

VEÍCULOS AUTÓNOMOS AÉREOS

Alfredo Martins
José Almeida

*Laboratório de Sistemas Autónomos
Instituto Superior de Engenharia do Porto
<http://www.lsa.isep.ipp.pt>*

- **Conceito UAV**
- **Aplicações**
- **Panorama actual**
- **Caracterização**
- **Exemplos de veículos**
- **Competições e organizações internacionais**
- **Veículo Aéreo Autónomo do ISEP: FALCOS**
- **Objectivos**
- **Aplicações**
- **Arquitectura do sistema**
- **Sub-Projectos em curso**
- **Estado do projecto e perspectivas futuras**

Conceito UAV



UAV “Unmanned Aerial Vehicle” - veículo aéreo não tripulado

- Estação de controlo de terra
- Sistema de comunicações
- Veículo Aéreo
- Sistema de lançamento
- Sistema de recolha

Veículos Pilotados Remotamente (RPV)
Drones, veículos com autonomia limitada
Veículos Autónomos

Militares

- Reconhecimento
- Ataque
- Apoio a combate
- Alvos

Civis

- Busca e salvamento
- Mapeamento
- Prevenção de fogos
- Comunicações
- Monitorização ambiental
- Investigação Atmosférica
- Agricultura
- Monitorização de tráfego
- Fotografia e filmagem
- Promoção e publicidade

Aplicações militares como motor de desenvolvimento de UAVs

USA: Department of Defense (DoD) principal promotor

- 10 plataformas em execução ou operacionais
- 387 milhões de dólares de orçamento para 2002
- contratos com as principais empresas aeronáuticas (Boeing, Lockheed etc)

EUROPA:

- Industria aero-espacial interessada
- Alguns avanços legislativos na França e países nórdicos

AUSTRALIA: um dos pólos de desenvolvimento deste tipo de sistemas

- Forte interesse em aplicações civis
- Legislação específica já aprovada
- Universidade de Sydney possui um grupo de investigação bastante activo

Estados Unidos

Aplicações militares (DARPA e DoD em colaboração com a indústria)

Programa ERSAT da NASA (monitorização atmosférica)

Univ. Stanford

Arizona State University

Georgia Tech.

Universidade de Berkeley

MIT

Europa

Indústria (Aerospaiale, SAAB, Bosch)

Universidade de Pisa

Universidade de Glasgow

Australia

ATF - Aerospace Technology Forum

Universidade de Sydney

Estação de controlo em terra

Dual Redundant Pilot/Payload Operator Control Stations



 **AERONAUTICAL SYSTEMS**

Estação de controlo em terra

Portáteis



“Menos” Portáteis



Interface gráfico



Lançamento

Catapulta



Descolagem horizontal



Largados



Veículo



À mão



Foguete



Descolagem vertical



Recolha

Gancho



Rede



Vertical



Paraquedas



Parapente



- **“Airframe” ou estrutura mecânica**
- **Propulsão**
- **Avionics (Controlo e navegação)**
- **Sist. Energia electrica**
- **Comunicações**

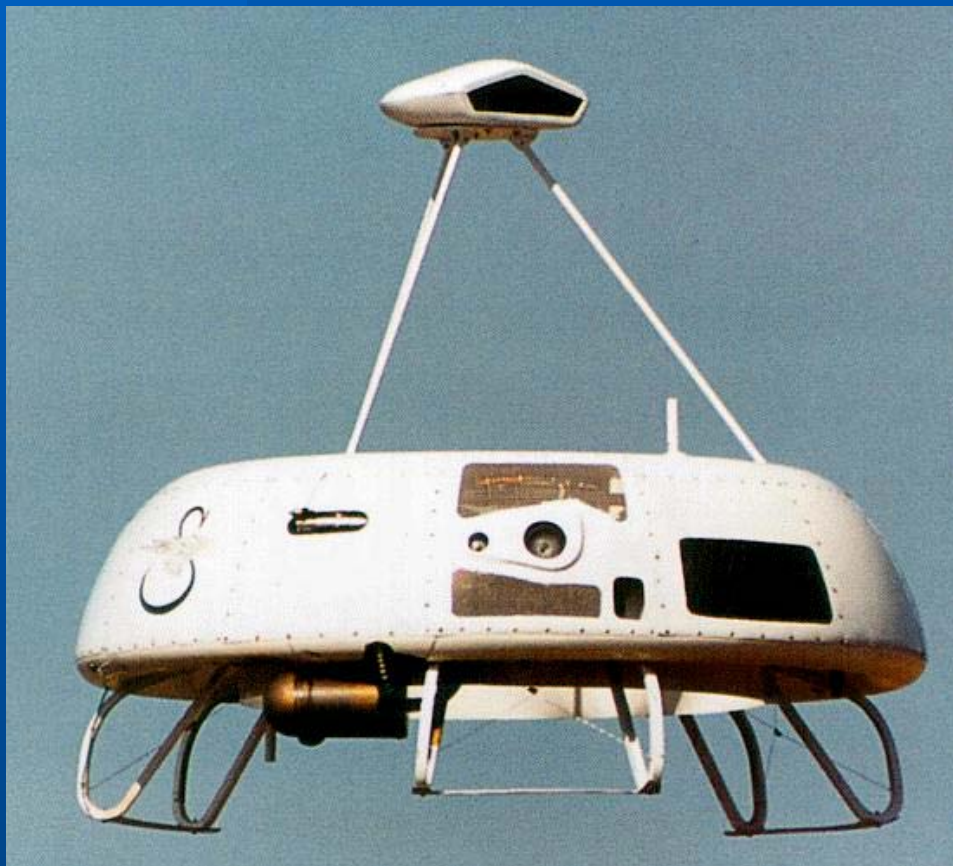
Tipos de veículos

- Aviões
- Balões ou dirigíveis
- Drones
- Helicópteros



Exemplos de UAVs

SPAWAR - Space and Naval Warfare Systems Center



MSSMP - Multipurpose Surveillance and Security Mission Platform

DoD - Darkstar



DoD - Predator (General Atomic)



DragonFly (Univ. Stanford)





Dryden Flight Research Center

ERAST - Environmental Research Aircraft and Sensor Technology

- Desenvolver tecnologia UAV
- Aplicações científicas
- Miniaturização de instrumentos científicos
- Melhorar fiabilidade
- Autonomia de vôo
- Altitude e condições de vôo

JPL - Jet Propulsion Laboratory

Integração de tecnologia (Grupo de Inteligência Artificial)

NASA Perseus B



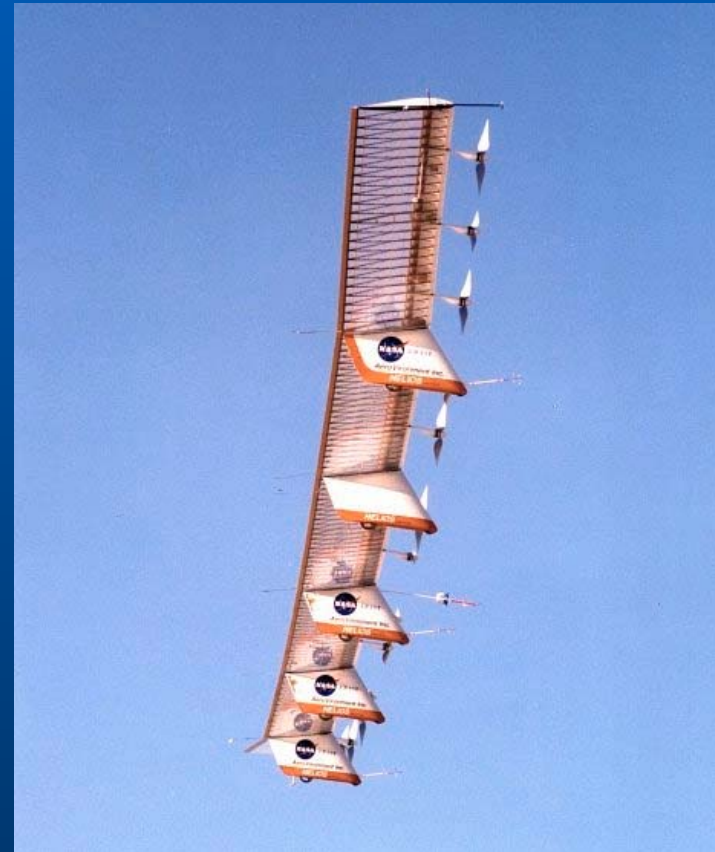
NASA Altus II



NASA Proteus



NASA Helios



- **International Aerial Robotics Competition**

- (Georgia Tech)**

- Em 2002 em Calgary, Canada

- Equipa tem de ter estudantes

- Vôo de 3 Km e identificação de alvos e diferentes estágios de autonomia

- **Micro Aerial Vehicle Competition (ASU)**

- Desenvolvimento de tecnologia de vôo

- Veículos tele-guiados

- Ênfase na miniaturização

- Fotografar um alvo de 1m numa área de 600 m²

Organizações



European Unmanned Vehicle Systems Association

www.euro-uvs.org



Unmanned Aerial Vehicle Systems Association

www.uavs.org



Association for Unmanned Vehicle Systems International

www.auvsi.org

UAV CENTER

information & operational consultation

Unmanned Aerial Vehicle Center

www.uavcenter.com

Veículo Aéreo Autônomo do ISEP

FALCOS - Flight Aerial Light
Cooperative Observation System

- **Desenvolver um veículo aéreo autónomo do ISEP**
- **Investigação em controlo e navegação de veículos autónomos**
- **Demonstração da competência técnica do ISEP numa área de tecnologia de ponta**
- **Potenciar “know-how” existente desenvolvendo uma aplicação de forte interesse económico e social**
- **Vertente educativa (contacto inicial dos alunos em diferentes graus com projectos de investigação)**

Conceito



- **Prevenção e combate a fogos florestais**
- **Operações de busca e salvamento**
- **Monitorização ambiental**
- **Mapeamento e fotografia aérea**

- **Baixo custo**
- **Areas de operação de média dimensão (dezenas de km)**
- **Baixa altitude**
- **Desenvolvimento incremental do projecto**
- **Elevada autonomia (em tempo e em execução da missão)**
- **Equipamento de suporte em terra reduzido e portátil**
- **Fácil operação, lançamento e recolha**

Opções de projecto

- **“Airframe” tipo avião**

Boa autonomia de vôo
Aerodinamicamente estável
Dimensões reduzidas

- **Base modelo RC**

Base baixo custo
Implementação incremental do projecto

- **SBC PC com Linux a bordo**

Capacidade computacional
Tecnologia standard
Sistema aberto

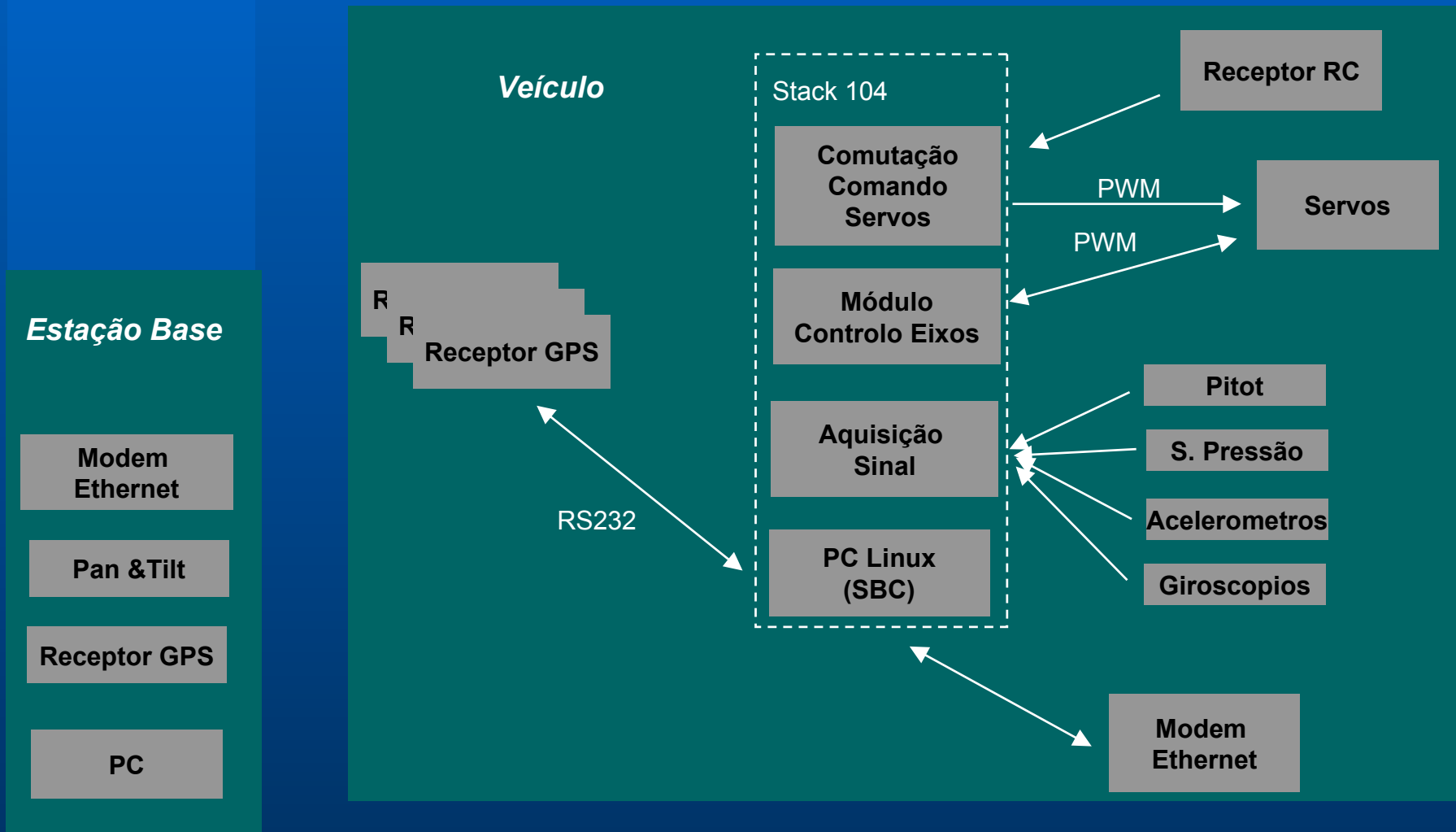
- **Sensores de baixo custo**

Sensores de navegação
Sensores de aplicação

- **Ligação rádio ethernet**

Protocolos standard
Baixo custo
Alto débito

Arquitectura do sistema



Protótipo

- 1 protótipo de teste disponível
- modelo RC com 1.8m envergadura
- SBC x86 com Linux
- motor de combustão
- 3 receptores GPS
- sensor pressão
- sensor pressão diferencial
- giroscópio baixo custo
- acelerómetros triaxiais
- bússola digital
- link rádio ethernet



Placa de interface sensorial em sistema PC104

- Placa genérica conversão A/D (entradas analógicas)
- Condicionamento de sinal base
- Entradas para medição de largura de impulsos
- Elementos fundamentais: uControlador + FPGA + conversores A/D

Sistema de navegação para veículo autónomo aéreo

- Interface com sensores de navegação baixo custo: pressão, giroscópios, acelerómetros
- Instrumentação do avião
- Testes e caracterização dos sensores

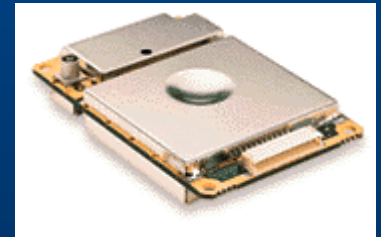


Consola de interface de navegação para veículo autónomo aéreo

- Interface de operação do sistema
- Visualização de dados de navegação e controlo
- Visualização de dados de aplicações
- Ambiente PC - Linux

Sistema de Navegação baseado em GPS

- Interface com 3 receptores GPS
- Determinação da atitude do veículo pela informação GPS dos 3 sensores
- Posicionamento com correcções diferenciais
- Caracterização dos receptores e da precisão do sistema



Controlo do motor de combustão

- Caracterização do motor
- Sistema de medição de rpm (óptico)
- Controlo de velocidade do motor

Sistema de controlo de servomecanismos e comutação de comando

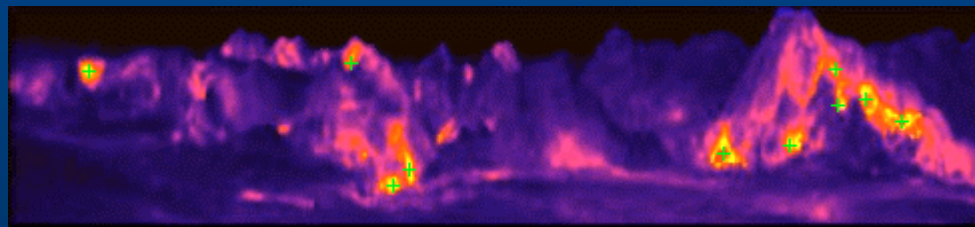
- Geração do PWM para cada servo
- Interface com o PC de bordo
- Comutação do controlo rádio para voo autónomo
- Mecanismo de segurança de voo (perda de sinal rádio ou falhas)

Sistema de manutenção de link rádio

- “Pan & Tilt” para orientação de antena direccionada
- Orientação da antena para o avião
- Estação GPS em terra e envio de correções diferenciais

Sensor de detecção de focos de calor

- Sistema de aquisição de imagem (CCD e câmaras standard)
- Detecção por análise de imagem visível e imagem infra-vermelha
- Baixo custo



- **Testes de vôo realizados com o protótipo**
- **Recolha de imagens a bordo, com o vôo preliminar**
- **Sistema preliminar de comutação de comando desenvolvido**
- **Sistema de navegação GPS em execução**
- **Desenvolvida placa de geração de PWM para os servos com interface ISA**
- **Testes preliminares de sensores de navegação (acelerómetros, sensores de pressão e giroscópios)**
- **Estudo de filtragem na recolha de imagem para determinação de fontes de calor**

Perspectivas futuras



- Testes de vôo com recolha de imagens de fogo (visível e “near IR”)
- Integração do sistema GPS no protótipo
- Integração dos sensores de navegação e recolha de dados
- Modelização do veículo
- Desenvolvimento do sistema de controlo e navegação
- Desenvolvimento de interface de controlo e operação
- Missões com vôo parcialmente autónomo
- Descolagem autónoma
- Aterragem autónoma

LSA Contactos:

Alfredo Martins

amartins@dee.isep.ipp.pt

Eduardo Silva

eaps@dee.isep.ipp.pt

José Almeida

jma@dee.isep.ipp.pt

SITE: <http://www.lsa.isep.ipp.pt>