



## Teaching Guide

| Teaching Guide      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                               |           |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-----------|
| Identifying Data    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                               | 2019/20   |
| Subject (*)         | Analog Electronics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        | Code                                          | 770G01022 |
| Study programme     | Grao en Enxeñaría Electrónica Industrial e Automática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                                               |           |
| Descriptors         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                               |           |
| Cycle               | Period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Year   | Type                                          | Credits   |
| Graduate            | 1st four-month period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Third  | Obligatory                                    | 6         |
| Language            | Spanish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                                               |           |
| Teaching method     | Face-to-face                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                                               |           |
| Prerequisites       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                               |           |
| Department          | Enxeñaría Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                                               |           |
| Coordinador         | Jove Pérez, Esteban                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | E-mail | esteban.jove@udc.es                           |           |
| Lecturers           | Jove Pérez, Esteban<br>Quintían Pardo, Héctor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | E-mail | esteban.jove@udc.es<br>hector.quintian@udc.es |           |
| Web                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                               |           |
| General description | Coñecer os fundamentos tecnolóxicos e modelos propios dos circuítos integrados analóxicos. Analizar e deseñar etapas electrónicas analóxicas lineais e non lineais con amplificadores operacionais e díodos e/ou transistores. Coñecer os bloques e circuítos dos filtros activos e pasivos e analizar/deseñar os seus elementos. Manexar con soltura os equipos e instrumentos propios dun laboratorio de electrónica analóxica. Saber utilizar ferramentas de simulación por computador aplicadas a circuítos electrónicos analóxicos. Deseñar sistemas electrónicos analóxicos. |        |                                               |           |

## Study programme competences

| Code | Study programme competences                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A25  | Coñecer os fundamentos e aplicacións da electrónica analóxica.                                                                                                                                                                                                             |
| A29  | Capacidade para deseñar sistemas electrónicos analóxicos, dixitais e de potencia.                                                                                                                                                                                          |
| A30  | Coñecer e ser capaz de modelar e simular sistemas.                                                                                                                                                                                                                         |
| B1   | Capacidade de resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade e razoamento crítico.                                                                                                                                                                     |
| B2   | Capacidade de comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas no campo da enxeñaría industrial.                                                                                                                                                               |
| B3   | Capacidade de traballar nun contorno multilingüe e multidisciplinar.                                                                                                                                                                                                       |
| B4   | Capacidade de traballar e aprender de forma autónoma e con iniciativa.                                                                                                                                                                                                     |
| B5   | Capacidade para empregar as técnicas, habilidades e ferramentas da enxeñaría necesarias para a práctica desta.                                                                                                                                                             |
| B6   | Capacidade de usar adecuadamente os recursos de información e aplicar as tecnoloxías da información e as comunicacións na enxeñaría.                                                                                                                                       |
| B7   | Capacidade para traballar de forma colaborativa e de motivar un grupo de traballo.                                                                                                                                                                                         |
| B9   | CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio. |
| B12  | CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.                                                                                                            |
| C2   | Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.                                                                                            |
| C5   | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.                                                                                                                                          |

## Learning outcomes

| Learning outcomes | Study programme competences |
|-------------------|-----------------------------|
|                   |                             |



|                                                                                                                       |     |     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|
| Coñece os fundamentos tecnolóxicos e modelos propios dos circuítos integrados analóxicos.                             | A25 | B1  | C5 |
|                                                                                                                       | A29 | B2  |    |
|                                                                                                                       | A30 | B3  |    |
|                                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                                       |     | B9  |    |
|                                                                                                                       |     | B12 |    |
| Analiza e deseña etapas electrónicas analóxicas lineais e non lineais con amplificadores operacionais e transistores. | A25 | B1  | C5 |
|                                                                                                                       | A29 | B2  |    |
|                                                                                                                       | A30 | B3  |    |
|                                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                                       |     | B9  |    |
|                                                                                                                       |     | B12 |    |
| Coñece os bloques e circuítos das fontes de alimentación lineais e non lineais e deseña os seus elementos.            | A25 | B1  | C2 |
|                                                                                                                       | A29 | B2  | C5 |
|                                                                                                                       | A30 | B3  |    |
|                                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                                       |     | B9  |    |
|                                                                                                                       |     | B12 |    |
| Deseña sistemas electrónicos analóxicos.                                                                              | A25 | B1  | C2 |
|                                                                                                                       | A29 | B2  | C5 |
|                                                                                                                       | A30 | B3  |    |
|                                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                                       |     | B9  |    |
|                                                                                                                       |     | B12 |    |
| Manexa con soldadura os equipos e instrumentos propios dun laboratorio de electrónica analóxica.                      | A25 | B1  | C2 |
|                                                                                                                       |     | B2  | C5 |
|                                                                                                                       |     | B3  |    |
|                                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                                       |     | B9  |    |
|                                                                                                                       |     | B12 |    |



|                                                                                                       |     |     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|
| Sabe utilizar ferramentas de simulación por computador aplicadas a circuitos electrónicos analógicos. | A25 | B1  | C2 |
|                                                                                                       | A29 | B2  | C5 |
|                                                                                                       | A30 | B3  |    |
|                                                                                                       |     | B4  |    |
|                                                                                                       |     | B5  |    |
|                                                                                                       |     | B6  |    |
|                                                                                                       |     | B7  |    |
|                                                                                                       |     | B12 |    |

| Contents                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic                                                                     | Sub-topic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1. Amplificador Operacional Real.                                         | 1.1. O amplificador operacional ideal.<br>1.2. Desviacións dos amplificadores operacionais en traballo lineal.<br>1.3. Análise en gran sinal.<br>1.4. Erros en continua e en frecuencia.<br>1.5. Simulación de circuitos con amplificadores operacionais.                                                                         |
| 2. Circuitos integrados analógicos.                                       | 2.1. Circuitos integrados analógicos.<br>2.2. El amplificador operacional. Outros tipos de Amplificadores. Encapsulados.<br>2.3. Análise de circuitos integrados e os seus datasheets: AO 741, LM324, TL081, TL084, LM339, entre outros.                                                                                          |
| 3. Análise de resposta en frecuencia e temporal de circuitos electrónicos | 3.1. Deseño de amplificadores con realimentación.<br>3.2. Resposta en frecuencia e resposta transitoria.<br>3.3. Efectos da realimentación sobre as posicións de los polos.<br>3.4. Marxe de ganancia e marxe de fase.<br>3.5. Compensación por polo dominante.<br>3.6. Exemplos de amplificadores integrados con realimentación. |
| 4. Filtros.                                                               | 4.1. Filtros activos de primeira orde e segundo orde.<br>4.2. Filtros de orde superior. Analisis e deseño.<br>4.3. Outros tipos de Filtros.<br>4.4. Software de deseño de filtros.                                                                                                                                                |
| 5. Osciladores.                                                           | 5.1. Osciladores senoidais. O oscilador en ponte de Wien.<br>5.2. Circuito resonante serie e paralelo.<br>5.3. Multivibradores astables e monoestables.<br>5.4. O 555.<br>5.5. Multivibradores con 555.<br>5.6. VCO.                                                                                                              |
| 6. Fontes de alimentación.                                                | 6.1 Fontes de alimentación lineales.<br>6.2 Fontes de alimentación conmutadas.<br>6.3 Circuitos integrados reguladores de tensión lineais.<br>6.4 LDO.<br>6.5 Circuitos integrados reguladores de tensión conmutados.<br>6.5.1 Reductores de tensión.<br>6.5.2 Elevadores de tensión.<br>6.5.3 Reductores-Elevadores de tensión.  |



|                                |                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Amplificadores de Potencia. | 7.1. Etapas de saída.<br>7.2. Consideracións térmicas.<br>7.3. Dispositivos de potencia.<br>7.4. Etapas de saída de clase A.<br>7.5. Amplificadores de clase B.<br>7.6. Outras Etapas de saída.<br>7.7. Etapas de saída clase D |
| 8. Modulación/demodulación.    | 8.1 Modulación/demodulación dixital e analóxica.<br>8.2 Modulación/demodulación FM.<br>8.3 Modulación/demodulación AM.                                                                                                          |

| Planning                                                                                                                        |                                           |                      |                               |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests                                                                                                           | Competencies                              | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
| Guest lecture / keynote speech                                                                                                  | A25 A29 B2                                | 21                   | 0                             | 21          |
| Laboratory practice                                                                                                             | A25 A29 B1 C2                             | 30                   | 0                             | 30          |
| Mixed objective/subjective test                                                                                                 | A25 B1 B4                                 | 3                    | 0                             | 3           |
| Problem solving                                                                                                                 | A25 A30 B2 B3 B4 B5<br>B6 B7 B9 B12 C2 C5 | 0                    | 96                            | 96          |
| Personalized attention                                                                                                          |                                           | 0                    | 0                             | 0           |
| (*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students. |                                           |                      |                               |             |

| Methodologies                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies                   | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Guest lecture / keynote speech  | Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución de algunhas preguntas dirixidas aos estudantes, coa finalidade de transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe.<br>Non terá por que ser o orde de temas impartido na secuenciación descrita, nin unha división absoluta. Así pois haberá temas que se verán conxuntamente no desenvolvemento dos outros. |
| Laboratory practice             | Metodoloxía que permite que os estudantes aprendan efectivamente a través da realización de actividades de carácter práctico, tales como demostracións, exercicios, experimentos e investigacións.                                                                                                                                                                                        |
| Mixed objective/subjective test | Consiste na realización dunha proba mixta de aproximadamente 3 horas de duración, na que se evaluarán os coñecementos adquiridos.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Problem solving                 | Realización do deseño, simulación e implementación físico de a lo menos un circuito electrónico seguindo as especificacións propostas polo profesor.                                                                                                                                                                                                                                      |

| Personalized attention                 |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies                          | Description                                                                                                                                                                                                           |
| Problem solving<br>Laboratory practice | O alumno dispón das correspondentes sesións de tutoría personalizadas, para a resolución das dúbidas que xurdan da materia.<br>A realización das prácticas de laboratorio será guiada de forma persoal polo profesor. |

| Assessment          |                                           |                                                                                                                                                      |               |
|---------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Methodologies       | Competencies                              | Description                                                                                                                                          | Qualification |
| Problem solving     | A25 A30 B2 B3 B4 B5<br>B6 B7 B9 B12 C2 C5 | Realización do deseño, simulación e implementación físico de a lo menos un circuito electrónico seguindo as especificacións propostas polo profesor. | 20            |
| Laboratory practice | A25 A29 B1 C2                             | Realización das tarefas establecidas na materia, no marco desta metodoloxía.                                                                         | 10            |



|                                       |           |                         |    |
|---------------------------------------|-----------|-------------------------|----|
| Mixed<br>objective/subjective<br>test | A25 B1 B4 | Examen tipo proba mixta | 70 |
|---------------------------------------|-----------|-------------------------|----|

## Assessment comments

Para aprobar a asignatura é indispensable ter realizadas e aprobadas as Prácticas de Laboratorio, obtendo a lo menos un 50% na proba de avaliación das mesmas

No marco das "Prácticas de laboratorio" se incluíránse aspectos tales como asistencia a clase, traballo personal, entregas propostas, ACTITUD, etc., para axudar á obtención do aprobado.

É necesario superar o 50% da puntuación na proba mixta para aprobar.

No marco da "Solución de problemas", plantearase a lo menos un traballo trabazo voluntario que implique deseño, simulación e implementación física dun circuito electrónico.

Se non se superan os mínimos da proba obxectiva ou da proba de laboratorio e suma total é superior aos 50 puntos, a nota final será de 45.

Os alumnos que se acollan a matrícula parcial, poderán

acordar co profesor a posibilidade de facer actividades alternativas as

obligatorias e presenciais.

## Sources of information

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Basic</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Hambley, Allan (2002). Electrónica. Prentice-Hall</li><li>- Franco, Sergio (). Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos. McGraw Hill</li><li>- Norbert R. Malik, (1998). Circuitos Electrónicos Análisis, Simulación y Diseño. Prentice-Hall</li></ul> |
| <b>Complementary</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Roy W. Godoy, (2003). PSpice para Windows Volumen I: Circuitos DC y AC, . Prentice Hall</li></ul>                                                                                                                                                                                       |

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Fundamentals of Electricity/770G01013

Automatic Control Systems/770G01017

Fundamentals of Electronic Circuits/770G01018

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

### Subjects that continue the syllabus

### Other comments

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.