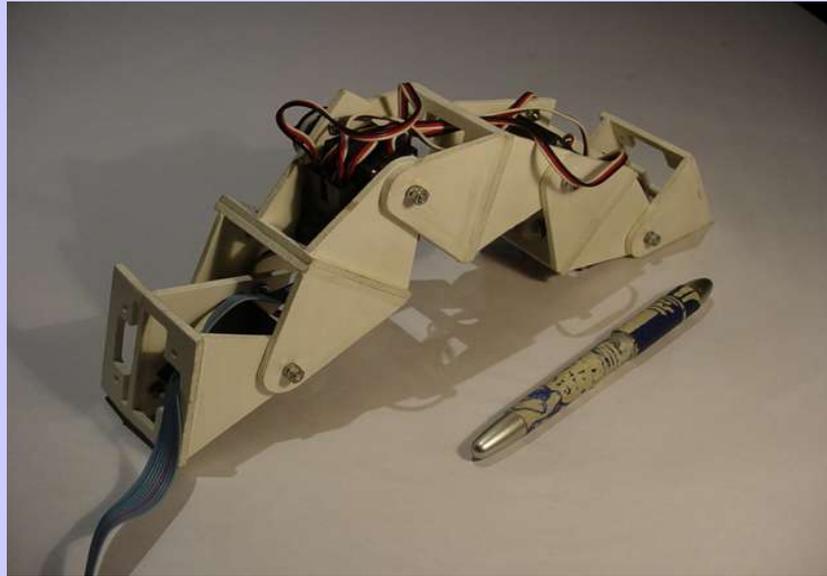


Alternativas Hardware para la Locomoción de un Robot Ápodo

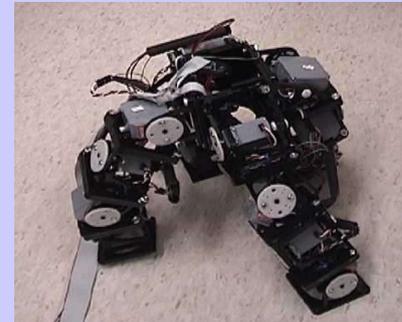


Juan González, Ivan González y Eduardo Boemo

**Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid**

Introducción

- **Locomoción:** Capacidad de un robot para desplazarse de un lugar a otro
- **Tradicionalmente:** Construcción de robots según el terreno
- **1994, Polypod:** Nuevo enfoque al problema de la locomoción
 - Robots Modulares y reconfigurables, capaces de cambiar su forma y su manera de desplazarse, según el terreno
- **1998, Polybot:** Nuevos prototipos más evolucionados



Nacimiento Robótica Modular Reconfigurable

Característica buscada: versatilidad

Objetivos

Explorar la viabilidad de utilizar FPGAs, en vez de microprocesadores dedicados, para **aumentar la versatilidad** de los Robots Modulares Reconfigurables

■ Viabilidad uso FPGAs para la locomoción robot **Ápodo Cube Reloaded**

- Locomoción estáticamente estable
- Desplazamiento en línea recta

■ **Dos alternativas**

1. Basada en lógica combinacional y secuencial
2. CPU empotrada

Cube Reloaded

- Versión mejorada de **Cube 2.0**

- **Mecánica**

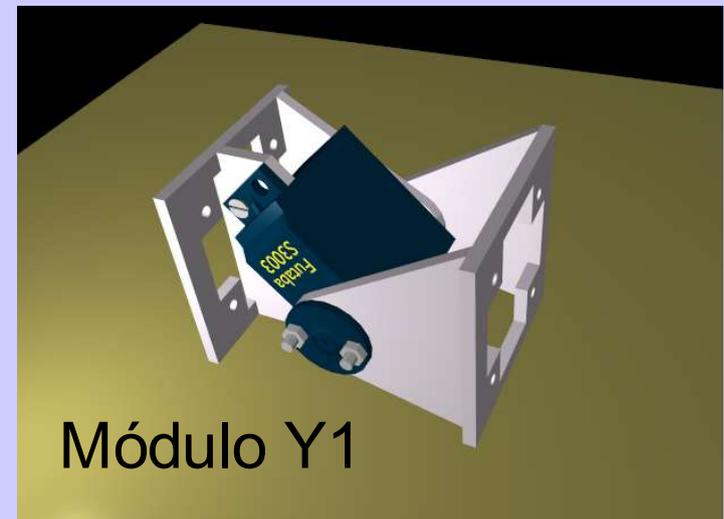
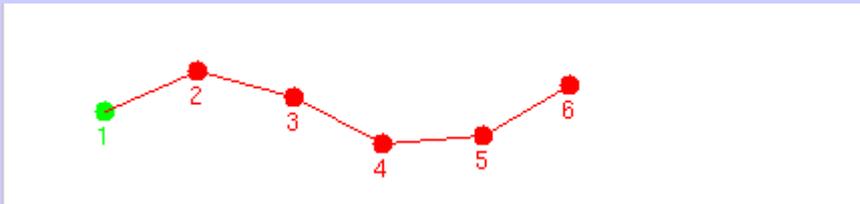
- 4 Módulos Y1 en fase
- Servos Futaba 3003

- **Electrónica**

- Microcontrolador 6811

- **Software**

- Generación de secuencias de movimiento

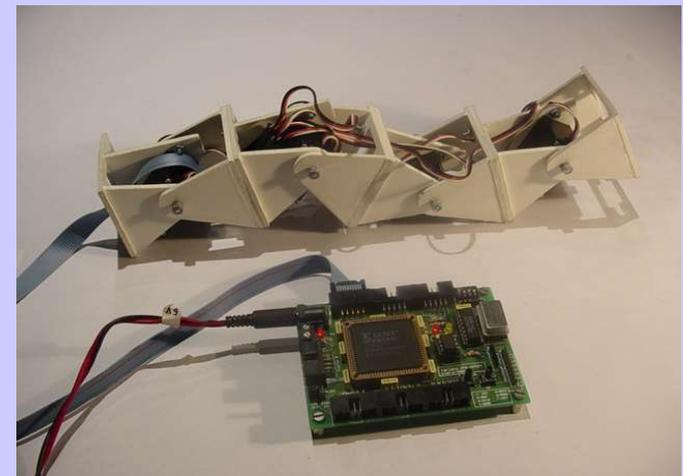


Tarjeta JPS

- Plataforma empleada para la evaluación de las alternativas
- Características
 - Entrenadora para FPGA
 - Familia 4000 y **Spartan I**
 - EEPROM serie
 - Sistemas autónomos
 - Hardware abierto

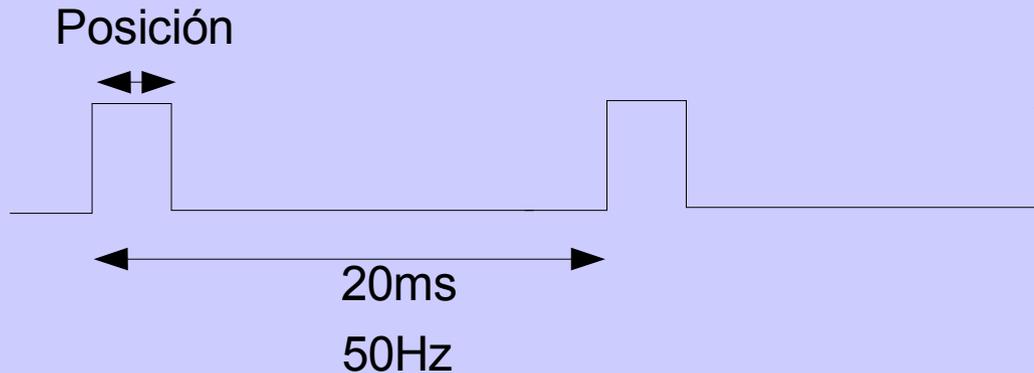


Todos los esquemas y ficheros para su fabricación están disponibles



Control

■ Posicionamiento servos, por PWM



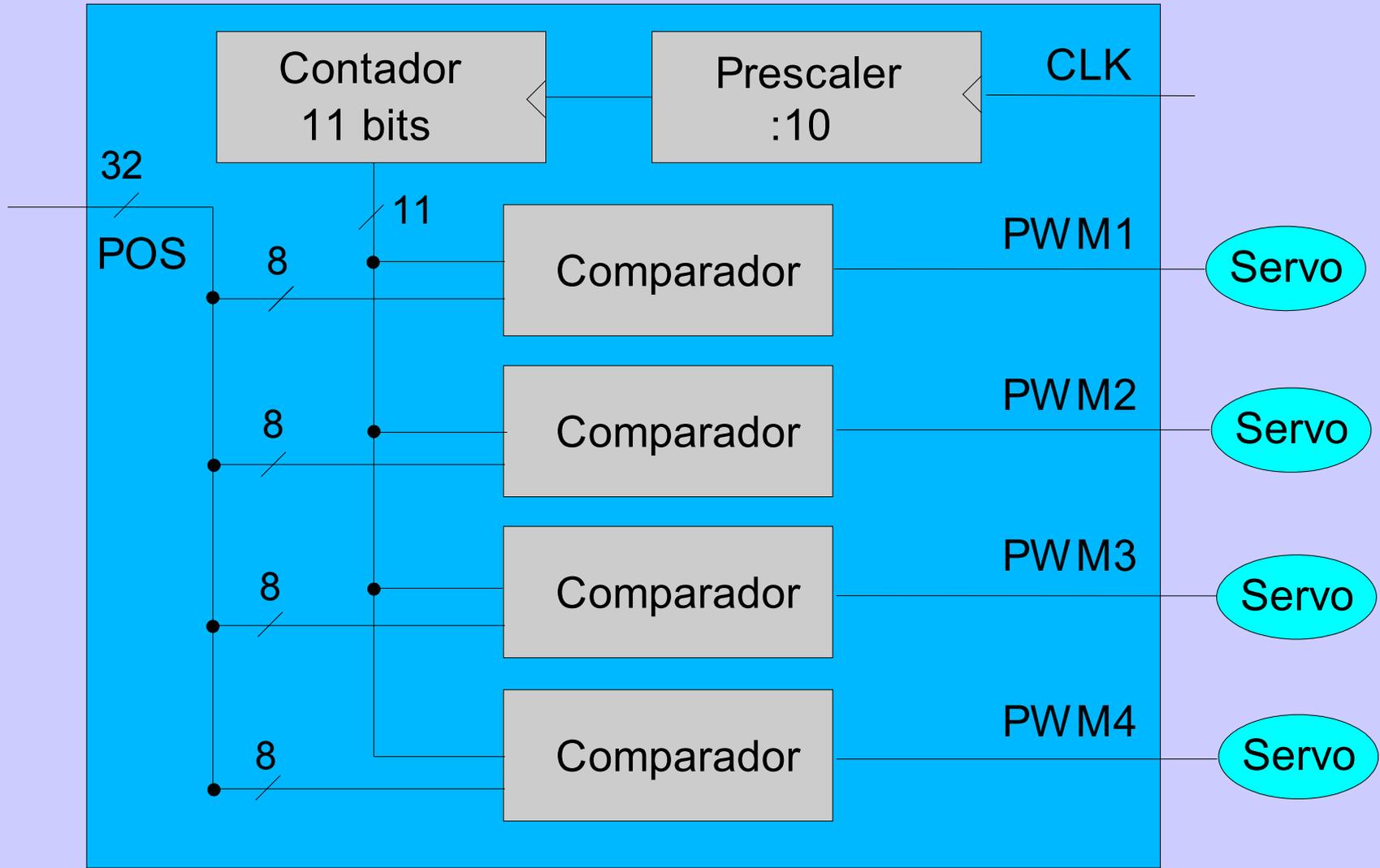
Anchura pulso: 0,3 - 2,3ms

■ Avance del gusano: Tablas de control

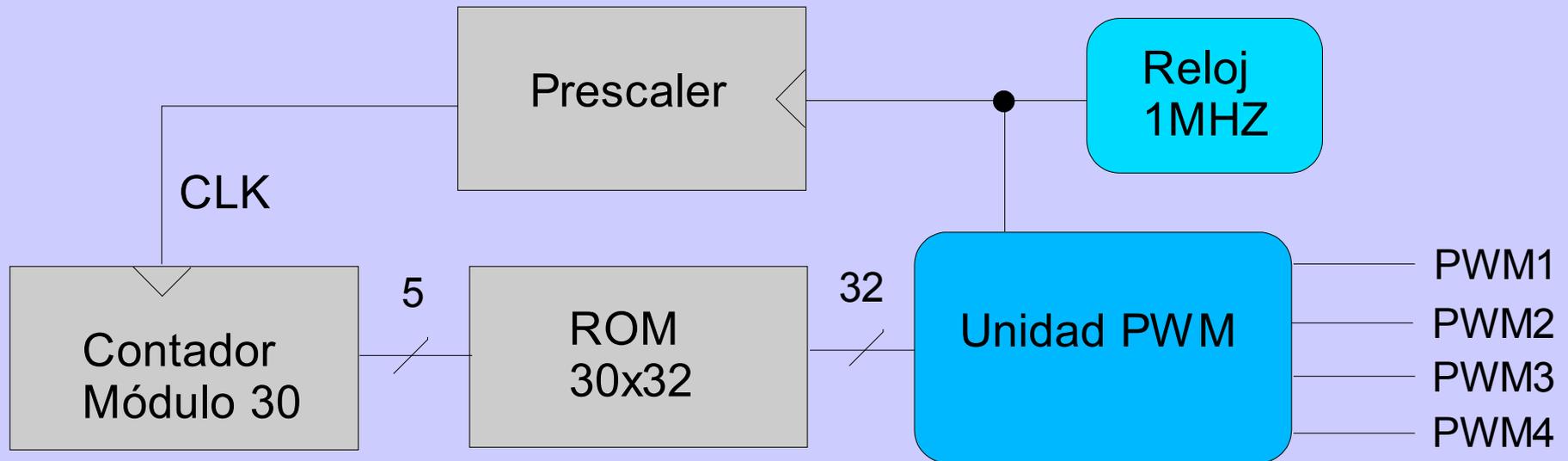
- Describen un ciclo movimiento
- Simple, muy fácil de implementar en micros de 8 bits
- Escalable

t	Posición servos			
	1	2	3	4
0	98	51	6B	9B
1	9D	56	62	9D
2	9B	61	59	9D
...

Unidad de PWM



Alternativa I



- Tabla de control en una ROM
- Un contador para direccionar la ROM
- Por cada pulso en CLK se actualiza la posición de los 4 servos
- CLK determina la velocidad de la secuencia

Resultados (I)

- **Tarjeta JPS**, con una Spartan I (XCS10)
- **Frecuencia**: No crítica (PWM a 50Hz)
- **CLBs disponibles**: 196
- **Ocupación**: 78 CLBs (40%)

Aproximadamente, se podrían controlar robots hasta de 10 módulos, con una XCS10

- **Alternativa simple**
- **Pocos recursos consumidos**
- **Poco flexible**

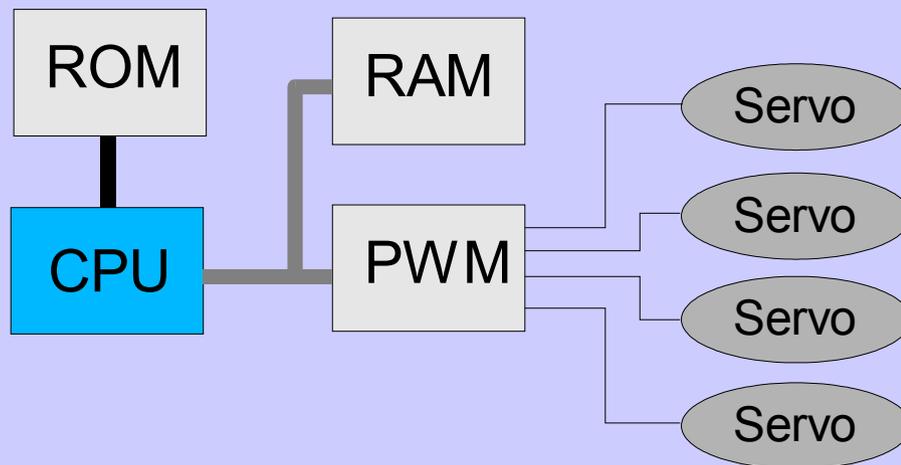
Alternativa II

■ CPU empotrada

- "PandaBear", usada en el laboratorio de Arquitectura e Ingeniería de Computadores
- RISC, 16 bits
- Arquitectura Harvard
- 8 Instrucciones básicas

■ Unidad PWM en el mapa de memoria

- **Software:** Recorre la tabla de control y envía las posiciones a la unidad PWM



Resultado (II)

- **Tarjeta JPS**, con una Spartan I (XCS10)
- **Frec. Max: 12MHZ**
- **CLBs disponibles: 196**
- **Ocupación: 108% (212 CLBs)**

No cabe en una XCS10. No se ha podido probar con la JPS (aunque si cabría en una XC4010E, también soportada en la JPS)

- **Tarjeta Digilab2E**, con una Spartan II (XCS200E)
- **Ocupación: 12% (285 Slices)**

- **Alternativa más compleja**
- **Más recursos**
- **Mayor versatilidad. Potencia del Software**

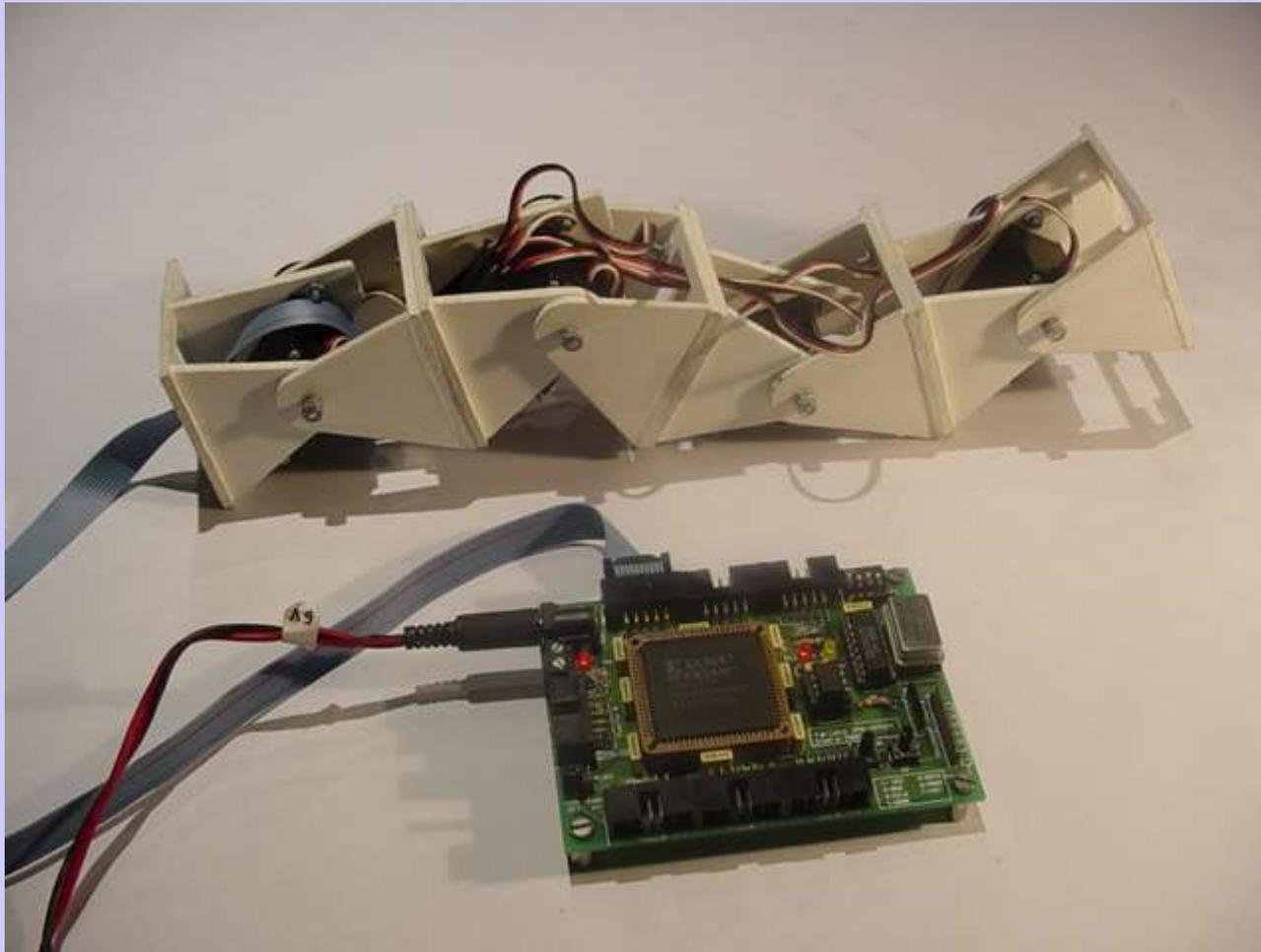
Conclusiones

- **Viabilidad**
- **Movimiento exactamente igual**
- **Alternativa I:**
 - Pocos recursos
 - Mayor cantidad de servos
 - Util para hacer pruebas con diferentes secuencias de movimiento
- **Alternativa II:**
 - Mayor flexibilidad
 - Codiseño: Partes resueltas por hardware y partes por software

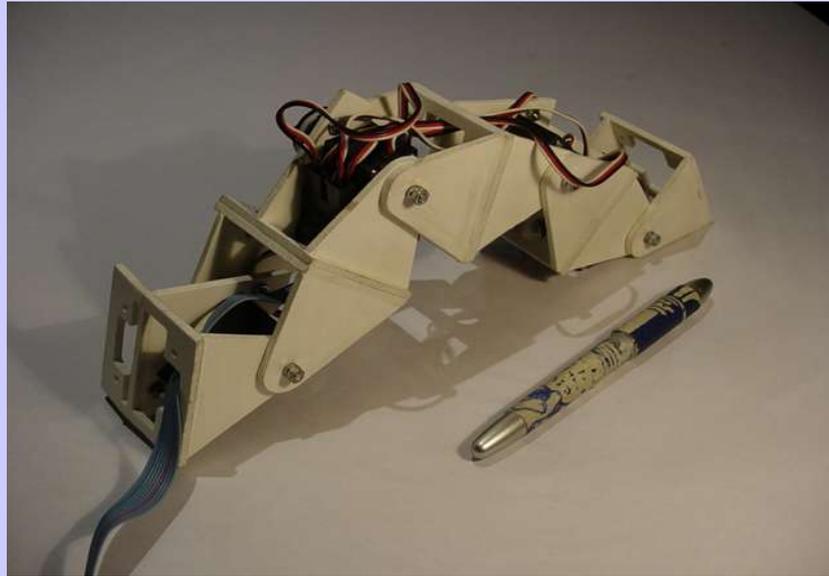
Herramientas necesarias para trabajar en el campo de la Robótica Modular Reconfigurable con FPGAs

Demo

- Alternativa I en acción:



Alternativas Hardware para la Locomoción de un Robot Ápodo



Juan González, Ivan González y Eduardo Boemo

**Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid**