



IDENTIFYING DATA

Analog Electronic Circuits Design

Subject	Analog Electronic Circuits Design			
Code	V05M145V01106			
Study programme	Telecommunication Engineering			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	5	Mandatory	1st	1st
Teaching language	Spanish Galician			
Department				
Coordinator	Pastoriza Santos, Vicente			
Lecturers	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
E-mail	vpastoriza@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			

General description The main purpose of this subject is that the student acquires the knowledge and the skills to be able to analyze and design analogue electronic circuits of low frequency, which are most frequently used in data acquisition systems and electronic instrumentation systems.

Course outline:

- + Introduction to electronic systems for signal acquisition: functional block diagrams and architectures.
- + Feedback: definition and topologies.
- + Introduction to sensors: definition and classification.
- + Introduction to signal conditioning circuits. Auxiliary circuits: linearization circuits. Level-shifting circuits. Precision rectifiers. Voltage references. Voltage-to-current conversion. Analog switches and multiplexers.
- + Amplification in electronic measurement systems: instrumentation amplifiers, programmable amplifiers, and isolation amplifiers.
- + Active filters.
- + Sample-and-hold circuits, digital-to-analog and analog-to-digital converters.

The main goal of the laboratory sessions (practical work) is to enable the students to acquire sufficient understanding and knowledge to:

- + Assemble electronics circuits.
- + Use of laboratory instrumentation to measure of physical variables on circuits.
- + Detect and correct assembly errors.
- + Manage specific software tools developed to design, simulation and analysis of analogue electronic system.

Competencies

Code	
A4	CB4 Students must communicate their conclusions, and the knowledge and reasons stating them-, to specialists and non-specialists in a clear and unambiguous way.
A5	CB5 Students must have learning skills to allow themselves to continue studying in largely self-directed or autonomous way
B4	CG4 The capacity for mathematical modeling, calculation and simulation in technological centers and engineering companies, particularly in research, development and innovation tasks in all areas related to Telecommunication Engineering and associated multidisciplinary fields.
B8	CG8 The ability to apply acquired knowledge and to solve problems in new or unfamiliar environments within broader and multidiscipline contexts, being able to integrate knowledge.
C12	CE12 The ability to use programmable logic devices, as well as to design advanced electronic systems, both analog and digital. The ability to design communications components such as routers, switches, hubs, transmitters and receivers in different bands.
C14	CE14 The ability to develop electronic instrumentation, as well as transducers, actuators and sensors.

Learning outcomes

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Know analyse and design analogue electronic circuits of low frequency.	A4 B4 B8 C12 C14
(*)Capacitación para la aplicación a problemas estructurales de las técnicas de elementos finitos <input type="checkbox"/> Capacitación para el manejo de herramientas informáticas con programas de cálculo según el Método de Elementos Finitos <input type="checkbox"/> Capacidad para la interpretación y toma de decisiones a partir de los resultados de las modelizaciones	
Know the parts that constitute an electronic measurement system.	A5 B4 C12 C14
Know the principle of operation of sensors and their conditioners.	A5 B4 C12 C14
Know model an analogue electronic system by means of hardware description languages.	A4 B4 B8 C12 C14

Contents

Topic

Unit 1: Introduction	Analog systems for signal acquisition: Architectures. Functional block diagrams. Feedback: Definition. Topologies. Series-Parallel feedback. Through this unit the competencies CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 are developed.
Unit 2: Auxiliary circuits	Sensors and signal conditioners: Sensors: Definition and classification. Signal conditioners for resistive sensors: The voltage divider. Wheatstone bridge. Other conditioning circuits. Linearization circuits. Level-shifting circuits: DC level shifter and gain calibration. Precision rectifiers: Half-wave rectifiers and full-wave rectifiers. Voltage references and current sources: Voltage references: Introduction. Performance specifications. Basic circuit. Self-regulated circuit. Thermal stabilization. Voltage-to-current converter circuits: Introduction. Floating-load converters. Grounded-load converters. Analog Switches and Multiplexers Switches: Definition. Types. Applications. Commercial devices. Multiplexers: Definition. Types. Specifications. Through this unit the competencies CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 are developed.

Unit 3: Amplification in signal acquisition systems	<p>Instrumentation amplifiers: Introduction. Definition and ideal characteristics. Real model. Basic configurations. Specifications. Functional block diagram. Applications. Commercial amplifiers and their data sheets.</p> <p>Programmable amplifiers: Introduction. Types. Pin Programmable Gain Amplifier. PGA: Programmable Gain Amplifier. Commercial amplifiers and their data sheets.</p> <p>Isolation amplifiers: Introduction. Classification criteria. Types: capacitive coupled, transformer coupled, and optically coupled. Basic structure. Applications and limitations. Examples. Commercial amplifiers and their data sheets.</p> <p>Through this unit the competencies CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 are developed.</p>
Unit 4: Active filters	<p>introduction: Fundamentals. Basic filter types. Real parameters.</p> <p>Description by transfer function: Introduction. Transfer function: poles and zeros, stability analysis and frequency response. First order and second order filters.</p> <p>Approximation of filter transfer function: Steps in the realization of active filters. Filter specifications. Mathematical approximation of the characteristic function. Transfer function normalization. Transfer function normalization. Transformation from one type of filter into another. Polynomial approximations: Butterworth and Chebyshev.</p> <p>Synthesis: Introduction. Methods. Direct design. Basic topologies of direct synthesis: voltage control voltage source (KRC or Sallen-Key) and Multiple Feedback (MFB). Cascade design. Comparison of methods. Scaling.</p> <p>Through this unit the competencies CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 are developed.</p>
Unit 5. Sample-and-hold circuits. Digital-to-analog and analog-to-digital converters	<p>Sample-and-hold circuits: Background. Specifications. Architectures. Commercial devices.</p> <p>Digital-to-analog converters: Introduction. Fabrication parameters. Errors. Linear resistive network. Weighted resistive network. R-2R resistor ladder network.</p> <p>Analog-to-digital converters: Introduction. Fabrication parameters. Errors. Full-flash converters. Semi-flash converters (sub-ranging). Pipeline converters. Integrating converters: single or double analogue slope. Successive approximation converters. Commercial devices.</p> <p>Through this unit the competencies CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 are developed.</p>
(*)Práctica 1: Circuitos auxiliares.	<p>(*)Montaxe e verificación dun circuíto que se comporta como fonte de tensión de referencia. Montaxe e verificación dun circuíto que se comporta como fonte de corrente.</p> <p>Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.</p>
(*)Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	<p>(*)Montaxe e análise dun amplificador de instrumentación baseado en tres operacionais a partir de compoñentes discretos. Montaxe e análise dun amplificador de instrumentación comercial con ganancia axustable por potenciómetro.</p> <p>Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.</p>

(*)Práctica 3: Filtros activos.

(*)Montaxe dun filtro activo. Identificación da topoloxía, a orde, e o tipo de filtro. Cálculo a súa frecuencia de corte teórica. Comprobación da súa resposta en frecuencia utilizando o xerador de funcións e o osciloscopio. Representar a magnitude da resposta en frecuencia do filtro (diagrama de magnitude de Bode).

Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

(*)Práctica 4: Sistema de medida dunha variable física baseada nun sensor comercial.

(*)Deseño do circuíto de acondicionamento dun sistema de medida baseado nun sensor comercial a partir dos circuítos utilizados e as habilidades adquiridas nas prácticas previas.

Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

(*)Práctica 5: Estimación e análise dos parámetros característicos dunha tarxeta de adquisición de datos comercial.

(*)Estimación dos devanditos parámetros nas canles de entrada/saída analóxicos/dixitais dunha tarxeta de adquisición de datos comercial.

Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Introductory activities	1	2	3
Master Session	13	19	32
Troubleshooting and / or exercises	8	12	20
Others	5	12	17
Laboratory practises	10	10	20
Multiple choice tests	3	30	33

*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies

	Description
Introductory activities	Subject presentation. Presentation of laboratory sessions, instrumentation and software resources to be used. In these sessions, the skills CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 will be worked.
Master Session	The lecturer will explain in the classroom the main contents of the subject. The students have to manage the proposed bibliography to carry out a self-study process in a way that leads to acquire the knowledge and the skills related to the subject. The lecturer will answer the students' questions in the classroom or at the office. In these sessions, the skills CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 will be worked.
Troubleshooting and / or exercises	Actividad complementaria de las sesiones magistrales en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El estudiante deberá desarrollar las soluciones adecuadas de los problemas y/o ejercicios propuestos en el aula y de otros extraídos de la bibliografía. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, A9, A13, A30 y A32.
Others	Actividad complementaria de las sesiones magistrales, los estudiantes deberán realizar un proyecto teórico-práctico en un tiempo determinado para resolver un problema mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. En grupos reducidos se definirán las actividades, se analizarán las posibles soluciones y alternativas de diseño, se identificarán los elementos fundamentales y se analizarán los resultados. El trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en el transcurso de las sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C). Todas las sesiones tendrán lugar en el laboratorio. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, A9, A13, A30 y A32.
Laboratory practises	Activities designed to apply the main concepts and definitions of the subject. The student will be asked to acquire the basic skills to manage the laboratory instrumentation, software tools and components in order to construct and test electronic circuits. The student has to develop and demonstrate autonomous learning and collaborative skills. He/she is supposed to be able to manage bibliography and recently acquired knowledge. Possible questions can be answered in the laboratory sessions or at the lecturer's office. In these practises, the skills CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 and CE14 will be worked.

Personalized attention

Methodologies	Description
---------------	-------------

Master Session	The students can go to the lecturer's office (individually or in a group). The timetable will be available on the subject website at the beginning of the term. In these sessions the lecturer will answer the students' questions and also give instructions to guide the studying and learning process.
Troubleshooting and / or exercises	The students can go to the lecturer's office (individually or in a group). The timetable will be available on the subject website at the beginning of the term. In these sessions the lecturer will answer the students' questions about the problems and/or exercises proposed and resolved in the classroom as well as of other problems and/or exercises that can appear along the study of the subject.
Laboratory practises	The students can go to the lecturer's office (individually or in a group). The timetable will be available on the subject website at the beginning of the term. In these sessions the lecturer will help students understand the work to be developed in the laboratory (components, circuits, instrumentation and tools).
Others	The students can go to the lecturer's office (individually or in a group). The timetable will be available on the subject website at the beginning of the term. In these sessions the lecturer will help students to deal with the theoretical and practical project.

Assessment

Description	Qualification	Training and Learning Results
Others	10	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Laboratory practises	30	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Multiple choice tests	60	A4 B4 C12 A5 B8 C14

Other comments on the Evaluation

1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Se entiende que los alumnos que realicen 1 prueba objetiva (prueba de teoría) o que falten como máximo a 1 sesión de prácticas de laboratorio **optan por la evaluación continua** de la asignatura.

La evaluación de la asignatura se divide en pruebas objetivas (60%) y pruebas prácticas (40%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan.

1.a Pruebas objetivas (tipo test y/o preguntas cortas)

Se realizarán 2 pruebas parciales objetivas (PO), pruebas de teoría, debidamente programadas a lo largo del curso. La primera prueba se realizará en horario de teoría y será comunicada a los alumnos con suficiente antelación. La segunda prueba se realizará el mismo día que el examen final que se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un estudiante no puede asistir el día en que estén programadas el profesor no tiene obligación de repetir las.

Cada prueba constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. La nota de cada prueba (PO) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. Para superar esta parte de pruebas objetivas será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de ellas ($PO1 \geq 5$ y $PO2 \geq 5$). Si se ha obtenido menos de 5 puntos de 10 en la primera prueba ($PO1 < 5$), el alumno podrá recuperar dicha parte el mismo día de la segunda prueba objetiva.

Si $PO1 \geq 5$ y $PO2 \geq 5$ entonces la nota final obtenida en las pruebas objetivas (NPO) será la media aritmética de las notas de las pruebas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

en caso contrario la nota será:

$$NPO = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max(\{0; 5-POi\}) \text{ para } i= 1, 2.$$

1.b Pruebas prácticas

1.b.1 Prácticas de laboratorio

Se realizarán 5 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. Cada una de ellas se evaluará únicamente el día de la práctica.

Para la valoración de esta parte se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (PL) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. La nota final de las prácticas de laboratorio (NPL) será la media aritmética de todas ellas:

$$NPL = \text{Suma}(PLi)/5; i= 1, 2, \dots, 5.$$

Para superar esta parte práctica será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en NPL. Además, el alumno sólo podrá faltar a 1 sesión de laboratorio, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

1.b.2 Proyecto tutelado

En la primera sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) se presentarán todas las actividades a realizar y se asignará el proyecto concreto a cada estudiante. El trabajo presencial se llevará a cabo en las restantes sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C).

Para evaluar el proyecto se tendrán en cuenta los resultados obtenidos, y la calidad de la presentación y análisis de los mismos. El proyecto se valorará con una nota (NPT: Nota del Proyecto Tutelado) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte práctica la nota final del proyecto tutelado (NPT) tendrá que ser de al menos 5 puntos de 10 y el estudiante no podrá haber faltado a más de 1 sesión. La falta deberá ser debidamente justificada.

1.c Nota final de la asignatura

En la nota final (NF), las pruebas objetivas tendrán un peso del 60% y las pruebas prácticas el restante 40% (el 30% de NF corresponderá a la nota final obtenida en las prácticas de laboratorio (NPL) y el 10% de NF a la nota obtenida en el proyecto tutelado (NPT)). Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de pruebas objetivas (parte de teoría), la parte de prácticas de laboratorio y la parte del proyecto tutelado. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,30 \cdot NPL + 0,10 \cdot NPT$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas parciales objetivas ($PO1 < 5$ o $PO2 < 5$), o de no haber superado alguna de las partes prácticas ($NPL < 5$ o $NPT < 5$), o de haber faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio o a más de 1 sesión de proyecto tutelado, la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = 0,60 \cdot NA + 0,30 \cdot NB + 0,10 \cdot NC, \text{ donde:}$$

$$NA = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max(\{0; 5-POi\}) \text{ para } i= 1, 2.$$

$$NB = \min(\{5; NPL\})$$

$$NC = \min(\{5; NPT\})$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $NF \geq 5$.

2. Examen final

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar dos pruebas objetivas, una prueba práctica en el laboratorio, y entregar una memoria final de un proyecto tutelado previamente asignado.

Las dos pruebas objetivas constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. Estas pruebas objetivas, PO1 y PO2, se valorarán de 0 a 10 puntos.

La prueba práctica realizada en el laboratorio se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de prácticas de laboratorio (NPL) será la calificación obtenida.

Para evaluar el proyecto tutelado se tendrán en cuenta los resultados obtenidos, y la calidad de la presentación y análisis de los mismos. El proyecto se valorará con una nota (NPT) de 0 a 10 puntos.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en PO1, PO2, NPL y NPT. En este caso la calificación final será la obtenida con la siguiente expresión:

$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,30 \cdot NPL + 0,10 \cdot NPT$, donde:

NPO será la media aritmética de las notas de las pruebas objetivas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas objetivas ($PO1 < 5$ o $PO2 < 5$), o de no haber superado alguna de las pruebas prácticas ($NPL < 5$ o $NPT < 5$), la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$NF = 0,60 \cdot NA + 0,30 \cdot NB + 0,10 \cdot NC$, donde:

$NA = 5 - \text{Suma}(Ai)/2$ siendo $Ai = \max\{0; 5 - POi\}$ para $i = 1, 2$.

$NB = \min\{5; NPL\}$

$NC = \min\{5; NPT\}$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $NF \geq 5$.

3. Segunda oportunidad para superar la asignatura

Esta oportunidad constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Tendrá el mismo formato que el examen final y se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para la asignación del proyecto tutelado el estudiante debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

A los estudiantes que se presenten a esta segunda oportunidad se les conservará la nota que hayan obtenido en la primera (evaluación continua o examen final) en las partes a las que no se presenten. Además, en esta ocasión los estudiantes sólo podrán presentarse a aquellas pruebas que no hayan superado en la primera oportunidad.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

4. Sobre el comportamiento ético del alumnado

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas la calificación final de la materia será de "suspense (0)" y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

Sources of information

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed.,

Franco, S., **Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos**, 3ª ed.,

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed.,

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed.,

Pallás Areny, R., Casas, O., y Bragó, R., **Adquisición y Distribución de Señales: problemas resueltos**,

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed.,

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª ed.,

Recommendations

Subjects that continue the syllabus

Digital and Analog Mixed Circuits/V05M145V01213
