



Desenvolvimento de Algoritmos de Controlo para a Locomoção de um Robot Humanóide

Autoria:

Milton Ruas da Silva, N.º Mec. 21824 - LEET
milton.ruas@gmail.com

Orientação:

Filipe M.T. Silva DETI-IEETA (fsilva@det.ua.pt)
Vítor M.F. Santos DEM-TEMA (vsantos@mec.ua.pt)

1. Introdução

ENQUADRAMENTO

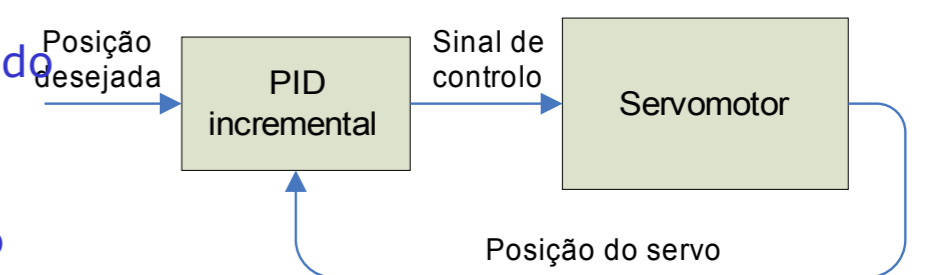
- A concepção de um Robot Humanóide constitui um dos maiores desafios na área da robótica:
 - Construir um ser artificial semelhante ao homem é um sonho inato
 - Marcas como a Sony ou a Honda já deram os primeiros passos
- Um projecto de colaboração entre o DETI e o DEM, iniciado em 2003, permitiu a construção de uma plataforma humanóide de baixo custo para a realização de investigação em áreas tão diversas como o controlo, a percepção e a navegação

OBJECTIVOS

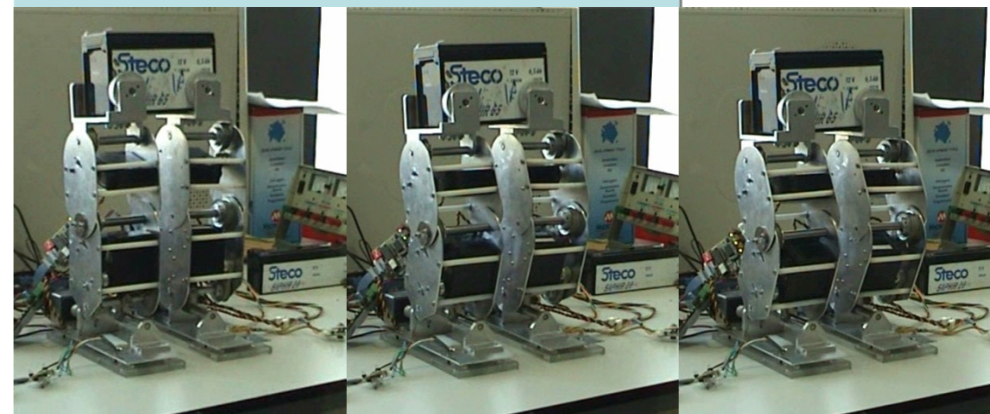
- Este projecto visava o desenvolvimento e implementação de um conjunto de módulos de hardware e software a testar na plataforma Humanóide, sendo decomposto nas seguintes fases:
 1. Desenvolvimento dos módulos de comunicação entre os diversos componentes da arquitectura distribuída de controlo
 2. Desenvolvimento e implementação de estratégias de controlo a adoptar na actuação das juntas (controlo em posição e velocidade)
 3. Implementação de um exemplo de controlo local baseado em sensores de força nos pés (equilíbrio sobre um plano de inclinação variável)

4. Controlador de Baixo-Nível

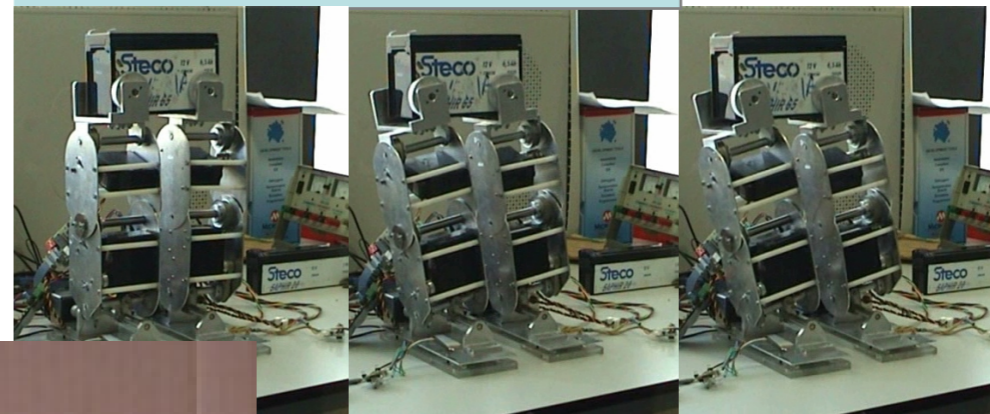
- Solução: compensação por software usando malha externa de controlo!
- Resultados mostram [1,2]:
 - Bom comportamento em regime estacionário
 - Melhoria no seguimento de trajectória



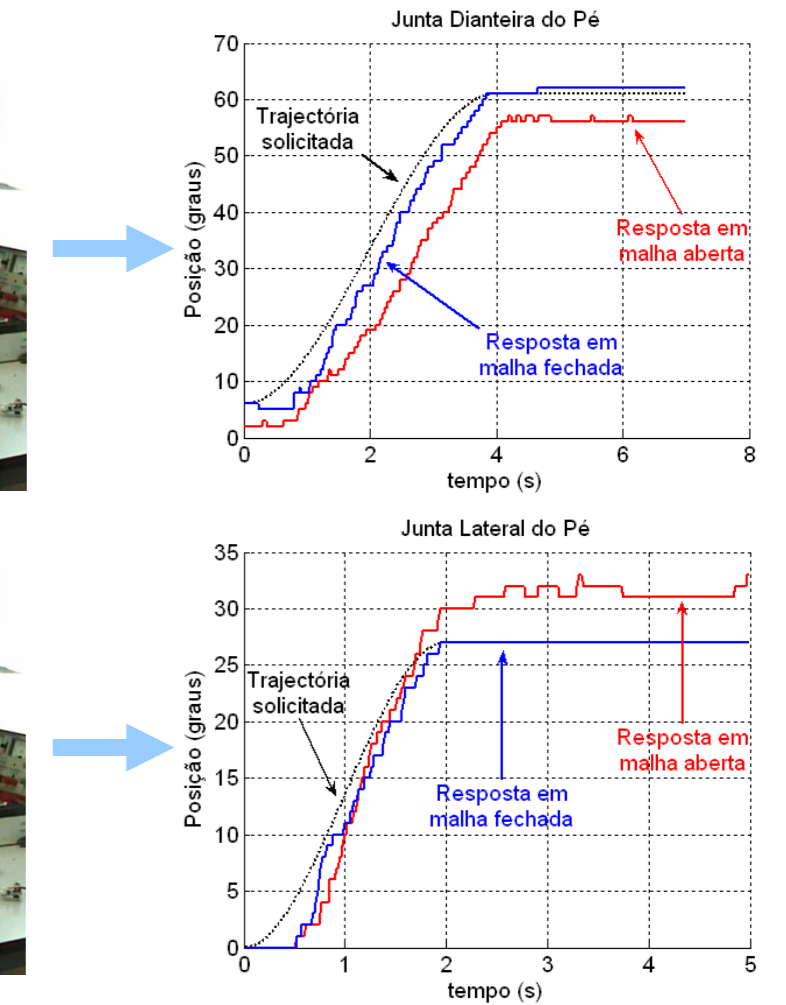
Movimento de Flexão



Movimento Lateral

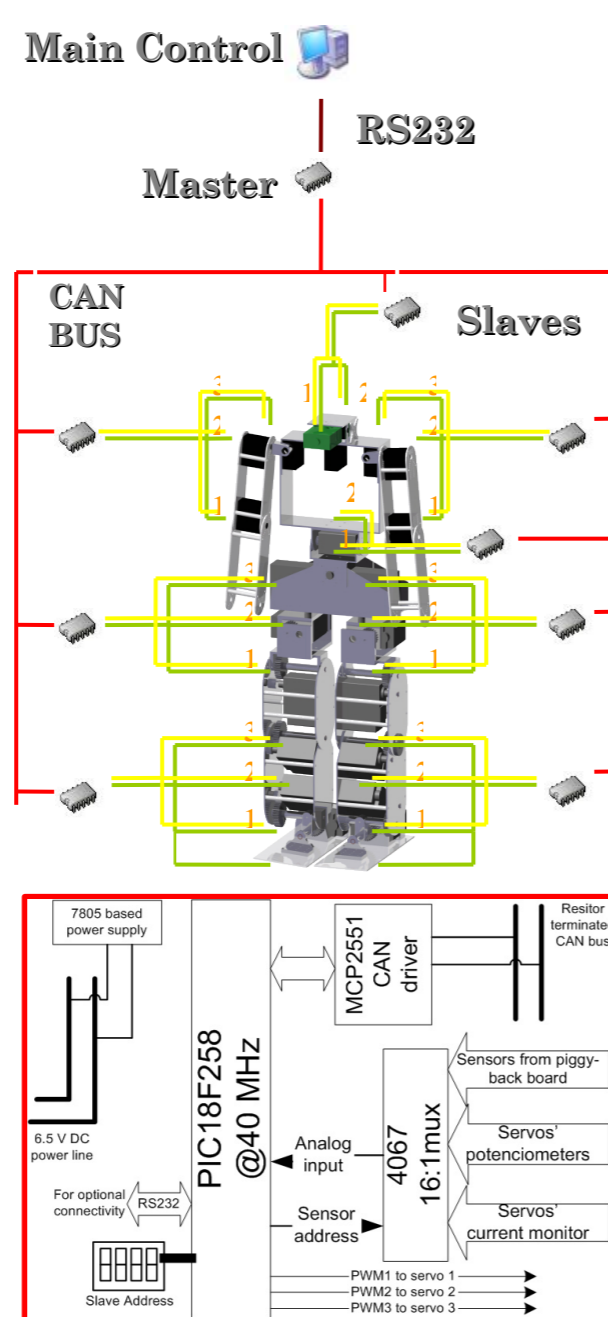


Carga de 2.1 kg colocada na anca



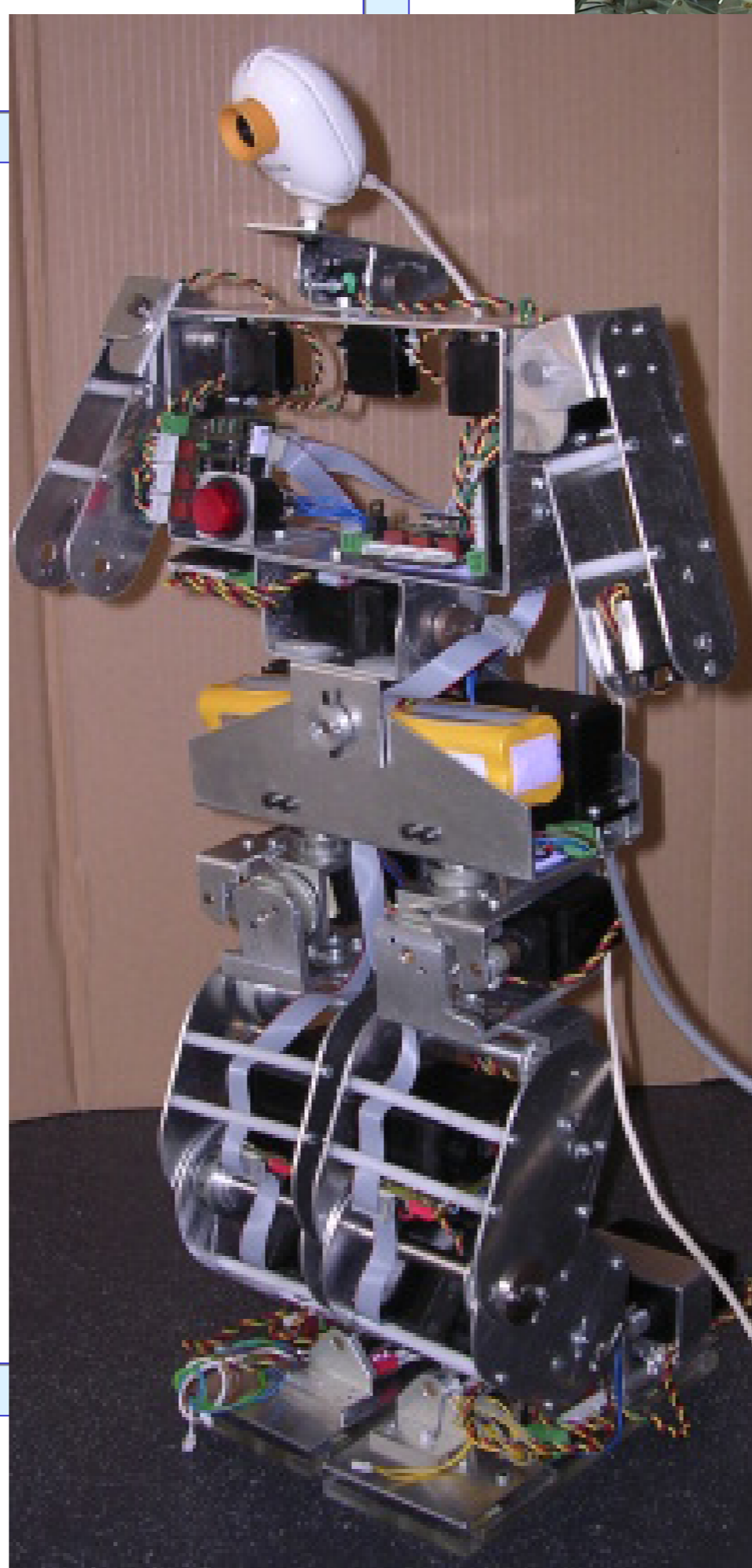
2. Arquitectura do Sistema

- Plataforma humanóide
 - 22 graus de liberdade
 - Peso: 6 kg
 - Altura: 60 cm
- Arquitectura distribuída
 - Rede de controladores interligados por CAN-bus
 - Configuração Master/Multi-Slave
- Comunicações assíncronas:
 - Master e Slaves: CAN bus a 1 Mbit/s
 - Master e PC: série RS232 a 115 Kbaud



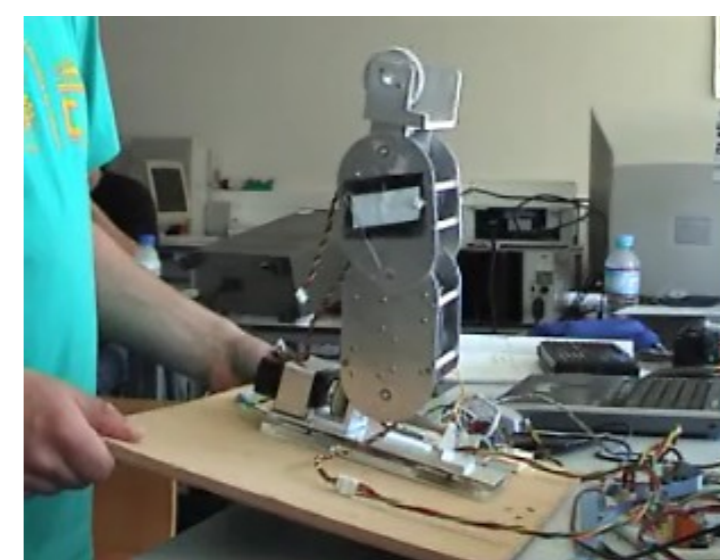
Unidades de Controlo Slave:

- Comandam até 3 actuadores
- Permitem controlo local
- Interface via piggy-back



5. Exemplo de Controlo Local

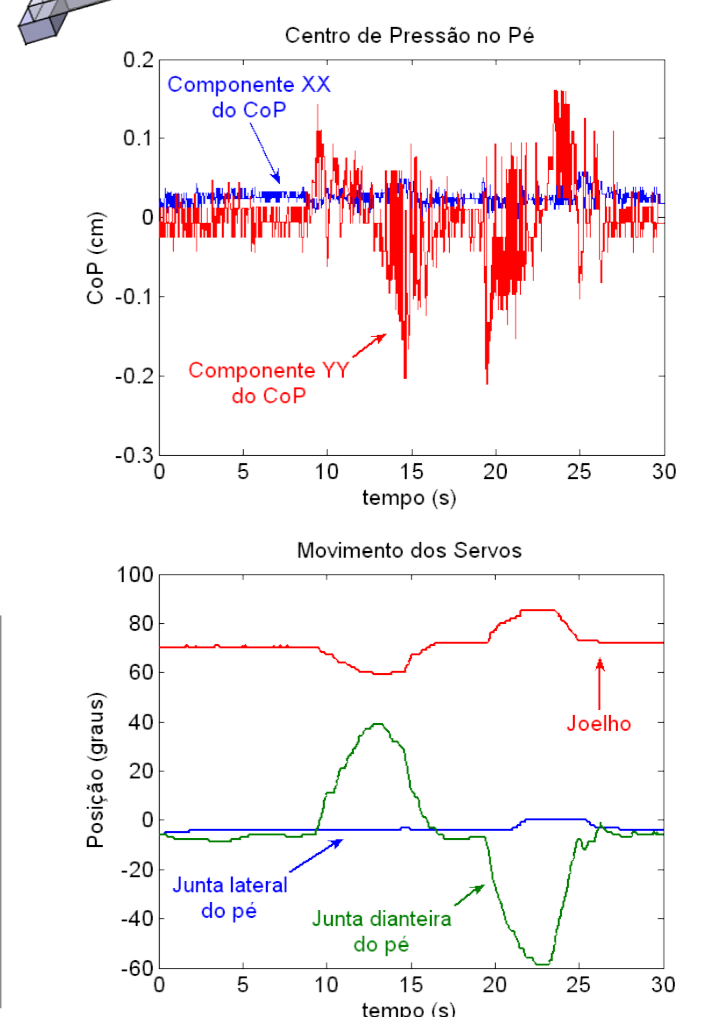
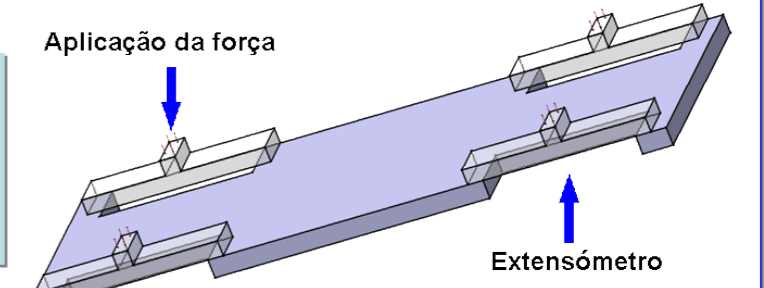
Equilíbrio de 1 perna no plano inclinado baseado nas forças de reacção [3]



Lei de Controlo:

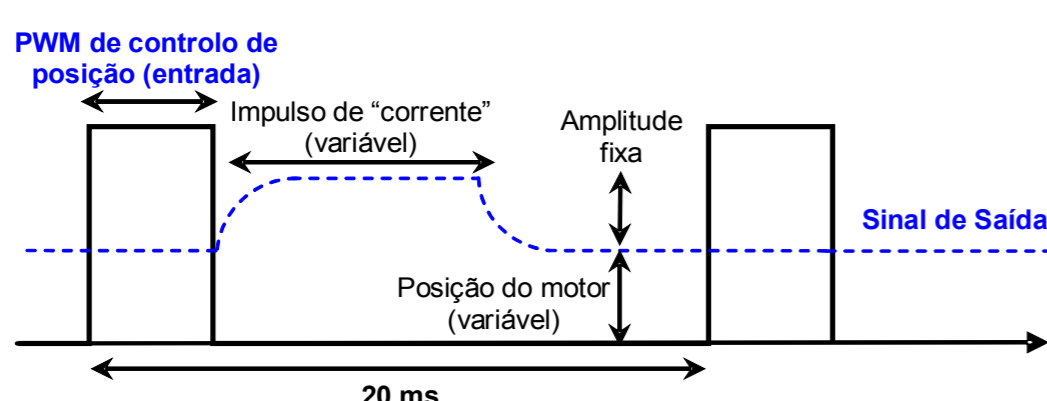
$$\Delta q = K \cdot J^T \cdot e$$

Δq : velocidade das juntas
 J : matriz do Jacobiano
 e : erro entre posição desejada e actual do centro de pressão

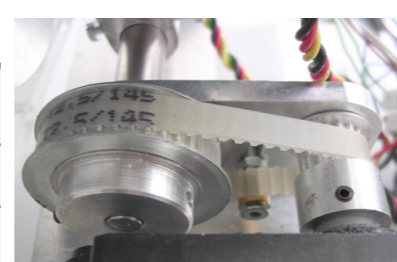


3. Actuadores

- Actuação nas juntas: servomotores HITEC
 - Pequenos, compactos e relativamente baratos
 - Incluem motor, redutor e electrónica de controlo
- Limitações/desvantagens
 - Não disponibilizam controlo de velocidade e/ou binário
 - Comportamento não linear em função da carga
- Actuação e Leitura Sensorial
 - Controlo de posição: PWM a 50 Hz e duty-cycle de 1-2 ms
 - Leitura da posição e estimativa da corrente consumida



Correias de transmissão para elevar binários



Aplicação	Modelo	Massa (g)	Binário (Nm)
Braços & juntas de baixo binário	HS85BB	~20	0.35
Pernas & juntas de alto binário	HS805BB	119	2.26

6. Conclusões

- A arquitectura distribuída revela várias vantagens:
 - Sistema de controlo mais simples e fiável
 - Debugging simplificado
- O controlador de baixo-nível mostra desempenho adequado:
 - Controlo de posição otimizado com a adição de um compensador PID
 - Controlo de velocidade possível com aplicação de trajectórias suaves
 - O robô é capaz de realizar movimento básicos e "caminha" para a marcha
- O controlo local baseado nos sensores de força é possível:
 - Resposta bastante reactiva a inclinações do plano! Mais evoluções à vista ...
- Perspectivas futuras:
 - Compensar variações de inércia usando estimativa de corrente consumida
 - Combinar controlo de posição/velocidade com o controlo de equilíbrio
 - Substituir PC por sistema baseado em PC104, nano-ITX ou similar
 - Participar na próxima edição do ROBOCUP (Liga Humanóide)

PUBLICAÇÕES

- [1] M. Ruas, F. Silva, V. Santos, "Parameter Measurement for Speed and Torque Control of RC Servomotors on a Small-Size Humanoid Robot", nas Actas do Encontro Científico Robótica 2006, pp. 71-79, 28 Abril, Guimarães, Portugal, 2006
- [2] M. Ruas, F. Silva, V. Santos, "Towards Velocity and Torque Control of RC Servomotors for a Humanoid Robot", aceite para publicação nos Proc. of the Int. Conf. on Climbing and Walking Robots, CLAWAR'06, 12-14 Set., Bruxelas, Bélgica, 2006
- [3] M. Ruas, F. Silva, V. Santos, "A Low-Level Control Architecture for a Humanoid Robot", submetido à IEEE International Conference on Humanoid Robots, Humanoids2006, Génova, Itália, 2006.