
Concepção de Robô Modular para Reconhecimento e Exploração

Daniel Afonso

Dan@ua.pt

sob orientação de: Vítor Santos



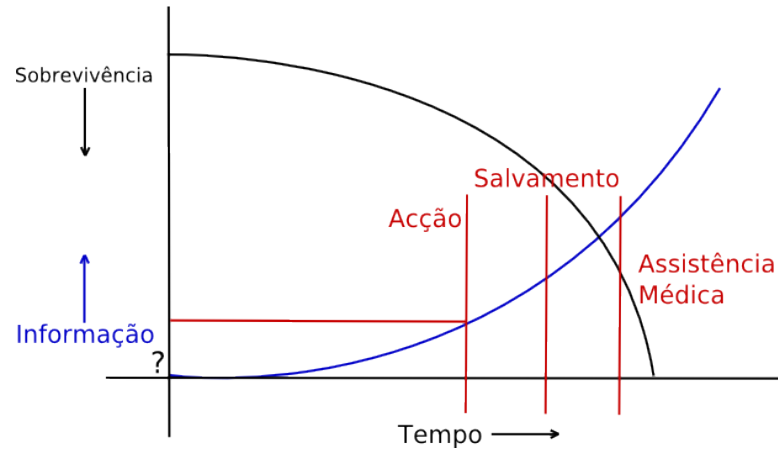
Linhas Gerais

- Introdução
 - ▷ Enquadramento
 - ▷ Objectivos e Motivação
- Proposta
 - ▷ Conceitos estudados
 - ▷ Projecto
- Testes
 - ▷ Testes de conceitos
 - ▷ Teste de operação
- Conclusões
 - ▷ Trabalhos Futuros



Catástrofes Naturais e Acidentes

- Acontecem sem pré-aviso
 - ▷ Afectam o desenvolvimento económico-social
 - ▷ Provocam vítimas
- Necessidade de rapidez nas operações de busca e salvamento



- Locais afectados
 - ▷ Áreas urbanas e industriais
 - ▷ Áreas florestais
 - ▷ Áreas marítimas/aquáticas



Objectivos

- Conceber e construir robô de busca e salvamento urbana
 - ▷ Locomoção em terrenos irregulares
 - ▷ Passagem por espaços inacessíveis ao Homem
 - ▷ Envio de informação para o operador
- Testar protótipo
 - ▷ Testar conceitos desenvolvidos
 - ▷ Testar todo o sistema

Motivação

- Contribuir para o desenvolvimento da área da robótica de busca e salvamento
- Contribuir para assegurar a vida de vitimas de desastres e acidentes



Robótica de Busca e Salvamento

- Espaço de operação
 - ▷ Terra
 - ▷ Ar
 - ▷ Água

- Classes dimensionais
 - ▷ Maxi
 - ▷ Transportáveis
 - ▷ Portáteis Mini
 - ▷ Portáteis Micro

- Geometrias
 - ▷ Convencional
 - ▷ Geometria Variável
 - ▷ Baseados em Ofídeos
 - ▷ Multi-unidade ou serpentiforme



UGV¹ de classe portátil para USAR²

- Sistema Multi-unidade
- Unidades modulares
- Acoplamento entre unidade com 3 graus de liberdade



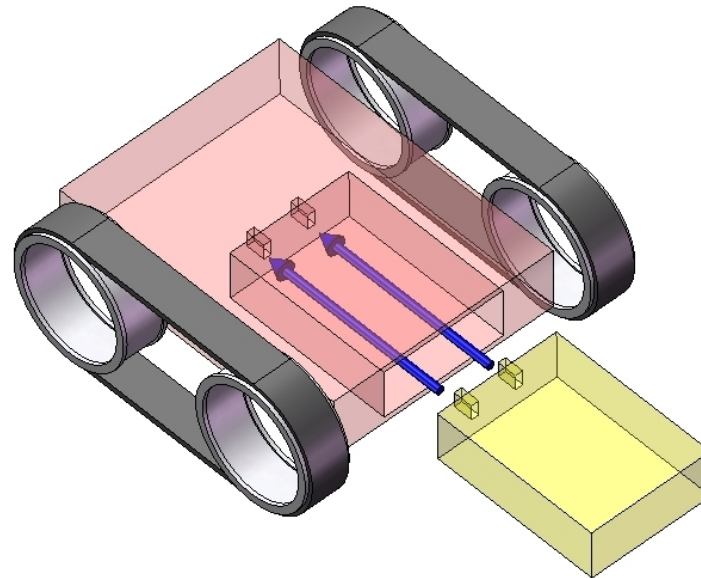
¹Unmanned Ground Vehicle

²Urban Search and Rescue



Unidades

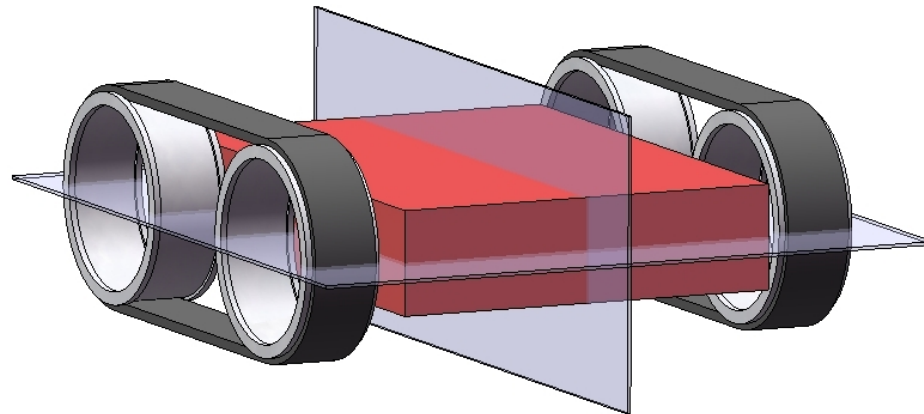
- Dimensões: 160mm x 180mm x 70mm
- Locomoção por lagartas independentes
- Alimentação e sistema eléctrico-sensorial próprios
- Constituída por dois módulos
 - ▷ Módulo base: plataforma transversal
 - ▷ Módulos de função





Unidades

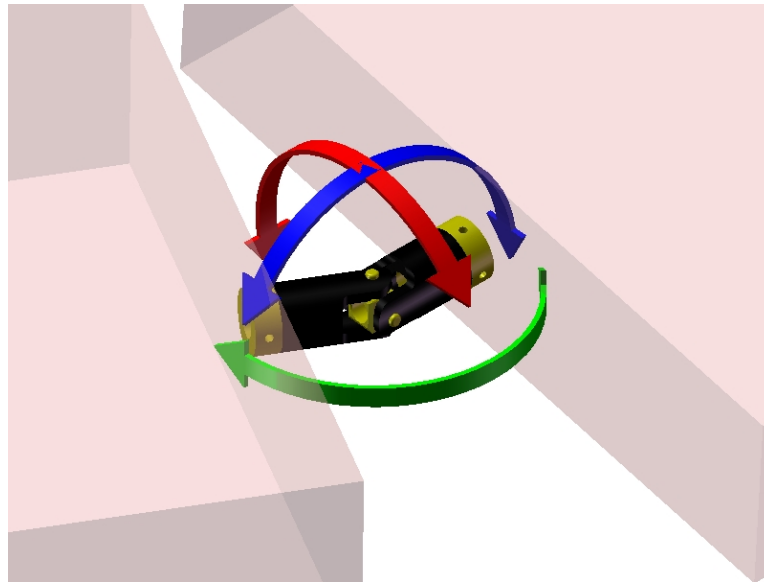
- Estrutura blindada
- "Design for Assembly"
 - ▷ Posição única de encaixe das partes
 - ▷ Fixação por entalhes e cavidades
 - ▷ Número de parafusos reduzido
- 2 planos de simetria





Acoplamento

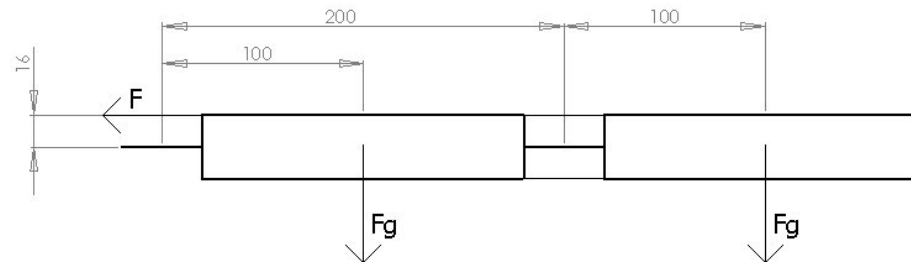
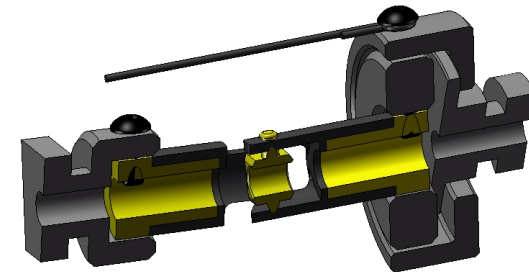
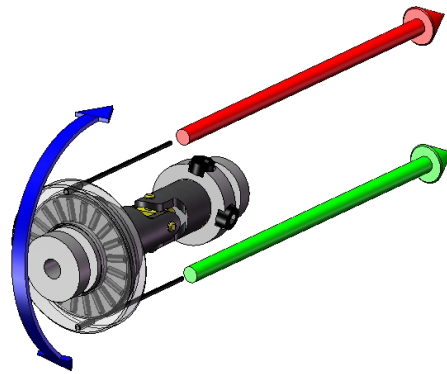
- Baseado em uma junta universal
- Montado numa fixação rotativa
 - ▷ Total de 3 graus de liberdade por junta





Actuação do Acoplamento

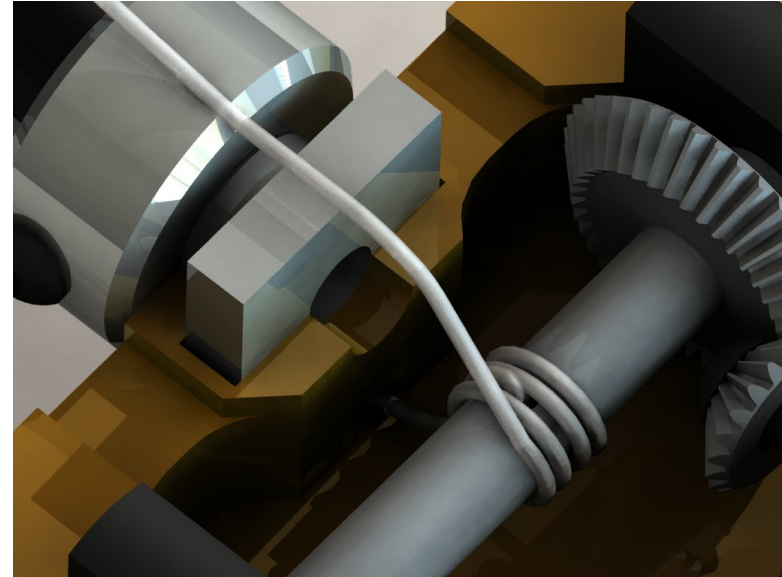
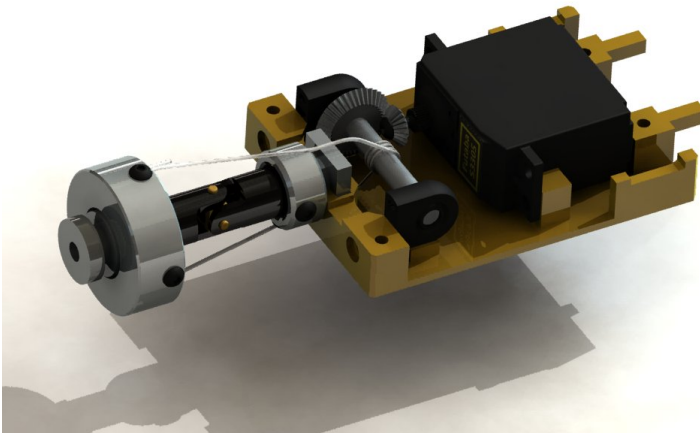
- Actuação dos graus de liberdade da junta universal por tracção de cabos
- Força de tracção **250 N** para elevar duas unidades





Actuação do Acoplamento

- Servomotor
- Relação de transmissão
 - ▷ Engrenagem cónica com relação de 1:1,5
 - ▷ Eixo com 6 mm de diâmetro

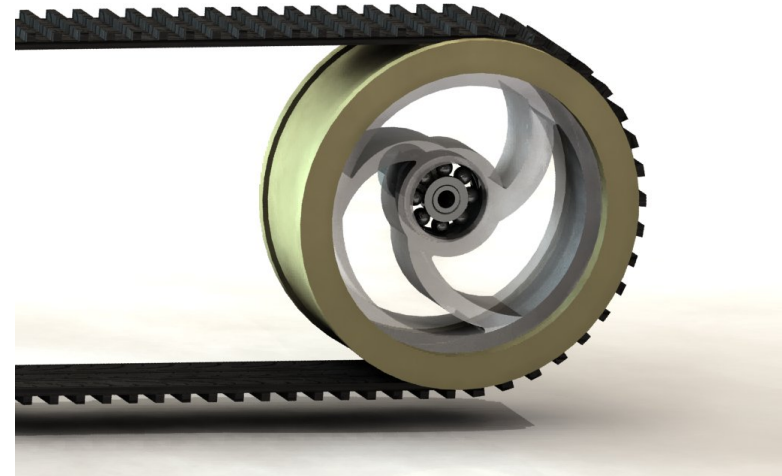
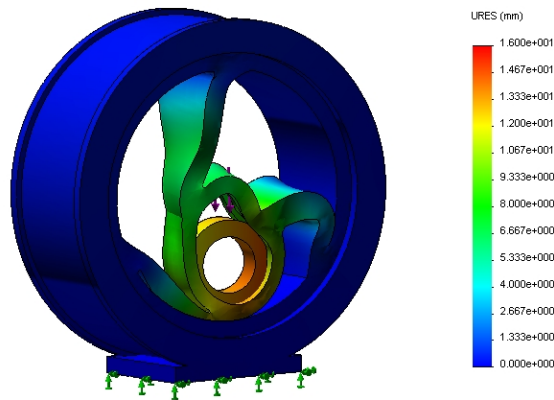




Rodas e lagartas

- Utilização de correias síncronas como lagartas
- Deformação de rodas como forma de segurança passiva
 - ▷ Circularidade do aro exterior das rodas
 - ▷ Paralelismo entre eixos
 - ▷ Entre eixo constante

Deformação da Jante
 Model name: jante2
 Study name: Study 3
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 1



- Desenhadas rodas rígidas em alternativa às deformáveis.



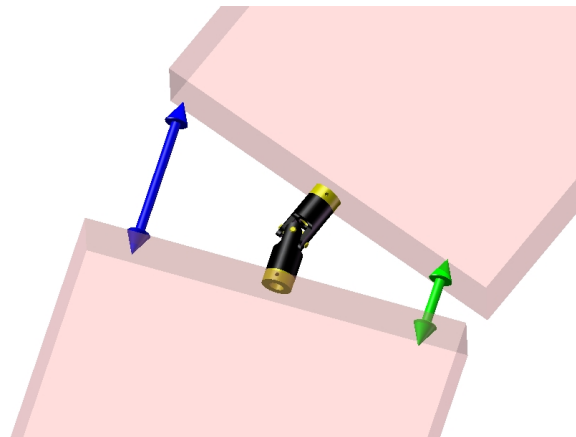
Sistema eléctrico-sensorial

- Secção de distribuição de energia
 - ▷ Baterias
 - ▷ Regulação de tensão
 - ▷ Distribuição de tensão
- Secção de gestão de unidade
 - ▷ Sensores de localização relativa
 - ▷ Controlo de motores
- Secção de comunicação e navegação
 - ▷ Comunicação XBee com o operador
 - ▷ Comunicação I²C com as unidades do sistema
 - ▷ Iluminação
 - ▷ Camera video e iluminação



Software

- Protocolo de comunicação
 - ▷ Request mode
 - ▷ Mensagem de 2 bytes:
 - ▷ tipo de pedido + endereço de unidade + endereço de dispositivo + valor de comando
- Navegação por controlo do operador
- Autonomia de navegação
 - ▷ Navegação Autónoma de unidades posteriores
 - ▷ Ultrapassagem Autónoma de pequenos obstáculos





Sistema constituído por 4 unidades

- 4 módulos base
- 1 módulo master
- 2 módulos slave
- 1 módulo de alimentação

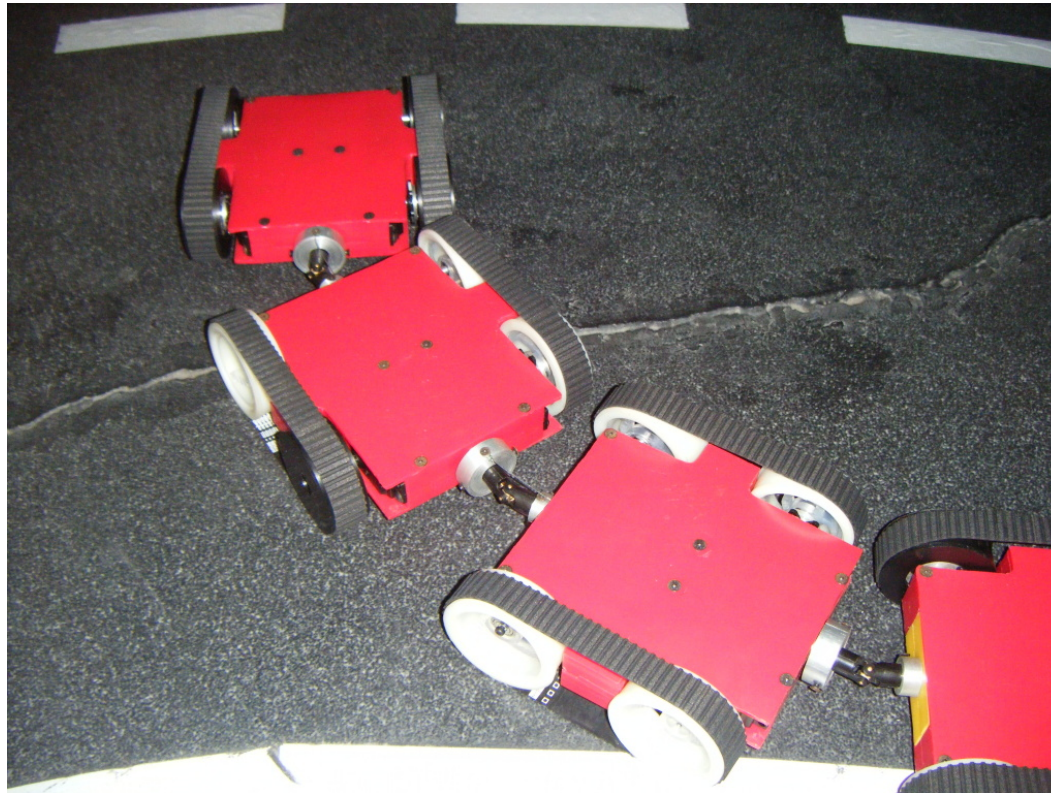




Testes de conceito

- Aspectos construtivos
- Aspectos funcionais

Simulação de operação

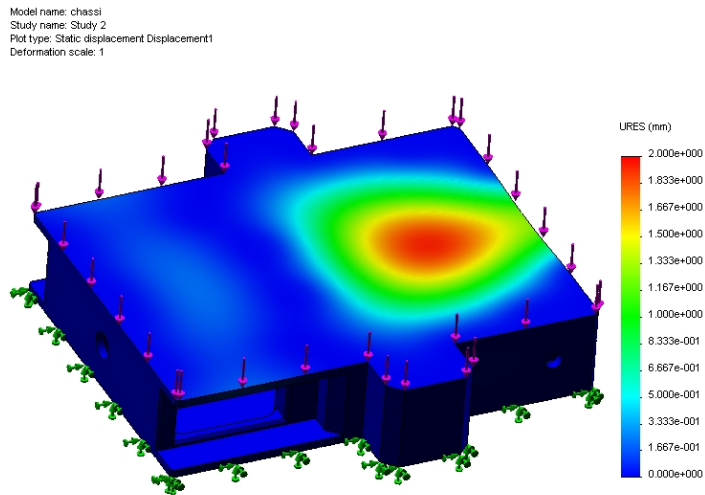




Estrutura

- Aspectos construtivos
 - ▷ Maquinação de plástico
 - ▷ Tratamento térmico

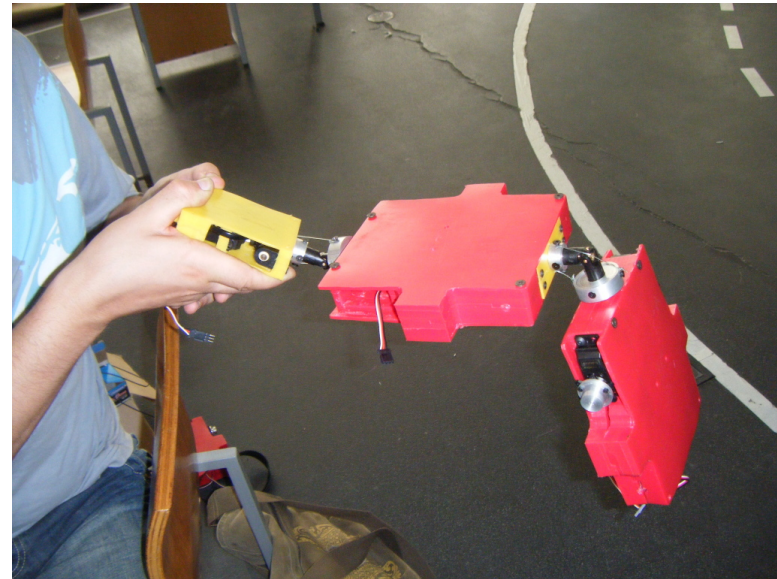
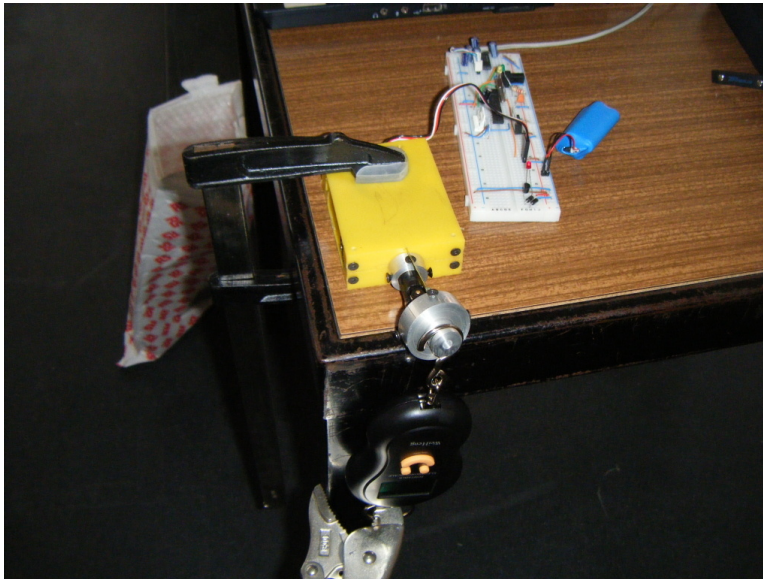
- Aspectos funcionais
 - ▷ Ensaio de blindagem
 - ▷ Impermeabilização





Acoplamento

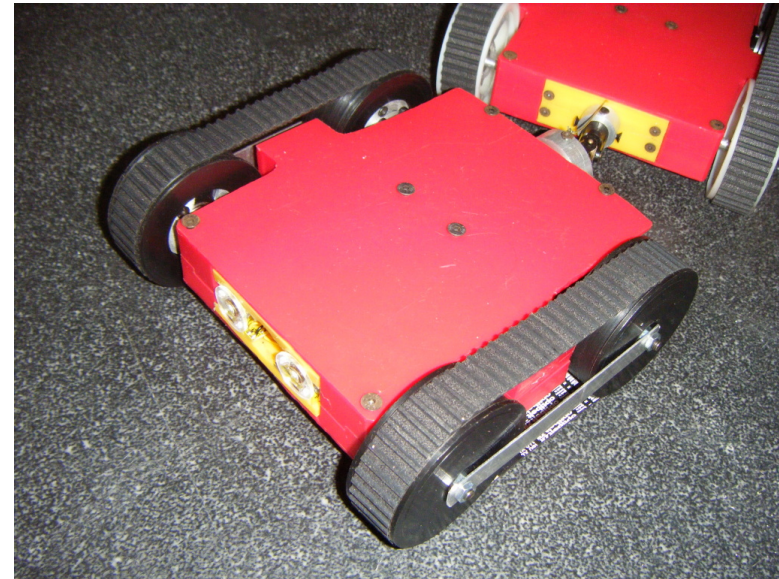
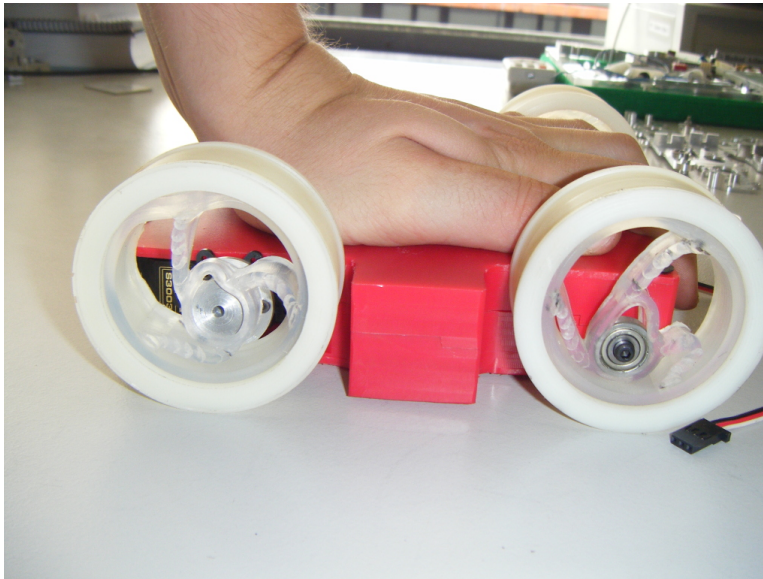
- Aspectos construtivos
 - ▷ 3 graus de liberdade isolados
- Aspectos funcionais
 - ▷ Carga de elevação
 - ▷ Elevação de 2 unidades
 - ▷ Estabilidade conseguida por controlo de um grau de liberdade adicional





Segurança passiva

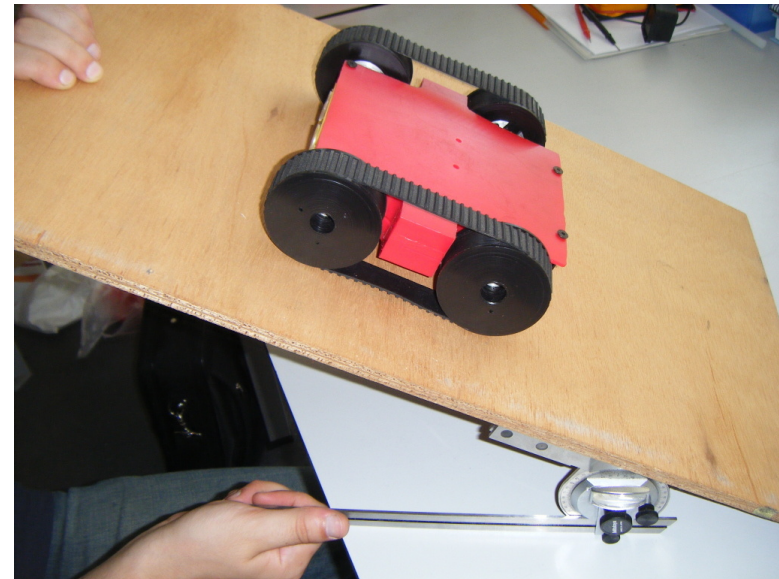
- Aspectos construtivos
 - ▷ Torção e obliquidade entre eixos interno e externo das rodas
 - ▷ Adição de travessa com comprimento do entre-eixo
- Aspectos funcionais
 - ▷ Deformação desejada protege eixos
 - ▷ Torção não compatível com uso de lagartas





Locomoção

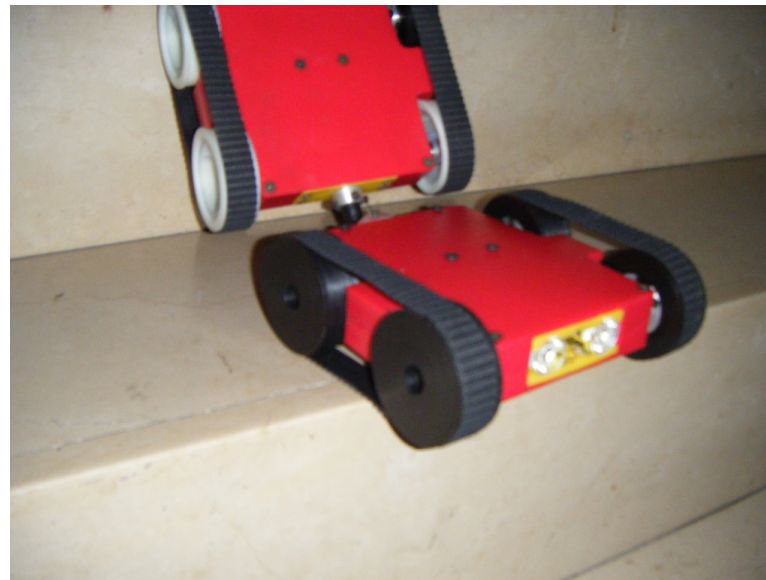
- Funcionamento de uma unidade isolada / sistema completo
 - ▷ Velocidade máxima de 0.14 m/s (0.5 km/h)
 - ▷ 17 mm de altura ao solo
 - ▷ Inclinações até 70%
 - ▷ Ângulo de ataque superior a 90°
 - ▷ Ângulo de saída de 30°
 - ▷ Ângulo de brecagem de 30°





Simulação de operações

- Ambiente de testes
 - ▷ Ambientes artificiais
 - ▷ Simular obstáculos de operações de USAR
 - ▷ Simular tipos de operações
- Resultado dos testes





Conclusão

- Desempenho geral positivo
- Trazem mais-valias aos robôs de busca e salvamento
 - ▷ Geometria serpentiforme
 - ▷ Geometria modular e plataforma transversal
 - ▷ Acoplamentos com 3 graus de liberdade
 - ▷ Rotação independente de juntas
 - ▷ Actuação de juntas por sistema de cabos e roldanas
 - ▷ Blindagem e deformação de rodas para segurança passiva
 - ▷ Fixação de componentes sem parafusos
- Erros encontrados facilmente corrigíveis



Trabalhos futuros

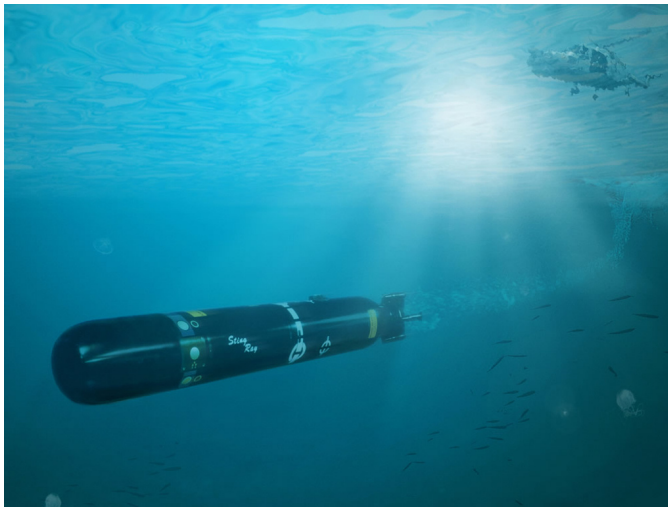
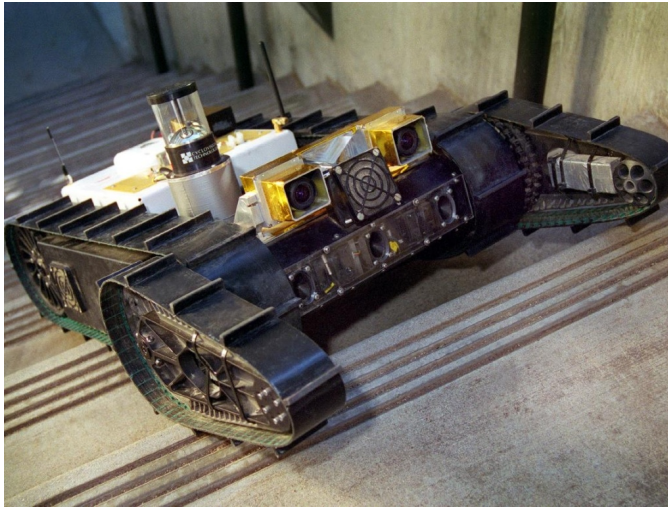
- Aperfeiçoar protótipo desenvolvido
 - ▷ Finalização da construção do protótipo
 - ▷ Continuação do teste e realização de testes de campo
 - ▷ Criação de novos módulos de função
 - ▷ Adição de sensores de percepção ao módulo master
 - ▷ Integrar protótipo com outros projectos
- Desenvolver novas ideias

Agradecimentos

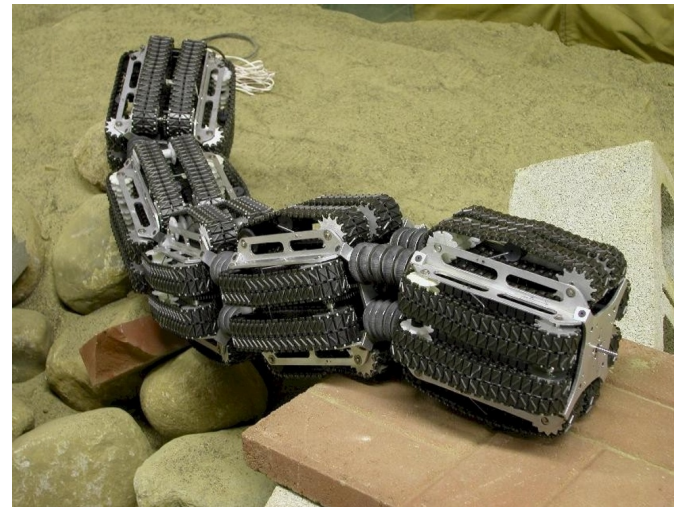
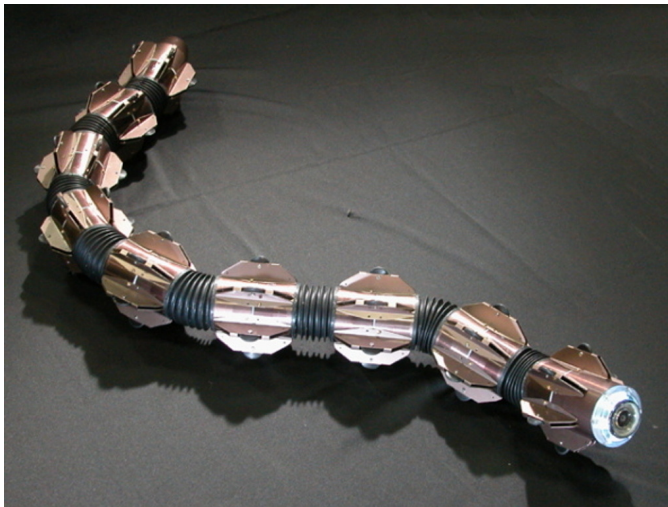
- Gostaria de deixar os meus agradecimentos:
 - ▷ Ao Professor Doutor Vitor Santos pela sua orientação
 - ▷ Aos colegas que compartilham o laboratório pelo companheirismo, entreaajuda e ideias
 - ▷ Ao Eng. Antonio Festas e ao Alfredo Correia pelo apoio no fabrico
 - ▷ Aos meus colegas e amigos pelas ideias e momentos de lazer
 - ▷ Aos meus pais por todo o apoio
 - ▷ À minha namorada por aturar o mau humor e pelo encorajamento continuo

Imagens: Locais Afectados









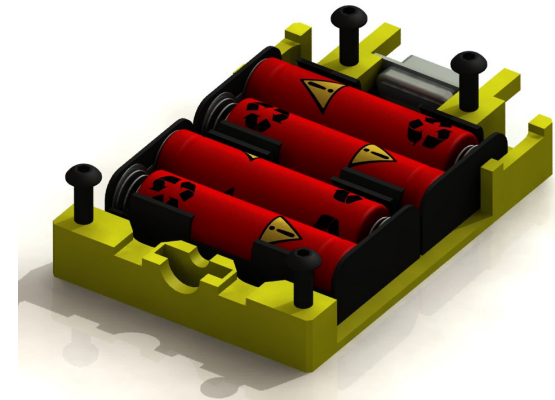
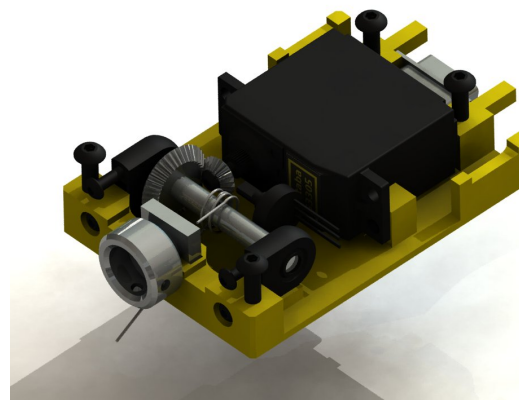
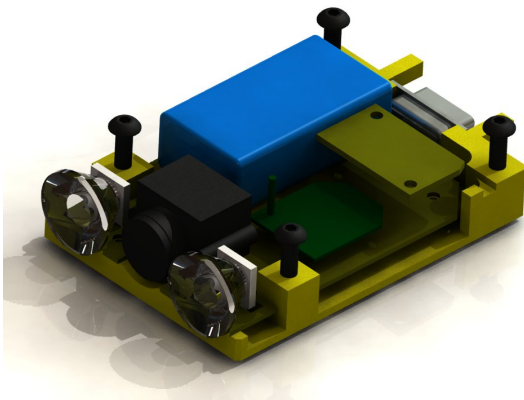
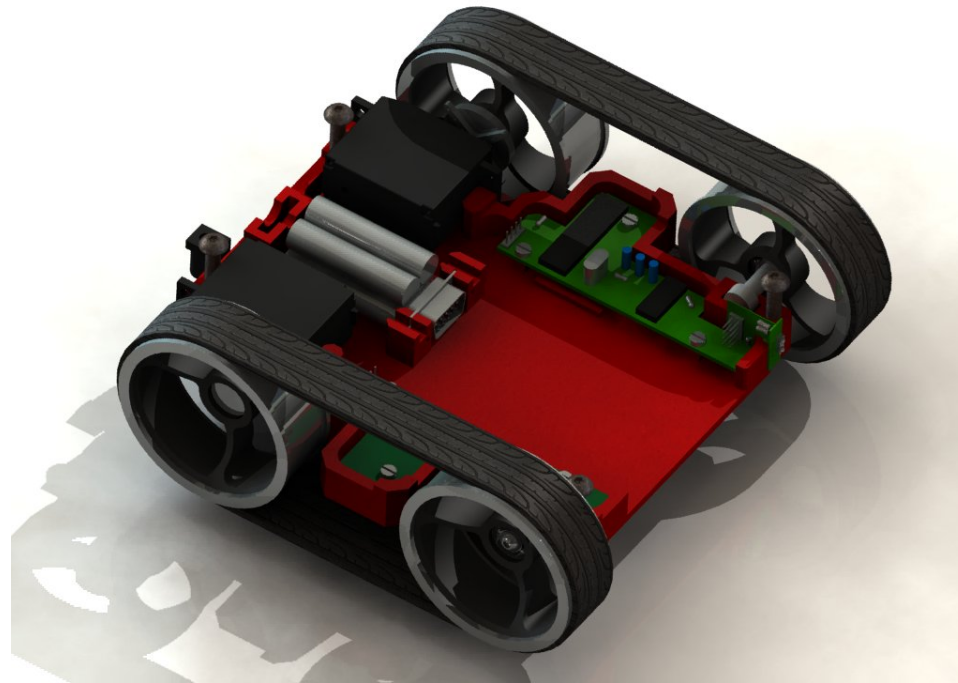


Diagrama: Secções Eléctrico-Sensoriais

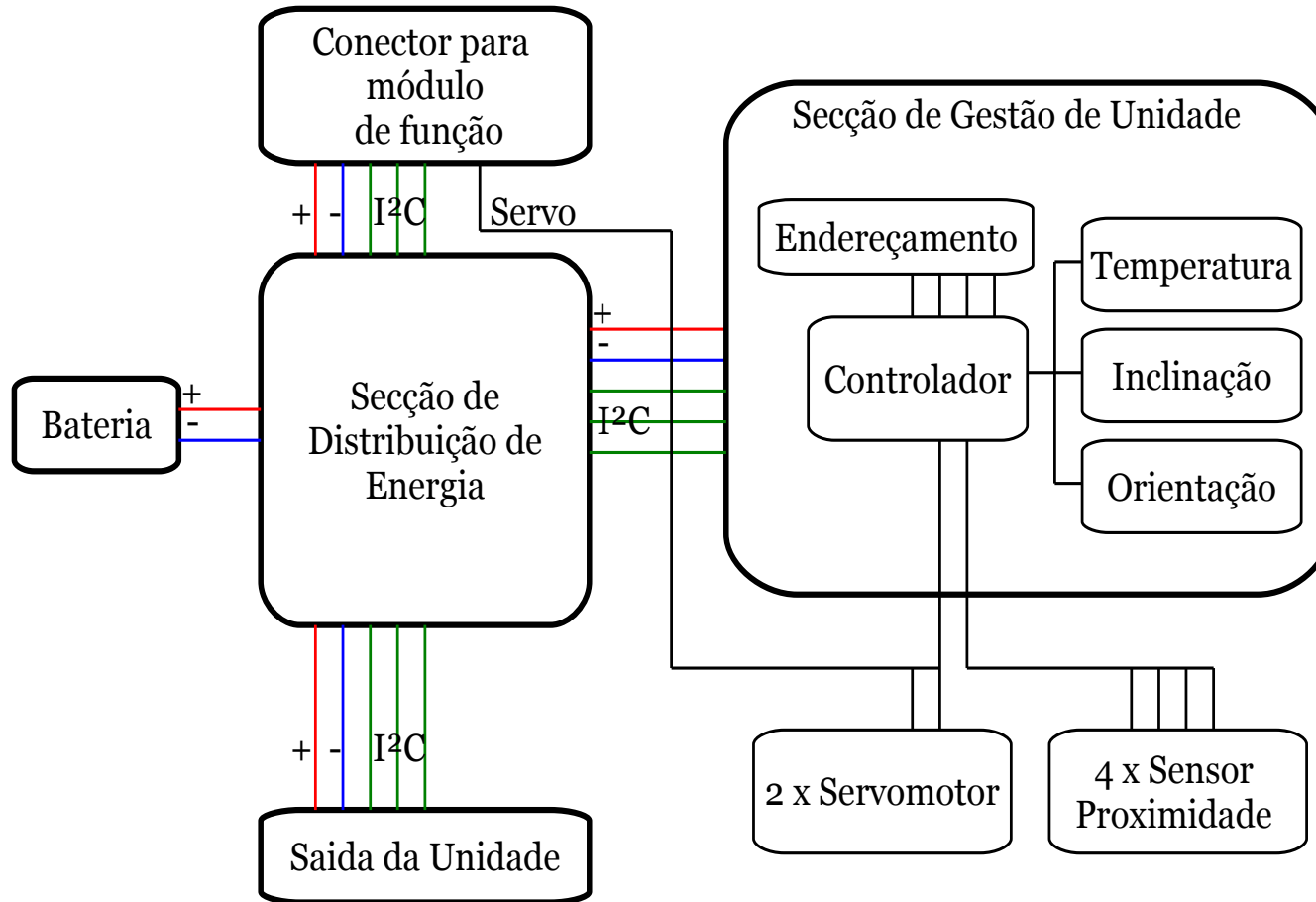
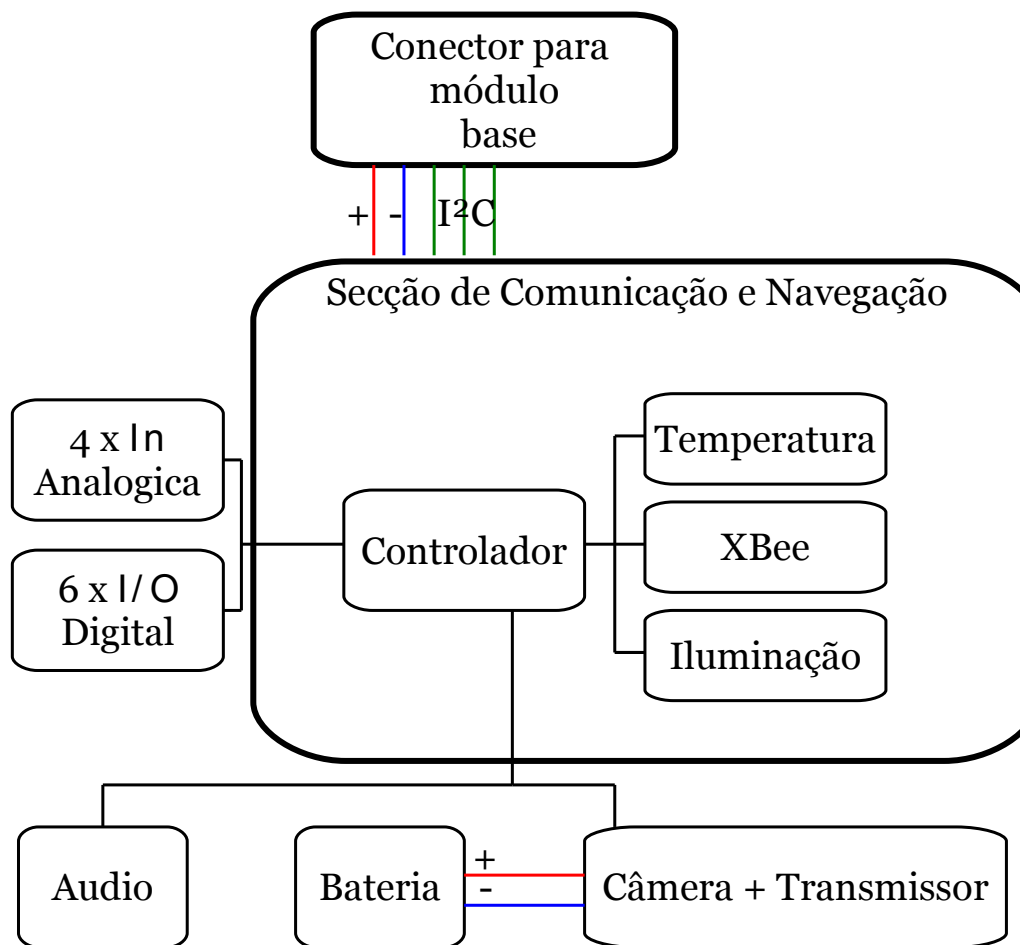
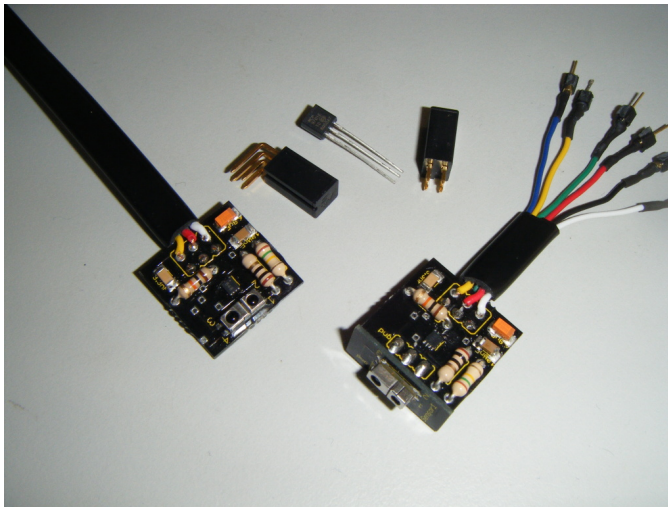
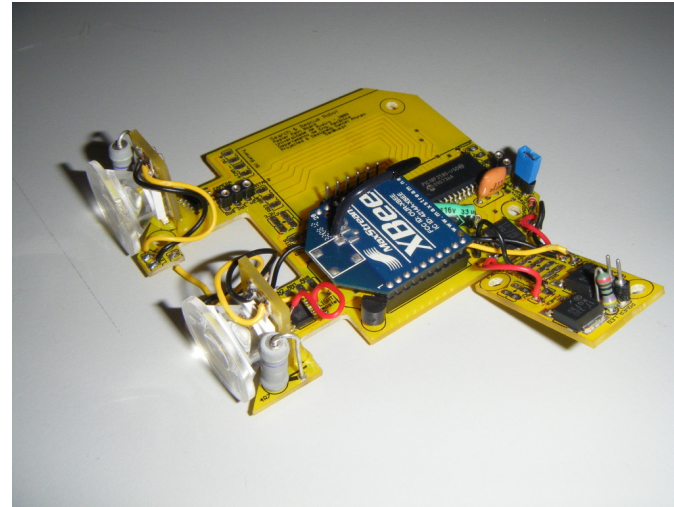
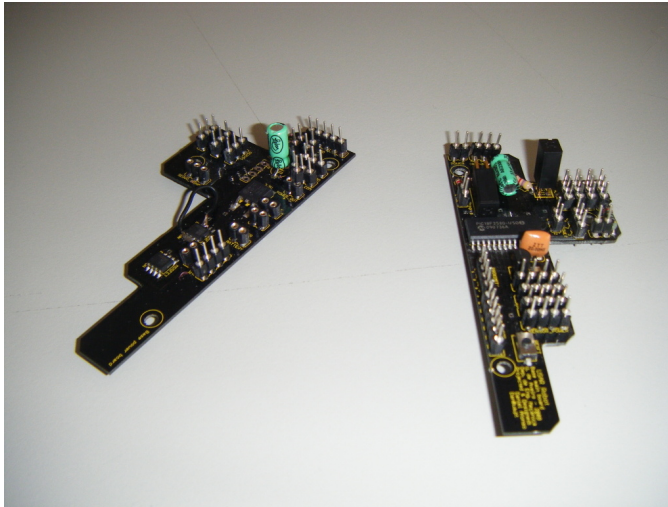




Diagrama: Secções Eléctrico-Sensoriais









mensagem de pedido

Byte	Bit	Função	Valor
byte 0	bit 0	tipo de pedido	0 - pergunta 1 - comando
byte 0	bit 1 a 4	endereço de unidade	0000 (0) - primeira unidade 0001 (1)- segunda unidade 1111 (16)- ultima unidade
byte 0	bit 5 a 7	endereço do dispositivo	000 (0) - motor esquerdo 001 (1) - motor direito 010 (2) - motor elevação 011 (3) - sensor temperatura 100 (4) - sensores de inclinação/orientação 101 (5) - sensores de proximidade 110 (6) - alteração do modo de funcionamento 111 (7) - reservado
byte 1	bit 0 a 4	valor do comando	
byte 1	bit 5 a 7	indicação de byte 1	111

mensagem de resposta

Byte	Bit	Função	Valor
byte 0	bit 0 a 7	verificação de pedido	byte 0 do pedido
byte 1	bit 0 a 4	valor do resposta	
byte 1	bit 5 a 7	indicação de byte 1	111