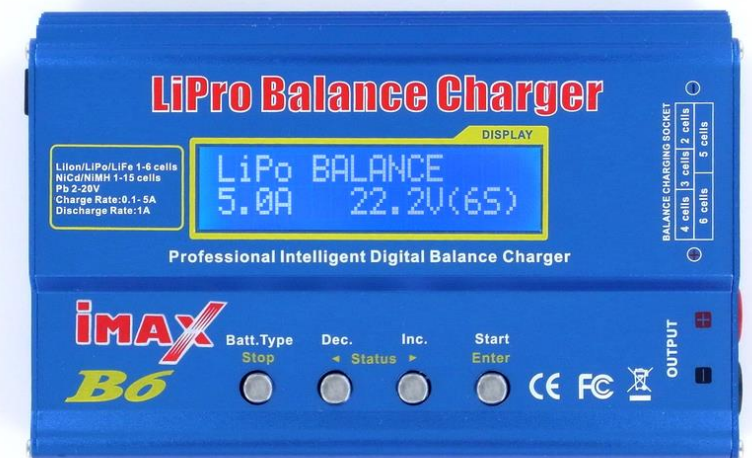


- PWM para controlar el motor con señal digital
- Aplicar una PWM de alta frecuencia equivale a aplicar el valor medio de señal de la PWM

# BATERÍAS

8

- Baterías Lipo
- Alta capacidad de descarga
- Son peligrosas. No cortocircuitar ni golpear
- Celdas de 3,7V (llegan a 4,2V), no deben bajar de 3V
- Carga balanceada
- Relación de compromiso entre el peso de la batería (o peso total del robot) y la autonomía
  - $2200 \text{ mAh} * 25 \text{ C} = 55 \text{ A}$  (en continua)
  - $2200 \text{ mAh} * 50 \text{ C} = 110 \text{ A}$  (en pico)
  - $60 \text{ min} / 25 \text{ C} = 2 \text{ min } 24 \text{ s}$  (a corriente máxima en continua)
  - Ejemplo a 5 A:  $(2 \text{ min } 24 \text{ s}) * 55 \text{ A} / 5 \text{ A} = 26 \text{ min } 24 \text{ s}$

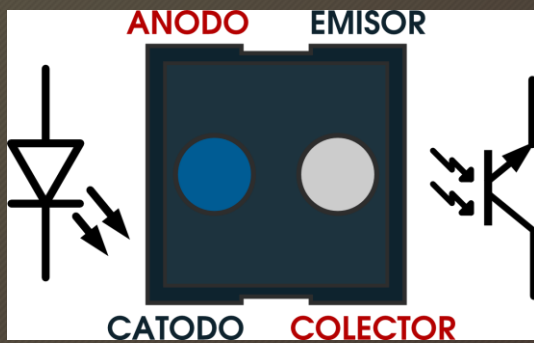




# SENSORES DE LÍNEA/SUELO

9

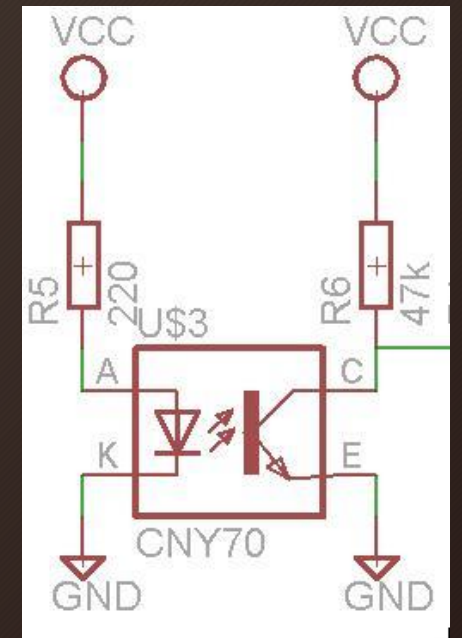
- CNY70



- QRE1113



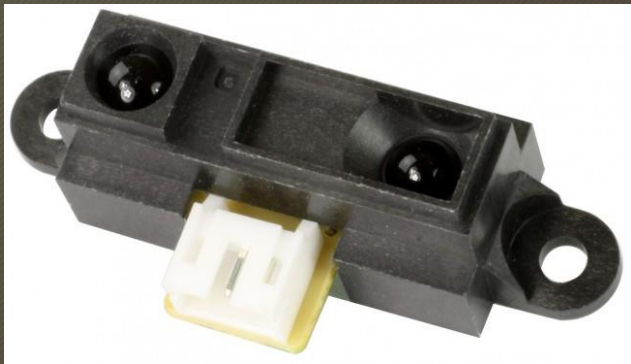
- QRE1114



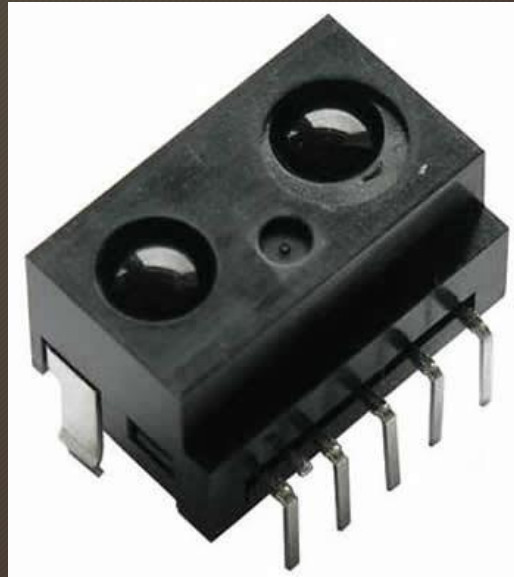
# *SENSORES DE DISTANCIA*

10

- GP2Y0A21



- GP2Y0D340K



- Led + fototransistor

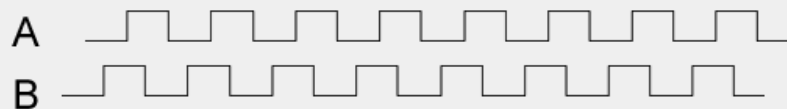
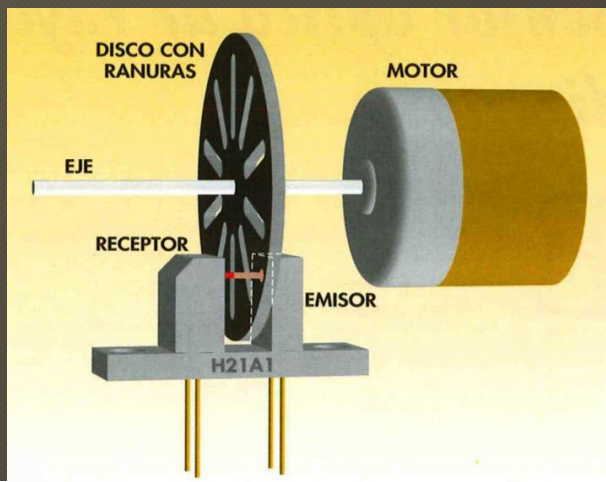




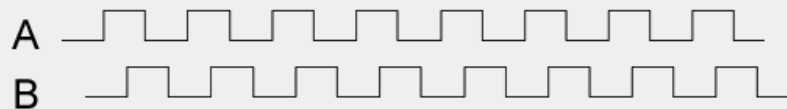
# ENCODERS

11

- Ópticos

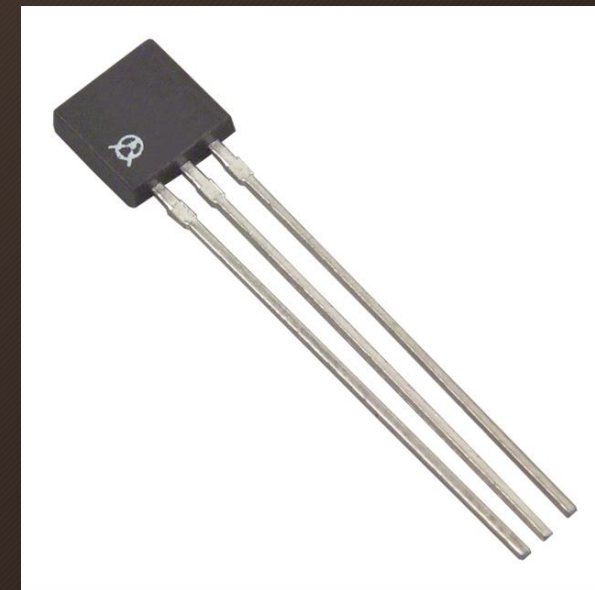
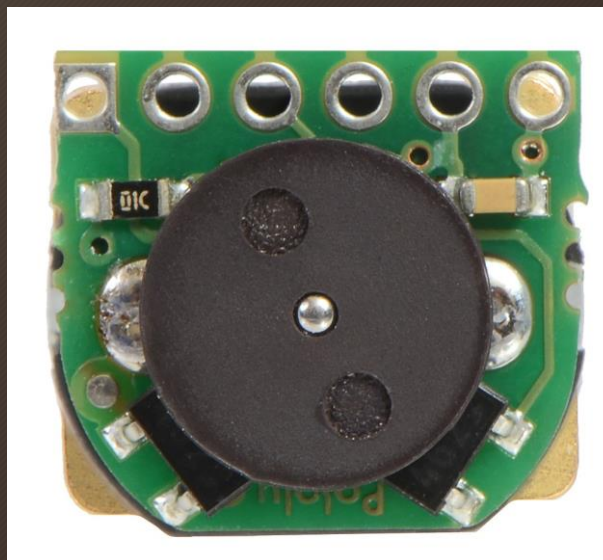


B leads A



A leads B

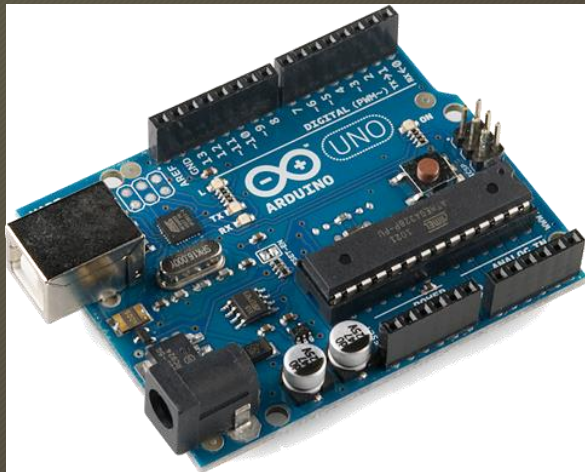
- De efecto Hall



# MICROCONTROLADOR

12

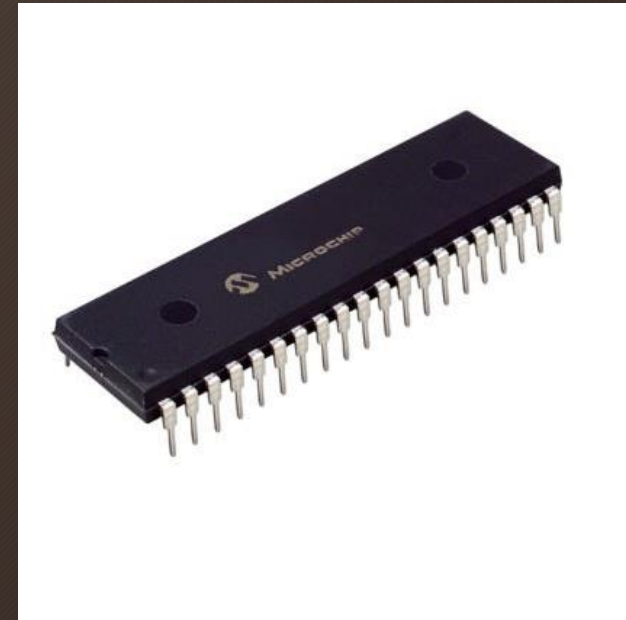
- Arduino



- STM32F0 - F4



- PIC / dsPIC

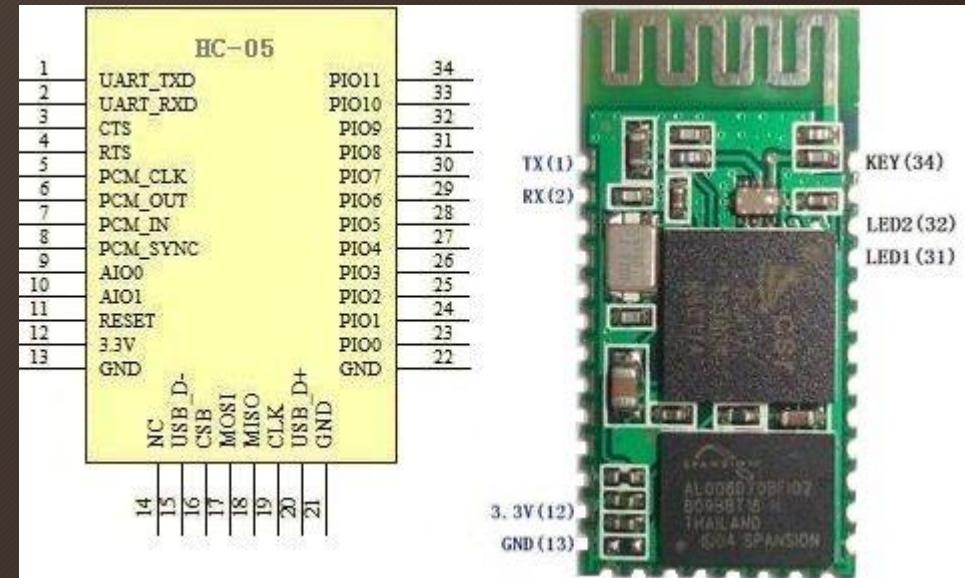
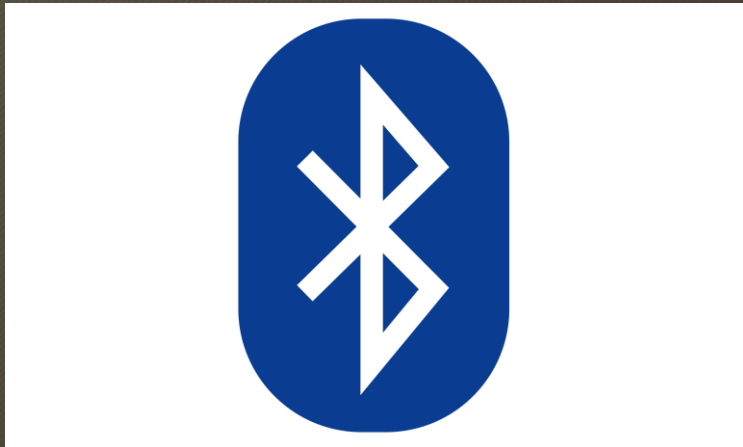




# COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

13

- Bluetooth HC-05
  - Configurable mediante comandos AT
  - Conectado por UART



# *mecánica*

14

- Mecánica en un siguelíneas
- Mecánica en un minisumo

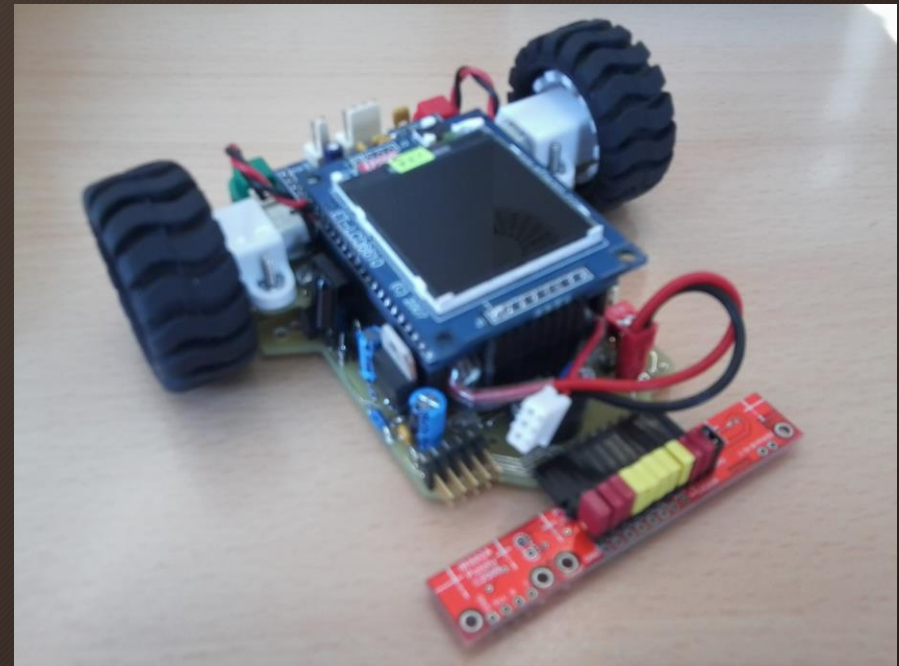




# ***MECÁNICA EN UN SIGUELÍNEAS***

15

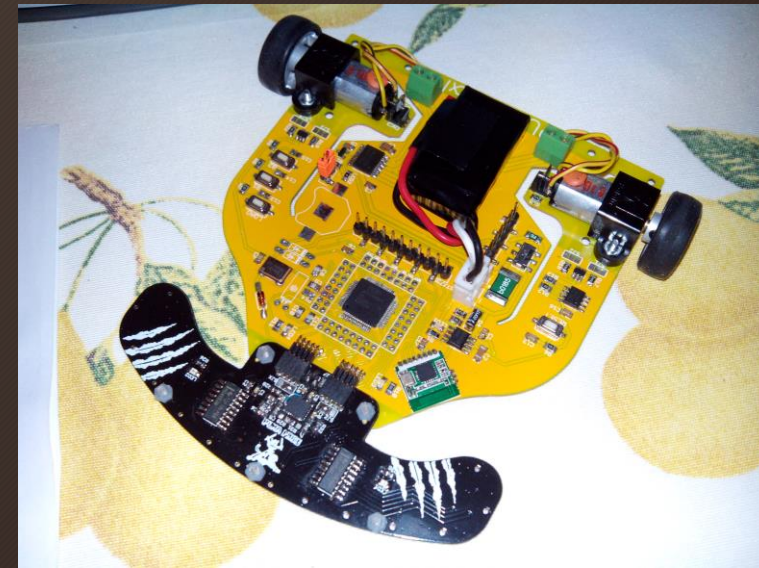
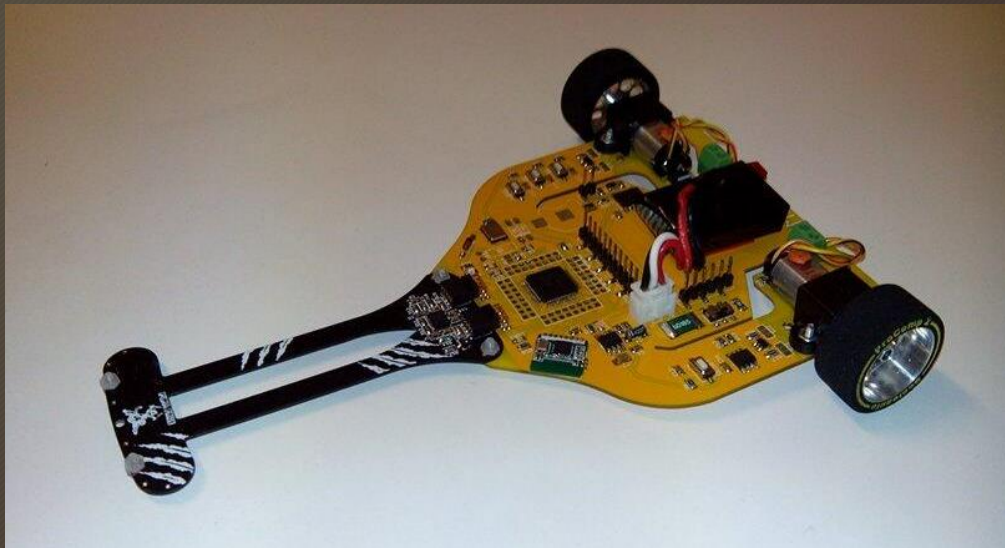
- Dimensiones del siguelíneas
- Peso y centro de masas
- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
- Separación de sensores de línea
- Adherencia de las ruedas



# *mecánica en un SIGUELÍNEAS*

16

- Dimensiones del siguelíneas
  - Distancia entre ruedas
    - Relación de compromiso entre velocidad de respuesta y agarre en curva
  - Distancia entre el eje motriz y los sensores de línea
    - Relación de compromiso entre capacidad de respuesta y anticipación a las curvas





# ***mecánica en un SIGUELÍNEAS***

17

- Peso
  - Demasiado pesado: mayor consumo, más lento, mayor inercia y peor respuesta
  - Demasiado ligero: poco agarre en curvas
- Centro de masas
  - Demasiado adelantado: efecto péndulo en curvas
  - Demasiado atrasado: caballito en aceleraciones



# ***MECÁNICA EN UN SIGUELINEAS***

18

- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
  - Mayor diámetro de rueda o menor reductora -> Menos fuerza y más velocidad
  - Menor diámetro de rueda o mayor reductora -> Más fuerza y menos velocidad

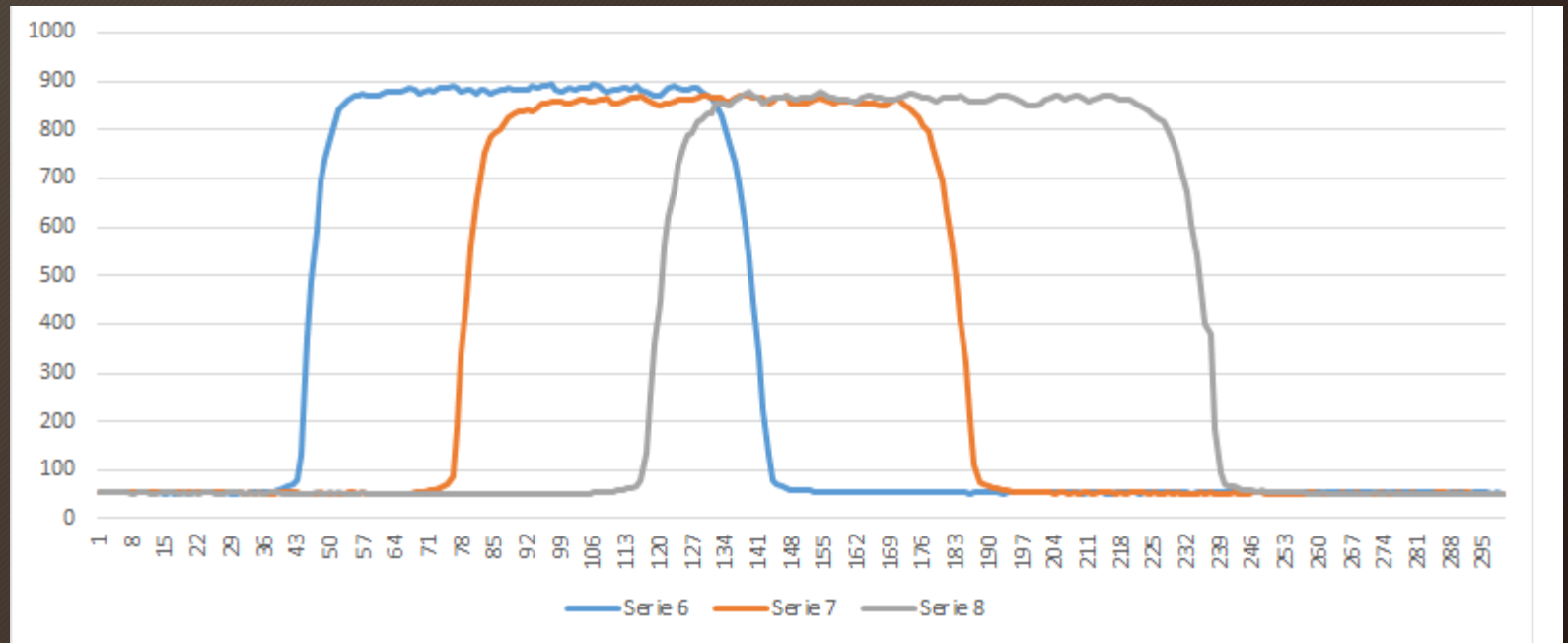
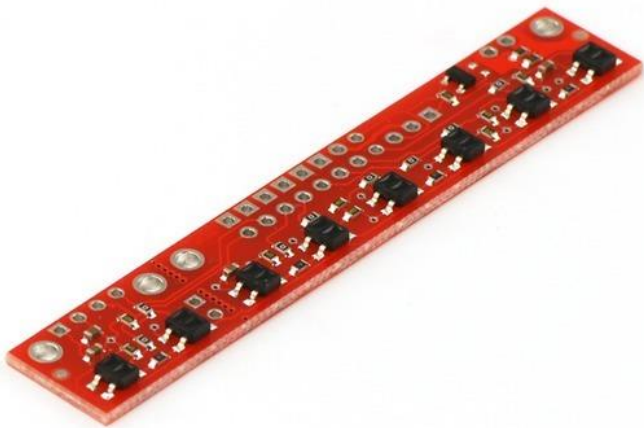
6 V	high-power (HP)  (same specs as 6V HPCB above)	1600 mA	6000 RPM	2 oz-in	<a href="#">5:1 HP 6V</a>	<a href="#">5:1 HP 6V dual-shaft</a>
			3000 RPM	4 oz-in	<a href="#">10:1 HP 6V</a>	<a href="#">10:1 HP 6V dual-shaft</a>
			1000 RPM	9 oz-in	<a href="#">30:1 HP 6V</a>	<a href="#">30:1 HP 6V dual-shaft</a>
			625 RPM	15 oz-in	<a href="#">50:1 HP 6V</a>	<a href="#">50:1 HP 6V dual-shaft</a>
			400 RPM	22 oz-in	<a href="#">75:1 HP 6V</a>	<a href="#">75:1 HP 6V dual-shaft</a>
			320 RPM	30 oz-in	<a href="#">100:1 HP 6V</a>	<a href="#">100:1 HP 6V dual-shaft</a>
			200 RPM	40 oz-in	<a href="#">150:1 HP 6V</a>	<a href="#">150:1 HP 6V dual-shaft</a>
			140 RPM	50 oz-in	<a href="#">210:1 HP 6V</a>	<a href="#">210:1 HP 6V dual-shaft</a>
			120 RPM	60 oz-in	<a href="#">250:1 HP 6V</a>	<a href="#">250:1 HP 6V dual-shaft</a>
			100 RPM	70 oz-in	<a href="#">298:1 HP 6V</a>	<a href="#">298:1 HP 6V dual-shaft</a>
			32 RPM	125 oz-in	<a href="#">1000:1 HP 6V</a>	<a href="#">1000:1 HP 6V dual-shaft</a>



# ***MECÁNICA EN UN SIGUELÍNEAS***

19

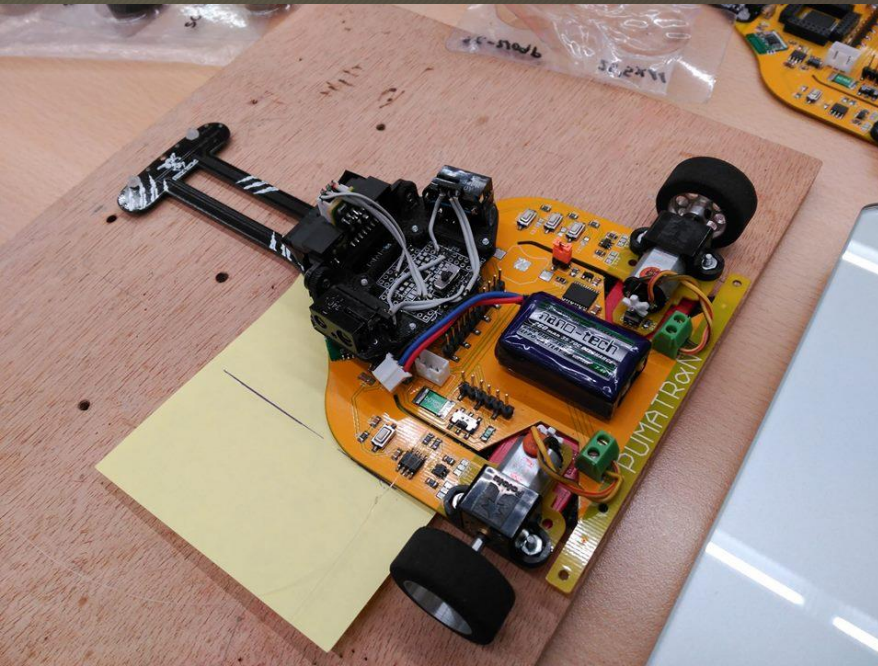
- Separación de sensores de línea
  - Depende de la altura de los sensores y la amplitud del haz del led



# ***MECÁNICA EN UN SIGUELINEAS***

20

- Adherencia de las ruedas
  - Demasiado anchas o demasiados apoyos, hace perder adherencia
  - Cuanto más blandas, mayor agarre

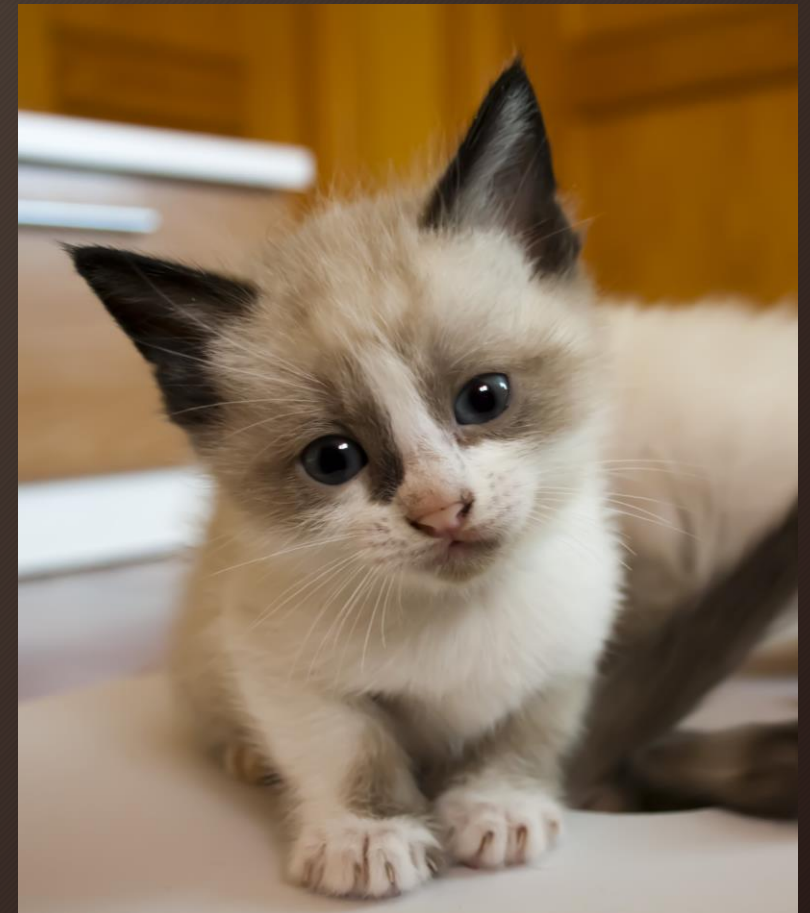




# ***mecánica en un MINISUMO***

21

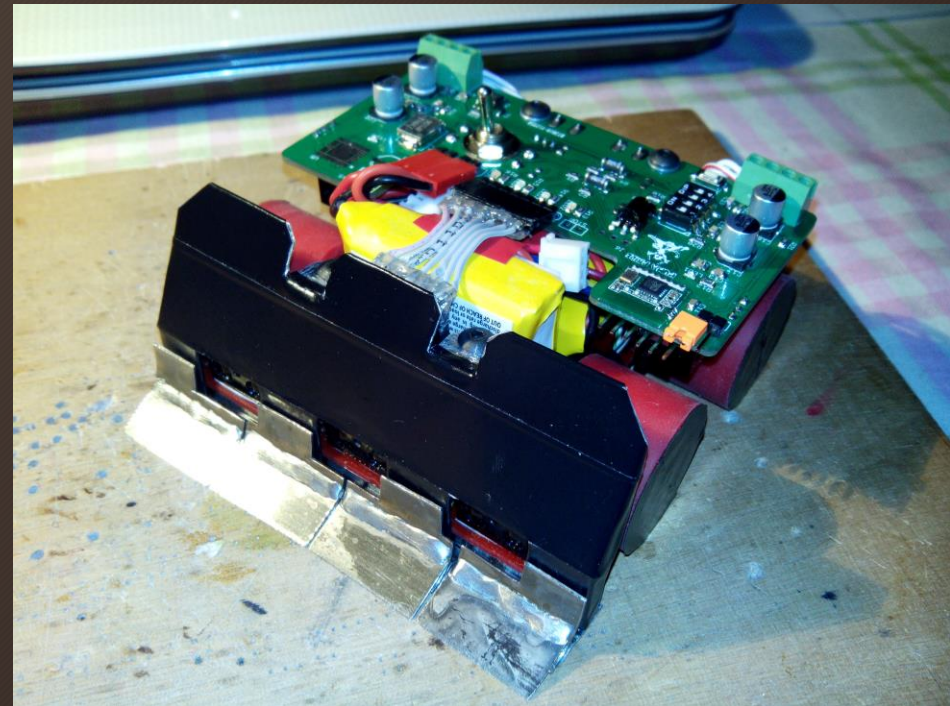
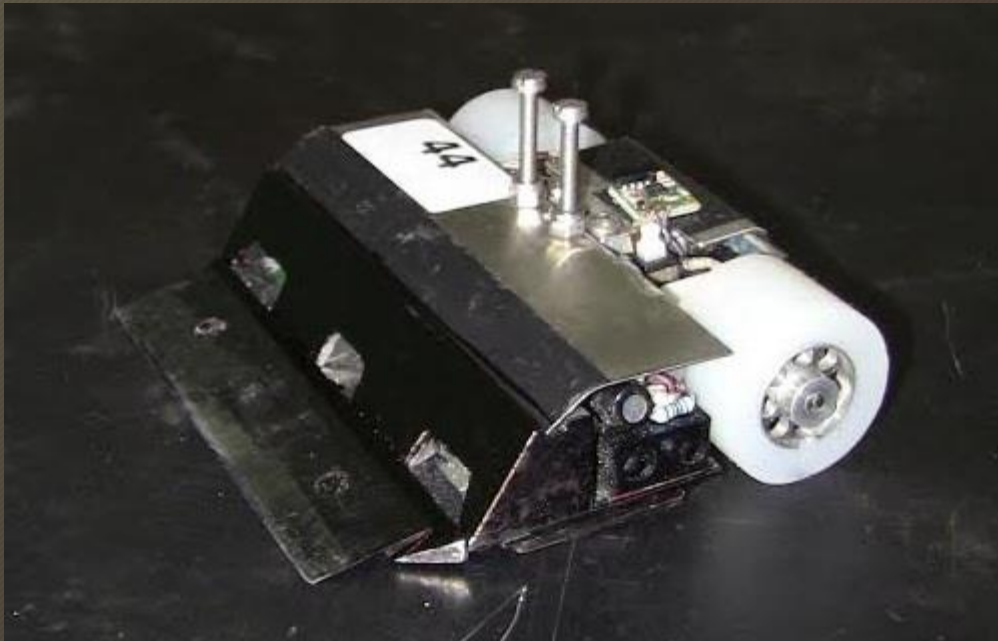
- Distribución de motores
- Dimensiones del minisumo
- Peso y centro de masas
- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
- Colocación de sensores de distancia
- Colocación de sensores de suelo
- Adherencia de las ruedas
- Inclinação de la pala/cuchilla



# *mecánica en un MINISUMO*

22

- Distribución de motores
  - ¿2 o 4 motores?

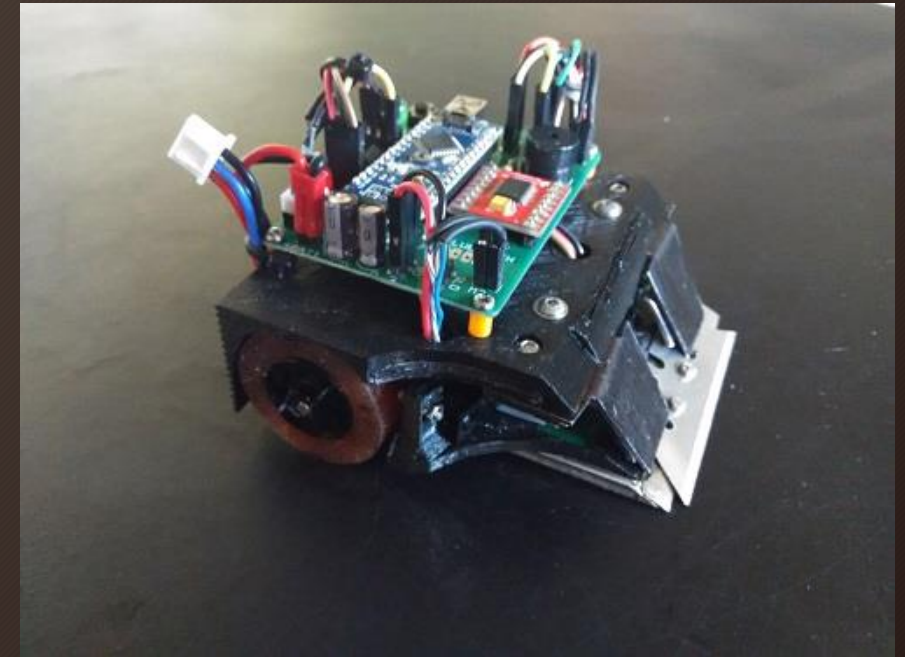




# *mecánica en un minisumo*

23

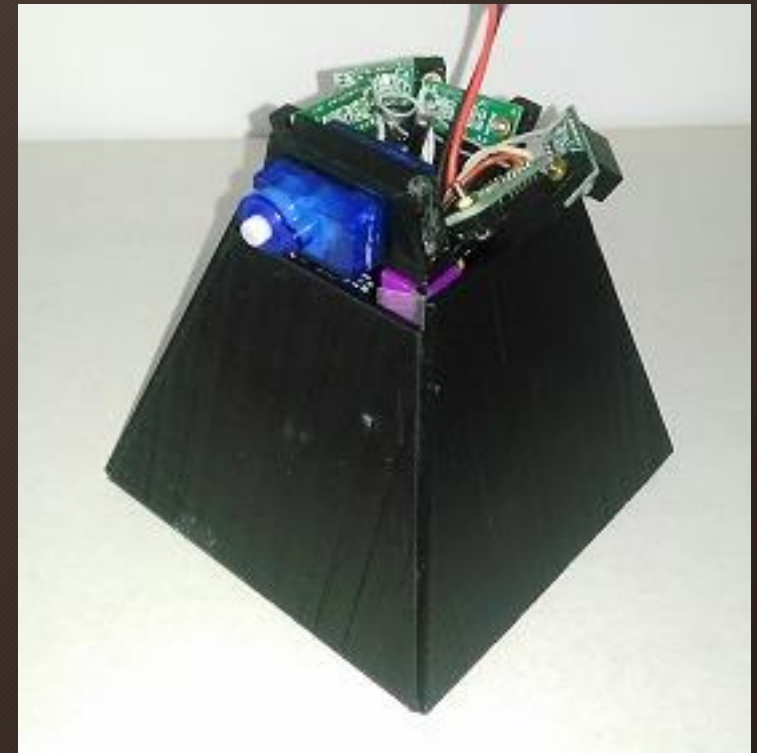
- Dimensiones del minisumo
  - Distancia entre ruedas
    - Pocas opciones... Robot de 10 cm de ancho máximo
  - Distancia entre el eje motriz y la pala/cuchilla
    - Pocas opciones... Robot de 10 cm de largo máximo



# *mecánica en un MINISUMO*

24

- Peso
  - El máximo posible, 500 gr
- Centro de masas
  - Cuanto más bajo, mejor
  - Hacia las ruedas para ganar agarre
  - Hacia la cuña para pasarla por debajo del contrario





# ***mecánica en un MINISUMO***

25

- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
  - Mayor diámetro de rueda o menor reductora -> Menos fuerza y más velocidad
  - Menor diámetro de rueda o mayor reductora -> Más fuerza y menos velocidad

Speed (rpm)	Voltage						
Gear ratio	5	6	7.4	11.1	14.8	18.5	22.2
11.1 :1	709	850	1049	1573	2097	2622	3146
22.2 :1	354	425	524	786	1049	1311	1573
33.3 :1	236	283	350	524	699	874	1049
50 :1	157	189	233	349	466	582	698
83.3 :1	94	113	140	210	279	349	419
100 :1	79	94	116	175	233	291	349
200 :1	39	47	58	87	116	146	175
300 :1	26	31	39	58	78	97	116
600 :1	13	16	19	29	39	49	58

Torque (kg-cm)	Voltage						
Gear ratio	5	6	7.4	11.1	14.8	18.5	22.2
11.1 :1	0.35	0.42	0.52	0.77	1.03	1.29	1.55
22.2 :1	0.70	0.84	1.03	1.55	2.07	2.58	3.10
33.3 :1	1.05	1.26	1.55	2.32	3.10	3.87	4.65
50 :1	1.57	1.89	2.33	3.49	4.65	5.82	6.98
83.3 :1	2.62	3.14	3.88	5.81	7.75	9.69	11.63
100 :1	3.14	3.77	4.65	6.98	9.30	11.63	13.96
200 :1	6.29	7.54	9.30	13.96	18.61	23.26	27.91
300 :1	9.43	11.32	13.96	20.93	27.91	34.89	41.87
600 :1	18.86	22.63	27.91	41.87	55.82	69.78	83.74

# *mecánica en un MINISUMO*

26

- Colocación de sensores de distancia
  - Cuanto más espacio cubran, más posibilidades habrá de ver al oponente

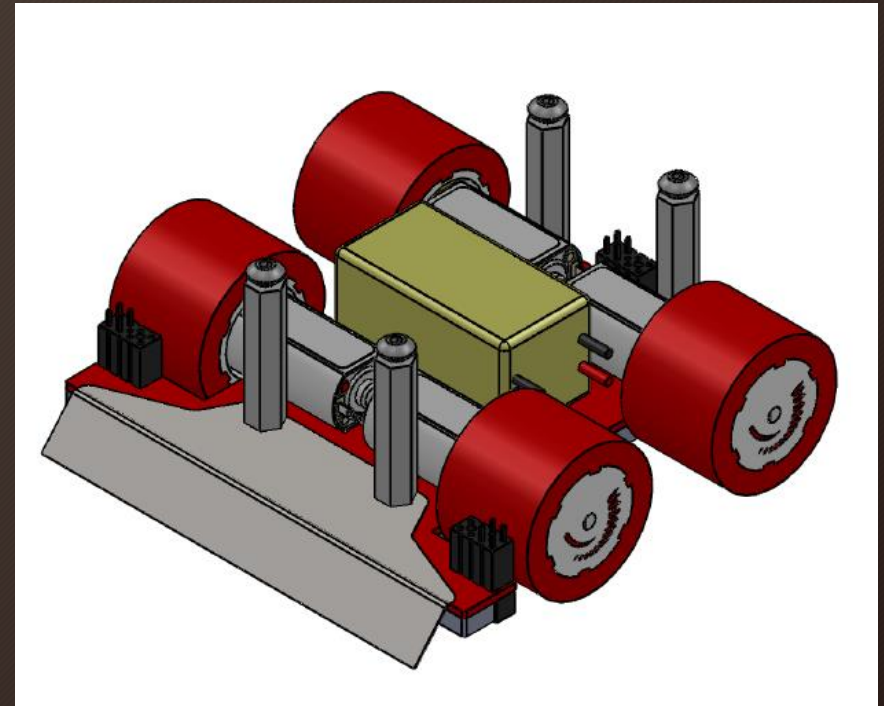




# *mecánica en un MINISUMO*

27

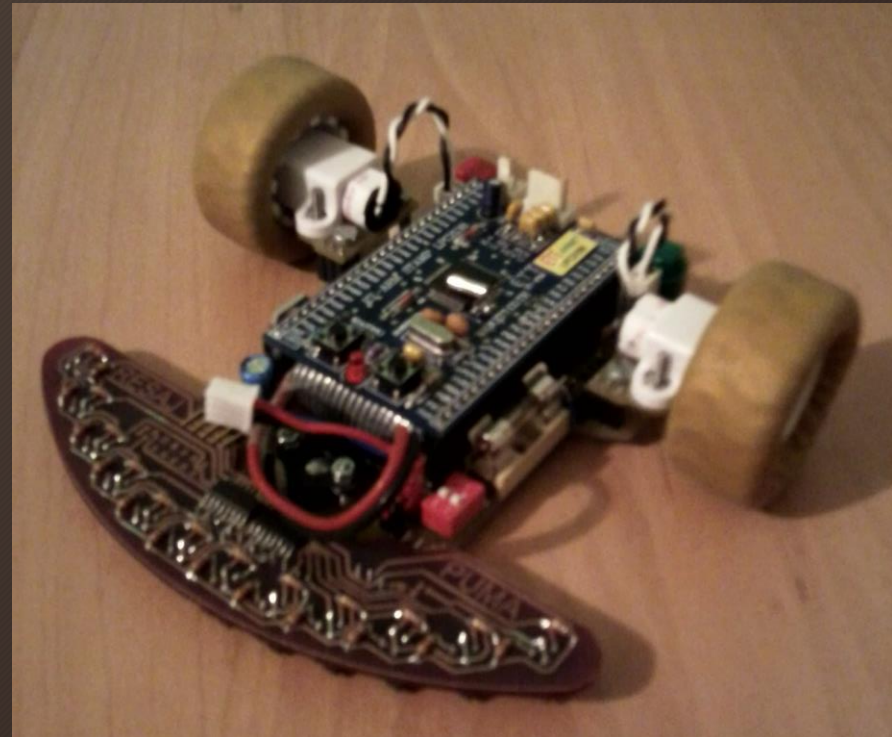
- Colocación de sensores de suelo
  - Dos delante para controlar el borde al avanzar
  - Uno o dos detrás opcionales



# *mecánica en un minisumo*

28

- Adherencia de las ruedas
  - Demasiado anchas o demasiados apoyos, hace perder adherencia
  - Cuanto más blandas, mayor agarre

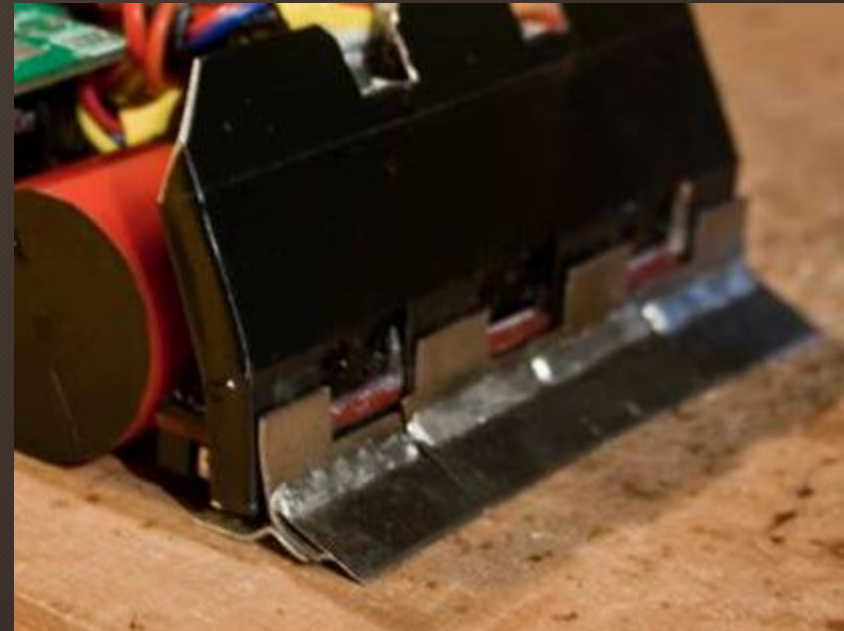




# *mecánica en un minisumo*

29

- Inclínación de la pala/cuchilla
  - Demasiado inclinada, puede dañar el tatami
  - Poco inclinada, fácil de evadir. El contrario pasaría su pala por debajo de nuestro robot



- Algoritmos para seguimiento de líneas o paredes
- ¿Qué es un PID?
- Aplicaciones prácticas de un PID

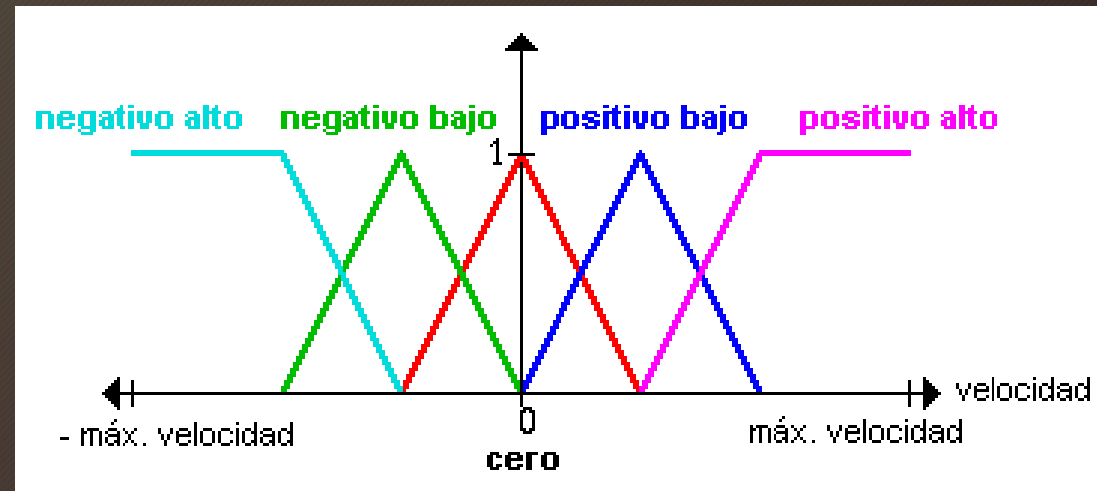




# ALGORITMOS PARA SEGUIMIENTO DE LÍNEAS O PAREDES

31

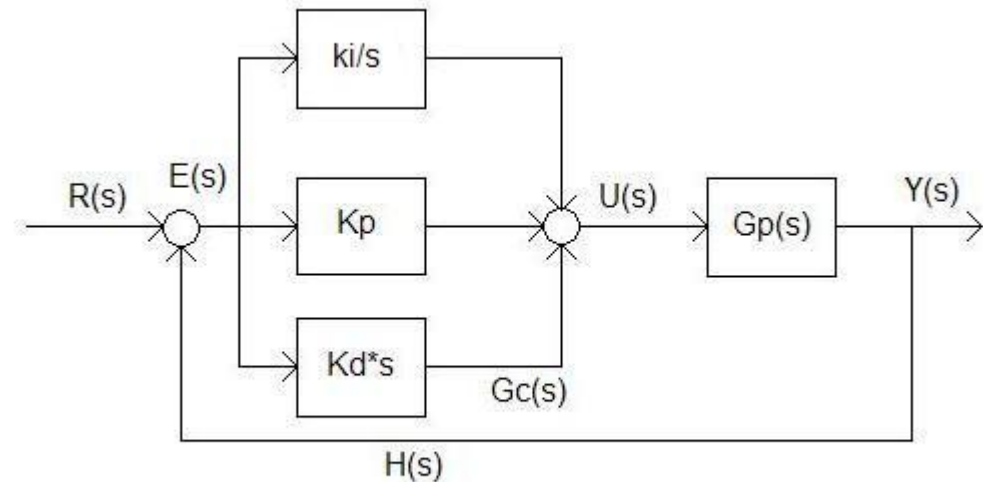
- PID
- Control borroso
- Filtros de partículas
- Algoritmos genéticos
- ...



# ¿QUÉ ES UN PID?

32

- Proporcional
  - Detecta el error de posición
- Integral
  - Detecta el error acumulado
- Derivativo
  - Detecta la variación del error de posición

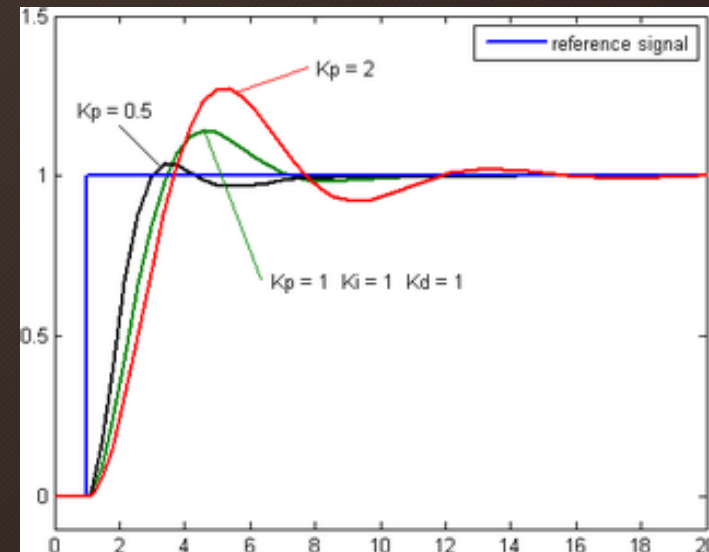




# APLICACIÓN PRÁCTICA DE UN PID

33

- Proporcional = posición - posición\_central
- Integral = integral + proporcional
  - Saturar integral para no hacer inestable el algoritmo
- Derivativo = proporcional - proporcional\_anterior
  - Actualizar proporcional\_anterior = proporcional
- Error =  $k_p * \text{proporcional} + k_i * \text{integral} + k_d * \text{derivativo}$



# REFERENCIAS

34

- GitHub
  - Javier Baliñas: supernudo
    - TFC
  - Rubén Espino: Resaj
  - Javier Isabel: JavierIH
- Puma Pride: puma-pride
- EuRobotics Engineering: eurobotics



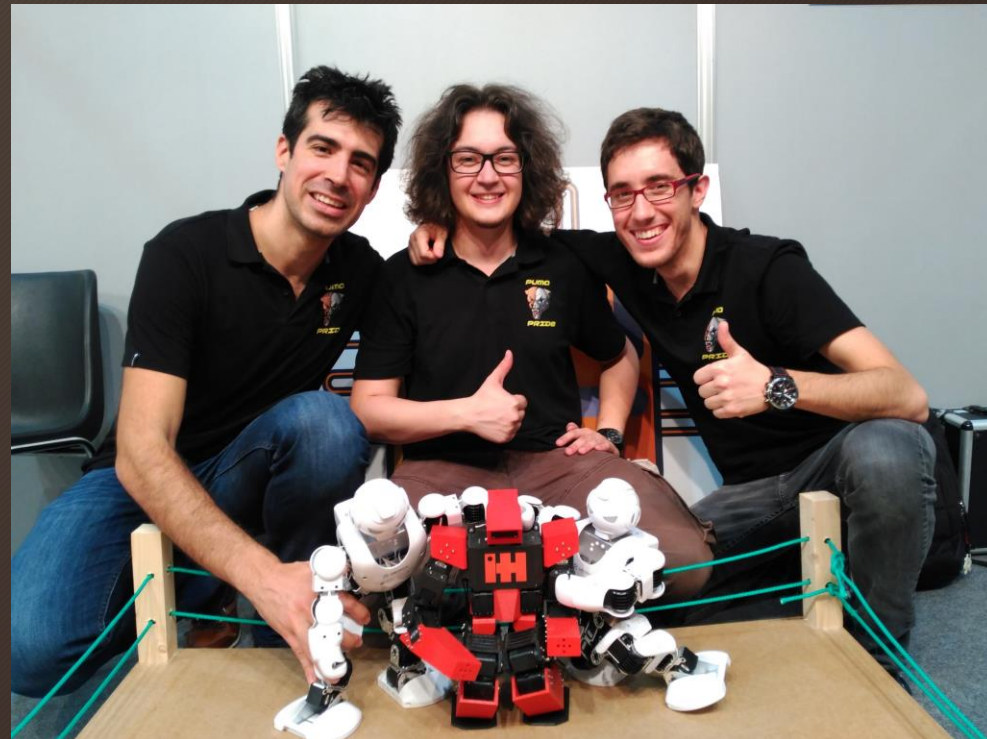
- Facebook
  - @pumaprideteam
- Twitter
  - Javier Baliñas: @supernudo
  - Rubén Espino: @RugidoDePuma
  - Javier Isabel: @JavierIH



# RESUMIENDO EN 4 IES...

35

- Para hacer un robot de competición, hace falta:
  - Internet
  - Investigación
  - Intuición
  - Iniciativa



GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN 😊

