

Robótica Embebida

Construcción de Robots

Facultad de Ingeniería
Instituto de Computación

Contenido

- Introducción
- Diseño mecánico
- Diseño eléctrico
- Proceso de construcción
- Ejemplo de Construcción
El robot Butiá

Introducción

El diseño y la construcción son por lo general procesos iterativos, con prototipos intermedios (¿descartables?) → \$\$\$

Cumplir objetivos particulares

Desarrollo en etapas

Proceso

Requerimientos (¿qué tiene que hacer?)

- Parte de la letra

Análisis (¿cuáles son los problemas?)

Diseño (¿cómo se resuelven?)

- Simulación
- Síntesis de otros modelos (anteriores?)

Implementación

Locomoción

Diferentes actuadores:

- Ruedas: rodar
 - Piernas: caminar, arrastrarse, trepar, saltar, etc
 - Brazos: arrastrarse, trepar
 - Aletas: nadar
- Locomoción con piernas es un problema muy grande para la robótica
 - El robot tiene que ser estable estática y dinámicamente

Estabilidad

Es la habilidad de no caerse.

- Estabilidad Estática: refiere a permanecer parado sin moverse.
- Estabilidad Dinámica: refiere a que se necesita moverse activamente para mantenerse estable o de pie.
- Caminata estática: refiere a permanecer estáticamente equilibrado todo el tiempo.

Estabilidad

- Polígono de sustentación
 - Proyección del centro de masa en el PS
 - Bípedos – Punto de momento cero
- Se definen varios márgenes de estabilidad basándose en la geometría del robot en cada instante.

Ejemplos

- Robot Móvil, terreno continuo, entorno no accesible a humanos, tareas de duración corta (del orden de horas).



Ejemplos

- Robot Móvil, terreno continuo, entorno no accesible a humanos, tareas de duración corta (del orden de horas).
- Robot Móvil, terreno discontinuo o con escaleras, entorno accesible a humanos, tareas supervisadas.



Ejemplos

- Robot Móvil, terreno continuo, entorno no accesible a humanos, tareas de duración corta (del orden de horas).
- Robot Móvil, terreno discontinuo o con escaleras, entorno accesible a humanos, tareas supervisadas.
- Manipulador, tareas repetitivas, herramienta industrial, montado sobre robot móvil. Varias articulaciones.



Mecánica

Materiales

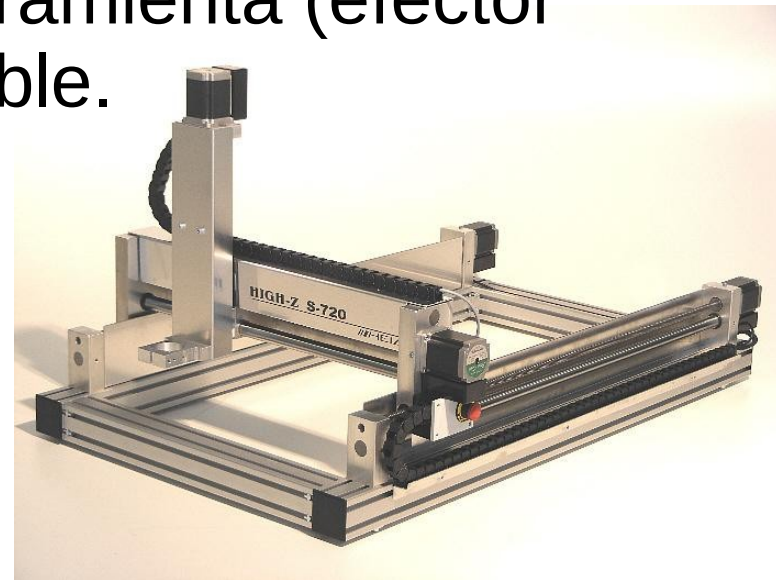
- Aluminio · Madera
- Acrílico · PVC · Goma · Nylon

Factores a tener en cuenta:

- Fragilidad vs. Ductilidad
- Dureza · Plasticidad
- Conservación de sus propiedades.
- Herramientas y técnicas disponibles
- Precio y Disponibilidad

Máquinas CNC

- Control Numérico por Computadora.
- Pueden repetir secuencias una y otra vez con precisión y calidad.
- Se programan utilizando código G
Posicionamiento de la herramienta (efector final) x, y con z fijo o variable.



Máquinas CNC

- Torno, mecanizado de aluminio.
- Fresa, mecanizado de aluminio.



Máquinas CNC

- Torno, mecanizado de aluminio.
- Fresa, mecanizado de aluminio.
- Láser, corte de acrílico, madera, etc.



Máquinas CNC

- Torno, mecanizado de aluminio.
- Fresa, mecanizado de aluminio.
- Láser, corte de acrílico, madera, etc.
- Chorro de agua, corte de chapa, aluminio.



Máquinas CNC

- Torno, mecanizado de aluminio.
- Fresa, mecanizado de aluminio.
- Láser, corte de acrílico, madera, etc.
- Chorro de agua, corte de chapa, aluminio.
- Impresora 3D, piezas de ABS.

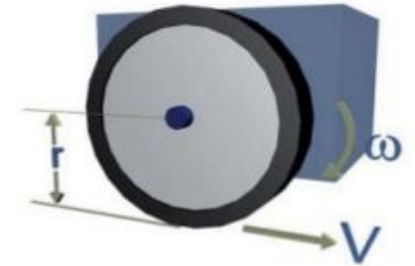


Ruedas

- Material: tracción, transmisión.

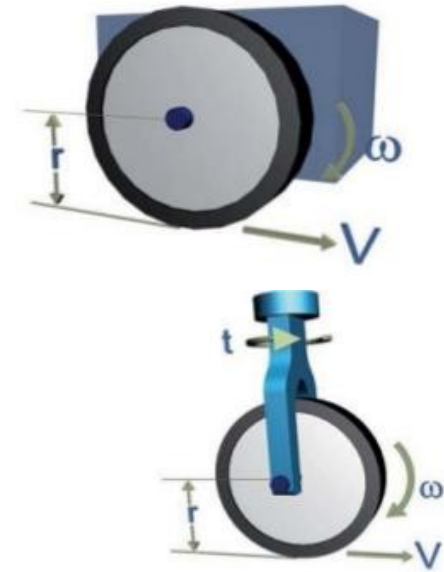
Ruedas

- Material: tracción, transmisión.
- Tipo: fija



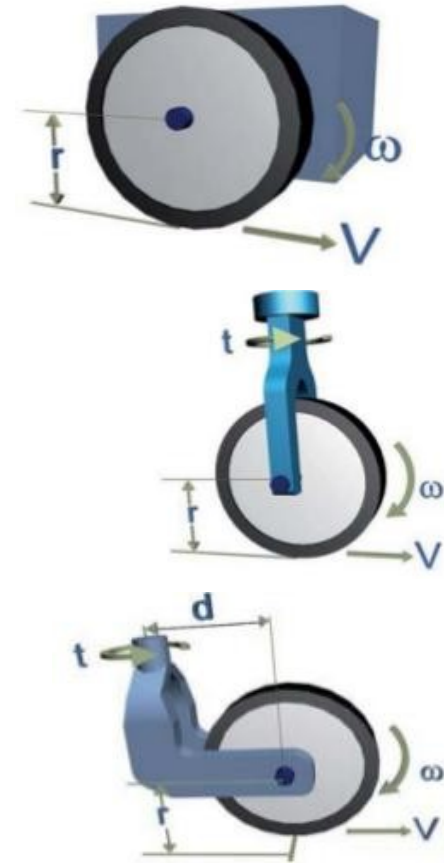
Ruedas

- Material: tracción, transmisión.
- Tipo: fija, directriz



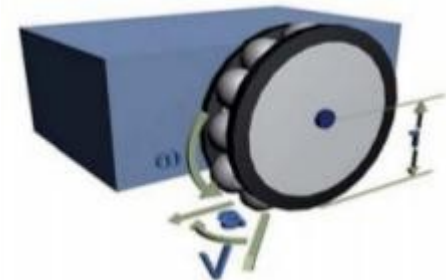
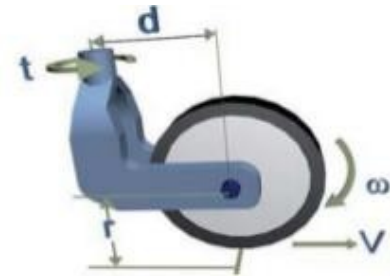
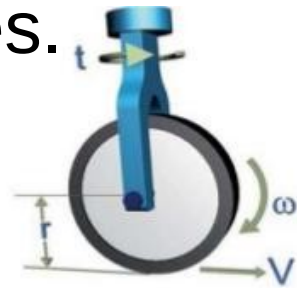
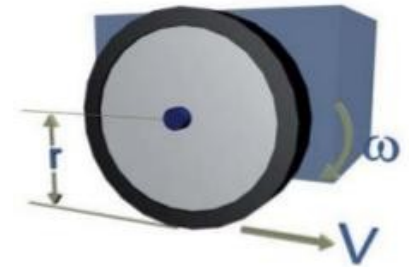
Ruedas

- Material: tracción, transmisión.
- Tipo: fija, directriz, loca



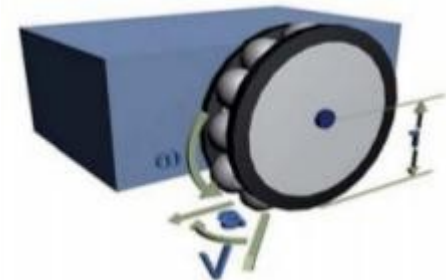
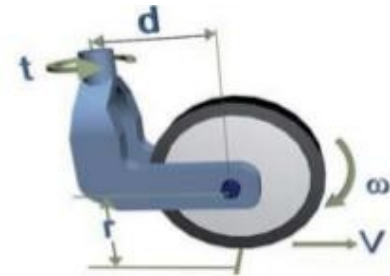
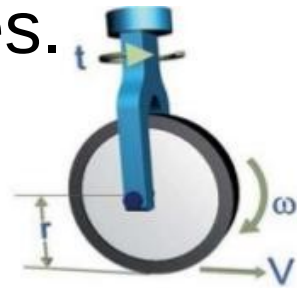
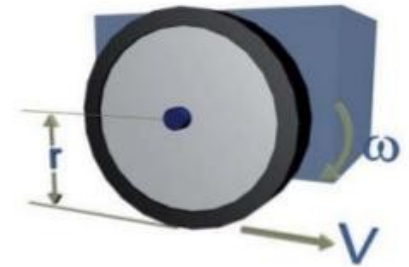
Ruedas

- Material: tracción, transmisión.
- Tipo: fija, directriz, loca y omnidireccionales.
- Tamaño
 - Más grandes → Mayor velocidad
 - Más grandes → Menor torque
 - Más grandes → Menor control sobre la posición



Ruedas

- Material: tracción, transmisión.
- Tipo: fija, directriz, loca y omnidireccionales.
- Tamaño
 - Más grandes → Mayor velocidad
 - Más grandes → Menor torque
 - Más grandes → Menor control sobre la posición
- Precio y disponibilidad.



Distribución de Ruedas

- Diferencial
- Triciclo
- Ackerman
- Omnidireccional
- 4x4 Extensión de diferencial
- Oruga

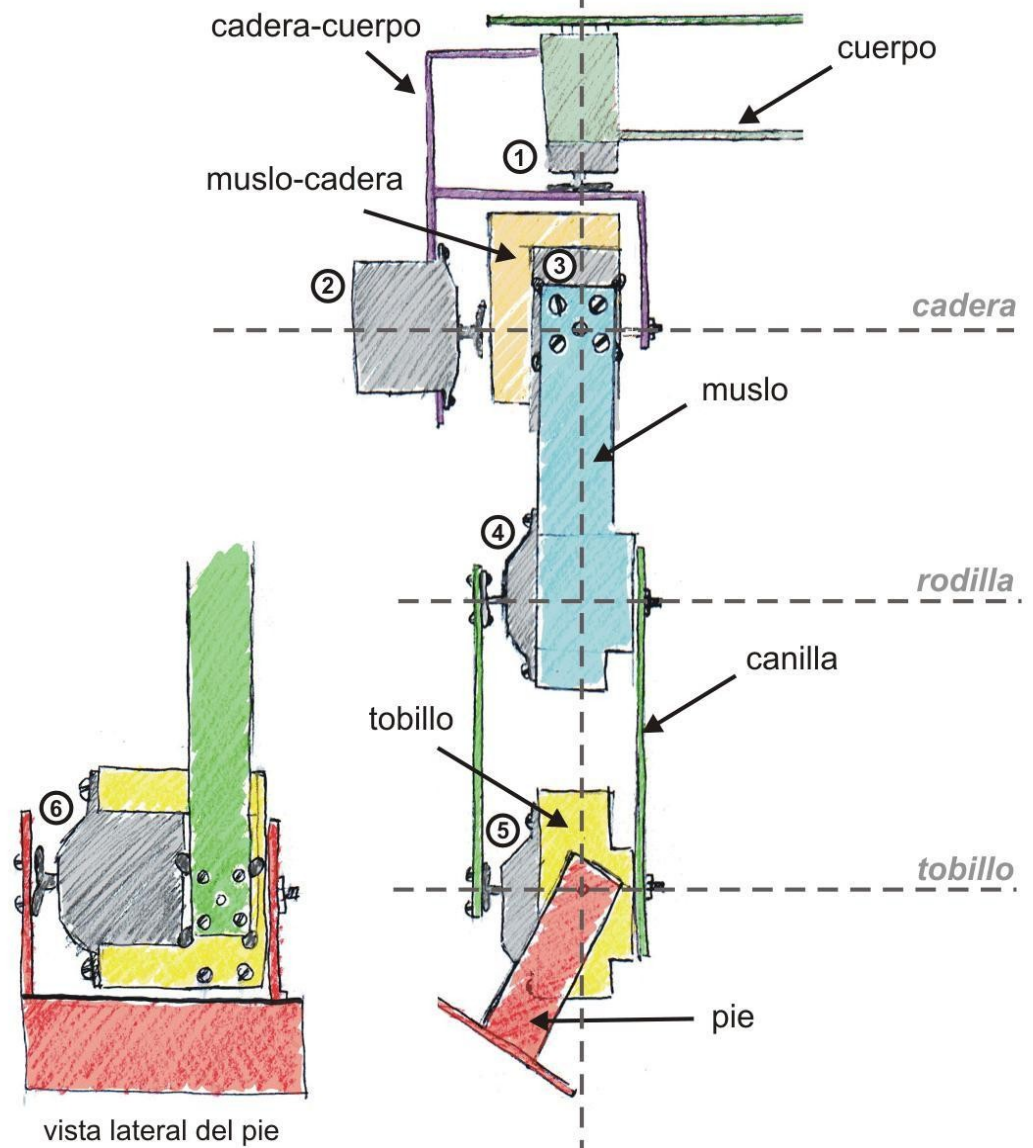
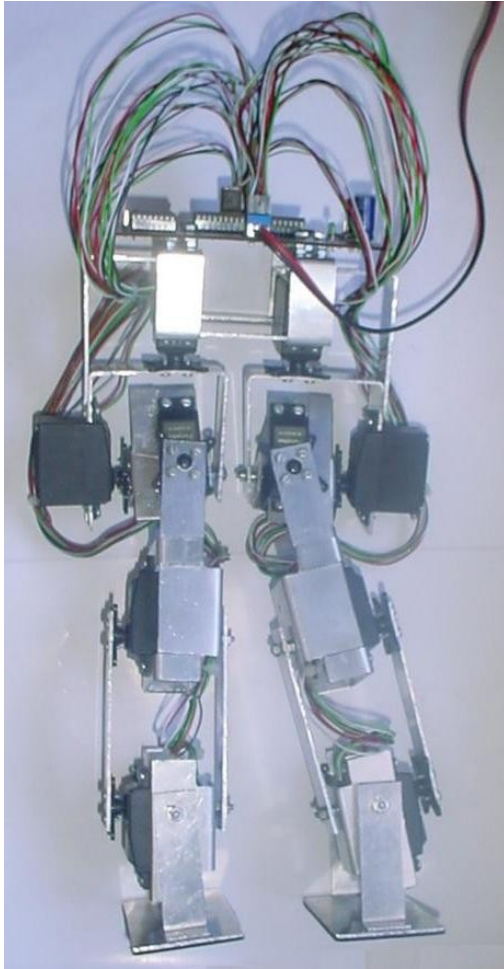


Articulaciones

- Articulación 1 G.L.
Visagra, ej. codo, rodilla
Control 1 servomotor
- Articulación 2 G.L.
Cardan, ej. tobillo, muñeca
Control 2 servomotores
- Articulación 3 G.L.
Esférica, ej. cadera, hombro
Control 3 servomotores



Diseño Mecánico Bípedo

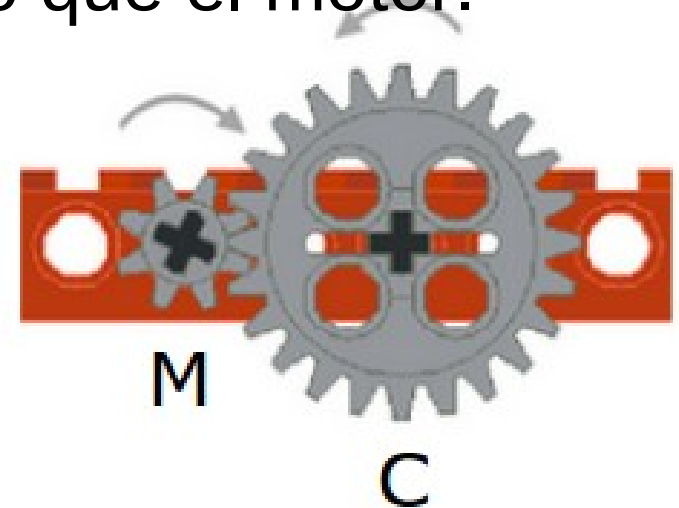


Transmisión

- Correa, cadena, igual sentido de giro.
- Engranajes, invierte sentido de giro.

$$\text{a) } d_m < d_c \quad \text{b) } d_m > d_c$$

- Velocidad
 - a) El conducido gira mas lento que el motor.
 - b) El conducido gira mas rápido que el motor.
- Par
 - a) Mas par en el conducido.
 - b) Menos par en el conducido.



Base de la Lógica

Elemento de computación:

Microcontrolador

DSP

PLC

SBC...

Sistema embebido



PC...

Sistema operativo de tiempo real

Printed circuit board

- Brindan soporte mecánico y conexión eléctrica para los componentes electrónicos.
- Desarrollos:
 - Diseño esquemático del circuito
 - Diseño del PCB
 - Implementación (drypen indeleble, planchado, CNC)

Fuentes de alimentación

Autónomo → Baterías

Autonomía siempre es limitada

!!! No olvidar considerar el peso de las baterías en el diseño mecánico !!!

Tamaño y peso → potencia motores → Precio

No autónomo → movilidad limitada (cables)

Comunicación

Comunicación con el exterior?...

Cableada

- Interfaz serial o USB

Inalámbrica

- RF (Bt, wifi...)
- IR

El Robot Butiá SAM

Objetivos

Usos

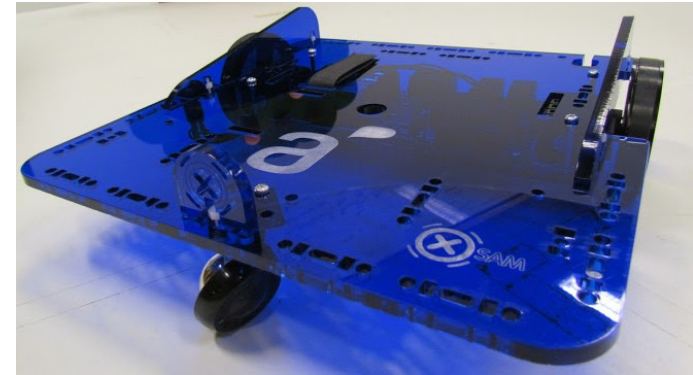
Control

Proyecto Butiá

- Iniciado en 2009.
- En 2009 financiado por la ANII y UE::FIng
- En 2012 financiado por ANTel.
- Objetivos:
 - Plataforma de bajo costo, constructiva y adaptada a le realidad local.
 - Reducir asimetrías entre los liceos públicos y privados del país.

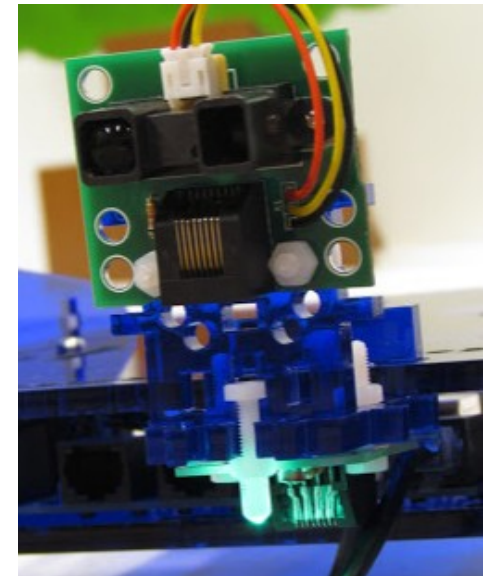
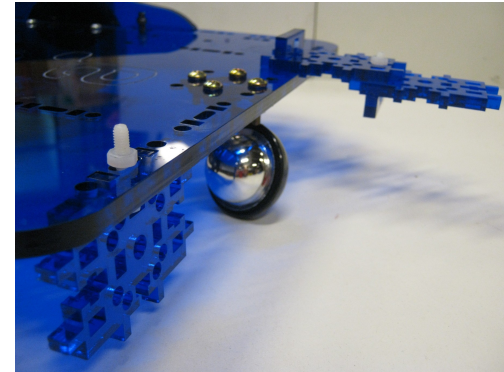
Diseño Mecánico Butiá

- Trasladar la XO.
- Fácil construcción.
- Durabilidad.
- Dispositivos para montar sensores.
- Compatibilidad con SEK.
- Estética Butiá.



Chasis constructivo

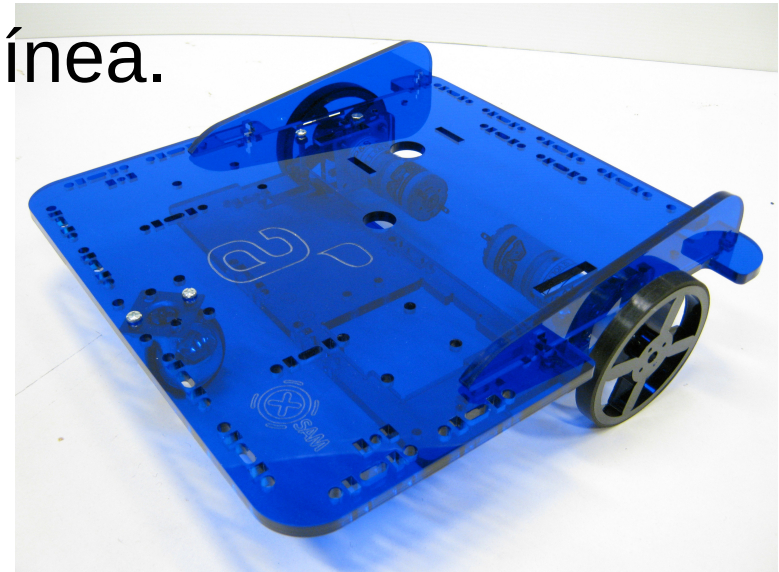
- Hecho en acrílico
- Cortes en láser
- Superficie suficiente para llevar un laptop o XO.
- Encastres y placas para montar sensores (constructivo).
- Barandas para proteger la XO.



Distribución de las ruedas

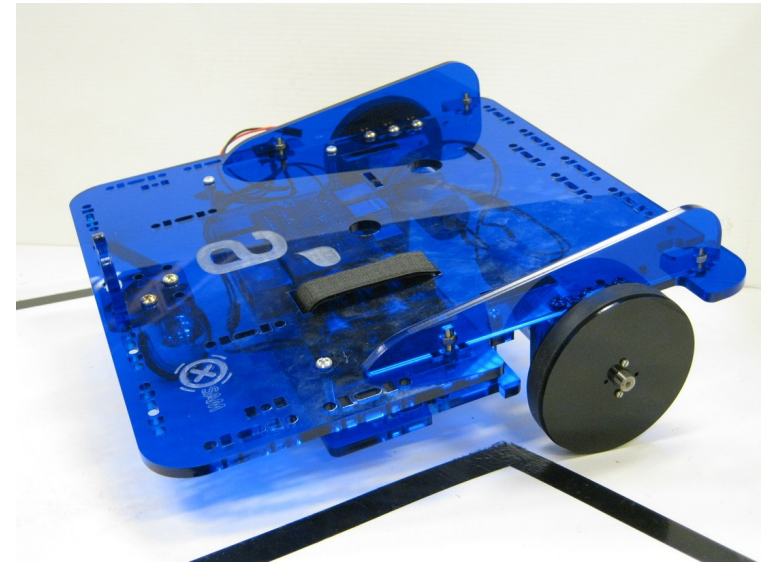
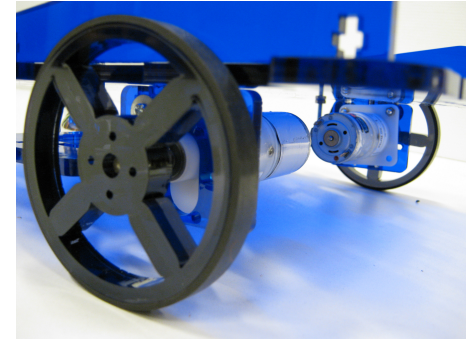
Diferencial con una rueda loca.

- Puede girar sobre el centro del eje de las ruedas motrices.
- Capacidad de dirección suficiente para seguir una línea.
- Tres apoyos asegurados.
- Ruedas motrices siempre traccionando.



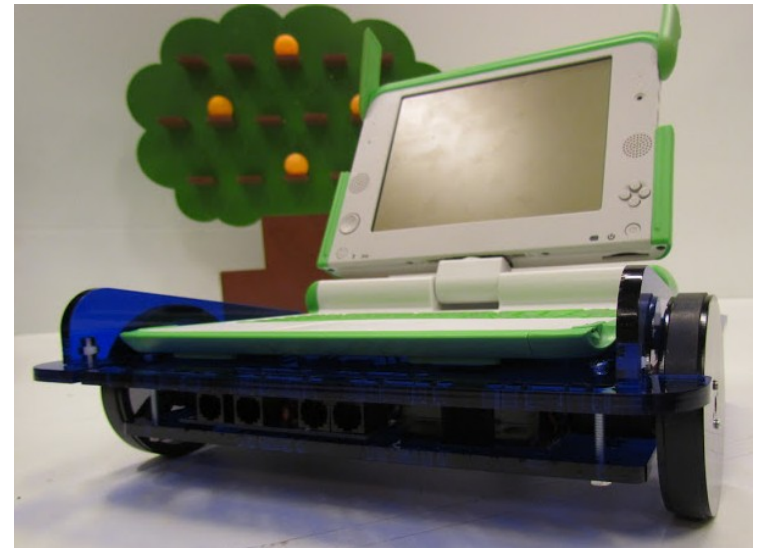
Rueda Butiá

- Más diámetro, más velocidad.
- Llanta de tres discos.
- Cubierta de goma.
- 9 mm de pisada.
- Más tracción.
- Calado de logo Butiá.



Distribución de peso

- Centro de masa cerca del eje de las ruedas motrices.
- Asegura la tracción en rampa.
- Con la XO mejora el balance sobre las tres ruedas.



Compatibilidad con SEK

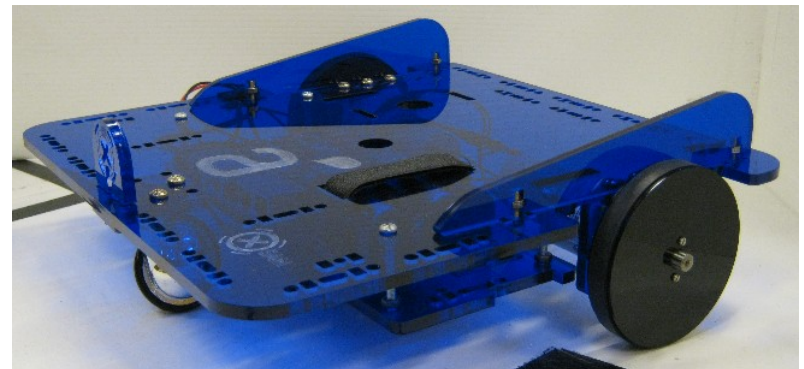
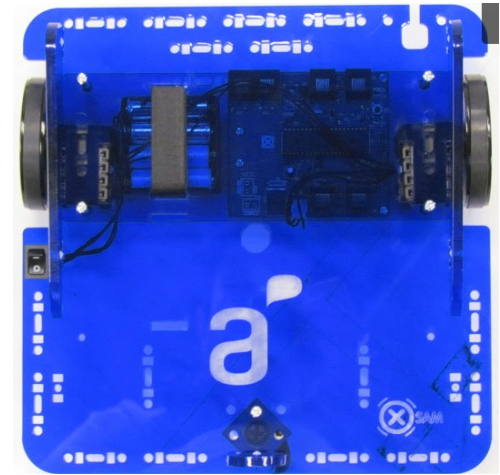
- Barra de encastre.
- Pase entre agujeros.
- Más piezas.
- Más sensores.
- Más mecanismos.

Barra de Encastre Butiá



Otras mejoras

- Encastre de baranda.
- Motores AX12 o CC.
- Salida para el cable USB.
- Alojamiento para pilas.
- Ángulos redondeados.
- Logo grabado en el centro.
- Combinación de colores.



El Robot Butiá 3.0

Objetivos

Usos

Control

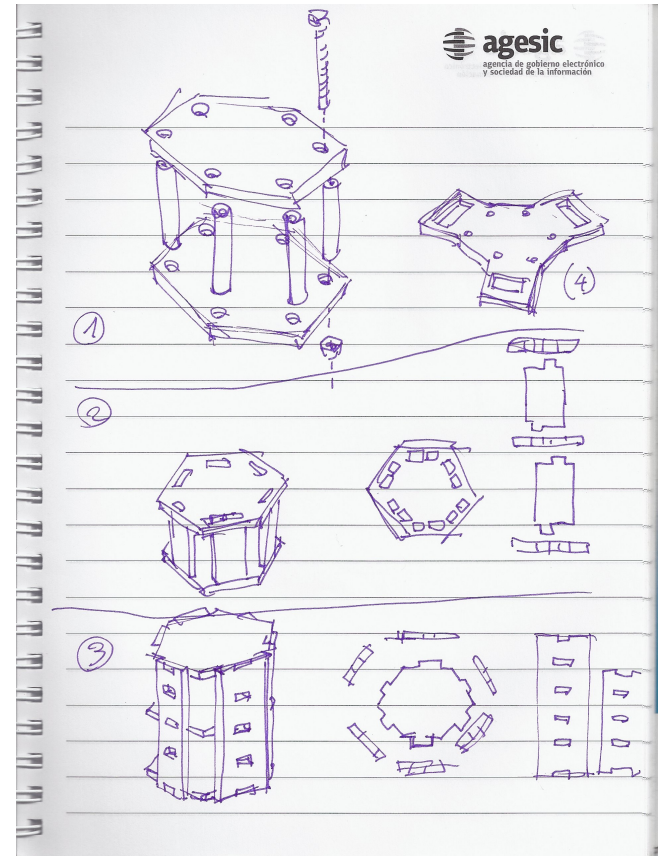
Proyecto Butiá

- Aumentan la relación kit robótico por habitante
- Extensión - Formación - Investigación
- Objetivos:
 - Plataforma de bajo costo, constructiva y adaptada a la realidad local.
 - Herramientas y contenidos para intervenir los kits robóticos en el país.

Diseño Butiá 3.0

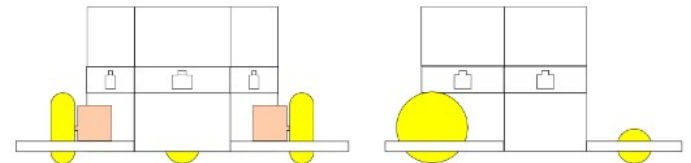
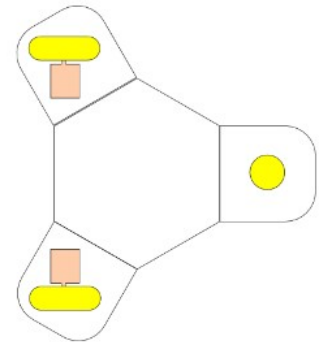
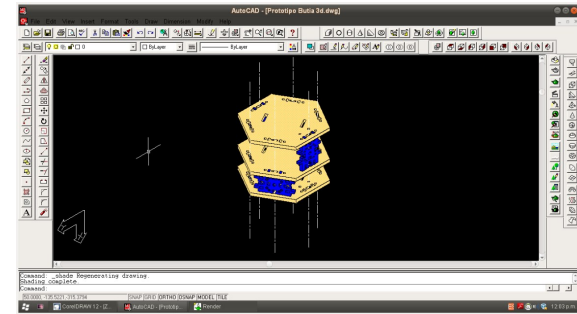
Requerimientos Butiá 3.0:

- No laptop:
Celular/Tablet/SBC? (400g).
4-6 pilas AA.
- Más chico:
Facilidad de uso.
Acrílico / madera / otros.
- Foco en lo constructivo.



Diseño Butiá 3.0

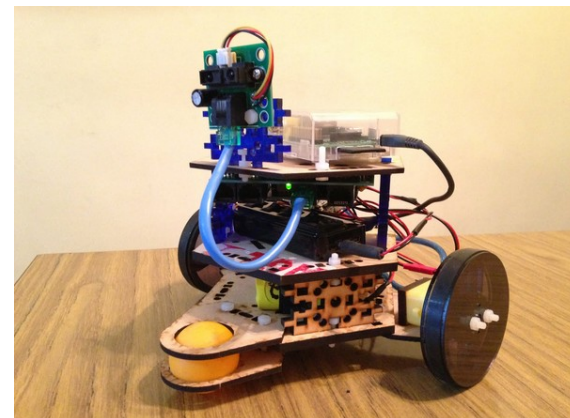
- “Diferencial” + Rueda Loca.
- Base para motores.
- Módulos que permiten construir varias plataformas robóticas:
- “Familia de robots”: SBC / Smartphone / dumbphone / usb4butia...
- Tecnología de construcción derivada de Butiá 2.



Diseño Butiá 3.0

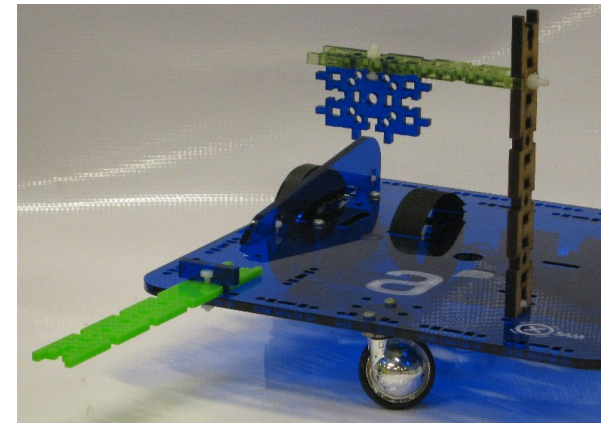
Butiá Yatay

- Primer aproximación.
- Modular - Familia Butiá.
- Nueva Geometría: chasis apilable hexagonal.
- Nueva motorización.
- Está siendo usado para desarrollo de software.



Diseño Butiá 3.0

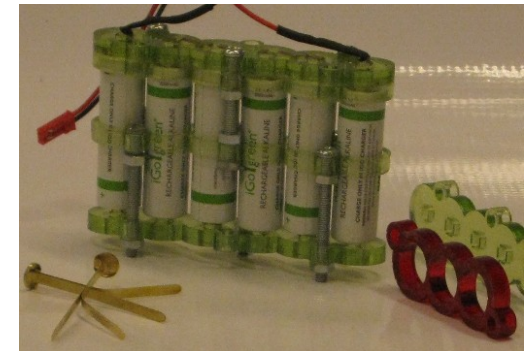
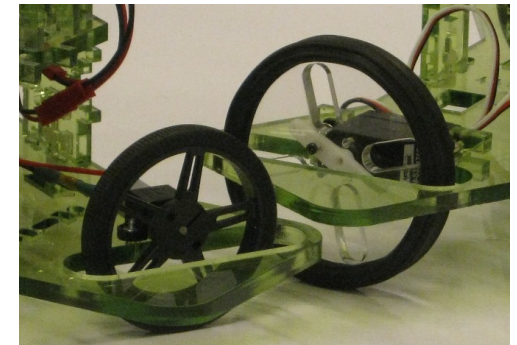
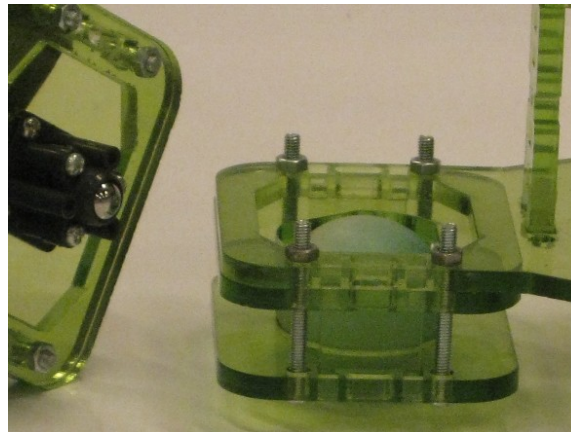
- Base hexagonal.
 - Estructura modular
 - Varias bases motrices disponibles.
 - Módulos apilados verticalmente.
 - Fichas Butia 2.0 + Barras Butia 3.0 compatibles entre ellas.
- Extiende el ecosistema Butiá.



Diseño Butiá 3.0

Integración de componentes comerciales y desarrollos a medida

- Portapilas.
- Ruedas.
- Rueda loca.



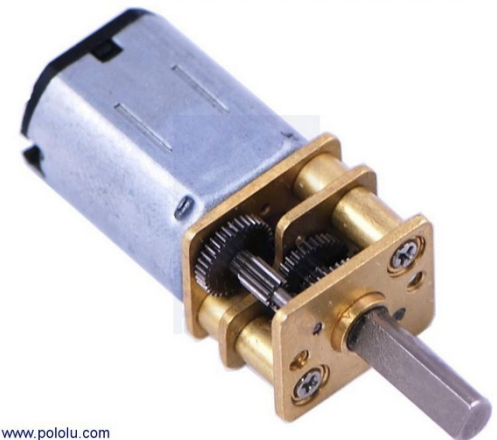
Diseño Butiá 3.0

Motores

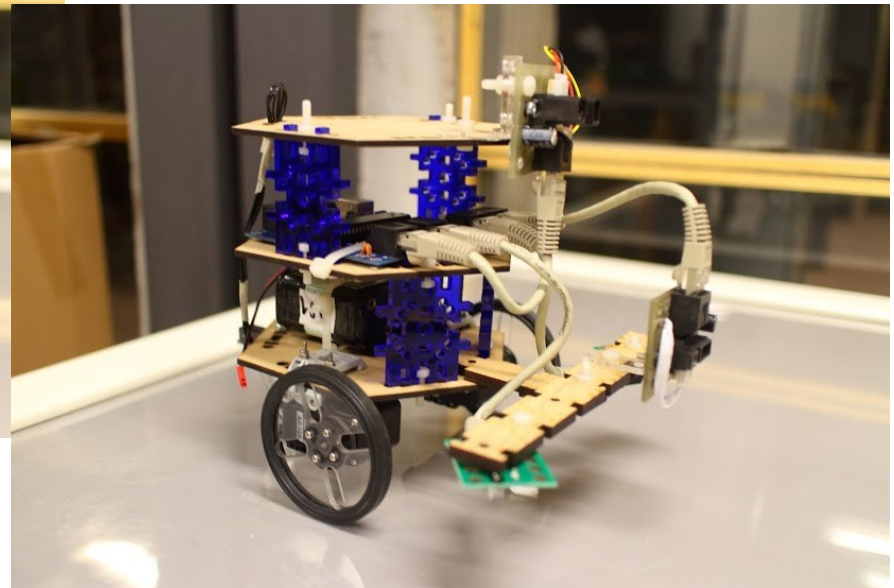
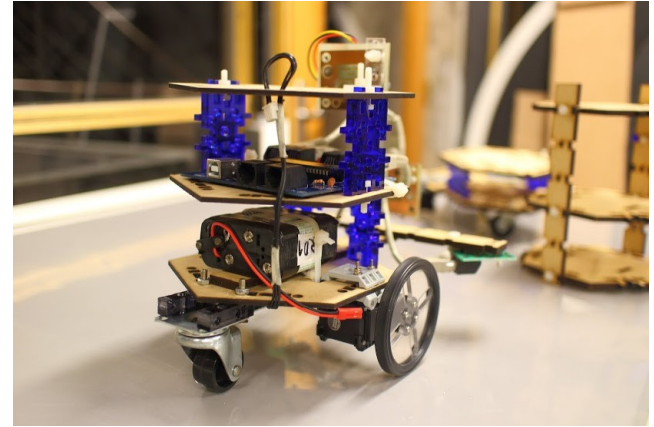
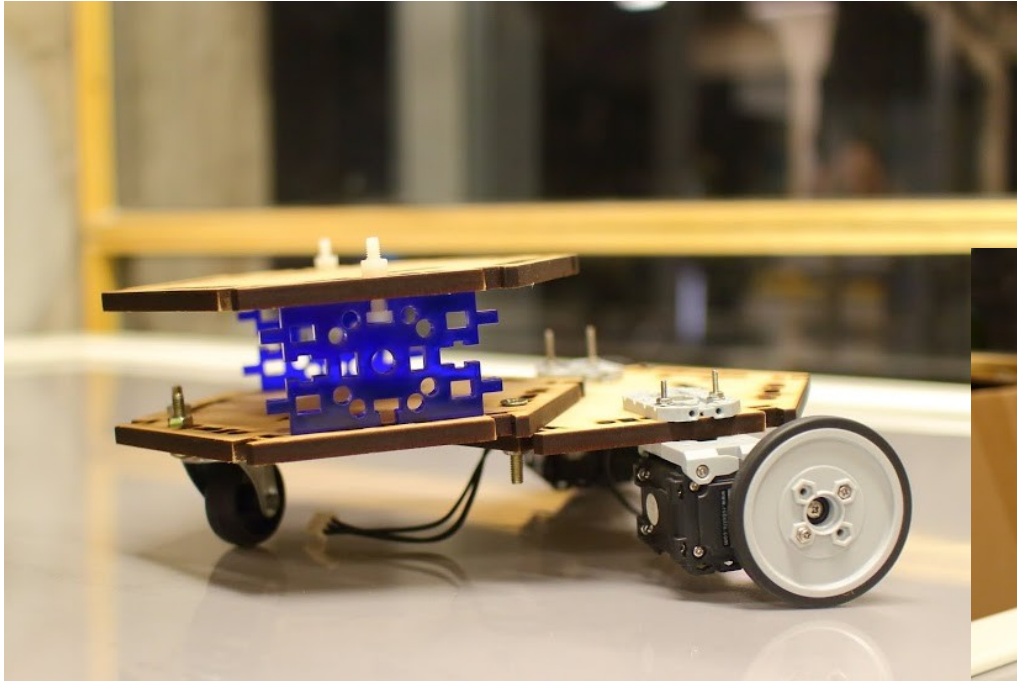
- Motorreductores.
- Servo rotación continua.

Baterías

- Asociada a base motriz
- Baterías AA + Regulador de 5V
- Power Bank



Diseño Butiá 3.0



Concluyendo

- Diseño simple
- Diseño liviano
- Pocas piezas y simples
 - Minimizar los puntos de falla mecánicos
- Reutilización y reciclado
- Resolver con Software vs Hardware
- Minimizar el consumo eléctrico

Referencia

Embedded Robotics, Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems, Second Edition, Bräunl, Springer, 3540034366, 2003, 2006.

Robots y Sistemas Sensoriales, Torres F.; Pomares J.; Gil P.; Puente S. T. y Aracil R, Pearson Educación, 2002.

Proyecto Butiá, www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butia, visitada mayo de 2011.

