

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3068] Sistemas Robóticos / Robotic Systems

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

EE

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

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

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1056] Maria da Graça Vieira Brito Almeida

---

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

[1056] Maria da Graça Vieira Brito Almeida | Horas Previstas: 90 horas

---

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

Ao concluírem esta unidade curricular os alunos devem ser capazes de:

- Analisar as características dos manipuladores e microcontroladores usados em automação industrial e interpretar as suas especificações;
- Desenvolver experimentalmente aplicações com manipuladores utilizando a cinemática direta e inversa;
- Desenvolver programas baseados em microcontroladores, nomeadamente a programação de um sinal PWM .

---

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

To get acquainted with an industrial robot arm kinematics. To implement a project with the available robot arm through a computer connected to it by serial communication.

Analyze the characteristics of manipulators and microcontrollers used in industrial automation and interpret their specifications; Develop programs based on microcontrollers, including the programming of a PWM signal

---

**5. Conteúdos programáticos**

- Anatomia dos robots industriais; Transformações homogéneas, método D-H;
- O Problema Cinemático direto e Inverso;
- Estrutura dos microcontroladores ( por exemplo PIC18F4431 ou outro similar) e sua Programação em linguagem de alto nível;

Desenvolvimento de aplicações com microcontroladores incidindo na exploração dos módulos PWM e conversor A/D e ainda a sua aplicação na robótica móvel.

---

**5. Syllabus**

Background of Industrial Robot Technology. Robot Arm Anatomy. Robot Arm Kinematics. The Direct Kinematics Problem. Homogeneous Coordinates. Links Joints and their Parameters. Denavit-Hartenberg Algorithm. The Inverse Kinematics Solution.

The microcontrollers pic18F4431 and PIC18F4520 and their programming in high-level language. Development of applications with microcontrollers focusing on the exploration of PWM modules and A/D converter and also their application in mobile robotics.

---

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

Esta unidade curricular começa com a introdução da anatomia dos manipuladores, passando pelo estudo do problema da cinemática direta e inversa. Sendo ainda referido a comunicação série com o manipulador.

Seguidamente passa-se ao estudo detalhado dos microcontroladores, desenvolvendo aplicações onde se explora os módulos PWM e o conversor A/D.

---

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

The study of a typical robot arm is based on a coherent set of topics associated with theoretical problem resolution and experimental work supported in simulations build with MATLAB and the robot. Then the detailed study of the microcontrollers with practical applications where the PWM modules and the A/D converter are explored.

---

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

A parte teórica é apresentada ao longo do semestre e é completada pela parte de laboratório que consiste em trabalhos práticos quer utilizando manipuladores, quer microcontroladores.

A avaliação de conhecimentos consiste na avaliação distribuída com exame final (nos termos do estipulado no ponto 1, artigo 21 do RPAC, despacho 8077/2023 de 7 de agosto) e é composta por duas componentes, pedagogicamente fundamentais:

- Realização de Exame escrito, com nota mínima de 9,50 valores (NE);
- Realização e discussão de quatro (máximo) trabalhos práticos, nota mínima de 8,00 valores e média mínima de 9,50 valores (NP).

A classificação final, NF, é obtida pela média ponderada das duas componentes:  $NF = 0,5xNE + 0,5xNP$  (A nota final para aprovação tem o mínimo de 10 valores, numa escala de zero a vinte).

---

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

The theoretical part is presented throughout the semester and is completed by the laboratory part which consists of practical work using either manipulators or microcontrollers.

The assessment of knowledge consists of the distributed assessment with a final exam (under the terms of point 1, article 21 of the RPAC, order 8077/2023 of 7 August) and is composed of two pedagogically fundamental components:

? Written exam, with a minimum grade of 9.50 (NE);

? Completion and discussion of four (maximum) practical assignments, minimum grade of 8.00 and minimum average of 9.50 (NP).

The final grade, NF, is obtained by the weighted average of the two components:  $NF = 0.5xNE + 0.5xNP$  (The final grade for approval has a minimum of 10, on a scale from zero to twenty).



---

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

A parte teórica é dedicada ao desenvolvimento das competências no âmbito de conceitos fundamentais dos robots nomeadamente as características essenciais de um manipulador e de um microcontrolador; o controlo de um manipulador quer pela cinemática direta quer pela cinemática inversa.

As partes teórico-prática e prática são dedicadas ao desenvolvimento das competências de manipulação de robots e a utilização de sinais de PWM gerados com microcontroladores

---

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

Experimental work are based on simulations implemented in MATLAB about robot kinematics and the use of PWM signals generated with microcontrollers, used In robotics.

---

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

Folhas de Apoio à Unidade Curricular

- K.S.Fu, R. C. Gonzalez and C. S. G. Lee - "Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence" - McGraw-Hill Intern. Ed., Singapore, 1987

- Sistemas Baseados em Microcontroladores PIC, Victor Gonçalves, Publindústria, 2008

- Advanced PIC Microcontroller projects in C?, Dogan Ibrahim, Elsevier, 2008

---

**10. Data de aprovação em CTC** 2024-07-17

---

**11. Data de aprovação em CP** 2024-06-26