



60101 - Diseño microelectrónico

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 8.0

Información básica

Profesores

- **Concepción Aldea Chagoyen** caldea@unizar.es
- **Belén Teresa Calvo López** becalvo@unizar.es
- **Santiago Celma Pueyo** scelma@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Conocimientos previos sobre:

- Modelado de los dispositivos semiconductores
- Celdas analógicas básicas

Actividades y fechas clave de la asignatura

- Fecha de matriculación: La matrícula en la asignatura se realizará en los días designados por la Facultad de Ciencias
- Fecha de inicio de la asignatura: La asignatura se iniciará en la fecha decidida por la Facultad de Ciencias para el inicio del curso.
- Fecha de finalización de la asignatura: La asignatura se iniciará en la fecha decidida por la Facultad de Ciencias para la finalización del curso.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:**
Es capaz de elegir la tecnología microelectrónica y los procedimientos más adecuados para el desarrollo y caracterización de circuitos integrados analógico-digitales para sus aplicaciones a la instrumentación científica y telecomunicaciones.
- 2:**
Es capaz de manejar las herramientas específicas para el diseño y fabricación de circuitos microelectrónicos en este ámbito.

3: Es capaz de resolver problemas reales del diseño microelectrónico, planteándolos de forma óptima en el marco de las comunicaciones de banda ancha y, usando, en su caso, técnicas de simulación y diseño específicas para circuitos integrados.

4: La acreditación de los resultados de aprendizaje por parte del profesor capacita al alumno para poder resolver el problema de diseño y caracterización de circuitos microelectrónicos en el ámbito de las comunicaciones y de la instrumentación inteligente, completando el flujo de diseño hasta la potencial fabricación del dispositivo.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

El propósito de la asignatura **Diseño Microelectrónico** es introducir al alumno en las técnicas de fabricación y diseño de circuitos integrados mixtos. El principal interés se centra en el estudio de las celdas básicas CMOS, tanto analógicas como digitales. También se aborda la problemática del diseño de sistemas de señal mixta y sus aplicaciones a la instrumentación científica y telecomunicaciones. Se muestran herramientas de diseño de circuitos integrados en estas aplicaciones así como las técnicas de caracterización de los diseños a implementar.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El principal interés de esta asignatura se centra en el estudio de las celdas básicas CMOS, tanto analógicas como digitales. También se aborda la problemática del diseño de sistemas de señal mixta y sus aplicaciones a la instrumentación científica y telecomunicaciones. Se muestran herramientas de diseño de circuitos integrados en estas aplicaciones así como las técnicas de caracterización de los diseños a implementar.

1. Dispositivos en tecnología Nano-CMOS
2. Caracterización y modelado
3. Celdas digitales
4. Celdas analógicas
5. Estrategias de layout
6. Diseño de C.I. mixtos analógico-digital
7. Aplicaciones
8. Introducción al CAD de diseño microelectrónico

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura se complementa con la asignatura de Procesado analógicos de señales y con la de Redes neuronales artificiales.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Conocer los fundamentos del diseño microelectrónico y la conexión con otras disciplinas.
- 2:** Conocer las principales características de los circuitos integrados.

- 3: Conocer y validar las características y limitaciones de las principales tecnologías de fabricación de CI.
- 4: Caracterizar celdas básicas en tecnología CMOS.
- 5: Manejo de instrumentación general y específica.
- 6: Adquisición de capacidades y destrezas en *Cadence* y kits de diseño.
- 7: Ser capaz de implementar los métodos de análisis y síntesis de circuitos microelectrónicos.
- 8: Adquisición de habilidades en el manejo de diferentes herramientas (parámetros tecnológicos, técnicas y estrategias de layout).
- 9: Generación de una producción tangible (gráficas, comparativas)

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La asignatura de **Diseño Microelectrónico**, tiene como finalidad introducir al alumno en las técnicas de fabricación y diseño de circuitos integrados mixtos. Así mismo debe desarrollar las herramientas de análisis, síntesis y diseño necesarias para la realización de circuitos integrados con diferentes tecnologías. Ello supone adquirir las **competencias instrumentales específicas** siguientes:

- Conocer las principales características de los circuitos integrados, las tecnologías empleadas y los procesos de fabricación
- Establecer los criterios de diseño de CI en tecnologías nano-CMOS
- Analizar el comportamiento de celdas básicas CMOS
- Conocer las técnicas de diseño de sistemas microelectrónicos de señal mixta
- Manejar herramientas software de simulación y diseño microelectrónico

Por otro lado, esta asignatura permitirá al alumno desarrollar su capacidad crítica y de análisis de forma que sea capaz de tomar decisiones debidamente razonadas. Dado que los estudios de máster constituyen un puente hacia el mundo laboral su formación se verá complementada en aspectos que trascienden el ámbito académico.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1: La evaluación de la asignatura tiene dos partes claramente diferenciadas. La primera se ajusta al procedimiento denominado portfolio y está íntimamente ligado a este nuevo modelo de aprendizaje. Constituye la máxima expresión instrumental de recogida de información variada e incluye todo el trabajo llevado a cabo en el periodo de realización de la asignatura (supone un 75% de la calificación). Por último, está la exposición oral del trabajo final (25%).

El alumno deberá elegir un circuito microelectrónico entre las celdas básicas CMOS presentadas en el contexto de la asignatura, sobre el que llevará a cabo el proceso de diseño y verificación completo, y que constituirá el contenido del portfolio. La elección de la tecnología, dimensionado de componentes y caracterización eléctrica del circuito incluyen procedimientos de evaluación básicos e irrenunciables, que el

alumno debe superar para solventar problemas y aplicaciones en el desarrollo del proyecto presentado.

Además, aplicará las técnicas de diseño específicas al circuito elegido dentro del campo de aplicación determinado en los objetivos del programa.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Dado el nuevo marco en el que esta inmerso el estudio al que pertenece esta asignatura será deseable establecer una educación centrada en el estudiante y una elección de metodología que se adecue a la estrategia de aprendizaje. La asignatura tiene varias fases, que se detallan a continuación, cada una requiere metodologías didácticas diferentes, adecuadas a la consecución de los objetivos que se pretende lograr con los estudiantes en cada una de estas etapas

1. **Establecer el contexto y objetivos de la asignatura.** En esta fase se presentan claramente una serie de aspectos como: conocimientos previos que tienen los alumnos en relación al trabajo, descripción de algunos conceptos teóricos implicados en el mismo, número de horas de media que deben dedicar, así como un diagrama de Gantt orientativo.
2. **Presentar el tema a estudio.** Se presentan los diferentes temas elegidos, así como los objetivos que se pretenden conseguir, no sólo los de carácter formativo sino también los objetivos de carácter transversal. También se proporciona al alumno un documento con el tópico a profundizar, los objetivos específicos, bibliografía, y un cronograma, de manera que el estudiante posea una guía para realizar una investigación especializada y guiada.
3. **Presentación de herramientas específicas.** Consiste en una sesión de laboratorio donde están presentes todos los alumnos matriculados ya que van a ser usuarios de las mismas herramientas (*Cadence*, otras herramientas EDA, simuladores eléctricos, instrumentación específica y *Matlab* entre otras). Se hace una presentación guiada sobre la herramienta, de manera que adquieran las capacidades y destrezas necesarias para abordar una primera fase de estudio.
4. **Prácticas.** Se desarrollan los contenidos teóricos en el laboratorio, motivándolo hacia un aprendizaje significativo, que le proporcione un elevado grado de autonomía en el alumno
5. **Trabajos individuales o colaborativos.** *En grupos de dos personas, se aplican los conceptos teóricos en trabajos de los que únicamente se define su resultado final esperado. Los estudiantes cuentan con material suministrado por el profesor, por fabricantes de integrados electrónicos y recursos on-line para cumplir el resultado pedido. Se considera en la evaluación la autonomía, la calidad de la solución, y la participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada trabajo.*
6. **Seguimiento.** Hay una tutorización permanente por parte del profesor de manera que permite determinar el grado de éxito en las diferentes tareas asignadas, así como una posible modificación de los objetivos iniciales si se estimara pertinente. Además, se les convoca a determinadas fechas para la presentación de resultados preliminares. En la fecha estipulada se recoge el borrador del documento final.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- 1:
Actividad Formativa 1: Adquisición de conocimientos básicos sobre técnicas de fabricación y diseño de circuitos integrados. Créditos ECTS: 3,5. Metodología: 1. Clases magistrales participativas y 2. Tutorías.
- 2:
Actividad Formativa 2: Adquisición de conocimientos prácticos y destrezas del proceso de diseño de CI. Créditos ECTS: 3. Metodología: 1. Prácticas en laboratorio. 2. Seminarios. 3. Trabajo en equipo.
- 3:
Actividad Formativa 3: Resolución y análisis de casos. Créditos ECTS: 1,5. Metodología: 1. Enseñanza por pares mediante discusión de las soluciones en pequeños grupos. 2. Aprendizaje basado en problemas (proyectos de diseño).

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Bibliografía

Bibliografía básica recomendada

1. CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation (IEEE Press Series on Microelectronic Systems) by R. Jacob Baker, Harry W. Li, David E. Boyce, Hardcover - 928 pages (August 1997), IEEE; ISBN: 078033416
2. The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication (Oxford Series in Electrical Engineering) by Stephen A. Campbell, Hardcover - 536 pages (March 1996), Oxford University Press; ISBN: 0195105087
3. CMOS IC Layout : Concepts, Methodologies, and Tools by Dan Clein, Paperback - 304 pages Bk&Cd Rom edition (December 1999), Butterworth-Heinemann; ISBN: 0750671947 Versión 1.0
4. Understanding Semiconductor Devices (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering) by Sima Dimitrijević, Hardcover - 574 pages Bk&Cd-Rom edition (February 2000), Oxford University Press; ISBN: 019513186X
5. The Art of Analog Layout by Alan Hastings, Hardcover - 576 pages 1 edition (December 15, 2000), Prentice Hall; ISBN: 0130870617
6. Microelectronics: An Integrated Approach by Roger Thomas Howe, Charles Sodini (Contributor), Hardcover - 912 pages 1 edition (September 18, 1996), Prentice Hall; ISBN: 0135885183
7. Semiconductor Devices, Kanaan Kano, Prentice Hall; ISBN: 0023619384
8. Basic ESD and I/O Design by Sanjay Dabral, Timothy J. Maloney, Hardcover - 328 pages 1 edition (November 30, 1998), Wiley-Interscience; ISBN: 0471253596
9. Analog Design for CMOS VLSI Systems (Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, Secs 646) by Franco Maloberti, Hardcover - 388 pages (October 31, 2001), Kluwer Academic Publishers; ISBN: 0792375505
10. Semiconductor Device Fundamentals by Robert F. Pierret, Katherine Harutunian (Editor), Ben S. Bernanke (Contributor), Hardcover - 792 pages (March 1996), Addison-Wesley Pub Co; ISBN: 0201543931 ; Dimensions (in inches): 1.37 x 9.49 x 7.62
11. [Digital Integrated Circuits: A Design Perspective by Jan M. Rabaey, Hardcover - 702 pages 1 edition (December 29, 1995), Prentice Hall; ISBN: 0131786091
12. Design of Analog CMOS Integrated Circuits by Behzad Razavi, Hardcover - 684 pages (August 15, 2000), McGraw-Hill Higher Education; ISBN: 0072380322
13. Design of Analog-Digital VLSI Circuits for Telecommunications and Signal Processing by Jose Franca (Editor), Tannis Tsividis (Editor), Hardcover - 572 pages 2 edition (July 22, 1993) Prentice Hall; ISBN: 0132036398
14. Mixed Analog-Digital VLSI Devices and Technology : An Introduction by Yannis Tsividis, Hardcover (March 1996), McGraw Hill Text; ISBN: 0070654026

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Baker, R.J.. CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation IEEE. 1997
- Campbell, Stephen A.. The science and engineering of microelectronic fabrication / Stephen A. Campbell . - 2nd ed. New York [etc.] : Oxford University Press, 2001
- Clein, D.. CMOS IC Layout, Concepts, Methodologies, and Tools. Butterworth-Heinemann. 1999
- Dimitrijević, Sima. Understanding semiconductor devices / by Sima Dimitrijević New York : Oxford University Press, 2000
- Hastings, A.. The Art of Analog Layout. Prentice Hall. 2000
- Maloberti, F.. Analog Design for CMOS VLSI Systems. Kluwer Academic Publishers. 2001
- Maloney, T.J.. Basic ESD and I/O Design by Sanjay Dabral. Wiley-Interscience. 1998
- Razavi, B.. Design of Analog CMOS Integrated Circuits. McGraw-Hill. 2000
- Sansen, W.M.C.. Analog Design Essentials. Springer. 2006
- Sicard, E.. Advanced CMOS Cell Design. McGraw-Hill. 2007
- Sicard, E.. Basics of CMOS Cell Design. McGraw-Hill. 2005

- Tsividis, Y.. Mixed Analog-Digital VLSI Devices and Technology, An Introduction. McGraw Hill. 1996