



PLAN DE ESTUDIOS (PE): Licenciatura en Ciencias de la Computación /

Ingeniería en Ciencias de la Computación.

ÁREA: Ciencias de la Computación / Ingeniería en Ciencias en Computación

ASIGNATURA: Programación Concurrente y Paralela

CÓDIGO: CCOS-253

CRÉDITOS: 6

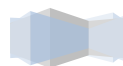
FECHA: 11 de noviembre de 2022

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





Nivel Educativo:	Licenciatura.
Nombre del Plan de Estudios:	Licenciatura en Ciencias de la Computación / Ingeniería en Ciencias de la Computación
Modalidad Académica:	Presencial.
Nombre de la Asignatura:	Programación Concurrente y Paralela
Ubicación:	Nivel Formativo.
Correlación:	
Asignaturas Precedentes:	Estructuras de Datos / Análisis y Diseño de Algoritmos
Asignaturas Consecuentes:	Programación Distribuida / Programación Distribuida Aplicada, Sistemas de Tiempo Real

2. CARGA HORARIA DEL ESTUDIANTE

Concepto	Horas por semana		Total de horas por periodo	Total de créditos por periodo
	Teoría	Práctica		
Horas teoría y práctica (16 horas = 1 crédito)	3	2	90	6

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





Autores:	Rafael De la Rosa Flores Leticia Mendoza Alonso Carmen Cerón Garnica Graciano Almanza Cruz Darnes Vilariño Ayala Hilda Castillo Zacatelco Mireya Tovar Vidal	Luis Enrique Colmenares Guillén Mario Anzures García Beatriz Beltrán Martínez Mario Rossainz López José Andrés Vázquez Flores Mariano Larios Gómez
Fecha de diseño:	1 de Junio 2009	
Fecha de la última actualización:	11 de noviembre de 2022	
Fecha de aprobación por parte de la academia de área, departamento u otro.	25 de noviembre de 2022	
Revisores:	Darnes Vilariño Ayala José Andrés Vázquez Flores Meliza Contreras González Mireya Tovar Vidal	
Sinopsis de la revisión y/o actualización:	Se verificó y actualizó la bibliografía cuidando ediciones no mayores a 5 años con excepciones en libros y se escribieron en formato APA.	

4. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR (A) PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA:

Disciplina profesional:	Ciencias de la Computación
Nivel académico:	Posgrado en Ciencias
Experiencia docente:	Mínima de 2 años
Experiencia profesional:	Mínima de 1 año

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





5. PROPÓSITO:

El estudiante desarrollará aplicaciones para solucionar problemas que requieran del uso de los paradigmas de la concurrencia y el paralelismo.

El estudiante será capaz de:

- Explicar el paradigma de la programación concurrente, y los problemas inherentes a ella como la exclusión mutua y las condiciones de sincronización.
- Identificar la correctitud de aplicaciones concurrentes.
- Distinguir la diferencia entre programación concurrente, programación distribuida y programación paralela.
- Diseñar la especificación formal de sistemas concurrentes y la implementación de sus algoritmos.
- Implementar aplicaciones concurrentes que permitan manejar el concepto de exclusión mutua y las condiciones de sincronización utilizando regiones críticas, semáforos y monitores.
- Aplicar las herramientas que permiten el análisis y el diseño de las aplicaciones concurrentes y paralelas.
- Identificar las diferentes arquitecturas paralelas.
- Utilizar los mecanismos de comunicación mediante paso de mensajes para el desarrollo de aplicaciones en paralelo.
- Desarrollar aplicaciones utilizando MPI.
- Implementar algoritmos que se ejecuten sobre arquitecturas multi-kernel.

6. COMPETENCIAS PROFESIONALES:

Licenciatura:

Desarrollar de forma efectiva y eficiente los algoritmos y programas apropiados para resolver problemas complejos de computación.

Aplicar fundamentos matemáticos, principios algorítmicos y teorías de Ciencias de la Computación para el modelado y diseño de soluciones computacionales.

Entender la importancia de las redes computacionales y su aplicabilidad para obtener un mejor aprovechamiento en la solución de problemas actuales.

Ingeniería:

Diseñar soluciones de sistemas de cómputo soportadas en modelos de proceso, metodologías y herramientas para resolver problemas.

Integrar elementos de software en la construcción de soluciones aplicando modelos matemáticos que permita utilizar eficientemente los recursos de hardware.

El alumno desarrolla soluciones a problemas actuales utilizando el paradigma concurrente y paralelo.

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático	Referencias
1. Introducción	1.1 Concepto de Concurrencia	Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J.M., Vidal, A. (2010). Introducción a la Programación Paralela. España: Paraninfo CENGAGE Learning Wilkinson B., Allen M. (2004). Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers. USA: Prentice Hall Akl Selim G. (2000). Diseño y Análisis de Algoritmos Paralelos. España: RAMA Tuñón, M. I. C. (2022). Programación concurrente y en tiempo real: fundamentos y aplicaciones. Grupo Editorial Patria. Josep J.E., & Remo S.B. (2020). Programación Concurrente. UOC. Universitat Oberta de Catalunya.
	1.2 Exclusión Mutua y Sincronización	
	1.3 Correctitud en Sistemas Concurrentes	
	1.4 Consideraciones sobre el Hardware	
	1.5 Sistemas Distribuidos	
	1.6 Sistemas de Tiempo Real	
	1.7 Procesamiento Paralelo	

Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático	Referencias
2. Especificación Formal de Sistemas Concurrentes	2.1. Condiciones de Bernstein	Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J.M., Vidal, A. (2010). Introducción a la Programación Paralela. España: Paraninfo CENGAGE Learning
	2.2. Sentencias COBEGIN-COEND	
	2.3. Grafos de Precedencia	
	2.4. Sentencias fork - join	

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





	2.5. Desarrollo de programas concurrentes a partir de grafos de precedencias.	Wilkinson B., Allen M. (2004). Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers. USA: Prentice Hall Akl Selim G. (2000). Diseño y Análisis de Algoritmos Paralelos. España: RA-MA Tuñón, M. I. C. (2022). Programación concurrente y en tiempo real: fundamentos y aplicaciones. Grupo Editorial Patria. Josep J.E., & Remo S.B. (2020). Programación Concurrente. UOC. Universitat Oberta de Catalunya. Forbes, E. (2017). Learning Concurrency in Python. Packt Publishing
--	---	--

Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático	Referencias
3. Sistemas con memoria compartida	3.1 El Problema de la Exclusión Mutua	Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J.M., Vidal, A. (2010). Introducción a la Programación Paralela. España: Paraninfo CENGAGE Learning Wilkinson B., Allen M. (2004). Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers. USA: Prentice Hall Akl Selim G. (2000). Diseño y Análisis de Algoritmos Paralelos. España: RA-MA Benmammar B. (2019). Concurrent, Real-Time and Distributed Programming in Java: Threads, RTSJ and RMI.
	3.2 Concepto de Sección Crítica	
	3.3 Refinamiento Sucesivo	
	3.4 Algoritmo de Dekker	
	3.5 Algoritmos de Peterson, Hyman, Knuth y Kesell	
	3.6 Exclusión Mutua para N procesos	
	3.7 Procesos ligeros y pesados	

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





		ISTE/Wiley. Josep J.E., & Remo S.B. (2020). Programación Concurrente. UOC. Universitat Oberta de Catalunya. Voss, M., Asenjo, R., & Reinders, J. (2019). Pro Tbb: C++ Parallel Programming with Threading Building Blocks. Apress. Tuñón, M. I. C. (2022). Programación concurrente y en tiempo real: fundamentos y aplicaciones. Grupo Editorial Patria. Capel M. I. (2022). Programación concurrente y en tiempo real: fundamentos y aplicaciones. Garceta Grupo Editorial.
--	--	--

Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático	Referencias
4. Introducción ala Programación Paralela	4.1 Concepto de Programación Paralela	Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J.M., Vidal, A. (2010). Introducción a la Programación Paralela. España: Paraninfo CENGAGE Learning Wilkinson B., Allen M. (2004). Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers. USA: Prentice Hall Akl Selim G. (2000). Diseño y Análisis de Algoritmos Paralelos. España: RAMA Pawel C. (2018). Parallel
	4.2 Arquitecturas paralelas: clasificación de Flynn	
	4.3 El Modelo PRAM	
	4.4 Computadores MIMD	
	4.5 Arquitectura Multikernel	

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





		programming for modern high performance computing systems. Chapman & Hall/CRC Pacheco P.S., Malensek M. (2022). An Introduction to Parallel Programming. Second Edition. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier. Reinders, J., Ashbaugh, B., Brodman, J., Kinsner, M., Pennycook, J., & Tian, X. (2020). Data Parallel C++: Mastering DPC++ for Programming of Heterogeneous Systems using C++ and SYCL (English Edition) (1st ed.). Apress.
--	--	---

Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático	Referencias
5. Técnicas de Diseño de Programas en Paralelo mediante el modelo de pasode mensajes	5.1 Análisis y diseño de algoritmos en Paralelo (particionamiento, aglutinamiento, mapeo, agrupamiento) 5.1.1 Herramientas para el análisis de programas	Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J.M., Vidal, A. (2010). Introducción a la Programación Paralela. España: Paraninfo CENGAGE Learning
	5.2 Programación básica utilizando paso de mensajes	Wilkinson B., Allen M. (2004). Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers. USA: Prentice Hall
	5.3 Programación con MPI	Akl Selim G. (2000). Diseño y Análisis de Algoritmos Paralelos. España: RAMA
	5.4 Programación con multicore	Pawel C. (2018). Parallel programming for modern high performance computing systems. Chapman & Hall/CRC

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





		Pacheco P.S., Malensek M. (2022). An Introduction to Parallel Programming. Second Edition. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier. Blanquer I., Román J.E., Alonso J.M. (2018). Ejercicios de Programación Paralela con OpenMP y MPI. Universidad Politécnica de Valencia. Voss, M., Asenjo, R., & Reinders, J. (2019). Pro Tbb: C++ Parallel Programming with Threading Building Blocks. Apress. Herlihy, M., Shavit, N., Luchangco, V., & Spear, M. (2020). The Art of Multiprocessor Programming (2nd ed.). Morgan Kaufmann Publishers. Alonso J. (2018). Ejercicios de programación paralela con OpenMP y MPI. Editorial Universitat Politècnica de València
--	--	---





8. ESTRATEGIAS, TÉCNICAS Y RECURSOS DIDÁCTICOS

Estrategias y técnicas didácticas	Recursos didácticos
Estrategias de aprendizaje: • Lectura y comprensión, • Reflexión, • Comparación, • Resumen. Estrategias de enseñanza: • ABP, • Aprendizaje activo, • Aprendizaje cooperativo, • Aprendizaje colaborativo, • Basado en el descubrimiento. Ambiente de aprendizaje: • Aula, • Laboratorio, • Simuladores. Actividades y experiencias de aprendizaje: • Asistencia a congresos Técnicas: • grupales, • de debate, • del diálogo, • de problemas, • de estudio de casos, • cuadros sinópticos, • mapas conceptuales, • para el análisis, • comparación, • síntesis, • mapas mentales, • lluvia de ideas, • analogías, • portafolio, • exposición.	Plumón y pizarrón, Ejercicios Prácticas de Laboratorio Libros, fotocopias Artículos científicos Antologías Materiales audiovisuales Programas informáticos (CD u on-line) educativos. Aplicaciones Multimedia Páginas Web correo electrónico chats foros

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





9. EJES TRANSVERSALES

Eje (s) transversales	Contribución con la asignatura
Formación Humana y Social	Promover la ética en el desarrollo de programas como un elemento de formación integral, así como el interés por el cuidado del medio ambiente.
Desarrollo de Habilidades en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación	Desarrollo de aplicaciones concurrentes y paralelas mediante la programación de algoritmos
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Complejo	Desarrollo de la habilidad de programación concurrente y en paralelo
Lengua Extranjera	Lectura de artículos especializados en el área de la programación concurrente y paralela, para favorecer la comprensión de la sintaxis de los lenguajes de programación.
Innovación y Talento Universitario	Planteamiento de programas usando técnicas de resolución de problemas que puedan ser utilizados en otras disciplinas de la ciencia.
Educación para la Investigación	Fomentar el hábito de investigar diversas técnicas de programación y compararlas con algunas otras.

10. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
▪ Tareas	10 %
▪ Prácticas de laboratorio	15 %

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.





▪ Proyecto final	20 %
▪ Pruebas objetivas	30 %
▪ Participación en clase	10 %
▪ Asistencia	5 %
▪ Entregas puntuales	5 %
▪ Presentación de trabajos	5 %
Total	100%

11. REQUISITOS DE ACREDITACIÓN

Estar inscrito como alumno en la Unidad Académica en la BUAP
Asistir como mínimo al 80% de las sesiones para tener derecho a exentar por evaluación continua y/o presentar el examen final en ordinario o extraordinario
Asistir como mínimo al 70% de las sesiones para tener derecho al examen extraordinario
Cumplir con las actividades académicas y cargas de estudio asignadas que señale el PE

Notas:

- La entrega del programa de asignatura con sus respectivas actas de aprobación, deberá realizarse en formato electrónico, vía oficio emitido por la Dirección o Secretaría Académica a la Dirección General de Educación Superior.
- La planeación didáctica deberá ser entregada a la coordinación de la licenciatura en los tiempos y formas acordados por la Unidad Académica.

Programación Concurrente y Paralela

PE: Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Ciencias de la Computación



“El presente documento es Propiedad Intelectual de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, conforme a lo previsto en el artículo 8 de su Ley y 137 del Estatuto Orgánico Universitario. La utilización del mismo, es para uso exclusivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y los integrantes de la comunidad universitaria, en cumplimiento de los fines de docencia, investigación y extensión de la cultura. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de su contenido o cualquier uso, distintos a los señalados en el párrafo anterior”.

