

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3470] Fundamentos de Robótica / Fundamentals of Robotics

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

TEL

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 22h 30m | P: 45h 00m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Opcional

---

## 2. Docente responsável

[792] Jorge Miguel de Paiva Pinheiro Pais

---

## 3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

---

## 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Apresentar uma introdução do mundo da robótica e as suas potenciais aplicações. Dotar os alunos dos conhecimentos necessários para desenvolver e utilizar plataformas robóticas, focando alguns dos componentes tipicamente utilizados. Sistemas de comunicação. Interfaces de percepção e actuação. Cinemática de um Robot de par diferencial. Vocabulário a interpretar pelo robot no espaço bidimensional. Definição de trajectórias no espaço e no tempo a partir do vocabulário do robot. Utilização de um sensor de imagem para aquisição de informação e para o desenvolvimento de missões que consistem em seguir um conjunto de pontos objetivo no espaço bidimensional calculados em tempo real.



---

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

Present an introduction of the robotics world and its potential applications. Provide students with the knowledge they need to develop and use robotic platforms, focusing on some of the components typically used. Communication systems. Interfaces of sensors and actuators. Kinematics of a robot with a differential pair movement. Definition of a robot vocabulary to be interpreted by the robot in a two-dimensional space. Definition of trajectories in space and time based on the vocabulary of the robot. Use of Vision sensors to acquire information and to develop missions that consist of following a set of objective points in the two-dimensional space calculated in real time.

---

**5. Conteúdos programáticos**

Estudo da cinemática de um robot com movimento de par diferencial. Integração de sensores no robot para aquisição de informação do mundo exterior para aprender e planear missões em tempo real

1. Introdução ao mundo da robótica.
2. Cinemática do movimento para diferentes tipo de locomoção.
3. Estudo da cinemática de um robot com movimento de par diferencial.
4. Estudo de um vocabulário de movimento no espaço bidimensional.
5. Estudo de trajetórias para qualquer ponto pertencente a um quadrante do espaço bidimensional.
6. Estudo de um sensor de Visão que adquire imagens em tempo real
7. Geração automática de pontos no espaço tridimensional a atingir com aquisição de informação utilizando visão.
8. Estudo de transformações qualitativas dos algoritmos tradicionais de processamento de imagem para acelerar o número de imagens por segundo processadas para controlar um robot numa pista.
9. Realização duma JAVA app para um robot andar numa pista desconhecida em tempo real usando exclusivamente visão.

---

## 5. Syllabus

Study of the kinematics of a robot with differential pair motion. Integration of sensors in the robot to acquire information from the outside world to learn and plan missions in real time.

1. Introduction to the world of robotics.
2. Kinematics of movement for different types of locomotion.
3. Kinematics of a robot with differential pair motion.
4. Study of a movement vocabulary in two-dimensional space.
5. Study of trajectories for any point belonging to a quadrant of two-dimensional space.
6. Study of a vision sensor.
7. Automatic generation of points in the three-dimensional space to be reached automatically using vision.
8. Study of qualitative transformations of traditional image processing algorithms to speed up the number of processed images per second to control a robot in real time on a track.
9. Implementation of a JAVA robotic application over the differential pair robot motion that allows a robot to move in an unknown lane in real time using exclusively image acquisition.

---

## 6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Durante as 45 horas de aulas práticas são realizados dois trabalhos práticos obrigatórios onde o aluno é obrigado a estudar e aplicar os conhecimentos lecionados nas 22h30m de aulas teóricas. Os dois trabalhos práticos têm objetivos incrementais em complexidade no desenho de uma aplicação robótica no computador capaz de resolver um problema no espaço bidimensional.

---

## 6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

During the 45 hours of practical classes two practical works are carried out where the student is required to study and apply the knowledge taught in the 22h30m of theoretical classes. The two practical works have incremental objectives in complexity and design of a robotic application in the computer capable of solving a problem in two-dimensional space.

---

## 7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A metodologia de ensino é TP, com o recurso a trabalhos práticos para consolidação de cada um dos temas. Pretende-se privilegiar a autonomia do estudante no desenvolvimento de soluções para problemas complexos relacionados com a criptografia, segurança no software, hardware e redes. Os objetivos de aprendizagem de (1) a (9) são avaliados através de um modelo de avaliação distribuída com exame final: a componente prática, que consiste na realização de 4 trabalhos, um para cada um dos módulos que compõem a UC, e a componente teórica, constituída por avaliação presencial em exame global. A classificação final, que no mínimo terá de ser maior ou igual a 9,5 valores, resulta de uma média aritmética ponderada das duas componentes de avaliação, em que o exame tem um peso de 50% (com nota superior ou igual a 9,5 valores) e a componente prática (média dos trabalhos, com nota mínima de 8 valores por trabalho) tem um peso de 50%. Todos os elementos de avaliação são pedagogicamente fundamentais.

---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

The teaching methodology is TP, using practical work to consolidate each topic. The aim is to encourage student autonomy in developing solutions to complex problems related to cryptography, software security, hardware and networks. The learning objectives from (1) to (9) are assessed using a distributed assessment model with a final exam: the practical component, which consists of 4 assignments, one for each of the modules that make up the course, and the theoretical component, consisting of face-to-face assessment in a global exam. The final grade, which must be at least 9.5 points, is the result of a weighted arithmetic average of the two assessment components, in which the exam has a weight of 50% (with a mark of 9.5 points or more) and the practical component (average of the assignments, with a minimum mark of 8 points per assignment) has a weight of 50%. All assessment elements are pedagogically fundamental.

---

**8. Demonstração da coerência  
das metodologias de ensino  
com os objetivos de  
aprendizagem da unidade  
curricular**

Em cada semana de aulas, o professor tem uma aula teórica com a duração de 1.5 horas onde leciona os temas da disciplina e uma aula prática laboratorial com a duração de 3 horas onde faz com que o aluno estude e aplique o seu conhecimento na realização dos três trabalhos práticos da disciplina. Assim, o aluno adquire os conhecimentos lecionados na disciplina.

---

**8. Evidence of the teaching  
methodologies coherence with  
the curricular unit's intended  
learning outcomes**

In each week of classes, the teacher has a theoretical class with a duration of 1.5 hours where he teaches the subjects of the discipline and also a practical laboratory class with a duration of 3 hours where the teacher makes the student study and apply his knowledge in the accomplishment of the three practical works of the discipline. Thus, the student acquires the knowledge taught in the discipline.

---

**9. Bibliografia de  
consulta/existência obrigatória**

Fu, Gonzalez & Lee. "Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence". McGraw-Hill. 1987. 978-0070226258,  
R. R. Murphy. "An Introduction to AI Robotics: Intelligent Robotics and Autonomous Agents". MIT Press. 2000. 978-0262133838,  
R. C. Arkin. "Behavior-Based Robotics". MIT Press. 1998. 978-0262011655

---

**10. Data de aprovação em CTC** «INFORMAÇÃO NÃO DISPONÍVEL»

---

**11. Data de aprovação em CP** «INFORMAÇÃO NÃO DISPONÍVEL»



**ISEL**  
INSTITUTO SUPERIOR DE  
ENGENHARIA DE LISBOA

**Ficha de Unidade Curricular A3ES**  
**Fundamentos de Robótica**  
**Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações**  
**2024-25**