Guía docente
230642 - AACT - Técnicas Avanzadas de Circuitos Analógicos

Última modificación: 11/05/2022

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

Titulación: **Curso:** 2022 **Créditos ECTS:** 5.0
Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: XAVIER ARAGONES CERVERA

Otros: XAVIER ARAGONES CERVERA

CAPACIDADES PREVIAS

The course assumes basic concepts of amplification, analog circuit analysis and transistor modeling, as well as circuit simulation environments such as Cadence or Spice, corresponding to the "Electronics for Communication Systems" bridge course or similar:
- MOSFET basic behavior: states, equations, curves
- BJT basic behavior: states, equations, curves
- Analog circuit analysis: large signal and small-signal
- Two-port modeling of amplifiers
- Basic 1-transistor amplifier stages
- Circuit simulation at transistor level (.DC, .TRAN, .AC analysis)
- Basic concepts on active-RC filters.
- Basic concepts on DAC and ADC conversion.

REQUISITOS

The course assumes basic concepts of amplification, analog circuit analysis and transistor modeling, as well as circuit simulation environments such as Cadence or Spice, corresponding to the "Electronics for Communication Systems" bridge course or similar:
- MOSFET basic behavior: states, equations, curves.
- BJT basic behavior: states, equations, curves
- Analog circuit analysis: large signal and small-signal
- Two-port modeling of amplifiers
- Basic 1-transistor amplifier stages
- Circuit simulation at transistor level (.DC, .TRAN, .AC analysis)
- Basic concepts on active-RC filters.
- Basic concepts on DAC and ADC conversion.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
1. Capacidad para concebir y diseñar circuitos electrónicos de amplificación de señal, tanto de bajas como altas (radio) frecuencias, atendiendo al tipo de aplicación y a objetivos de ganancia, consumo, ruido, linealidad, estabilidad, impedancias, ancho de banda.
2. Capacidad de diseñar circuitos electrónicos no-lineales de tratamiento y síntesis de señal, incluyendo traslación en frecuencia, filtrado activo, osciladores y lazos de seguimiento de fase.
3. Capacidad de diseñar circuitos de conversión de señal entre los dominios analógico y digital, seleccionar la aproximación óptima en función de especificaciones, técnicas de extensión de resolución y de conversión a alta velocidad.

Transversales:
4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Lectures
- Individual work (distance)
- Design exercises (analysis and simulation)
- Extended answer test (Final Exam)

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Objetivos de aprendizaje de la asignatura:

El objetivo de este curso es proporcionar al estudiante conocimientos de los principales circuitos usados para la adquisición y procesado de señales analógicas (amplificación, filtrado y conversión desde/al dominio digital), con especial foco en la comprensión de causas que limitan el rango dinámico, resolución, precisión o la frecuencia de operación, y como diversas soluciones circuitales dan respuesta a estas limitaciones. Después de este curso, el estudiante estará en condiciones de seguir con comodidad cursos de especialización centrados en aplicaciones específicas (por ejemplo, comunicaciones a alta frecuencia, acondicionamiento de señal) o en tecnologías específicas (por ejemplo, microelectrónica). El curso asume como conocimientos previos: conceptos básicos de amplificación, modelado del transistor, análisis de circuitos analógicos descritos a nivel transistor o como bipuerto, así como entornos de simulación de circuitos, tales como Cadence o Spice, que corresponden al curso de nivelación "Electronics for Communication Systems" o similar. Más allá de estos conceptos básicos, una primera parte del curso se dedica a describir y comprender las limitaciones de circuitos de amplificación básicos -a nivel de transistor- y introducir técnicas y soluciones circuitales avanzadas. En una segunda parte del curso se analizarán diversas soluciones para el filtrado de señales, tanto en tiempo continuo como utilizando el concepto de capacidades conmutadas, y a comprender las principales características de las diversas aproximaciones. La última parte del curso se dedica a la conversión analógica-digital, arquitecturas de alta resolución o de alta velocidad, evaluación de sus figuras de mérito, con un foco especial en la comprensión de los efectos que limitan la resolución efectiva o la velocidad de conversión.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	39,0	31.20
Horas aprendizaje autónomo	86,0	68.80

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Amplificación

Descripción:
- Revisión de las etapas amplificadoras básicas de un solo transistor, MOS y BJT. Polarización. Anàlisis de las características de respuesta en frecuencia, linealidad, consumo de potencia, en función de las decisiones de diseño.
- Etapas de salida. Soluciones para la adaptación a bajas impedancias.
- Espejos y referencias de corriente.
- Análisis del compromiso del ancho de banda con la ganancia y el consumo. Soluciones para operación a altas frecuencias (RF). Impacto en linealidad, variabilidad.
- Amplificación open-loop vs. realimentación. Compromiso ganancia-ancho de banda.
- Amplificadores diferenciales. Offset.
- Etapas amplificadoras para alta ganancia: Cascodo, cascodo doblado.
- Amplificadores multietapa: OTA, Buffered OpAmp. Compensación y respuesta en frecuencia.

Dedicación: 49h
Grupo grande/Teoría: 15h
Actividades dirigidas: 14h
Aprendizaje autónomo: 20h

2. Filtrado en tiempo continuo y con capacidades commutadas

Descripción:
- Filtros basados en integradores en tiempo continuo (activos - RC).
- Variabilidad: trimming, MOSFET-C
- Filtros Gm-C. Circuitos Gm.
- Circuitos de capacidades conmutadas:
- Principios
- Integradores de capacidades conmutadas
- Topologías Generales.
- Etapas bilineales y biquad, implementaciones en tiempo continuo y en tiempo discreto.
- Implementación de filtros de orden superior

Dedicación: 43h
Grupo grande/Teoría: 12h
Actividades dirigidas: 11h
Aprendizaje autónomo: 20h

3. Conversión Analógico - Digital

Descripción:
- Convertidores digital / analógico:
- Caracterización, linealidad estática (DNL, INL), características dinámicas.
- Arquitecturas paralelas. Escalado binario y unario. Segmentación.
- Arquitecturas serie.
- Convertidores analógico / digital:
- Circutos de muestreo, limitaciones. Aliasing.
- Caracterización, linealidad estátitca (DNL, INL), características dinámicas.
- Arquitecturas serie. Aproximaciones sucesivas.
- Arquitecturas paralelas. Comparadores.
- Pipeline. Time interleaving.

Dedicación: 38h
Grupo grande/Teoría: 12h
Actividades dirigidas: 11h
Aprendizaje autónomo: 15h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen final: 45%
Examen parcial: 20%
Ejercicios: 35%

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Allen, P.E.; Holberg, D.R. CMOS analog circuit design. 3rd ed., int. ed. New York: Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199937424.
- Gray, P.R. ... [et al.]. Analysis and design of analog integrated circuits. 5th ed. New York: John Wiley, 2010. ISBN 9780470398777.
- Razavi, B. Design of analog CMOS integrated circuits. 2nd ed. Boston: McGraw-Hill, 2017. ISBN 9781259255090.
- Carusone, T.C.; Johns, D.; Martin, K.W. Analog integrated circuit design. Int. stud. version. New York: John Wiley, 2013. ISBN 9781118092330.
- Sansen, W.M.C. Analog design essentials [en línea]. Boston, MA: Springer US, 2006 [Consulta: 08/07/2019]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/b135984. ISBN 9780387257471.

Complementaria:

- Baker, R.J. CMOS circuit design, layout, and simulation. 4th ed. Hoboken, NJ: IEEE Press : Wiley, 2019. ISBN 9781119481515.

RECURSOS

Otros recursos:

Course slides, exercises, and tutorials available through the Atenea virtual campus.