



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

DISSENY I IMPLEMENTACIÓ DE PROTOTIPS ELECTRÒNICS: EINA DE DESENVOLUPAMENT DE L'ACTIVITAT DIRIGIDA PER A ESTUDIANTS D'ENGINYERIA ELECTRÒNICA

- Martínez García, Herminio

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). BarcelonaTech
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Consorci de l'Escola Industrial de Barcelona (CEIB)
Departament d'Enginyeria Electrònica
c/ Comte d'Urgell, 187. 08036. Barcelona (Espanya, Spain)
herminio.martinez@upc.edu

- Cosp Vilella, Jordi

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). BarcelonaTech
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
Consorci de l'Escola Industrial de Barcelona (CEIB)
Departament d'Enginyeria Electrònica
c/ Comte d'Urgell, 187. 08036. Barcelona (Espanya, Spain)
jordi.cosp@upc.edu

1. **RESUM:** L'experiència realitzada i presentada pretén que l'estudiantat, treballant en grups de dos o, preferentment, tres persones, desenvolupi, en forma de aprenentatge basat en projectes (PBL) i cooperatiu (AC), i guiats pel professorat, el disseny, simulació, implementació i assaig d'un prototip electrònic relacionat amb l'assignatura. A partir de les especificacions de disseny donades, el grup ha de realitzar, durant el quadrimestre, les tasques adients per portar a terme un prototip funcionalment operatiu.
2. **ABSTRACT:** The experience carried out aims for students to work on the design, simulation, implementation and testing of an electronic prototype in groups of two or, preferably, three using problem-based and cooperative learning methods. Under the supervision of one of the course lecturers, the group must follow the design specifications given and perform the tasks needed to develop a functionally operational prototype over the course of a semester.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

3. PARAULES CLAU: Enginyeria Electrònica; Electrònica Analògica; aprenentatge basat en projectes (PBL); aprenentatge cooperatiu (AC); tècnica *puzzle* / **KEYWORDS:** Electronics Engineering; Analog Electronics; project-based learning (PBL); cooperative learning (CL); puzzle technique.

4. DESENVOLUPAMENT:

a) Objectius

L'experiència portada a terme pretén que l'estudiantat de l'assignatura troncal de 3^{er} curs **Electrònica Analògica** (EA-EIA – 820222) de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB), treballant en equips de 2 o 3 persones, desenvolupin, en forma d'aprenentatge basat en projectes (PBL) i cooperatiu (AC), i sota la guia i tutela del professorat: *a) el disseny, b) la simulació, c) la implementació i d) l'assaig* d'un prototip electrònic relacionat amb la matèria i els continguts impartits.

A partir de les especificacions de disseny (funcionalitats) donades a començament de curs, l'equip de treball ha de realitzar, durant el quadrimestre, les tasques adients per portar a terme un prototip funcionalment operatiu, tasques similars a les que realitzarien en una empresa treballant com a enginyers/es en Electrònica en el desenvolupament de prototips electrònics.

Al final de quadrimestre, l'equip de treball ha de:

- a. Presentar un prototip que funcioni i un informe tècnic en una sessió extraordinària de laboratori.
- b. Explicar amb detall el funcionament del prototip davant el professor o professora i la resta d'estudiants assistents a la sessió.
- c. Respondre individualment a qualsevol de les qüestions plantejades i relacionades amb el procés de disseny i implementació portats a terme, tant pel professorat com pel conjunt d'estudiants.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

b) Descripció del Treball

Context en què es Desenvolupa l'Assignatura en la que s'ha dut a Terme l'Experiència.

L'assignatura en què s'ha portat a terme l'experiència, EA-EIA, és una assignatura troncal obligatòria de 3^{er} curs (6^e quadrimestre de la titulació), impartida tant en el quadrimestre de tardor com en el de primavera [1]. L'assignatura, amb 6 crèdits ECTS, està inclosa en el grau en Enginyeria en Electrònica Industrial i Automàtica, impartit a l'EUETIB.

Els estudiants implicats estan matriculats cada quadrimestre en un únic grup (de matí o de tarda —segons que sigui, respectivament, el quadrimestre de primavera o tardor—). El nombre d'estudiants matriculats per quadrimestre és, aproximadament, de 60-65. Per realitzar l'activitat docent presentada en aquest article, treballen en petits grups de 2 o, preferiblement, 3 estudiants. És el que anomenem **equips de treball (ET)**.

Situació de Partida que es Volia Millorar amb l'Experiència.

L'assignatura, dintre de les titulacions de grau, es va començar a impartir el quadrimestre de primavera del curs 2010-2011. La divisió en hores setmanals dels 6 crèdits ECTS que la formen és la següent:

- 2 h/set. de teoria i problemes.
- 1 h/set. de laboratori, agrupades en sessions quinzenals de 2 h.
- 0,5 h/set. d'activitats dirigides (ADs), agrupades en sessions mensuals de 2 h.

Els continguts i la matèria impartits derivaven d'una assignatura anterior, Electrònica Analògica 2 (EA-2), amb menys hores de docència, impartida a l'antiga titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial, pla 2002, especialitat en Electrònica Industrial, de l'EUETIB [2], [3], [4]. En aquesta antiga assignatura va quedar palès que, a pesar de tenir uns continguts força interessants, la càrrega teòrica feia que els estudiants trobessin, com a *handicap*, un grau de dificultat important per passar i aprovar l'assignatura. Això va ser un



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

problema que, juntament amb el temari i els continguts, es va transmetre a la nova assignatura (EA-EIA). Tenint en compte l'opinió de l'estudiantat, l'activitat presentada aquí es va començar a portar a terme durant la tardor del curs 2011-2012.

Per tant, la situació de partida és fer que l'estudiantat, basant-se en els coneixements teòrics desenvolupats a l'assignatura i seguint una línia molt marcada per l'espai europeu d'educació superior (EEES), porti a terme, a la pràctica i amb força autonomia (però treballant en equip), un prototip electrònic real, de forma similar a la manera com ho faria a la vida professional treballant com a enginyer/a en Electrònica dintre d'una empresa (és a dir, disseny, simulació, implementació física i assaig experimental).

En Què Consisteix l'Experiència.

Com ja hem comentat en el subapartat precedent, en el marc de l'assignatura esmentada, aquesta es divideix en tres grans blocs: teoria, problemes i experimental (format, alhora, per sessions de laboratori "clàssic" i activitats dirigides). Segons la retroacció de l'estudiantat, les dues primeres parts queden suficientment cobertes amb les hores de classe, en les quals, dintre de la taxonomia de Bloom, s'arriba fins als nivells de *coneixement*, *comprensió*, *aplicació* i *anàlisi*. No obstant això, la part experimental s'havia de reforçar amb alguna tècnica que anés més enllà de les clàssiques pràctiques de laboratori i arribés al nivell de *síntesi* i *avaluació*. És per això que, dintre de les hores d'AD que, afortunadament, inclou l'assignatura, es proposa fer una activitat pràctica (o projecte) en la qual l'estudiantat faci el disseny i el muntatge d'un prototip electrònic pràctic propi de l'assignatura i de la seva titulació (figura 1) [5], [6], [7], [8].



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

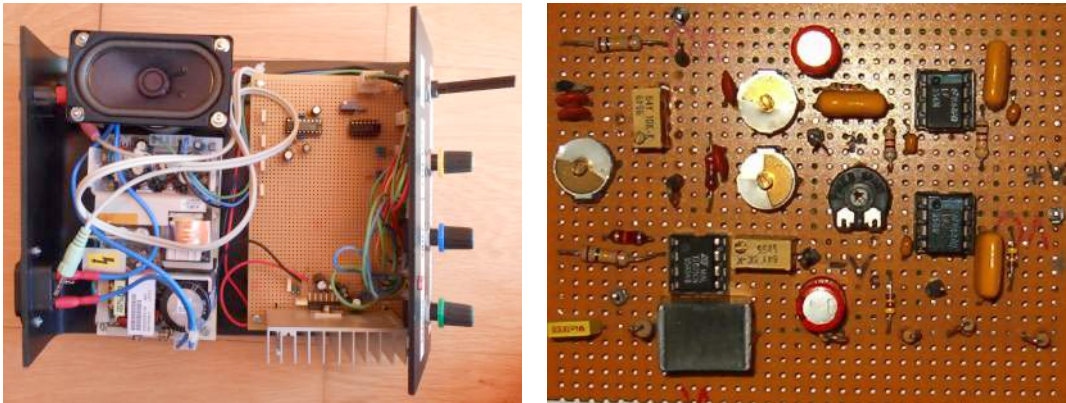


Fig. 1.- Exemples de diferents prototips realitzats pels ETs de l'assignatura EA-EIA.

En particular, durant les primeres setmanes de curs, com a punt de partida, el professorat dóna al conjunt de l'estudiantat les especificacions de disseny que ha de complir el “producte final” (és a dir, el prototip). A partir d'aquí, l'ET ha de realitzar les tasques adients per portar a terme un prototip funcionalment adequat. L'activitat, que s'allarga durant les 10-11 darreres setmanes (de les 15 que dura el quadrimestre), acaba amb la presentació al laboratori del prototip funcionant, el lliurament d'un informe tècnic sobre el disseny portat a terme i la presentació i explicació de l'activitat davant del conjunt d'estudiants assistents a la sessió.

La retroacció del professor/a es realitza durant el quadrimestre de tres formes diferents:

- a. A les classes d'AD, ja que l'assignatura inclou sessions mensuals de 2 h de durada en què els estudiants treballen el projecte dintre de l'aula amb la presència del professor.
- b. A més, durant el quadrimestre, la tasca de retroacció és reforçada pel fet que els estudiants poden anar a preguntar sobre el disseny que duen a terme. No obstant això, aquestes consultes han d'anar acompanyades dels documents (esquemes, fitxes tècniques dels fabricants, resultats de simulacions o experimentals, etc.) que corroborin que l'equip de treball està desenvolupant el projecte.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- c. En qualsevol cas, a la setmana 10 del quadrimestre, l'equip de treball ha de passar pel despatx del professor perquè aquest ofereixi una retroacció particular per a cada grup. D'aquesta forma es pot conèixer si l'equip evoluciona i progressa positivament en l'activitat. En cas contrari, el professor/a suggereix a l'ET les mesures correctores adients.

L'activitat presentada en aquest article s'ha portat a terme durant 2,5 cursos acadèmics (fins a la data de presentació d'aquest document, 5 quadrimestres, des de la tardor del curs acadèmic 2011-2012). Per tant, podem dir que es tracta d'una activitat suficientment consolidada per obtenir-ne resultats interessants.

Situació en què es Troba l'Estudiantat Quan s'Inicia l'Experiència i On s'Arriba.

En resum, l'estudiantat parteix d'un desconeixement important de com és tot el procés de desenvolupament d'un prototip electrònic real quan s'inicia l'experiència, i acaba amb el disseny, la simulació, la implementació física i l'assaig d'un prototip funcionalment operatiu, que:

- Es realitza en equip sota la premissa d'AC i PBL.
- Cobreix un nombre important de competències tant específiques de l'assignatura com també transversals o genèriques.
- Relaciona de forma eficaç els continguts teòrics de l'assignatura amb l'aplicabilitat al món laboral del/de la futur/a enginyer/a en Electrònica.

Planificació de l'Experiència Portada a Terme.

La planificació de l'experiència portada a terme la podem dividir en els punts següents:

- 1) Començat el quadrimestre, un cop s'ha avançat matèria durant les primeres setmanes del quadrimestre, al voltant de les setmanes 4-5 el professorat de l'assignatura penja al Moodle de l'assignatura (Atenea de la UPC) un document **en anglès** en què queden



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

concretats (vegeu l'annex associat a aquest document, en el qual es mostra un exemple d'enunciat en anglès lliurat a l'estudiantat just abans de començar l'experiència):

- L'objectiu explícit i clar de l'experiència (el desenvolupament d'un prototip electrònic en diferents etapes, como són: disseny, simulació, implementació pràctica i assaig experimental).
- Les directrius (“normativa”) i consells més importants que han de seguir per desenvolupar l'activitat i el projecte amb èxit.
- Les especificacions tècniques del disseny que els equips de treball han de portar a terme. **Aquestes especificacions són comunes per a tots els grups de treball. Això sí, la solució d'implementació proposada pels diferents equips de treball mai serà única ni tancada.**

2) A la primera sessió presencial de l'activitat dirigida (AD), el professor detalla aquests aspectes i els estudiants:

- Es divideixen en equips de 3 (preferiblement) o 2 membres.
- Comencen, a partir d'aquest moment, a desenvolupar l'activitat en passos seqüencials: disseny, simulació, implementació física i, finalment, assaig experimental.
- Decideixen qui representarà la figura de **coordinador d'equip (CE)**. A cada equip de treball hi ha un estudiant o estudianta que exerceix d'aquesta figura i que fa d'enllaç entre el professorat i el seu ET. En cap cas fa de cap, ja que el que es vol és que tots els estudiants dintre de l'equip tinguin el mateix rol.

3) Inicialment, fent servir la tècnica puzzle i l'AC, la tasca de disseny (la més delicada, ja que en dependrà la resta del projecte portat a terme) queda dividida en diferents blocs, de forma que **cada membre de l'ET se centra (és a dir, “s'especialitza”) en una**



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

part i la desenvolupa de forma adient (cerca d'informació sobre el bloc, el dissenya parcialment, fa la simulació del seu comportament, etc.) [5], [6], [7], [8].

- 4) A continuació, seguint amb la tècnica puzzle i l'AC, els estudiants d'un equip han de transmetre allò que han après de forma autònoma a la resta de membres de l'ET. Això fa que, els estudiants ho hagin de transmetre de forma eficaç. Aquesta tasca es realitza a les sessions mensuals de 2 h. A més, aquestes sessions ajuden força que el professor o professora vegi l'evolució de l'equip d'estudiants i, si cal, ajudi aportant-los mesures correctores perquè el desenvolupament del prototip sigui adequat. En cap cas, el professorat de l'assignatura no aporta solucions, que han de buscar els mateixos ET.
- 5) A més, durant la setmana 10 del curs, aproximadament, els estudiants han de passar pel despatx d'un dels professors de l'assignatura, amb tota la documentació (esquemes electrònics, simulacions, etc.) i el material (plaques i components electrònics, circuits físic, etc.) que, fins en aquell moment, han desenvolupat i muntat.
- 6) En acabar el període lectiu del quadrimestre, el professorat de l'assignatura cita els estudiants un dia, en diferents sessions de laboratori (atesa la capacitat limitada d'aquest), perquè:
 - Corroborin, davant del professor i la resta d'equips assistents, el funcionament del prototip electrònic desenvolupat.
 - Expliquin correctament el funcionament del prototip desenvolupat.
 - Expliquin correctament el procés de desenvolupament (disseny, simulacions, implementació física i assajos finals): com han quedat dividides les tasques entre els diferents membres que formen l'ET, en què s'ha “especialitzat” cada membre de l'ET, com ha estat la temporització al llarg del quadrimestre, etc.
 - Responguin correctament a les preguntes fetes pel professorat de l'assignatura.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Responguin correctament a les preguntes fetes per la resta d'estudiants de l'assignatura que són presents a la sessió. **La qualificació és comuna per a tots els membres que formen l'ET; per tant, que un estudiant o estudianta respongui bé o malament a una qüestió repercuteix no només en la seva qualificació, sinó també en la qualificació de la resta de membres que formen l'ET.**
 - Lliurin l'informe tècnic del projecte desenvolupat en què s'explica el procés de disseny i muntatge, els circuits dissenyats, els components que han fet servir, etc., així com els resultats de la simulació i experimentals.
- 7) Tenint en compte totes les evidències anteriors, el professorat avalua l'activitat. Com ja hem comentat, la qualificació, amb un pes al voltant del 30 % del pes total de l'assignatura (pot variar lleugerament d'un quadrimestre a l'altre entre el 25 % i el 35 %, segons el grau de dificultat del prototip que s'ha d'implementar), és comuna per a tots els membres que formen l'ET.
- 8) S'avalua el conjunt de l'assignatura. Malgrat que pot variar d'un quadrimestre al següent, aquesta s'avalua segons la ponderació següent:
- Examen final de teoria i problemes: 30 %.
 - Examen parcial de teoria i problemes: 20 %.
 - Pràctiques de laboratori: 20 %.
 - **Activitat dirigida (AD): 30 %** (objecte de la present experiència).

Recursos Materials i d'Organització.

- En les primeres setmanes de desenvolupament del disseny i simulació del prototip, una aula adient per realitzar el disseny i les simulacions del prototip en les sessions mensuals de 2 h. Aquesta aula pot ser, simplement, una aula de teoria amb cadires i taules. A més, aquestes no han d'estar fixades, en cap cas, al terra, perquè els estudiants



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

s'hi puguin reunir i treballar en petits grups (per aplicar correctament les tècniques de puzzle, AC i PBL) [5], [6], [7], [8].

- En les darreres setmanes de desenvolupament del disseny del prototip, el laboratori d'Electrònica de l'assignatura (amb la instrumentació adequada), tal com mostra la figura 2, per assajar-hi i prendre mesures experimentals dels prototips que s'han dut a terme.



Fig. 2.- Aspecte general del laboratori de l'assignatura durant una sessió d'AD en què es treballa en el muntatge i assaig del prototip que es porta a terme.

Eines d'Avaluació Emprades a l'Activitat Portada a Terme.

- La comprovació del muntatge físic implementat.
- L'informe tècnic presentat per l'equip de treball.
- La presentació oral, davant del professorat i de companys de classe assistents a la sessió de presentació, de com funciona i com s'ha desenvolupat el prototip implementat.
- Les respostes dels membres que formen l'equip a les preguntes fetes tant pel professorat de l'assignatura com per la resta de companys de classe assistents a la sessió de presentació.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

Eines d'Avaluació de la Pròpia Activitat.

- L'opinió *in situ* de l'estudiantat. En acabar l'experiència, especialment el dia de la presentació del prototip, se'ls pregunta l'opinió particular de l'equip sobre l'activitat. En aquest aspecte cal destacar que, malgrat la feina que comporta al llarg del quadrimestre desenvolupar un prototip dintre de l'assignatura, l'estudiantat veu de forma molt positiva el fet de fer una feina d'aquest tipus. **És important tenir en compte aquestes opinions, ja que reflecteixen “en calent” punts importants com, per exemple, si l'activitat és massa complexa, es necessita massa temps per portar-la a terme, etc.**
- L'opinió de l'estudiantat mitjançant una enquesta interna de l'assignatura, als quals, entre altres punts d'interès de l'assignatura (grau de dificultat de la matèria teòrica o dels exàmens teòrics, etc.), se'ls pregunta també sobre l'AD portada a terme.
- La mateixa opinió del professorat de l'assignatura. En aquest punt cal destacar dos aspectes: **(1)** La forta dedicació que cal del professorat fer la retroacció de l'activitat portada a terme en l'assignatura. **(2)** La bona acollida que l'activitat té com a eina activa d'aprenentatge. L'activitat no només serveix entre el professorat per motivar i engrescar l'estudiantat, sinó també per involucrar més el professorat en el procés d'aprenentatge dels seus estudiants.

Plans de Millora Contínua

Com s'ha comentat prèviament, les eines de recollida d'informació sobre l'activitat han estat diverses, tant per avaluar l'activitat desenvolupada pels estudiants com l'activitat mateixa. Cal destacar, però:

- La comprovació experimental del muntatge físic implementat.
- L'informe tècnic presentat per l'equip de treball.
- La presentació oral davant del professorat de com funciona i com s'ha desenvolupat el prototip implementat.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- L'opinió de l'estudiantat, tant "de viva veu" com mitjançant la recollida d'enquestes internes escrites.
- L'opinió del professorat de l'assignatura.

En referència als darrers quadrimestres, en quant al pla de millora portat a terme, cal destacar, a més a més, els punts següents:

- Durant el curs passat, 2012-2013, s'hi ha afegit la presentació de l'informe tècnic. Durant les primeres vegades que s'ha portat a terme l'experiència, aquest informe no se li demanava a l'estudiantat, però el professorat ha vist que és necessari perquè els primers tinguin un document final que pugui recollir aquella informació que té una rellevància especial en l'activitat (explicació del funcionament del disseny, càlculs teòrics, esquemes electrònics, llistat de materials i components utilitzats, resultats de simulació i experimentals, etc.).
- Durant aquest curs 2013-2014, s'ha afegit la presentació a l'inici de l'activitat (setmana 5) d'una temporització al llarg del quadrimestre (és a dir, un **diagrama de Gantt**), que permeti al professor, però, especialment, als membres que formen l'equip de treball, una distribució coherent de la càrrega i la feina que s'ha de fer.

c) Resultats Obtinguts i Conclusions

- Redirigeix l'assignatura cap a una vessant molt més pràctica, aplicada i experimental, similar a la que, segurament, es trobaran els estudiants d'enginyeria en un futur immediat a la seva vida professional.
- L'activitat (el projecte en si mateix que desenvolupa l'equip de treball) fa d'enllaç entre la matèria, els continguts i el coneixement impartits a les classes de teoria i problemes, i la part experimental i, sobretot, el món professional i laboral al qual l'estudiant s'haurà d'enfrontar en un futur proper.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Fa que l'estudiant desenvolupi competències específiques (tant acadèmiques com professionals) pròpies de l'assignatura, imprescindibles i força importants per a la seva trajectòria professional: **disseny de circuits electrònics, desenvolupament de plaques PCB, desenvolupament de prototips electrònics, utilització eficaç d'eines de simulació CAD-CAE-EDA de circuits electrònics (OrCAD-PSpice[®], MultiSIM[®] ...), assajos de circuits electrònics en el laboratori, etc.**
- Fa que l'estudiant o estudianta desenvolupi competències genèriques o transversals: **aprenentatge autònom de l'estudiant, treball en equip, ús solvent de recursos d'informació, comunicació eficaç, anglès (l'enunciat de l'activitat, informe tècnic, presentació, etc. es poden fer completament en anglès), i, fins i tot, emprenedoria**, ja que l'estudiant ha d'obtenir un prototip (producte final) electrònic funcional completament operatiu.
- L'activitat portada a terme reforça, dintre de la taxonomia de Bloom, els nivells de **coneixement, comprensió, aplicació i anàlisi** (ja desenvolupats en les classes de teoria, problemes i laboratori).
- L'activitat portada a terme recalca, dintre de la taxonomia de Bloom, els nivells de **síntesi i avaluació** (que gairebé no es desenvolupen en les classes de teoria, problemes i laboratori).
- Fa d'element motivador de l'estudiantat en el context de l'assignatura [4], [9], que veu que els continguts de l'assignatura tenen una clara visió pràctica. **L'estudiant deixa de ser un simple receptor d'informació i esdevé un element actiu en el procés d'aprenentatge.**
- Fa que l'estudiantat s'involucri força en la dinàmica de l'assignatura; **deixa de ser simplement "receptor passiu" de l'assignatura, passant a ser també "emissor actiu" que transmet informació i coneixements útils a la resta.**



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Fa que l'estudiantat assoleixi competències específiques de l'assignatura i genèriques o transversals, especialment les que estan més relacionades amb el seu futur desenvolupament com a enginyer/a.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] H. Martínez. “Información de la Asignatura de Electrónica Analógica (EA-EIA – 820222). Moodle de l'assignatura (Atenea). <http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=12565> (accés el 12 de maig de 2014).
- [2] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, i J. Gámiz. “La Introducción de la No Presencialidad en la Enseñanza de la Electrónica Analógica para Estudiantes de Electrónica Industrial”, *Actes del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET–2004)*, Barcelona, Espanya, 26 juliol de 2004, pàg. 71 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [3] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, i J. Gámiz. “Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actes del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET–2004)*, Barcelona, Espanya, 26 juliol de 2004, pàg. 72 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [4] H. Martínez, J. Domingo. “Sustitución del Examen Individual Mediante una Actividad de Aprendizaje Cooperativo en la Enseñanza de la Electrónica Analógica”, *Actes de la Jornada IV Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (IV–JAC'04)*, Girona, Espanya, 2 juliol de 2004, pàg. 117-120 (ISBN: 84-688-7207-5). <http://giac.upc.es/JAC10/04/JAC04-HMG.htm> (accés el 12 de maig de 2014).
- [5] H. Martínez, J. Domingo. “Aprendizaje Cooperativo: La Sinergia entre la Teoría y la Práctica en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actes de la Jornada V Jornada sobre*



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Aprendizaje Cooperativo (V-JAC'05)*, Bilbao, Espanya, 27 de juny del 2005, pàg. 109-113 (ISBN: 84-689-2640-X). <http://giac.upc.es/JAC10/05/JAC05-HMG.htm> (accés el 12 de maig de 2014).
- [6] H. Martínez, J. Domingo. “Aprendizaje Cooperativo y ‘Entregables’: el Paradigma de la Evaluación Continua en la Universidad”, *Actes de la Jornada VI Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (VI-JAC'06)*, Barcelona, Espanya, 7 de juliol del 2006, pàg. 51-58 (ISBN: 84-689-9591-6). http://giac.upc.es/JAC10/06/A2_T5_HerminioMartinez.mht (accés el 12 de maig de 2014).
- [7] J. Domingo; H. Martínez; B.F. Giraldo, i M. Pilar Almajano. “El Falso Puzzle”, *Actes de la Jornada IX Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (IX-JAC'09) i II Jornada sobre Innovación Docente*, Almería, Espanya, 9 de juliol del 2009, pàg. 285-288 (ISBN: 978-84-692-3661-1). http://giac.upc.es/JAC10/09/Doc_El_Falso_Puzzle_FIN%5B1%5D.pdf (accés el 12 de maig de 2014).
- [8] J. Domingo, M. Pilar Almajano, H. Martínez, i J. Segura. “El Aprendizaje Cooperativo 2.0”, *Actes de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X-JAC'10)*, Barcelona, Espanya, 2 de juliol del 2010, pàg. 109-116 (ISBN: 978-84-7653-480-9). <http://giac.upc.es/JAC10/10/13%20Comunicaci%F3n%20AC2.0%20JDom.pdf> (accés el 12 de maig de 2014).
- [9] H. Martínez, J. Domingo, i B.F. Giraldo. “El Temario Adaptativo como Herramienta de Trabajo en Grupo y Motivación del Estudiante de Ingeniería en Electrónica Industrial”, *Actes de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X-JAC'10)*, Barcelona, Espanya, 2 de juliol del 2010, pàg. 79-88 (ISBN: 978-84-7653-480-9). http://giac.upc.es/JAC10/10/10%20Comunicaci%F3n%20Herminio%20_X%20JAC_.pdf (accés el 12 de maig de 2014).