



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

93001303 - Tecnología De Fabricación Fotovoltaica Y Optoelect

PLAN DE ESTUDIOS

09BP - Master Universitario En Energia Solar Fotovoltaica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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..... | 5 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 7 |
| 8. Recursos didácticos..... | 10 |
| 9. Otra información..... | 10 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|---|
| Nombre de la asignatura | 93001303 - Tecnología de Fabricación Fotovoltaica y Optoelect |
| No de créditos | 5 ECTS |
| Carácter | Optativa |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Primer semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| 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 * |
|--|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
| Carlos Del Cañizo Nadal (Coordinador/a) | IES-113-1 | carlos.canizo@upm.es | Sin horario. |
| Ivan Garcia Vara | IES-204 | ivan.garciav@upm.es | Sin horario. |
| David Fuertes Marron | IES-201 | david.fuertes@upm.es | Sin horario. |

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

2.3. Profesorado externo

| Nombre | Correo electrónico | Centro de procedencia |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Nerea Dasilva Villanueva | n.dasilva@upm.es | Universidad Politécnica de Madrid |

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Energía Solar Fotovoltaica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Fundamentals of physics and knowledge about semiconductor physics

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

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

CE3 - Realización, desarrollo e innovación de procesos tecnológicos para la fabricación de dispositivos fotovoltaicos.

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

CG7 - Trabajo en contextos internacionales: Llevar a cabo un proceso sustancial de investigación con seriedad e integridad académicas, integrado en un grupo de I+D+i con proyección internacional

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 científico-técnicos 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

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

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

RA18 - RA15 - Formación en técnicas de cálculo de costes

RA23 - RA71 - Familiarizarse con los aspectos prácticos de fabricación de dispositivos fotovoltaicos

RA20 - RA46 - Adiestrar al alumno en el trabajo en equipo

RA21 - RA47 - Aprender a argumentar convincentemente

RA22 - RA70 - Conocer los procesos de fabricación de células solares

RA14 - RA4 - Capacidad para analizar los resultados

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.

RA19 - RA45 - Capacitar al alumno a hacer presentaciones en público

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Study of manufacturing technologies for photovoltaic solar cells and modules.

Manufacturing processes for silicon solar cells, including chemical steps, diffusion, film deposition.

Manufacturing technologies for thin films and for solar cells based on III-V semiconductors.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to solar cell manufacturing
2. Manufacturing technologies for silicon solar cells
3. Manufacturing technologies for thin film solar cells
4. Manufacturing technologies for solar cells based on III-V semiconductors
5. Manufacturing costs
6. Lab sessions on the manufacturing of solar cells

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 | Lab session: Basic characterization of solar cells Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 2 | PV manufacturing landscape Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: texturing Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab practice TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 3 | Si technology: solid-state diffusion Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: diffusion Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab practice TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 4 | Si technology: layer deposition Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: SiNx deposition Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas | | Lab practice TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 5 | Manufacturing costs Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Simulation of Manufacturing costs Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | |
| 6 | Si PV technologies in the market Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: lifetime measurements Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab practice TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 7 | Thin film technology I Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: photolithography Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 8 | Thin film technology II Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: metallisation Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Lab practice TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 9 | Thin film technology III Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lab session: wrap-up session Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 10 | Technology of III-V semiconductors I Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Technology of III-V semiconductors II Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Exercises about solar cell manufacturing technologies Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Exercises about solar cell manufacturing technologies Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | | |
| 11 | | | | |
| 12 | Presentation of project Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | | Presentation of project PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00 |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | Exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y 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 |
|------|--------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 2 | Lab practice | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 4% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG8 CG9 CT3 CE3 |
| 3 | Lab practice | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 4% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG8 CG9 CT3 CE3 |
| 4 | Lab practice | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 4% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG8 CG9 CT3 CE3 |
| 6 | Lab practice | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 4% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG8 CG9 CT3 CE3 |
| 8 | Lab practice | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 4% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG8 CG9 CT3 |

| | | | | | | | |
|----|-------------------------|--|------------|-------|-----|--------|---|
| | | | | | | | CE3 |
| 12 | Presentation of project | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 00:00 | 25% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG5 CG7 CG8 CG9 CT3 CE1 |
| 17 | Exam | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00 | 55% | 3 / 10 | CB7 CB8 CB10 CT3 CE3 |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------------|
| 17 | Exam | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00 | 55% | 3 / 10 | CB7 CB8 CB10 CT3 CE3 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--------------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Exam | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00 | 55% | 3 / 10 | CB7 CB8 CB10 CT3 CE3 |
| Exam about lab processes | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 01:00 | 20% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CT3 CE1 CE3 |

| | | | | | | |
|-------------------------|---|------------|-------|-----|------|---|
| Presentation of project | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 02:00 | 25% | / 10 | CB6 CB7 CB8 CB10 CG5 CG7 CG8 CG9 CT3 CE1 |
|-------------------------|---|------------|-------|-----|------|---|

7.2. Criterios de evaluación

To pass successfully this course, the final grade should be equal or above 5/10, when considering each of the evaluation activities and their weight.

The lab practices and the presentation of the project for the progressive evaluation are liberating blocks with regards to the extraordinary evaluation.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|----------------------|--------------|---|
| Manufacturing lab | Equipamiento | Manufacturing equipment for silicon solar cells of the Solar Energy Institute |
| Characterization lab | Equipamiento | Equipment for the characterization of photovoltaic materials and devices |
| Moodle | Recursos web | Repository for documentation, student forum and marks |
| References | Bibliografía | Recommended books and scientific papers |
| Simulation software | Otros | Access to software tools related to Photovoltaic Manufacturing |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Some of the lab sessions will take place in the facilities that the Instituto de Energía Solar has in the UPM Park in TecnoGetafe.

The goals and content of this course are aligned with the Sustainable Development Goals (SDG), as is in fact the whole Master on Photovoltaic Solar Energy to which it belongs. The promotion of Photovoltaic Solar Energy, which is becoming a cornerstone in the energy transition we are experiencing, has a clear positive impact in SDG 7 (Affordable and Clean Energy) and in SDG13 (Climate action).

Paying special attention to manufacturing processes, it also tackles some of the concerns included in SDG 9 (Industries, Innovation and Infrastructures), addressing sustainability aspects of the industrial processes and highlighting the importance of innovative manufacturing processes in the photovoltaic sector.