



# INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA: del entorno al proceso. Proyecto profesional de medida y registro

Jerónimo Quesada Castellano

**Cuaderno del estudiante**

IKD baliabideak 6 (2013)

## INDICE

Contexto de la asignatura .....	3
Formulación general del proyecto .....	5
Introducción .....	5
Grupos.....	6
Pregunta motriz y escenario .....	7
Objetivos de aprendizaje .....	8
Temario .....	10
Conocimientos previos .....	12
Carga de trabajo .....	12
Metodología y sistema de evaluación .....	13
Actividades.....	13
Entregables .....	14
Sistema de evaluación .....	15
Recursos .....	17
Planificación semanal.....	18

## CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

La asignatura Instrumentación Electrónica forma parte del tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

En el plan de estudios de la asignatura y dentro de las materias específicas se imparten en el primer cuatrimestre de tercer curso las asignaturas:

### **Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Regulación Automática y Tecnología Electrónica**

Aunque en el plan de estudios el haber superado esas asignaturas no se exige como prerequisite, la asimilación de la materia impartida se asume como base y complemento de la asignatura Instrumentación Electrónica (sin descartar el resto de formación específica y transversal adquirida en los cursos previos). Si no se cuenta con esa base se deberá aplicar una dosis de esfuerzo inicial adicional para ponerse al día en los conocimientos previos imprescindibles.

Tabla 1 Asignaturas de tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

<b>Asignaturas</b>	<b>Duración</b>	<b>Créditos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Prerrequisitos</b>
Automatización Industrial	Cuatrimestre 2	6	Obligatoria	No
Electrónica Analógica	Cuatrimestre 1	6	Obligatoria	No
Electrónica de Potencia	Cuatrimestre 2	6	Obligatoria	No
Electrónica Digital	Cuatrimestre 1	6	Obligatoria	No
Informática Industrial	Cuatrimestre 1	6	Obligatoria	No
<b>Instrumentación Electrónica</b>	<b>Cuatrimestre 2</b>	<b>6</b>	<b>Obligatoria</b>	<b>No</b>
Regulación Automática	Cuatrimestre 1	6	Obligatoria	No
Robótica	Cuatrimestre 2	6	Obligatoria	No
Sistemas Electrónicos Digitales	Cuatrimestre 2	6	Obligatoria	No
Tecnología Electrónica	Cuatrimestre 1	6	Obligatoria	No

En la asignatura **Tecnología Electrónica** se incluye el estudio de sensores y su aplicación para la transformación de magnitudes físicas en magnitudes eléctricas, tratables por sistemas de instrumentación. Por tanto **Instrumentación Electrónica** se puede ver como una continuación natural del estudio de los sistemas de medida de magnitudes físicas por medios electrónicos (Figura 1).

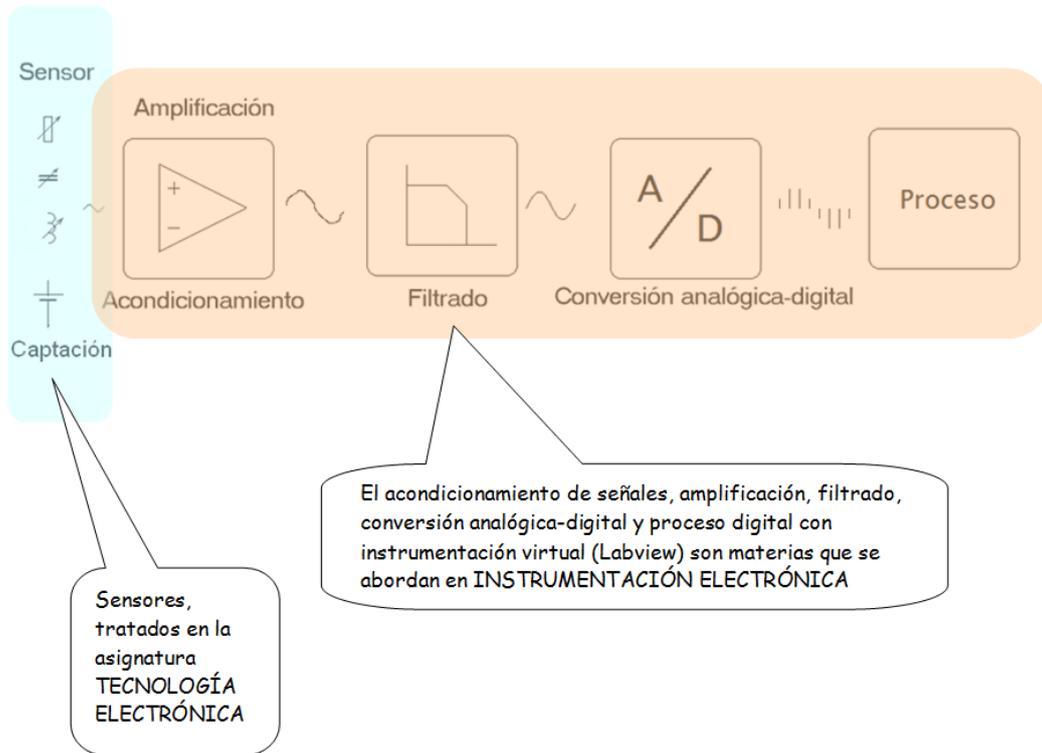


Figura 1 Procesos en instrumentación electrónica

# FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

## Introducción

Se plantea durante el cuatrimestre un proyecto que se divide en tres fases, cada una de las cuales puede ser considerada como un sub-proyecto autónomo. Se comienza con el proyecto desde la primera semana de cuatrimestre.

El proyecto consiste en desarrollar un sistema de medida y registro para una determinada magnitud. Pueden existir distintas variantes de proyecto, un ejemplo concreto es un proyecto en el que el objetivo es medir y registrar de forma continua la temperatura ambiente de un laboratorio de ensayos para guardar registro de la evolución de la temperatura y poder demostrar que se mantiene dentro del rango previsto. El sistema además detectará si la temperatura se sale de rango, emitiendo una alarma en ese caso.

Las tres fases del proyecto cubren el objetivo completo, en la primera fase se ha de desarrollar una especificación rigurosa y hacer un estudio previo del circuito de captación y acondicionamiento. Se dará bastante importancia a la correcta especificación y definición previa, en la que se ha de colaborar entre grupo desarrollador y grupo cliente, como se explica más adelante.

En la segunda fase se monta y pone en marcha el circuito de captación y acondicionamiento.

En la tercera fase se trabajará en el diseño de la aplicación para registro y presentación en ordenador de la variable medida. Para ello se utilizará instrumentación virtual con programación en Labview. El circuito desarrollado en la primera fase se ha de conectar a una tarjeta de adquisición de datos en ordenador de laboratorio de instrumentación y programar en Labview el registro y presentación de la variable medida. El proyecto puede incluir desarrollo del proceso de calibración y ajuste automático o semi-automático también basado en instrumentación virtual con Labview. Es interesante que en esta fase sea necesario desarrollar programación en Labview para comunicarse con un instrumento que actúe como patrón en la calibración, típicamente el generador de señales.

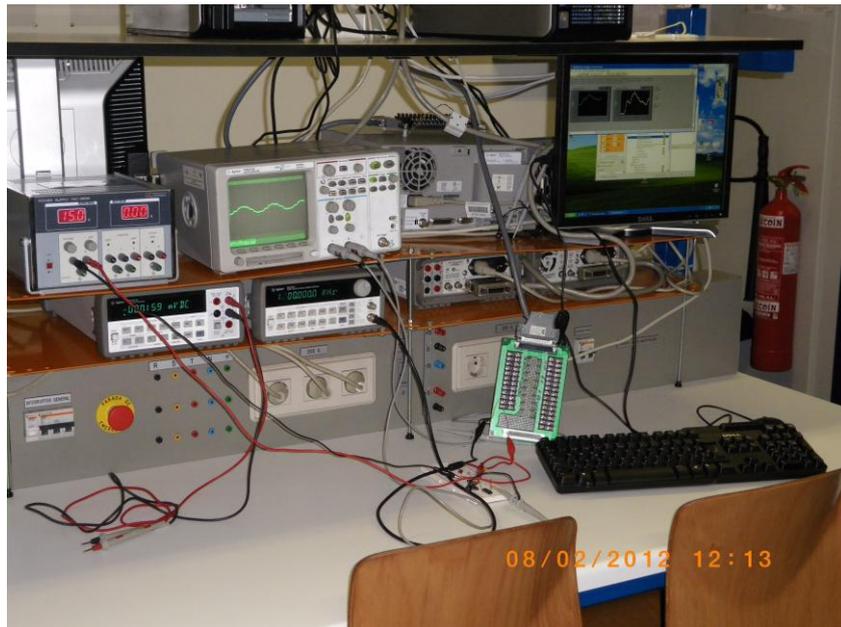


Figura 2 Puesto de trabajo de un grupo

## Grupos

Para trabajar en el proyecto se crearán grupos de dos alumnos (parejas). Solo por razones justificadas se permitirá la creación de grupos de tres o el trabajo en modo individual. Cada pareja ha de ejercer dos funciones distintas: por una parte estará a cargo del desarrollo de un proyecto, pero además actuará como cliente de otra pareja, siguiendo el desarrollo de su proyecto de acuerdo con los criterios que se explican más adelante. Es decir, para cada enunciado de proyecto, una pareja será la que realiza el proyecto y otra pareja lo supervisa haciendo funciones de cliente del desarrollo. Un primer entregable son las especificaciones detalladas del proyecto, por ejemplo, esas especificaciones se han de acordar entre pareja ejecutora y pareja cliente. La relación entre grupos será circular, por ejemplo para proyectos A,B,C, D, ...H y 8 parejas, la situación sería la que se presenta en la Tabla 2

Tabla 2 Ejemplo de relaciones de grupos proveedor y cliente

Grupo	Proyecto que ejecuta	Proyecto del que es cliente
1	A	B
2	B	C
3	C	D
...	D	E
...	....	...
8	H	A

Por otra parte ciertas actividades se ejecutarán en Agrupaciones de dos parejas.

En la primera clase se transmitirán criterios que deben cumplir los grupos y reglas de funcionamiento, con esas recomendaciones se dejará cierta libertad para formar grupos de desarrollo de proyecto, planteando en Moodle una encuesta para su creación. Las agrupaciones de dos grupos entre sí para colaboración cliente-proveedor y evaluación entre pares serán aleatorias.

## **Pregunta motriz y escenario**

En la primera semana de curso se suministrarán los enunciados de proyecto. Pero se ha de tener en cuenta que no se trata de un enunciado detallado y guiado que indique exactamente las especificaciones, criterios y técnicas a aplicar. Los que transmitirá es una pregunta genérica de la forma:

*¿Cómo abordaríais el diseño de un sistema de medida para una magnitud  $X$  (temperatura, presión, corriente eléctrica,...) que tenga capacidad de registro de evolución, detección de valores límite y prestaciones profesionales en cuanto a calidad de medida?. Esta pregunta genérica se personalizará en distintos enunciados, será esa versión personalizada la que se transmitirá a los alumnos, en dicha versión personalizada se fijará un contexto de uso de la medida. Por ejemplo: "¿Cómo abordarías el diseño de un sistema de medida de temperatura que tenga capacidad de registro de evolución, detección de valores límite y prestaciones profesionales en cuanto a calidad de medida?"*

Y un escenario de trabajo similar al que puede aparecer en la vida profesional:

*Trabajáis en una pequeña ingeniería de desarrollo de sistemas electrónicos. Os solicitan una propuesta y oferta para el desarrollo de un sistema de medida que se utilizará para monitorizar la magnitud  $M$  en un entorno dado  $X$ . El sistema de medida ha de ser conectable a un ordenador y se ha de desarrollar un programa en cuya pantalla principal se pueda representar gráficamente la evolución de  $M$ , señalar cuando su valor excede un valor máximo o queda por debajo de un valor mínimo dado (que ha de ser configurable). El programa ha de permitir el registro de la evolución de la magnitud en fichero durante periodos del orden de  $T$  unidades de tiempo.*

- *$M$  puede ser: temperatura, presión, peso o fuerza, corriente eléctrica*
- *$X$  puede ser un laboratorio de ensayos, una estación meteorológica, etc....*
- *$T$  puede ser un valor en minutos, horas, días etc.*

Ejemplo de planteamiento personalizado:

“Un cliente ha solicitado el desarrollo de un sistema para medir la temperatura en un laboratorio de ensayos, según la norma que tiene cumplir el laboratorio, la temperatura ha de mantenerse a  $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , el cliente quiere contar con un sistema de medida que continuamente registre la evolución en ordenador, de cara a contar con pruebas de que se ha mantenido en el rango durante los ensayos. Además

el programa de ordenador ha de presentar la gráfica de evolución en pantalla e indicar con una alarma si la temperatura se sale del rango admisible”.

El diseño se ha de basar, en principio, en la utilización de alguno de los sensores disponibles (resistencia Pt-100, sensor de presión, célula de carga, etc.). Se ha de desarrollar el circuito amplificador y de acondicionamiento para amplificación analógica. La salida del circuito analógico se conectará a la tarjeta de adquisición de datos disponible en los ordenadores del laboratorio de instrumentación. El programa de ordenador será realmente un instrumento virtual desarrollado en Labview.

Si alguna de las parejas tiene interés en desarrollar una propuesta propia de proyecto podrá hacerlo, en las primeras semanas de cuatrimestre se podrá plantear la propuesta en clase o tutorías y elaborar una definición propia. Incluso si los elementos sensores necesarios no están disponibles en laboratorio se podrá plantear su adquisición o buscar vías de solución. En todo caso la propuesta se aprobará o rechazará en base a su viabilidad.

Una vez establecido el proyecto en cuanto a pregunta guía y escenario se planteará un debate inicial, en base a una serie de preguntas guía.

## Objetivos de aprendizaje

La competencia específica a adquirir con la asignatura es: **“Conocimiento aplicado de instrumentación electrónica”**, esta competencia genérica se desarrolla en la Tabla 3, desglosada en subcompetencias o áreas de conocimiento.

Durante el cuatrimestre es conveniente revisar esta tabla para ir analizando de forma individual y en grupo la evolución en cuanto al dominio de estas competencias y poder, en su caso, adaptar el estudio de cara a adquirirlas.

Tabla 3 Áreas de conocimiento

<b>Desglose de subcompetencias</b>	
I1	Identificar y emplear con rigor de conceptos como: Magnitud, variable, señal, ruido, relación señal-ruido, etc. y los relacionados con las propiedades de una medida: error, exactitud, precisión, veracidad, incertidumbre,...
I2	Demostrar conocimiento de los amplificadores de instrumentación aplicables en la amplificación de señales derivadas de sensores a nivel de análisis, especificación y diseño de estos circuitos.
I3	Demostrar capacidad de diseño de circuitos de filtro activo aplicables en el acondicionamiento de señales derivadas de sensores e instrumentación
I4	Diferenciar y explicar los procesos fundamentales (muestreo, discretización, ...) involucrados en la conversión de señales analógicas en variables digitales, las imperfecciones y errores que se pueden generar en esos procesos y las técnicas aplicables para mantener limitados esos errores.
I5	Demostrar conocimiento de las técnicas de conversión analógico-digital y las características a tener en cuenta en la elección de un determinado dispositivo o circuito de conversión analógico-digital

<b>Desglose de subcompetencias</b>	
I6	Definir y desarrollar aplicaciones de instrumentación virtual con el entorno Labview (con un nivel cercano al homologable como desarrollador asociado de Labview)
I7	Demostrar conocimiento de las arquitecturas de adquisición de datos más habituales y la programación en Labview para acceso a instrumentos a través de buses de instrumentación, utilizando interfaces SCPI y VISA.
I8	Diferenciar y explicar los principios y técnicas de proceso digital y de comunicación de datos aplicables en sistemas de instrumentación.
I9	Diferenciar y explicar los tipos interferencias que pueden afectar a un sistema de instrumentación, origen, caminos de acoplamiento y efectos sobre el sistema y las técnicas aplicables para mitigar esos efectos negativos sobre el sistema.

Proyecto profesional de medida y registro

También se pretende potenciar las competencias transversales recogidas en la Tabla 4, recogidas en las tablas de la titulación.

Tabla 4 Competencias transversales

<b>Competencias transversales</b>	
FB7	Aplicar las estrategias propias de la metodología científica para resolver problemas: realizar observaciones con conciencia del marco teórico e interpretativo que las dirige; analizar la situación problemática cualitativa y cuantitativamente, plantear hipótesis y soluciones utilizando los modelos adecuados
FB8	Comunicar adecuadamente los conocimientos, procedimientos, resultados, destrezas y aspectos inherentes a las materias básicas de la ingeniería, utilizando el vocabulario, la terminología y los medios apropiados.
FB9	Trabajar eficazmente en grupo integrando capacidades y conocimientos para adoptar decisiones en el desarrollo de las tareas propuestas.
FB10	Adoptar una actitud responsable, ordenada en el trabajo y dispuesta al aprendizaje, desarrollando recursos para el trabajo autónomo.

Se pretende que al finalizar el proyecto se hayan cumplido los objetivos presentados en la Tabla 5. Como se puede ver prácticamente todas las subcompetencias de la asignatura se cubren con el proyecto, excepto la subcompetencia I8 relacionada con comunicaciones, que es materia que se aborda en otras asignaturas y en esta solo se abordará mediante clases, estudio y problemas.

Tabla 5 Objetivos de aprendizaje

Objetivos de aprendizaje		Competencias asociadas	
OBJ1	Especificar un sistema de instrumentación para captación y proceso de variables asociadas a una magnitud física, estableciendo propiedades de la medida, parámetros de calidad, robustez y prestaciones. Capacidad para discutir, defender y contrastar esa especificación	I1	FB7, FB8, FB9, FB10,
OBJ2	Diseñar, desarrollar y poner en marcha un circuito amplificador, acondicionamiento y filtrado para sensores de magnitudes físicas y su conversión a variables eléctricas de forma apropiada	I2,I3, I9	
OBJ3	Especificar y desarrollar una aplicación de adquisición de datos e instrumentación virtual en Labview	I4,I5,I6,I7	
OBJ4	Documentar, validar, presentar y defender un proyecto de instrumentación	FB8	

## Temario

El temario general de la asignatura es el que se incluye en la Tabla 6, se ha dividido en 18 unidades temáticas. Las unidades sombreadas se abordarán exclusivamente por medio del proyecto. Es importante entender que para esos temas no se impartirá clase magistral previa y que sobre la base de los objetivos del proyecto la pareja ha de analizar lo que necesita aprender, buscar información de forma autónoma y recurrir a la orientación del profesor cuando lo considere apropiado (pero nunca antes de haber intentado un estudio previo). También se ha de tener en cuenta que la pareja no solo ha de plantearse la problemática relacionada con la solución al proyecto que ha de ejecutar, sino también la relacionada con el seguimiento del proyecto cliente. Pero desde dos aproximaciones diferentes:

- Para el proyecto propio el QUE (lo que hay que hacer) es algo que acordará con la pareja cliente y profesor durante el planteamiento de proyecto. El trabajo fundamental será el COMO (como resolver la implementación del proyecto)
- En relación con el proyecto del grupo proveedor la pareja ha de centrarse en el QUE de dicho proyecto, lo que tiene que hacer la pareja proveedora y como controlar que se cumplen las especificaciones y los plazos, sin que sea necesario entrar en el COMO de dicho proyecto.

El desarrollo del temario no ha de ser realizado en el orden estricto planteado, especialmente en el caso de las unidades temáticas finales de la tabla. En concreto el aprendizaje de Labview se aborda desde el principio del cuatrimestre, fundamentalmente con trabajo en laboratorio. Las unidades 14,15,16, y 18 no

guardan dependencia estricta entre sí, pueden impartirse en cualquier orden o combinando la impartición en paralelo.

Tabla 6 Temario

Unidad	Tema	Descripción
1	Introducción	Qué es la instrumentación electrónica, procesos, tecnologías
2	Introducción	Magnitudes, variables, señal, ruido, relación señal-ruido
3	Introducción	Propiedades de una medida, errores
4	Amplificación (A.I.)	Señales en modo común y modo diferencial.
5	Amplificación (A.I.)	Amplificador diferencial. Amplificadores de instrumentación. Modelos y características
6	Amplificación (A.I.)	Implementación de amplificadores diferenciales. Circuitos monolíticos. Diseño con amplificadores diferenciales y de instrumentación
7	Filtrado Analógico	Filtros activos: parámetros de diseño
8	Filtrado Analógico	Filtros activos: tipos
9	Filtrado Analógico	Filtros activos: diseño e implementación
10	AD- Muestreo	Teorema del muestreo e implicaciones. Solape, filtros antisolape
11	AD- Cuantificación	Cuantificación en conversión AD y DA. Errores y parámetros
12	AD- Técnicas de conversión analógico-digital	Muestreo y retención. Técnicas de conversión. Características de los convertidores AD. Multiplexación
13	Adquisición de datos (ADQ)	Tarjetas y sistemas de adquisición de datos. Especificación de sistemas, programación y puesta en marcha.
14	Proceso y filtrado digital	Introducción a las técnicas de proceso y filtrado digital
15	Comunicaciones	Comunicaciones en instrumentación
16	Interferencias	Interferencias y ruido en sistemas de instrumentación
17	Labview	Técnicas básicas de programación en Labview
18	Buses de instrumentación	GPIB, VXI. Programación bajo SCPI y VISA. Instrumentación virtual y control de instrumentos desde Labview

Puesto que Instrumentación Electrónica es una asignatura de 6 créditos, se suponen 150 horas de trabajo total. Se estima que el reparto en actividades de aula, laboratorio y trabajo autónomo y el tiempo dedicado a estudio clásico y trabajo en el proyecto se puede desglosar según la Tabla 7.

Es importante entender que las horas de trabajo en el proyecto incluyen el aprendizaje de la materia que se aplica en su ejecución y que no se aborda por otras vías.

Tabla 7 Horas y porcentajes ABP

	<b>Aula</b>	<b>Lab</b>	<b>Aut</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Horas ABP</b>	14	9	53	<b>75</b>
<b>Horas Totales</b>	45	15	90	<b>150</b>
<b>Porcentaje ABP</b>	31%	60%	58%	<b>50%</b>

### Conocimientos previos

Como ya se ha indicado anteriormente, en esta asignatura se asumen conocimientos previos que son muy relevantes para el proyecto propuesto. En concreto se suponen conocimientos de sensores de magnitudes físicas y los circuitos primarios de adaptación (puente de Wheastone, etc.) que se abordan en la asignatura Tecnología Electrónica, también se suponen conocimientos y competencias en Electrónica General, Electrónica Analógica y Electrónica Digital, adquiridas en asignaturas anteriores (1er Cuatrimestre 3er Curso, y la asignatura objeto de este trabajo se imparte en el segundo cuatrimestre 3er Curso). Esto permite que se pueda plantear la primera fase del proyecto de forma inmediata, al comienzo del cuatrimestre. Sobre la base de los conocimientos previos cada pareja intentará abordar el diseño del circuito primario de medida e incluso plantearse la amplificación basada en técnicas analógicas ya conocidas, intentando analizar inconvenientes y buscar información sobre técnicas de amplificación avanzadas que han de superar esos inconvenientes.

### Carga de trabajo

Como se ha recogido en la Tabla 7 se han estimado para el proyecto unas 75 horas de trabajo por alumno, dedicadas al proyecto en sus tres fases, de ellas 14 en aula y 9 en laboratorio, aproximadamente un 50% de las horas totales de la asignatura.

Un aspecto importante a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto es la medida de carga real de trabajo dedicada, en un entorno profesional real esta es una variable determinante. En los chequeos de evolución, informes y debates con pareja proveedora la situación en cuanto a avance de proyecto y esfuerzo dedicado es un dato fundamental.

## METODOLOGÍA Y SISTEMA DE EVALUACIÓN

### Actividades

A lo largo del cuatrimestre se desarrollarán diversas actividades, se comentan brevemente algunas de ellas continuación:

- Debates de partida: Profesor expone un tema a debatir (alcance no muy extenso), los grupos se reúnen y debaten entre sí opciones (15'). Se piden luego resultados de debate. Queda como tarea la búsqueda adicional de información.
- Búsqueda de información y resumen: Tarea para pareja en trabajo autónomo, que luego contrasta en clase con otra pareja ,finalmente en trabajo autónomo elaboran informe final entregable.
- Autoevaluación de conocimientos previos. Encuesta en clase, puede ser individual o en parejas
- Trabajo dirigido: La pareja ejecutan un trabajo o aprendizaje de técnica siguiendo indicaciones. Se plantea un problema para solución de forma independiente por la pareja, pudiendo consultar, interactuar con otra pareja etc. Finalmente se propone actividad de ampliación. En la siguiente sesión el problema puede estar relacionado con la actividad de ampliación propuesta en la sesión anterior. Este método se aplicará en sesiones de laboratorio para aprendizaje de programación en Labview.
- Puzzle: dividir trabajo entre los dos miembros de una pareja para búsqueda y elaboración de información de forma autónoma. En clase realizan reuniones con expertos de otra pareja y reelaboran finalmente el trabajo.
- Trabajo en grupo: Actividad típica para desarrollo conjunto del proyecto y evaluación de proyecto de grupo proveedor.
- Exposición por profesor: Se plantea un pequeño problema o cuestión, se ha de intentar resolver en un tiempo reducido (5-7 '), se realiza una exposición por parte del profesor (20'), se vuelve a plantear un problema o cuestión.
- Examen individual: conjunto de ejercicios no demasiado extensos, planteamiento de examen de mínimos
- Examen de grupo: un examen que se referirá a materia del proyecto fundamentalmente, con cuestiones o ejercicios en los que se ha de responder con datos del proyecto concreto del grupo. Se resuelve de forma individual, pero se evalúan teniendo en cuenta respuestas de ambos miembros de pareja, de forma que la calificación depende de que se cubran en conjunto los aspectos planteados, pudiendo resolver cada miembro de la pareja distintos aspectos de los problemas. Puede realizarse en laboratorio durante las sesiones de puesta en marcha del proyecto.
- Validación y verificación de fase de proyecto: El grupo cliente de un proyecto comprueba especificación o cumplimiento de especificación del grupo ejecutor de proyecto o el funcionamiento del resultado y emite informe. El grupo ejecutor puede responder con comentarios a informe. A ejecutar en foro de Moodle o en aplicación de gestión de proyectos Redmine.

- Informe de fase de proyecto: Informe escrito de fase de proyecto y del resultado final.
- Presentación de proyecto: Presentación de 10' de resultado de proyecto. Ha de guardar relación con informe. 5' cada alumno de grupo

## Entregables

A lo largo del cuatrimestre se han de realizar una serie de entregables. Se fijarán criterios y fechas concretas durante el cuatrimestre, un resumen de entregables se incluye en la Tabla 8. Puede plantearse un portfolio o repositorio para mantener entregables a lo largo del cuatrimestre, con revisión e integración en un único informe final.

Tabla 8 Entregables

Entregable	Semana	Temas	Ejecución
Informes de búsqueda de información	3 7 15	IB1: Propiedades de medidas IB2: Filtros IB3: Buses Instrumentación	Pareja
Autoevaluaciones, encuestas	2	Amplificación, conocimientos previos	Individual
Ejercicios de laboratorio, Labview	2,4,6,8	Lb1, Lb2, Lb3, Lb4	Pareja
Exámenes individuales (general)	5 11 15	EI1: Intro, Labview Basico, Amplif EI2: Conversión AD en general EI3: Comunicaciones, Interferencias	Individual
Exámenes de grupo (materia de proyecto)	5 11	EG1: Espec., Amplif. EG2: ADQ, Labview	Individual con evaluación de grupo
Informe de validación-verificación de proyecto grupo proveedor	5,9,14	IPC1: Situación proyecto de proveedor 1ª fase IPC2: Situación proyecto de proveedor 2ª fase IPC3: Situación proyecto de proveedor 3ª Fase	Pareja Se trata de registros en la aplicación de gestión de proyecto (Redmine)
Informe de fase de proyecto propio	4, 9,14	IPP1: Especificación y diseño Situación proyecto propio 1ª fase IPP2: Puesta en marcha de circuito + ADQ. Situación proyecto propio 2ª Fase IPP3: Software de registro Situación proyecto propio 3ª Fase	Pareja Registros en aplicación de gestión de proyecto + documentación asociada

## Sistema de evaluación

### Ordinario

Evaluación	Peso
<p>Exámenes de grupo (materia de proyecto) En estos exámenes se plantean cuestiones y ejercicios relacionados muy directamente con la materia abordada por medio del proyecto. Incluso en algunos de ellos se ha de responder con resultados del proyecto específico de cada pareja. Pueden realizarse en parte en laboratorio.</p>	<p>20%, nota mínima sobre 10: 5 El examen de ambos miembros de grupo se evalúa por separado y se hace una evaluación conjunta tomando como nota de cada ejercicio o cuestión la mejor de cada uno. Nota final igual a media de ambas si en la parte individual se ha superado un valor mínimo de 3. Parte suspendida va a examen ordinario o extraordinario</p>
<p>Exámenes individuales Exámenes de concepto, ejercicios y cuestiones cortas</p>	<p>35% , Nota mínima sobre 10: 5 La parte suspendida va a examen ordinario o extraordinario</p>
<p>Evaluación informes de búsqueda de información, informes propios y a proyecto de grupo proveedor. En los informes de grupo proveedor se valora rigor en la evaluación de situación y resultados. Presentación final de proyecto evaluada entre pares</p>	<p>35%, Nota mínima sobre 10: 5 9 informes + 1 presentación. Media de calificaciones en cada uno.</p>
<p>Ejercicios Labview</p>	<p>10%, Nota mínima sobre 10:5 4 ejercicios, media de calificaciones en cada uno. Si suspendidos examen en laboratorio tras aprobar convocatoria ordinaria o extraordinaria</p>

Se han de aprobar las cuatro evaluaciones para superar la convocatoria ordinaria.

### Extraordinario

Cualquier caso que no siga la evaluación ordinaria deberá seguir un proceso de evaluación extraordinaria con los siguientes requisitos:

- a) Estudio y desarrollo de un proyecto de nivel equivalente al realizado por la vía ordinaria. En el estudio previo se debe incluir una justificación señalando como se cubren con el proyecto las competencias específicas y transversales (Tablas

- 3 y 4). Se entregarán antes de fecha de calificación de evaluación extraordinaria los entregables de proyecto y la demostración de funcionamiento en laboratorio, con defensa y respuesta a preguntas. 50% de calificación, mínimo sobre 10 de 5
- b) Examen específico de programación en Labview en laboratorio, en fecha acordada antes de calificación de evaluación extraordinaria (lo habitual será hacerlo junto con la presentación de proyecto). 10% de calificación, mínimo sobre 10 de 5
- c) Calificación en exámenes (ordinario o extraordinario), 50%, mínimo sobre 10 de 5

Se han de superar las tres evaluaciones para superar la evaluación

A tener en cuenta que para calificar en competencias transversales relacionadas con trabajo en grupo o habilidades en presentación de proyecto etc. por la vía de evaluación extraordinaria se puede aportar datos de seguimiento o colaboración en alguno de los proyectos de otro grupo, demostrar buena comunicación en informes y presentación del proyecto etc.

A esta vía extraordinaria de calificación se pueden derivar también situaciones en las que por alguna razón se rompa un grupo de trabajo o se de alguna otra circunstancia no habitual que lo aconseje.

En general la carga de trabajo cuando se hace evaluación por vía extraordinaria se incrementa, al no repartirse durante el cuatrimestre entre la pareja que forma el grupo.

A criterio del profesor el examen y evaluación de partes a) y b) en evaluación extraordinaria se puede dejar pendiente de resultados totales o parciales en parte c)

d)

## Recursos

Se enumeran a continuación algunos recursos, en los foros de Moodle se irán ampliando y comentando.

- Bibliografía:
  - M. A. Pérez García y otros. "Instrumentación Electrónica" .Editorial Thomson-Paraninfo.
  - Ramón Pallas Areny. "Transductores y acondicionadores de señal". Editorial Marcombo
  - Ramón Pallas Areny ."Adquisición y distribución de señales". Editorial Marcombo
  - Lajara Vizcaino y otros ."LABVIEW. Entorno gráfico de programación". Editorial Marcombo
  - Balcells y otros. "Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos". Editorial Marcombo.
  - Notas de aplicación y tutoriales de fabricantes: National Instruments ([www.ni.com](http://www.ni.com)), National Semiconductor ([www.national.com](http://www.national.com)), Analog Devices ([www.analog.com](http://www.analog.com)), Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)), Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)), Maxim Semiconductor ([www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com))
- Material en curso de Moodle
- Materiales, hojas de datos y componentes para proyecto

## PLANIFICACIÓN SEMANAL

Se incluye en la Tabla 9 la planificación semanal, esta planificación es la inicial, que puede verse modificada a lo largo del cuatrimestre en función de evolución y circunstancias no previstas. Se mantendrá la planificación vigente en cada momento en el calendario de Moodle.

Tabla 9 Planificación semanal

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
1	Intro		Presentación	Aula	2		Presentación asignatura, presentación mutua, planteamiento grupos
1	Intro		Objetivos de aprendizaje	Aula			Mapa de ruta, discusión, influencia en creación de grupo
1	Intro		Debate: Escenario	Aula			Qué sabemos, qué debemos aprender, discusión, influencia en creación de grupo
1	Intro		Planificación proyecto	Autonomo	1		Propuestas de grupo, informe y planteamiento de objetivos y plan de trabajo
1	Intro	1	Magistral: Instrumentación	Aula	1		Exposición de introducción a los sistemas de instrumentación
1	Intro		Encuesta: conoc. Previos	Aula		Encuesta	
1	Intro	3	Discusión: Propiedades de medidas	Autonomo	0,5		Discusión sobre propiedades de las medidas. Foro de Moodle
1	Labview	17	Trabajo dirigido + Problemas: Labview	Lab	2		Concepto -> práctica -> ejercicio a resolver en grupo

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
1	Intro	3	Búsqueda de información: Propiedades de medidas	Autonomo	2		Búsqueda, elaboración de información etc. sobre propiedades de las medidas, debates en foros de Moodle
1	Labview	17	Estudio y práctica en grupo	Autonomo	1,5		Trabajo autónomo en grupo sobre Labview: ejercicios propuestos
					10		
2	Amplif	4	Magistral: Modo Com y Dif	Aula			Explicación modo común- modo diferencial
2	Amplif	4	Problemas: Modo Com y Dif	Aula			Ejercicios ilustrativos modo común-modo diferencial
2	Intro	3	Puzzle prop. de medidas	Aula			Reunión expertos , entregar informe
2	Amplif		Trabajo grupo: Especificación	Aula			Empezar la especificación del proyecto propio
2	Amplif	5	Magistral: Amp. Diferencial	Aula			Fundamentos de amplificación diferencial
2	Amplif		Trabajo grupo: Especificación	Autonomo	2		Establecer especificación proyecto propio
2	Labview	17	Trabajo grupo: Labview	Autonomo	5	Lb1	Trabajo autónomo sobre Labview, ejercicios
2	Amplif	4, 5	Autoevaluación en Moodle	Autonomo		Autoeval.	En Moodle, sobre amplificación

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
2	Amplif	5	Trabajo grupo: Info. A. Dif.	Autonomo			Búsqueda de información sobre amplificadores diferenciales y de instrumentación
2	Amplif	5	Trabajo individual: Amp. Dif	Autonomo			Estudio amplificación diferencial
					10		
3	Amplif	5	Problemas: Amp. Diferencial	Aula	3		Problemas amplificación diferencial
3	Amplif	6	Magistral: Modelo A. I.	Aula			Explicación modelo genérico de A.I.
3	Intro	3	Debate: Prop. Medidas	Aula		IB1	Debate final. Se entrega informe
3	Intro		Trabajo grupo: Especificación	Aula			Reunión proveedores-clientes sobre especificación
3	Amplif	6	Discusion: Diseño A. I.	Aula			Orientaciones y discusión
3	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I	Aula			Debatir en grupo amplificación, orientado a proyecto
3	Labview	17	Trabajo dirigido + Problemas:	Lab		2	
3	Amplif	6	Bus. Info: Diseño A.I.	Autonomo	5		Diseño amplificación proyecto
3	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I	Autonomo			Diseño amplificación proyecto

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
3	Amplif	6	HOLGURA	Autonomo			
					10		
4	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I.	Aula	3		Diseño de circuito amplificador de proyecto, trabajo supervisado
4	Amplif	6	Discusion: Diseño A.I.	Aula			Discusión: problemas comunes, fallos típicos etc.
4	Labview	17	Trabajo grupo: Labview	Autonomo	2	Lb2	Ejercicios programación en Labview
4	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I.	Autonomo	5	IPP1. Entregar diseño en Moodle	Preparar entregable Especificación y Diseño Proyecto (1ª Fase)
4	Amplif	6	HOLGURA	Autonomo			
4	Amplif	6	Trabajo individual: A.I	Autonomo			Estudio, recapitulación sobre amplificadores de instrumentación
					10		
5	Exámenes		Examen mínimos	Aula	3	EI1	Cubrirá Intro, Labview y Amplif
5	Exámenes		Examen grupo	Aula		EG1	Especificación y amplificación, relacionado con proyecto

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
5	Filtros	7	Encuesta: conoc. Previos	Aula		Encuesta	Encuesta conocimientos previos para abordar filtros
5	Filtros	7	Magistral: Fundamentos	Aula			Fundamentos de filtros activos
5	Labview	17	Trabajo dirigido + Problemas: Labview	Lab	2		Programación en Labview
5	Labview	17	Trabajo grupo: Labview	Autonomo			Ejercicios programación en Labview
5	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I.	Autonomo			Montaje circuito proyecto
5	Amplif	6	Trabajo grupo: Informes	Autonomo		IPC1	Preparar informes situación proyecto proveedor
					10		
6	Filtros	7,8	Magistral: Filtros activos	Aula	3		Especificación y diseño filtros activos
6	Muestreo	10	Debate: muestreo, solape	Aula			Ejemplos
6	Muestreo	10	Magistral: Teorema muestreo	Aula			Muestreo, solape, consecuencias
6	Muestreo	10	Problemas: muestreo, solape	Aula			Ejercicios para pensar, ilustrativos
6	ADQ		Planteamiento objetivos	Aula			Plantear objetivos para búsqueda de información autónoma

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
6	Filtros	9	Trabajo grupo: Diseño	Autonomo	7		Trabajar diseño filtros (FilterPro)
6	ADQ	13	Trabajo grupo: ADQ	Autonomo			Busqueda información
6	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño A.I.	Autonomo			Puesta en marcha circuito proyecto
6	Labview	17	Trabajo grupo: Labview	Autonomo		Lb3	Ejercicios Labview
					10		
7	Filtros	11	Magistral: Filtros activos	Aula	3		
7	Filtros	11	Problemas: Filtros activos + solape	Aula			
7	Cuantif	11	Magistral: Cuantificación	Aula			
7	Cuantif	11	Problemas: Cuantificación	Aula			
7	ADQ	13	Puzzle: ADQ	Aula			Reunión expertos + transmitir a grupo
7	ADQ	13	Trabajo grupo: ADQ	Lab	2		Trabajo en laboratorio practicando ADQ+ Labview
7	ADQ	6,13	Trabajo grupo: A.I. + ADQ	Autonomo	5		Puesta en marcha ADQ circuito proyecto

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
7	ADQ	11	Trabajo grupo: Carac. AD	Autonomo			Busqueda info carac. AD
7	Filtros	11	Trabajo grupo: Filtros	Autonomo		IB2	Informe sobre filtros (trabajo FilterPro)
					10		
8	Tec. AD	12	Magistral: Técnicas AD básicas	Aula	3		
8	Tec. AD	12	Debate: técnicas AD	Aula			
8	Tec. AD	12	Problemas: técnicas AD	Aula			
8	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño	Aula			Revisión estado proyecto, reunión cliente-proveedor
8	Tec. AD	12	Trabajo individual: Técnicas AD	Autonomo	5		Estudio técnicas AD
8	ADQ	6	HOLGURA	Autonomo		Lb4	
8	ADQ	6,13	Trabajo grupo: A.I. + ADQ	Autonomo			Puesta en marcha ADQ circuito proyecto. Revisión con grupo cliente
8	ADQ	5	Trabajo grupo: Carac. AD	Autonomo			Busqueda info carac. AD
					10		

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
9	Tec. AD	12	Magistral: Técnicas AD amp.	Aula	3		
9	Tec. AD	12	Debate: técnicas AD amp.	Aula			
9	Tec. AD	12	Problemas: técnicas AD	Aula			
9	Tec. AD	12	Magistral técnicas AD	Aula			
9	Amplif	6	Trabajo grupo: Diseño	Aula			Revisión estado-proyecto. Informe resumen
9	Labview	13	Trabajo guiado: Labview + ADQ	Lab	2		Trabajo en laboratorio Labview + ADQ. Revisiones con grupo cliente
9	Tec. AD	12	Trabajo individual: Técnicas AD	Autonomo	5		Estudio técnicas AD
9	ADQ	6	HOLGURA	Autonomo			
9	Amplif	6	Trabajo grupo: Informes	Autonomo		IPC2, IPP2	Informes de proyecto propio y grupo proveedor
					10		
10	Fil. Dig	14	Magistral: Filtrado digital	Aula	3		
10	Fil. Dig	14	Ejercicios: Filtrado digital	Aula			

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
10	Interf	16	Debate: Interferencias	Aula			
10	Interf	16	Magistral: Interferencias	Aula			
10	Interf	16	Trabajo grupo: interferencias	Aula			Interferencias en relación a proyecto
10	Amplif		Debate: Evolución proyectos	Aula			Debate sobre la situación de proyecto, plan 3ª fase
10	Fil. Dig	12	Trabajo individual: Estudio	Autonomo	5		Estudio filtros digitales
10	Labview	17	Trabajo grupo: Esp. Software	Autonomo			Especificar software de registro y presentación, con maqueta
10	Tec. AD	12,13	Trabajo grupo: Tec. AD y ADQ	Autonomo			Estudio técnicas AD y ADQ
					10		
11	Exámenes	12,13	Examen mínimos	Aula	1	EI2	Cubre Muestreo, Cuantificación, Técnicas AD
11	Exámenes	12,13	Examen grupo	Aula	1	EG2	ADQ+ Labview
11	Labview	13	Trabajo grupo: Labview	Lab	2		Desarrollo software registro y presentación
11	Fil. Dig	15	Trabajo individual: Filt. Dig.	Autonomo	5		Estudio filtrado digital

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
11	Labview		Trabajo grupo: Labview	Autonomo			Desarrollo software registro y presentación
11	Interf	16	Magistral: interferencias	Aula	1		
11	Interf	16	Ejercicios: interferencias	Aula			
					10		
12	Labview	6,13	Trabajo grupo: Diseño	Aula	3		Revisión estado proyecto, reunión cliente-proveedor
12	Buses Ins	18	Debate, orientaciones: Buses Ins.	Aula			Planteamientos y plan buses Instrumentación y aplicación a proyecto
12	Com		Holgura	Aula			Para comunicaciones u otro tema
12	Buses Ins	18	Trabajo grupo: Buses Ins.	Autonomo	7		Busqueda y estudio de información sobre buses de instrumentación
12	Com	15	Trabajo individual: Com.	Autonomo			Estudio comunicaciones
12	Buses Ins	18	Trabajo grupo: Buses Ins.	Autonomo			Estudio buses de instrumentación, aplicación a proyecto
					10		
13	Com	15	Magistral: Comunicaciones	Aula	3		

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
13	Com	15	Ejercicios: Comunicaciones	Aula			
13	Interf	16	Magistral: Interferencias	Aula			
13	Interf	16	Ejercicios: Interferencias	Aula			
13	Buses Ins	18	Puzzle Buses Inst	Aula			Reuniones de expertos, explicaciones en grupo etc.
13	Labview	13	Trabajo grupo: Labview	Lab	2		Demostraciones y revisión software de registro y presentación. Reuniones con grupo cliente
13	Com	15	Trabajo individual: Com.	Autonomo			Estudio comunicaciones
13	Labview	13, 18	Trabajo grupo:ADQ	Autonomo			Acabar software de registro y presentación + posible uso buses instrumentación. Informe de proyecto
					10		
14	Com	15	Debate: Comunicaciones	Aula	3		Debate sobre comunicaciones
14	Interf	16	Magistral: Interferencias	Aula			Debate sobre interferencias
14	Buses Ins		Debate	Aula			Buses de instrumentación
14	Buses Ins		Trabajo grupo: Buses Ins.	Autonomo	7		Busqueda información buses instrumentación

Sem	Tema	Unidad	Actividad	Ubicación	Tiempo	Entregable	Comentarios
14	Com		Trabajo individual: Com.	Autonomo			Estudio comunicaciones
14	Buses Ins		Trabajo grupo: Revisión software de proyecto	Autonomo		IPP3,IPC3	Revisión final software de proyecto. Informes
					10		
15	Com		Trabajo individual: Inter	Autonomo	4		Estudio de interferencias
15	Buses Ins		Trabajo de grupo: Buse Ins	Autonomo		IB3	Estudio Buses Ins
15			Presentaciones	Aula	2	Presentaciones	Presentaciones de proyecto
15	Buses Ins		Examen	Aula	1	EI3	Interferencias, Buses
15	Exámenes		Exámenes extraordinarios	Aula	3	Examen	Examen Ordinario
15	Exámenes		Exámenes extraordinarios	Lab		Examen	Entregas proyecto extraordinarias
					10		



Quesada, J. (2013). INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA: del entorno al proceso. Proyecto profesional de medida y registro. Cuaderno del estudiante- IKD baliabideak 6 -<http://cvb.ehu.es/ikd-baliabideak/ik/quesada-6-2013-ik.pdf>



**Reconocimiento – No Comercial – Compartir Igual (by-nc-sa):** No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.