

Confección de la guía académica para la asignatura de Tecnología Eléctrica dentro de la carrera de Ingeniería de Organización Industrial.

Ramón M^a Mujal Rosas.

Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Campus de Terrassa.
C/ Colon nº 1, (08222) Terrassa-Barcelona. Tf: 937398035. Fax: 937398236. mujal@ee.upc.es

Resumen

La guía académica es la base para la planificación, organización y mejor desarrollo de cualquier asignatura. En asignaturas de segundo ciclo y con índole tecnológico adquiere aún más importancia, por presentar estos ciclos alumnos de muy diversa procedencia, incluso según las carreras de acceso, son necesarios algunos créditos complementarios para completar su formación. Dentro de la carrera de Organización Industrial de Segundo Ciclo, concretamente en su primer curso, se realiza esta asignatura de temática netamente tecnológica, enfocada para alumnos provenientes de carreras en las que la electricidad no es materia fundamental, siendo, por tanto, necesario ampliar y refrescar sus conocimientos en esta ciencia difícil, pero al mismo tiempo indispensable para el funcionamiento de cualquier proceso industrial. Dada la importancia que esta energía representa, se enfoca su estudio desde sus inicios, evitándose las formulaciones, teoremas y funciones específicas o muy concretas, más adecuados para ingenieros propiamente eléctricos, pero entrando, por el contrario, con extensión y rigor en los temas de interés general, en los cuales, en ocasiones, resulta indispensable la resolución de casos prácticos para su mejor comprensión, no escatimándose en estas ocasiones los cálculos o procedimientos necesarios. En definitiva, se pretende que los estudiantes reciban una visión global de la utilización y posibilidades actuales de la energía eléctrica, tanto en sus aspectos técnicos como en los económicos, que les permita actualizar o ampliar sus conocimientos, para aplicarlos con seguridad en los diversos ámbitos de su vida laboral. En esta comunicación se exponen, de forma resumida, cómo debería enfocarse la correcta planificación, es decir, la guía académica de la asignatura de tecnología eléctrica, dentro de los estudios de segundo ciclo en ingeniería de organización.

1 Introducción: relación de la asignatura con otras del plan de estudios.

La temática eminentemente tecnológica y específica, implica que implícitamente esta asignatura esté relacionada con las restantes tecnologías que forman el Plan de Estudios. El estudio combinado de todas estas tecnologías facilitará al alumno su aprendizaje, ya que son muchos los puntos en común entre las mismas, así por ejemplo, es normal, que la electricidad intervenga en numerosos procesos tanto químicos como mecánicos, y su impacto sobre el medio ambiente es preocupación común al resto de las tecnologías. Una parte importante de la asignatura se dedicará al funcionamiento económico de los sistemas eléctricos y a los diversos tipos de tarifas, entrándose en relación directa con asignaturas de la carrera en los aspectos como organización, calidad, y producción, son la base de su estudio.

Finalmente, notar que se está formando ingenieros en Organización Industrial, no licenciados en Organización de Empresas. Una de las facetas importantes que diferencia ambos planes de estudio, es precisamente la incorporación de las tecnologías, dando al perfil del ingeniero en organización unas facultades más acordes con el título obtenido.

2 Campos profesionales en los que se proyecta la asignatura.

La electricidad forma parte de nuestra vida cotidiana, entra en numerosos campos de la industria actual, y pocos son los procesos en los cuales no intervenga, es por ello que el

aprendizaje y aprovechamiento de esta asignatura ha de permitir consolidar una base de conocimientos, necesarios para obtener una visión general de la electricidad y asimismo unos conocimientos específicos de los temas más importantes. Son estas las razones por las que la tecnología eléctrica, se tendría que estudiar no tan solo para aprobar unos créditos, sino como una inversión de futuro dado el amplio campo de aplicaciones de la misma.

3 Objetivos.

La electricidad forma un campo muy amplio, su generación, transporte o consumo, justificarían por sí solos un curso completo. A parte los sistemas eléctricos son sistemas complejos, esto implica que sean numerosos los temas que pueden ser objeto de estudio.

La realidad nos indica que para explicar esta asignatura sólo se disponen de 4.5 créditos. Esto ha obligado a realizar una selección de los temas consideramos más importantes y provechosos para estudiantes que deben adquirir una visión general, aunque profunda en algunos temas, del mundo eléctrico.

3.1 Objetivos generales.

Algunos de los objetivos considerados básicos para la realización de esta asignatura son:

- Dar una visión global de la electricidad, de sus ventajas y de los problemas aún por resolver. Corriente continua y alterna. Tensiones y frecuencias utilizadas. Futuro.
- Funcionamiento, ventajas e inconvenientes de las distintas fuentes de generación de energía eléctrica, tanto convencionales, como alternativas. Medidas a corto y medio plazo.
- Transporte de energía eléctrica. Pérdidas. Regulación de la tensión. Energía reactiva y mejora del factor de potencia.
- Instalaciones en Baja Tensión. Tanto industriales como domésticas (oficinas, locales comerciales y viviendas).
- Riesgos eléctricos. Efectos que ejercen las diversas magnitudes eléctricas sobre el cuerpo humano. Electricidad electrostática.
- Protección de los sistemas eléctricos. Sobrecargas. Cortocircuitos. Contactos indirectos y directos. Medidas de protección clase *A* y *B*. Selectividad de los sistemas de protección. Selección de los sistemas de protección.
- Puestas a tierra. Partes que la forman. Sistemas de cálculo. Tensión de paso y de contacto.
- Máquinas eléctricas en corriente continua y alterna. Características principales. Principios de funcionamiento. Circuitos equivalentes. Ensayos a realizar. Caídas de tensión. Rendimientos.
- Sistemas de iluminación interior y exterior. Sistemas de alumbrado. Lámparas y luminarias. Sistemas de cálculo. Mantenimiento de sistemas de iluminación. Iluminación de emergencia y señalización.
- Electrónica de potencia. Sistemas electrónicos. Aplicaciones. Perturbaciones eléctricas.
- Tarifas eléctricas. Tipos de tarifas. Elección del tipo de tarifa. Recargos y bonificaciones.
- Técnicas y métodos para efectuar un correcto funcionamiento económico de los sistemas eléctricos. Despacho económico. Control automático de la generación.

3.2 Objetivos específicos por módulos.

La división en módulos nos permite especificar de forma más detallada los objetivos previstos para la comprensión de la asignatura. Nótese no obstante, que no es posible considerar por

separado los objetivos de cada módulo, ya que como se ha comentado, todos están interrelacionados. Como ejemplo, se exponen los objetivos prioritarios de algunos módulos:

- **Módulo I. La Electricidad. Consideraciones Generales.**
 - Introducir al alumno en la ciencia de la electricidad.
 - Conocer la estructura de una red eléctrica.
 - Comparar los tipos de suministros eléctricos, razonando sus ventajas e inconvenientes.
 - Conocer los parámetros eléctricos característicos y las tensiones más empleadas.
 - Adquirir los conceptos básicos de la generación de energía eléctrica mediante el empleo de energías alternativas.
 - Aprender el funcionamiento básico de una central eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, de biomasa, de residuos sólidos urbanos, de energía marina. Repercusiones medioambientales de las energías renovables.
- **Módulo II. Instalaciones eléctricas en Baja Tensión.**
 - El objetivo final de este módulo pasa por capacitar al alumno para acometer los cálculos de una instalación en baja tensión.
 - Identificar y calcular las distintas partes que componen la instalación de enlace, la instalación interior, y los elementos de control como pías, fusibles, diferenciales.
 - Saber colocar y escoger los aparatos de medida (contadores), idóneos a cada caso.
 - Realizar correctamente la puesta a tierra de un edificio destinado a viviendas, locales comerciales u oficinas. Naves industriales.
- **Módulo VIII. Funcionamiento económico de los sistemas de potencia.**
 - Conocer los conceptos básicos sobre tarifas eléctricas. Clasificación de las tarifas.
 - Conocer los complementos aplicables a la tarificación: discriminación horaria, energía reactiva. Bonificaciones o recargos.
 - Saber calcular la potencia de facturación.
 - Disponer de los conocimientos básicos para el cálculo de diversos tipos de tarifas, con conocimientos que permitan optar por la más adecuadas.
 - Conocer el despacho económico.
 - Conocer el funcionamiento básico de las diversas centrales de generación de energía eléctrica convencionales.
 - Identificar el control automático de generación.
 - Estudio del funcionamiento económico de los sistemas de potencia.
 - Saber distribuir las cargas entre unidades de una misma central y entre unas centrales.
 - Conocer los coeficientes de pérdida y penalización de los sistemas eléctricos.
 - Resolver problemas referentes al funcionamiento económico de sistemas de potencia.
- **Módulo IX. Electrónica de potencia.**
 - Conocer los principales componentes que forman los sistemas electrónicos de potencia: diodos, transistores bipolares, MOSFET, tiristores, triacs.
 - Conocer el funcionamiento básico de rectificadores controlados y no controlados.
 - Conocer la base de los onduladores.
 - Identificar el funcionamiento de los convertidores de frecuencia.
 - Adquirir los conceptos básicos sobre troceadores y reguladores estáticos.
 - Identificar los diversos tipos de reguladores de velocidad y los tipos de sensores.
 - Identificar las diversas perturbaciones eléctricas.
 - Conocer como se forman los armónicos y la forma de eliminarlos.
 - Conocer los rectificadores trifásicos con filtro inductivo y capacitativo.

- Normativa sobre perturbaciones eléctricas.
- **Prácticas de laboratorio.**
 - Conocer los principales componentes que forman los sistemas de lectura y medida de los laboratorios eléctricos: osciloscopio, polímetros, vatímetros.
 - Adquirir destreza en el manejo de los diversos elementos de control y medida.
 - Consolidar los conocimientos teóricos, con la realización de prácticas reales.
 - Comparación de resultados obtenidos de forma teórica con los obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

3.3 Contenido por módulos y capítulos.

La asignatura está dividida en módulos, que a su vez están formados por capítulos o temas. Cada tema dispone de apartados y subapartados específicos. La siguiente tabla pretende mostrar un resumen (algunos módulos y con temario resumido), del contenido global de la asignatura, es decir, el programa de la misma. Se adjunta el número de créditos que representa cada módulo sobre el total, y por tanto el número de horas estimado.

Bloque temático	Capítulos	Descripción
Módulo I. La electricidad. Consideraciones Generales. 0.5 créditos. (5h)	1 Introducción	Reseña histórica. Estructura de un sistema eléctrico. Ventajas e inconvenientes de los diversos suministros. Tensiones más usuales. Componentes.
	2 Energías alternativas.	Introducción. Energía eólica. Solar térmica y fotovoltaica. Residuos sólidos urbanos. Biomasa. Hidráulica. De origen marino. Geotérmica. Repercusiones medioambientales.
Módulo II. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión. 0.6 Créditos (6h).	3 Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.	Sistemas de distribución para edificios. Acometida, CGP. Línea repartidora. Interruptor diferencial Contadores. ICP. Pías, fusibles. Puesta a tierra. Conductores. REBT. Cálculo en Baja Tensión.
Módulo VIII. Funcionamiento Económico de los Sistemas Eléctricos. 0.6 Créditos (6h).	13 Tarifas Eléctricas.	El mercado libre. Clasificación de tarifas. Complementos de la tarifa básica: discriminación horaria, energía reactiva. Potencia de facturación.
	14 Operación Económica de los Sistemas Eléctricos.	Control de un sistema de potencia. Centrales eléctricas. Control automático de la generación: diagrama de bloques. Funcionamiento económico de sistemas de potencia: coeficientes de pérdida, distribución de cargas. Penalización.

Tabla 1. Algunos bloques, módulos y contenidos.

4. Evaluación continuada.

Existen diversas razones para recomendar el seguimiento y aprovechamiento de la evaluación continuada, entre las más importantes podemos citar:

- Dada la temática de la asignatura, en parte teórica pero también práctica, es interesante asimilar los conceptos básicos de forma progresiva, facilitándose enormemente la comprensión global de la misma.
- La electricidad no dispone de temas independientes, siendo fundamental su estudio desde el inicio para ir asimilando de forma constante lo explicado, así el paso de un tema al siguiente será más gradual y asequible.
- Mediante la pauta de actividades, se imprime un ritmo de trabajo constante, lo cual permite cumplir mejor los objetivos planteados.

- Las dudas son menos y más puntuales, debido a que la explicación por parte del profesor queda más cercana, pudiéndose realizar las consultas de forma más cómoda y tranquila, Evitándose las prisas y aglomeraciones de final de curso.
- El seguimiento de la asignatura permitirá, si se realiza de forma correcta, obtener un reconocimiento del esfuerzo y trabajo realizado que puede contribuir a superar la asignatura.

4.1 Descripción de las actividades de la evaluación continuada

De forma general, y en la medida que sea posible, se intentará enfocar la EC de la forma:

- Debido a la existencia dos tipos de temas fundamentales, unos teóricos, y otros prácticos, la propuesta de actividades de evaluación continuada se ajustará en todo momento a la temática empleada para cada tema.
- Siempre se intentará escoger las actividades de forma que con un número reducido de ellas se llegue a la comprensión final deseada, se evitará de esta forma la pérdida de tiempo innecesaria.
- Se propondrán dos tipos de actividades, que en cualquiera de los casos serán guiadas por el profesor:
 - Actividades básicas: las consideradas como indispensables para el seguimiento de la asignatura o para la obtención de la nota final correspondiente.
 - Actividades complementarias: con estas actividades se dará la opción de profundizar en temas de interés para el alumno.
- Se devolverán corregidas, o bien, se comentarán en clase, todas las actividades planteadas, discutiéndose la bondad de las respuestas más empleadas, realizándose un coloquio para comentar posibles variantes a las soluciones.
- Por parte del alumno que desee seguir esta evaluación continuada, deberá seguir unas pautas específicas, que entre otras, serán:
 - Entregar los ejercicios dentro de las fechas preestablecidas.
 - Las actividades se ajustarán a lo dispuesto en cada caso por el profesor.
 - Existe la posibilidad de mejorar la nota de la evaluación continuada
 - El tiempo que se debería invertir en la realización de las actividades prácticas no excederá de las 3h o 4h por módulo.

4.2 Metodología de trabajo. Temporalización e itinerarios formativos.

Las herramientas de trabajo para resolver las actividades de la evaluación continuada, resolución de problemas o casos prácticos, y la realización del trabajo o proyecto de Baja Tensión, consistirá básicamente en el empleo del procesador de textos WORD, de la hoja de cálculo EXCEL, del programa de simulación de circuitos eléctricos y electrónicos Pspice (versión 8°), y de programas de diseño gráfico como el AUTOCAD (versión 16° en Español).

Los 4.5 créditos de que consta la asignatura se traducen en una carga lectiva personal, para un estudiante de tipo medio, de 90h. Este es un dato promedio, a buen seguro que alumnos con conocimientos previos de electricidad, o con facilidad para temas tecnológicos rebajarán esta cifra en bastantes horas, por el contrario alumnos con pocos conocimientos de la materia, o con dificultades en estas temáticas, deberán elevar este promedio, adaptándolo a sus necesidades.

Preparación y estudio de los módulos.	Horas de dedicación
Módulo I La electricidad. Consideraciones generales.	3 horas
Módulo II Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.	18 horas. (incluye realización Trabajo de B.T.)
Módulo III Parámetros Eléctricos y Cálculo de Redes.	10 horas.
Módulo IV Riesgos Eléctricos y Protección de sistemas de Potencia	3 horas.
Total primer parcial.	34 horas.
Prácticas Laboratorio.	4 horas.
Total Curso	90 h

Tabla 2: Metodología de trabajo temporizada para algunos módulos.

Es importante recordar que no todos los módulos revisten igual dificultad, tanto a nivel teórico como práctico, es por este motivo, que las horas dedicadas a cada módulo serán diferentes. No obstante y de una forma general y orientativa, la carga lectiva que comporta la asignatura se debería de repartir en proporciones similares a las de la tabla 2.

5. Los exámenes.

No es tema de esta comunicación dar pautas para la realización de los exámenes, o la forma de evaluarlos. Pero si que entra en los objetivos de la misma, el proporcionar información de como enfocar los ejercicios o actividades para que resulten provechosos y permitan alcanzar los objetivos propuestos y por tanto disminuyan los problemas que impidan superar finalmente los estudios.

Así la evaluación será siempre de tipo formativo, es decir, deberá permitir tanto a los profesores como a los alumnos conocer el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, y en función de este cumplimiento actuar de forma consecuente.

Los ejercicios o actividades deberán seguir la tónica que posteriormente definirán a los exámenes, así se evitará sorpresas desagradables por parte de los alumnos. Para ello a la hora de proponer las actividades se prestará especial atención a los temas más importantes, a los que recojan los principios básicos, o que gracias a ellos, se pueda concatenar más de un tema. Sólo de esta forma se garantizará la finalidad dual de las actividades, enseñar y preparar para los exámenes.

En la guía docente, y de forma explícita, deberá figurar la forma de evaluar, los pesos de cada actividad, práctica, trabajo o examen, y los plazos o fechas para realizarlos. En cualquier caso los documentos que describen a la asignatura, módulo, o capítulo recogerán de forma clara cuáles serán los elementos de evaluación validos para la nota final y cuáles servirán para mejorar la comprensión de la asignatura pero sin recompensa sobre la nota final.

6 Nota final asignatura.

Para calcular la nota final de la asignatura se sumarán las notas finales y ponderadas del primer parcial, del segundo parcial, de prácticas, y finalmente de la evaluación continua. El

porcentaje que representa cada parte de estas notas quedará claramente identificado en la guía académica. (Ver tabla 3).

7 Bibliografía.

Para el correcto seguimiento de la asignatura, deberá proporcionarse un abanico de bibliografía lo suficientemente extenso, aunque se evitará que sea excesivo. Para ello se dividirá la misma en dos secciones: una básica, de seguimiento global; y una complementaria, para completar o ampliar conocimientos. No es pretensión de esta comunicación recomendar ninguna bibliografía, por lo que sólo se indican libros de carácter general a título orientativo.

Bibliografía Básica:

- *Máquinas Eléctricas*. Fraile Mora, J. 2º Edición, ETSICCP de Madrid. 1993.
- *Líneas de Transporte de Energía Eléctrica*. Checa, Luís M^a. 3º Edición, Marcombo. 1992.
- *Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones*. Guerrero, Alberto. McGraw-Hill. 1995.

Bibliografía Complementaria:

- *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Stevenson, William. 2º Edición, McGraw-Hill. 1992.
- *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias*. Ministerio de Industria y Energía. MINER. 1998.
- *Protección en las Instalaciones Eléctricas*. Montané, Paulino. 2º Edición, Marcombo-93.
- *Manual de Ingeniería Eléctrica*. Fiuk, A.G., Wayner, H. 13º Edición, McGraw-Hill. 1996.

8 Pautas de estudio recomendadas para la asignatura.

A continuación se dan una serie de indicaciones para enfocar el estudio de la asignatura, conseguir un correcto y provechoso aprendizaje de los conceptos y técnicas descritas en el material didáctico, y finalmente llevar a buen puerto tanto los objetivos planteados como la evaluación final del curso.

- En esta asignatura no son necesarias memorizaciones de las partes teóricas, ni de formularios o técnicas de resolución de las prácticas, pero si se ha de conocer y comprender las mismas.
- Es importante secuenciar el tiempo dedicado al estudio de cada parte de forma que no se retrasen los temas, ya que esto lleva inevitablemente a un desfase entre lo que se explica y lo que se comprende, que nunca favorece al estudio.
- La parte teórica de los módulos no debe pasarse nunca por alto. Debe, más bien, asimilarse perfectamente antes de pasar a los problemas o ejercicios propuestos, ya que sirve precisamente para enfocarlos, permitiendo en cada caso, escoger cuando y cual es la técnica más idónea para su resolución.
- Las técnicas tampoco han de aprenderse de memoria. Sí en una empresa nos encontramos con algún problema siempre podremos consultar libros, tablas o fórmulas. Las técnicas se han de entender, y sobretodo, conocer como funcionan y cuando es posible usarlas. Para llegar a este objetivo es imprescindible realizar el máximo número de ejercicios y de actividades que se proponen al final de cada módulo.
- Para resolver un problema, primero se ha de conocer de que tipo de problema se trata, qué condiciones particulares posee y qué técnicas pueden emplearse para resolverlo. Por ello

es imprescindible una lectura detallada del enunciado, así como tener los conceptos teóricos que llevan a su resolución, muy claros.

- El alumno no ha de dudar nunca en realizar cualquier consulta al profesor, tanto referente a los problemas o ejercicios propuestos, como de la teoría. Una duda resuelta a tiempo evita la pérdida de interés y posiblemente, bastantes horas de estudio.

Módulos.	Capítulos.	Evaluación Continuada. Características.	Valoración Evaluación Continuada/ Trabajo/Examen	Fecha de Inicio.	Fecha Final.
Módulo I La Electricidad. Consideraciones generales.	Consideraciones generales.	Preguntas teóricas.	X% de la nota del 1 ^{er} parcial	A determinar	A determinar
	Energías Renovables.	Preguntas teóricas.	X% de la nota del 1 ^{er} parcial		
Módulo II Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.	Instalaciones eléctricas en baja tensión.	Trabajo completo de baja tensión	X% de la nota del 1 ^{er} parcial.	A determinar	A determinar
Módulos I, II, III, y IV	Examen primer parcial.	Examen teórico práctico.	Y% de la nota del 1 ^{er} parcial.	A determinar	A determinar
Todo el primer parcial.	Primer Parcial	Examen + Trabajo BT + Evaluación conti.	Z% de la nota de la asignatura.	A determinar	A determinar
Común	Laboratorio.	Prácticas de laboratorio	Z% de la nota de la asignatura.	A determinar	A determinar
Módulo V Máquinas Eléctricas y Centros de Transformación.	Máquinas Eléctricas.	Preguntas teóricas y ejercicios de aplicación.	X% de la nota del 2 ^o parcial	A determinar	A determinar
	Transformadores y Centros de Transformación.		X% de la nota del 2 ^o parcial		
Módulo VI Regulación y Control de Sistemas Eléctricos.	Regulación de la Tensión y Mejora del Factor de Potencia.	Preguntas teóricas y resolución de problemas.	X% de la nota del 2 ^o parcial	A determinar	A determinar
Módulo IX Electrónica de Potencia.	Electrónica de Potencia.	Preguntas teóricas y ejercicios de aplicación.	X% de la nota del 2 ^o parcial	A determinar	A determinar
	Perturbaciones Eléctricas.		X% de la nota del 2 ^o parcial		
Módulos V, VI, VII, VIII, y IX.	Examen segundo parcial	Examen teórico práctico.	Y% de la nota del 2 ^o parcial.	A determinar	A determinar
Todo el segundo parcial.	Segundo Parcial.	Examen + Trabajo BT + Evaluación conti.	Z% de la nota de la asignatura.	A determinar	A determinar
Todo el Curso.	Final	Primer parcial + Segundo parcial + laboratorio.	100% de la nota de la asignatura.	A determinar	A determinar

Tabla 3: Resumen de los módulos, calificaciones y fechas de realización (sólo se indican algunos módulos).

Referencias.

- [1] Mujal R.M^a. Alabern X. "Asignaturas tecnológicas en organización industrial". III Congreso Internacional de Redes y Comunicación. Oviedo 13 y 14 de Septiembre de 2000.
- [2] Planificación de Estudios de Segundo Ciclo en Organización Industrial. ETSEIT. 1998.
- [3] ALVAREZ, A. "Tecnología en acción. Rap. Barcelona, año 1993.
- [4] SANCHO, J. M. "Nuevos retos para el sistema escolar". Nuevas Tecnologías. 1992.

