



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Network Business: Transmission, Distribution and Smart Grids
Código	MEPI-521
Título	<a href="#">Máster Universitario en Sector Eléctrico / the Electric Power Industry, por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Master in the Electric Power Industry [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Optativa
Responsable	Rafael Cossent, Michel Rivier

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Michel Luis Rivier Abbad
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-504]
Correo electrónico	Michel.Rivier@iit.comillas.edu
Teléfono	6111
<b>Profesor</b>	
Nombre	Rafael Cossent Arín
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26
Correo electrónico	Rafael.Cossent@iit.comillas.edu
Teléfono	2753
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jose Pablo Chaves Ávila
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	Jose.Chaves@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Olmos Camacho
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26
Correo electrónico	Luis.Olmos@iit.comillas.edu



<b>Teléfono</b>	6260
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Tomás Gómez San Román
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Despacho</b>	Santa Cruz de Marcenado 26
<b>Correo electrónico</b>	Tomas.Gomez@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	David Trebolle Trebolle
<b>Departamento / Área</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
<b>Correo electrónico</b>	dtrebolle@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Juan Francisco Alonso Llorente
<b>Departamento / Área</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
<b>Correo electrónico</b>	jfalonso@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Juan Manuel Rodríguez García
<b>Departamento / Área</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)
<b>Correo electrónico</b>	jmgarcia@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Pablo Rodríguez Herrerías
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	prodriguez@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

El proceso de liberalización que ha tenido lugar durante las últimas décadas ha introducido la competencia a algunas actividades en el sector eléctrico.

Sin embargo, las actividades de red, como monopolios naturales que son, siguen siendo completamente regulados. Este curso se centra en los fundamentos

y la regulación de las dos actividades de red en el sector: transmisión y distribución de electricidad. Por otra parte, la creciente instalación de

recursos energéticos distribuidos (DER en inglés) está provocando cambios significativos en la planificación y operación de las redes de distribución,

que se están transformando cada vez más rápidamente en redes inteligentes

Al final del curso, los alumnos comprenderán los principios básicos de la regulación de las actividades de red, entenderán de forma crítica



la regulación  
de la transmisión y distribución en diferentes países y conocerán las motivaciones y expectativas actuales y futuras sobre la transformación de las redes  
de distribución en redes inteligentes

## Prerequisitos

Los alumnos que deseen hacer este curso deben estar familiarizados con los fundamentos de los sistemas de energía eléctrica. Es conveniente pero no necesario tener experiencia previa en regulación, economía y lenguajes de programación

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG01</b>	Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### ESPECÍFICAS

<b>CE13</b>	Comprender la función de la red de transporte y de la red de distribución en el suministro de electricidad, así como de su integración con el resto de las actividades eléctricas, tanto desde un punto de vista técnico como regulatorio o económico.
<b>CE14</b>	Conocer en profundidad los principios económicos que subyacen a las alternativas de regulación para las actividades de transporte, e identificar y saber evaluar los diferentes conceptos de coste por los que las empresas distribuidoras deben ser remunerada: costes de operación y mantenimiento, amortización de infraestructuras, tasa de retorno sobre el capital invertido, gestión comercial, tributos e impuestos, etc.
<b>CE15</b>	Entender el impacto que la generación distribuida produce sobre las redes convencionales, y las implicaciones técnicas, económicas y regulatorias que tendrán las redes inteligentes en el futuro

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Haber adquirido los conceptos avanzados presentados en este curso, tanto teóricos como prácticos, mostrando un entendimiento detallado sobre la regulación de los negocios de red y sobre las principales características de los mismos.
<b>RA2</b>	Comprender las principales características técnicas y económicas que hacen de las redes de transmisión y distribución un monopolio natural y, por lo tanto, sujetas a regulación, distinguiendo entre el uso de señales económicas a corto y largo plazo.
<b>RA3</b>	Adquirir un conocimiento práctico de las diversas alternativas normativas para la toma de decisiones con respecto a la inversión en redes de transmisión, y comprender y poder evaluar las diversas alternativas propuestas para regular el acceso a la red de transmisión en caso de la existencia de restricciones de red activas.
<b>RA4</b>	Comprender los fundamentos de los negocios de distribución eléctrica y su regulación, así como identificar las diferentes alternativas de regulación propuestas para gestionar eficientemente el negocio de distribución



<b>RA5</b>	Comprender el papel de las redes inteligentes en las futuras redes de distribución y adquirir los conocimientos sobre las diferentes alternativas que las redes inteligentes ofrecen en las redes de transmisión y distribución.
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### I. Transmisión

- Conceptos básicos: La actividad de transmisión, Modelado de redes de transmisión, Precios.
- Cuestiones regulatorias: Señales económicas a corto plazo: pérdidas óhmicas y gestión de las congestiones. Señales económicas a largo plazo: remuneración de la red y tarifas. La regulación de las inversiones en transmisión.
- Actividades empresariales: Transmisión de electricidad y Operación del Sistema.
- Mercados regionales.

#### II. Distribución

- Fundamentos sobre regulación: Diferentes alternativas regulatorias.
- Calidad de servicio y pérdidas de red.
- Implementación de la regulación de la distribución en países seleccionados.

#### III. Redes inteligentes

Drivers y desarrollo tecnológico. Gestión activa de la demanda. Generación distribuida. Nuevos roles de las distribuidoras.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

Clases magistrales y discusiones en clase: Presentación de los principales conceptos y procedimientos por parte del profesor y, en muchas ocasiones, profesionales del sector eléctrico.

Incluirán estudios de casos, presentaciones dinámicas, participación de los alumnos en discusiones de contenidos en clase e interacciones grupales. (60 horas)

CG01, CE13, CE14, CE15

#### Metodología No presencial: Actividades

Estudio personal: Estudio personal del contenido del curso. Dentro de esta actividad individual, los alumnos revisarán y analizarán los contenidos proporcionados como material básico con los que podrán prepararse para discutir con otros alumnos, profesores y conferenciantes en el aula. (75 horas)

CG01, CE13, CE14, CE15

Actividades fuera de clase: Actividad de aprendizaje que se llevará a cabo fuera del aula e incluirá trabajos individuales o grupales, ejercicios, investigación y resolución de problemas. (45 horas)

CG01, CE13, CE14, CE15

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

### HORAS PRESENCIALES



Clases magistrales y discusiones en clase: Presentación de los principales conceptos y procedimientos por parte del profesor y, en muchas ocasiones, profesionales del sector eléctrico. Incluirán estudios de casos, presentaciones dinámicas, participación de los alumnos en discusiones de contenidos en clase e interacciones grupales.	
60.00	
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>	
Estudio personal: Estudio personal del contenido del curso. Dentro de esta actividad individual, los alumnos revisarán y analizarán los contenidos proporcionados como material básico con los que podrán prepararse para discutir con otros alumnos, profesores y conferenciantes en el aula.	Actividades fuera de clase: Actividad de aprendizaje que se llevará a cabo fuera del aula e incluirá trabajos individuales o grupales, ejercicios, investigación y resolución de problemas.
75.00	45.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>	

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Tres exámenes parciales de transporte.  Un examen parcial y otro final de distribución y redes inteligentes.	Preguntas tipo test y preguntas cortas a desarrollar para evaluar la comprensión fundamental de los conceptos tratados en el curso.	62.75
Trabajo en grupo sobre la regulación del transporte.  Casos de estudio sobre la regulación de la distribución.	Aplicación de los principios teóricos a la resolución práctica de problemas reales.  Abilidad para desarrollar y usar software específico.  Capacidad para analizar las implicaciones regulatorias de resultados numéricos.  Recolección y revisión crítica de información sobre la regulación de las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.	37.25

## Calificaciones

### Evaluación ordinaria:

- La calificación final de los estudiantes se calculará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en la parte de la asignatura dedicada a transporte, con un peso del 45%, y la parte dedicada a la distribución y las redes inteligentes, con un peso del 55%, siempre que la **puntuación de ambas partes por separado sea superior al 4 sobre 10**. En caso de no cumplirse esta condición, la calificación final será el valor mínimo entre un 4 sobre 10 y la media ponderada calculada como se indica anteriormente. Para aprobar la asignatura, la calificación final deberá ser igual o superior a un 5 sobre 10.
- La evaluación de la parte de transporte se hará en base a los exámenes correspondientes (60%) y otras actividades de evaluación (40%).
- La evaluación de la parte de distribución y redes inteligentes se hará en base a los exámenes correspondientes (65%) y otras actividades de evaluación (35%).



### Evaluación extraordinaria (segundo período de evaluación):

- Los estudiantes que no hubieran logrado aprobar la asignatura en la primer período de evaluación dispondrán de una segunda oportunidad durante el segundo período de evaluación. Esta evaluación incluirá un examen por cada una de las partes del curso para las que no se haya obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10. Las partes para las que sí se hubiera superado dicha calificación en el primer período de evaluación, conservarán dicha puntuación a efectos de cálculo de la calificación final.
- La nota obtenida en cada uno de estos exámenes será nota final de los estudiantes en cada una de las partes respectivas. En caso de que los alumnos hayan obtenido una calificación de **al menos 5 sobre 10 en ambas partes** de la asignatura, la calificación final de los estudiantes se calculará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en la parte de la asignatura dedicada a transporte, con un peso del 45%, y la parte dedicada a la distribución y las redes inteligentes, con un peso del 55%. En caso contrario, la nota final corresponderá a la menor de las notas de cada una de las partes.
- Ningún estudiante que haya superado la asignatura en el primer período de evaluación podrá volver a ser evaluado en el segundo período.

### PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Examen parcial	Semanas 7, 9, 15, y 19	
Examen final	Semana 19	
Estudio personal	Tras cada una de las sesiones del curso	
Resolución de problemas	Ocasionalmente	
Preparación de exámenes	Semanas 3, 4, 5, 10, y 11	
Trabajo en grupo de transporte Trabajo en grupo de distribución	Segunda mitad del semestre	Semana 19
Preparación examen final	Junio	Semana 19

### BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

#### Bibliografía Básica

Perez-Arriaga, Ignacio J., Regulation of the Power Sector. Springer. 2013

- Chapter 4: Monopoly Regulation
- Chapter 5: Electricity Distribution
- Chapter 6: Electricity Transmission
- Chapter 10: Regional Markets

- Chapter 14: Challenges in power Sector Regulation

## Bibliografía Complementaria

Sobre la competencia y la regulación en el sector eléctrico:

- International Energy Agency (2001) Competition in electricity markets. OECD.
- Hunt, S., Shuttleworth, G. (1996) Competition and choice in electricity. Wiley.
- Hunt, S. (2002) Making competition work in electricity, Wiley Finance.
- Stoft, S. (2002) Power System Economics, Wiley-IEEE Press.

Fundamentos técnicos y económicos de los sistemas eléctricos, con énfasis en la actividad del transporte:

- Schweppe, F.C., Caramanis, M.C., Tabors, R.D., Bohn, R.E. (1988) Spot pricing of electricity. Kluwer Academic Publishers.
- Wood, A.J., Wollenberg, B.F., (1984) Power generation, operation and control. John Wiley.
- Levêque, F. (editor) Transport pricing of electricity networks, Kluwer, 2003.
- Woolf, F. (2003) Global Transmission Expansion. Recipes For Success. PennWell.

Fundamentos técnicos y económicos de los sistemas eléctricos, con énfasis en la actividad de distribución:

- T.A. Short. Electric Power Distribution Handbook. CRC Press, 2004
- H. Lee Willis. Power Distribution Planning Reference Book. 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. 2004.
- Incentive Regulation in Theory and Practice: Electricity Distribution and Transmission Networks. Paul L. Joskow, 2006
- R. Cossent. Economic regulation of Distribution System Operators and its adaptation to the penetration of Distributed Energy Resources and smart grid technologies. PhD Thesis, Comillas University. 2013.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

## GENERAL INFORMATION

Course information	
Name	Network Business: Transmission, Distribution and Smart Grids
Code	
Degree	Master in the Electric Power System (MEPI)
Year	
Semester	2 <sup>nd</sup> (Spring)
ECTS credits	6 ECTS
Type	Elective
Department	
Area	
Coordinator	Rafael Cossent / Michel Rivier

Instructor	
Name	Michel Rivier
Department	Institute for Research in Technology (IIT)
Area	
Office	D-504 – Santa Cruz de Marcenado 26
e-mail	michel.rivier@iit.comillas.edu
Phone	
Office hours	Arrange an appointment through email

Instructor	
Name	Rafael Cossent
Department	Institute for Research in Technology (IIT)
Area	
Office	D-401 – Santa Cruz de Marcenado 26
e-mail	rafael.cossent@iit.comillas.edu
Phone	
Office hours	Arrange an appointment through email

Instructor	
Name	Luis Olmos
Department	Institute for Research in Technology (IIT)
Area	
Office	D-404 – Santa Cruz de Marcenado 26
e-mail	luis.olmos@iit.comillas.edu
Phone	
Office hours	Arrange an appointment through email



<b>Instructor</b>	
<b>Name</b>	José Pablo Chaves
<b>Department</b>	Institute for Research in Technology (IIT)
<b>Area</b>	
<b>Office</b>	D-401 – Santa Cruz de Marcenado 26
<b>e-mail</b>	Jose.chaves@iit.comillas.edu
<b>Phone</b>	
<b>Office hours</b>	Arrange an appointment through email

<b>Instructor</b>	
<b>Name</b>	Tomás Gómez
<b>Department</b>	Institute for Research in Technology (IIT)
<b>Area</b>	
<b>Office</b>	D-403 – Santa Cruz de Marcenado 26
<b>e-mail</b>	tomas.gomez@iit.comillas.edu
<b>Phone</b>	
<b>Office hours</b>	Arrange an appointment through email

## DETAILED INFORMATION

<b>Contextualization of the course</b>
<p><b>Contribution to the professional profile of the degree</b></p> <p>The process of liberalization that has took place during the last decades resulted in the introduction of competition in some activities in the electricity sector. However, network activities, considered as natural monopolies, remain under regulation. This course is focused on the fundamentals and the regulation of the two network industries: transmission and distribution of electricity. On the other hand, the increasing deployment of distributed energy resources (DER) is introducing significant changes in the planning and operation of distribution networks, which are transforming more and more rapidly to smart grids.</p> <p>By the end of the course, students will understand the basic principles behind the regulation of network industries, will be able to critically understand the regulation of transmission and distribution in different countries, and will know the motivations and the current and future expectations about the transformation of distribution networks into smart grids.</p>
<p><b>Prerequisites</b></p> <p>Students willing to take this course should be familiar with fundamentals on electric power systems. Previous experience with regulation, economics and programming languages is also desired although not required.</p>

## CONTENTS

<b>Contents</b>
<b>Transmission</b>
<b>1. Background concepts</b>
The transmission activity. Modeling transmission networks in power systems decision support tools. Nodal pricing: concepts, computation and properties.
<b>2. Regulatory issues</b>
Short term economic signals: ohmic losses and congestion management. Long term economic signals: network remuneration and tariffs. Access issues. Transmission planning.
<b>3. Business activities</b>
Description of the organization of a Transmission Owner. Examples of activities: Access and expansion planning decision making in the Spanish TO (REE); Large interconnection system studies of the Spanish TO (REE).
<b>4. Interconnected power systems</b>
Transmission network regulation within regional markets.
<b>Distribution</b>
<b>1. Fundamentals on regulation</b>
Different regulatory alternatives.
<b>2. Quality of service and network losses</b>
Regulation of power quality. Incentives for improving quality of service and reducing network losses.
<b>3. International experiences</b>
Implementation of distribution regulation in selected countries.
<b>Smart grids</b>
Drivers and technological development. Smart meters, automation of electricity networks. Active demand management. Distributed generation.

## Competences and Learning Outcomes

### Competences

#### General Competences

#### Basic Competences

CB1 Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

#### Specific Competences

CE13 Comprender la función de la red de transporte y de la red de distribución en el suministro de electricidad, así como de su integración con el resto de las actividades eléctricas, tanto desde un punto de vista técnico como regulatorio o económico

CE14 Conocer en profundidad los principios económicos que subyacen a las alternativas de regulación para las actividades de transporte, e identificar y saber evaluar los diferentes conceptos de coste por los que las empresas distribuidoras deben ser remunerada: costes de operación y mantenimiento, amortización de infraestructuras, tasa de retorno sobre el capital invertido, gestión comercial, tributos e impuestos, etc.

CE15 Entender el impacto que la generación distribuida produce sobre las redes convencionales, y las implicaciones técnicas, económicas y regulatorias que tendrán las redes inteligentes en el futuro.

### Learning outcomes

The objective of the course is for the student to become knowledgeable about the network business of electricity systems. In particular, the specific learning outcomes are:

- RA1. To have acquired the advanced concepts presented in this course, both theoretical and practical, showing a detailed understanding about the regulation of network business, and about the main characteristic of network business.
- RA2. To understand the chief technical and economic characteristics that make the transmission and distribution networks a natural monopoly and therefore subject to regulation, distinguishing between how to use short- and long-term economic signals.
- RA3. To acquire a working knowledge of the various regulatory alternatives for decision-making with respect to transmission network investment and to understand and to be able to evaluate the various alternatives proposed to regulate transmission network access in the event of transmission constraints.
- RA4. To understand the fundamentals of electric distribution business and regulation and to identify the different regulatory alternatives proposed to regulate economically the distribution business.
- RA5. To understand the role of smart grids in future distribution networks and to acquire the knowledge about the different alternatives regarding smart grids in transmission and distribution networks.

## TEACHING METHODOLOGY

General methodological aspects	
<p>The teaching methodology combines both theoretical sessions (included invited speakers from the industry) and practical sessions that will enable the students to practice and deeply understand the problems faced in the regulation of network industries. The personal study and the individual/group assignment will complement this classroom training.</p>	
In-class activities	Competences
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Lectures and in-class discussions</b> (60 hours): Presentation of the main concepts and procedures, by the instructor and professionals from the power sector. They will include dynamic presentations, case studies, and the participation and interaction with students.</li> </ul>	CB1, CE13, CE14, CE15
Out-of-class activities	Competences
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Personal study</b> of the material to be discussed in the lectures (75 hours): This is an individual activity by the students, in which they will read, analyze and question the readings provided as background material, and that will be discussed with other students and lecturers in the classroom.</li> </ul>	CB1, CE13, CE14, CE15
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Out-of-class assignments</b> (45 hours): Learning activities that will be carried out outside of the classroom, and that may include individual or group assignments, exercises, problem solving, or personal research.</li> </ul>	CE13, CE14, CE15

## ASSESSMENT AND GRADING CRITERIA

Assessment activities	Grading criteria	Weight
Transmission 1st Mid-term exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-choice test and short questions to evaluate the basic understanding of the concepts</li> </ul>	11,25%
Transmission 2nd Mid-term exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-choice test and short questions to evaluate the basic understanding of the concepts</li> </ul>	11,25%
Transmission 3rd Mid-term exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-choice test and short questions to evaluate the basic understanding of the concepts</li> </ul>	4,5%
Transmission Group assignments	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Application of theoretical concepts to real problem-solving</li> <li>▪ Collection and critical review of information on transmission regulation</li> <li>▪ Ability to use and develop specific software</li> </ul>	18%
Distribution Mid-term exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-choice test and short questions to evaluate the basic understanding of the concepts</li> </ul>	11%
Distribution Final exam	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-choice test and short questions to evaluate all topics dealt with during the course</li> </ul>	24,75%
Group and individual case studies	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Application of theoretical concepts to real problem-solving</li> <li>▪ Ability to use and develop specific software</li> <li>▪ Capability to analyze the regulatory implications of numerical results</li> </ul>	19.25%

## GRADING AND COURSE RULES

### Grading

#### Regular assessment

The evaluation of the students' learning will comprise two grades: one corresponding to the **transmission** lectures, and the other one corresponding to **distribution** and smart grids. **If both grades are larger than, or equal to, 4 out of 10**, the final grade shall be calculated as the weighted average of both grades, giving a weight of **45% to transmission and 55% to distribution** and smart grids. **Otherwise**, the final grade shall be computed as the **minimum between 4 out of 10 and this weighted average**. In order to pass the course, students must obtain a **final grade of at least 5 out of 10**.

The evaluation of the transmission part will be based on exams (60%) and other aspects of the assessment (40%).

The evaluation of distribution and smart grids will be based on exams (65%) and other aspects of the performance assessment (35%).

#### Retakes

Students not passing the course according to the regular assessment criteria shall have a second chance to pass it in a second evaluation period at the end of June. This retake shall comprise an exam for each part of the course (transmission, or distribution and smart grids) where the student has not obtained a grade of at least 5 out of 10.

The grade obtained in this retake shall be the final grade of these students for the corresponding part or parts. For those parts (transmission, or distribution and smart grids) where the student has obtained at least a 5 out of 10 in the regular assessment period, students will keep this grade. Provided that the student has obtained a **final grade of at least 5 out of 10 in both parts** (transmission and distribution and smart grids), the final grade shall be calculated as the weighted average of the grades obtained by the student in each of the two parts of the course, giving a weight of **45% to transmission and 55% to distribution** and smart grids. Otherwise, the final grade shall be minimum between the grades obtained in the two parts of the course.

No student having passed the course in the first evaluation period shall be allowed to go through the assessment in the second period.

#### Course rules

- Class attendance is mandatory according to Article 93 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University and Article 6 of the Academic Rules (Normas Academicas) of the ICAI School of Engineering. Not complying with this requirement may have the following consequences:
  - Students who fail to attend more than 15% of the lectures may be denied the right to take the final exam during the regular assessment period.

Students who commit an irregularity in any graded activity will receive a mark of zero in the activity and disciplinary procedure will follow (cf. Article 168 of the General Regulations (Reglamento General) of Comillas Pontifical University).

## WORK PLAN AND SCHEDULE<sup>1</sup>

In and out-of-class activities	Date/Periodicity	Deadline
Mid-term exam	Weeks 7, 8, 17, 19	
Final exam	Week 19	
Review and self-study of the concepts covered in the lectures	After each lesson	
Problem-solving	Occasionally	
Assessment preparation	Weeks 3, 4, 5, 10, 11	
Distribution Group Assessment Transmission Group Assessment	During the last half of the course	Week 19
Final exam preparation	June	Week 19

STUDENT WORK-TIME SUMMARY	
<b>IN-CLASS HOURS</b>	
Lectures and in-class discussions: Presentation of the main concepts and procedures, by the instructor and professionals from the power sector. They will include dynamic presentations, case studies, and the participation and interaction with students	
60	
<b>OUT-OF-CLASS HOURS</b>	
Personal study of the material to be discussed in the lectures: individual activity, in which they will read, analyze and question the readings provided as background material, and that will be discussed with other students and lecturers in the classroom	Out-of-class assignments: Learning activities that will be carried out outside of the classroom, and that may include individual or group assignments, exercises, problem solving, or personal research
60	60
<b>ECTS credits:</b>	
<b>6 (180 hours)</b>	

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

Perez-Arriaga, Ignacio J., Regulation of the Power Sector. Springer. 2013

- Chapter 4: Monopoly Regulation
- Chapter 5: Electricity Distribution
- Chapter 6: Electricity Transmission
- Chapter 10: Regional Markets
- Chapter 14: Challenges in power Sector Regulation

### Complementary bibliography

Texts related to competition schemes within the Electrical Sector:

- International Energy Agency (2001) Competition in electricity markets. OECD.
- Hunt, S., Shuttleworth, G. (1996) Competition and choice in electricity. Wiley.
- Hunt, S. (2002) Making competition work in electricity, Wiley Finance.
- Stoff, S. (2002) Power System Economics, Wiley-IEEE Press.

Power Systems technology and economic bases with emphasize on transmission topics:

<sup>1</sup> A detailed work plan of the subject can be found in the course summary sheet (see last page). Nevertheless, this schedule is tentative and may vary to accommodate the rhythm of the class.

- Schweppe, F.C., Caramanis, M.C., Tabors, R.D., Bohn, R.E. (1988) Spot pricing of electricity. Kluwer Academic Publishers.
- Wood, A.J., Wollenberg, B.F., (1984) Power generation, operation and control. John Wiley.
- Levêque, F. (editor) Transport pricing of electricity networks, Kluwer, 2003.
- Woolf, F. (2003) Global Transmission Expansion. Recipes For Success. PennWell.

Power Systems technology and economic bases with emphasize on distribution topics:

- T.A. Short. Electric Power Distribution Handbook. CRC Press, 2004
- H. Lee Willis. Power Distribution Planning Reference Book. 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. 2004.
- Incentive Regulation in Theory and Practice: Electricity Distribution and Transmission Networks. Paul L. Joskow, 2006
- R. Cossent. Economic regulation of Distribution System Operators and its adaptation to the penetration of Distributed Energy Resources and smart grid technologies. PhD Thesis, Comillas University. 2013.