



DATOS IDENTIFICATIVOS

Diseño e Fabricación de Circuitos Integrados

Materia	Diseño e Fabricación de Circuitos Integrados			
Código	V05M145V01215			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento				
Coordinador/a	Cao Paz, Ana María			
Profesorado	Cao Paz, Ana María			
Correo-e	amcaopaz@uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	Os obxectivos que se perseguen con esta materia son: 1) Coñecer e comprender as metodoloxías de deseño de circuitos electrónicos integrados baseados en tecnoloxía CMOS. 2) Coñecer as topoloxías básicas utilizadas en circuitos electrónicos analóxicos. 3) Saber analizar e darlle tamaño os dispositivos que forman as topoloxías básicas os circuitos analóxicos en tecnoloxía CMOS. 4) Coñecer e saber utilizar ferramentas software de axuda ao deseño de circuitos integrados. 5) Saber especificar un circuito electrónico integrado para a súa fabricación en tecnoloxía CMOS.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A4	CB4 Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	CB5 Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B8	CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C10	CE10 Capacidade para deseñar e fabricar circuitos integrados.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer as metodoloxías de deseño de circuitos electrónicos integrados.	C10
Coñecer as topoloxías básicas utilizadas nos circuitos electrónicos analóxicos.	C10
Saber analizar e definir o tamaño dos dispositivos que forman as topoloxías básicas de circuitos analóxicos	A5 B8 C10
Coñecer ferramentas software de axuda ao deseño de circuitos electrónicos integrados.	C10
Saber especificar un circuito electrónico para a súa fabricación	A4 C10

Contidos

Tema

Tema 1: Introducción (1h)	Introdución á materia. Obxectivos e planificación do curso. Conceptos básicos do deseño microelectrónico de circuitos electrónicos integrados (CI).
Tema 2: Secuencias de fabricación de CIs (1h)	Introdución á fabricación de CIs. Tecnoloxía planar. Secuencia de fabricación de CIs en tecnoloxía CMOS. Estrutura dun transistor MOS. Exemplo de fabricación: inversor CMOS. Patrón de máscaras (layout). Regras tecnolóxicas de deseño. Metodoloxías e ferramentas de axuda ao deseño.
Tema 3. Estrutura física de dispositivos básicos e estratexias de trazado (1h)	Especificación da estrutura física dun transistor MOS. Especificación da estrutura física dunha resistencia. Especificación da estrutura física dun condensador. Estratexias para a realización de transistores con elevada relación de aspecto. Estratexias para transistores apareados.
Tema 4. Topoloxías básicas para a amplificación de sinal (2h)	Topoloxía en Fonte común. Topoloxía en drenador común. Topoloxía en porta común. Topoloxía Cascode. Amplificador Push_Pull. Exemplos de deseño físico.
Tema 5. Espello de corrente (3h)	Fontes de corrente. Estrutura básica dun espello de corrente. Análise de funcionamento. Reposta en frecuencia. Topoloxía Cascode. Exemplos de deseño físico.
Tema 6. Par diferencial (3h)	Estrutura do Par Diferencial. Análise en continua. Análise en alterna. Especificacións e deseño da estrutura física dun amplificador diferencial con topoloxía autopolarizada. Relación de rexeitamento en modo común. Apareamento de transistores. Limitacións de slew rate. Exemplos de deseño físico.
Tema 7. Amplificador operacional (2h)	Amplificador operacional con dúas etapas. Parámetros de deseño. Amplificador de transconductancia (OTA). Exemplos de deseño físico.
Tema 8. Preparación para a fabricación (2h)	Distribución de plano base. PAD e terminais. Formatos de especificación. Encapsulados.
Práctica 1. Introducción ás ferramentas de deseño de circuitos integrados (2h)	Introdución ás ferramentas de deseño de circuitos electrónicos analóxicos integrados. Exemplo sobre un espello de corrente. Simulación eléctrica. Deseño, comprobación (DRC) e extracción do deseño físico.
Práctica 2. Deseño dun par diferencial autopolarizado (2h)	Especificación eléctrica. Caracterización de parámetros de funcionamento DC. Caracterización de parámetros de funcionamento AC.
Práctica 3. Deseño dun par diferencial autopolarizado II (2h)	Especificación física. Comprobación de regras de deseño. Extracción do circuito. Comprobación de funcionamento.
Práctica 4. Deseño dun circuito amplificador de transconductancia (2h).	Especificación eléctrica. Especificación física. Comprobación de funcionamento.
Práctica 5. Preparación para fabricación (2h).	Para o circuito obtido na práctica 4 realizar os pasos para crear a información necesaria para enviar a fabricación o circuito.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	13	26	39
Traballo tutelado	4	28	32
Prácticas de laboratorio	9	22.5	31.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	3	4
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	3	4
Práctica de laboratorio	1	7	8
Traballo	1	5.5	6.5

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Consistirá nunha exposición por parte do profesorado de aspectos relevantes da materia relacionados cos contidos da mesma, acerca dos cales o alumnado debe realizar un traballo preparatorio previo. O obxectivo é fomentar a participación activa do estudiantado, que poderá realizar preguntas ou expor dúbidas durante a sesión. Para unha mellor comprensión de determinados contidos, expóranse exemplos prácticos ou se analizarán casos de estudo. Nesta metodoloxía trabállase a competencia A5 e C10

Traballo tutelado	Estableceranse grupos de traballo que levarán a cabo o deseño e comprobación dun circuíto composto por compoñentes pasivos e dispositivos activos. Disporase de grupos pequenos (C), que permitirán realizar un seguimento do desenvolvemento dos proxectos. Realizarase un control de asistencia. As actividades a desenvolver nos grupos C son: - Debate acerca de posibles solucións e alternativas de deseño. - Análise e seguimento da solución proposta para o proxecto. - Memoria coa presentación e a análise dos resultados obtidos. - Presentación e debate de resultados Nesta metodoloxía trabállase a competencia A4, A5, B8 e a C10
Prácticas de laboratorio	O alumnado traballará cunha ferramenta de deseño de circuítos integrados, mediante a cal levará a cabo a definición dun circuíto electrónico tanto a nivel eléctrico como físico, a comprobación do cumprimento de especificacións e a preparación do deseño para o envío a fabricación. Realizarase un control de asistencia e aproveitamento da sesión. Nesta metodoloxía trabállase a competencia A5, B8 e a C10

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre os contidos teóricos. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre as tarefas previas ás prácticas de laboratorio, así como os propios contidos das mesmas. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Traballo tutelado	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre as especificacións e aspectos teóricos e prácticos relativos o proxecto asignado, así como ao contido e estrutura da memoria xustificativa do proxecto. Ademais, orientará ao alumnado sobre a estrutura e contido das sesións de presentación e defensa dos resultados alcanzados no proxecto. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas e/ou exercicios	Como parte da avaliación continua, realizarase a mediados de curso unha proba individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistrais. Esta proba suporá un 20% da cualificación final. Para superar a materia será necesario obter polo menos unha cualificación de 4 sobre 10 na proba. Nesta proba avalíanse as competencias C10 e A4.	20	A4 C10
Resolución de problemas e/ou exercicios	Como parte da avaliación continua, unha vez rematados os contidos teóricos realizarase unha proba individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistrais. Esta proba suporá un 20% da cualificación final. Para superar a materia será necesario obter polo menos unha cualificación de 4 sobre 10 na proba. Nesta proba avalíanse as competencias C10, A4 e B8.	20	A4 B8 C10
Práctica de laboratorio	Cada estudante será avaliado de cada unha das prácticas. Na avaliación terase en conta o traballo de preparación previo a realización da práctica, a asistencia, a puntualidade e o aproveitamento. A nota total das prácticas obterase como a media aritmética da nota de cada unha delas. A nota de prácticas no se conserva para sucesivos cursos académicos. Nesta proba avalíanse as competencias C10, A4, A5 e B8.	20	A4 A5 B8 C10

Traballo	A avaliación do traballo realizarase a partir dunha memoria xustificativa e da presentación pública de resultados. Cada grupo de alumnos/as deberá entregar unha memoria do traballo que levou a cabo, con indicación expresa da contribución de cada un deles ao conxunto, así como da metodoloxía que seguiron para a repartición e coordinación das tarefas. A avaliación dos traballos basearase nos seguintes aspectos: - Análise de alternativas - Correcta realización e comprobación do deseño - Compactación do deseño - Utilización das estratexias adecuadas para minimizar os efectos das imperfeccións do proceso de fabricación e para garantir unha boa coincidencia das características eléctricas dos conxuntos de compoñentes ou dispositivos que así o requiran por motivos funcionais. - Información para a fabricación do circuíto integrado. - Aspectos formais: claridade e orde, inclusión de figuras e datos adecuados e relevantes, así como de explicacións pertinentes, concretas e completas. Cada alumn/a deberá realizar unha exposición pública individual da parte do traballo que levou a cabo persoalmente (incluíndo as tarefas de planificación ou coordinación se procede). As presentacións do alumnado pertencente a cada grupo farase na mesma sesión, de 1 hora de duración. Cada integrante do grupo disporá de 5 minutos para a súa presentación. Ao final das presentacións, o alumnado someteranse ás preguntas do profesorado e doutros alumnos/as da materia que asistan á sesión. A avaliación basearase tanto no contido e os aspectos formais da presentación realizada como nas respostas ás preguntas formuladas. Poderase así mesmo valorar positivamente a aqueles alumnos/as que realicen preguntas. Dita valoración engadiríase á que obteñan da súa propia exposición persoal. A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da presentación pública do traballo. Para superar a materia, será necesario que o grupo ao que pertence o/a alumno/a obteña polo menos unha cualificación de 5 sobre 10 na memoria. Para superar a materia, é necesario obter polo menos unha cualificación de 5 sobre 10 na presentación pública. Na nota final do traballo, a nota da memoria terá un peso do 70% e a presentación un 30%. Nesta proba avalíanse as competencias C10, A4, A5 e B8.	40	A4 B8 C10 A5
----------	--	----	-----------------

Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación continua:

A planificación das distintas probas de avaliación notificaránse ao estudantado o primeiro día de clases.

Para superar a materia, deberase alcanzar unha cualificación global, resultado da ponderación das distintas avaliacións parciais, de polo menos 5 puntos sobre 10, ademais de alcanzar a puntuación mínima necesaria en cada unha das devanditas avaliacións parciais. A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Avaliación global:

A avaliación do alumnado que non opten por avaliación continua será como segue:

- Un exame final cuxa nota será o 50% da nota da materia. Constará de dous partes: Cuestións de resposta curta e resolución de problemas. A parte de cuestións suporá un 50% da nota do exame e a resolución de problemas o outro 50%. Para poder calcular a nota é necesario obter polo menos o 50% da nota máxima de cada parte.

- Deberán obrigatoriamente realizar un proxecto, entregar o correspondente informe e realizar a preceptiva presentación pública (nas mesmas sesións e cos mesmos criterios que a dos alumnos que opten por avaliación continua). A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da súa presentación pública. A nota do proxecto suporá o 50% da nota total da materia. A memoria suporá o 70% da nota do proxecto e a presentación o 30%. Para poder calcular a nota é necesario sacar en cada parte polo menos o 50% da nota máxima correspondente.

O límite temporal para renunciar á avaliación continua será dun mes antes da data de finalización do período lectivo do cuadrimestre, acorde ao calendario do centro. O procedemento será enviando un correo ao profesorado da materia solicitando a renuncia á avaliación continua.

A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Oportunidade extraordinaria

O estudantado que acuda a esta convocatoria será avaliado do mesmo xeito que na avaliación global:

- Un exame final cuxa nota será o 50% da nota da materia. Constará de dous partes: Cuestións de resposta curta e resolución de problemas. A parte de cuestións suporá un 50% da nota do exame e a resolución de problemas o outro 50%. Para poder calcular a nota é necesario obter polo menos o 50% da nota máxima de cada parte.

- Deberán obrigatoriamente realizar un proxecto, entregar o correspondente informe e realizar a preceptiva presentación pública. A memoria xustificativa deberá entregarse polo menos dous días antes da súa presentación pública. A nota do proxecto suporá o 50% da nota total da materia. A memoria suporá o 70% da nota do proxecto e a presentación o 30%. Para poder calcular a nota é necesario sacar en cada parte polo menos o 50% da nota máxima correspondente.

A cualificación final para aqueles que non alcancen a puntuación mínima nalgunha delas será o menor valor entre 4.5 e a nota ponderada sobre 10.

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

R. Jacob Baker, **CMOS Circuits desing, Layout and Simulation**, 3º, John Wiley and Sons, 2010

Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer, **Analysis and Design of Analog Integrated Circuits**, 5º, John Wiley and Sons, 2010

Behzad Razavi, **Design of Analog CMOS Integrated Circuits**, 2º, McGraw Hill, 2017

Stephen A. Campbell, **Fabrication Engineering at the micro-and nanoscale**, 4º, Oxford University Press, 2012

Bibliografía Complementaria

Recomendacións

Outros comentarios

Tanto nas probas escritas como na redacción dos informes, deben xustificarse todas as conclusións alcanzadas. Á hora de evaluar, non se dará ningún concepto non trivial por as distintas cuestións que se plantexen. Para a realización das probas escritas non se permitirá o uso de ningunha documentación ou outro tipo de recurso auxiliar similar.

No caso de detección de plaxio en calquera das probas de avaliación ou traballos entregados, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.
