



Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica
Industrial de Barcelona



Jornada d'Innovació Docent
(JID-RIMA – 2012)

*Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de
Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de
Ingeniería de la Rama Industrial*

Herminio Martínez; Joan Domingo; Antoni Grau

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain

Introducción (I)

2

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.

- ✓ La mejora de la calidad en la enseñanza de los sistemas de adquisición de datos y de control industrial, dentro del campo de las máquinas y equipos eléctricos de potencia, está íntimamente relacionada con el conocimiento de la base técnico-científica en la que se asientan los sistemas electrónicos para tal fin.
- ✓ Dentro de la oferta de asignaturas optativas de la especialidad de Electricidad de la EUETIB de la UPC, aparecidas a raíz de la puesta en marcha del plan de estudios (Plan 2002), ha existido una asignatura, Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial (EADCI), que ha permitido al estudiante de la citada especialidad adentrarse en los conocimientos de esta materia.
- ✓ La presente comunicación expone la filosofía de esta asignatura, de forma que analiza la orientación que se ha dado, en especial dentro del marco de asignaturas ofertadas en la EUETIB donde, además de las horas de T, P y LAB, ha de darse cabida a las actividades NP que el nuevo plan contempla.

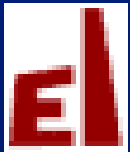


Introducción (II)

3

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.

- ✓ El estudiante de Ingeniería Eléctrica, dentro de los modernos planes de estudio, no solamente debe adquirir una sólida base en el conocimiento de máquinas eléctricas y sistemas eléctricos de media y alta potencia.
- ✓ En efecto, debe, además, conocer aquellos sistemas electrónicos que le permitirán, en su posterior carrera profesional, la adquisición de datos o informaciones, el control y regulación de sistemas y plantas industriales con los adecuados sistemas electrónicos de control, y las comunicaciones en dichos entornos.
- ✓ Bajo esta premisa, y dentro de la especialidad en Electricidad de la Titulación de Ingeniería Técnica Industrial, ofertada por la EUETIB en el plan de estudios puesto en marcha en dicho centro, las asignaturas que presentan materia relacionada con la Electrónica, tanto troncales como optativas, tienen cada vez un peso creciente si las comparamos con las ofertadas en los antiguos planes de estudios 72 y 95.



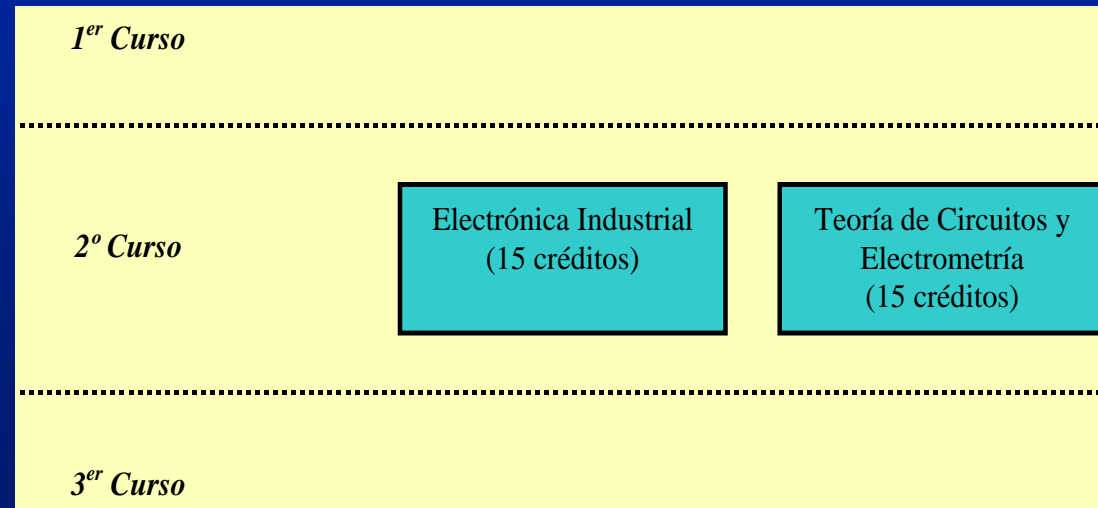
La Enseñanza de los Sistemas Electrónicos en Plan 72 para Electricidad Industrial (I)

4

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.



- ✓ En el ya desaparecido Plan 72, la Electrónica tenía un peso escaso en la titulación (antigua sección de Máquinas Eléctricas).
- ✓ Una vez superado el primer curso de la Carrera con asignaturas comunes ('*Álgebra Lineal*', '*Cálculo Infinitesimal*', '*Física*' '*Química*' y '*Dibujo Técnico*'), el estudiante solamente cursaba la asignatura anual de 15 créditos denominada '*Electrónica Industrial*' en 2º curso, simultaneada con '*Teoría de Circuitos y Electrometría*', también de 15 créditos, y otras asignaturas propias de la especialidad, en particular '*Tecnología de Materiales Eléctricos*' (de 12 créditos) y '*Teoría de Máquinas Eléctricas*' (de 21 créditos), y de áreas comunes ('*Ampliación de Matemáticas*', '*Mecánica Técnica*' y '*Dibujo Industrial*').
- ✓ Enseñanza de los sistemas electrónicos dentro del Plan 72 para la especialidad de Electricidad Industrial (sección de Máquinas Eléctricas) en la EUETIB.



La Enseñanza de los Sistemas Electrónicos en Plan 72 para Electricidad Industrial (II)

5

✓ En particular se trataban temas relacionados con:

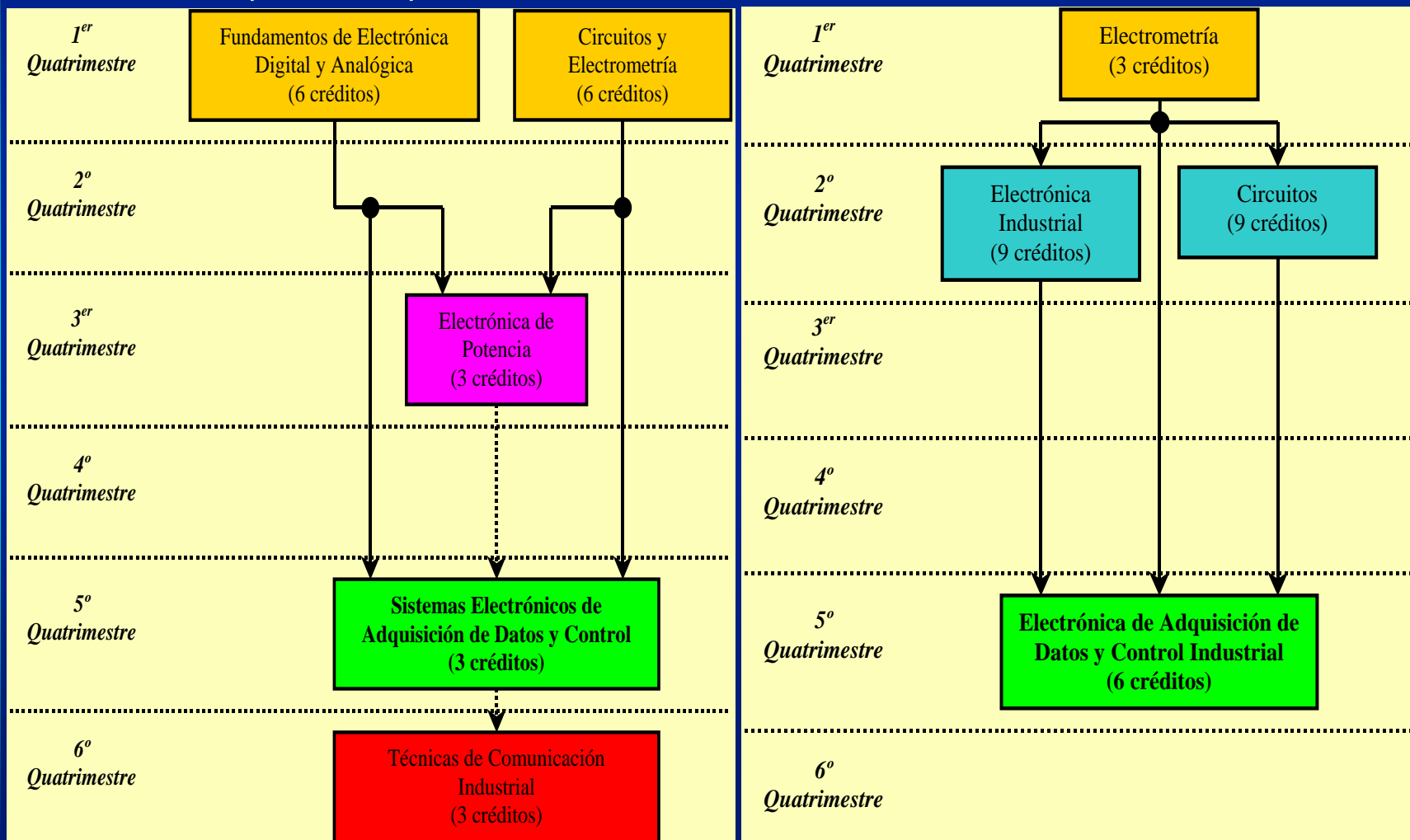
1. Leyes eléctricas básicas (leyes de Kirchhoff, teoremas de Thévenin y Norton, etc.).
2. Componentes discretos básicos y sus circuitos de aplicación (diodos, transistores bipolares, y transistores de efecto de campo).
3. Sistemas analógicos básicos, en torno al amp. op.
4. Sistema digitales (simplificación de funciones, circuitos combinacionales y secuenciales típicos, memorias, etc.).
5. Estructuras convertoras estáticas de potencia básicas (rectificad. controlados y no controlados, troceadores de tensión, etc.).

✓ Este inmenso abanico de temas referentes a la ciencia Electrónica hacía que ambas asignaturas representaran un handicap difícil de superar para el estudiante, cuando, además, la carga docente principal se centraba en desarrollos teóricos de pizarra y no en clases prácticas o de laboratorio, generalizándose la idea de que los conocimientos de electrónica impartidos en ella eran altamente densos.

La Enseñanza de la Electrónica en Plan 95 y Plan 2002 para Electricidad Industrial en la EUETIB.

6

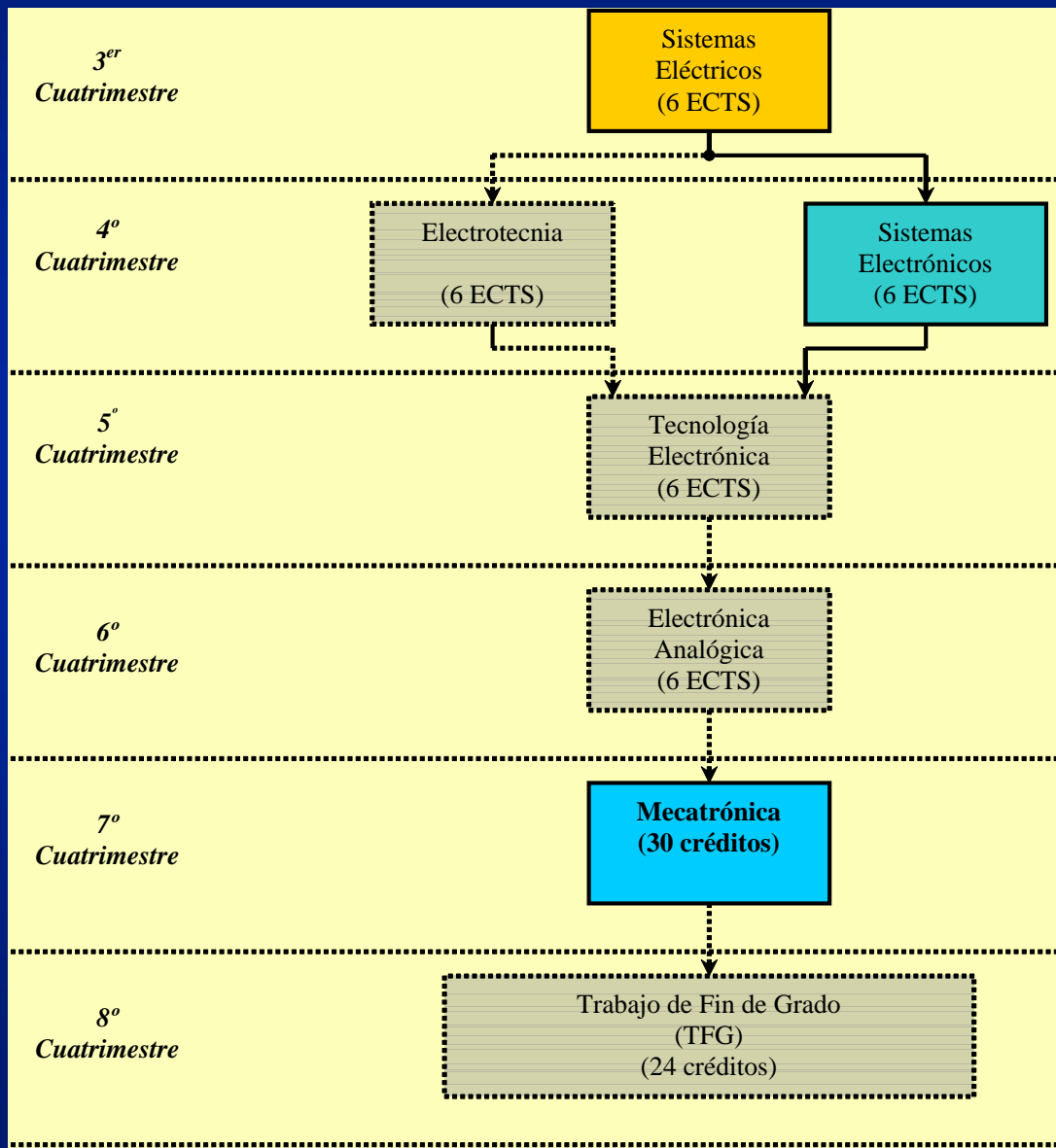
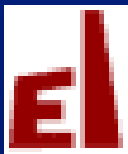
✓ Enseñanza de los sistemas electrónicos dentro del Plan 95 (izquierda) y Plan 2002 (derecha), para la especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB.



La Enseñanza de la Electrónica en el Plan del EEES para los Grados de Ing. Industrial

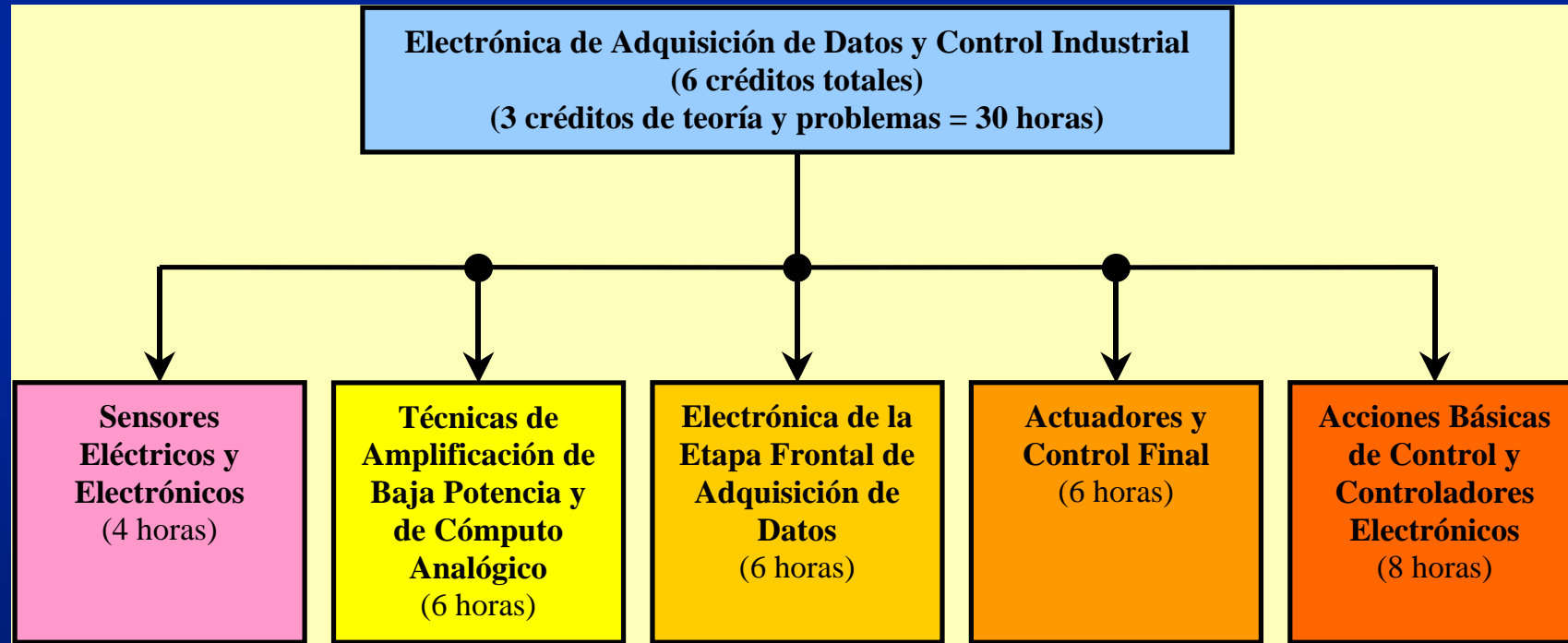
7

Jornada d'Innovació Docent (JID-RIMA 2012).
5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain.



Contenidos de la Asignatura 'Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial'

- ✓ Distribución temática de la asignatura '*Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial*' (EADCI).
- ✓ Compuesta por 60 h lectivas (6 créditos totales), distribuidas en 30 h de Teoría y Problemas, 15 h de Laboratorio y 15 h de NP.



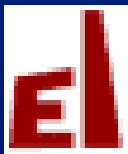
- ✓ Las horas indicadas en la figura corresponden a las de T + P.



La Actividades No Presenciales en la Asignatura (I)

9

- ✓ En el Plan 2002, en la EUETIB, se apostó porque gran parte de las asignaturas de la carrera, especialmente aquéllas optativas que lleven al estudiante a seguir una intensificación dentro de una determinada especialidad, conlleven un porcentaje de créditos referentes a las denominadas 'actividades no presenciales'.
- ✓ En las mismas, se propone al estudiante la realización de diferentes actividades (teóricas, prácticas o de búsqueda de información), en el transcurso de las cuales profesor y estudiante no deben coincidir en el espacio ni en el tiempo.
- ✓ Eso sí, el profesor tutorizaba, guía y, si era necesario, introducía elementos de corrección de dichas actividades para, finalmente, evaluarlas adecuadamente.
- ✓ El número de dichos créditos era variable, dependiendo de la asignatura, pero rondaba entre el 10 % y el 25 % del total de créditos de la asignatura en la mayoría de ellas.

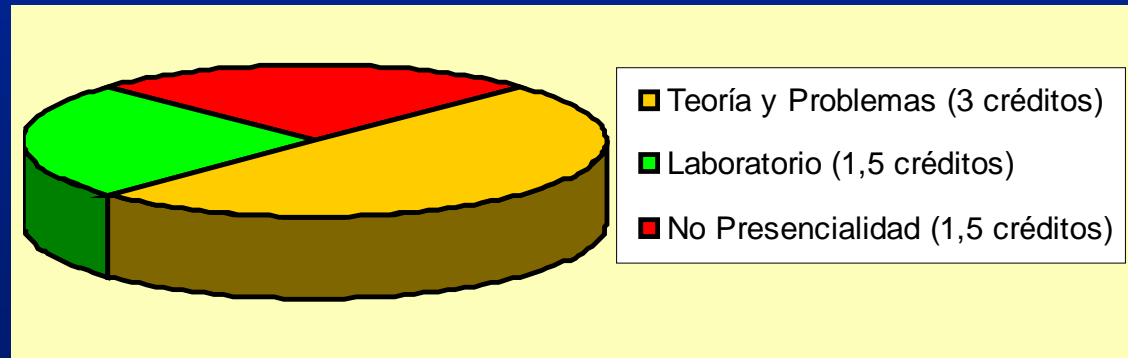


La Actividades No Presenciales en la Asignatura (II)

10

- ✓ En particular, para la asignatura EADCI, de los 6 créditos en total que ha tenido la asignatura, 1,5 cr. corresponden a actividades NPs.
- ✓ El otro 75% se reparte entre T y P, con 3 cr., y 1,5 cr. de prácticas de LAB, relacionadas siempre con los contenidos teóricos presentados en las sesiones previas de la asignatura.
- ✓ Esta distribución de créditos hace que se hayan impartido semanalmente dos horas de T y P, y sesiones quincenales de LAB de 2 h de duración a lo largo de todo el cuatrimestre (quince semanas), dejando disponibles en el cuatrimestre unas 14 h por alumno para la realización de las actividades NP propuestas.

- ✓ Distribución porcentual de teoría y problemas (50 %), laboratorio (25 %) y actividades no presenciales (25 %) de la asignatura 'Electrónica de Adquisición de Datos y Control'.





La Actividades No Presenciales en la Asignatura (III)

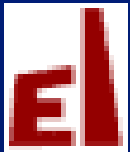
11

✓ En las actividades NP de la asignatura intervienen:

- Una 1ª parte de actividades donde el estudiante, de forma individual o por parejas, debe analizar y simular diferentes circuitos haciendo uso del programa OrCAD-PSpice.
- Una 2ª parte de actividades no presenciales propone al estudiante la realización física de un sistema de adquisición de datos o de control utilizando circuitería electrónica de bajo coste.

✓ El profesor presenta una serie de títulos a los estudiantes (por ejemplo, control de un pequeño motor de DC, control de la temperatura de un pequeño recinto, control de luminosidad, adquisición de variables atmosféricas, etc.) y los alumnos, generalmente en grupos de dos o tres personas, deben diseñar, montar y soldar el circuito propuesto por ellos mismos en una placa de pruebas que cumpla con la tarea especificada en el título del trabajo.

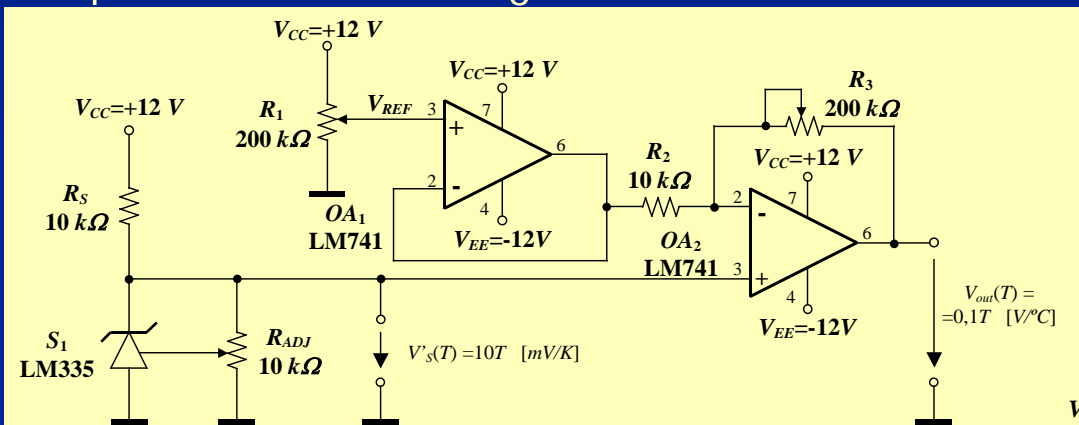
✓ Finalmente, el circuito es testeado por los alumnos en el laboratorio con la presencia del profesor, y evaluado por éste último.



La Actividades No Presenciales en la Asignatura (IV)

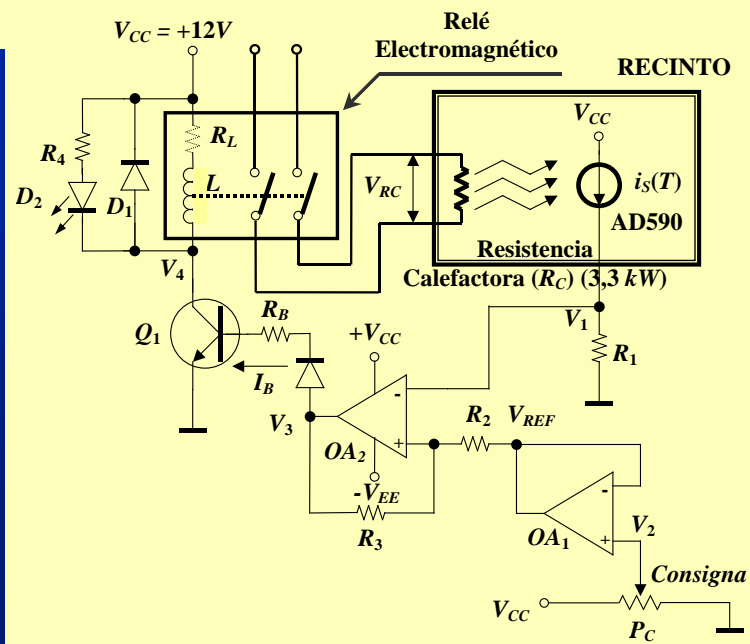
12

- ✓ Ejemplos de sistemas electrónicos diseñados por algunos de los grupos formados por alumnos de la Asignatura EADCI.



Termómetro electrónico completo para la medida de grados centígrados basado en el sensor monolítico LM335 de National Semiconductor.

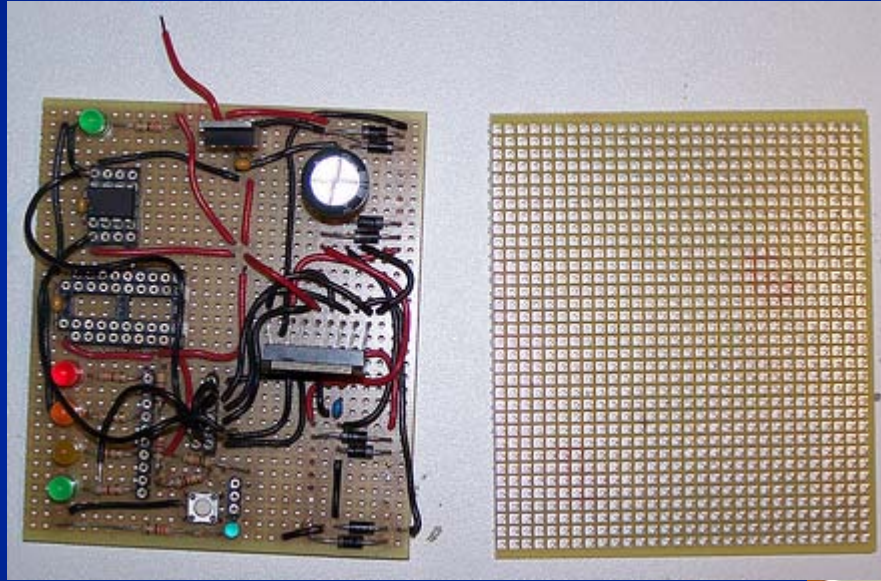
Circuito de control de temperatura mediante un controlador electrónico de dos posiciones con histéresis.



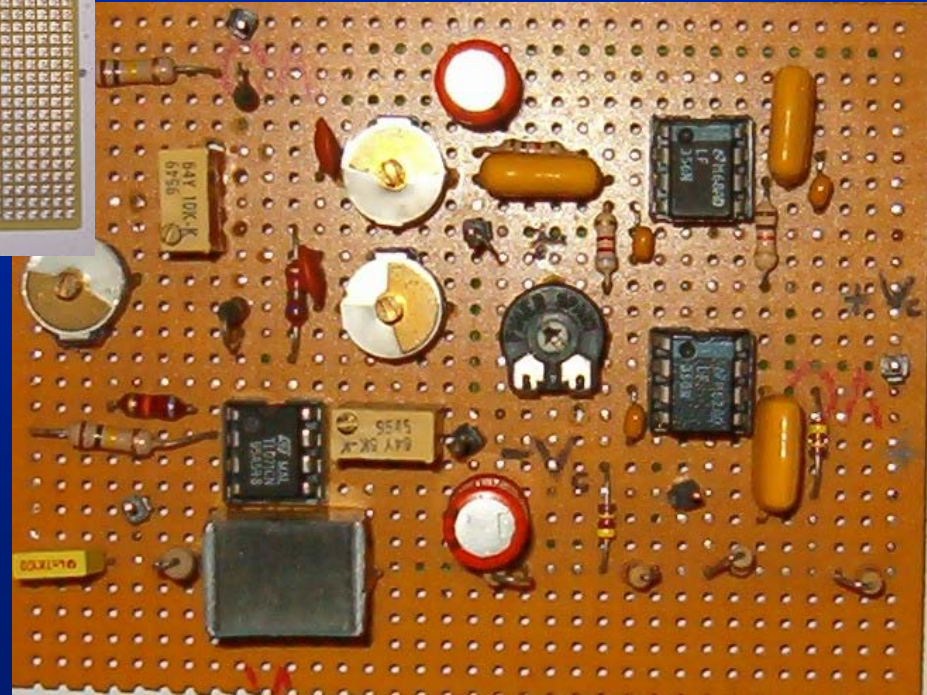
La Actividades No Presenciales en la Asignatura (V)

13

- ✓ Ejemplos de prototipos de sistemas electrónicos implementados por algunos de los grupos formados por alumnos de la Asignatura EADCI.



Termómetro electrónico.



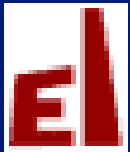
- ✓ Generador de funciones.



La Actividades No Presenciales en la Asignatura (VI)

14

- ✓ Se ha visto en los últimos cuatrimestres de impartición de la asignatura que es altamente positiva la presentación del montaje delante del conjunto de la clase.
- ✓ El procedimiento consiste en que al final de cuatrimestre se dediquen unas horas a tal fin, de forma que durante unos diez o quince minutos el grupo exponga (incluso podríamos decir 'venta') el diseño realizado por ellos mismos, mediante el uso de algunas transparencias.
- ✓ Una vez finalizada esta explicación, el resto de alumnos de la clase y el mismo profesor pueden hacer las preguntas que crean oportunas al respecto.
- ✓ La evaluación puede hacerla el propio profesor o, incluso, pueden participar en la puntuación del montaje los propios alumnos, emitiendo de forma personal una nota del resto de grupos de la clase.
- ✓ La interacción de los grupos con el conjunto de la clase, así como la motivación por el hecho de ser los propios estudiantes quienes han de defender 'su' diseño, son elevadas.



Resultados Experimentales y Conclusiones (I)

15

✓ Aunque:

- En general, los alumnos entran a la asignatura con alguna reticencia respecto a la misma, y ...
- ... a pesar del ambicioso temario propuesto, que conlleva por parte del alumno un importante trabajo de estudio y asimilación de conocimientos, por la relativamente alta carga de contenidos,

✓ ... la satisfacción de los alumnos respecto a la asignatura es alta.

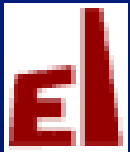
✓ Todos ellos valoran muy positivamente la utilidad de los conocimientos teóricos impartidos a lo largo de las clases de T + P, dejando de lado la formalidad y carga matemática innecesaria para una comprensión, por parte de estudiantes de ingeniería eléctrica, de los sistemas electrónicos mostrados, y la realización de unas prácticas de laboratorio que aclaran de forma importante los contenidos mostrados en dichas sesiones teóricas.



Resultados Experimentales y Conclusiones (II)

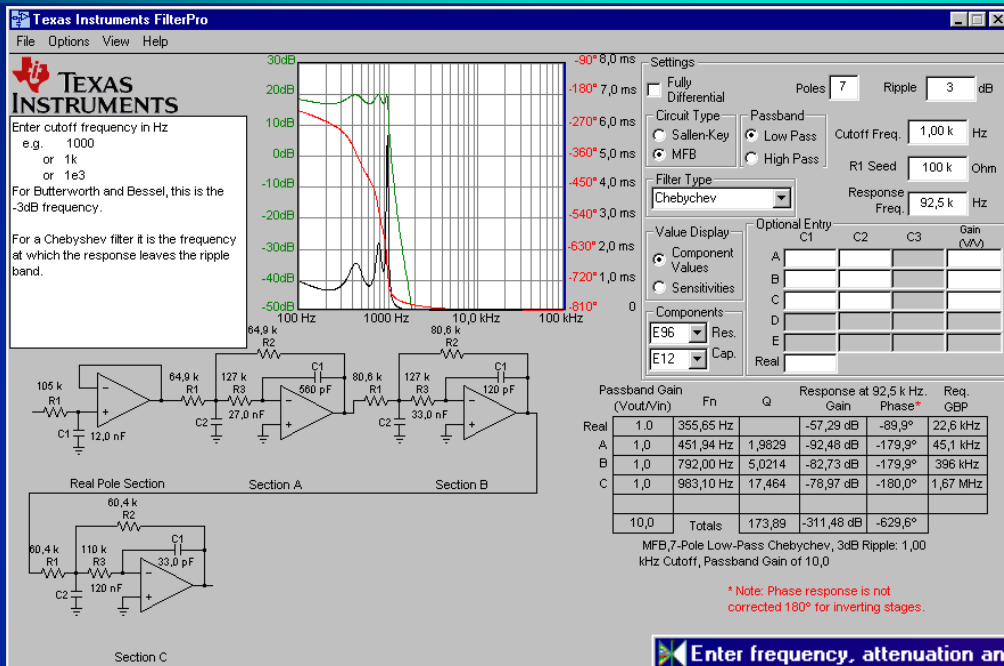
16

- ✓ La introducción de herramientas *software* también es un factor importante a tener en cuenta. Especialmente se hace uso de OrCAD-Spice para la simulación y análisis de los circuitos estudiados en las sesiones teóricas, de problemas y de laboratorio.
- ✓ No obstante, se dejan las puertas abiertas para la utilización de diversos programas informáticos para materia específica del temario como, por ejemplo, filtros analógicos, donde se incorporan herramientas como FilterPro, FilterLab o Filter Wiz PRO para la síntesis de filtros analógicos.



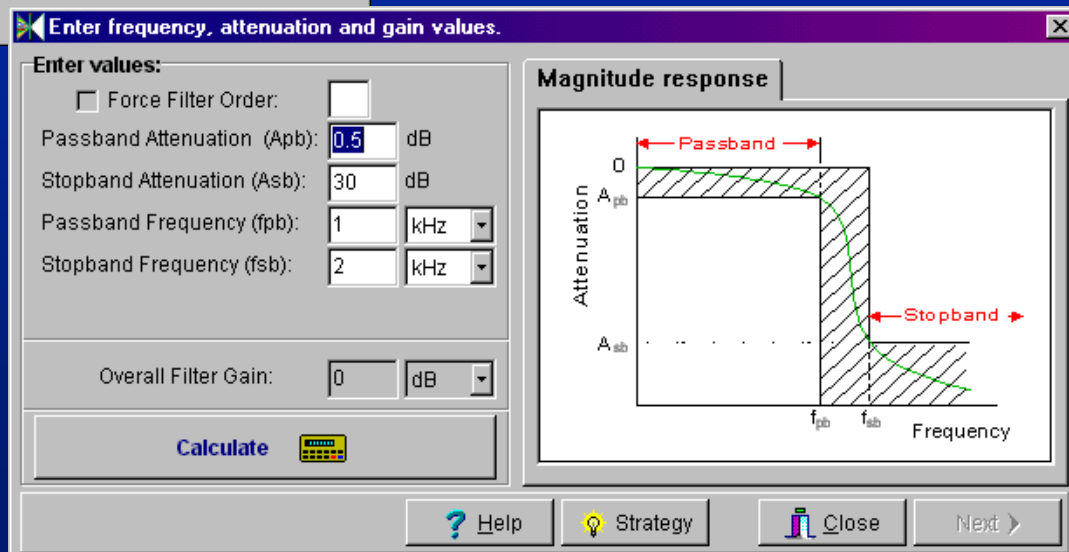
Resultados Experimentales y Conclusiones (III)

17



Aspecto de la ventana principal del programa FilterPro[®] de Texas Instruments[®] para el diseño de filtros analógicos. El esquema de la pantalla representa un filtro pasa-bajos de 7^o orden con aproximación de Chebyshev con 3 dB de ondulación en la banda pasante, cuyas células tienen una topología MFB (estructura de Rauch).

Aspecto de la ventana principal del programa Filter Wiz PRO[®] de Schematica Software[®] para el diseño de filtros analógicos. Se pueden apreciar los menús de opciones que presenta el programa.



Resultados Experimentales y Conclusiones (IV)

18

- ✓ Respecto a la actividad NP, y pese al considerable número de horas que conlleva la realización de un prototipo para adquisición o control de una pequeña planta, prácticamente todos los alumnos consideran que aporta un contacto directo con el laboratorio de electrónica y con la realización, montaje y soldadura de circuitos que, de otra forma, casi ninguno de ellos adquiriría.
- ✓ La satisfacción personal de cada uno de los miembros que forman los grupos de trabajo queda sobradamente satisfecha cuando consiguen hacer funcionar el prototipo diseñado e implementado por ellos mismos.
- ✓ El número de aprobados es altamente satisfactorio, gracias en buena medida a la realización de estas actividades no presenciales. En las últimas convocatorias de la asignatura, el porcentaje de los alumnos aprobados en la asignatura ronda el 75 % – 85 % del total de alumnos matriculados.
- ✓ Cabe resaltar hecho de realizar por grupos las actividades NP conlleva poner en práctica uno de los objetivos de la asignatura y, en general, de todas las asignaturas del plan de estudios 2002 y de Grado de la EUETIB: la incentivación personal y motivación de los estudiantes por el trabajo en grupo y el cooperativismo en el aprendizaje.



Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica
Industrial de Barcelona



Jornada d'Innovació Docent
(JID-RIMA – 2012)

*Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de
Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de
Ingeniería de la Rama Industrial*

Herminio Martínez; Joan Domingo; Antoni Grau

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

5 y 6 de julio del 2012. Barcelona, Spain