

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MA3705	Algoritmos Combinatoriales			
Nombre en Inglés				
Combinatorial Algorithms				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas de Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	1.5	5.5
Requisitos			Carácter del Curso	
MA3701 Optimización, o IN3701 Modelamiento y Optimización			Obligatorio	Lic. Ing. Civil Matemática
Resultados de Aprendizaje				
El estudiante conocerá los algoritmos clásicos para problemas combinatoriales, principios generales de diseño de algoritmos y la noción de eficiencia computacional. También podrá reconocer la complejidad computacional de un problema de optimización discreta, y presentar técnicas para aproximar problemas NP-duros. Comprenderá la relevancia, tanto en el diseño como en el análisis de algoritmos combinatoriales de la formulación primal-dual de programación lineal.				
Metodología Docente			Evaluación General	
Se realizarán clases presenciales lectivas.			Los temas teóricos se evaluarán con 3 controles y un examen.	

Resumen

Unidad	Nombre de la unidad	Duración
1	Medidas de eficiencia computacional.	0.5
2	Problema del árbol generador de peso mínimo y matroides.	2.5
3	Problema de Camino más corto.	1.5
4	Problema de Cuplajes y cubrimientos por vértices en grafos bipartito.	1.5
5	Problemas de Intersección de Matroides	1.5
6	Problema de Flujos y Cortes	2.5
7	Separación y Optimización	2.0
8	Intratabilidad	1.0
9	Algoritmos de Aproximación	2.0
	TOTAL	15.0

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Medidas de Eficiencia Computacional	0.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Random Access Machine (RAM) y medida de complejidad de tiempo. Notación asintótica para análisis de algoritmos.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[PS82, Cap. 2], [CLR09, Cap. 3]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Problema del árbol Generador de Peso Mínimo y Matroides	2.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Conceptos de grafo, árboles, caminos y ciclos. Algoritmos de búsqueda horizontal y búsqueda en profundidad. Algoritmos de Kruskal, Prim y formulación primal-dual. Ilustración de éstos como una heurística de optimización basada en la estrategia glotona. Matroides y submodularidad de la función de rango. Optimalidad del algoritmo glotón para matroides y caracterización de matroides a través del algoritmo glotón.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[CLR09, Cap. 16, 23], [PS82, Cap. 12], [KT06, Cap. 4], [KV10, Cap. 6], [CCPS98, Cap. 2], [Lee04, Cap. 1].

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	El Problema del Camino más Corto	1.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Algoritmo de Bellman visto como una ilustración de un método genérico de diseño de algoritmos basado en programación dinámica. Algoritmos de Dijkstra, Bellman-Ford y Floyd-Warshall.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[CLR09, Cap. 15, 24 y 25], [KT06, Cap. 6], [KV10, Cap. 7], [CCPS98, Cap. 2 x2].

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Problemas de Cuplaje y Cubrimiento por Vértices en Grafos bipartitos	1.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Cuplajes de máxima cardinalidad en grafos bipartitos. Caminos y árboles alternantes. Cubrimiento por vértices. Teorema de König. Cuplajes perfectos. Teorema de Hall. Teorema de Dilworth en órdenes parciales. Cuplajes de peso máximo en grafos bipartitos y cuplajes perfectos de peso mínimo: El problema de asignación. Método Húngaro Primal-Dual para el problema de asignación. Teorema de Birkhoff Von Neumann.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[KT06, Cap. 4]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Problemas de Intersección de Matroides	1.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Dualidad de Matroides. Problema del conjunto independiente de cardinalidad máxima en la intersección de dos matroides. Relación de min-max para la intersección de matroides. Aplicación a partición (unión) de matroides.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[Lee04, Cap. 3]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Problemas de Flujos y Cortes	2.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Teorema de Menger. Teorema del flujo máximo y corte mínimo. Método primal-dual para problemas de flujo. Algoritmo de Ford-Fulkerson: el problema de la finitud del algoritmo y el teorema de integralidad. Algunas mejoras del algoritmo de Ford-Fulkerson; algoritmos de Edmonds y Karp. Submodularidad de la función de capacidad de cortes y algoritmo de Queyranne para minimizar funciones submodulares simétricas. Árboles de Gomory-Hu. Problema de cortes de multiterminales.	El estudiante conoce los conceptos de la unidad y es capaz de aplicarlos a situaciones nuevas.	[CLR09, Cap. 26], [KV10, Cap. 8], [CCPS98, Cap. 3].

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
7	Separación y Optimización	2.0
		Referencias a la Bibliografía
Método elipsoidal. Equivalencia entre el problema de separación eficiente para poliedros y optimización eficiente de programas lineales. Aplicación: Separación y optimización sobre el polítopo de cuplajes en grafos generales.		[KT06, Cap. 4]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
8	Intratabilidad	1.0
		Referencias a la Bibliografía
Resultados de Aprendizajes de la Unidad		
Contenidos Certificados de pertenencia. Reducciones a tiempo polinomial. Enunciar NP-completitud de SAT. Ejemplo de reducciones.		[KT06, Cap. 8], [CLR09, Cap. 34].

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
9	Algoritmos de Aproximación	2.0
		Referencias a la Bibliografía
Resultados de Aprendizajes de la Unidad		
Contenidos Definición de algoritmos de aproximación, esquemas de aproximación polinomial. Técnicas de aproximación: Algoritmos glotones, Método aleatorio y desaleatorización vía esperanzas condicionales Algoritmos basados en		[Wo98, Cap. 13], [NW88, Cap. II.6].

programación lineal: redondeo, método primal-dual y gaps de integralidad Esquemas de aproximación via redondeo y enumeración.		
Bibliografía		
[BY98] A. Borodin, R. El-Yaniv, Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge Press, 1998. [CCPS98] W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, y A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons, Series in Discrete Mathematics and Optimization, 1998. [CLR09] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, y C. Stein. Introduction to Algorithms, MIT Press, tercera edicion, 2009. [GLS93] M. Grötschel, L. Lovasz, y A. Schrijver, Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization, Series in Algorithms and Combinatorics, No. 2, Springer Verlag, second edition, 1993. [Go1-91] M. Goemans, apuntes del curso Advanced Algorithms, MIT, 1991. [Go2-94] M. Goemans, On Line Algorithms, apuntes del curso Advanced Algorithms, MIT, Septiembre 1994. [KT06] J. Kleinberg y E. Tardos, Algorithm Design, Addison Wesley, 2006. [KV10] B. Korte, y J. Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Series in Algorithms and Combinatorics, Volume 21. Cuarta edicion, Springer, 2010. [Lee04] J. Lee, A First Course in Combinatorial Optimization, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press, 2004. [PS82] C.H. Papadimitriou, Computational Complexity, Addison Wesley, 1994. [PS82] C.H. Papadimitriou y K. Steiglitz, Combinatorial Optimization, Algorithms and Complexity, Prentice Hall, 1982. [Sch03] A. Schrijver, Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency Springer Verlag, Series in Algorithms and Combinatorics, Vol. 24, 2003. [Vaz01] V. V. Vazirani, Approximation algorithms. Springer Verlag, 2001. [WS11] D. P. Williamson y D. B. Shmoys, The Design of Approximation Algorithms. Cambridge Press, 2011.		
Vigencia desde:	Primavera 2015	



Elaborado por:

GRUPO MATEMATICAS DISCRETAS (M.Kiwi, J. Soto)