



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de
Engenharia

**Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores**

System Concept

Sistemas de Engenharia – Automação e Instrumentação

SC_v1.5_ML

Fernando Cunha	Miguel Lopes
Jorge Costa	Pedro Silva
João Gonçalves	Tiago Marques
Mário Martins	Tiago Reis

WonderFly Project



Versões

VERSÃO	DATA	AUTOR	DESCRIÇÃO
Versão 1.0	20-10-2013	João Gonçalves	Estruturação e redação de uma versão inicial do <i>System Concept</i> .
Versão 1.1	21-10-2013	Miguel Lopes	Atualização do capítulo Conceito de Sistema
Versão 1.2	23-10-2013	Tiago Marques	Elaboração do capítulo Componentes
Versão 1.3	24-10-2013	Tiago Marques	Acrescentar componentes em falta
Versão 1.4	24-10-2013	João Gonçalves	Correção de erros e gralhas. Completar conteúdo
Versão 1.5	24-11-2013	Miguel Lopes	Atualização do System Breakdown Structure



Índice

Versões	i
Índice de figuras	iii
Acrónimos	iv
Introdução	1
Sistema <i>Unmanned Aircraft System</i>	2
<i>System Breakdown Structure</i>	2
System Concept.....	3
Componentes.....	4
Plataforma.....	4
Bateria.....	4
Servo-motor	4
Computador	5
<i>Neptus</i>	5
<i>ArduPilot</i>	6
GPS.....	4
Sensor de velocidade	5
Acelerómetro.....	5
Giroscópio.....	5
Magnetómetro.....	5
Barómetro	5



Índice de figuras

Figura 1 – <i>System Breakdown Structure (SBS)</i> do WonderFly Project.....	2
Figura 2 – System Concept do WonderFly Project.....	3



Acrónimos

UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*

UAS – *Unmanned Aircraft System*

SBS – *System Breakdown Structure*

ESC – *Electronic Speed Control*

Introdução

O *System Concept* tem como objetivo identificar os elementos base de um sistema e a sua interligação. Um sistema é constituído por um produto e um conjunto de processos, sendo um processo um conjunto de atividades interrelacionadas e executadas em sequência, que transforma, através dos recursos, uma “entrada” numa “saída”.

O *System Concept* resulta assim da análise dos requisitos genéricos, tendo em vista o sistema a implementar, dando origem a informação estruturada que permite fazer uma melhor ligação entre as necessidades do cliente e os requisitos de engenharia.

Existem três aspetos fundamentais a abordar num *System Concept*:

- Os componentes constituintes do sistema;
- A interligação entre estes;
- A interação do sistema com os utilizadores e outros sistemas;

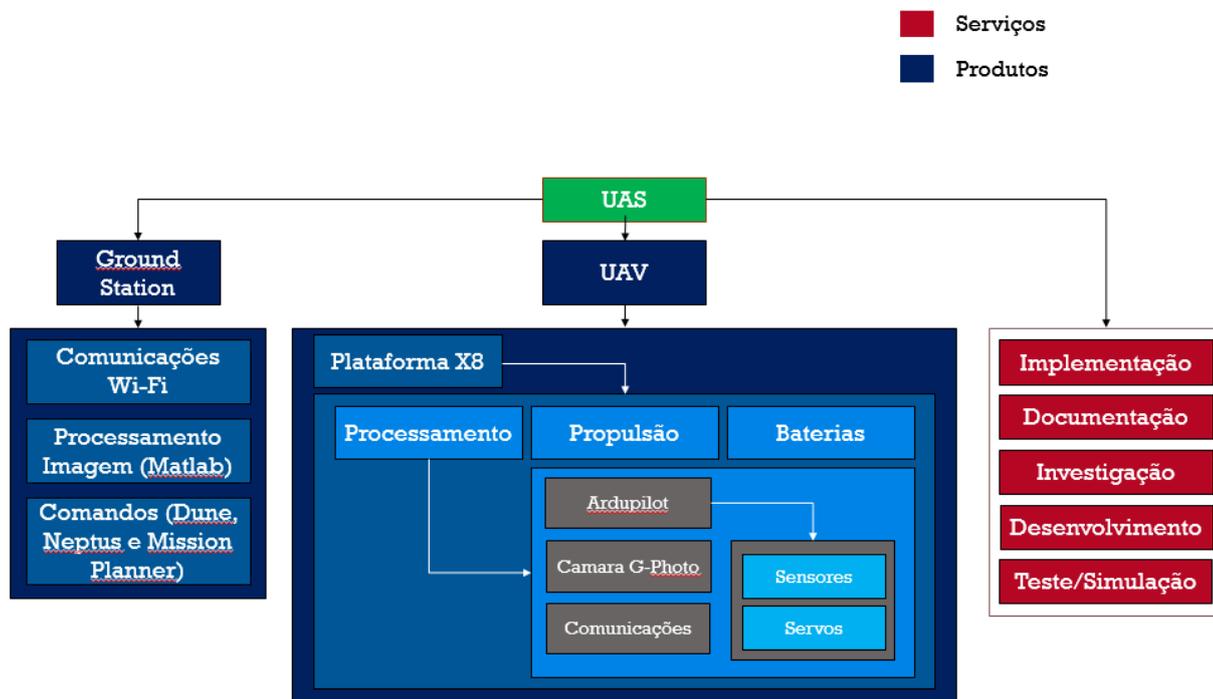
Um *Unmanned Aircraft System*, também largamente conhecido por “*Drone*”, é um sistema constituído por uma base terrestre e um veículo aéreo não tripulado, bem como todo o *hardware* e *software* de suporte. Neste contexto, procura-se desenvolver o sistema respeitando as regras da competição *Student UAS Challenge* edição 2014. Trata-se de uma competição que se rege por um conjunto de requisitos específicos, que depois de analisados com cuidado formam os requisitos de engenharia a seguir.

Sistema *Unmanned Aircraft System*

System Breakdown Structure

O *System Breakdown Structure* é uma ferramenta útil na estruturação dos diversos blocos constituintes de um sistema. Trata-se numa subdivisão do projeto, facilitando assim a sua gestão, pois cada um dos elementos do sistema deve estar bem definido.

O projeto a desenvolver será composto por vários componentes, os “produtos”. Estes serão o resultado de vários processos. Tal como se pode ver na Figura 1, o sistema base – UAS – pode ser decomposto nos subsistemas UAV e Estação Base (*Ground Station*), os dois grandes produtos. Contudo, existem, naturalmente, um conjunto de processos associados a todo o projeto, sejam eles de Investigação, Documentação ou Implementação, que permitem desenvolver esses mesmos componentes, desde os “macro produtos”, até aos componentes mais básicos que os constituem.



System Concept

O *System Concept* (ou conceito do sistema) é uma forma de ver o projeto onde são expostas as ligações entre os vários componentes que o constituem. Estas pequenas ligações dão origem a pequenos subsistemas que por sua vez, interligados, dão origem ao sistema total. Trata-se de uma ferramenta essencial para se obter um alto desempenho.

Nesta representação devem estar presente, não só as ligações ao sistema, como também as ligações com o utilizador. Assim, a Figura 2 mostra o conceito do sistema do WonderFly Project.

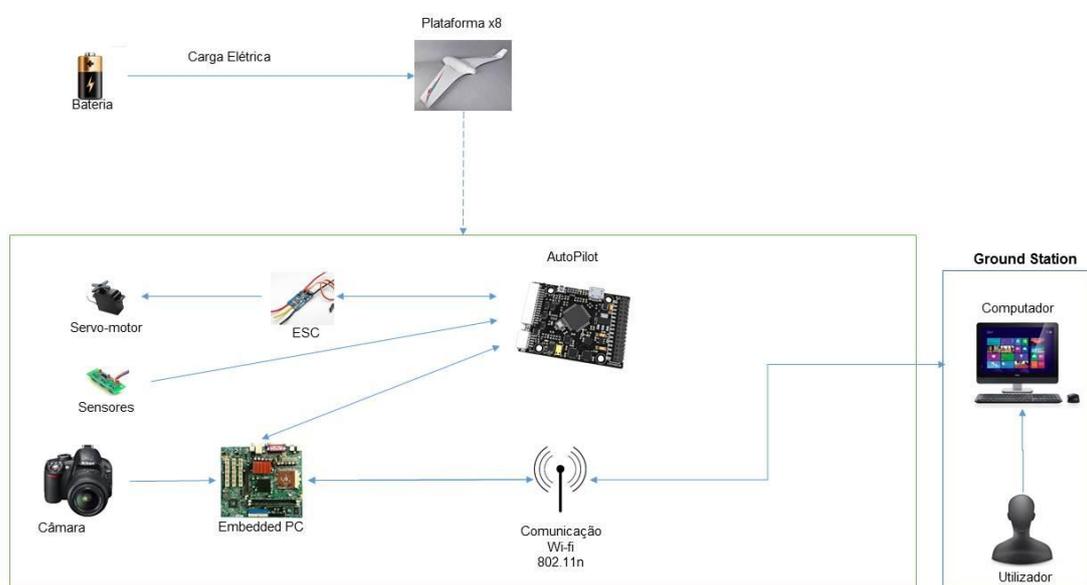


Figura 2 – System Concept do WonderFly Project

Componentes

Os diferentes componentes do sistema podem ser agrupados em 4 grupos distintos: Plataforma, Estação Base, Piloto Automático e Processamento de Imagem. Os dois últimos podem-se considerar subgrupos pois estão contidos na plataforma.

Plataforma

Na plataforma estão contidos todos os componentes que se encontram dentro da mesma. Alguns fazem parte de outros grupos, como por exemplo do piloto automático e do processamento de imagem.

Plataforma

O modelo a ser utilizado no sistema é o x8. Este modelo apresenta características favoráveis para o projeto (boa quantidade de espaço, excelente desempenho de voo, rápidas velocidades de cruzeiro, baixa potência na região de 80-90 km/h, etc.) e trata-se de uma plataforma muito simples e robusta. A estrutura engloba todos os restantes componentes, com a exceção dos pertencentes à *Ground Station*.

Bateria

A energia necessária para todo o sistema funcionar é armazenada na bateria. Esta tem de ser capaz de alimentar todos os dispositivos eletrónicos (à exceção da câmara) durante o voo e tem de possuir uma autonomia de pelo menos 40min (tempo máximo de prova).

Servo-motor

Um servo-motor é um motor de posição controlada, ou seja, um componente mecânico que funciona em malha fechada. Recebe um sinal de controlo e verifica a posição atual, corrigindo-a caso seja diferente. Estes dispositivos trabalham dentro de uma gama de valores de ângulo específicos. O sinal de controlo não é mais do que um impulso, no qual a sua largura indica o ângulo desejado.

Sensores

GPS

O GPS é um sistema de navegação por satélite, que fornece a um aparelho recetor móvel, a posição do mesmo. O GPS tem como função dar informação da localização do avião para que este possa ser acompanhado e controlado na Estação Base ao longo do voo. A localização das coordenadas é conseguida desde que a aeronave se encontre no campo de visão de quatro satélites.

Sensor de velocidade

Como o nome sugere, este sensor mede a velocidade da aeronave. Trata-se de um sensor essencial, pois o controlador em malha fechada usa o valor de referência obtido pelo sensor para manter a velocidade da aeronave. Tendo em conta objetivo secundário de largar um objeto sobre um alvo, a relevância deste sensor torna-se ainda maior.

Acelerómetro

Permite medir as várias acelerações que o avião sofre ao longo do voo. O seu princípio de funcionamento baseia-se no sistema massa-mola. Quando há uma aceleração, a massa desloca-se da sua posição original e esse deslocamento permite calcular a aceleração.

Giroscópio

Consiste num rotor suspenso por um suporte formado por dois anéis articulados. O seu princípio de funcionamento baseia-se na lei da Inércia. O eixo de rotação guarda a direção fixa em relação ao anel maior, dando assim as coordenadas geográficas.

Magnetómetro

O magnetómetro é um dispositivo que mede a intensidade, a direção e o sentido de campos magnéticos. A orientação e a direção da aeronave são de extrema importância para a sua navegação. A inexistência deste dispositivo implicaria que a orientação do avião fosse recalculada usando sucessivas correções de GPS. Com o magnetómetro a orientação torna-se mais precisa. Quando existe vento de atravessamento, o magnetómetro permite a estabilização da aeronave, fazendo precisas correções.

Barómetro

É um dispositivo usado para medir a pressão atmosférica. No entanto, permite também a medição da altitude, medida essencial para o controlo.

Ground Station

Computador

O computador a utilizar pode ser qualquer um que apresente um bom desempenho para correr o *software* escolhido para controlar o piloto automático na estação terrestre, o *Neptus*. Tendo em conta tratar-se de um sistema que funciona ao “ar livre”, a escolha recai, naturalmente, sobre um portátil.

Neptus

O *Neptus* é um *software* desenvolvido em *java*, pelo Laboratório de Sistemas e Tecnologias Subaquáticas (LSTS), capaz de comandar e controlar um ou vários veículos não tripulados. Pode ser utilizado em tempo real, mas também consegue planear e simular missões e rever as já efetuadas.

Com este *software* conseguimos planear a missão com a ajuda de informações dos veículos (sensores e comandos) e mapas geográficos, para posteriormente serem executados e simulados. No modo de funcionamento “execução da missão” está disponível vária informação sobre dos veículos e os controlos passíveis de serem executados. Em seguida na fase de análise, toda a informação é processada e analisada facilitando a compreensão do utilizador.

Piloto automático

ArduPilot

O *ArduPilot Mega 2.5* é um piloto automático com licença de *software* livre, capaz de controlar vários tipos de veículos, tais como helicópteros, aviões, *multicopters* ou *ground rovers*. A maior vantagem de ser “livre” está na possibilidade de configuração do *hardware* por parte do utilizador. Todavia, apresenta também as mais-valias de permitir adicionar diferentes tipos de periféricos e de possuir um número elevado de I/O.

Por outro lado, já tem integrado uma série de sensores tais como barómetro, acelerómetro, entre outros, os quais são abordados mais a baixo. O *autopilot* lida tanto com a estabilização quanto com a navegação eliminando a necessidade de um sistema separado de estabilização.

ESC

O *Electronic Speed Control* é um circuito eletrónico que tem como função controlar a passagem do energia para um motor elétrico de acordo com a necessidade enviada pelo recetor. A passagem de mais ou menos energia permite controlar a velocidade. Na aeronave, o ESC está diretamente ligado aos atuadores, ou seja, controla a velocidade dos servo-motores.

Processamento de imagem

Câmara

A câmara é o dispositivo chave de todo o sistema. Tem como função a captura dos alvos (figuras geométricas básicas contendo alfanuméricos no seu interior). Após a captura, estas imagens são tratadas no *Embedded PC* para posteriormente serem enviadas para a estação terrestre.

Embedded PC

Tem como função o tratamento e processamento das imagens captadas pela câmara. Após a receção, com o recurso a algoritmos de processamento de imagem, as imagens são processadas de modo a serem identificados os alvos, os alfanuméricos presentes no interior destes, as cores de ambos, a localização e a orientação das figuras.

Este componente tem ainda a função de enviar as imagens processadas para a *Estação Base*, através de *Wi-Fi*.



Dentro da plataforma, este comunica com o *ArduPilot* através do DUNE (programa desenvolvido pelo LSTS) que consegue programar o *Autopilot* e supervisioná-lo via porta-série.