



TECNOLOGIA ELÈCTRICA

Guia de l'assignatura



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

1

Crèdits: 4,5 (3cr Teoria, 1.5cr. Pràctiques)

Tipus: Troncal

Crèdits ECTS: 3,6

Professor: Ramón M^a Mujal Rosas (mujal@ee.upc.edu)

Departament: Enginyeria Elèctrica

Presentació

Coneixements previs

Dins la carrera d'Organització Industrial de Segon Cicle, concretament en el primer curs, es fa aquesta assignatura de temàtica netament tecnològica, enfocada per a alumnes que venen de carreres en les que l'electricitat no és matèria fonamental, sent per tant, necessari ampliar i refrescar llurs coneixements en aquesta ciència difícil però al mateix temps indispensable per al funcionament de qualsevol procés industrial.

L'estudi s'enfoca des dels seus inicis, evitant les formulacions, teoremes i funcions específiques o molt concretes més adequades per a enginyers elèctrics però, entrant, per contra, amb extensió i rigor en els temes d'interès general, en els quals, en ocasions, resulta indispensable la resolució de casos pràctics per millorar la comprensió, sense plànyer en aquest casos els càlculs o procediments.

Camps professionals en els quals es projecta l'assignatura

L'electricitat forma part de la nostra vida quotidiana, entra en nombrosos camps de la indústria actual, i pocs són els processos en els quals no intervingui; és per això, que l'aprenentatge i aprofitament d'aquesta assignatura ha de permetre consolidar una base de coneixements necessaris per tenir una visió general de l'electricitat. Són aquestes les raons per les que tecnologia elèctrica hauria d'estudiar-se no tan sols per aprovar uns crèdits, si no com una inversió de futur atès el seu ampli ventall d'aplicacions.

Relació de l'Assignatura amb altres del Pla d'Estudis

La temàtica eminentment tecnològica i específica, implica que implícitament aquesta assignatura estigui relacionada amb la resta de tecnologies que formen el Pla d'Estudis. L'estudi combinat de totes aquestes tecnologies facilitarà a l'alumne el seu aprenentatge, ja que són molts els punts en comú; així, per exemple, és normal que l'electricitat intervingui en nombrosos processos tant químics com mecànics i, el seu impacte en el medi ambient és preocupació comú a la resta de tecnologies.

Una part important de l'assignatura es dedica al funcionament econòmic dels sistemes elèctrics, relacionant-se directament amb assignatures en les quals aspectes com organització, qualitat i producció són la seva base del seu estudi.

Finalment, notar que s'està formant enginyers en organització industrial, no llicenciats en organització d'empreses. Una de les facetes importants que diferencia ambdós plans d'estudi són precisament la incorporació de les tecnologies, donant al perfil de l'enginyer en organització unes facultats més acords amb el títol obtingut.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

2

Objectius generals

L'electricitat abraça un camp molt ampli, així la seva generació, transport o consum, justificarien per sí mateixos un curs complet. A part d'això, els circuits elèctrics són sistemes complexos que impliquen nombrosos temes que poden ser objecte d'estudi.

La realitat ens indica que per exposar aquesta assignatura només es disposa de 4,5 crèdits, és a dir, 45 hores, el que obliga a realitzar una selecció dels temes que considerem més importants i profitosos per a estudiants que hagin d'adquirir una visió general, i profunda en alguns temes, del món elèctric.

L'objectiu global de l'assignatura passa per donar una visió global de la utilització i possibilitats actuals de l'energia elèctrica, tant econòmica com tecnològicament. Per aconseguir-lo, els objectius considerats bàsics són:

- Oferir una visió global de l'electricitat. Aquesta visió inclourà des de la seva generació (o conversió des de altres formes d'energia), fins el consum final, passant pel transport.
- Introduir l'alumne en els problemes actuals que afecten el món elèctric, alguns dels quals estan en via de solució i d'altres encara per resoldre. Avantatges i inconvenients de l'ús de l'electricitat enfront d'altres fonts d'energia. Elecció entre corrent alterna i corrent contínua.
- Funcionament, avantatges i inconvenients de les diverses fonts de generació d'energia elèctrica, tant les convencionals com les distribuïdes o alternatives. Perspectives a mig i curt termini. Repercussions medi ambientals.
- Transport de l'energia elèctrica. Pèrdues en el transport. Factors que hi influeixen. Condicionants tècnics i econòmics. Transport d'energia amb menors pèrdues (regulació de la línia i millora del factor de potència).
- Conèixer els riscos implícits de l'electricitat. Com actuar davant un contacte elèctric. Components i sistemes de protecció. Elecció dels sistemes de protecció en funció del defecte o sistema a protegir. Coordinació dels sistemes de protecció.
- Funcionament i principis tècnics bàsics de les principals màquines elèctriques, tant en alterna com en contínua (motors i generadors). Transformadors i centres de transformació.
- Enllumenat interior i exterior. Sistemes d'enllumenat. Làmpades i lluminàries. Sistemes de càlcul. Manteniment. Normativa.
- Electrònica de potència. Sistemes electrònics. Aplicacions als sistemes elèctrics de potència. Pertorbacions elèctriques.
- Entendre les tècniques i mètodes per efectuar un correcte funcionament econòmic dels sistemes elèctrics.
- Aplicacions actuals de l'electricitat i l'electrònica.

Continguts

L'assignatura està dividida en vuit mòduls, que a la vegada estan formats per capítols o temes. Cada tema disposa d'apartats i subapartats específics (a la taula generalment no s'han especificat els subapartats). Es pretén donar mostra, de forma aproximada, el contingut global de l'assignatura, és a dir, el seu programa. S'adjunta el nombre de crèdits que representa cada mòdul sobre el total i, per tant, el nombre d'hores estimat.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

3

Bloc Temàtic	Capítol	Descripció
Mòdul I. L'electricitat i les seves fonts d'energia 0.6 Crèdits (6h).	L'electricitat	Introducció a l'electricitat. Història de l'electricitat. Cronologia història de l'electricitat. Estructura d'un sistema elèctric. Tipus de subministraments elèctrics. Paràmetres elèctrics característics. Tensions emprades. Elements constitutius dels sistemes elèctrics. Generació d'energia elèctrica.
	Centrals Elèctriques convencionals	Tipus de centrals elèctriques. Les centrals elèctriques en Espanya. Les centrals hidroelèctriques. Les centrals tèrmiques convencionals. Les centrals nuclears. Repercussions medi ambientals de les centrals convencionals.
	Centrals d'Energies Renovables	Introducció a les energies alternatives. Energia eòlica. Energia solar fotovoltaica. Energia solar tèrmica. Energia de la biomassa. Energia hidràulica: minicentrals hidroelèctriques. Energia del Mar: mareas, ones, osmosis, cicles tèrmics, corrents marines.
Mòdul II Paràmetres elèctrics i càlcul de xarxes 0.6 Crèdits (6h).	Paràmetres Elèctrics Longitudinals	Introducció. Paràmetres elèctrics longitudinals: resistència i inductància. Resistivitat. Semiconductors. Aïllants. Resistència en AC i DC. Materials elèctrics emprats. Efectes peculiar i proximitat. Inductància. Camp magnètic. Fórmules i disposicions més comuns de les línies elèctriques.
	Paràmetres Elèctrics Transversals	Paràmetres elèctrics transversals: capacitat i conductància. Camps elèctrics. Condensadors en AC i DC. Rectificadors. Filtres. Fixadors de tensió o corrent. Efecte Ferranti. Càlculs. Conductància. Efecte Aïllador. Efecte Corona. Exemple de càlcul dels efectes aïllador i corona.
	Càlcul de Xarxes elèctriques	Introducció. Conceptes previs. Diagrames. Tipus de paràmetres. Càlcul de línies curtes. Càlcul de línies mitjanes: mètode en "T" i mètode en " π ". Càlcul de línies llargues: mètode de les constants auxiliars. Exemple de càlcul d'una línia elèctrica.
Mòdul III Riscos elèctrics i protecció de sistemes de potència 0.6 Crèdits (6h).	Riscos Elèctrics	Riscos elèctrics, generalitats. Primers auxilis davant un contacte elèctric. Efectes de la corrent elèctrica sobre l'organisme humà. Influència de la intensitat, temps de contacte, tensió, resistència de la pell, freqüència. Electricitat electroestàtica, mètodes generals de protecció. Tipus de contactes elèctrics: contacte directe i contacte indirecte.
	Protecció de sistemes elèctrics	Normativa. Proteccions contra sobrecàrregues: relé tèrmic. Proteccions contra curtcircuits: relé magnètic. Protecció contra contactes indirectes i fugues: relé diferencial. Fusibles. Coordinació de sistemes de protecció. Tipus de contacte elèctric. Tècniques de seguretat contra contactes elèctrics. Mesures de protecció de les instal·lacions elèctriques: mides tipus "A" i "B".
	Posada a Terra	Generalitats. Parts que componen la posada a terra: toma de terra, instal·lació de presa a terra. Resistència de pas a terra. Elements a connectar a una presa de terra. Tensió de pas i tensió de contacte. Càlcul de la presa a terra. Medició de la presa a terra. Unions equipotencials. Manteniment i Normativa de les preses a terra.
Mòdul IV Màquines elèctriques i centres de transformació 0.4 Crèdits (4h).	Màquines elèctriques	Principis generals. Màquines de corrent continua: generadors i motors. Màquines de corrent alterna: Generador trifàsic, motor d'inducció. Arrencament de màquines elèctriques. Protecció. Regulació i maniobra de motors trifàsics. Manteniment de màquines elèctriques.
	Transformadors i centres de transformació	Transformadors monofàsics. Principi de funcionament d'un transformador ideal: en buit i en carrega. Funcionament d'un transformador real. Circuit equivalent d'un transformador. Assaigs del transformador: assaig de buit i en cortocircuit. Caiguda de tensió en un transformador. Transformadors trifàsics. Transformadors reguladors i d'intensitat. Centres de transformació: classificació i constitució bàsica.
Mòdul V Regulació i	Caiguda de tensió i Fluxes de Potències	Caiguda de tensió en una línia elèctrica. Càlcul de la caiguda de tensió en línies curtes i llargues: formulació, conclusions. Fluxes de potència d'una línia elèctrica: formulació, conclusions. Millora del factor de potència.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

4

Control de Sistemes Elèctrics. 0.4 Crèdits (4h).	Regulació i millora del factor de potència	Regulació de la tensió en línies. Regulació de la tensió sense compensar la càrrega: control del nivell de tensió, ús de transformadors regulables i autotransformadors, compensació sèrie. Regulació de la tensió amb compensació de la càrrega: compensació mitjançant bateries de condensadors o bobines, compensadors síncrons, compensadors estàtics de potència reactiva. Avantatges i inconvenients dels sistemes de compensació d'energia. Potència reactiva de compensació. Exemple de càlcul.
Mòdul VI Funcionament econòmic i Aplicacions dels sistemes elèctrics 0.5 Crèdits (5h).	Tarifes elèctriques	Conceptes bàsics. El mercat lliure. Classificació de tarifes. Complementos de la tarifa bàsica: discriminació horària, energia reactiva. Potència de facturació. Impostos sobre l'electricitat. Resum de les tarifes elèctriques
	Despatx econòmic	Introducció al despatx econòmic. Control d'un sistema de potència. Centrals de generació d'energia elèctrica convencionals. Control automàtic de la generació: diagrama de blocs. Funcionament econòmic de sistemes de potència: distribució de càrregues entre unitats d'una mateixa central: coeficients de pèrdua. Distribució de càrregues entre centrals, pèrdues de transmissió i factors de penalització.
	Aplicacions dels Sistemes Elèctrics	Aplicacions del sistemes elèctrics. Formació de calor industrial: Objectius, tipus, aplicacions. Força motriu: Objectius, tipus, aplicacions. Il·luminació: Objectius, tipus, aplicacions.
Pràctiques de laboratori 1.4 Crèdits (14h).	Pràctica Fonts d'Energia Convencional	Aquesta pràctica versarà sobre els diferents fonts d'energia elèctrica convencional, amb treball teòric sobre les característiques principals d'aquestes centrals hidroelèctriques, tèrmiques i nuclears.
	Pràctica Fonts d'Energia Renovables	Aquesta pràctica versarà sobre els diferents fonts d'energia elèctrica renovables, amb treball teòric sobre les característiques principals d'aquestes centrals eòliques, solars, de biomassa, de RSU, de geotèrmica, de piles de combustible i marines.
	Pràctica Riscos Elèctrics	Amb la realització de problemes de simulació de riscos elèctrics els alumnes intentaran determinar el perill de les diverses situacions que es poden donar amb contactes accidentals elèctrics, així com poder efectuar una prevenció a temps del risc.
	Pràctica Sistemes de Protecció	Pràctica destinada al coneixement els diferents sistemes i components per protegir les instal·lacions elèctriques de les possibles fallides o contactes accidentals. Relès, Diferencials, Fusibles, magnetotèrmics.
	Pràctica Postes a Terra	La posada a terra es un dels sistemes de protecció més utilitzats, i per tant amb més interès per part dels usuaris. En aquesta pràctica es realitzaran diferents mesures de posta a terra, amb indicació de com es pot millorar el valor d'aquesta resistència i en quins valors es troben els òptims.
	Pràctica Màquines Elèctriques	Aquesta pràctica versarà sobre els assaigs de buit i de curtcircuit, apart dels càlculs corresponents, per comprovar les característiques de funcionament d'una màquina elèctrica.
	Pràctica Regulació i Control de xarxes Elèctriques	Aquesta pràctica versarà sobre els diversos règims de funcionament d'una línia elèctrica, en buit i en càrrega. Així mateix es comprovarà el comportament de la línia davant càrregues inductives o capacitives, regulant la línia mitjançant bateries de condensadors.

Sessions presencials

Les sessions presencials en aquesta assignatura estaran repartides de la següent forma:

- Una sessió de dues hores a la setmana de teoria.
- Una sessió de dues hores cada quinze dies de problemes o pràctiques.

En cada una d'aquestes sessions s'explicarà en primer lloc els principis teòrics, per passar seguidament a la realització de problemes o pràctiques que consoliden els coneixements.

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

5

Materials

Bibliografia bàsica

- Mujal Rosas, Ramón M^a. *Tecnología Eléctrica*. Edicions UPC. 2^o Edició Barcelona. (2003).
- Mujal Rosas, Ramón M^a. *Electrotècnia*. Edicions UPC. Barcelona. (2002).
- Guerrero, Alberto. *Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones*. McGraw-Hill. Madrid. (1995).
- Fraile Mora, J. *Máquinas Eléctricas*. 2^o Edición, ETSICCP de Madrid. (1993).
- Guerrero, Alberto. Porras, Alejandro. *Seguridad en las Instalaciones Eléctricas*. McGraw-Hill. Madrid. (1995).
- Checa, Luís M^a. *Líneas de Transporte de Energía Eléctrica*. 3^o Edición. Marcombo. Barcelona. (1992).

Bibliografia complementària

- Ministerio de Industria y Energía. *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias*. MINER. Madrid. (2003).
- Fiuk, A.G., Wayner, H. *Manual de Ingeniería Eléctrica*. 13^o Edición. McGraw-Hill. Madrid. (1996).
- Mujal Rosas, Ramón M^a. *Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Edicions UPC. Barcelona. (2002).
- Mujal Rosas, Ramón M^a. *Cálculo de Líneas y Redes Eléctricas*. Edicions UPC. Barcelona. (2002).
- Montané, Paulino. *Protección en las Instalaciones Eléctricas*. 2^o Edición. Marcombo. Barcelona. (1993).

Avaluació

Es faran dues proves escrites: una a meitat de curs i altre al final. La seva seqüenciació i temporització n'és:

- La primera prova constarà d'una part teòrica, formada per 10 preguntes tipus test sobre els tres primers mòduls d'estudi (s'estima un temps de 1 hora) i tot seguit es plantejaran 1 ó 2 preguntes de problemes (s'estima un temps de 1 hores) sobre la mateixa matèria.
- La segona prova constarà d'una part teòrica formada per 10 preguntes tipus test sobre els tres últims mòduls d'estudi (del IV al VI); es disposarà de 1 hores per fer-ho. Tot seguit es plantejaran 1 ó 2 preguntes de problemes (s'estima un temps de 1.5 hores) sobre la mateixa matèria.

Per calcular la nota final de l'assignatura es sumarà la nota final de la primera prova, més la nota de la segona prova, més nota de les pràctiques.

Cada una de las seccions estarà puntuada de la següent forma:

- La nota de l'examen del primer parcial representa un 45% de la nota final (a la teoria li correspon un 60%, i a la part de problemes el 40%).

$$\text{Nota 1}^{\circ} \text{ P} = (\text{Teoria} \cdot 0.6 + \text{Problemes} \cdot 0.4)$$

- La nota de l'examen del segon parcial representa un 45% de la nota final (a la teoria li correspon un 60%, i a la part de problemes el 40%).

$$\text{Nota 2}^{\circ} \text{ P} = (\text{Teoria} \cdot 0.6 + \text{Problemes} \cdot 0.4)$$

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27806 Tecnologia Elèctrica. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en CAA de data 28/05/08

6

- La nota de pràctiques (que pot ser substituïda per la nota de la avaluació continua) depèn del número de pràctiques (avaluacions contínues) realitzades durant el curs, rebaixant els pesos de les anteriors notes en funció d'aquest número de pràctiques realitzades.

Nota Final Curs:

Per obtenir la nota final de curs s'estableixen els següents percentatges:

$$\text{Nota Final} = (\text{Nota 1}^\circ \text{ Exàmen} \cdot 0.45 + \text{Nota 2}^\circ \text{ Exàmen} \cdot 0.45 + \text{Nota Pràctiques} \cdot 0.10)$$

Metodologia de Treball. Temporalització i Itineraris Formatius

D'entre les eines de treball que permet el Campus Digital per resoldre problemes o casos pràctics i la realització del treball o projecte de Baixa Tensió, es faran servir bàsicament el processador de textos WORD, el full de càlcul EXCEL, el programa de simulació de circuits elèctrics i electrònics PSPICE v.8 i els programes de disseny gràfic com l'AUTOCAD v.14 en espanyol.

Preparació i Estudi des Mòduls	Hores dedicació
Mòdul I - L'Electricitat i les seves fonts d'energia	12 hores.
Mòdul II - Paràmetres Elèctrics i Càlcul de Xarxes.	12 hores.
Mòdul III - Riscos elèctrics i Protecció de Sistemes de Potència	12 hores.
Total primer parcial.	36 hores.
Mòdul IV - Màquines Elèctriques y Centres de Transformació.	10 hores.
Mòdul V - Regulació i Control de Sistemes Elèctrics.	12 hores.
Mòdul VI - Funcionament Econòmic dels Sistemes Elèctrics.	12 hores.
Total segon parcial.	34 hores.
Realització de Pràctiques (Avaluació Continua)	20 hores.
Total Curs.	90 hores.

Els 4,5 crèdits per a un estudiant de tipus mitja es tradueixen en una càrrega lectiva personal de 90 hores. Segurament els alumnes amb coneixements previs d'electricitat o amb facilitat per a temes tecnològics rebaxaran aquesta xifra en bastants hores i, contràriament, alumnes amb pocs coneixements de la matèria o amb dificultats en aquestes temàtiques hauran d'elevat aquest mitjana adaptant-la a les seves necessitats.

És important recordar que no tots els mòduls revesteixen la mateixa dificultat, tant a nivell teòric com pràctic; per aquest motiu les hores esmerçades a cada mòdul seran diferents. No obstant i, d'una forma general i orientativa, la càrrega lectiva que comporta l'assignatura s'hauria de repartir en proporcions similars a les de la taula anterior.