



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Monitorización y Control de Redes de Energía

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2019/2020

Curso 2º – Cuatrimestre 2º

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Monitorización y control de redes de energía
Código:	202015
Titulación en la que se imparte:	Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Departamento y Área de Conocimiento:	Departamento: Electrónica Áreas: Tecnología Electrónica
Carácter:	Optativa
Créditos ECTS:	6
Curso y cuatrimestre:	Curso 2º – Cuatrimestre 2º
Profesorado	Emilio Bueno, Fco. Javier Rodríguez, Jesús Ureña
Horario de Tutoría:	Por determinar
Idioma en el que se imparte:	Español e English Friendly

0. Course Summary

This course aims to study methods of monitoring and control of electrical networks, as the way to go deploying network intelligence that will improve the quality of service offered to users. Since distribution networks are those that require significant development in monitoring and control, they will be the core of the subject.

1. PRESENTACIÓN

Esta asignatura pretende estudiar métodos de monitorización y control de las redes eléctricas, como la vía para ir desplegando inteligencia de red que permita mejorar la calidad de servicio que ofrecen a los usuarios. Dado que las redes de distribución son las que necesitan un desarrollo importante en la monitorización y control, serán éstas el núcleo de la asignatura.

Para abordar con éxito esta asignatura será necesario tener conocimientos previos de sistemas de control, electrónica de potencia e instrumentación electrónica.

2. COMPETENCIAS y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Esta asignatura contribuye a adquirir las competencias Básicas, Generales y Transversales que se detallan en el siguiente listado: [Competencias Básicas, Generales y Transversales](#).

Por otro lado, los resultados de aprendizaje esperados con esta asignatura son los siguientes:

- RA1 (RAGDIE7): Analizar el funcionamiento y prestaciones de los equipos inteligentes destinados a la supervisión y control de las redes de energía de media y baja tensión.
- RA2 (RAGDIE8): Planificar y diseñar estrategias para gestionar e integrar la información de medida y control generada en los centros de transformación.

3. CONTENIDOS

Se estudiarán los siguientes aspectos relativos a la monitorización y control de redes de energía:

- Revisión conceptos básicos de sistemas eléctricos de potencia. Representación de variables trifásicas mediante vectores. Sincrofasores (PMU) y sistemas de sincronización con la red eléctrica.
- Supervisión y control de redes de baja y media tensión. IED (Intelligent Electronic Device): electrónica de monitorización, control, medida y comunicaciones. Sistemas de gestión. Topologías, predicción de carga, flujos de potencia, medida y gestión de caídas de tensión, detección de faltas, alertas tempranas. Integración de energías renovables.
- Sistemas electrónicos de potencia para control de la calidad de energía eléctrica. Sistemas FACTs y HVDC. Control de microrredes.
- Estimación del estado de la red. Ubicación de los puntos de medida. Técnicas de estimación. Reconfiguración dinámica. Autosanación.

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.-ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	60 h (30 h de clases teóricas, 28 h de laboratorio/seminarios/conferencias y 2h de pruebas)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	90 h
Total horas	150 h

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Las actividades formativas presenciales que se han planificado para cada tema se dividen en clases teóricas, seminarios, prácticas de laboratorio o ejercicios de simulación, trabajos y desarrollo de memorias y visitas externas:

4.2.1. Clases teóricas

Las exposiciones (o clases magistrales) tienen por objetivo proporcionar la información correspondiente a cada unidad temática, facilitando la adquisición de algunas de las competencias genéricas, como la comprensión y ampliación de nuevos conocimientos. En ellas se desarrollarán las bases fundamentales de la materia.

4.2.2. Seminarios

Los seminarios se utilizan para resolver preguntas y problemas que complementan la información aportada en cada tema. Facilitarán la adquisición de competencias tanto genéricas como específicas, pero con un mayor carácter aplicado. Además, sirven al profesor de control sobre el nivel de recepción y de trabajo personal del alumno.

En los seminarios se desarrollarán algunos aspectos específicos derivados de las clases teóricas y en los que se realizarán ejercicios y cuestiones con objeto de facilitar la comprensión de los conceptos y su aplicación. En algunos casos, se llevarán a cabo clases prácticas de resolución de problemas y/o presentación de actividades y/o proyectos.

4.2.3. Prácticas de laboratorio y ejercicios de simulación

Para las prácticas de laboratorio, se pondrá a disposición del alumnado, antes de comenzar, un guion de prácticas en el que se indicarán claramente las medidas de seguridad en el laboratorio, los objetivos y fundamentos de los experimentos que debe llevar a cabo, así como una colección de cuestiones sobre el trabajo experimental realizado. Previamente a la ejecución de la práctica, el alumno/a tendrá la obligación de leer el guion de la misma. La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es obligatoria, sólo se podrá faltar a una sesión siempre y cuando se presente justificante y sea una causa muy extraordinaria.

4.2.4. Trabajos y desarrollo de memorias

A lo largo del curso al alumno se irán proponiendo actividades y trabajos tanto teóricos como prácticos, e manera que el alumno pueda experimentar tanto individualmente como en grupo, consolidando así los conceptos adquiridos.

Durante todo el proceso de aprendizaje de la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que utilizará profesionalmente

4.2.5. Pruebas de seguimiento

Además de los procedimientos de evaluación descritos en el apartado 5, a lo largo de la asignatura se establecerán procesos de evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje. Se fomentarán las actividades tanto de heteroevaluación, como de auto y coevaluación.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

5.1. Criterios de Evaluación

El proceso de evaluación tiene por objetivo valorar el grado y profundidad de las competencias adquiridas por el alumno.

En consecuencia, los criterios de evaluación que se apliquen en las diversas pruebas que forman parte del proceso revisan los aspectos fundamentales

trabajados en las diferentes sesiones formativas de la asignatura, para asegurar a través de los criterios de calificación (definidos más adelante) que el alumno alcanza los resultados del aprendizaje descritos en el punto 2 que aseguran la adquisición (parcial o total) de las competencias también allí descritas.

- CE1: El alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en la interpretación de resultados y resolución de cuestiones y/o ejercicios.
- CE2: El alumno demuestra capacidad de integrar los conocimientos explicados en los distintos temas de teoría para poder resolver de manera creativa y original los problemas que se le planteen.
- CE3: El alumno es capaz de manejar herramientas de simulación y de emplearlas adecuadamente, enlazando los resultados con los previstos teóricamente.
- CE4: El alumno genera documentación correctamente redactada, clara y precisa sobre los trabajos realizados.
- CE5: El alumno expone y defiende de manera clara y razonada sus propuestas para la resolución de los problemas planteados

5.2 Procedimientos e Instrumentos de Evaluación

El proceso de evaluación propuesto está inspirado en la evaluación continua, si bien, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá, el alumno podrá acogerse a la evaluación final¹. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua descrito a continuación.

1. Prueba de evaluación final (PEF). Se realizará un examen de conocimientos básicos al final del curso que consistirán en una serie de preguntas de respuesta que abordarán los aspectos teóricos y prácticos básicos de los temas impartidos.
2. Entrega de un trabajo o estudio de varios artículos (TR). Consiste en la resolución de un problema práctico relativo a la asignatura. Se presentará una memoria del trabajo y se realizará una presentación oral del mismo.
3. Prácticas de laboratorio (PL). Valoración de la participación, aprovechamiento y comprensión de las sesiones prácticas realizadas en el laboratorio y prueba de evaluación de laboratorio.

5.3 Criterios de Calificación

5.3.1. Modelo de Evaluación Continua:

¹ Los alumnos tendrán un plazo de 15 días para solicitar por escrito al Director de la EPS su intención de acogerse al modelo de evaluación final aduciendo las razones que estimen convenientes según lo indicado en la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011), Artículo 10, párrafo 2.

- a) **Convocatoria Ordinaria.** Los estudiantes serán evaluados de forma continuada mediante pruebas distribuidas a lo largo del periodo lectivo. El tipo de pruebas a realizar en esta convocatoria, los porcentajes de peso de tales pruebas sobre la calificación final así como la relación entre los criterios e instrumentos de evaluación así como los resultados de aprendizaje objetivo de la asignatura es el siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	40%
	CE4-CE5	TR	30%
	CE3	PL	30%

Se considerará que un alumno ha participado en el proceso enseñanza-aprendizaje y por tanto **se ha presentado en la convocatoria ordinaria** si se presenta a la PEF.

Se considerará que los alumnos **han superado la asignatura** si:

- Logran una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre todos los instrumentos de evaluación.
 - La calificación obtenida en el conjunto de pruebas que verifican los resultados de aprendizaje de la parte teórico-práctica de la asignatura, por un lado, y de laboratorio, por otro, sea igual o superior al 40% del máximo obtenible mediante los correspondientes instrumentos de calificación.
- b) **Convocatoria Extraordinaria.** Aquellos alumnos que no superen la convocatoria ordinaria tendrán derecho a una Convocatoria Extraordinaria. El tipo de pruebas a realizar en esta convocatoria, los porcentajes de peso de tales pruebas sobre la calificación final así como la relación entre los criterios e instrumentos de evaluación así como los resultados de aprendizaje objetivo de la asignatura es el siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%
	CE3-CE4-CE5	PL	50%

Se considerará que los alumnos **han superado la asignatura** si:

- Logran una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre todos los instrumentos de evaluación.

- La calificación obtenida en el conjunto de pruebas que verifican los resultados de aprendizaje de la parte teórico-práctica de la asignatura, por un lado, y de laboratorio, por otro, sea igual o superior al 40% del máximo obtenible mediante los correspondientes instrumentos de calificación.

Se considerará que un alumno **se ha presentado en la convocatoria extraordinaria** si realiza alguna de las pruebas previstas.

5.3.2. Modelo de Evaluación Final:

- a) Convocatoria Ordinaria.** El tipo de pruebas a realizar en esta convocatoria, los porcentajes de peso de tales pruebas sobre la calificación final así como la relación entre los criterios e instrumentos de evaluación así como los resultados de aprendizaje objetivo de la asignatura y calificación es el siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%
	CE3-CE5	PL	50%

Se considerará que los alumnos **han superado la asignatura** si:

- Logran una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre todos los instrumentos de evaluación.
- La calificación obtenida en el conjunto de pruebas que verifican los resultados de aprendizaje de la parte teórico-práctica de la asignatura, por un lado, y de laboratorio, por otro, sea igual o superior al 40% del máximo obtenible mediante los correspondientes instrumentos de calificación.

Se considerará que un alumno **se ha presentado en la convocatoria ordinaria** si realiza alguna de las pruebas previstas.

- b) Convocatoria Extraordinaria.** Aquellos alumnos que no superen la convocatoria ordinaria tendrán derecho a una Convocatoria Extraordinaria. El tipo de pruebas a realizar en esta convocatoria, los porcentajes de peso de tales pruebas sobre la calificación final así como la relación entre los criterios e instrumentos de evaluación así como los resultados de aprendizaje objetivo de la asignatura y calificación es el siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%

	CE3-CE5	PL	50%
--	---------	----	-----

Se considerará que los alumnos **han superado la asignatura** si:

- Logran una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre todos los instrumentos de evaluación.
- La calificación obtenida en el conjunto de pruebas que verifican los resultados de aprendizaje de la parte teórico-práctica de la asignatura, por un lado, y de laboratorio, por otro, sea igual o superior al 40% del máximo obtenible mediante los correspondientes instrumentos de calificación.

Se considerará que un alumno **se ha presentado en la convocatoria extraordinaria** si realiza alguna de las pruebas previstas.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía Básica

- Transparencias de la asignatura.
- Smart Grid: Technology and applications. Janaka Ekanayake y otros. Wiley. 2012.
- Smart Grids, opportunities, developments and trends. Shawkat Ali. Springer 2013.
- Network Protection and Automation Guide: Protective Relays, Measurements and Control, May 2011, Alstom Grid.

6.2 Bibliografía Complementaria

- Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. A.G. Phadke y J.S. Thorp. Ed. Springer. 2008.
- Improving Network Availability with IED. Schneider Electric. 2013.
- AMI case book. International Smartgrid action network. 2013.



Universidad
de Alcalá

TEACHING GUIDE

Monitoring and Control of Electrical networks

**University Master in Industrial Engineering
University of Alcala**

2019/2020

Year 2^o – Period 2^o

TEACHING GUIDE

Name of the course:	Monitorización y control de redes de energía
Code:	202015
Master:	Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Department and area of Knowledge:	Departamento: Electrónica Áreas: Tecnología Electrónica
Character:	Elective
ECTS credits:	6
Course and semester:	Year 2º – semester 2º
Teachers:	Emilio Bueno, Fco. Javier Rodríguez, Jesús Ureña
Office hours:	Consult UAH virtual platform
Language classes Offered:	Spanish and English Friendly

1. PRESENTATION

This course aims to study methods of monitoring and control of electrical networks, as the way to go deploying network intelligence that will improve the quality of service offered to users. Since distribution networks are those that require significant development in monitoring and control, they will be the core of the subject.

To successfully tackle this subject it will be necessary to have previous knowledge of control systems, power electronics and electronic instrumentation.

2. COMPETENCES and LEARNING OUTCOMES

The expected learning results with this subject are the following:

- RA1 (RAGDIE7): Analyze the operation and performance of intelligent equipment for the supervision and control of medium and low voltage energy networks.
- RA2 (RAGDIE8): Plan and design strategies to manage and integrate the measurement and control information generated in the transformation centers.

3. CONTENTS

The following aspects related to the monitoring and control of energy networks will be studied:

- Review basic concepts of electrical power systems. Representation of three-phase variables by means of vectors. Synchrophasors (PMU) and synchronization systems with the electrical network.
- Supervision and control of low and medium voltage networks. IED (Intelligent Electronic Device): electronic monitoring, control, measurement and communications. Management systems. Topologies, load prediction, power flows, measurement and management of voltage drops, fault detection, early warnings. Integration of renewable energies.
- Electronic power systems to control the quality of electrical energy. FACTS and HVDC systems. Microgrids control.
- Grid state estimation. Points measurement location. Estimation techniques Dynamic reconfiguration Self-healing.

4. METHODOLOGY OF TEACHING AND LEARNING. TRAINING ACTIVITIES

4.1. Credit distribution

Number of hours in attendance:	60 h (30 h de clases teóricas, 28 h de laboratorio/seminarios/conferencias y 2h de pruebas)
Number of student work on their own:	90 h
Total hours:	150 h

4.2. Methodological strategies, materials and teaching resources

The face-to-face training activities that have been planned for each subject are divided into theoretical classes, seminars, laboratory practices or simulation exercises, work and development of memories and external visits:

4.2.1. Theoretical classes

The purpose of the expositions (or master classes) is to provide the information corresponding to each thematic unit, facilitating the acquisition of some of the generic competences, such as understanding and expanding new knowledge. In them the fundamental bases of the matter will be developed.

4.2.2. Seminars

The seminars are used to solve questions and problems that complement the information provided in each topic. They will facilitate the acquisition of both generic and specific competences, but with a greater applied character. In addition, they serve the control teacher on the level of reception and personal work of the student.

In the seminars some specific aspects derived from the theoretical classes will be developed and in which exercises and questions will be carried out in order to facilitate the understanding of the concepts and their application. In some cases, practical problem solving and / or presentation of activities and / or projects will be carried out.

4.2.3. Laboratory Works and simulation exercises

For laboratory works, students will be provided, before starting, with a practice script in which the safety measures in the laboratory, the objectives and foundations of the experiments they must carry out, will be clearly indicated. a collection of questions about the experimental work carried out. Prior to the execution of the practice, the student will have the obligation to read the script of the same. Attendance at all laboratory sessions is mandatory, you can only miss a session as long as proof is presented and it is a very extraordinary cause.

4.2.4. Extra works and development of reports

Throughout the course the student will be proposed activities and both theoretical and practical work, so that the student can experiment both individually and in groups, thus consolidating the concepts acquired.

Throughout the learning process of the subject, the student must make use of different sources and bibliographical or electronic resources, so that he becomes familiar with the documentation environments that he will use professionally

4.2.5. Follow-up Tests

In addition to the evaluation procedures described in section 5, throughout the course will be established processes of evaluation of the teaching-learning process. The hetero-evaluation, self-assessment and co-evaluation activities will be encouraged.

5. EVALUATION: Assessment criteria

5.1. Assessment criteria

The objective of the evaluation process is to assess the degree and depth of the competences acquired by the student.

Consequently, the evaluation criteria applied in the various tests that are part of the process review the fundamental aspects worked in the different training sessions of the subject, to ensure through the qualification criteria (defined below) that the student it reaches the learning results described in point 2 that ensure the acquisition (partial or total) of the competencies also described there.

- CE1: The student is able to apply the knowledge acquired in the interpretation of results and resolution of issues and / or exercises.
- CE2: The student demonstrates the ability to integrate the knowledge explained in the different theory topics in order to solve in a creative and original way the problems that arise.
- CE3: The student is able to handle simulation tools and use them appropriately, linking the results with those theoretically predicted.
- CE4: The student generates correctly written, clear and precise documentation about the work carried out.
- CE5: The student exposes and defends in a clear and reasoned way his proposals for the resolution of the problems proposed

5.2 Assessment procedures and tools

The proposed evaluation process is inspired by the continuous evaluation, although, respecting the regulations of the University of Alcalá, the student will be able to benefit from the final evaluation. The evaluation of the learning process of all students who do not apply for it or are denied it will be done, by default, according to the continuous evaluation model described below.

1. Final evaluation test (PEF). There will be a basic knowledge exam at the end of the course that will consist of a series of answer questions that will address the basic theoretical and practical aspects of the topics taught.
2. Delivery of a work or study of several articles (TR). It consists in solving a practical problem related to the subject. A work report will be presented and an oral presentation will be made.
3. Laboratory works (PL). Assessment of participation, use and understanding of practical sessions held in the laboratory and laboratory evaluation test.

5.3 Calification criterias

5.3.1. Continuous Assessment call:

- a) **Ordinary call.** Students will be evaluated continuously through tests distributed throughout the school term. The type of tests to be carried out in this call, the percentages of weight of such tests on the final grade as well as the relationship between the criteria and assessment instruments as well as the objective learning outcomes of the subject is as follows

Learning results	Assessment criteria	Assessment tools	Weights
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	40%
	CE4-CE5	TR	30%
	CE3	PL	30%

It will be considered that a student has participated in the teaching-learning process and therefore has been presented in the ordinary call if presented to the PEF.

Students will be considered **to have passed the subject** if:

- Achieve a global weighted grade equal to or greater than 5 (out of 10) among all assessment instruments.
 - The grade obtained in the set of tests that verify the learning results of the theoretical-practical part of the subject, on the one hand, and laboratory, on the other, is equal to or greater than 40% of the maximum obtainable through the corresponding instruments of qualification.
- b) **Extraordinary call.** Those students who do not pass the ordinary call will be entitled to an Extraordinary Call. The type of tests to be carried out in this call, the percentages of weight of such tests on the final grade as well as the relationship between the criteria and assessment instruments as well as the objective learning outcomes of the subject is as follows:

Learning results	Assessment criteria	Assessment tools	Weights
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%
	CE3-CE4-CE5	PL	50%

Students will be considered to **have passed the subject** if:

- Achieve a global weighted grade equal to or greater than 5 (out of 10) among all assessment instruments.
- The grade obtained in the set of tests that verify the learning results of the theoretical-practical part of the subject, on the one hand, and laboratory, on the other, is equal to or greater than 40% of the maximum obtainable through the corresponding instruments of qualification.

It will be considered that a student **has been presented in the extraordinary call** if he performs any of the planned tests.

5.3.2. Final Assessment call:

- a) **Ordinary call.** The type of tests to be carried out in this call, the percentages of weight of such tests on the final grade as well as the relationship between the criteria and assessment instruments as well as the objective learning outcomes of the subject and qualification is as follows:

Learning results	Assessment criterias	Assessment tools	Weights
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%
	CE3-CE5	PL	50%

Students will be considered **to have passed the subject** if:

- Achieve a global weighted grade equal to or greater than 5 (out of 10) among all assessment instruments.
- The grade obtained in the set of tests that verify the learning results of the theoretical-practical part of the subject, on the one hand, and laboratory, on the other, is equal to or greater than 40% of the maximum obtainable through the corresponding instruments of qualification.

It will be considered that a student **has presented himself in the ordinary call** if he performs any of the planned tests.

- b) **Extraordinary call.** Those students who do not pass the ordinary call will be entitled to an Extraordinary Call. The type of tests to be carried out in this call, the percentages of weight of such tests on the final grade as well as the relationship between the criteria and assessment instruments as well as the objective learning outcomes of the subject and qualification is as follows:

Learning results	Assessment criteria	Assessment tools	Weights
RA1-RA2	CE1-CE2	PEF	50%
	CE3-CE5	PL	50%

Students will be considered **to have passed the subject** if:

- Achieve a global weighted grade equal to or greater than 5 (out of 10) among all assessment instruments.
- The grade obtained in the set of tests that verify the learning results of the theoretical-practical part of the subject, on the one hand, and laboratory, on the other, is equal to or greater than 40% of the maximum obtainable through the corresponding instruments of qualification.

It will be considered that a student **has presented himself in the ordinary call** if he performs any of the planned tests.

6. REFERENCES

6.1 Basic references

- Transparencias de la asignatura.
- Smart Grid: Technology and applications. Janaka Ekanayake y otros. Wiley. 2012.
- Smart Grids, opportunities, developments and trends. Shawkat Ali. Springer 2013.
- Network Protection and Automation Guide: Protective Relays, Measurements and Control, May 2011, Alstom Grid.

6.2 Complementary references

- Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. A.G. Phadke y J.S. Thorp. Ed. Springer. 2008.
- Improving Network Availability with IED. Schneider Electric. 2013.
- AMI case book. International Smartgrid action network. 2013.