



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93001305 - Laboratorio De Simulación De Células Solares

PLAN DE ESTUDIOS

09BP - Master Universitario En Energia Solar Fotovoltaica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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..... | 4 |
| 6. Cronograma..... | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 8 |
| 8. Recursos didácticos..... | 11 |
| 9. Otra información..... | 12 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Nombre de la asignatura | 93001305 - Laboratorio de Simulación de Células Solares |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Optativa |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Segundo semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Inglés/Castellano |
| Titulación | 09BP - Master Universitario en Energia Solar Fotovoltaica |
| Centro responsable de la titulación | 09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion |
| Curso académico | 2025-26 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|-----------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------------------------------|
| David Fuertes Marron (Coordinador/a) | IES 201 | david.fuertes@upm.es | M - 15:00 - 16:00 with previous e-mail appoinmernt |

* 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

- Fundamentos De CÉlulas Solares

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Master Universitario en Energia Solar Fotovoltaica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE1 - Comprender, analizar y juzgar la relevancia de cualquier contribución en este campo, en relación con su entorno social, energético y científico-técnico.

CE2 - Conocimiento, análisis y propuestas de nuevos conceptos, métodos o dispositivos para la conversión fotovoltaica.

CG5 - Gestión de la información: buscar y gestionar recursos bibliográficos adecuados con eficiencia, aprender a continuar los estudios de manera ampliamente autónoma como base para la futura actividad de investigación e innovación

CG8 - Aplicar metodologías, procedimientos, herramientas y normas del estado del arte para la creación de nuevos componentes tecnológicos; Construir nuevas hipótesis y modelos, evaluarlos y aplicarlos a la resolución de problemas

CG9 - Comunicar juicios, y conocimientos a audiencias especializadas y no especializadas, de una manera razonada, clara y sin ambigüedades

CT3 - Uso de la lengua inglesa: comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa; redactar en inglés informes y artículos científicos usando herramientas informáticas; realizar exposiciones públicas en inglés de trabajos, resultados y conclusiones de investigación, por ejemplo, en las asignaturas del Máster o en congresos de carácter mayoritariamente internacional o en estancias en centros extranjeros, todo ello con la ayuda de medios informáticos audiovisuales

4.2. Resultados del aprendizaje

RA7 - RA6 ? RA25 ? Capacidad para comprender el funcionamiento básico de diferentes tipos de células solares, tanto actuales, como las que surjan en un futuro próximo.

RA15 - RA5 - Relacionar los principios básicos con los aspectos prácticos

RA4 - RA2 ? RA24 ? Conocimiento de los fundamentos físicos de las células solares

RA13 - RA3 - Conocer las herramientas de simulación más utilizadas para células y sistemas FV

RA11 - RA12 ? RA37 ? Comprender los principios físicos relevantes que afectan al funcionamiento de las células solares

RA12 - RA11 ? RA39 ? Capacidad para comprender los fundamentos físicos de las células solares actuales y de nueva generación

RA16 - RA27 - Capacidad crítica para analizar los diferentes modelos en términos de principios básicos de la física

RA14 - RA4 - Capacidad para analizar los resultados

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This course introduces the student to the simulation of solar cell devices and their interconnection into PV modules and presents different software tools frequently used in the field of photovoltaics. The main objective of the course is to provide training in the use of the software tools and to develop the student's capabilities of analysis, design and optimisation of PV devices.

The software utilised in the subject includes PC1D, SCAPS, and Microcap (SPICE). It is strongly recommended that students count with their own Windows-based (or compatible) personal computer.

The contents are grouped into thematic blocks, simultaneously revisiting theoretical concepts and introducing novel practical aspects, in the form of practice exercises that cover a wide range of topics, from fundamentals of charge carriers at microscopic level up to the evaluation of mismatch losses between cells at module level.

This subject follows the flipped classroom methodology.

5.2. Temario de la asignatura

1. PC1D

1.1. Si-based solar cell: emitter optimisation, sheet resistance, front-grid dimensioning, and figure of merit

1.2. Comparison with the analytic model and bifaciality

2. SCAPS

2.1. Thin-film, heterojunction-based solar cells and diagnosis

2.2. Advanced simulation and optimisation

3. Microcap (SPICE)

3.1. Equivalent electric circuit of a solar cell

3.2. Cell interconnection, modules, mismatch and bypass diodes

3.3. Interconnection optimization

3.4. Multijunction solar cell and operation under concentrated light

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Introduction Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 2 | Basics of PC1D Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 3 | PC1D - Optimization of silicon-based solar cells Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 4 | PC1D -Comparison with analytic model Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 5 | Basics of SCAPS Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | SCAPS - Thin-film, heterojunction-based solar cells Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 7 | SCAPS - Advanced simulation Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 8 | Basics of Microcap and equivalent circuit modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 9 | Microcap - Equivalent circuit of a solar cell Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 10 | Microcap - Multijunction solar cell and operation under concentrated light Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |

| | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | Microcap - Cell interconnection, modules, mismatch and bypass diodes Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 12 | Microcap - Interconnection optimization Duración: 02:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Lab assignment TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00 |
| 13 | Other online resources Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 14 | Closing session Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | Examen final EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 03:00 |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|----------------|-----------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
| 4 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
| 6 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |

| | | | | | | | |
|----|----------------|-----------------------------------------|---------------|-------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
| 9 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
| 10 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
| 11 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |

| | | | | | | | |
|----|----------------|-----------------------------------------|---------------|-------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | Lab assignment | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 12.5% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |
|----|----------------|-----------------------------------------|---------------|-------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|--------------|------------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Examen final | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00 | 100% | 5 / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 CG9 CT3 CE1 CE2 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|---------------------------------------|------------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| Examen de convocatoria extraordinaria | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 03:00 | 100% | 5 / 10 | CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG3 CG5 CG8 |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

The goals and content of this course are aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), as the rest of the subjects in the Master Degree on PV Solar Energy. The promotion of PV solar energy has clear links with SDG 7 (Affordable and Clean Energy), SDG 13 (Climate Action) and SDG 9 (Industries, Innovation and Infrastructures)