

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

- Hardware
- Mecánica
- Software
- Referencias



HARDWARE

5

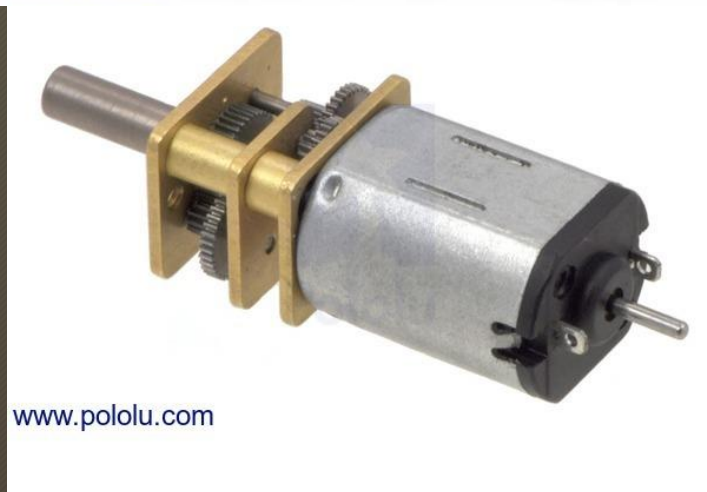
- Motores
- Drivers de motores
- Baterías
- Sensores
 - de línea/suelo
 - de distancia
 - encoders
- Microcontrolador
- Comunicación inalámbrica



MOTORES

6

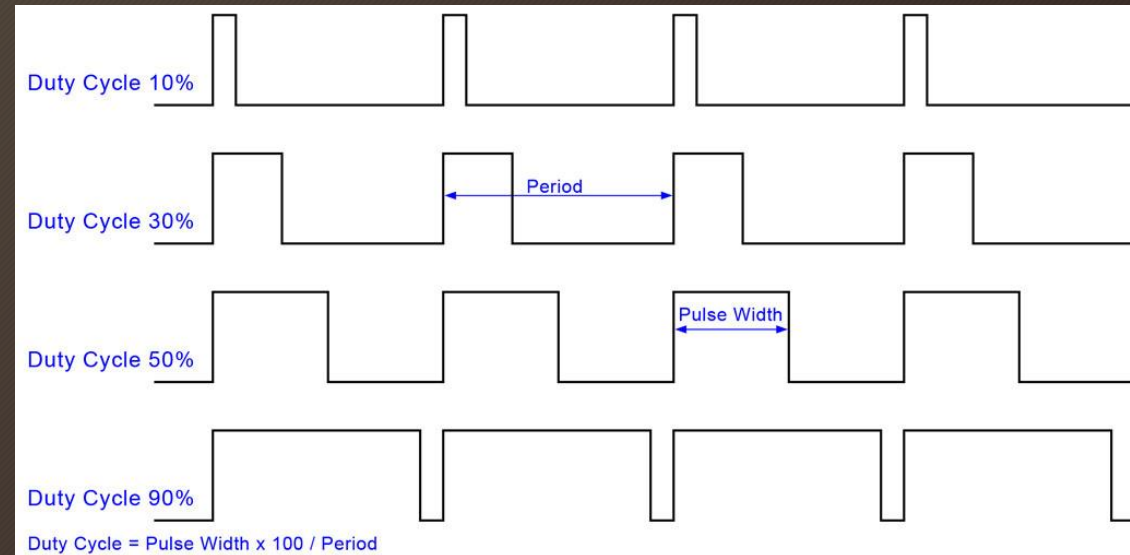
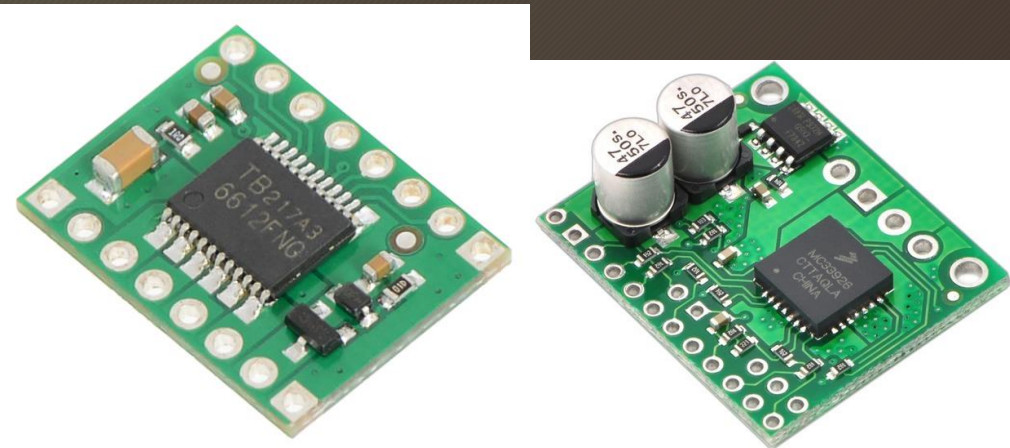
- Velocidad
- Fuerza
- Tamaño
- Peso
- Tensión de alimentación
- Corriente que consume



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

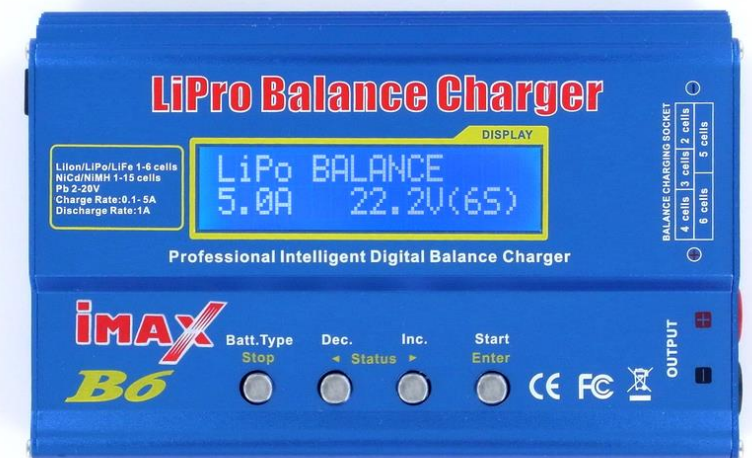


- PWM para controlar el motor con señal digital
- Aplicar una PWM de alta frecuencia equivale a aplicar el valor medio de señal de la PWM

BATERÍAS

8

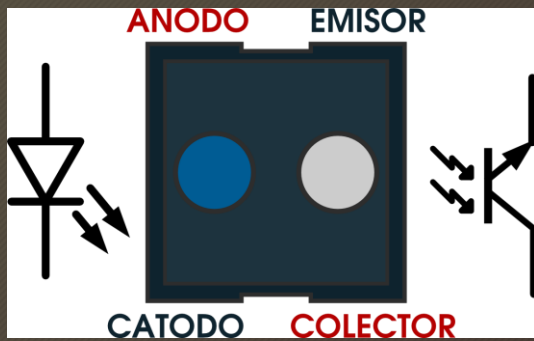
- Baterías Lipo
- Alta capacidad de descarga
- Son peligrosas. No cortocircuitar ni golpear
- Celdas de 3,7V (llegan a 4,2V), no deben bajar de 3V
- Carga balanceada
- Relación de compromiso entre el peso de la batería (o peso total del robot) y la autonomía
 - $2200 \text{ mAh} * 25 \text{ C} = 55 \text{ A}$ (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

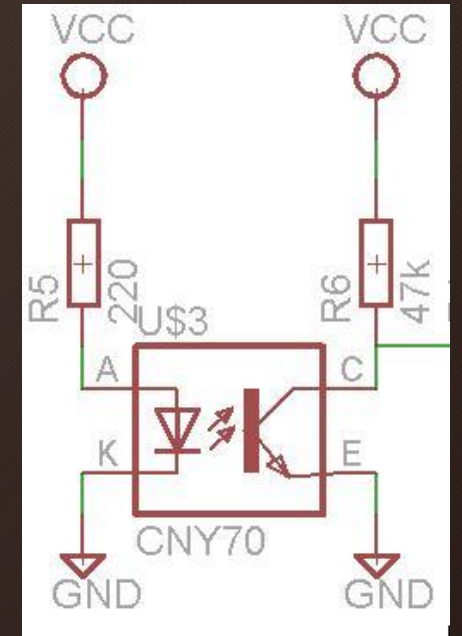
- CNY70



- QRE1113



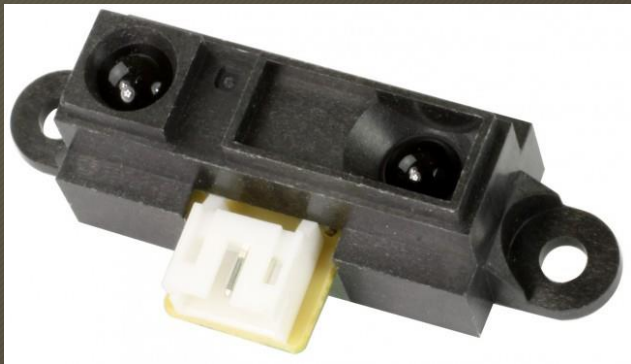
- QRE1114



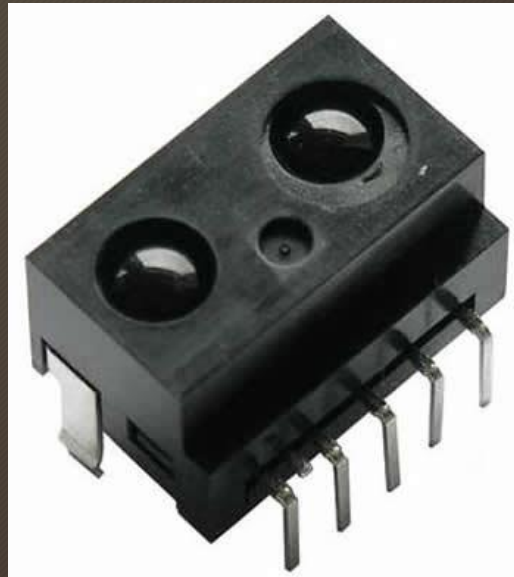
SENSORES DE DISTANCIA

10

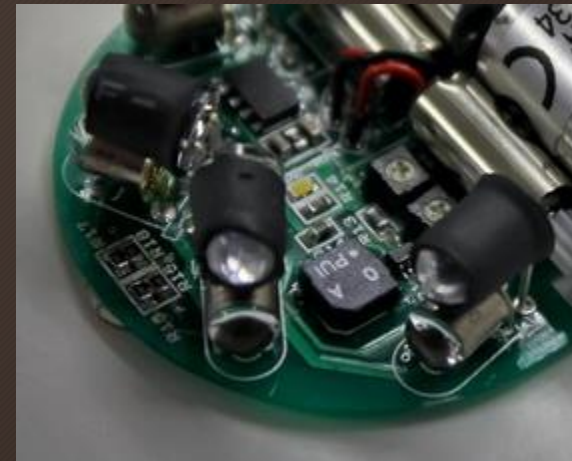
- GP2Y0A21



- GP2Y0D340K



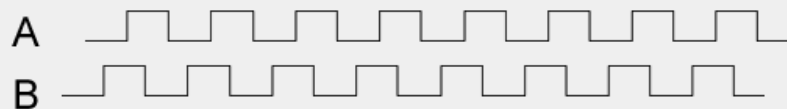
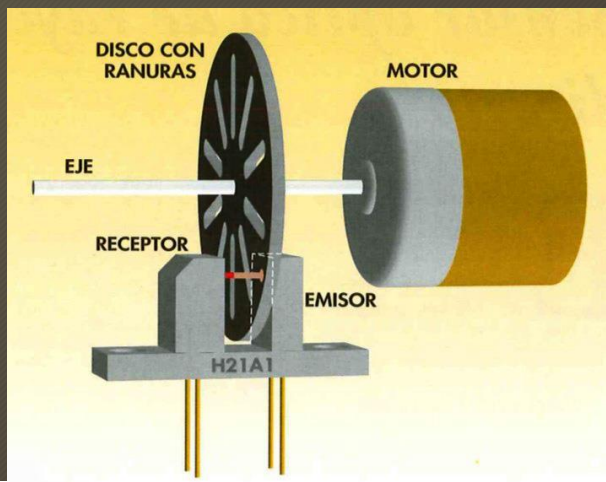
- Led + fototransistor



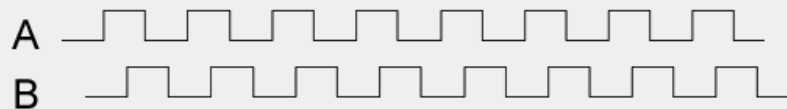
ENCODERS

11

- Ópticos

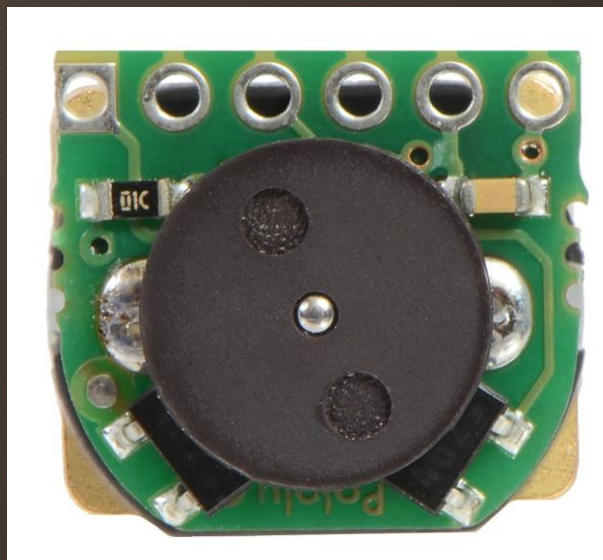


B leads A



A leads B

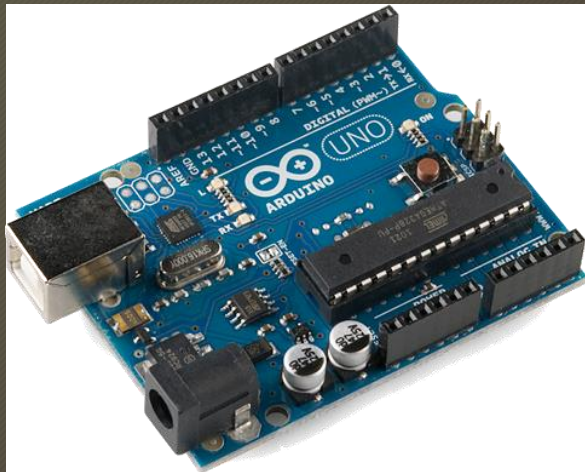
- De efecto Hall



MICROCONTROLADOR

12

- Arduino



- STM32F0 - F4



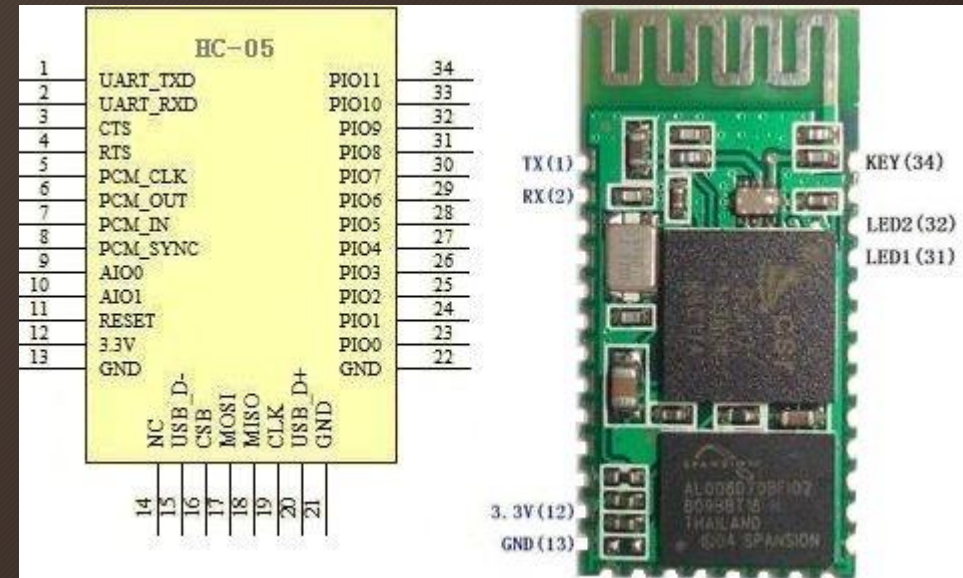
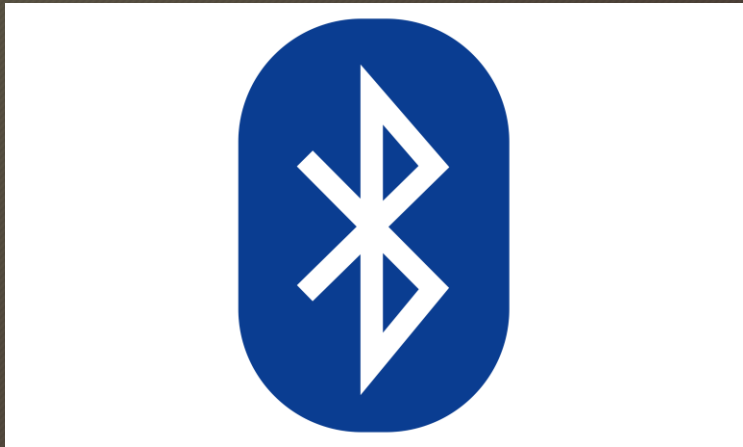
- PIC / dsPIC



COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

13

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



mecánica

14

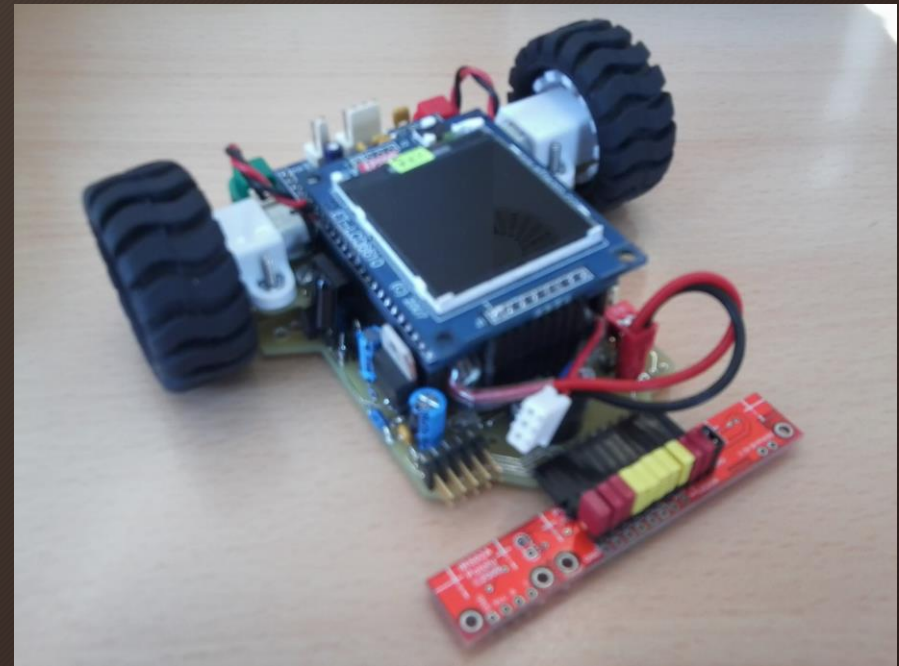
- Mecánica en un siguelíneas
- Mecánica en un minisumo



MECÁNICA EN UN SIGUELÍNEAS

15

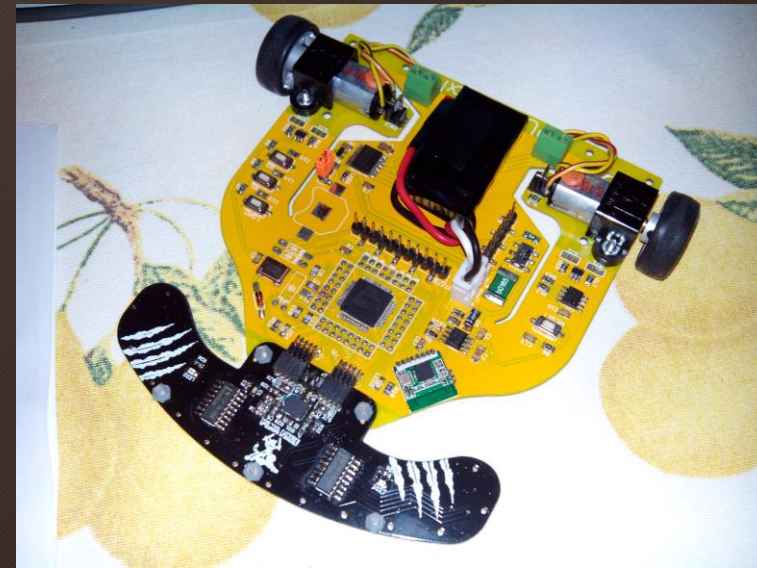
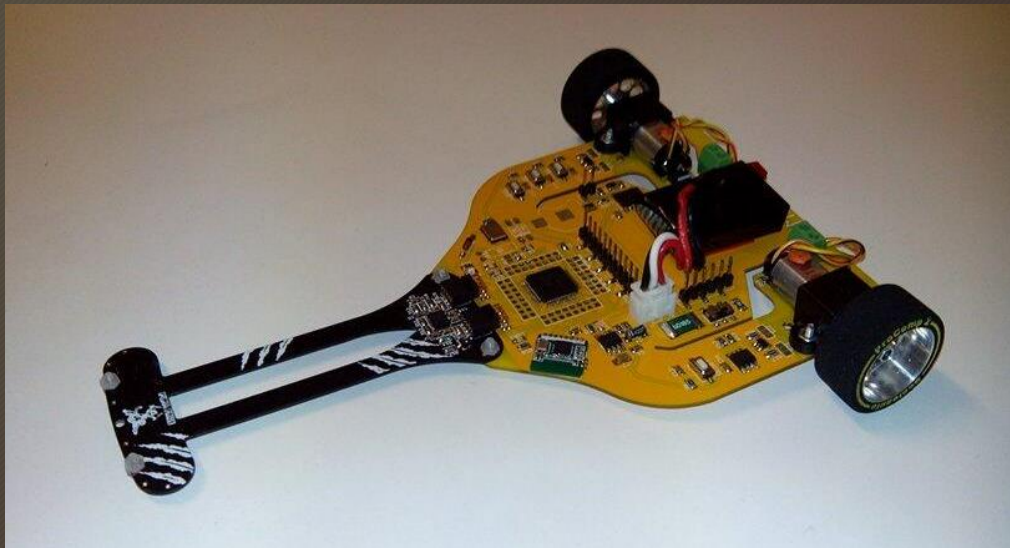
- Dimensiones del siguelíneas
- Peso y centro de masas
- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
- Separación de sensores de línea
- Adherencia de las ruedas



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 SIGUELÍNEAS

18

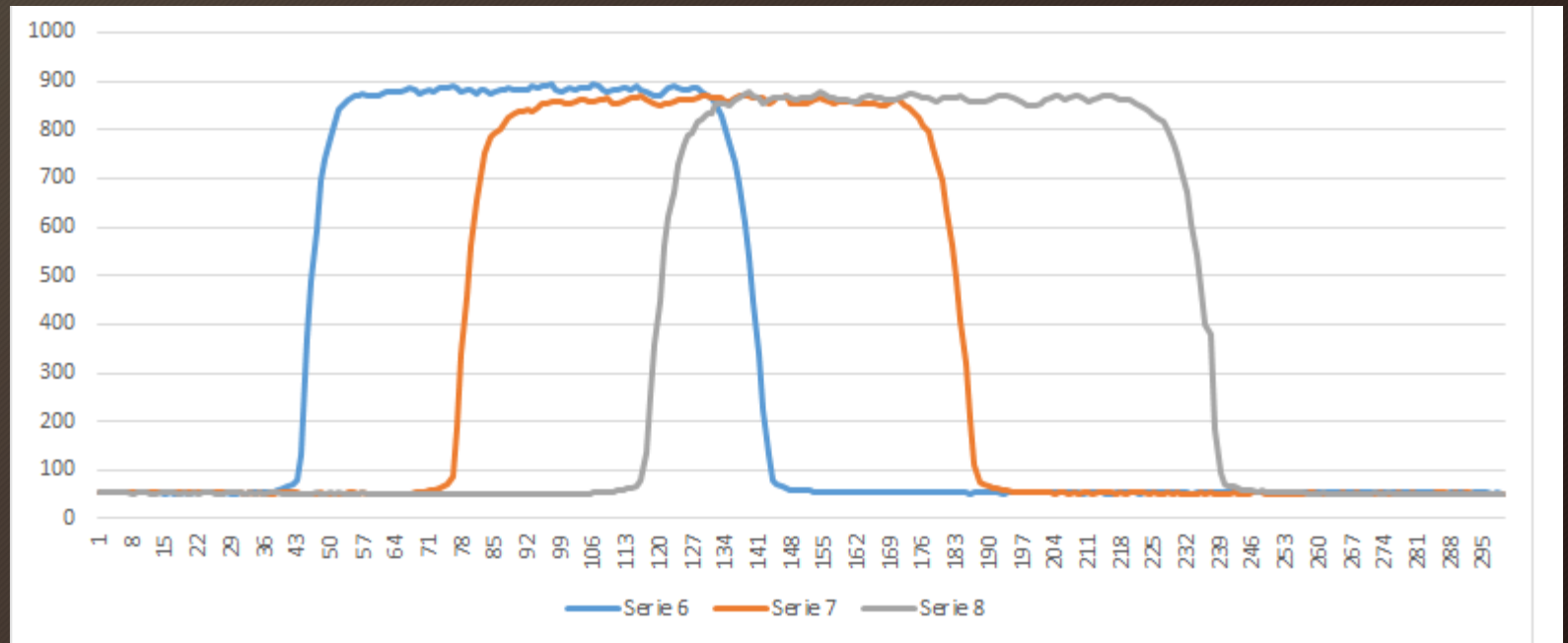
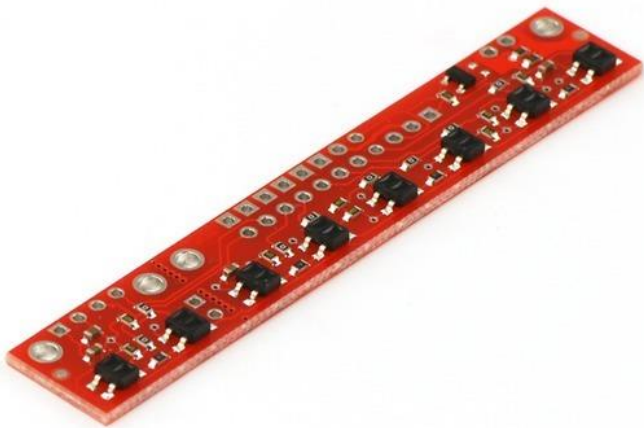
- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
 - Mayor diámetro de rueda o menor reductora -> Menos fuerza y más velocidad
 - Menor diámetro de rueda o mayor reductora -> Más fuerza y menos velocidad

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

MECÁNICA EN UN SIGUELÍNEAS

19

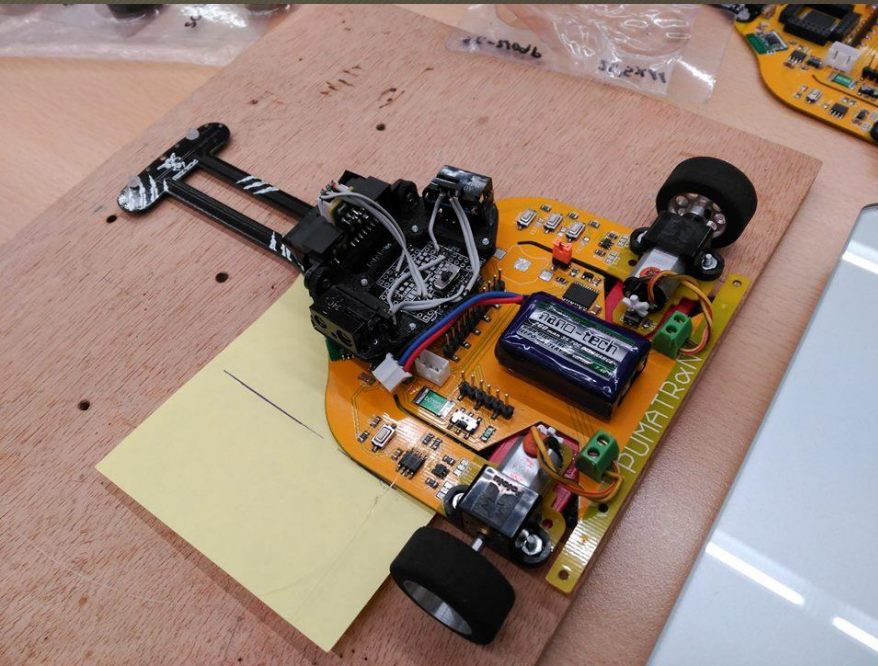
- Separación de sensores de línea
 - Depende de la altura de los sensores y la amplitud del haz del led



MECÁNICA EN UN SIGUELÍNEAS

20

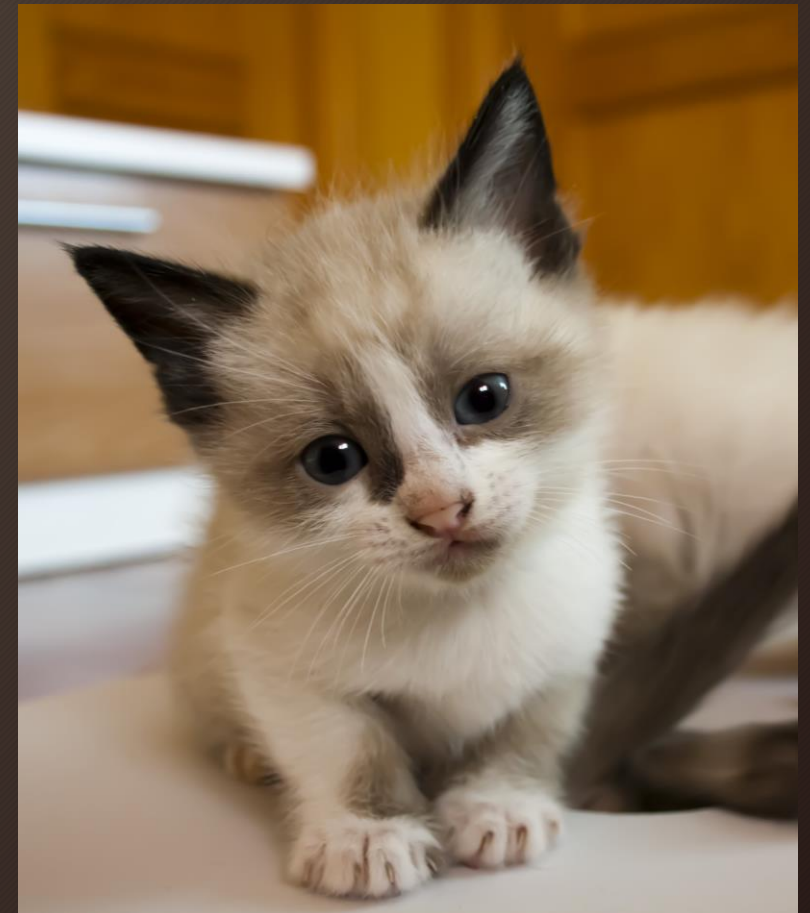
- Adherencia de las ruedas
 - Demasiado anchas o demasiados apoyos, hace perder adherencia
 - Cuanto más blandas, mayor agarre



mecánica en un MINISUMO

21

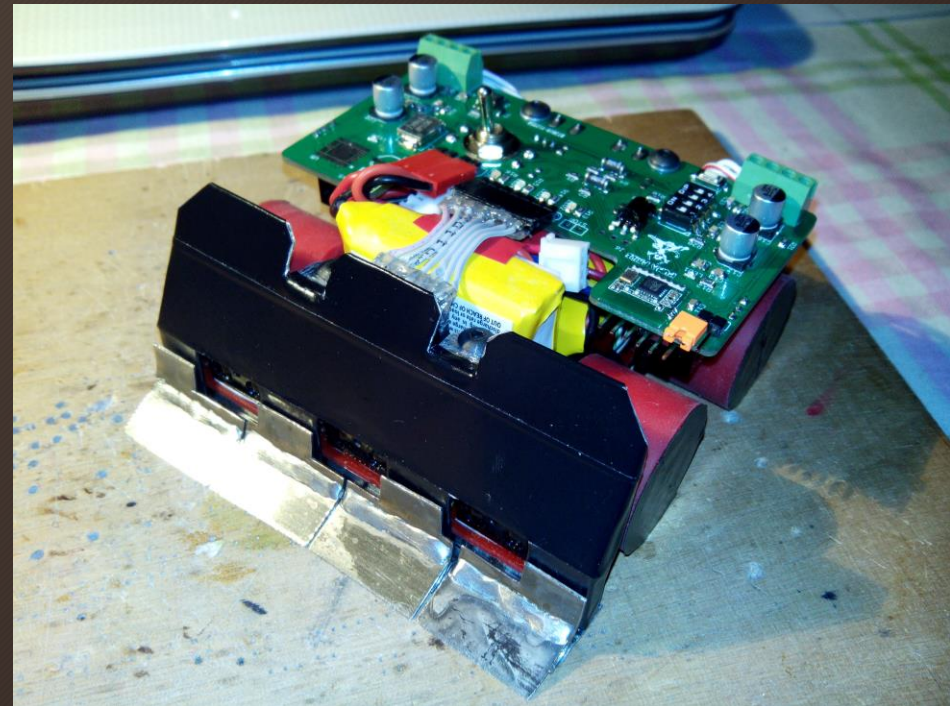
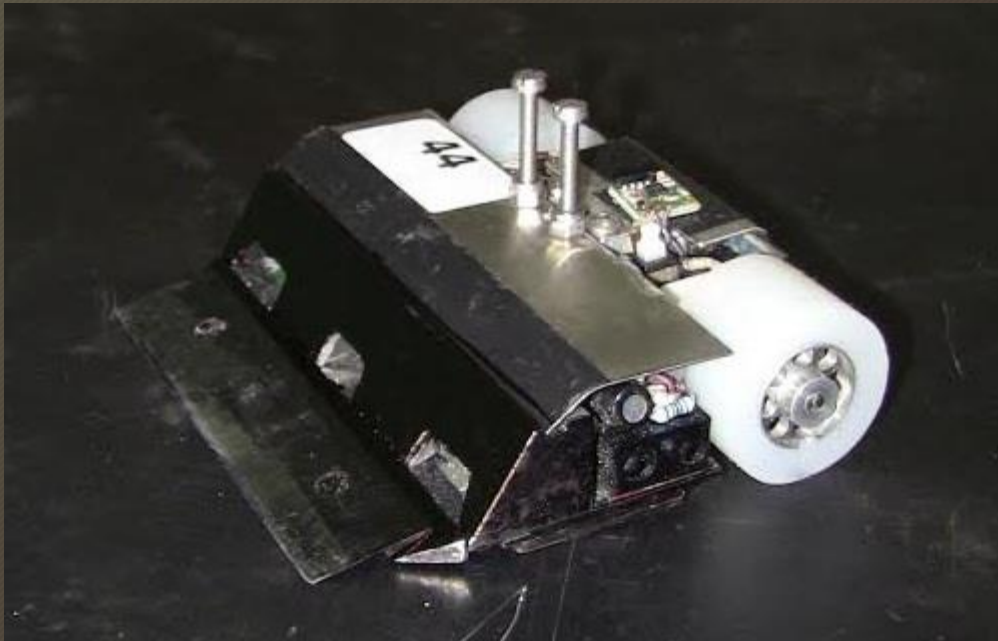
- Distribución de motores
- Dimensiones del minisumo
- Peso y centro de masas
- Reductora de motores y diámetro de las ruedas
- Colocación de sensores de distancia
- Colocación de sensores de suelo
- Adherencia de las ruedas
- Inclinação de la pala/cuchilla



mecánica en un MINISUMO

22

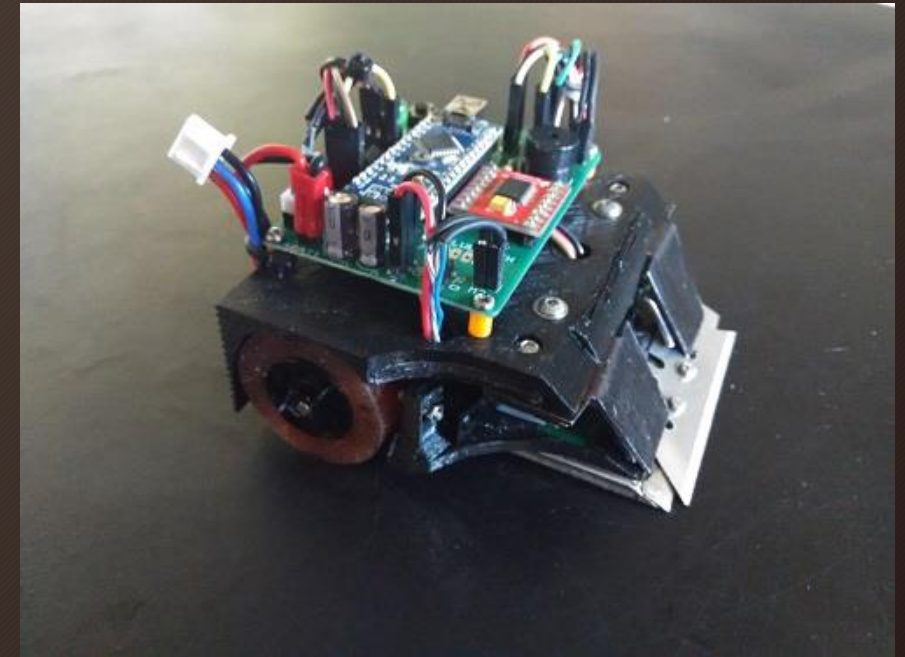
- Distribución de motores
 - ¿2 o 4 motores?



mecánica en un minisumo

23

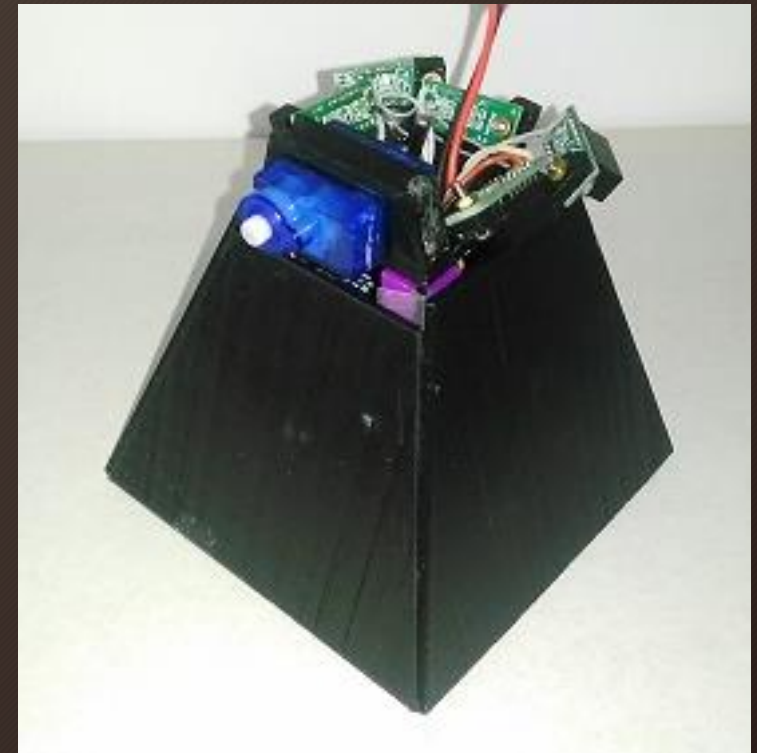
- Dimensiones del minisumo
 - Distancia entre ruedas
 - Pocas opciones... Robot de 10 cm de ancho máximo
 - Distancia entre el eje motriz y la pala/cuchilla
 - Pocas opciones... Robot de 10 cm de largo máximo



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

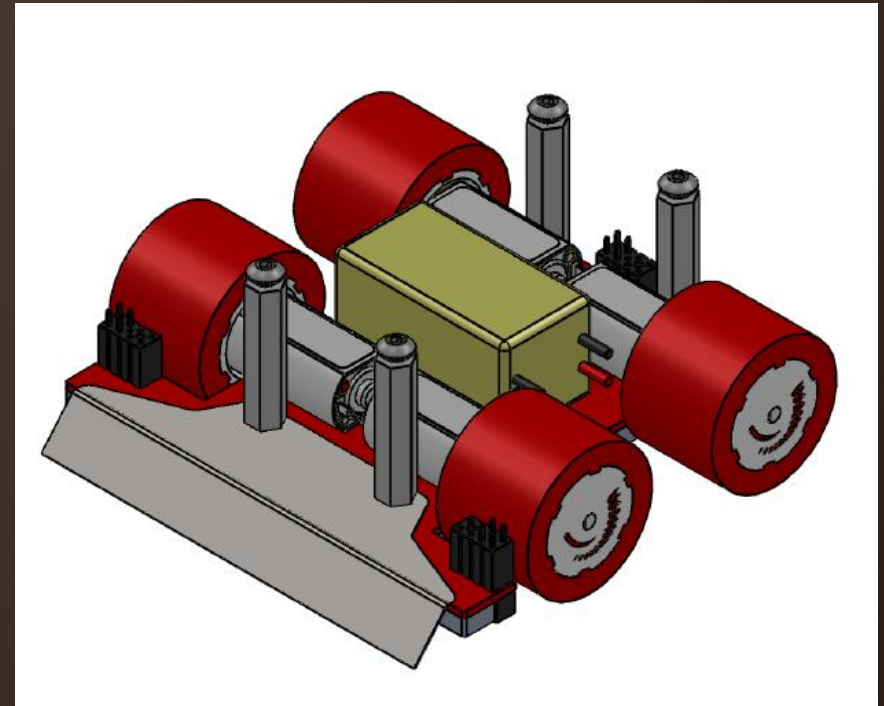
- Colocación de sensores de distancia
 - Cuanto más espacio cubran, más posibilidades habrá de ver al oponente



mecánica en un MINISUMO

27

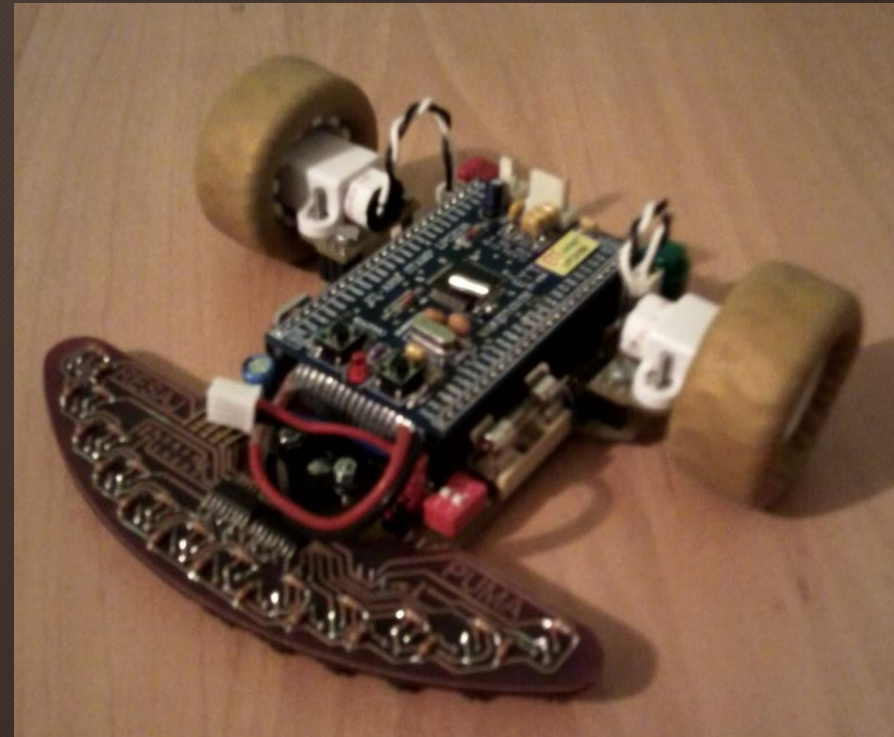
- Colocación de sensores de suelo
 - Dos delante para controlar el borde al avanzar
 - Uno o dos detrás opcionales



mecánica en un minisumo

28

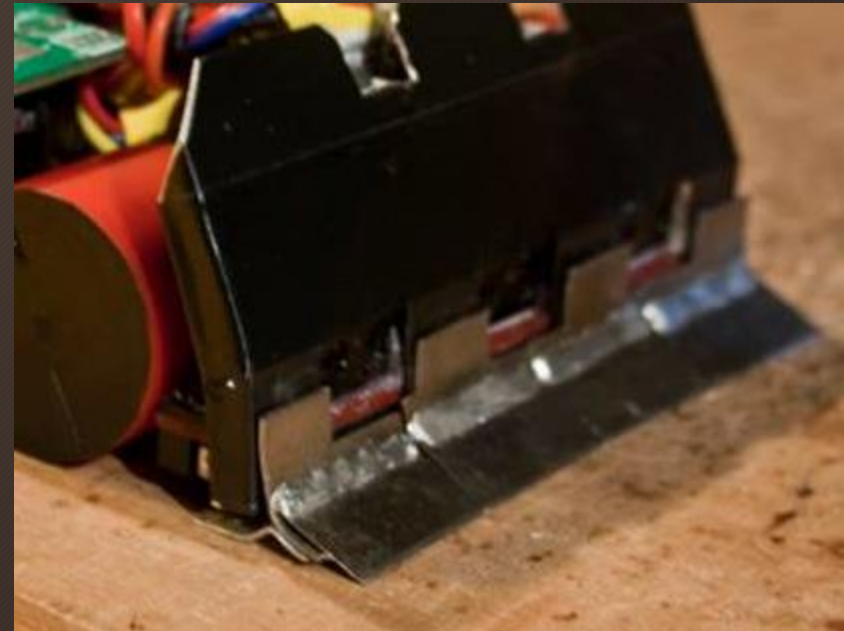
- Adherencia de las ruedas
 - Demasiado anchas o demasiados apoyos, hace perder adherencia
 - Cuanto más blandas, mayor agarre



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



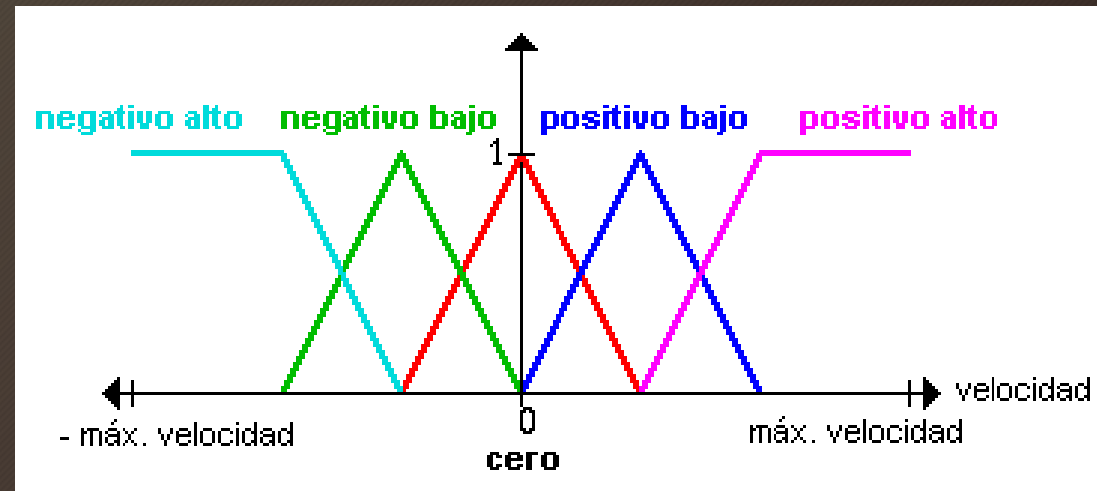
- Algoritmos para seguimiento de líneas o paredes
- ¿Qué es un PID?
- Aplicaciones prácticas de un PID



ALGORITMOS PARA SEGUIMIENTO DE LÍNEAS O PAREDES

31

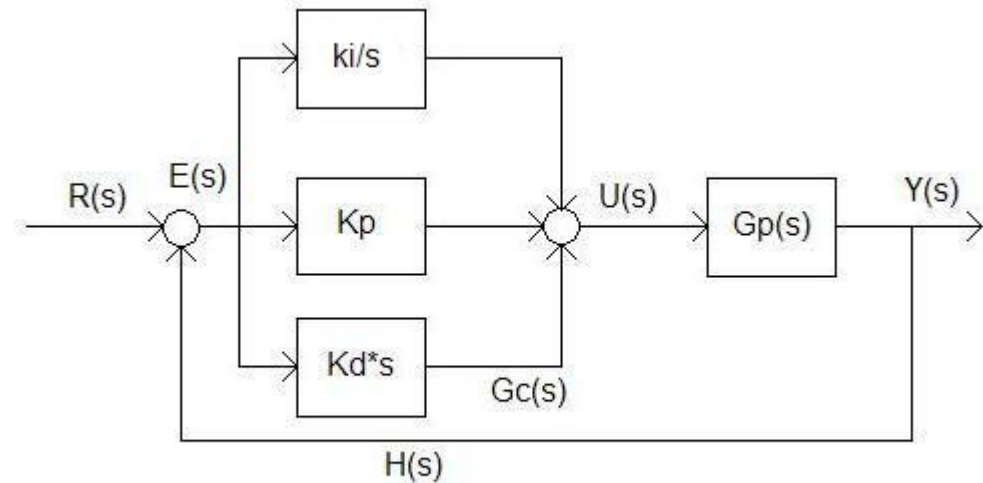
- PID
- Control borroso
- Filtros de partículas
- Algoritmos genéticos
- ...



¿QUÉ ES UN PID?

32

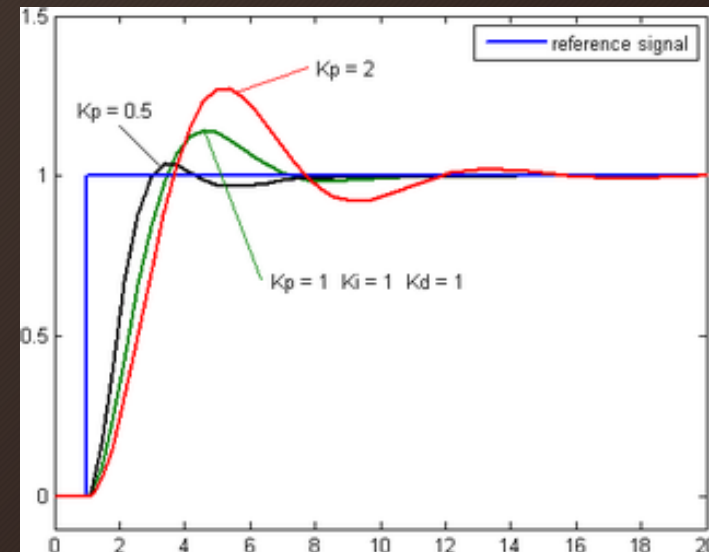
- Proporcional
 - Detecta el error de posición
- Integral
 - Detecta el error acumulado
- Derivativo
 - Detecta la variación del error de posición



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

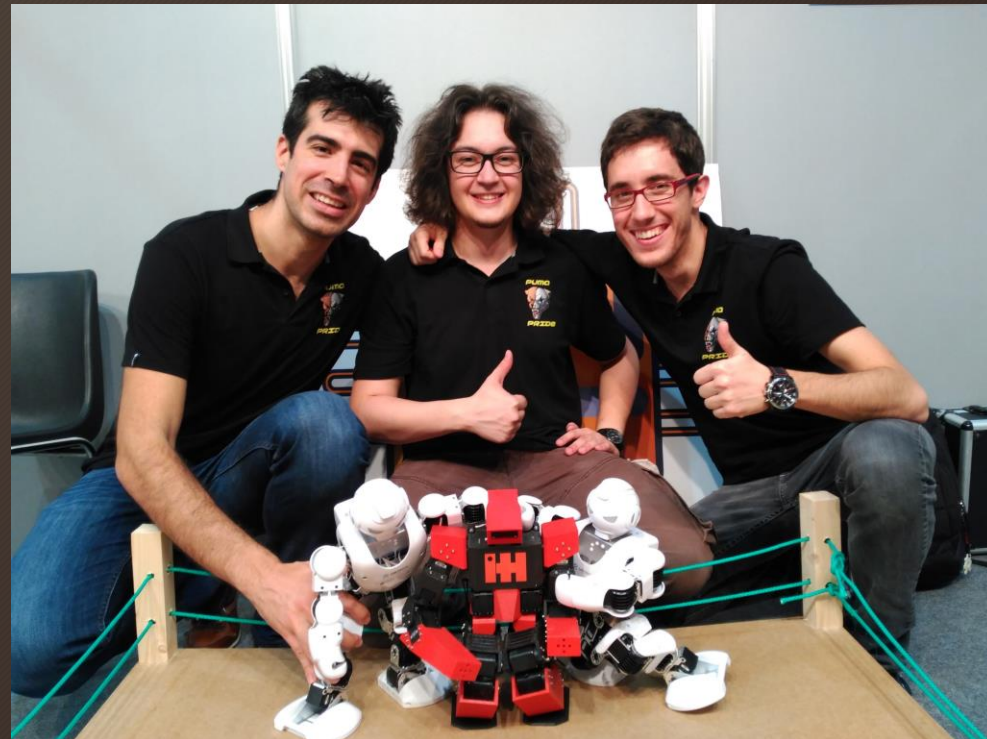


- Facebook
 - @pumaprideteam
- Twitter
 - Javier Baliñas: @supernudo
 - Rubén Espino: @RugidoDePuma
 - Javier Isabel: @JavierIH

RESUMIENDO EN 4 IES...

35

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



GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN 😊

