

ELECTRÓNICA DE POTENCIA



Cuaderno del Estudiante



Francisco Javier Maseda
Rego

INDICE

1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1. Pregunta motriz	3
1.2. Escenario	3
1.3. Preguntas guía	4
1.4. Objetivos de aprendizaje	6
2. METODOLOGÍA	9
2.1. aprendizaje cooperativo	9
2.2. Tamaño de los grupos y criterios para formarlos	9
2.3. Tipos de actividades	12
3. RELACIÓN DE ENTREGABLES	13
4. SISTEMA DE EVALUACIÓN	16
5. PLANIFICACIÓN	18
6. RECURSOS	19
ANEXOS	20

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

A. PREGUNTA MOTRIZ

¿Cómo desarrollarías una red de alimentación propia trifásica de 380V/50Hz de 2kW para el laboratorio de Electrónica de Potencia basada en energía solar?

B. ESCENARIO

Se trata de desarrollar una red de alimentación propia trifásica de 380V/50Hz de 3kW para el laboratorio de Electrónica de Potencia. La fuente de energía primaria es un grupo de 10 paneles fotovoltaicos de 216W cada uno, además, incorpora un sistema de recarga a partir de la red general, como fuente de energía secundaria, para mantener el sistema de baterías con un nivel de carga óptimo. También incorpora un by-pass que conecta la red general de energía a la red propia en caso de avería del sistema solar o sobrecargas transitorias de alta intensidad. La salida de la red trifásica propia puede alimentar cargas trifásicas, como un accionamiento de corriente alterna (como se muestra en la figura) o cargas monofásicas como ordenadores, equipos de medida, etc.

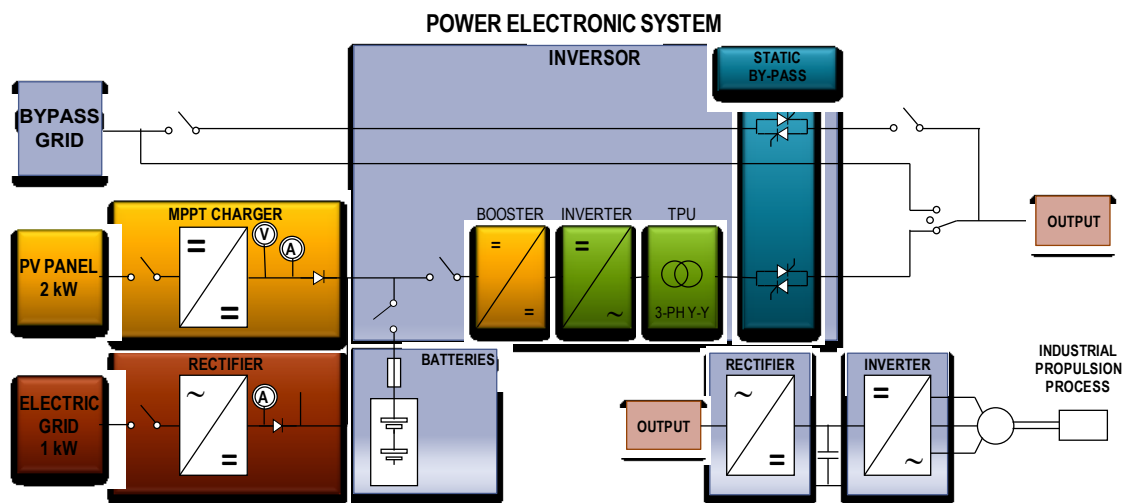


Figura 1 Escenario

El escenario recrea la generación, transformación y consumo de energía eléctrica tal y como se da en la práctica. Además el escenario propuesto tiene en cuenta la generación de energía basada en tecnologías sostenibles, se ha desarrollado para que albergue todos los convertidores electrónicos de energía que se utilizan en la mayoría de las aplicaciones industriales que necesitan de la transformación de la energía eléctrica por métodos electrónicos y por último, aunque es un equipo industrial, está diseñado de modo que sea accesible.

Para poder valorar el impacto económico de la red de alimentación es muy conveniente valorar las posibilidades comerciales que surgen de crear una red propia, elaborando un plan de negocio.

El escenario propuesto se subdividirá en bloques de diseño que a su vez serán divididos en grupos de tareas, que estarán vinculadas al tamaño de los grupos.

El trabajo se va a dividir en tres **bloques de diseño**:

- **El cargador de red y By-pass Static** (**Cargador red Entrada**: Tensión alterna trifásica de 380V/50Hz y 1kW de potencia; **Cargador red Salida**: Tensión continua 54V y corriente regulable hasta 20A; **By-pass**: tensión alterna 380V/50Hz para la entrada y salida)
- **El cargador solar y el Booster** (**Cargador solar Entrada**: tensión continua en un rango de 72V hasta 52V en continua y **Cargador solar Salida**: tensión continua en un rango de 47V hasta 56,6V; **Booster Entrada**: tensión continua de 47V hasta 56.6V; **Booster Salida**: tensión continua de 100V). La potencia del sistema es de 2kW.
- **El inversor trifásico de salida** (**Entrada**: tensión continua de 100V, **Salida**: la tensión de salida del transformador trifásico 380V/50Hz). La potencia del sistema es de 2kW.

C. PREGUNTAS GUÍA

Las preguntas guía marcan las condiciones de diseño del escenario completo para lo cual se proponen tres, que todos los grupos tendréis que ir desarrollando a lo largo del proyecto. La figura muestra la disección funcional del escenario en los bloques de diseño que dan lugar a las siguientes preguntas guía:

1. *¿Cómo desarrollarías un cargador de red de 1 kW y un By-pass estático con las siguientes características técnicas?*
 - **Entrada del cargador**: Tensión alterna trifásica de 380V/50Hz
 - **Salida del cargador**: Tensión continua 54V y corriente regulable hasta 20A
 - **By-pass**: tensión alterna 380V/50Hz para la entrada y salida
2. *¿Cómo desarrollarías un cargador solar y un convertidos DC-DC tipo Booster para una potencia de 2kW con las siguientes características técnicas?*
 - **Entrada del cargador solar**: tensión continua en un rango de 72V hasta 52V en continua
 - **Salida del cargador solar**: tensión continua en un rango de 47V hasta 56,6V
 - **Entrada del Booster**: tensión continua de 47V hasta 56.6V
 - **Salida del Booster**: tensión continua de 100V
3. *¿Cómo desarrollarías un inversor trifásico para una potencia de 2kW con las siguientes características técnicas?*
 - **Entrada**: tensión continua de 100V

- **Salida:** la tensión de salida del transformador trifásico 380V/50Hz

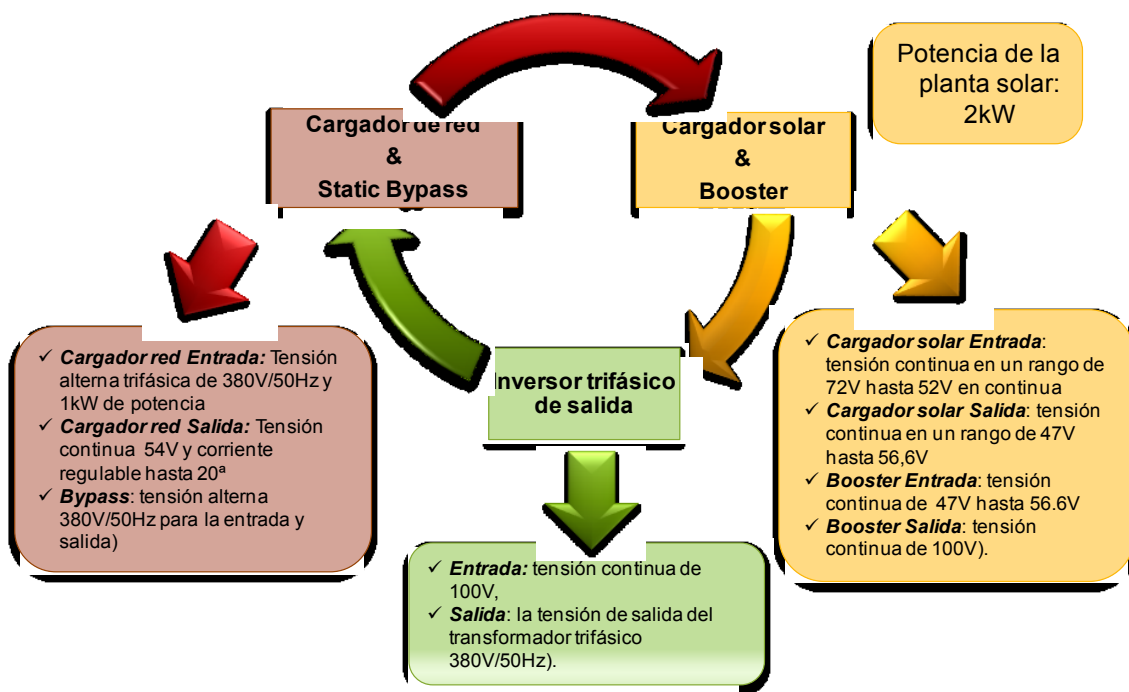


Figura 2 Disección del sistema en bloques de diseño

Se va a estructurar el proyecto en 4 bloques de desarrollo, dentro de cada bloque de diseño o pregunta guía, y que darán lugar a proyectos diferentes, con diferentes diseños:

a.- LAS POSIBILIDADES TEÓRICAS.

Basadas en la teoría desarrollada en la asignatura, la información incluida en la plataforma digital y la bibliografía recomendada:

1. Analizar las posibles soluciones teóricas para el desarrollo del diseño encomendado.
2. Seleccionar la solución óptima.

b.- EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN EL ENTORNO DE SIMULACIÓN.

Pasos a desarrollar en los modelos de simulación de los sistemas electrónicos de potencia:

1. Desarrollar los modelos matemáticos de los convertidores y/o sus circuitos eléctricos equivalentes para su simulación electrónica. Los convertidores llevarán los bloques driver que unen el control y cada interruptor de potencia que incorpora el convertidor electrónico.

2. Desarrollar un control en lazo abierto de conjunto Planta-Convertidor. El controlador irá unido al convertidor de energía mediante un modulador electrónico.
3. Desarrollar los circuitos de instrumentación que podrían ser incluidos en un control en lazo cerrado y que también serán responsables de la seguridad del sistema.

c.- TRABAJO EXPERIMENTAL BASADO EN PROCESADORES DIGITALES Y HARDWARE DE BAJO COSTO.

Se basará en el diseño teórico y los modelos de simulación desarrollados.

1. Definir necesidades de procesamiento y periferia integrada en el procesador digital.
2. Definir y diseñar el hardware externo a la tarjeta procesadora: drivers, sensores, instrumentación, comunicación, seguridad, etc.
3. Desarrollar los algoritmos necesarios para el mando y control de la planta: tratamiento de señales, algoritmos de control, señales de mando digital o analógico, señalizaciones, seguridad, etc.
4. Diseñar posibles prototipos equivalentes para mostrar la funcionalidad de software o del hardware.

d.- DESARROLLO COMERCIAL DEL PRODUCTO RESULTANTE DEL PROYECTO O DE ALGUNO DE SUS BLOQUES, CIRCUITOS O ALGORITMOS.

1. Posibilidades comerciales
2. Plan de negocio
3. Producto final

D. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A PRESENTAR EN LA CUARTA SEMANA

Los objetivos de aprendizaje que el estudiante alcanzará tras desarrollar el proyecto deben deducirlos en la discusión sobre el escenario que se presenta, y son:

- O1.** Conocer el ámbito de aplicación de la electrónica de potencia en la industria.
- O2.** Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de una aplicación industrial de electrónica de potencia.
- O3.** Desarrollar por bloques funcionales las partes que componen un sistema electrónico de potencia.

- O4.** Analizar y diseñar los diferentes convertidores de energía: rectificadores o convertidores AC-DC; inversores o convertidores DC-AC; convertidores AC-AC; convertidores DC-DC.
- O5.** Analizar y diseñar la instrumentación dentro de los convertidores de energía.
- O6.** Analizar y diseñar los circuitos de mando de los interruptores electrónicos de potencia que integran los convertidores de energía.
- O7.** Analizar y diseñar sistemas electrónicos completos de conversión de energía.
- O8.** Analizar posibles mejoras dentro de los módulos desarrollados
- O9.** Integrar las diferentes soluciones obtenidas en el sistema
- O10.** Evaluar el comportamiento final del sistema integrado

Para lograr esa consecución de los objetivos se va a estructurar el proyecto en 4 bloques de desarrollo, dentro de cada bloque de diseño o pregunta guía, lo que dará lugar a proyectos diferentes, con diferentes diseños:

ESTOS BLOQUES DE DESARROLLO PUEDEN PRESENTARSE DESDE EL PRINCIPIO

A.- LAS POSIBILIDADES TEÓRICAS.

Basadas en la teoría desarrollada en la asignatura, la información incluida en la plataforma digital y la bibliografía recomendada:

1. Analizar las posibles soluciones teóricas para el desarrollo del diseño encomendado.
2. Seleccionar la solución óptima.
3. Analizar perturbaciones e incertidumbres en el sistema

Con ello se trabaja fundamentalmente las competencias C3 y C4, y los objetivos O1, O2 y O3.

B.- EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN EL ENTORNO DE SIMULACIÓN.

Pasos a desarrollar en los modelos de simulación de los sistemas electrónicos de potencia:

1. Desarrollar los modelos matemáticos de los convertidores y/o sus circuitos eléctricos equivalentes para su simulación electrónica. Los convertidores llevarán los bloques driver que unen el control y cada interruptor de potencia que incorpora el convertidor electrónico.
2. Desarrollar un control en lazo abierto de conjunto Planta-Convertidor. El controlador irá unido al convertidor de energía mediante un modulador electrónico.
3. Desarrollar los circuitos de instrumentación que podrían ser incluidos en un control en lazo cerrado y que también serán responsables de la seguridad del sistema.

C.- TRABAJO EXPERIMENTAL BASADO EN PROCESADORES DIGITALES Y HARDWARE DE BAJO COSTO.

Se basará en el diseño teórico y los modelos de simulación desarrollados.

1. Definir necesidades de procesamiento y periferia integrada en el procesador digital.
2. Definir y diseñar el hardware externo a la tarjeta procesadora: drivers, sensores, instrumentación, comunicación, seguridad, etc.
3. Desarrollar los algoritmos necesarios para el mando y control de la planta: tratamiento de señales, algoritmos de control, señales de mando digital o analógico, señalizaciones, seguridad, etc.
4. Diseñar posibles prototipos equivalentes para mostrar la funcionalidad de software o del hardware.

Con los bloques B y C se trabaja las competencias C5 y C13 en profundidad, y los objetivos O4-O10.

D.- DESARROLLO COMERCIAL DEL PRODUCTO RESULTANTE DEL PROYECTO O DE ALGUNO DE SUS BLOQUES, CIRCUITOS O ALGORITMOS.

1. Posibilidades comerciales
2. Plan de negocio
3. Producto final

Con este cuarto bloque se trabajan aspectos generales de las competencias C4, C5 y C10, y de los objetivos O1, O9 y O10.

METODOLOGÍA

A. APRENDIZAJE COOPERATIVO

El curso se va a desarrollar a través de un proyecto cuya realización implica la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje objeto de la asignatura. El proyecto se desarrollará en equipo, mediante técnicas de aprendizaje cooperativo.

Como claves del aprendizaje cooperativo os muestro los aspectos más significativos para un correcto desarrollo del trabajo en equipo.

La **interdependencia positiva** y la **exigibilidad individual** están garantizadas por las tareas que se asignan a los grupos cada semana y que hacen imprescindible que todos los “subgrupos” que formen el equipo realicen sus tareas. El volumen de trabajo de cada pareja de alumnos evitará que unos alumnos puedan hacer la tarea de otros. La necesidad de la integración de los resultados del equipo hace que ambos aspectos del aprendizaje cooperativo estén garantizados porque las tareas sin integrar no conducen a un diseño del sistema.

La **interacción cara a cara** se asegura trabajando en grupo en el aula y siendo necesaria la integración de resultados, de modo que todos los miembros del equipo debéis estar presentes en reuniones fuera del aula para preparar las evidencias del trabajo semanal. Además la temporalización de la entrega de tareas obliga a los grupos a reunirse semanalmente, lo que facilita que interactuéis y el trabajo en equipo sea eficaz.

Respecto a las **habilidades interpersonales y de trabajo en grupo**, durante las tres primeras semanas se facilitarán pautas para el trabajo en grupo, mecanismos para resolver pequeños conflictos, etc. para facilitar el funcionamiento y el buen avance del proyecto. Dado que se trabajará en grupo en el aula y en el laboratorio, el profesor tratará de observar si se producen conflictos y ayudará y aconsejará para que los estudiantes los resolváis como una parte más de la formación integral.

Respecto a la **reflexión sobre el trabajo realizado**, os pediré a los estudiantes que rellenéis un test de opinión, para que reflexionéis sobre el trabajo cooperativo y puedan detectarse puntos fuertes y débiles del funcionamiento del grupo, y corregirlo cuando sea posible.

B. TAMAÑO DE LOS GRUPOS Y CRITERIOS PARA FORMARLOS

El tamaño de los grupos más adecuado para llevar a cabo el proyecto se considera que es de 6 estudiantes.

La formación de los grupos se hará de forma mixta, os agruparéis libremente, y cuando no consigáis cerrar un grupo será el profesor el que, en función de la coordinación horaria, buscará el cierre de los mismos.

El escenario propuesto prevé una carga de trabajo equilibrada que va a permitir que todos los alumnos alcancéis los resultados de aprendizaje correspondientes, y que además lo hagáis en el tiempo programado.

Estimando que haya diez grupos, aproximadamente, 4 empezarán con el Cargador de Red, 3 grupos con los Convertidores DC-DC y 3 grupos con el Inversor.

A continuación se describe la dinámica de trabajo de los grupos, como se muestra en la figura 3.

Grupo de trabajo: 6 estudiantes

- Basándose en este marco de desarrollo se van a crear **tres subgrupos** de trabajo de 2 estudiantes.
- Cada uno de los tres subgrupos se encarga de una de las tres tareas dentro del bloque de diseño.
- Los integrantes del grupo irán rotando la tarea en que van a trabajar según vayan pasando por los tres bloques de diseño, según la programación temporal del curso, en los que ha sido diseccionado el escenario.

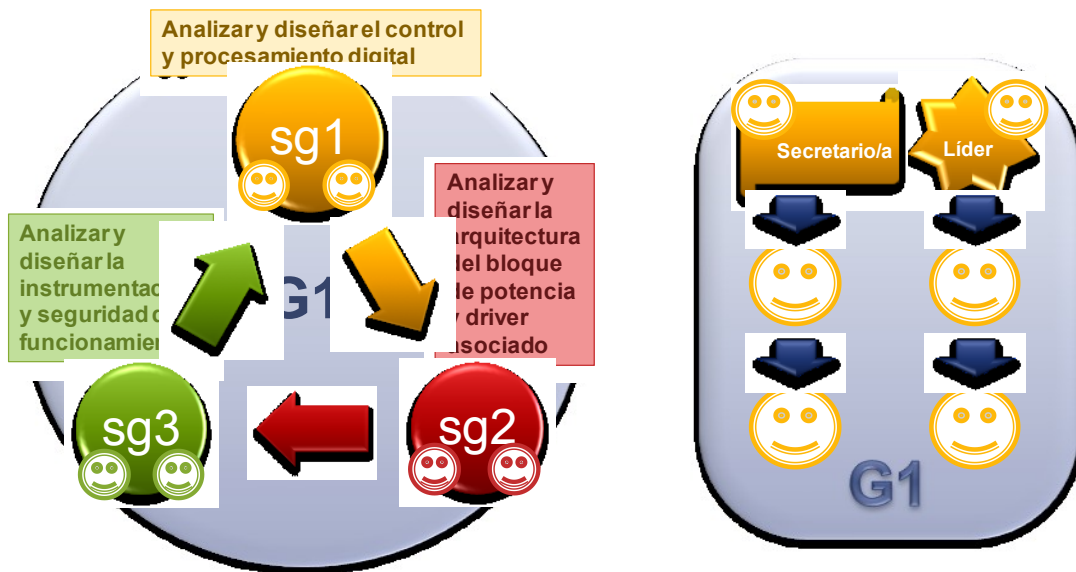


Figura 3 Estructura y dinámica de trabajo de los grupos de proyecto

- En cada equipo de trabajo habrá un líder y un/a secretario/a, que también rotarán cuando cambien de bloque de diseño.
- El cargo de líder y de secretario/a implicará la responsabilidad de hacer llegar a profesor la documentación que como grupo quieren que éste evalúe.

- Los estudiantes firmaréis un acta de adhesión al grupo en el que se comprometerán a realizar las tareas asignadas con un reparto proporcionar y una ética personal que garantice el buen funcionamiento del grupo.

En la Tabla I se indica el resumen de la programación temporal del proyecto, que como se observa abarca todo el curso.


Todos los grupos desarrollarán las tres partes indicadas en la figura 2, (**El cargador de red y el By-pass Static** , **el cargador solar y el Booster**, y **el inversor trifásico de salida**) de forma secuencial pero alternada, en el sentido de que se empezarán los diseños simultáneamente y los grupos irán cambiando de bloque de desarrollo.

Las tres primeras semanas del curso servirán de introducción a la Electrónica de Potencia y al Aprendizaje Basado en Proyectos. En las siguientes 9 semanas se desarrollara el estudio de los tres bloques: el primer periodo de desarrollo durará cuatro semanas, el segundo durará tres semanas, y el tercero durará dos semanas. Posteriormente se dedicarán dos semanas a la integración completa del sistema por parte de todos los grupos.

Por último, la semana quince se realizará una evaluación del método seguido en la asignatura.

Tabla I Dinámica de trabajo de los grupos en el proyecto

SEMANA	Actividades
1	Introducción a la electrónica de potencia y Aprendizaje Basado en Proyectos
2	
3	
4	Primer bloque del proyecto G1, G2, G3, G4: Cargador de red G5, G6, G7, G8: Convertidores DC-DC G9, G10, G11: Inversor
5	
6	
7	
8	Segundo bloque del proyecto G1, G2, G3, G4: Convertidores DC-DC G5, G6, G7, G8: Inversor G9, G10, G11: Cargador de red
9	
10	
11	Tercer bloque del proyecto G1, G2, G3, G4: Inversor G5, G6, G7, G8: Cargador de red G9, G10, G11: Convertidores DC-DC
12	
13,14	Integración del sistema
15	Evaluación de la metodología



C. TIPOS DE ACTIVIDADES

Para alcanzar los objetivos de aprendizaje de la asignatura se llevarán a cabo una serie de actividades de trabajo colaborativo y otras de trabajo personal. Las describo agrupadas según se desarrollen en las horas de clase o en las horas de trabajo no presencial.

ORGANIZACIÓN DE LA DOCENCIA PRESENCIAL

Clase magistral (2h/semana)

La clase magistral estará distribuida en:

- Tres bloques de 20 minutos en los que se tratarán los tres bloques de convertidores electrónicos: rectificadores AC-DC y convertidores AC-AC (convertidores guiados por red); convertidores DC-DC; inversores DC-AC.
- Un bloque de 45 minutos para el trabajo en equipo de los grupos.
EJEMPLOS DE ACTIVIDADES: 1ª.- poner tres cuestiones cada día relacionadas con las tareas a desarrollar en los trabajos. 2ª.- Problema o cuestión para todo el grupo. 3ª.- Otros (Actividades que estimulen el trabajo Off-Campus).

Práctica de aula (1h/semana)

La práctica de aula estará distribuida en:

- Un bloque de 20 minutos en los que se tratarán preguntas y aspectos técnicos relacionados con convertidores electrónicos desarrollados en teoría y aplicados en el proyecto.
- Un bloque de 30 minutos para el trabajo en equipo de los grupos.
EJEMPLOS DE ACTIVIDADES: 1ª.- Pequeñas presentaciones del estado del trabajo y de los diseños que se están resolviendo (Invita a la tarea Off-Campus)

Práctica de laboratorio (1h/semana)

La práctica de laboratorio estará distribuida en:

- Desarrollo de las tareas relacionadas con la parte de simulación (PSIM), equipos experimentales reales (Aleccop/Shvel) y procesadores digitales (Arduino), que pueden ser genéricas o estar incluidas en el bloque del proyecto que se está desarrollando.

ORGANIZACIÓN DE LA DOCENCIA NO PRESENCIAL

La docencia no presencial será de 5h/semana, dejando 15 h (el acumulado de una hora por semana) no presenciales para la semana de exámenes en las que se realizará la prueba escrita en la fecha asignada por el centro.

Reuniones de grupo (2h/semana)

En las reuniones el grupo pondrá en común las tareas realizadas de forma individual por cada miembro, tanto en la docencia presencial como no presencial. Cada responsable del bloque diseccionado, dentro del convertidor que se está diseñando, explicará al resto de miembros el trabajo teórico y práctico que ha desarrollado.

- Evidencias: Acta de la reunión (remitida cada semana por el líder o el secretario)

Nota: se puede también realizar dos reuniones de una hora.

Trabajo individual en el proyecto (2h/semana)

Cada subgrupo encargado de un bloque diseccionado trabajará en las tareas asignadas hasta su finalización.

- Evidencias: informe individual de tareas desarrolladas

Estudio personal en las materias teóricas (1h/semana)

RELACIÓN DE ENTREGABLES

La lista de entregables está relacionada con las actividades que se van desarrollando para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

A partir de la tercera semana, y durante 10 semanas, comenzarán a entregar semanalmente un acta de grupo. Estos entregables recogerán la organización y trabajo desarrollado por los equipos, las actividades cooperativas realizadas, y las actividades Off-campus. Los entregables individuales serán dos informes, uno obligatorio en semana 10 con el análisis introspectivo del alumno en su evolución en la asignatura y un informe final ampliado optativo en semana 15. Las tareas serán evaluadas y comentadas.

Las cuatro tareas de grupo más significativas serán las de las semanas que cierran los bloques, donde los grupos entregan un documento final con el diseño del bloque programado y la tarea que integra el sistema completo.

Tal y como se indica hay entregables de grupo, cuya calificación tenderá a ser común para todos los miembros, y otras serán tareas individuales lo que ayudará a discriminar la calidad del trabajo de cada estudiante dentro del grupo.

Además de esto y para comprobar el nivel de conocimiento adquirido en el desarrollo de las tareas se realizarán tres test individuales

Semana 3:

- Organización del equipo, definición de roles: Secretario/a y Líder.
- Resumen de la tarea que cada alumno debe realizar en el proyecto
- Resumen del encargo que debe desarrollar el equipo para llevar a cabo el proyecto (*grupo*)
- Todo esto debe quedar recogido en el **Acta de reunión semanal** (*grupo*) (*E1*)

Semanas 4, 5, 6, 7, 8, 9 10, 11 y 12:

A lo largo de estas semanas entregarán los siguientes documentos:

- Evidencias del trabajo realizado (*grupo*). Recogerán el trabajo de todo el equipo y lo trasladarán al profesor.
- Resumen de las actividades que llevarán a cabo durante la semana (*grupo*)
- Todo esto debe quedar recogido en el **Acta de reunión semanal** (*grupo*). Deben recoger las incidencias de la semana y una planificación de las actividades de la siguiente semana. (*E2-E10*)

Semanas 7, 10 y 12:

- La tarea de evidencias del trabajo realizado en estas semanas implica la finalización del primer bloque, segundo bloque y el tercer bloque respectivamente y recogerán completamente el bloque diseñado (*grupo: EntregableBloque*) (*EB1, EB2, EB3*)
- En la **semana 10** entregarán un informe individual detallado de la tarea que han llevado a cabo al desarrollar los bloques (*individual: EntregableCuadernoNotas: ENB*). No se considera necesario que haya finalizado todo el desarrollo del sistema para analizar el nivel de actividad individual.

Semanas 8, 11 y 13 :

- En la **semana 8** rellenarán una encuesta de opinión sobre la metodología, y sus avances en el proceso de aprendizaje.
- **Test** de conocimientos mínimos (*individual*)
- Nuevos roles: deben indicar quienes pasan a ser Secretario/a y Líder para el segundo bloque y tercer bloque respectivamente.

Semana 14:

- Integración del escenario diseñado (*grupo: EntregableInformeFinal*) (*EIF*)

Semana 15 :

- **Test** de conocimiento integral (*individual*)
- Encuesta de opinión sobre la metodología.
- Informe individual ampliado detallando de la tarea que han llevado a cabo al desarrollar el diseño final (*individual-optativo*). (*ENB*)

Se muestra la relación entre las actividades, los entregables y los objetivos de la asignatura en la Tabla II.

Tabla II Actividades, tareas y objetivos de aprendizaje

<i>Sem.</i>	<i>Entregables</i>	<i>Actividades</i>	<i>Objetivos de aprendizaje</i>	<i>Consecución de objetivos</i>
S1 S2 S3	<i>E1</i>	Introducción a la Electrónica de Potencia Introducción al aprendizaje cooperativo Presentación del escenario Análisis del escenario Organización de los grupos de trabajo Búsqueda de información	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el ámbito de aplicación de la electrónica de potencia en la industria. • Realizar el análisis cualitativo de una aplicación industrial de electrónica de potencia. • Desarrollar por bloques funcionales las partes que componen un sistema electrónico de potencia. 	A través del primer test se comprobará que se han alcanzado los conocimientos previos necesarios para comenzar con el desarrollo del proyecto
S4 S5 S6 S7 S8 S9	<i>E2-E10</i> <i>EB1</i>	La rotación de los grupos de acuerdo a la programación permitirá que todos los alumnos adquieran todos estos objetivos de aprendizaje. Clases teóricas basadas en pequeños bloques teóricos de cada tipo de convertidor de forma secuencial. Trabajo presencial en equipo Reuniones de expertos	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y diseñar los diferentes convertidores de energía: rectificadores o convertidores AC-DC; inversores o convertidores DC-AC; convertidores AC-AC; convertidores DC-DC. • Analizar y diseñar la instrumentación dentro de los convertidores de energía. 	A través de los entregables semanales generados en el desarrollo de los bloques de conversión electrónica de potencia y de los bloques funcionales que componen el se aportará realimentación para valorar el grado de consecución de los objetivos de forma individual y de grupo, y mejorarlos en los informes de final de fase.
S10 S11 S12	<i>EB2/ ENB</i> <i>EB3</i>	Exposición de fragmentos de desarrollo del estado del proyecto Test de conocimientos mínimos (S5) Encuesta de opinión intermedia (S8) Test de conocimientos mínimos (S10)	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y diseñar los circuitos de mando de los interruptores electrónicos de potencia que integran los convertidores de energía. 	El informe de grupo de las semanas 7, 10 y 12 recoge completamente cada bloque diseñado. Los test de conocimientos tienen un papel muy importante por lo que suponen de información al estudiante sobre su avance en la consecución de los objetivos de aprendizaje.
S13 S14 S15	 <i>EIF</i> <i>ENB</i>	Reuniones de expertos Integración de los sistemas diseñados Presentación de los proyectos Test de conocimientos integral (S15) Encuesta de opinión final sobre la metodología (S8)	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y diseñar sistemas electrónicos completos de conversión de energía. • Analizar posibles mejoras dentro de los módulos desarrollados • Integrar las diferentes soluciones obtenidas en el sistema • Evaluar el comportamiento final del sistema integrado 	El informe final permitirá valorar los objetivos alcanzados por el grupo El test de conocimiento integral terminará de definir el grado de conocimiento y de competencia individual de cada alumno dentro de la asignatura.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Para poder hacer de forma correcta la evaluación del trabajo de cada estudiante es necesario tener evidencias del trabajo individualizado, y en la lista de entregables se observa como el control será semanal, entregándose un acta de grupo. Algunos hitos de evaluación están repartidos a lo largo de las 15 semanas del curso para evitar la concentración de responsabilidades al finalizar el curso, que pueda provocar interferencias con la dedicación a otras asignaturas. En la planificación semanal fuera del aula se programan 5 horas de actividad, reservando la sexta hora de trabajo personal para dedicar las 15 horas resultantes a la preparación de la prueba final.

La valoración del alcance de los objetivos de cada estudiante se hará a través de la evaluación del proceso de aprendizaje, a través de los entregables individuales y de grupo, de los test de conocimientos, y mediante la prueba final. La mejora de un entregable quedará integrada en el entregable siguiente.

Los test de conocimientos distribuidos a lo largo del curso tienen un papel muy importante por lo que suponen de información al estudiante sobre su avance en la consecución de los objetivos de aprendizaje, y por tanto de mejora en el trabajo tanto personal como con el grupo.

La prueba final terminará de definir el grado de conocimiento y de competencia individual de cada alumno dentro de la asignatura. La consecución de los objetivos de aprendizaje se resume en la Tabla II.

La asignatura se va a desarrollar completamente bajo la metodología ABP, y el reparto de la puntuación se muestra de forma resumida en la figura 4 y la Tabla III.

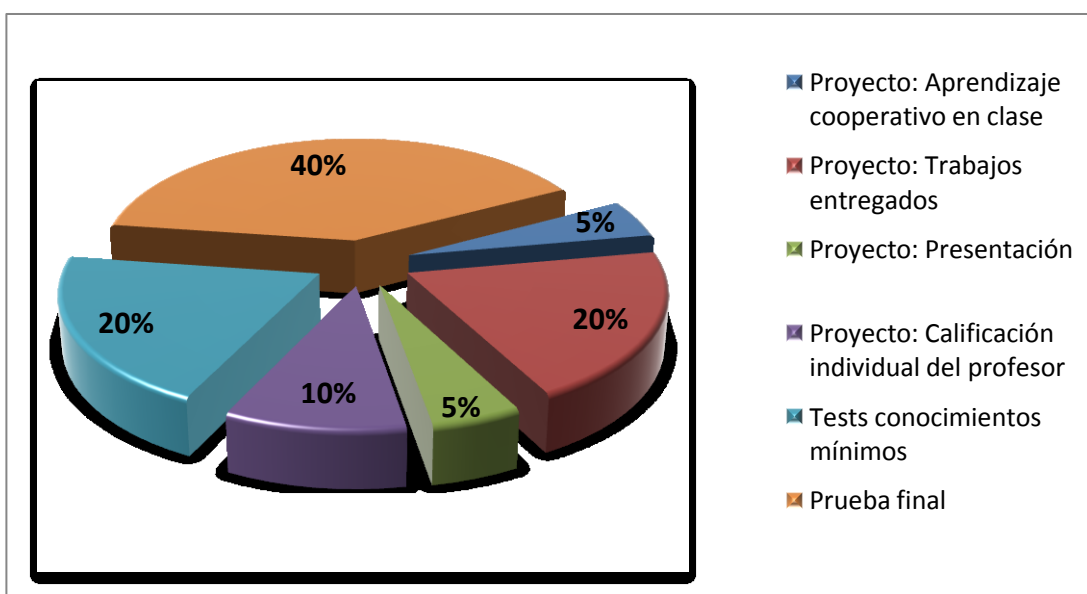


Figura 4 Evaluación

Tabla III Evaluación de la asignatura

EVALUACIÓN

40%	Proyecto*
	*5% Aprendizaje cooperativo
	*20% Trabajo de diseño bloques e integración del sistema
	*10% Calificación individual del profesor
	*5% Presentación
20%	Tests de conocimientos
40%	Prueba final

El aprendizaje cooperativo se evaluará individualmente, en actividades que se desarrollen en el aula y en las que cada alumno participe.

A partir de la tercera semana, y durante 10 semanas, comenzaréis a entregar semanalmente un acta de grupo. Estos entregables recogerán la organización y trabajo desarrollado por los equipos, el trabajo individual llevado a cabo, las actividades cooperativas realizadas, y las actividades Off-campus. El entregable individual será en forma de un cuaderno de notas (ENB) entregado en la semana 10 (ampliable en semana 15), en el que cada alumno reflejará todas las tareas que desarrolla dentro de la asignatura, participación en el proyecto, mejoras individuales, tareas voluntarias, etc. Las anotaciones deberían ser continuas y semanales (un solo documento que se va actualizando con las anotaciones). Las tareas serán revisadas a modo de feedback continuo para el estudiante a lo largo de las 10 semanas y valoradas al final de las mismas. Las cuatro tareas más significativas serán las de las semanas que cierran los bloques, donde los grupos entregaréis un documento final con el diseño del bloque programado y la tarea que integra el sistema completo. Asimismo, el cuaderno de notas será a tarea individual más importante de cada estudiante (ENB).

Tal y como se indica hay entregables de grupo, cuya calificación tenderá a ser común para todos los miembros, y otras serán tareas individuales lo que ayudará a discriminar la calidad del trabajo de cada estudiante dentro del grupo. Además de esto y para comprobar el nivel de conocimiento adquirido en el desarrollo de las tareas se realizarán test individuales al finalizar cada bloque. En total se harán 3 test cuya nota promedio tendrán un peso del 20% en la calificación final. Finalmente y para la comprobación de haber alcanzado un nivel adecuado en los objetivos de aprendizaje realizarán una prueba final con un valor del 40%.

En el presente proyecto tanto las pruebas de test como la prueba final se consideran integradas dentro de la metodología porque permiten, por una parte mantener una relación constante entre el conocimiento teórico general y su aplicación individual para un caso práctico, y por otra, la importancia del conocimiento teórico para supuestas aplicaciones que son desconocidas para el alumno y que pueden formar parte de su futuro desarrollo profesional.

PLANIFICACIÓN

Se muestran las tareas fundamentales en la planificación del curso en la tabla IV.

Tabla IV Planificación

<i>Sem.</i>	<i>Entregables</i>	<i>Actividades</i>
S1		Introducción a la Electrónica de Potencia
S2		Introducción al aprendizaje cooperativo
S3	<i>E1</i>	Presentación del escenario Análisis del escenario Organización de los grupos de trabajo Búsqueda de información
S4	<i>E2-E10</i>	La rotación de los grupos de acuerdo a la programación permitirá que todos los alumnos adquieran todos estos objetivos de aprendizaje.
S5		Clases teóricas basadas en pequeños bloques teóricos de cada tipo de convertidor de forma secuencial.
S6		
S7	<i>EB1</i>	Trabajo presencial en equipo
S8		Reuniones de expertos
S9		Exposición de fragmentos de desarrollo del estado del proyecto
S10	<i>EB2/ ENB</i>	Test de conocimientos mínimos (S5)
S11		Encuesta de opinión intermedia (S8)
S12	<i>EB3</i>	Test de conocimientos mínimos (S10)
S13		Reuniones de expertos
S14	<i>EIF</i>	Integración de los sistemas diseñados
S15	<i>ENB</i>	Presentación de los proyectos Test de conocimientos integral (S15) Encuesta de opinión final sobre la metodología (S8)

El resumen de las fases del proyecto se puede ver en la [Tabla I](#).

A continuación se detalla la organización de la docencia en la clase magistral, en la práctica de aula, en la práctica de laboratorio, y por último las tareas Off-Campus. La lista de entregables se puede consultar en el apartado [3. Relación de entregables](#).

RECURSOS

Los estudiantes dispondréis de material expresamente desarrollado para la asignatura y su metodología, y que se aportará secuencialmente, según avancen los proyectos.

Además se dispone de material bibliográfico:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Electrónica de Potencia, Daniel W.Hart. Ed : Prentice Hall.
- Electrónica de Potencia. Los convertidores estáticos de energía. Conversión Alterna-Continua, Guy Séguier. Ed.: Gustavo Gili.
- Electrónica Industrial. Componentes, Circuitos y Sistemas de Potencia, G.Herranz Acero. Ed.: E.T.S.I.T Madrid.

BIBLIOGRAFÍA DE PROFUNDIZACIÓN

- Modern power electronics and AC drives, B. K. Bose. Ed.: Prentice Hall.
- Fuentes de alimentación electrónicas conmutadas, R Damaye,C.Gagne. Ed.: Paraninfo.
- Alimentación de equipos informáticos y otras cargas críticas, Salvador Martinez Garcia. Ed.: Mc Graw-Hill.
- Sistemas electrónicos de potencia en el buque, A. Pigazo, V. M. Moreno. Ed.: Universidad de Cantabria.

REVISTAS

- IEEE Transactions on Education. ISSN: 0018-9359

DIRECCIONES DE INTERNET

- www.freescale.com Empresa de dedicada a la fabricación de productos altamente especializados en electrónica de potencia y sus aplicaciones industriales.
- www.arduino.cc Empresa dedicada a la fabricación de productos relacionados con actividades académicas experimentales para el desarrollo de pequeños prototipos industriales.
- www.irf.com Empresa dedicada a la fabricación de semiconductores para electrónica de potencia.
- www.semikron.com Empresa dedicada a la fabricación de componentes y subsistemas electrónicos de potencia

ANEXOS

Todos los modelos de documento necesarios se facilitan en Word y Open Office a través del aula virtual.

Las rúbricas se facilitan en el aula virtual y se rellenarán online.

ANEXO 1 TEMARIO

- TEMA 1. Introducción a la Electrónica de Potencia. En este tema se definirá la electrónica de potencia y su ámbito de aplicación. Clasificación de los distintos tipos de convertidores.
- TEMA 2. Dispositivos electrónicos de potencia. Se desarrollará el funcionamiento básico de los dispositivos más importantes utilizados en la implementación de los equipos de potencia, para ello se utilizarán ejemplos de hojas de características de distintos fabricantes.
- TEMA 3. Análisis de armónicos Definición de armónico, análisis y filtrado. Efectos nocivos.
- TEMA 4. Rectificadores. Estudio de las distintas topologías de rectificadores polifásicos controlados y no controlados
- TEMA 5. Convertidores CA-CA. Definición de los diferentes convertidores CA-CA. Estudio práctico de los arrancadores estáticos.
- TEMA 6. Convertidores CC-CC. Definición y estudio de los diferentes convertidores CC-CC, tanto aislados como no aislados.
- TEMA 7. Inversores. Análisis de los distintos tipos de inversores. Técnicas de modulación y análisis de armónicos.
- TEMA 8. Regulación de velocidad de máquinas eléctricas. Estudio del control de la velocidad de las máquinas de corriente alterna y de corriente continua.
- TEMA 9. Fuentes de alimentación ininterrumpidas. Estudio de las diferentes topologías de los SAI, características, ventajas e inconvenientes.