

Caracterização da Unidade Curricular / Characterization of the Curricular Unit

Designação da Unidade Curricular (UC) / Title of Curricular Unit (CU): Comunicações e Controlo de Missões / Communications and Mission Control

Área científica da UC / CU Scientific Area: Eletrónica e Automação / Electronics and Automation

Número de créditos ECTS / Number of ECTS credits: 6

Carga horária por tipologia de horas / Workload by type of hours: TP: 45; OT: 6; O: 9

Carga letiva semanal / Weekly letive charge: 3h

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular aborda a espinha dorsal da operação de sistemas não tripulados: a comunicação e o controlo. Os estudantes irão explorar as tecnologias e protocolos que permitem a ligação entre o veículo e a estação de controlo em terra (GCS), garantindo a transmissão de comandos, a receção de dados de telemetria e o streaming de vídeo. A disciplina foca-se nos desafios das comunicações sem fios em diferentes ambientes, nas estratégias para garantir a robustez e segurança da ligação e nas ferramentas de software para o planeamento, simulação e execução de missões autónomas. A componente prática permitirá aos alunos configurar sistemas de comunicação e utilizar software de GCS para planear e monitorizar missões complexas.

Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course addresses the backbone of unmanned systems operation: communication and control. Students will explore the technologies and protocols that enable the connection between the vehicle and the ground control station (GCS), ensuring command transmission, telemetry data reception, and video streaming. The course focuses on the challenges of wireless communications in different environments, strategies to ensure the robustness and security of the connection, and software tools for planning, simulating, and executing autonomous missions. The practical component will allow students to configure communication systems and use GCS software to plan and monitor complex missions.

Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos de Comunicações para UxV

- 1.1. Espectro eletromagnético e propagação de ondas de rádio.
- 1.2. Modulação, codificação e antenas.
- 1.3. Protocolos de comunicação sem fios: Wi-Fi, LoRa, Zigbee, 4G/5G, Comunicações por Satélite.
- 1.4. Arquitetura do link de dados: Uplink (Comando e Controlo - C2), Downlink (Telemetria, Vídeo).

2. Telemetria e Controlo Remoto

- 2.1. Protocolos de telemetria (e.g., MAVLink, FrSky SmartPort).
- 2.2. Sistemas de rádio controlo (RC): transmissores, recetores e protocolos.
- 2.3. Integração de sistemas de vídeo em tempo real (FPV - First Person View).

2.4. Segurança nas comunicações: encriptação, autenticação e estratégias anti-jamming.

3. Estações de Controlo em Terra (GCS)

- 3.1. Arquitetura de software e hardware de uma GCS.
- 3.2. Principais softwares de GCS: Mission Planner, QGroundControl, UgCS.
- 3.3. Visualização de dados: mapas, dados de telemetria e vídeo.
- 3.4. Interface Homem-Máquina (HMI) para controlo de UxV.

4. Planeamento e Execução de Missões

- 4.1. Conceitos de planeamento de missão: waypoints, áreas de operação, ações automáticas.
- 4.2. Simulação de missões (Software-in-the-Loop - SITL e Hardware-in-the-Loop - HIL).
- 4.3. Execução e monitorização de missões autónomas.
- 4.4. Gestão de contingências e modos de segurança (e.g., Return-to-Launch, Failsafe).

Syllabus:

1. Fundamentals of Communications for UxV

- 1.1. Electromagnetic spectrum and radio wave propagation.
- 1.2. Modulation, coding, and antennas.
- 1.3. Wireless communication protocols: Wi-Fi, LoRa, Zigbee, 4G/5G, Satellite Communications.
- 1.4. Data link architecture: Uplink (Command and Control - C2), Downlink (Telemetry, Video).

2. Telemetry and Remote Control

- 2.1. Telemetry protocols (e.g., MAVLink, FrSky SmartPort).
- 2.2. Radio control (RC) systems: transmitters, receivers, and protocols.
- 2.3. Integration of real-time video systems (FPV - First Person View).
- 2.4. Security in communications: encryption, authentication, and anti-jamming strategies.

3. Ground Control Stations (GCS)

- 3.1. Software and hardware architecture of a GCS.
- 3.2. Main GCS software: Mission Planner, QGroundControl, UgCS.
- 3.3. Data visualization: maps, telemetry data, and video.
- 3.4. Human-Machine Interface (HMI) for UxV control.

4. Mission Planning and Execution

- 4.1. Mission planning concepts: waypoints, operating areas, automatic actions.
- 4.2. Mission simulation (Software-in-the-Loop - SITL and Hardware-in-the-Loop - HIL).
- 4.3. Execution and monitoring of autonomous missions.
- 4.4. Contingency management and safety modes (e.g., Return-to-Launch, Failsafe).