



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000125 - Analisis de sistemas hidroelectricos

PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingenieria Civil

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos	1
2. Profesorado	1
3. Conocimientos previos recomendados	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje	2
5. Descripción de la asignatura y temario	3
6. Cronograma	5
7. Actividades y criterios de evaluación	8
8. Recursos didácticos	11

1. Datos descriptivos

1.1 Datos de la asignatura

Nombre de la Asignatura	43000125 - Analisis de sistemas hidroelectricos
Nº de Créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingenieria Civil
Centro en el que se imparte	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Curso Académico	2017-18

2. Profesorado

2.1 Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías*
Juan Ignacio Perez Diaz (Coordinador/a)	04A.S2.072 .0	ji.perez@upm.es	X - 11:00 - 14:00 J - 11:00 - 14:00
Manuel Joaquin Chazarra Jover	04A.S2.084 .0	manuel.chazarra@upm.es	X - 11:00 - 12:30 J - 11:00 - 12:30

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Basic knowledge of linear programming
- Basic knowledge of Matlab
- Basic knowledge of MS Excel
- Basic knowledge of pressure pipes and hydraulic similarity
- Basic knowledge of statistics
- Basic knowledge of linear algebra

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CE-A1 - Capacitación científico-técnica y metodológica suficiente para el proyecto, análisis, planificación, explotación y mantenimiento de obras civiles con capacidad técnica equivalente a la de aplicar y valorar críticamente normativa de proyecto, y capacidad gestora adquirida mediante disciplinas transversales que se impartirían integradas en enseñanzas técnicas.

CE-A8 - Capacidad para idear procedimientos innovadores y sostenibles de explotación y gestión de sistemas de

ingeniería civil

CG 5 - Uso de la lengua inglesa

4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA103 - Aplica técnicas de optimización a la resolución de problemas de sistemas de ingeniería civil

RA21 - Planificar, diseñar y gestionar sistemas de aprovechamiento energético de recursos hidráulicos (exclusivo o combinado con otros aprovechamientos) así como los impactos positivos y negativos de estos usos sobre el medio ambiente y las posibles medidas correctoras de los impactos negativos. Todo ello en el contexto de equipos de trabajo multidisciplinares

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1 Descripción de la asignatura

Linear, integer and mixed integer linear, nonlinear and dynamic programming, will be reviewed during the course lectures.

The contents of the course lectures will be aimed at formulating and solving short- and long-term hydropower generation scheduling problems.

The student will obtain an aggregate hourly production cost curve of the thermal generation of a realistic power system by formulating and solving an economic dispatch problem

The student will calculate the power generation characteristic of a real hydropower plant, from technical data of the power plant, and will use it to formulate and solve a short-term hydrothermal scheduling problem and to evaluate the contribution of the hydropower plant to reduce the system scheduling costs.

The student will formulate and solve a short-term hydropower scheduling problem in a liberalized market, will apply several methods to forecast the next-day electricity prices in a real electricity market and will calculate the profit loss due to the errors in forecasting the electricity prices

Finally, the student will formulate and solve a long-term hydropower scheduling problem considering the uncertainty in the reservoir water inflow.

5.2 Temario de la asignatura

1. Introduction to hydropower generation scheduling
2. Review of mathematical programming
3. Economic dispatch of thermal generating units
4. Optimal scheduling of hydrothermal power systems
5. GAMS tutorial
6. Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets
7. Review of dynamic programming
8. Long-term scheduling of hydropower systems

6. Cronograma

6.1 Cronograma de la asignatura*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<p>Course description Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Introduction to hydropower generation scheduling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
2	<p>Introduction to hydropower generation scheduling Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Review of mathematical programming Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
3	<p>Review of mathematical programming Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Review of mathematical programming Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
4	<p>Review of mathematical programming Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Review of mathematical programming Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
5	<p>Economic dispatch of thermal generating units Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Economic dispatch of thermal generating units Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
6	<p>Economic dispatch of thermal generating units Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Economic dispatch of thermal generating units Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>

7	<p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>
8	<p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>
9	<p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Optimal scheduling of hydrothermal power systems Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>
10	<p>GAMS tutorial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>GAMS tutorial Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
11	<p>GAMS tutorial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>GAMS tutorial Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
12	<p>Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
13	<p>Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>

14	<p>Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Review of dynamic programming Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>
15	<p>Review of dynamic programming Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Review of dynamic programming Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Review of dynamic programming Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p>
16	<p>Long-term scheduling of hydropower systems Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Long-term scheduling of hydropower systems Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Attendance and participation OT: Otras técnicas evaluativasEvaluación continua Duración: 00:00</p> <p>Resolution of practical exercises TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 00:00</p>
17				<p>The exam will consist of a series of theoretical and/or practical exercises, related to the contents taught during the lectures EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación sólo prueba final Duración: 03:00</p>

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
2	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
3	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
4	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
5	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
6	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
6	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8
7	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
7	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8
8	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5

8	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8
9	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
9	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8
10	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
11	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
12	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
13	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
14	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
14	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8
15	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
16	Attendance and participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB6 CG 5
16	Resolution of practical exercises	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	90%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8

7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	The exam will consist of a series of theoretical and/or practical exercises, related to the contents taught during the lectures	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8

7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
The exam will consist of a series of theoretical and/or practical exercises, related to the contents taught during the lectures	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	0 / 10	CB6 CB7 CG 5 CE-A1 CE-A8

7.2 Criterios de Evaluación

Attendance and participation will be ranked from 0 to 10 points, proportionally to the percentage of lectures attended and to the participation of the student.

Resolution of practical exercises will be ranked from 0 to 10 points. The score of this evaluation item will be the arithmetic mean of all the exercises.

The final score through "continuous assessment" will be the weighted average of the results obtained in the evaluation items "Attendance and participation" and "Resolution of practical exercise". The course will be passed if the final score is equal to or greater than 5.

The exam will be ranked from 0 to 10 points.

The final score through "final exam only" will be the one of the exam. The course will be passed if the final score is equal to or greater than 5.

8. Recursos didácticos

8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Course Moodle site	Recursos web	
El-Hawary, M.E. and Christensen, G.S., Optimal economic operation of electric power systems. Academic Press, 1979	Bibliografía	
Finardi, E.C. and da Silva, E.L., Unit commitment of single hydroelectric plant, Electric Power Systems Research, vol. 75, no. 2-3, pp. 116-123, 2005.	Bibliografía	
Pérez-Díaz, J.I., Wilhelmi, J.R. and Sánchez-Fernández, J.A., Short-term operation scheduling of a hydropower plant in the day-ahead electricity market, Electric Power Systems Research, vol. 80 (12), pp. 1535-1542, December 2010.	Bibliografía	
Piekutowski, M.R., Litwinowicz, T. and Frowd, R.J., Optimal short-term scheduling for a large scale cascaded hydro system, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 9, no. 2, pp. 805-811, 1994.	Bibliografía	
Rau, N.S., Optimization principles. Practical applications to the operation and markets of the electric power industry. IEEE Series on Power Engineering, John Wiley & Sons,	Bibliografía	

2003		
Wood, A.J. and Wollenberg, B.F., Power generation operation and control (2nd edition). John Wiley & Sons, 1996.	Bibliografía	