

INGENIERÍA ELECTRÓNICA SEMIPRESENCIAL EN LA UPC. ANÁLISIS DE DOS ASIGNATURAS-TIPO

Joan Pons, Juan Antonio Chávez, Lluís Prat, Josep Calderer

Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Electrònica. Campus Nord, C4. Jordi Girona 1-3. 08034 Barcelona. e-mail: jpons@eel.upc.es

RESUMEN

En esta comunicación se describe la experiencia de la implantación del formato semipresencial en la titulación de Ingeniería Electrónica impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Esta experiencia se analiza desde la perspectiva concreta de dos asignaturas de la titulación, una con un 100% de créditos no presenciales y otra con un 50% de créditos no presenciales y el otro 50% de créditos presenciales de laboratorio. Se analizan las tasas de abandono, los porcentajes de aprobados y las notas medias de los estudiantes presenciales y semipresenciales de ambas asignaturas.

1. INTRODUCCIÓN

La titulación de segundo ciclo de Ingeniería Electrónica que imparte la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) comenzó a ofrecerse en régimen semipresencial en el curso 2000-01. Este formato se implantó gradualmente hasta extenderse a todas las asignaturas del plan en el curso 2002-03. La razón de la existencia de esta oferta se fundamenta en el perfil del alumnado que cursa la titulación: en su gran mayoría se trata de ingenieros técnicos de diversas especialidades que cursan estos estudios con simultaneidad a su actividad profesional, lo que dificulta seriamente su participación en todas las actividades docentes planificadas.

En base a esto, el objetivo general del formato semipresencial es ofrecer a los estudiantes que compaginan estudios y actividad profesional la posibilidad de realizar la titulación de Ingeniería Electrónica con unos horarios y un ritmo adecuados a su situación, garantizando la misma calidad formativa que para los estudiantes presenciales. También se pretende que sea una modalidad eficaz, con una relación de estudiantes semipresenciales que superan la titulación comparable a los presenciales.

El Plan de Estudios de Ingeniería Electrónica consta de 150 créditos y se estructura en cuatro cuatrimestres [1]. Todas las asignaturas se imparten en dos periodos académicos anuales de 15 semanas cada uno. La tabla I-(a) desglosa los diferentes tipos de créditos del Plan.

La principal característica del formato semipresencial es que los créditos asociados a teoría y aplicación de las distintas asignaturas se cursan a distancia utilizando *internet* como vía de comunicación y aprovechando los servicios que ya se han desarrollado para este entorno. El acceso y la utilización de diversas *intranets* docentes se ha agrupado en su mayor parte dentro de una plataforma global desarrollada ex-profeso: el *Campus Digital* [2,3].

Por otra parte, dado el fuerte carácter tecnológico-práctico de la titulación, los créditos de prácticas de laboratorio se cursan íntegramente en formato presencial. Todo esto se traduce en la distribución relativa que muestra la tabla I-(b), donde se observa que la presencialidad se sitúa en torno al 30 - 40% según la elección de asignaturas optativas y de libre elección.

a)		b)		
Materias	Créditos		Materias troncales y obligatorias	Materias optativas y de libre elección
Troncales y obligatorias UPC	96 (64%)	Presencial	32 %	39 %
Optativas	24 (16%)	No presencial	68 %	61 %
Libre elección	15 (10%)			
Proyecto Final Carrera	15 (10%)			

Tabla I. Distribución de créditos de la titulación (a) y desglose aproximado de éstos entre materias presenciales y no presenciales (b).

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES GENÉRICOS

A. Materiales y metodología

El cumplimiento de los objetivos descritos más arriba para el formato semipresencial se traduce en la aplicación de un modelo didáctico específico (Figura 1), que a su vez requiere la generación y desarrollo de materiales y métodos docentes adecuados, en particular:

- *Guía-Plan de Trabajo.* Es arriesgado que el estudiante disponga de total libertad para organizar el seguimiento no presencial de las asignaturas, puesto que con frecuencia esto desemboca en abandonos o fracasos. Por ello se marca una pauta de trabajo: el curso se divide en unidades temáticas de 3 ó 4 semanas de duración, de forma que en cada una el estudiante dispone de libertad para organizarse pero debe acreditar resultados en un acto de evaluación realizado al final. Un documento, la Guía de Estudio, describe con detalle el trabajo recomendado para cada unidad (conceptos teóricos, ejercicios, problemas, autoevaluación, etc.), junto con una estimación de la duración de cada actividad.
- *Material de Estudio.* Para que el estudiante pueda seguir la asignatura sin la ayuda directa del profesor es necesario un material de referencia que sustituya las notas que suelen tomarse en las sesiones presenciales en el aula. Este material debe ser auto-contenido, exhaustivo y contener teoría, ejercicios y problemas que hagan viable el pautado de la asignatura descrito en el punto anterior.
- *Plan de Evaluación.* Se diseña para conseguir que los estudiantes consigan los objetivos formativos mínimos a base de estimular un seguimiento continuo y suficiente de la asignatura. Se pretende además que el estudiante reciba información inmediata sobre su progreso y convencerlo de que seguir el Plan de Trabajo es la mejor manera de superar la asignatura.
- *Trabajo en Grupo.* Se trata de estimular el trabajo cooperativo con el objetivo de superar el tradicional aislamiento de los estudiantes que siguen cursos a distancia, que suele traducirse en un alto grado de abandonos. Así, se utilizan con asiduidad dos vías: a) las prácticas de laboratorio (realizadas en grupos reducidos), b) la realización en grupo de trabajos de teoría (Figura 1).

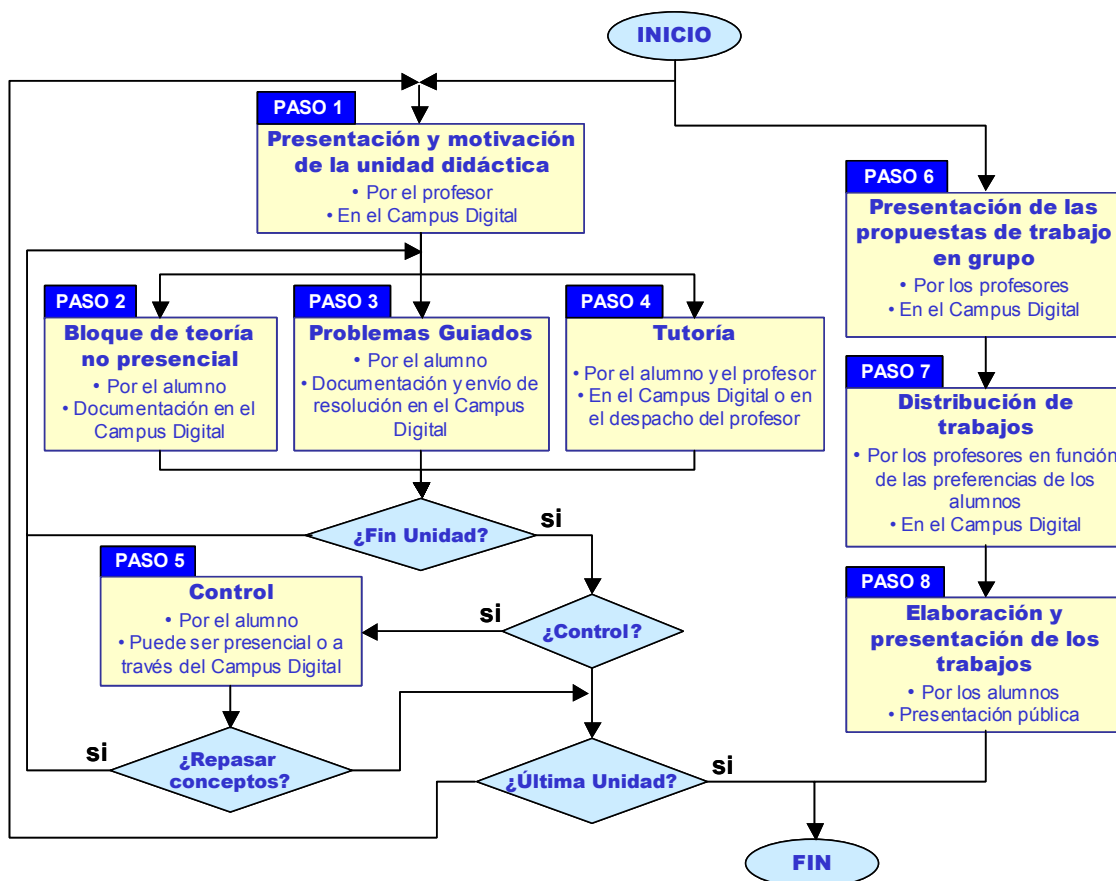


Figura 1.- Modelo didáctico aplicado en el formato semipresencial.

B. Campus Digital

Para implementar el formato semipresencial se han aprovechado las facilidades tecnológicas que proporcionan las TIC, en particular los sistemas de enseñanza y aprendizaje vía *internet*. Así, la UPC ha desarrollado la plataforma *eAtenea* que permite incorporar paulatinamente los nuevos recursos digitales en los procesos colaborativos tradicionales. El primer objetivo de *eAtenea* es facilitar el intercambio de información digital entre los diferentes actores del proceso de aprendizaje de una forma personalizada y sistemática. Se pueden encontrar herramientas muy diversas: espacios abiertos de colaboración (fóruns), herramientas de tipo personal para organizar los materiales propios y actividades (agendas) y herramientas para diferentes grupos, asignaturas o escuelas. También incorpora herramientas específicas del propio proceso docente, como las referentes a la evaluación y el expediente académico.

Algunas asignaturas han desarrollado Intranets Docentes específicas para lograr una mejor adecuación a las características de la materia. No obstante, uno de los objetivos del proceso de mejora de los servicios de la plataforma *eAtenea* es la cobertura cada vez mayor de las necesidades de las diferentes asignaturas, de forma que en un futuro cercano sea el único entorno de trabajo.

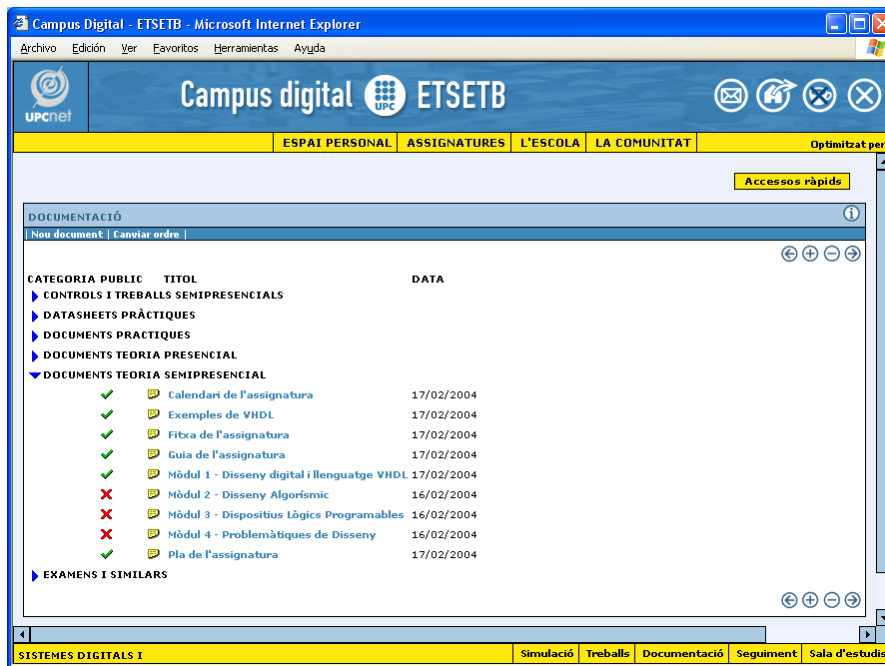


Figura 2.- Pàgina de la assignatura SD-I en el Campus Digital.

3. FORMATO SEMIPRESENCIAL DE LAS ASIGNATURAS

A. *Sistemas Digitales I*

La asignatura Sistemas Digitales I, en adelante SD-I, forma parte del segundo cuatrimestre de la titulación. Consta de 3 créditos teóricos y 3 prácticos, organizados para los alumnos presenciales en dos sesiones semanales de 2 horas, una de teoría y otra de laboratorio.

SD-I proporciona al estudiante los conocimientos que constituyen la referencia y el punto de partida para el resto de asignaturas “digitales” de la titulación. Se centra en el diseño de circuitos y subsistemas digitales, haciendo hincapié en las soluciones basadas en lógica programable y en el lenguaje VHDL. El programa de teoría consta de cuatro capítulos. El primero se dedica a generalidades sobre diseño digital y al VHDL. El segundo capítulo se centra en máquinas de estados algorítmicas y microprogramación. El tercer capítulo se ocupa de PLDs, CPLDs y FPGAs. El último capítulo se centra en factores de influencia práctica decisiva: espurios, consumos, retardos, diseño síncrono o asíncrono, metaestabilidad, interconexiones, señales de reloj, concurrencia y jerarquización de máquinas de estados, etc.

El laboratorio de SD-I está dedicado al diseño digital con CPLDs. Cada puesto de laboratorio está pensado para dos estudiantes y dispone de PC, fuente de alimentación, analizador lógico, *software* de diseño y una placa educativa, ambos de Altera, y un *kit hardware* propio. Cada sesión de laboratorio, tutorizada por un profesor, se dirige a un máximo de 16 alumnos. El programa de laboratorio consta de dos bloques. El primero de ellos familiariza al estudiante con las herramientas a emplear. Así, la práctica 1 implica la realización guiada de un diseño (captura de esquemas, HDLs, jerarquización, compilación, simulación y análisis de prestaciones, grabación y verificación *hardware*). La práctica 2 utiliza el VHDL mediante el análisis y verificación de un diseño complejo. El segundo bloque consta de dos prácticas con idéntico enfoque: realización de un proyecto a partir de una especificación básica.

SD-I se ofrece en formato semipresencial desde el cuatrimestre de primavera del curso 2001-02. Se ha optado por introducir las novedades gradualmente, dejando para más adelante las relacionadas con las prácticas. Así, el formato semipresencial se centra en la parte de teoría y sigue dos criterios básicos:

- Mantener una calidad y un nivel de exigencia homologables al formato presencial, tomando éste último como referencia contrastada y fiable. Se aplica un tratamiento idéntico (dedicación, contenidos, calendario, evaluación, etc.). Lo que varía es la forma en que se imparten los estudios y no los contenidos o el mecanismo de evaluación.
- Fomentar el seguimiento durante el curso de toda la asignatura, evitando que el estudiante se concentre sólo en el laboratorio. Esta tendencia conduce con frecuencia al abandono de la asignatura o a un fracaso en el examen final.

Los materiales docentes específicos incluyen un texto básico y una guía - plan de trabajo de la asignatura. El texto básico, estructurado en unidades, temas y subtemas, cubre todo el temario. Cada subtema, asimilado a una carga lectiva de 1 h, incluye ejemplos, cuestiones y ejercicios de autoevaluación y problemas guiados. Cada unidad incluye además una colección de problemas. La guía - plan de trabajo propone una pauta de seguimiento del curso, especificando secuencias de actividades (lectura de texto, resolución de ejercicios, actividades complementarias, etc) con una resolución de 30 minutos y totalizando 4 horas cada semana del curso. Durante el curso se realizan tres actos de evaluación, dos ejercicios y un trabajo, que fuerzan una sincronización mínima. Los ejercicios se individualizan para cada estudiante, que debe resolverlos y remitirlos al profesor en el plazo estipulado. Una vez corregidos, son devueltos al estudiante, quién así dispone de una referencia “fresca” sobre sus progresos. Los trabajos se realizan en grupos de 3 ó 4 alumnos y se defienden en una sesión presencial.



Figura 3.- Kit hardware utilizado en el Laboratorio de SD-I.

Las prácticas de laboratorio son presenciales. De ello se deriva una ventaja inmediata: la existencia de un contacto regular y directo entre profesor y alumnos semipresenciales. No

obstante, se han emprendido una serie de acciones conducentes a facilitar una eventual semipresencialidad en las prácticas:

- Utilizar un *software* de diseño de libre distribución, apto para ser utilizado en el ordenador personal del alumno, requisito que cumple el programa *Max+Plus II*.
- Desarrollar un *hardware* de precio reducido utilizable fuera del laboratorio (Fig. 3). Este *hardware* utiliza CPLDs programables *in situ* y contiene componentes para verificar los diseños: teclado, pulsadores, visualizadores, conectores de expansión, etc. Para utilizarlo sólo hay que disponer de un alimentador con salida DC no estabilizada a 9V–1A y una conexión al puerto paralelo de un PC.
- Participar con otras asignaturas de temática digital en la elaboración de un *hardware* de verificación, completo, multifuncional y utilizable remotamente vía *internet*.

El mecanismo de evaluación pondera al 50% las notas de teoría y prácticas. Esta última proviene de las prácticas de laboratorio (80%) y de un control individual (20%). La nota de teoría se obtiene como el máximo entre: a) la calificación del examen final, b) la ponderación del examen final (70%) y de los ejercicios y trabajos realizados durante el curso (30%).

Con el objetivo de fomentar el trabajo continuado durante el curso y fidelizar al estudiante, se ofrece además la posibilidad de aprobar “por curso”: si la nota de curso (ejercicios y trabajos realizados durante el curso (60%) más prácticas de laboratorio (40%)) es igual o superior a 7,5 puntos, el alumno está exento de realizar el examen final, no así del control de laboratorio, y su nota de teoría es la media de los ejercicios y trabajos realizados durante el curso.

B. Dispositivos Electrónicos y Fotónicos I

La asignatura Dispositivos Electrónicos y Fotónicos 1 (DEF-I) forma parte del primer cuatrimestre de los estudios de Ingeniería Electrónica y los estudiantes deben matricularse en ella cuando acceden a estos estudios. Por este motivo su problemática es ligeramente distinta de las asignaturas de cuatrimestres posteriores.

En efecto, muchos estudiantes acceden a estos estudios inmediatamente después de haber cursado una carrera de Ingeniería Técnica y se matriculan a la vez que buscan su primer trabajo. Si encuentran trabajo, cosa que suele suceder con mucha frecuencia, suelen abandonar los estudios o su dedicación a ellos sufre una abrupta disminución. En cursos posteriores los estudiantes que trabajan ya conocen las limitaciones que implica su actividad laboral y la tasa de abandono es mucho menor. Por otra parte, los estudiantes de DEF-I suelen ignorar la metodología implícita en el formato semipresencial por ser la primera vez que tienen contacto con ella, y tienen tendencia a pensar que consiste en matricularse y presentarse al examen final, lo cual suele conducir al fracaso del estudiante.

El contenido de esta asignatura es el estudio de los dispositivos semiconductores, su teoría de funcionamiento y su tecnología. Se imparte a los estudiantes presenciales a razón de 4 horas semanales de clase de teoría y no tiene prácticas de laboratorio. Se trata de una asignatura de alto contenido conceptual de tipo físico y matemático, que requiere un estudio sosegado y pautado para su correcta asimilación. No es una asignatura que puede aprenderse con una dedicación intensa de unos pocos días. El método pedagógico desarrollado para los estudiantes semipresenciales está pensado a partir de estas características.

Al no tener DEF-I prácticas de laboratorio que posibiliten un contacto regular entre el profesor y sus estudiantes, la asignatura se convierte de hecho en no presencial. Por este motivo se han establecido una serie de sesiones presenciales que aseguran un contacto regular y mínimo entre los participantes en el proceso de aprendizaje. La asignatura se ha estructurado en 4 módulos, de 3 a 4 semanas de duración cada uno. Al finalizar cada módulo los estudiantes deben presentar un trabajo y realizar un control presencial. De esta forma, los estudiantes tienen plena libertad de organizar su plan de trabajo dentro del módulo, pero deben realizar una "puesta al día" cada 3 ó 4 semanas. Así se asegura que los conocimientos se vayan adquiriendo de forma regular a lo largo del cuatrimestre y que el estudiante tenga tiempo de consolidarlos.

El aislamiento del estudiante no presencial suele conducir al abandono del estudio cuando surgen las primeras dificultades. Por este motivo se estimula el trabajo cooperativo en grupo como mecanismo eficaz para superar la tentación de abandonar. Se anima a que los estudiantes semipresenciales realicen el trabajo de cada módulo en grupos cooperativos, si bien se les permite hacerlo en forma individual si así lo desean. Conviene aclarar, sin embargo, que el control de conocimientos es siempre individual y presencial.

Los profesores que impartimos la asignatura hemos publicado un libro de texto expresamente pensado para este tipo de estudiantes [5]. Este libro contiene gran cantidad de ejercicios resueltos y cuestionarios para ayudar al estudiante en su proceso de aprendizaje. La misión de los cuestionarios es provocar en el estudiante un proceso de reflexión sobre lo que acaba de leer, para forzar una lectura en profundidad. Por este motivo en el texto sólo figuran los enunciados de las cuestiones. Las soluciones se distribuyen con cierto retraso a través del Campus Digital. De esta forma se evita que los estudiantes lean simultáneamente el enunciado y la solución, ya que así se rompería el proceso de reflexión que se quiere provocar.

De forma similar al caso antes expuesto de SD-I, para estimular el estudio regular de la asignatura se ofrece la posibilidad de aprobar por curso. Esto consiste en aprobar por separado cada uno de los 4 controles realizados durante el curso y en obtener una media superior a un determinado valor. El último día de clase se ofrece una "repesca" de controles a aquellos estudiantes que, a juicio del profesor, han demostrado un trabajo regular durante el cuatrimestre. Se evita así que un mal resultado parcial en un control fomente el abandono del estudio regular de la asignatura ante la imposibilidad de aprobar por curso.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para analizar los resultados de las dos asignaturas en los formatos presencial y semipresencial se han tomado dos indicadores: los porcentajes de alumnos aprobados sobre matriculados y sobre presentados (estudiantes que han seguido todos los actos de evaluación del curso) y las notas medias obtenidas. Estos indicadores se presentan en las figuras 4 y 5 para la asignatura DEF-1 y en las figuras 6 y 7 para la asignatura SD-1. En la tabla II se presentan los valores medios de estos indicadores. Recordemos que los contenidos, el nivel, la formación práctica y las pruebas de evaluación son idénticos tanto en el formato presencial como en el formato semipresencial.

La figura 4 muestra los porcentajes de aprobados de DEF-1 desde que se imparten los dos formatos. El valor medio del porcentaje de aprobados sobre matriculados es del 63% para el presencial y del 46% para el semipresencial. Existe, por tanto, una diferencia a favor de la modalidad presencial, si bien puede observarse una amplia dispersión a lo largo del tiempo.

Sin embargo, los porcentajes de aprobados sobre presentados son más similares, con valores medios del 85% para presenciales y del 80% para semipresenciales. Esto indica que una de las causas del elevado índice de fracaso en la evaluación global reside en los estudiantes que abandonan la asignatura al poco tiempo de matricularse. Con independencia del formato, la casi totalidad de los estudiantes que se presentan a los controles de la segunda mitad del cuatrimestre superan la asignatura. La nota media en ambos formatos es similar: 6,9 y 6,8.

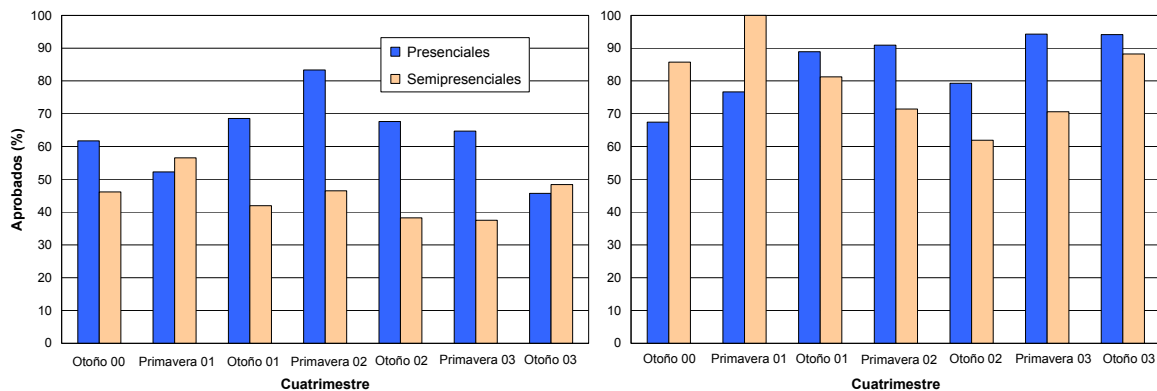


Figura 4.- Rendimiento académico global de la asignatura DEF 1, contabilizado como el porcentaje de aprobados sobre matriculados (izquierda) y el rendimiento efectivo, contabilizado como el mismo porcentaje pero sobre los estudiantes que han seguido todo el plan de evaluación de la asignatura (derecha).

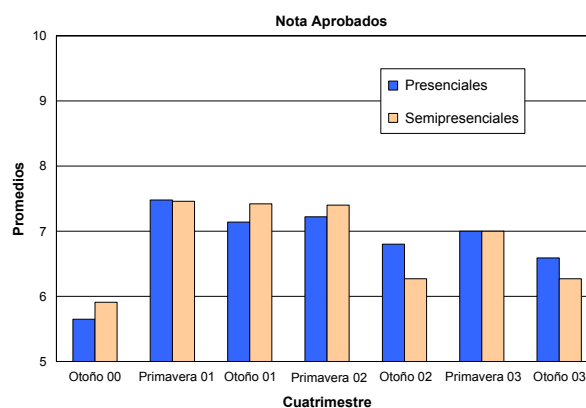


Figura 5.- Nota promedio efectiva de los aprobados de DEF-I.

La figura 6 muestra los porcentajes de aprobados sobre matriculados y sobre presentados de la asignatura SD-1. El valor medio del porcentaje de aprobados sobre matriculados es el 91% para el formato presencial y el 64 % para el semipresencial, mientras que los porcentajes medios de aprobados sobre presentados son 91 % y 82% respectivamente.

De nuevo, las cifras son muy parecidas para los estudiantes que siguen todo el curso, mientras que la discrepancia es mayor cuando se compara respecto a los matriculados. También la nota media de teoría es muy parecida, mientras que aparece una diferencia más clara en la nota de laboratorio (figura 7). Ésta última, siempre en favor de los estudiantes presenciales, es debida que éstos tienen una disponibilidad horaria superior y suelen completar su trabajo con sesiones extra realizadas por cuenta propia.

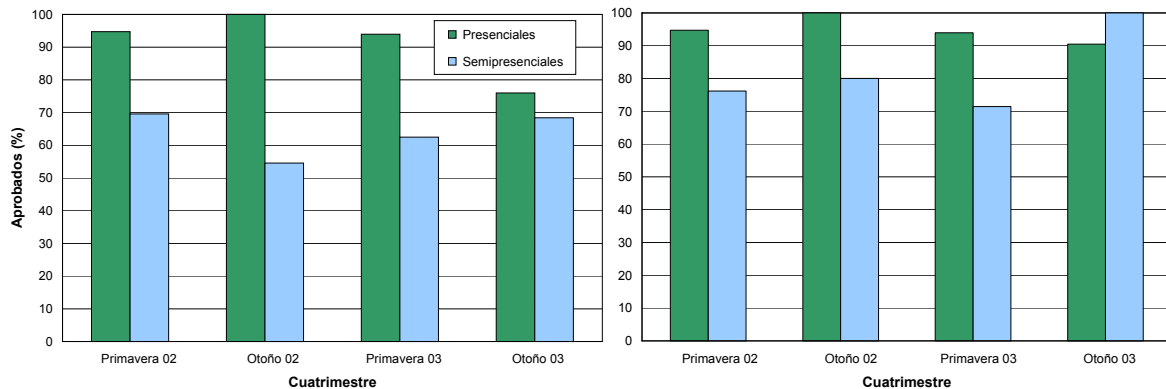


Figura 6.- Rendimiento académico global (izquierda) y efectivo (derecha) de SD-I.

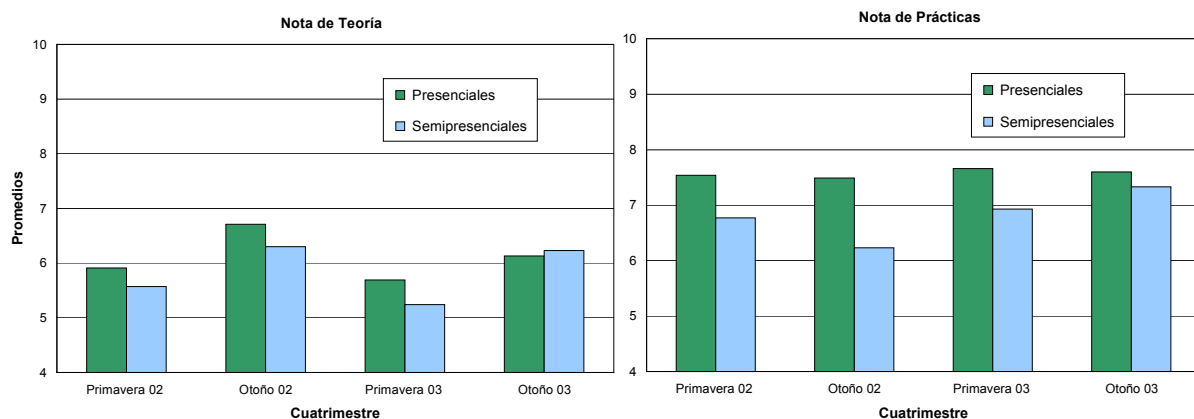


Figura 7.- Nota promedio efectiva de teoría y de prácticas de SD-I.

Los resultados mostrados permiten obtener tres conclusiones principales:

- Los estudiantes presenciales suelen obtener mejor rendimiento que los semipresenciales, hecho lógico si se tiene en cuenta que los primeros son estudiantes “a tiempo completo” y no dedican en su mayoría una parte importante de su tiempo a una actividad laboral.
- A pesar de ser algo inferior, el rendimiento de los estudiantes semipresenciales es comparable al de los presenciales, y muy superior al que suele darse en otros estudios no presenciales.
- Los resultados obtenidos por los estudiantes semipresenciales que siguen todo el plan de evaluación son prácticamente idénticos a los de los estudiantes presenciales. Por tanto, para conseguir un alto rendimiento en los estudios semipresenciales es vital lograr

que los estudiantes sigan la asignatura. En este sentido, iniciativas como ofrecer la posibilidad de aprobar por curso se han revelado muy eficaces.

La tabla II también permite comparar los resultados de las dos asignaturas. A pesar de ser dos asignaturas muy diferentes, tanto de contenidos como de organización, las notas medias son muy similares. Los porcentajes de aprobados sobre presentados también son muy parecidos, (entre 80% y 90%). Por el contrario, existen diferencias significativas en los porcentajes de aprobados respecto a matriculados. A nuestro entender esta diferencia es debida a que DEF-1 se cursa obligatoriamente en el cuatrimestre inicial de la titulación. En ese momento existe un “efecto desconocimiento” del estudiante respecto a la carrera, ya que normalmente ha cursado su primer ciclo en un centro distinto, y respecto a sus capacidades, en especial de poder combinar estudio y trabajo. En cambio, SD-1 se cursa uno o más cuatrimestres después, cuando el estudiante ya ha adquirido un mejor conocimiento del entorno. Para mejorar estas cifras sería importante disminuir el “efecto desconocimiento” mediante una tutoría inicial que ayudara en este sentido.

	A/M		A/P		Nota media	
	P	SP	P	SP	P	SP
DEF 1	63%	46%	85%	80%	6,9	6,8
SD 1	91%	64%	91%	82%	6,9 (T:6,1 - L:7,6)	6,3 (T:5,8 - L:6,8)

Tabla II.- Valores medios de las dos asignaturas. A/M: porcentaje de aprobados sobre matriculados, A/P: porcentaje efectivo de aprobados, P: presencial, SP: semipresencial, T: nota teoría y L: nota laboratorio.

5. CONCLUSIONES

Se ha descrito y analizado la implantación de la titulación semipresencial de Ingeniería Electrónica en la UPC desde la perspectiva de dos asignaturas de tipologías muy diferentes: a) DEF-1, situada en el primer cuatrimestre, con créditos de teoría y aplicación y totalmente no presencial, b) SD-1, situada en el segundo cuatrimestre, con créditos de teoría (no presenciales) y de laboratorio (presenciales).

Los resultados obtenidos tras varios cuatrimestres de implantación del formato semipresencial son alentadores en ambas asignaturas, obteniéndose tanto un rendimiento académico como un nivel de notas (y por tanto de conocimientos adquiridos) perfectamente comparables a los obtenidos con el formato totalmente presencial. Es importante indicar que estos resultados se han conseguido manteniendo el nivel de los conocimientos exigidos a los alumnos y, por tanto, del prestigio de la titulación.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1].- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB). *Guia Docent 2003-2004*, www.etsetb.upc.es

- [2].- S. Silvestre, R. Bragós, J. Calderer, L.Prat, P.Riu, F.Calviño, J.Bará. *La Ingeniería Electrónica de la UPC en régimen semipresencial Parte I: el proyecto académico*. Proc TAAE 2002, pp. 337-340, Las Palmas de Gran Canaria, Febrero 2001
- [3].- S. Silvestre, R. Bragós, J. Calderer, L.Prat, P.Riu, F.Calviño, J.Bará. *La Ingeniería Electrónica de la UPC en régimen semipresencial Parte II: análisis de su puesta en marcha*. Proc TAAE 2002, pp. 491-494, Las Palmas de Gran Canaria, Febrero 2001
- [4].- L. Prat, D. Bardès, R. Bragós et al. *Semi-distance learning vs. traditional organisation for a Master's Degree in Electronic Engineering: an experience at the the Technical University of Catalonia (UPC), Spain* . Int. J. Engng Ed., Vol. 20, No. 1, pp. 31-38, 2004
- [5].- L.Prat, J. Calderer. *Dispositivos Electrónicos y Fotónicos. Fundamentos*. Ediciones UPC, 2002