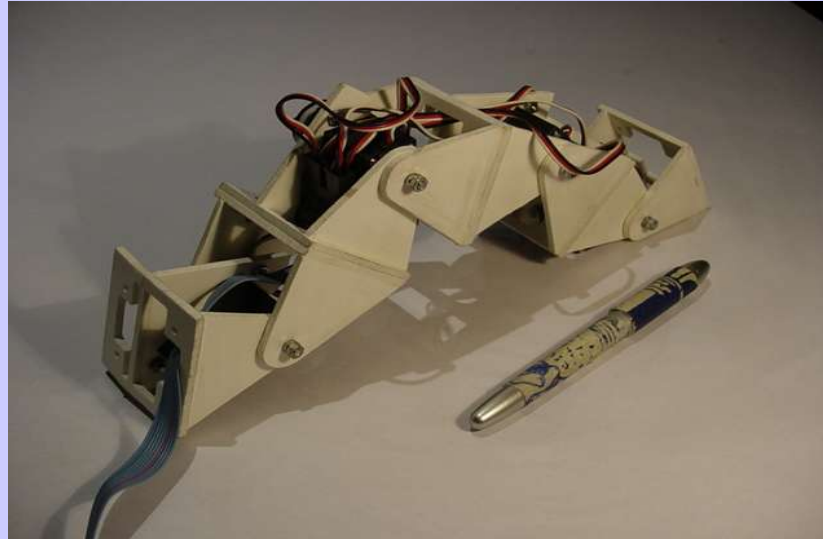


Diseño de robots ápodos:

Cube Reloaded



Juan González Gómez

Tutor: Eduardo Boemo

Trabajo de iniciación a la investigación, 2003

Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Índice

- Trayectoria académica
- Trabajo de investigación
- Demostración

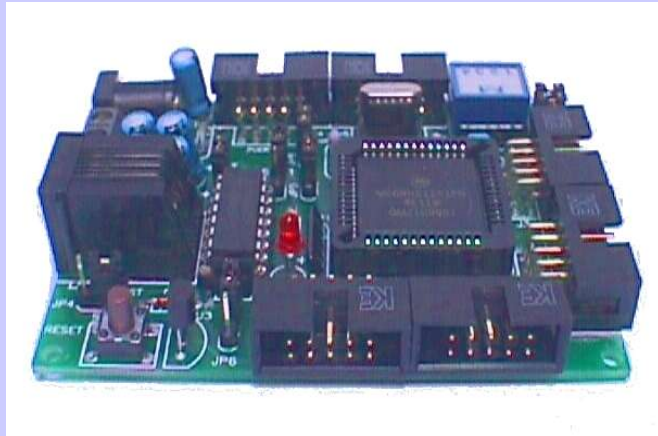
Trayectoria académica

- Estudios de grado
- Estudios de doctorado

Estudios de grado (I)

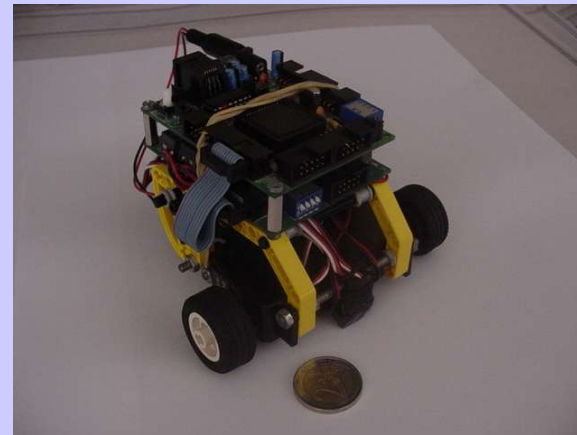
- **Titulación:** Ingeniero Superior de Telecomunicación, por la UPM
- **Intresado en:** Robótica / electrónica / microcontroladores
- **Conocimientos adquiridos:**

Electrónica / Microcontroladores



Tarjeta CT6811

Robótica

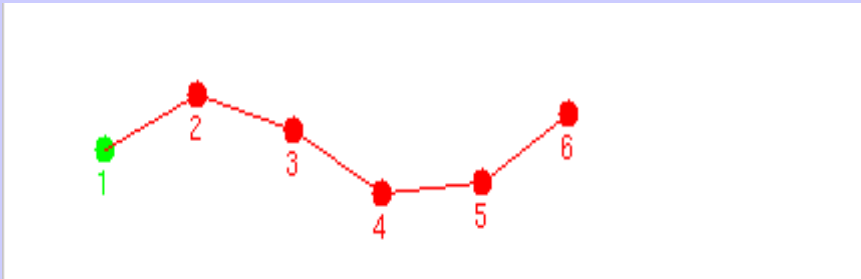


Microbot Tritt

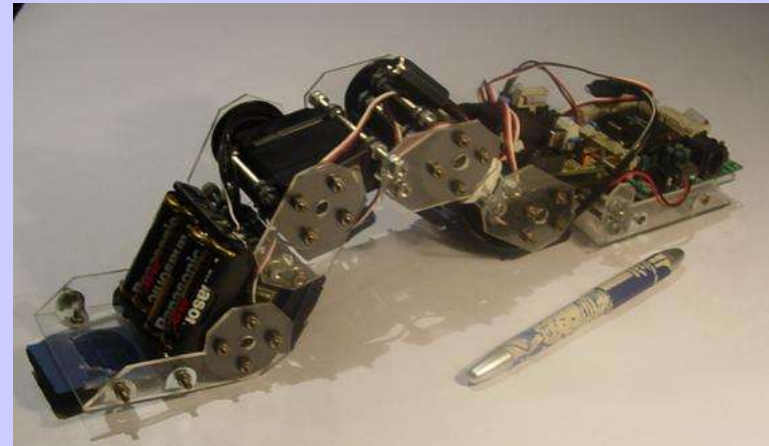
Estudios de grado (II)

- Proyecto fin de carrera:

"Diseño y construcción de un robot articulado que emula modelos animales: aplicación a un gusano"



Modelo virtual



Cube 2.0

Robot ápodo que avanza en línea recta usando un modelo de locomoción basado en ondas sinusoidales que recorren el robot

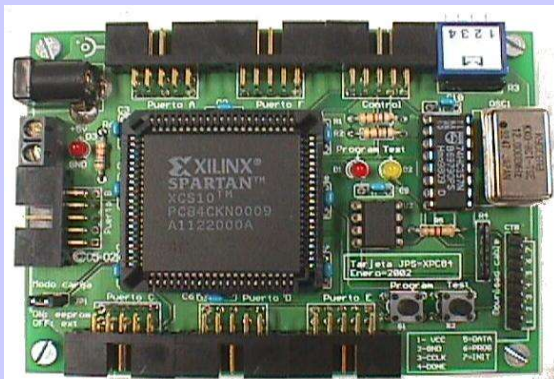
Estudios de doctorado

Periodo docente (I)

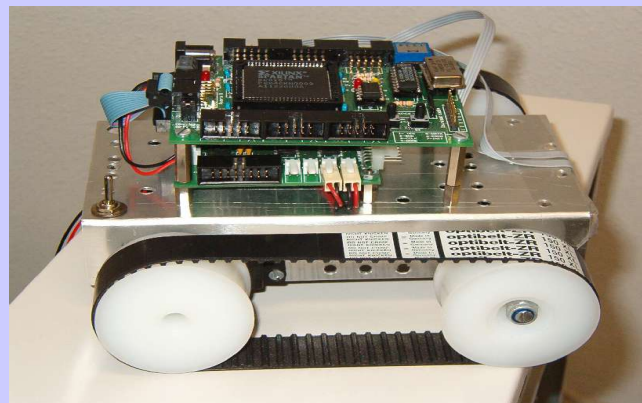
- **"Diseño de Sistemas reconfigurables de Alta Velocidad".**

E. Boemo

- Conocimientos sobre FPGAs
- Creada la tarjeta JPS, en colaboración con Pablo Haya y Sergio López



Tarjeta JPS



Robot de Docencia

- Publicado artículo en Hispabot
- Laboratorio de Estructura y Diseño de Circuitos Digitales
- Hardware abierto

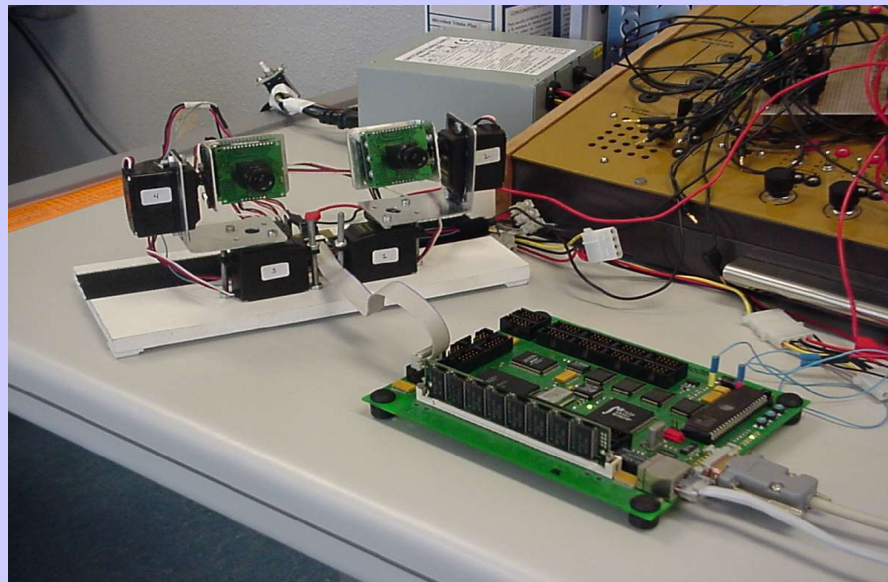
Estudios de doctorado

Periodo docente (II)

- **"Codiseño de Sistemas Software/Hardware avanzados".**

F. Boemo, J. Martínez, J. Deschamps, J. Ignacio Martínez, S. López

- Conocimientos de VHDL
- Aplicación: Unidad de PWM para el control de servos



Estudios de doctorado

Periodo docente (III)

- **"Nuevas tecnologías para comunicaciones".**

J. Martínez, F. Gómez, S. Holgado, L. De Pedro

- Aplicación: Software en GTK+ para envío mensajes SMS desde el PC

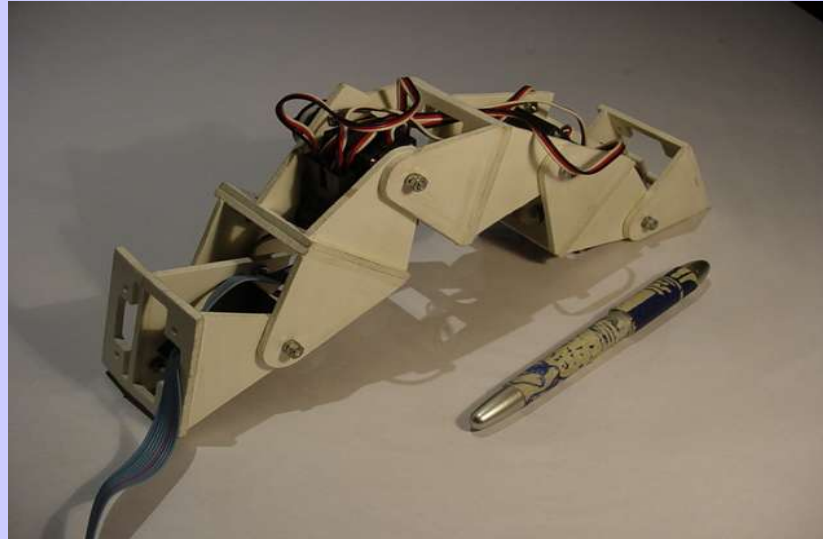
- **"Seminarios en Informática".** E. Boemo

- Visión más amplia sobre temas de investigación en informática

- **"Trabajo Tutelado".** E. Boemo

- "Principales líneas de investigación en robots ápodos"
- Un nuevo enfoque: Robótica Modular reconfigurable

Diseño de robots ápodos: *Cube Reloaded*



Juan González Gómez

Tutor: Eduardo Boemo

Trabajo de iniciación a la investigación, 2003

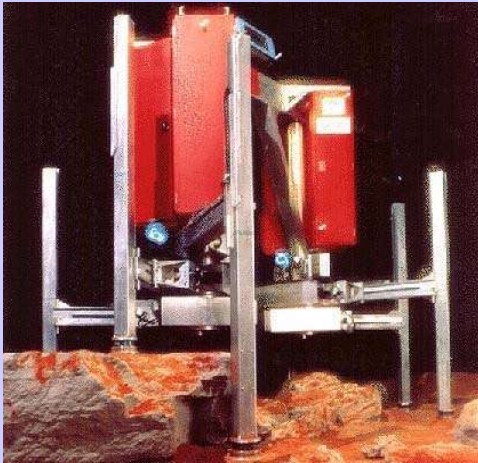
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Introducción (I)

- **Locomoción:** Facultad de un robot para desplazarse de un lugar a otro
 - Desplazarse un incremento en línea recta
 - Giros y traslaciones en el plano
 - Planificación y navegación
- **Nasa interesada en el problema de la locomoción.**
 - Financiación de proyectos relacionados
 - Exploración superficie otros planetas
- **Ejemplos:**
 - CMU AMBLER (89)
 - DANTE II (94)

Introducción (II)

AMBLER (89)



DANTE II (94)



- Exploración Marte
 - Locomoción con patas (6)
 - 3.5m altura, 3m anchura
 - Exploración volcan Mt. Spurr (Alaska)
 - 8 patas (framewalker)
 - 5 días en el cráter. Al subir volcó
-
- Robots muy específicos para el tipo de función a realizar
 - Un robot para cada tipo de terreno

Robótica Modular Reconfigurable

- Un nuevo enfoque: **Robótica Modular Reconfigurable**

- Mark Yim, 1994: Polypod

¿Por qué no trabajar en una nueva línea de investigación en la que se diseñen robots que se adaptan al terreno, modificando su forma y la manera de desplazarse?

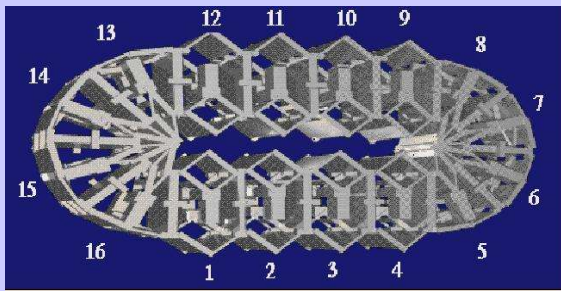
- Diseño de robots a partir de **módulos** simples, que se unen y además se pueden **reconfigurar**

El diseño de **robots ápodos** se puede abordar desde esta perspectiva. En vez de diseñar un robot ápodo específico, es mejor diseñar un módulo sencillo que se pueda unir formando cadenas. Este mismo módulo también servirá para construir otros robots diferentes

Polypod, 1994

- Implementados diferentes **patrones de locomoción simples**

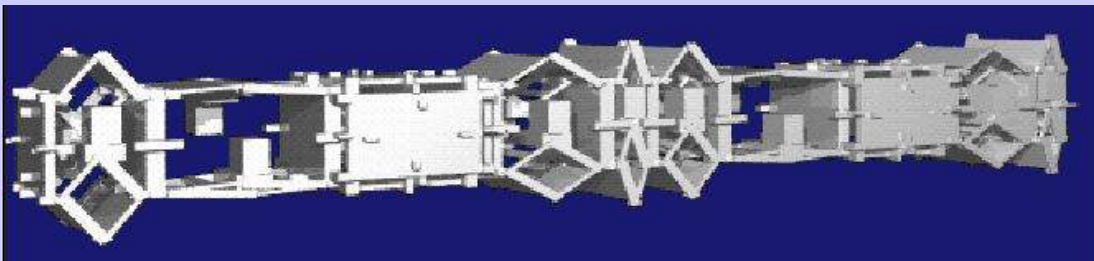
Rueda



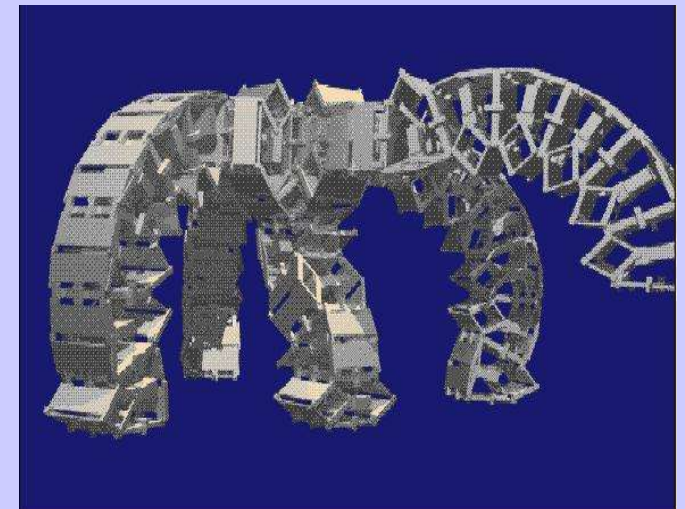
Slinky



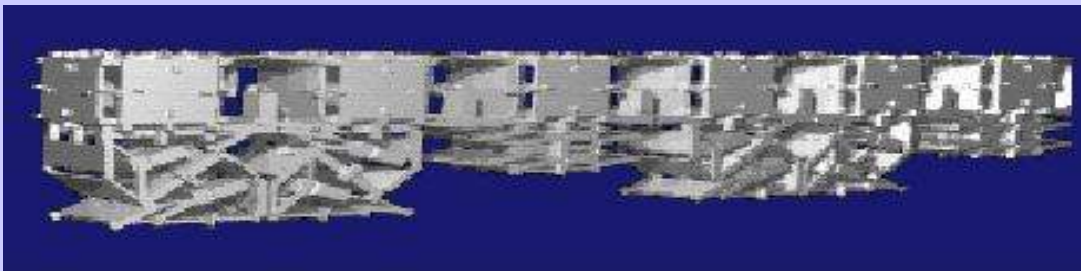
Lombriz



Araña

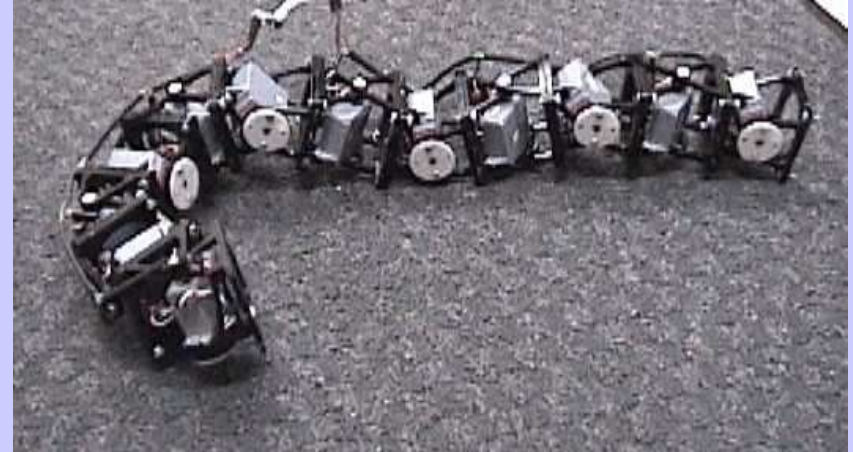
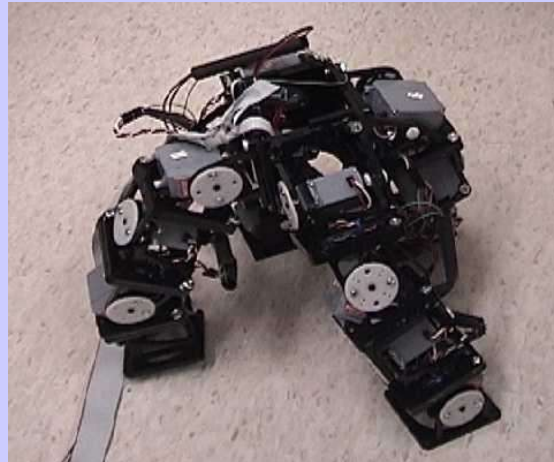


Oruga



Polybot (I)

- Desarrollado en el **PARC**. Continuación de los trabajos de Mark Yim
- Tres generaciones: G1, G2, G3

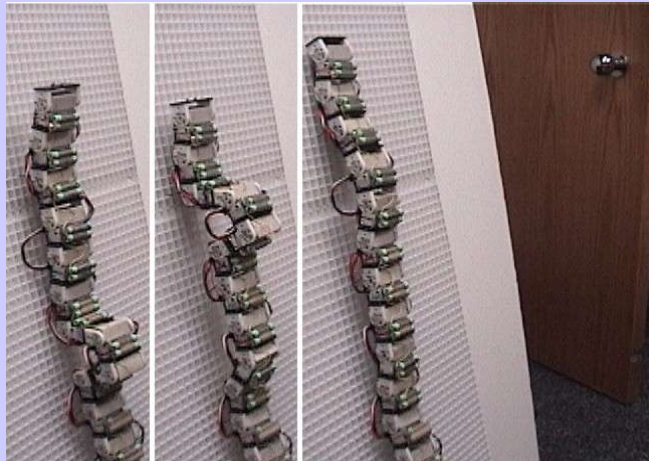


Polybot (II): G1v4

Montar en triciclo



Superación de escalones

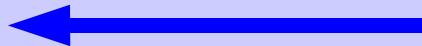
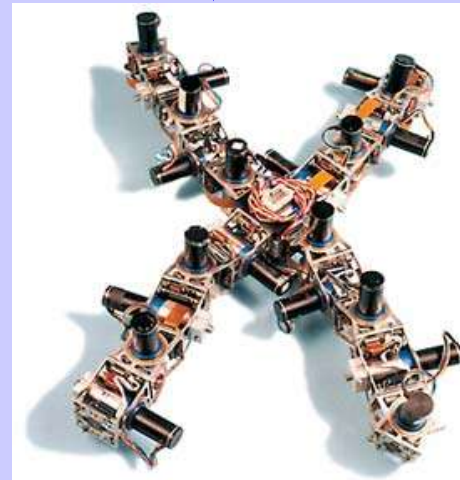
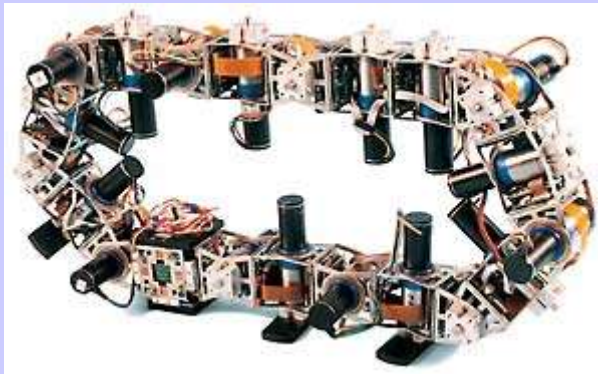


Trepar



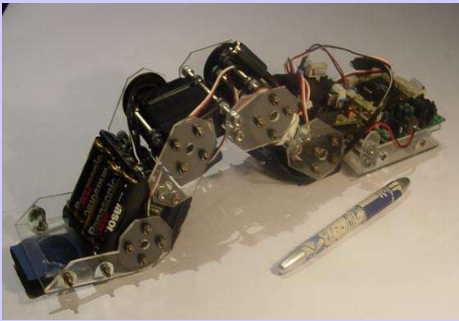
Polybot (III): G2

- Reconfiguración dinámica



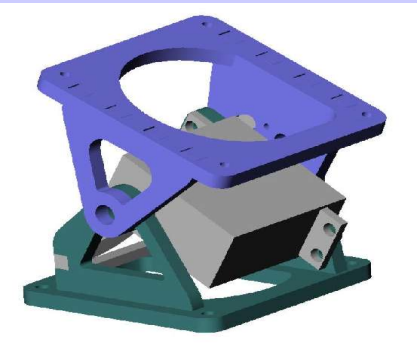
Cube Reloaded (I)

Cube 2.0

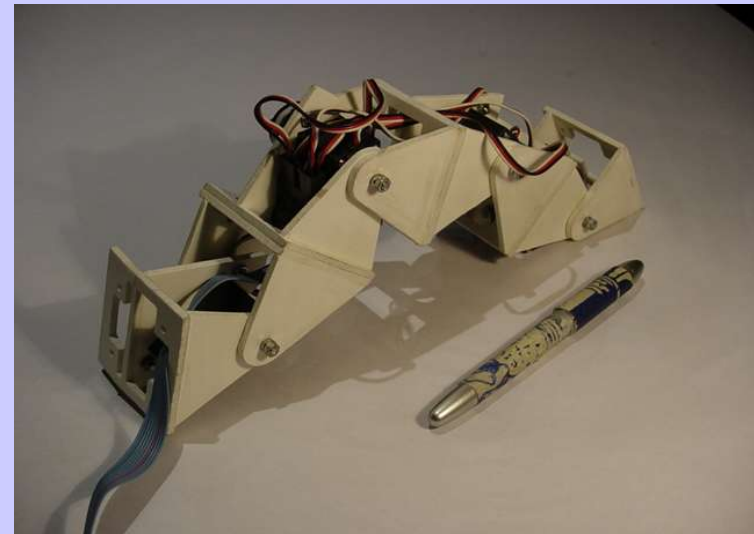


**Robótica Modular
Reconfigurable**

Polybot G1



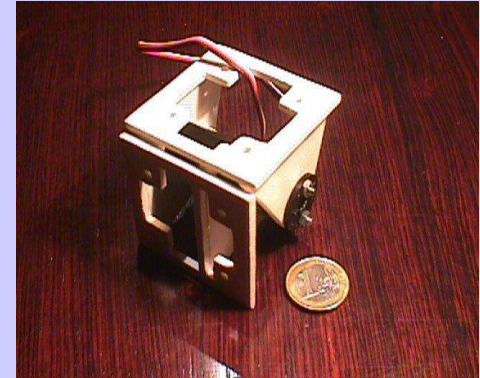
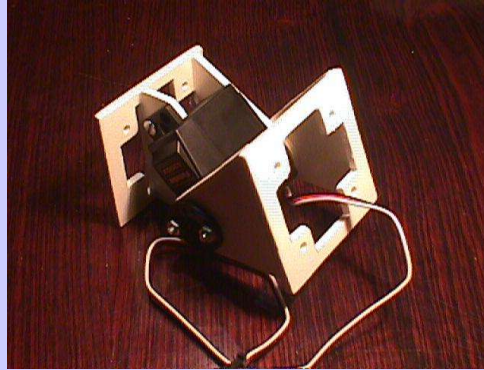
Cube Reloaded



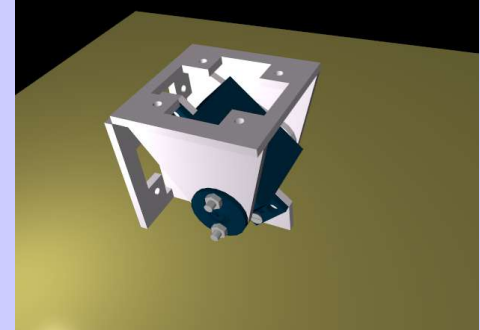
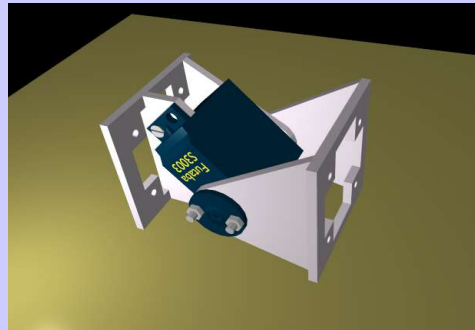
- Robot ápodo modular reconfigurable
- 4 segmentos
- Patrón de movimiento sinusoidal:
ondas que se transmiten de la cola a la
cabeza

Módulos Y1

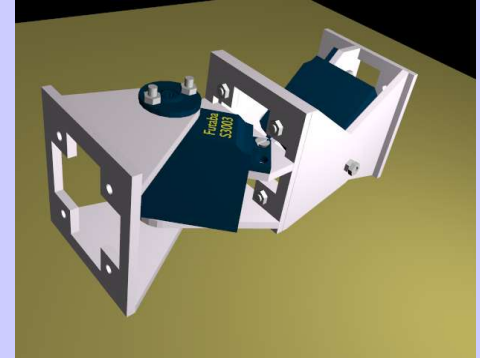
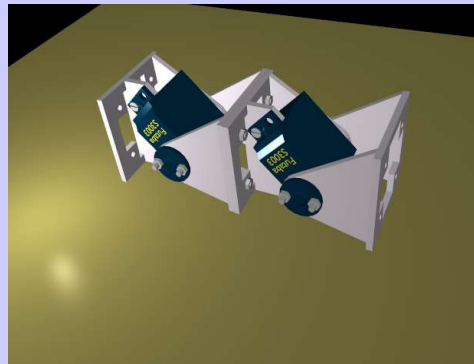
- Sencillos



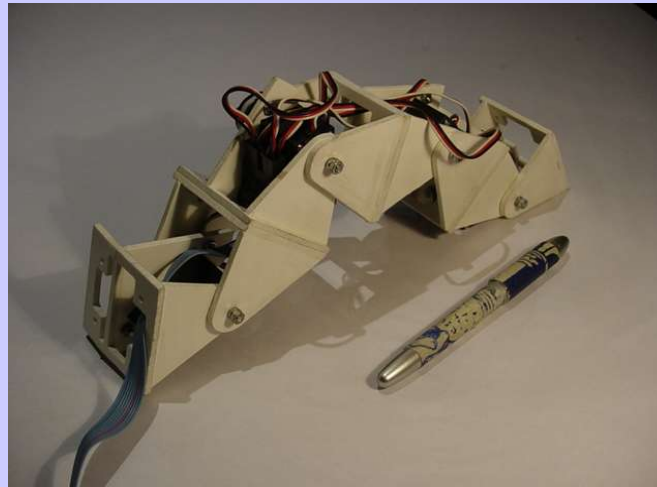
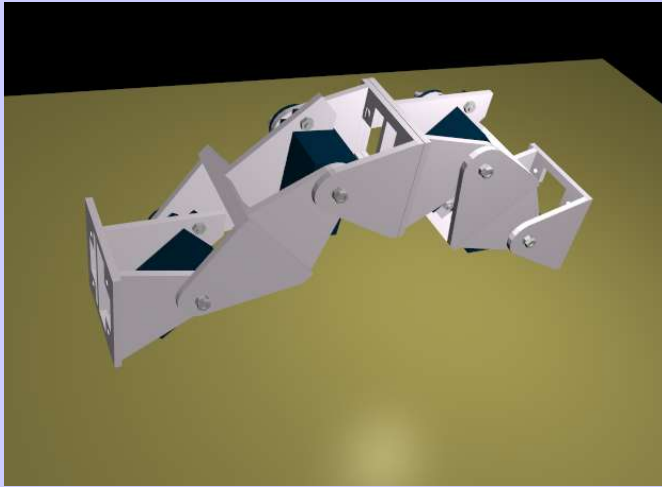
- Modelo virtual



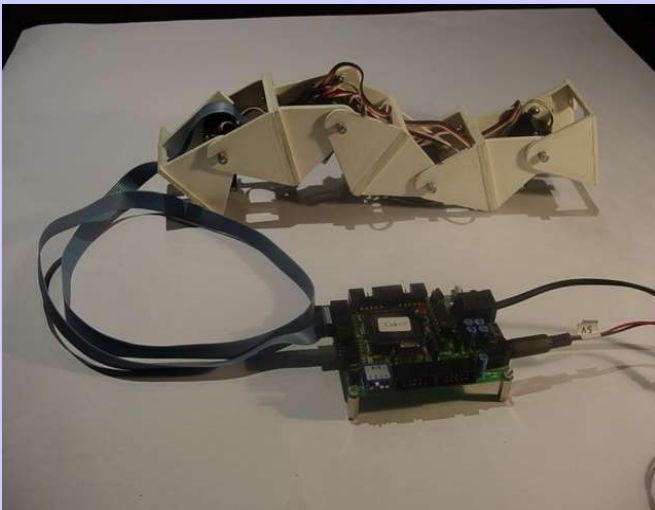
- Conexión fase-desfase



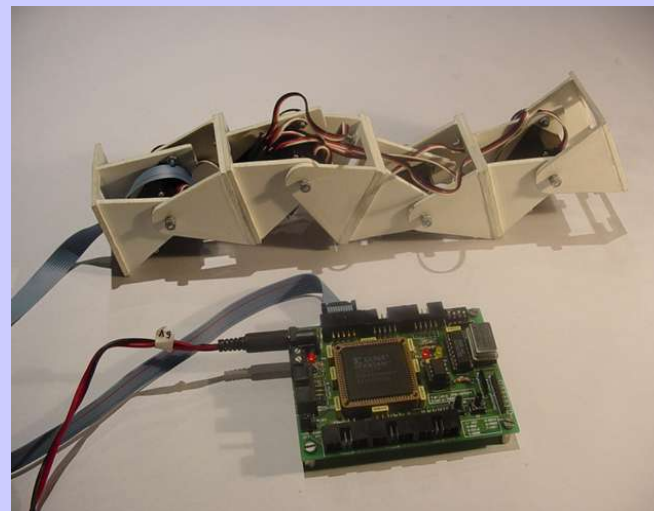
Cube Reloaded (II)



- Control con CT6811



- Control con JPS



Control

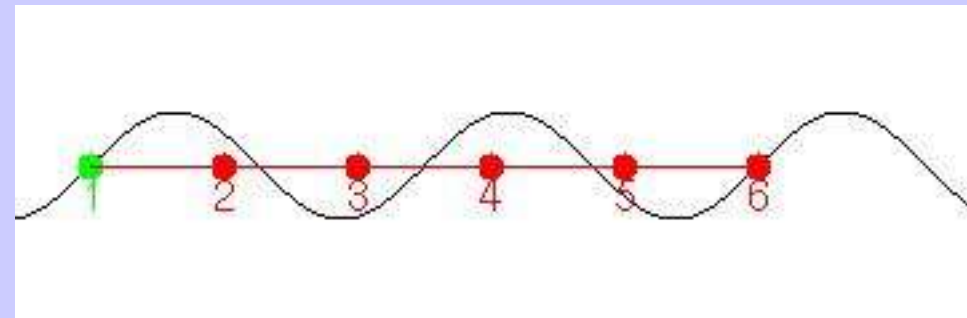
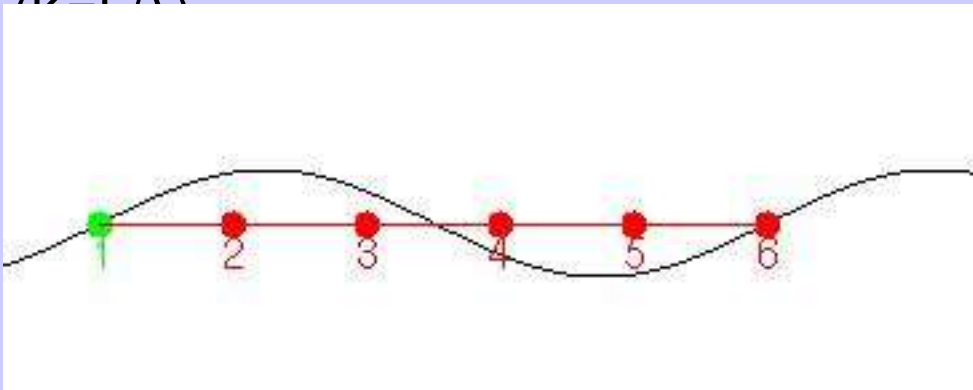
- Usando una CPU específica
- **Usando FPGAs**
 - Lógica combinacional y secuencial
 - CPU empotrada

Parece lógico pensar que si los robots modulares reconfigurables son capaces de cambiar su forma y su manera de andar, que también pueda cambiar su *hardware*, adaptándolo a las necesidades

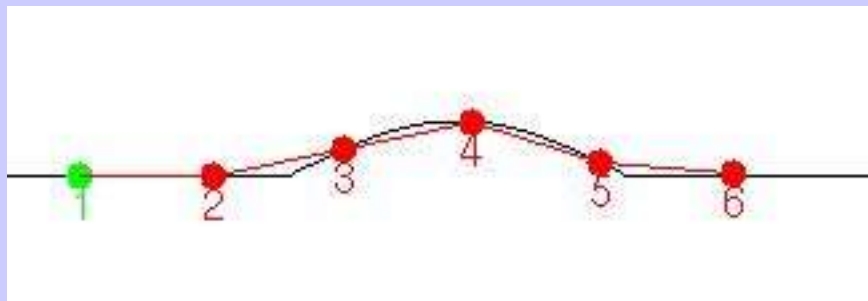
La alternativa de usar FPGAs todavía no se ha explorado en el PARC ni en ninguno de los robots modulares reconfigurables existentes

Pruebas de locomoción

- Locomoción: Basada en ondas sinusoidales que recorren el gusano. El movimiento conseguido por el gusano depende de la amplitud y la longitud de onda (λ)
- Ondas sinusoidales periódicas: Generadas secuencias de movimiento para diferentes amplitudes y para dos valores del parámetro K ($K=1, \lambda$)



- Semiondas:

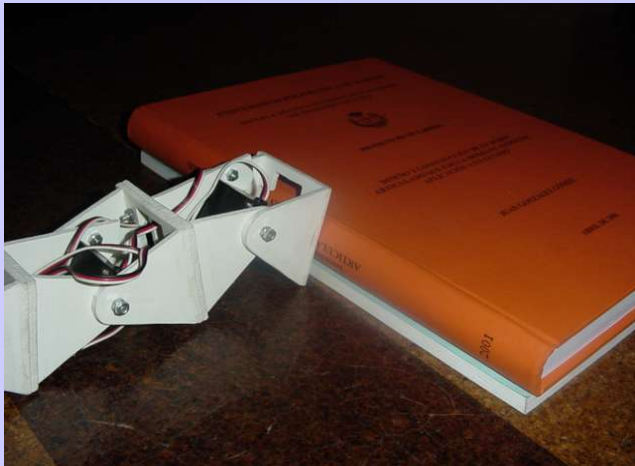


Circuito de pruebas

- Explorando la viabilidad: Circuito de pruebas
 - Control desde el PC
 - Atraviesa un cilindro de 8cm de diámetro y 30cm de largo. Para ello se usa una semionda de poca amplitud (movimiento lento)
 - Salto de 3.5cm. Semionda con amplitud mayor



Circuito de pruebas



Conclusiones

- Análisis de los robots modulares más importantes
- Plataforma para comenzar a trabajar en robótica modular reconfigurable. Aplicación a un robot ápedo.
- Comprobación de la versatilidad en la locomoción
- **FPGAs son un elemento nuevo que amplía la versatilidad de estos robots**

Trabajos futuros

- Ampliación longitud e implementación más patrones movimiento
- Estudio teórico sobre la locomoción: condiciones de estabilidad, ecuaciones...
- Programar un modelo físico del gusano para generar patrones de movimiento usando algoritmos genéticos
- Segunda generación de módulos, **usando exclusivamente FPGAs**

Publicaciones

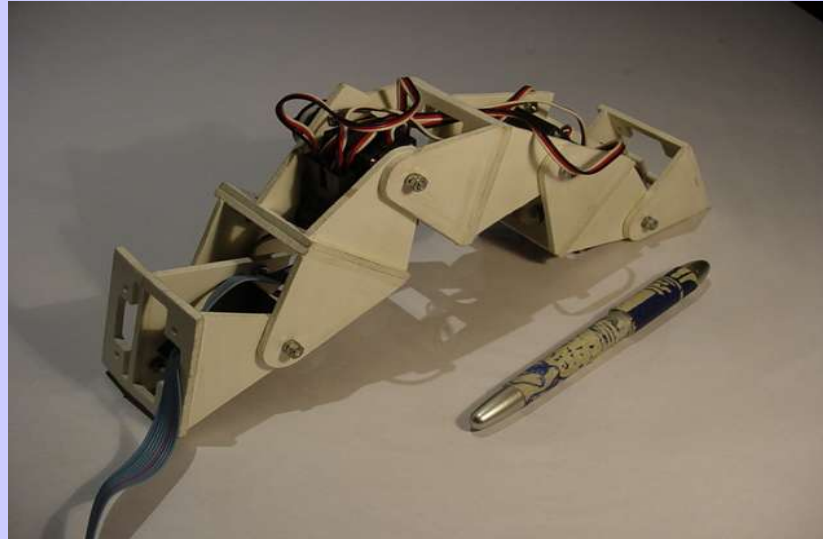
- J. González, P. Haya, S. López-Buedo, "**Tarjeta entrenadora para FPGA basada en hardware abierto**", Seminario Hispabot 2003. Alcalá de Henares, Mayo 2003.
- J. González, I. González, E. Boemo, "**Alternativas Hardware para la Locomoción de un Robot Ápodo**", III Jornadas sobre Computación Reconfigurable y Aplicaciones JCRA03, Escuela Politécnica Superior, UAM. Septiembre 2003
- I. González, J. González, J. Martínez, F. Gómez-Arribas, "**Laboratorio Web para Prototipado y Verificación de Sistemas HW/SF**". III Jornadas sobre Computación Reconfigurable y Aplicaciones JCRA03, Escuela Politécnica Superior, UAM. Septiembre 2003.
- [Borrador de artículo] I. González, J. González, F. Gómez-Arribas, "**Entorno de diseño para hardware reconfigurable en GNU/Linux**". VI Congreso de Hispalinux, Septiembre 2003.

Demostraciones

- Movimiento con ondas sinusoidales periódicas
- Movimiento con semiondas

Diseño de robots ápodos:

Cube Reloaded



Juan González Gómez

Tutor: Eduardo Boemo

Trabajo de iniciación a la investigación, 2003

Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid