



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 | Tecnoloxía electrónica | | | |
| 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 multidisciplinaís, 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 estudante, 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 | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Nesta metodoloxía trabállase a competencia A4, A5, B8 e a C10</p> |
| Prácticas de laboratorio | <p>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.</p> <p>Nesta metodoloxía trabállase a competencia A5, B8 e a C10</p> |

Atención personalizada

| Metodoloxías | Descrición |
|--------------------------|--|
| Lección maxistral | <p>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</p> |
| Prácticas de laboratorio | <p>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</p> |
| Traballo tutelado | <p>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</p> |

Avaliación

| Descrición | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---|---------------|---------------------------------------|
| <p>Resolución de problemas e/ou exercicios individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistras. 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.</p> | 20 | A4 C10 |
| <p>Resolución de problemas e/ou exercicios realizada unha vez rematados os contidos teóricos realizarase unha proba individual escrita, de 60 minutos, durante unha das sesións maxistras. 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.</p> | 20 | A4 B8 C10 |
| <p>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.</p> | 20 | A4 B8 C10 A5 |

| | | | |
|----------|--|----|-----------------|
| Traballo | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>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).</p> <p>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.</p> | 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 estudiantado 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 avaliar, 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.