

Programa del curso CE-4302

Arquitectura de Computadores II

Área Académica de Ingeniería en Computadores

Programa de Licenciatura en Ingeniería en Computadores.

[Última revisión del programa: 24 enero de 2018]

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1 Datos generales

Nombre del curso:	Arquitectura de Computadores II
Código:	CE-4302
Tipo de curso:	Teórico-Práctico
Electivo o no:	Obligatorio
Nº de créditos:	4
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	8
% de las áreas curriculares:	Ciencias de Ingeniería (60%) - Diseño Ingeniería (40%).
Ubicación en el plan de estudios:	Curso del 8º semestre del Programa de Licenciatura en Ingeniería en Computadores.
Requisitos:	CE-4301 Arquitectura de Computadores I CE-4101 Especificación y Diseño de Software
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	CE-5302 Proyecto de Diseño Ingeniería en Computadores
Asistencia:	Obligatoria
Suficiencia:	No
Posibilidad de reconocimiento:	Sí
Vigencia del programa:	I Semestre 2018

2 Descripción general

“La ciencia se construye a partir de aproximaciones que gradualmente se acercan a la verdad”

Isaac Asimov.

La relevancia tecnológica que ha adquirido la utilización de los microprocesadores, multiprocesadores y sistemas en chip en la solución de problemas relacionados con la captura y procesamiento de información, señala la importancia de que el ingeniero en computadores cuente con una sólida formación, no solo sobre los fundamentos teóricos, sino también sobre las técnicas de diseño y resolución de problemas de ingeniería haciendo uso de dichos recursos.

Para lograr este cometido, y tomando como base los conocimientos adquiridos en los cursos de Arquitectura de Computadores I (CE-4301) y Especificación y Diseño de Software (CE-4101), este curso hace un análisis sobre las características de los microprocesadores, multiprocesadores, unidades de procesamiento de gráficos (GPU) y sistemas computacionales de alto desempeño más relevantes en el mercado. Se estudiará la evolución de los mismos, el estado actual de la técnica y las proyecciones en el mediano plazo.

El fin primordial es preparar al estudiante para comprender los principios que permiten utilizar los recursos del hardware para optimizar la implementación del software del computador. El marco de análisis utilizado le permite comprender las interacciones e interdependencias entre el hardware y el software durante el proceso de diseño y ejecución programas en un computador.

Lo anterior hace de este curso una base de suma importancia para el desarrollo del curso Proyecto de Diseño Ingeniería en Computadores (CE-5302).

La metodología del curso busca además reforzar ciertas habilidades no técnicas como el trabajo en equipo y la creatividad, así como los valores de responsabilidad, respeto y tolerancia. El desarrollo de estas habilidades y valores permitirá una ejecución óptima de los diferentes proyectos de manera individual y grupal. Adicionalmente se espera reforzar la creación de documentación técnica como artículos científicos, informes y bitácoras de trabajo.

En este curso, se presenten desarrollar, a nivel intermedio (M), los atributos de diseño (DI) y el análisis de problemas (AP), así como, en nivel avanzado,

el atributo de habilidades de comunicación (HC), según estipulados por la agencia CEAB, correspondientes a los establecidos de acuerdo con el proceso de mapeo de atributos, de la carrera de Ingeniería en Computadores.

Se atenderá caso a caso cualquier necesidad educativa especial, con apoyo del Departamento de Orientación y Psicología y Trabajo Social y Salud, de acuerdo a la particularidad de cada caso.

3 Objetivos

Objetivo(s) del curso	Atributo(s) correspondiente(s)	Nivel de desarrollo de cada atributo que se planea alcanzar: Inicial - I, intermedio - M o avanzado - A
Al finalizar el curso, el estudiante habrá desarrollado competencias en la evaluación de tecnologías y diseño de computadores tanto de aplicación general como específica, así como la resolución de problemas de ingeniería, que impliquen el uso de multiprocesadores, unidades de procesamiento gráfico (GPU) y vectorial, así como sistemas de supercomputación.	Análisis de problemas (AP)	A
	Diseño (DI)	M
Durante el curso, el estudiante desarrollará habilidades en la comunicación oral, así como en elaboración de documentación técnica, de manera individual y colaborativa, ordenada y concisa, así como en el trabajo individual y en equipo, haciendo uso de principios y valores como ética, equidad, responsabilidad, respeto y tolerancia	Habilidades de Comunicación (HC)	M
Durante el curso, el estudiante será capaz de desarrollar competencias para el estudio, descomposición y generación de programas que	Análisis de problemas (AP)	A

utilicen las capacidades de paralelismo a nivel de datos, así como múltiples núcleos en un computador, por medio del estudio de la implementación de software y hardware sobre las arquitecturas de los mismos.		
Durante el curso, el estudiante será capaz de desarrollar técnicas de diseño de computadores que utilicen arquitecturas de aplicación específica.	Diseño (DI)	M
Durante el curso, el estudiante será capaz de desarrollar técnicas de diseño de supercomputadores mediante el estudio de las arquitecturas utilizadas comúnmente para paralelismo de software.	Diseño (DI)	M
	Análisis de problemas (AP)	A

4 Contenidos

Arquitecturas con paralelismo a nivel de hilos (5 Semanas)

- Arquitecturas de computadores multiprocesador
- Técnicas de balance de carga en arquitecturas multiprocesador
- Sincronización de computadores con múltiples procesadores.
- Estudio de casos
- Arquitecturas multi-hilo
- Algoritmos de coherencia de memoria compartida.

Arquitecturas con paralelismo a nivel de datos (5 Semanas)

- Introducción a las arquitecturas vectoriales
- Conjuntos de instrucciones SIMD
- Introducción a las arquitecturas de GPU
- API para desarrollo de arquitecturas GPU
- Estudio de técnicas de descomposición de problemas.

- Algoritmos de paralelismo por software
- Procesamiento por GPU

Diseño de supercomputadores (4 Semanas)

- Introducción a la computación de alto desempeño.
- Estrategias de diseño de supercomputadores.
- Benchmarks y métricas de desempeño de supercomputadores.
- Balance de carga en supercomputadores.
- Técnicas de programación distribuida con MPI y OpenMP
- Estudio de casos.

Análisis de desempeño en computadores (2 semanas)

- Herramientas y técnicas de perfilado.
- Exploración del espacio de diseño.
- Benchmarking
- Estudio de casos.

II parte: Aspectos operativos

5 Metodología de enseñanza y aprendizaje

En este curso, se plantean estrategias de aprendizaje activo, individual, social crítico y significativo, por medio de resolución y análisis de problemas, desarrollo de proyectos de diseño y optimización, tareas de investigación, entre otras técnicas.

Los contenidos del curso serán desarrollados por medio de clases expositivas teóricas, impartidas por el profesor, así como sesiones de trabajo prácticas, guiadas por el mismo. Durante las clases, el profesor presentará material teórico y demostraciones; los estudiantes realizarán ejercicios individuales y grupales, empleando herramientas de hardware y de software para tal fin. En periodo extraclase, el estudiante deberá desarrollar tareas teóricas y prácticas, de manera individual y grupal. Asimismo, el estudiante deberá desarrollar los proyectos en forma grupal y colaborativa. El contenido práctico se desarrolla paralelamente con el contenido teórico.

Los requerimientos de los proyectos, así como materiales adicionales serán ubicados en el TEC Digital. Cualquier dispositivo y material extra podrá ser

dado en préstamo de acuerdo con los proyectos a desarrollar. Cada estudiante y grupo de trabajo requerirá acceso a un computador de escritorio o portátil, con una distribución de GNU Linux, preferiblemente. Otros instrumentos necesarios para el aprendizaje serán: laboratorio de computadoras, proyector, tarjetas de desarrollo FPGA, herramientas de simulación y perfilado como Altera Quartus, Simple Scalar, valgrind, oprofile, MARS MIPS, ARMSim#, entre otras.

6 Evaluación

La evaluación del curso se basará en exámenes cortos (qüices) individuales, tareas y exposiciones, individuales y en grupo, exámenes parciales individuales y proyectos grupales. El estudiante deberá desarrollar dos proyectos de diseño en que podrá ser evaluados mediante la presentación funcional, un reporte escrito, una comprobación individual, una bitácora y presentación ante el grupo. Los exámenes tendrán carácter acumulativo.

Se desarrollarán al menos 5 comprobaciones (qüices) teóricos o prácticos, junto con tareas, talleres y exposiciones que complementen los conceptos desarrollados en la clase. Los qüices se anunciarán con una clase de anticipación y cubrirán la materia vista en clase, así como lecturas complementarias asignadas por el profesor. Los puntos se distribuirán equitativamente dependiendo del número de trabajos por ítem.

Cada estudiante deberá realizar una investigación individual que abarque el estado del arte en algún tema, seleccionado por él mismo y aprobado por el profesor, que involucre teorías y técnicas de diseño de computadores modernos, mediante la aplicación de estrategias investigativas, uso de repositorios y bases de datos, y manejo adecuado de referencias. Para la investigación, deberá generarse un reporte, en inglés, en formato *paper*.

Dada la naturaleza práctica del curso, no se podrá optar por un examen de reposición. En resumen, la evaluación se compone de:

Rubro	Valor (%)	Tiempo estimado entrega
I examen parcial	15%	Semana 8
II examen parcial	20%	Semana 16
2 proyectos de diseño grupal	45% (30%,15%)	Semanas 9, 14
Tares, lecturas complementarias, talleres, exposiciones y quices	15%	1 por semana
Investigación Individual	5%	Semana 15

7 Bibliografía

Obligatoria:

-Hennesy, J. And Patterson, David. **Computer Architecture: A Quantitative Approach**. 5th Edition. Morgan Kaufmann - Elsevier. 2012. [Disponible en biblioteca]

Complementaria:

- Hennesy, J. And Patterson, David. **Computer organization and design**. 4th Edition. Morgan Kaufmann, 2012. [Disponible en biblioteca]
- Ananth, G., Gupts, A., Karypis, G., & Kumar, V. (2003). **Introduction to Parallel computing**. Addison Wesley, 3, 376-385. [Disponible en biblioteca]
- Wolf, M. **High-Performance Embedded Computing: Applications in Cyber-Physical Systems and Mobile Computing**. 2nd Edition. Morgan Kaufmann - Elsevier. 2014 [Disponible en biblioteca]

8 Profesor

Ing. Jeferson González Gómez, MSc.

- Licenciado en Ingeniería Electrónica, ITCR (2013)
- Master en Ingeniería en Electrónica, con énfasis en Sistemas Empotrados, ITCR (2016).
- Ha trabajado como investigador y coordinado el área de control y adquisición de datos en el Laboratorio de Plasmas para la Energía de Fusión y Aplicaciones, ITCR (2012-2015).
- Ha impartido los cursos: EL-5809 Introducción a los Sistemas Embebidos (Ingeniería Electrónica), CE-2201 Laboratorio de Circuitos Eléctricos, CE-3201 Taller de Diseño Digital, CE-4301 Arquitectura de Computadores I, CE-4302 Arquitectura de Computadores II, CE-4202 Taller de Diseño Analógico y CE-5303 Introducción a los Sistemas Embebidos.
- Correo electrónico: jgonzalez@itcr.ac.cr
- Usuario de Skype: jefg89
- Consulta presencial: Miércoles 3:00pm – 4:50pm.
- Lugar de consulta: Edificio K1, oficina 420. Escuela de Ingeniería Electrónica.
- Consulta virtual: Foro en TecDigital, correo electrónico, Skype, según disponibilidad.