

## **Document de concreció de la matèria d'Electrotècnia per a les PAU (2011-2012)**

Aquest document és una concreció del contingut de la matèria d'Electrotècnia de cara a les PAU. En cap cas, però, ha de condicionar l'ensenyament a les aules, on s'han de dur a terme activitats que no totes es poden valorar a les PAU. Tampoc s'especifiquen actituds, valors i normes que necessàriament han de ser treballats a l'aula.

### **ELECTRICITAT I MAGNETISME.**

#### **1. Conceptes elèctrics bàsics.**

1. El circuit elèctric.
2. Magnituds elèctriques: tensió, intensitat de corrent, potència i energia. DC i AC.
3. Principi de conservació de l'energia. Rendiment.
4. Convenis de signes i valoració de les magnituds elèctriques. Sentit del flux energètic.
5. Resistència elèctrica. La llei d'Ohm.
6. Elements bàsics de comandament: polsadors, interruptors i commutadors.
7. Aparells de mesura: voltímetre, amperímetre, ohmetre i wattímetre. El multímetre.

#### **2. Elements bàsics dels circuits.**

1. Elements passius: resistència, inductància i capacitat.
2. Resistències: tipus (fixes, variables i dependents), valor i tolerància, potència.
3. Elements actius: generadors de tensió ideals i reals. Associació de generadors.

#### **3. Capacitat elèctrica. Condensadors.**

1. Capacitat elèctrica.
2. Associació de condensadors (sèrie, paral·lel i mixt). Tensió, càrrega i capacitat.

#### **4. Electromagnetisme.**

1. Intensitat de camp. Densitat de camp. Flux. Permeabilitat absoluta i relativa.
2. Propietats magnètiques de la matèria. Materials paramagnètics, diamagnètics i ferromagnètics. Corba d'histeresi.
3. El circuit magnètic com a símil de l'elèctric. Força magnetomotriu, reluctància i flux. Circuits magnètics amb una bobina, un material ferromagnètic i, com a màxim, un entreferro.
4. Camps creats per corrents: conductor rectilini i bobina.
5. Inducció electromagnètica: tensions induïdes i forces sobre conductors. Principi de funcionament de les màquines elèctriques.
6. Bobines. Coeficient d'autoinducció.
7. Principi de funcionament de les inductàncies i dels transformadors.

## 5. Circuits elèctrics en CC.

1. Connexions sèrie i paral·lel.
2. Connexió mixta. Circuits mixtos amb condensadors i bobines en règim permanent.
3. Lleis de Kirchhoff. Aplicació a circuits de corrent continu.

## 6. Circuits monofàsics.

1. Funció cosinus. Pulsació, freqüència, període i fase. Valors instantani, pic i eficaç.
2. Representació fasorial de les magnituds de corrent altern.
3. Comportament dels elements bàsics en règim sinusoidal. Resistència, reactància i impedància. Llei d'Ohm generalitzada.
4. Potència activa, reactiva i aparent. Mesura de potència. Factor de potència. Correcció del factor de potència fins a la unitat.
5. Circuits RLC sèrie i paral·lel. Diagrames fasorials. Ressonància sèrie i paral·lel.
6. L'oscil·loscopi. Interpretació de senyals sinusoidals.

## 7. Circuits trifàsics.

1. Sistemes trifàsics equilibrats. Connexió estrella i triangle.
2. Potència i factor de potència.

# MÀQUINES ELÈCTRIQUES

## 1. Alternadors.

1. Principi de funcionament dels alternadors monofàsic i trifàsic. Freqüència i velocitat.
2. Constitució: rotor de pols sortints, cilíndric i amb imants permanents. Tipus d'excitació.
3. Esquema equivalent monofàsic i diagrama fasorial.
4. Potències mecànica i útil. Rendiment..

## 2. Transformadors.

1. Transformador ideal monofàsic: relació de transformació, conservació de l'energia, funcionament en buit i en càrrega. Diagrames fasorials.
2. Transformadors trifàsics. Tipus de connexió.
3. Transformadors reals. Rendiment.
4. Plaques de característiques.

## 3. Màquines de corrent continu.

1. Constitució i principi de funcionament. Reversibilitat. Inversió del sentit de gir.
2. Excitació independent, paral·lel, sèrie i per imants permanents. Característiques. Esquemes equivalents.
3. Potències i rendiment. Parell.
4. Variació de velocitat del motor d'excitació independent.
5. Plaques de característiques.

#### **4. Motors de corrent altern.**

1. Generació de camps magnètics giratoris a partir de sistemes trifàsics. Velocitat de sincronisme.
2. Motor d'inducció trifàsic: constitució i principi de funcionament. Lliscament. Tipus. Característica parell-velocitat. Potència i rendiment. Parell. Placa de característiques. Zona de treball. Arrencada directa i estrella-triangle. Variació de velocitat per variació de freqüència.

### **CIRCUITS I APLICACIONS ELÈCTRIQUES I ELECTRÒNIQUES.**

#### **1. Dispositius electrònics.**

1. Classificació funcional: funcionament analògic i digital (o commutat).
2. Circuits rectificadors monofàsics.
3. Circuits digitals combinacionals. Funcions lògiques. Taules de veritat. Àlgebra de Boole.

#### **2. Instal·lacions.**

1. Elements de protecció: fusibles, interruptors automàtics i diferencials. Principi de funcionament i corbes característiques.
2. Seccions de conductors. Criteris tèrmics o de màxima densitat de corrent i criteris de màxima caiguda de tensió. Càlcul de seccions amb càrregues amb factor de potència unitat.

#### **Pes aproximat dels diferents mòduls en les PAU.**

40% ELECTRICITAT I MAGNETISME

40% MÀQUINES ELÈCTRIQUES

20% CIRCUITS I APLICACIONS ELÈCTRIQUES I ELECTRÒNIQUES

## Consideracions per a les PAU de l'Àrea de Tecnologia

La Tecnologia demana del professional un conjunt d'habilitats i capacitats, independents del camp concret d'aplicació, que els programes d'educació han de potenciar (Accreditation Board for Engineering and Technology dels Estats Units, Higher Engineering Education for Europe, Guia de la formació professional del Departament d'Ensenyament, etc.). Entre aquestes habilitats i capacitats cal destacar:

- Habilitat per aplicar els coneixements apresos en matemàtiques, ciències i enginyeria.
- Habilitat en el disseny i l'execució d'experiments, així com en l'anàlisi i la interpretació de dades.
- Habilitat per al disseny de sistemes, components o processos que solucionin determinades necessitats.
- Habilitat per identificar, formular i resoldre qüestions d'enginyeria (destinades a solucionar necessitats i crear benestar).
- Habilitat en l'ús de les tècniques i eines pròpies de l'enginyeria actual (normalització, informàtica ...).
- Capacitat per entendre l'impacte de les solucions en enginyeria en el context social i global.
- Capacitat d'entendre i conèixer les responsabilitats i l'ètica professional.
- Capacitat de reconèixer la necessitat d'aprendre al llarg de la carrera professional.
- Habilitat per comunicar.
- Habilitat per treballar en equips multidisciplinaris.

L'objectiu de potenciar aquestes habilitats i qualitats dona un conjunt de pautes per al desenvolupament de la docència de les matèries de l'Àrea de Tecnologia i evidentment, al mateix temps, per allò que es considera necessari tenir assolit per superar amb èxit les PAU. A continuació es presenta un conjunt d'aquestes pautes.

### Models físics

Les situacions i els artefactes que s'estudien estan relacionats amb els aspectes bàsics i simples de la tecnologia i es presenten de manera que es puguin analitzar correctament per mitjà de models matemàtics algebriks. Cal entendre, però, la necessitat i utilitat dels models diferencials per a l'estudi de l'evolució temporal dels sistemes.

### Matemàtiques

Les matemàtiques implicades en els exercicis proposats són: càlcul elemental, àlgebra i geometria.

L'àlgebra és bàsica per comprendre i manipular els models. Cal plantejar per a cada fet, convenientment emmarcat amb les hipòtesis oportunes, un model com a una relació entre variables i paràmetres, en cap cas com un conjunt d'expressions entre les quals escollir segons dades, hipòtesis i incògnites. Cal entendre també els plantejaments i resolucions paramètrics que porten a una manipulació algebriks fins al moment d'obtenir el resultat numèric o la gràfica escalada. ("Sobre un vehicle de massa  $m...$ ", "Dibuixeu la pressió  $p$  funció de l'alçada  $h ...$ ".)

La geometria (en especial l'estudi del triangle i de les relacions trigonomètriques) és indispensable en molts aspectes de la mecànica (anàlisi de mecanismes, diagrama de cos lliure, determinació del centre de masses, etc.). Les magnituds sinusoidals i les seves relacions, introduïdes en aquesta àrea en l'estudi del corrent altern, es poden estudiar emprant els nombres complexos o introduint de manera simplificada els vectors giratoris i les operacions suma i producte entre ells (que porten de nou a l'estudi del triangle i de les relacions trigonomètriques).

### **Enunciats: presentació de situacions**

Els enunciats és bo que estiguin contextualitzats a un entorn, més o menys idealitzat, ("Una estufa disposa de tres resistències...", "El motor elèctric d'una grua...") i acompanyats en molts casos de dibuixos o esquemes.

Són preferibles els dibuixos i esquemes paramètrics acompanyats d'una taula de valors concrets dels paràmetres en l'exercici perquè entre altres aspectes ajuden al plantejament de l'exercici. A l'enunciat es presenten els paràmetres i si escau tots o alguns dels seus valors.

A classe, cal presentar exercicis amb enunciat obert que permetin fomentar l'habilitat d'identificar i formular qüestions d'enginyeria. L'anàlisi d'un enunciat obert ha de permetre arribar a establir un nou enunciat tancat (equivalent a un enunciat de les proves) on han de quedar ben explicitades les condicions del sistema a estudiar per a les que es demana que es realitzin càlculs, gràfics, esquemes, etc. Aquestes condicions han de ser adequades per permetre un plantejament dels models previstos en aquests exercicis (sòlid rígid, gas perfecte ...) sense hipòtesis addicionals (frec negligible ...).

A ser possible primer cal indicar les dades que defineixen (o que raonablement es pot considerar que defineixen en l'escenari idealitzat que es planteja) les característiques del sistema (massa, rendiment, mides ...) i a continuació les dades que defineixen un estat de funcionament concret (posició, velocitat, consum ...). Per exemple: "Un vehicle de 1500 kg circula per una carretera recta a 72 km/h ..." és molt millor que: "Un vehicle que circula per una carretera recta a 72 km/h té una massa de 1500 kg ...".

### **Càlculs numèrics. Precisió**

No cal donar una dada amb gaires dígits diferents de zero a menys que es tracti d'un problema de precisió.

Les dades, en general i si no hi ha cap raó en contra de precisió o semblant, no cal donar-les amb més de dos o tres dígits diferents de zero i cal utilitzar els múltiples o submúltiples SI (donant preferència als corresponents a  $10^3$  n) per tal de no treballar amb nombres de més de 4 dígits. (A la llarga és més llegible i més fàcil d'escriure, sobretot a màquina, 5,43 MPa que  $5,43 \cdot 10^6$  Pa.)

Pel que fa als resultats numèrics, es pot prendre el criteri general, si no hi ha cap raó en contra, de donar 4 dígits diferents de zero i a l'igual que per a les dades utilitzar els múltiples o submúltiples SI donant preferència als corresponents a  $10^3$  n.

Cal ensenyar l'alumnat que no perdi precisió apuntant resultats intermedis que després tornarà a utilitzar com a dades. Si el resultat d'un conjunt d'operacions és un resultat demanat del

problema cal apuntar-lo per donar-lo amb el format suggerit i mantenir-lo a la calculadora. Han d'aprendre a utilitzar la capacitat d'encadenar operacions de les calculadores científiques.

Si cal utilitzar nombres amb molts dígitos es poden fer grups d'aquests, preferiblement de 3, amb un separador que només pot ser un espai, i millor si és petit. Cal recordar també que el separador decimal és la coma en posició inferior (Veieu el document S. Cardona, L. Jordi.(2003) *Magnituds i unitats*).

### **Representacions gràfiques**

Cal entendre que els mètodes gràfics són un ajut en el procés de plantejament d'un exercici però pràcticament mai no són adequats com a mètodes resolutius. Així per exemple, en l'estudi de les velocitats d'un mecanisme poden donar idea de la seva distribució (sentit de la velocitat d'un punt, de la velocitat angular d'un sòlid ...) però el seu càlcul precís cal fer-lo a partir del plantejament i resolució de les equacions algèbriques pertinents.

Quan es demanen representacions gràfiques és bo incloure les escales sempre que sigui possible ("Representeu indicant les escales ..."). Si en un mateix gràfic s'hi inclouen diverses magnituds es pot incloure, com a mínim, alguna característica de cada magnitud que indiqui l'escala. (En la representació de les magnituds harmòniques en el pla complex com a vectors giratoris es pot indicar l'amplitud o el valor eficaç: "Dibuixeu indicant l'amplitud els vectors giratoris representatius de la intensitat i de la tensió ...".)

### **Magnituds i unitats. Sistema d'unitats SI**

En les definicions, comparacions, dades, resultats, etc. cal utilitzar sempre les magnituds adequades a cada cas. Així, la resistència d'un fil de coure d'un metre de llargada i  $1 \text{ mm}^2$  de secció no es pot anomenar resistivitat ja que resistència i resistivitat són magnituds físiques diferents, la resistència es mesura en  $\Omega$  i la resistivitat en  $\Omega \cdot \text{m}$ . Si s'utilitzen unitats SI com cal no coincideixen ni tan sols els valors numèrics de la resistència d'aquest fil i de la resistivitat. Hi ha molts altres casos: i) l'esforç o la pressió ( $\text{N/m}^2$  o Pa) no és una força (N) per unitat de superfície, és el quocient entre la força i la superfície sobre la que actua i com a conseqüència és numèricament igual a la força que actua sobre una unitat de superfície; ii) l'energia consumida en una hora no és  $E \text{ kJ/h}$  ja que  $\text{kJ/h}$  és una unitat de potència, sinó  $E \text{ kJ}$ , etc.

Les magnituds s'han d'expressar amb unitats del sistema internacional -SI- (Veieu el document S. Cardona, L. Jordi.(2003) *Magnituds i unitats*).

### **Normes. Esquemes. Símbols**

Cal tenir present que en el nostre entorn són aplicables les normes:

- ISO Normes internacional.
- CEI Normes internacional per a temes electrotècnics.
- EN Normes de la Comunitat Europea.
- UNE Normes de l'estat espanyol.

Sempre que sigui possible cal fer atenció a la utilització de les normes aplicables a cada cas.

### **Comunicació**

La comunicació dins de la Tecnologia ha de ser clara, precisa i àgil de manera que no doni peu a interpretacions parcials o errònies o a retards injustificables. Això fa que les

presentacions de qualsevol mena hagin de ser pulcres, concises, precises i clares i per fer-les cal emprar sempre que sigui possible i adient els mètodes que la pròpia Tecnologia posa al nostre abast.

L'estudiant s'exercita en la comunicació quan presenta treballs, resultats d'exercicis, etc. Per això en l'elaboració i presentació d'aquests documents cal fer atenció a diversos punts que permetin la claredat, precisió i agilitat.

- En la resolució d'un exercici cal presentar de manera endreçada i intel·ligible el que es fa, la qual cosa no implica copiar o refer l'enunciat.
- El comentaris, indispensables, han de ser concisos i gramaticalment correctes ("Si es suposa el freq negligible s'obté...")
- Cal indicar de manera inequívoca quin és el resultat final en cada cas.
- Els resultats numèrics s'han de donar amb la precisió adequada i amb les unitats corresponents.
- En els gràfics cal indicar les escales i les unitats correctes i han de quedar ben explicitats els trets característics de les corbes (màxims, asímptotes...)
- En esquemes, diagrames de blocs, etc. s'han de presentar sense ambigüitats i si escau utilitzant la simbologia pertinent.