



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

### IMPARTICIÓ D'UNA ASSIGNATURA D'ELECTRÒNICA DIGITAL PER MITJÀ D'EXERCICIS

- Jordana Barnils, Josep  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Departament d'Enginyeria Electrònica/ EETAC  
C/Esteve Terradas, 7/08860/ Castelldefels/Espanya  
[jose.jordana@upc.edu](mailto:jose.jordana@upc.edu)

- Robert Sanxis, Francesc J.  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Departament d'Enginyeria Electrònica/ EETAC  
C/Esteve Terradas, 7/08860/ Castelldefels/Espanya  
[francesc.j.robert@upc.edu](mailto:francesc.j.robert@upc.edu)

#### 1. RESUM:

Circuits i Sistemes Digitals és una assignatura de grau, de segon curs, que s'imparteix a l'EETAC. Durant el quadrimestre de primavera de 2011 s'hi han matriculat uns 50 estudiants, distribuïts en dos grups classe.

Aquest treball explica com s'imparteix l'assignatura per tal que els estudiants n'aprenguin els objectius específics i les competències genèriques, en les 65 h de classe presencial i 85 h de treball fora de l'aula (6 ECTS). L'assignatura es desenvolupa al voltant del treball cooperatiu i l'aprenentatge basat en problemes i té com a base una sèrie

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

d'exercicis redactats en anglès, sobre el disseny de circuits digitals mitjançant VHDL i amb microcontroladors.

### 2. ABSTRACT:

Digital Circuits and Systems is a subject taught in the second year at the EETAC. This paper aims to provide an overview of how the subject is taught in order to make possible that students learn all the course specific and cross-curricular learning objectives in 65 hours of lecturing time and 85 h of out of the class study (6 ECTS). The course is developed around the cooperative and problem-based learning and is based on a series of exercises written in English on the design of digital circuits using VHDL and microcontrollers.

It has been observed that most students who have followed the subject until the end of course, have passed it, despite of having being one of the subjects that required more hours of study.

**3. PARAULES CLAU :** electrònica digital, treball autònom, aprenentatge basat en problemes ( PBL).

**KEYWORDS:** digital electronics, autonomous work, problem-based learning (PBL).

### 4. ÀREA DE CONEIXEMENT:

- Enginyeries i Arquitectura

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

### 5. ÀMBIT TEMÀTIC DEL CONGRÉS:

- Innovació en l'ensenyament superior
- L'aprenentatge autònom de l'alumne

### 6. MODALITAT DE PRESENTACIÓ:

- Pòster

### 7. DESENVOLUPAMENT:

#### a) Objectius

- 1- Descriure una metodologia activa aplicable a l'assignatura Circuits i Sistemes Digitals per tal de permetre l'aprenentatge significatiu de les competències específiques i habilitats genèriques assignades a la guia docent.
- 2- Descriure el disseny dels exercicis de treball, al voltant dels quals s'articula l'assignatura.
- 3-Quantificar el rendiment acadèmic assolit als controls individuals i relacionar-lo amb la nota assolida al final del curs.
- 4- Comparar el rendiment individual, respecte el rendiment assolit per cada grup de treball cooperatiu.
- 5- Determinar l'opinió dels alumnes respecte les noves estratègies docents introduïdes, a partir de l'anàlisi de l'enquesta SEEQ.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

6- Descriure el grau d'assoliment de les principals competències desenvolupades: escriure informes, treball cooperatiu, introducció de l'ús de l'anglès.

### b) Descripció del treball

Circuits i Sistemes Digitals (CSD) és una assignatura de segon curs que s'imparteix a l'EETAC (Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeronàutica de Castelldefels), corresponent a la titulació de Grau en Enginyeria Telemàtica i de Grau en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació. Els alumnes assisteixen cada setmana a 5 hores de treball presencial, durant 13 setmanes, de les quals 2 hores es realitzen en una aula en grup gran (fins a 40 estudiants) i la resta en el laboratori en grup petit (fins a 20 estudiants).

Durant el quadrimestre de primavera de 2011 hi ha hagut inicialment uns 50 alumnes matriculats a CSD, dels quals uns 46 van finalitzar realment el curs. Aquests alumnes estan dividits en tres subgrups classe. En el grup A s'han format 4 grups de treball cooperatiu (1 de dues persones i 3 de tres persones), en el grup B s'han format 7 grups (1 de dues persones i 6 de tres persones) i en el grup C s'han format 7 grups (2 d'una persona, 2 de dues persones i 3 de tres persones).

S'ha aplicat la metodologia activa del treball cooperatiu [1], [2], [3] i del treball basat en projectes PBL [4].

L'avaluació de l'assignatura és contínua [5] i es divideix en els següents percentatges: la resolució d'exercicis compta el 30 %, l'elaboració del portafoli electrònic compta el 15

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

%, el projecte d'aplicació compta el 20 %, els controls individuals el 25 % i la nota d'actitud i participació compta el 10 % restant.

La metodologia docent es centra en l'estudiant i parteix de sis exercicis extensos i complexos i un projecte d'aplicació, per mitjà de la resolució dels quals els alumnes poden arribar a adquirir els coneixements i les competències requerides. Aquests exercicis estan redactats en anglès per tal d'introduir la competència de la llengua estrangera.

L'estructura i la metodologia de treball de cada exercici consta dels següents apartats :

- a) Portada : Els alumnes han d'indicar el seu nom i la seva funció dins del grup, així com el temps dedicat a la solució de l'exercici.
- b) Llista de conceptes a desenvolupar, redactats a partir dels objectius de l'assignatura.
- c) Mapa conceptual que indica els principals temes que es tractaran a l'exercici i en quin ordre es desenvoluparan.
- d) Desenvolupament de l'exercici en unes tres parts : Introductòria, anàlisi d'un problema una mica complex i disseny.
- e) Els alumnes han de redactar la solució de l'exercici per mitjà d'un processador de textos, seguint la plantilla de l'enunciat.
- f) Al final de l'exercici els alumnes s'han d'autoavaluar la feina feta a partir d'una graella (rúbrica) que té en compte les activitats realitzades.
- g) Un cop els alumnes han resolt l'exercici l'han de penjar al portafoli electrònic del grup (ePortfolio) mitjançant l'eina Google-sites. Tot el material de l'assignatura es troba a la pàgina web [http : //digsys.upc.es](http://digsys.upc.es), des d'on es pot accedir, també, al portafoli de cada grup.

Per tal de poder introduir ràpidament els conceptes, es disminueix l'explicació de procediments manuals per la resolució d'exercicis, com poden ser per exemple els mapes de Karnaugh a l'hora de simplificar funcions lògiques, i es substitueix per la introducció

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

de l'ús de programes informàtics (tant de codi lliure com comercials) que faciliten molt la feina i incrementen la velocitat en la implementació dels diferents dissenys.

Els primers 4 exercicis estan relacionats amb circuits digitals combinacionals i seqüencials i se'ls hi dedica 86 h de temps d'estudi. Els últims exercicis estan relacionats amb els microcontroladors i requereixen 64 h d'estudi. La taula 1 descriu els exercicis que s'han desenvolupat al llarg del curs i s'indica el número de setmanes que s'hi dedica a la seva resolució.

Exercicis	Descripció	Setmanes
Ex1A- Introducció al curs. Continguts i mètodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Formació dels grups cooperatius</li> <li>-Anàlisi de circuits combinacionals basats en portes lògiques</li> <li>-Instal·lar Proteus-ISIS</li> <li>-Compartir documents amb Google-docs i ús de l'ePortfolio</li> </ul>	2
Ex1B- Funcions lògiques i circuits combinacionals simples	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Instal·lar i usar ispLEVER Classic</li> <li>-Programar la sPLD GAL22V10</li> <li>-La primera Aplicació amb VHDL</li> <li>-Simulació de fitxers VHDL usant ModelSim o Active HDL</li> <li>- Disseny jeràrquic</li> </ul>	2

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

Ex1C- Disseny d'una unitat aritmètica lògica (ALU)	- Disseny jeràrquic amb VHDL - Sumador/restador	1
Ex2- Disseny de circuits seqüencials (FSM, Finite State Machine)	-Comptador BCD síncron d'1 dígit -Divisors de freqüència -Mòduls seqüencials estàndard -Codi VHDL per diagrames d'estat	2
Ex3- Disseny d'un multiplicador sèrie.	-Disseny jeràrquic mitjançant VHDL -Simulació Test Bench	2
Ex4- Realització d'aplicacions amb microcontroladors.	-Eines Microchip -Anàlisi d'aplicacions amb l'estil FSM -Anàlisi d'una aplicació complexa amb l'ús de perifèrics	2
Projecte d'aplicació	Ús de diferents perifèrics del microcontrolador PIC16F877A	2

Taula 1 : Descripció dels exercicis de l'assignatura.

És sabut que l'adopció del PBL obliga a seleccionar i preparar acuradament el material d'estudi, per tant, de permetre als estudiants estudiar autònomament tant com sigui possible, a més de que deixa de tenir interès explicar (potser perquè no és possible) tot el contingut que se solia explicar en la metodologia tradicional. El PBL obliga a aprofundir en alguns conceptes i a estudiar-ne d'altres superficialment [4].

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

Es tracta d'una assignatura eminentment pràctica, on la teoria de l'assignatura es va introduint a mesura que es necessita en la resolució dels diferents exercicis. A més que la motivació per l'estudi augmenta en resoldre exercicis pràctics i relacionats amb el món real. La idea rere aquesta estratègia docent és la de proposar activitats de les quals els estudiants no es poden escapar sense haver après els objectius del curs.

La impartició d'aquesta assignatura requereix l'ús d'una gran varietat d'eines EDA (Electronic Design Automation) tal com: (ispLEVER, Active HDL, PROTEUS, MPLAB ,etc), per la qual cosa es recomana que els alumnes portin el seu ordinador personal a classe i usin sistemes d'emmagatzematge en xarxa com el Dropbox o el Google-docs per a edició i compartició de fitxers, entre els membres del grup cooperatiu.

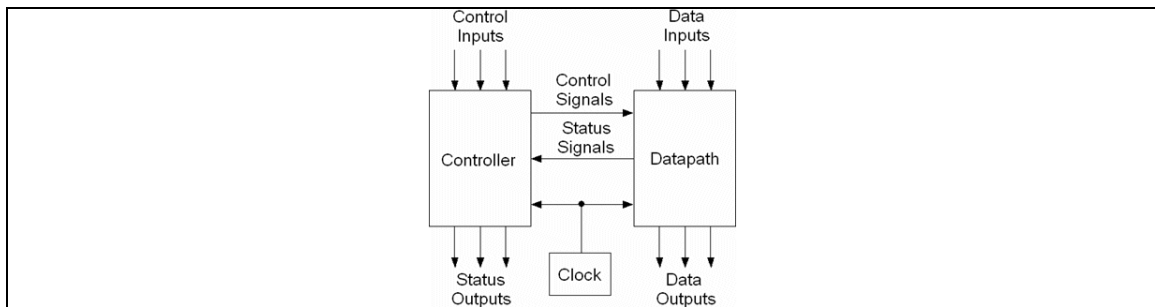
La taula 2 mostra un exemple de redacció d'una part de l'exercici 3 corresponent al disseny d'un multiplicador sèrie. Cal dir que la selecció apropiada dels exercicis que s'han de resoldre és un factor clau per tal que l'aprenentatge basat en problemes sigui significatiu [9]. Podem observar que la redacció té un estil obert, on requereix de la recerca d'informació per part dels estudiants, que tot i haver de treballar en grup també tenen assignades tasques individuals. Es pretén que tots els alumnes practiquin en algun moment els diferents conceptes i competències que apareixen a l'assignatura, i que més tard es distribueixin les tasques per arribar a completar aquests exercicis.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT



### *Writing VHDL test benches*

Here you have another test methodology which simply replaces the execution of TCL macros by another block diagram in VHDL which, in this broader case, do both supply stimulus signals and check the simulations results. Thus, this new testing methodology is preferred when the digital system under design is complex. Once the technique of testing circuits using test benches is learnt, for example doing the following a) and b) activities, you can apply it freely in any of your future designs. You will find many references like [a] and [b] to master this technique.

### **Test bench for an entity**

- a) **[Individual task]** Study the test bench entity and implement a simulation of a component or device under test (DUT) which has to be used in the project. For example, test a data register, the frequency divider or the like. Compare and discuss the simulation procedures and the solution with the ones obtained using TCL macros. Simulate both: (1) the hierarchical VHDL project (functional); and (2) the synthesised circuit (gate-level) for a given CPLD or FPGA. Determine the worst case  $t_{pd}$  and  $t_{co}$  and the maximum frequency which can be applied at the CLK input.
- b) **[Individual task]** Improve the simulation automating it by means of the ASSERT and REPORT statements.

Taula 2 : Exemple de redacció d'una part de l'exercici 3, corresponent a un multiplicador sèrie.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

La impartició d'aquest material es realitza de la següent manera, amb les conseqüents variacions, en funció de les preferències de cada professor :

- 1 - Explicació dels conceptes bàsics de l'exercici, per part del professor per mitjà del projector de transparències i/o l'ús de la pissarra (8 % del temps aproximadament).
- 2- Resolució de dubtes de forma comentada a tota la classe (8 % del temps aproximadament).
- 3- Cada grup de treball cooperatiu intenta resoldre la part de l'exercici corresponent (84 % del temps, aproximadament), mitjançant consultes a la web de l'assignatura, ús de programes informàtics, consultes al professor i entre els propis alumnes, etc.

Sobre l'ús de l'anglès cal dir que un professor ha fet les classes totalment en anglès i l'altre ho ha fet de forma parcial, barrejant el català i l'anglès, seguint indicacions sobre l'aprenentatge integrat de continguts i llengua estrangera (AICLE) o content and language integrated learning (CLIL) [6]. La valoració que en fan els alumnes es pot observar a la pregunta 2 de l'enquesta SEEQ, que es recull més endavant, a la taula 4.

Donada l'extensió dels exercicis en general no tots els alumnes estan resolent en el mateix període de temps la mateixa part de l'exercici, llevat que el professor ho expliciti, quan per exemple s'introdueix de forma tutorial un concepte nou que mereix ser experimentat en aquell moment. Aquesta dispersió enriqueix l'assignatura, però al mateix temps complica la seva impartició, doncs un sol professor per classe pot rebre tres o quatre preguntes diferents, corresponents a diferents parts de l'exercici en un mateix moment. Gestionar i planificar eficaçment aquest procés depèn de l'experiència de cada docent i conté aspectes relatius a la gestió del temps i a la incertesa de la solució, doncs en aquest tipus de problemes de disseny sorgeixen múltiples preguntes, moltes de les quals de caire obert i no provades, ni per part dels alumnes ni per part dels instructors, la qual cosa incrementa el dinamisme de l'assignatura.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

Per tal d'objectivar l'avaluació de l'assignatura i aconseguir que els estudiants es prenguin seriosament el treball en grup, doncs, sempre hi podria haver alumnes que s'aprofitessin del treball dels seus companys [7], els estudiants han de resoldre individualment 4 controls repartits homogèniament al llarg del curs, un control per cada tema, d'una hora de durada aproximadament. Per a la seva solució els alumnes poden consultar tot el material que creguin oportú. Independentment del professor que ha impartit l'assignatura, hem observat que la nota dels controls és inferior a la que obtenen els alumnes a final de curs, on es té en compte tots els actes d'avaluació.

L'avaluació contínua que hem aplicat ofereix força activitats avaluable als estudiants [8] i a més permet que disposin d'un feedback de caire formatiu continuat al llarg del curs, ja que els exercicis se'ls retorna corregits al cap d'una setmana de la seva entrega i l'han d'incloure dins del seu portafoli.

Naturalment, aquest feedback incrementa la càrrega de treball del professorat [10], per la qual cosa els grups cooperatius s'han d'autoavaluar tots els exercicis. Això permet simplificar lleugerament la tasca de correcció dels exercicis, per part del professor. Tot i que l'avantatge fonamental de l'autoavaluació es que els estudiants han de repassar detingudament el treball que presenten per tal de posar-li una nota, i, simplement aquesta tasca addicional ja comporta en si mateixa un millor coneixement i presa de consciència dels continguts que s'estan aprenent o dels que encara romanen per aprendre.

Tot i que sempre hi ha algun grup que s'autoavalua per sobre del que realment ha treballat, en la majoria de casos la nota autoavaluada correspon força amb la que proposa finalment el professor.

A més a més de l'enquesta pròpia de l'escola, on es demana als estudiants els aspectes positius i negatius de l'assignatura, es recull informació a través d'una enquesta molt detallada de tipus (SEEQ) per copsar la seva apreciació sobre la metodologia docent emprada

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

### c) Resultats i/o conclusions

Aquest quadrimestre de primavera de 2011 és el segon quadrimestre que hem impartit l'assignatura de grau: Circuits i Sistemes Digitals (CSD). Els percentatges d'aprovat en els grups A, B i C, (amb 11, 20 i 15 estudiants respectivament) han estat: 100 %, 90 %, i 86,7 % respectivament, respecte el total d'alumnes presentats. Percentatges molt elevats, similars als obtinguts en altres assignatures que també han aplicat l'aprenentatge cooperatiu i el treball basat en projectes o problemes [11].

Entre els diferents actes d'avaluació realitzats, podem dir que els controls són els que tenen una objectivitat més elevada dels coneixements i habilitats que han après els alumnes. La taula 3 mostra el nombre i el percentatge d'estudiants que han superat els controls individuals. Els grups A i B han estat tutoritzats per un professor (P1) i el grup C ha estat tutoritzat per un altre professor (P2).

Grups classe	Número d'alumnes	Percentatge
Grup A	10	90,9 %
Grup B	13	65 %
Grup C	8	53,3 %
Total	31	67,4 %

Taula 3: Nombre i percentatge d'estudiants que han superat els controls individuals

Si comparem les notes assolides de forma individual respecte les assolides per cada grup cooperatiu, podem dir que hi ha un alt grau de coincidència en aquells grups on els alumnes han treballat de forma regular fins a final de curs, independentment del professor que ha impartit l'assignatura. Les figures 1, 2 i 3 mostren les notes mitges assolides en els controls per cada component de cada equip, corresponents als tres grups classe: A, B i C.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

La figura 1 mostra que en el grup classe A (format per 4 equips), tots els seus membres han superat els controls, excepte 1 component, la qual cosa indica la forta influència dels diferents equips cooperatius en el rendiment dels seus components.

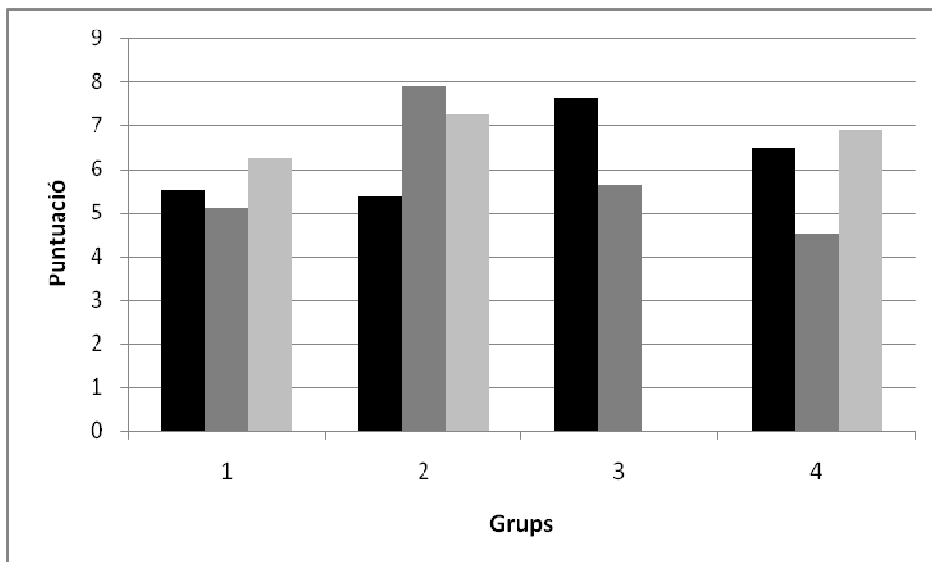


Figura 1: Notes mitjanes assolides en els controls, pels alumnes de 4 equips formats en el grup classe A.

La figura 2 mostra que en el grup classe B (format per 7 equips), 7 dels seus membres han suspès els controls. Aquests alumnes pertanyen als equips 1 i 4, on tots els seus components no han arribat en mitjana al 5 i als equips 3 i 6, on un únic component l'ha suspès. Tot i la influència que el grup cooperatiu aporta a cada component individual, podem observar que no sempre s'obté una uniformitat total de notes en tots els membres d'un mateix equip.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

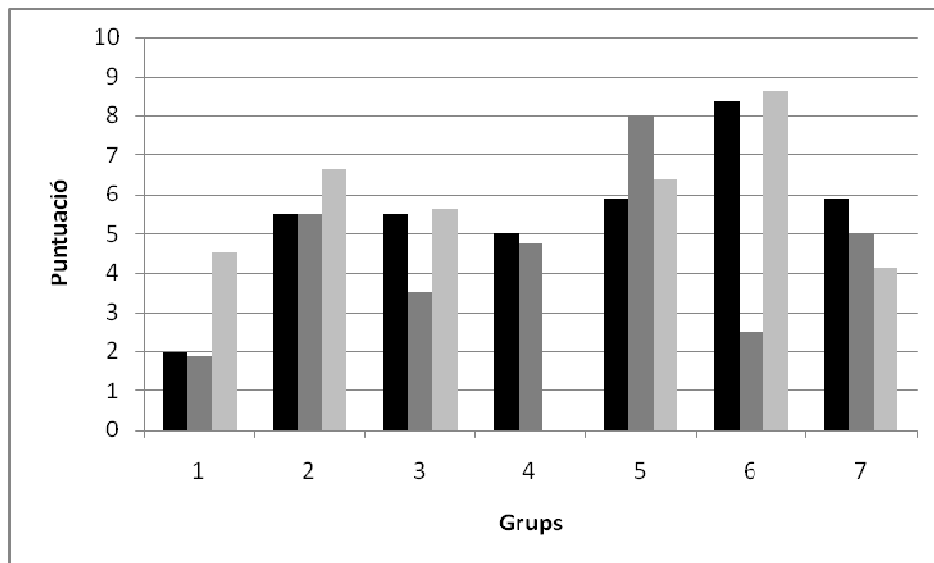


Figura 2: Notes mitjanes assolides en els controls, pels alumnes de 7 equips formats en el grup classe B.

La figura 3 indica que en el grup classe C (format per 7 equips), també 7 dels seus membres han supès els controls. En el grup 1 i 5 tots els seus components, en mitjana han suspès els controls. En el grup 4 un únic component l'ha suspès. Això indica que l'equip té una forta influència en el rendiment de cada un dels seus components, tot i que sempre hi ha alguna excepció.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

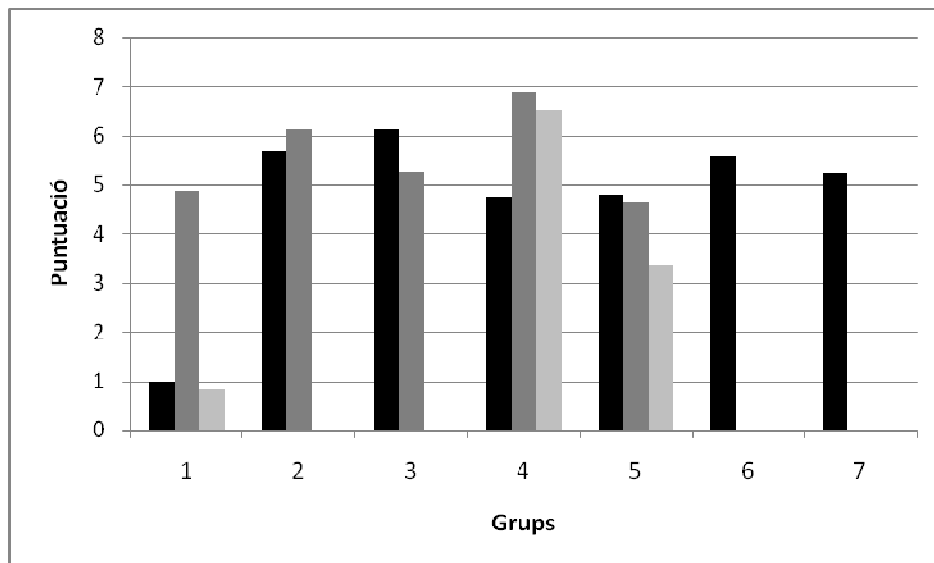


Figura 3: Notes mitjanes assolides en els controls, pels alumnes de 7 equips formats en el grup classe C.

La figura 4 mostra les notes mitjanes finals assolides pels 18 equips corresponents als grups classe A ,B i C. Els 4 primers equips corresponen al grup classe A, els 7 següents al grup classe B i els 7 restants corresponen al grup C. Es pot observar que tret de 2 equips, corresponents als grups B i C, tots els altres han superat l'assignatura. Aquest elevat percentatge d'aprovat és motivat, sobretot, per l'avaluació contínua de l'assignatura, la qual permet millorar les notes, sobre les notes obtingudes en els controls, donada la gran quantitat d'entregables que són lliurats al llarg del curs.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

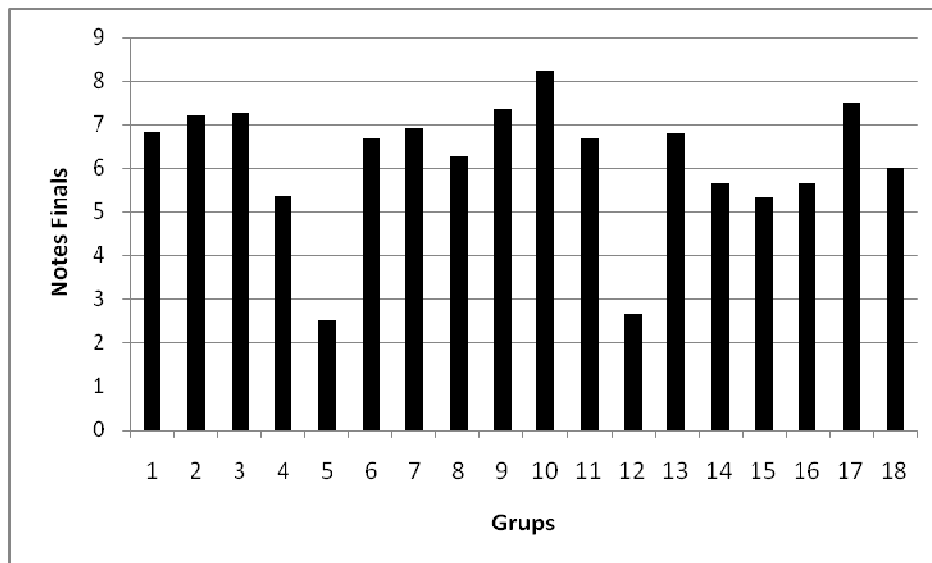


Figura 4: Notes finals assolides pels 18 equips, corresponents als grups classe A,B i C.

La correlació Spearman entre les notes assolides als controls individuals de final de classe i les assolides a la nota final ha estat 0.798 amb un nivell de significació  $p < 0.001$ , si tenim en compte els tres grups classe de forma conjunta, impartits per dos professors. Un valor força alt, la qual cosa determina que els controls individuals han estat un dels ítems determinants en el grau d'assoliment dels continguts, per part dels estudiants.

Per conèixer l'opinió dels estudiants respecte la metodologia emprada, a finals de curs hem passat l'enquesta SEEQ. La taula 4 mostra el resultat corresponent a les preguntes que hem seleccionat com a més representatives de l'experiència. Les hem classificat en dues columnes: La corresponent als grups impartits pel professor P<sub>1</sub> (A i B) i la corresponent al grup impartit pel professor P<sub>2</sub> (C).

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

Qüestions	Grups A i B (P1)  (28)  (90 %)	Grup C (P2)  (13)  (87 %)
1- He après i comprès els materials de l'assignatura d'aquest curs.	3,07	4,08
2- També he après vocabulari tècnic en anglès, a treballar en grup i he millorat les meves habilitats en la presentació oral.	3,14	4,15
3- Les explicacions del professor han estat clares i de gran ajuda per entendre els materials de l'assignatura.	3,43	3,23
4- Les sessions de treball en grup a classe van estar ben organitzades i foren útils.	3,30	3,46
5- Les sessions de treball en grup organitzades per nosaltres fora de classe han sigut valuoses i útils.	3,43	3,69
6- La WEB de l'assignatura ha estat útil i conté materials útils per seguir l'assignatura.	3,50	4,36
7- Treballar en grups cooperatius ha estat una bona eina per estudiar, aprendre el contingut del curs i compartir coneixements i idees.	3,64	3,85
8- L'assignatura inclou conceptes avançats que han estat interessants i han ampliat la meua visió d'aquest camp.	3,57	4,23
9- El feedback rebut en els controls, exercicis i altre material avaluat ha estat de gran ajuda per aprendre.	3,64	3,38
10- L'esquema d'avaluació del curs ha estat just, correcte i planificat tal i	3,54	3,77

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

com el professor ens digué a principi de curs.		
11- L'esquema d'avaluació del curs facilita la millora al llarg del curs, per la qual cosa podem aprendre millor.	3,43	3,85
12- El projecte d'aplicació ha estat realment útil per a una millor comprensió del contingut del curs, aprendre a plantejar i organitzar un problema complex, practicar comunicació oral i veure aplicacions pràctiques de l'assignatura.	2,89	3,22
13- L'ePortfolio de grup m'ha ajudat a organitzar el contingut del curs i a reflexionar sobre el meu aprenentatge.	3,50	3,69
14- La càrrega de treball del curs, relativa a altres cursos ha estat: molt lleugera (1); lleugera (2); mitja (3); alta (4); molt alta (5)	3,93	4,85
15- La velocitat d'impartició de l'assignatura, comparada a altres cursos ha estat: massa lenta (1); lenta (2); correcta (3); ràpida (4); massa ràpida (5)	3,29	3,69
16- El nombre d'hores setmanals necessàries a dins i fora la classe: 0 a 4 (1); 4 a 6 (2); 6 a 8 (3); 8 a 10 (4); més de 10 (5)	3,93	4,46
17- Jo recomanaria l'aplicació del treball cooperatiu i el mètode de l'aprenentatge basat en problemes a altres assignatures: Totalment desacord (1); desacord (2); neutral (3); d'acord (4); totalment d'acord (5)	3,11	3,62

Taula 4: Respostes més representatives de l'adaptació del qüestionari SEEQ.

Podem observar que el percentatge d'enquestes completades en cada grup és molt elevat, al voltant del 90 % en ambdós casos. La majoria de qüestions han estat ben valorades per l'estudiantat, tot i que en el grup C la puntuació mitjana de les respostes ha estat superior, tal i com s'observa a la figura 5.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

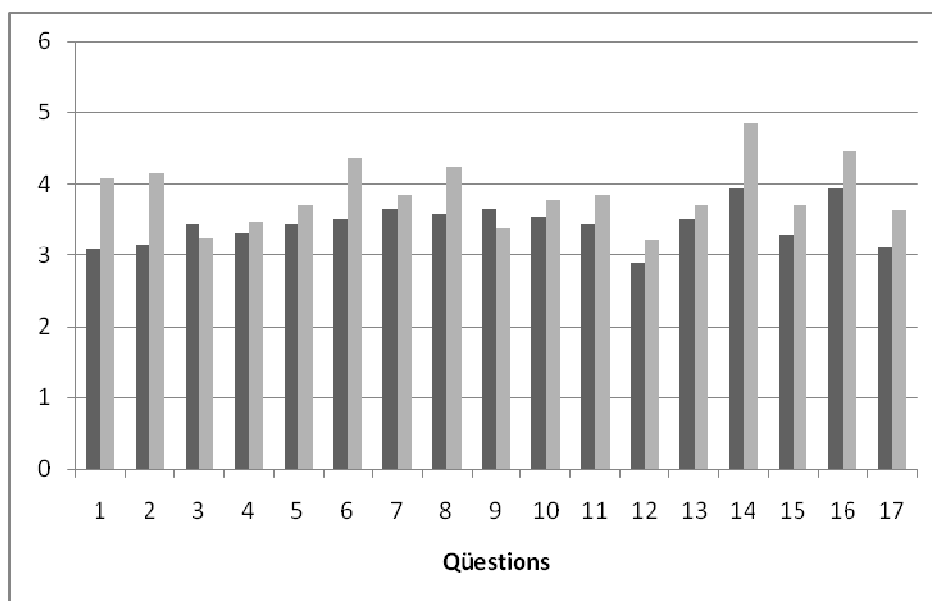


Figura 5: Comparació entre la puntuació a les qüestions seleccionades a l'enquesta SEEQ entre els grups impartits per cada professor.

La figura 5 mostra que la tendència en la puntuació a les qüestions de l'enquesta SEEQ és molt semblant, independentment del professor que ha impartit l'assignatura, tot i que la mitjana corresponent al professor que ha impartit els grups A i B és de 3,43 i la corresponent al professor que ha impartit el grup C és de 3,86. Les desviacions típiques han estat de 0,28 i 0,45 respectivament. El major número de alumnes que hi ha en els grups A i B (31), respecte els que hi ha en el grup C (15), influeix en aquests resultats.

Algunes reflexions personals de tres alumnes que han seguit satisfactòriament el curs, es mostren a la Taula 5.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

The method of learning in this subject has followed the philosophy of selflearning, this has caused me difficulties at certain times during the course because I had to devote many hours to the search of information to help solve the problems along the way. But I think I've learned to adapt to this method of teaching and thanks also team work with my teammates, I learned all the basic knowledge needed to pass the course. About knowledge, we have learned how to program in vhdl language, using different Programs , and programming in C code using tools like MPLAB.

The amount of hours dedicated to Digital Circuits has been huge in comparison to other subjects, despite this has turned into great results. In addition to this, thanks to team work, my colleagues and the subject's website, I learned all the basic skills needed to pass this course achieving the main objectives quite well.

The subject of Digital Circuits and Systems has become a subject where we have been taught not only electronical skills but also time management and cooperative work. We have been working with a lot of new software. The group has also taken advantage of google tools to share and upload his exercises. Writing down these exercises has helped us in assimilating the knowledge discussed. I consider that the workload has been high, but our results have shown everyone's effort and dedication. The course has been quite interesting because I have learned units which I have never seen before.

Taula 5: Algunes reflexions personals d'estudiants que han seguit satisfactòriament el curs.

Com aspectes a millorar caldria ajustar el temps assignat a la resolució dels diferents exercicis, doncs en certs casos el temps de dedicació supera en escreix al temps previst, tal i com s'observa a les altes puntuacions de les qüestions 14 i 16 de la figura 5 i als comentaris personals d'alguns alumnes (taula 5). Malgrat tot, cal dir que aquest elevat temps de dedicació de l'assignatura es compensa per l' elevat percentatge d'aprovat absolut per aquells alumnes que han seguit l'assignatura fins a final de curs.

**AGRAIMENTS:** Els autors del treball agraeixen el suport del grup d'avaluació de la pràctica acadèmica (GRAPA) del projecte RIMA de la UPC.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

### 8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1]. Pimmel, R. L., “A practical approach for converting group assignments into team projects,” IEEE Transactions on Education, vol. 46, no 2, pp. 273-282, May 2003.
- [2]. Johnson, D., Johnson, R., Smith, K., *Active learning. Cooperation in the college classroom*. Interaction Book Company. Minnesota EUA, 1998.
- [3]. Jordana, J., Robert, F. J., Cooperative work and continuous assessment in an Electronic Systems laboratory course in a Telecommunication Engineering degree, IEEE EDUCON Conference, April 2010, Madrid. Spain.  
<http://www.ieec.uned.es/Investigacion/Educon2010/SearchTool/EDUCON2010/papers/2010S02F02.pdf>
- [4]. Graaff, E., Kolmos, A. “Characteristics of problem-based learning”. International Journal of Engineering Education. 19, 5, pp. 657-662, 2003.
- [5]. Delgado, A., Oliver, R., *La evaluación continua en un nuevo escenario docente*, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, (en línea) (3)1, 2006, [www.uoc.edu/rusc](http://www.uoc.edu/rusc).
- [6]. Mehisto, P., Marsh, D., Fígols, M. J., Uncovering CLIL (Content and Language Integrated Learning in bilingual and multilingual education). Mcmillan Books for Teachers. Adrian Underhill, 2009.
- [7]. Oakley, B., et al., “Turning Student Groups into Effective Teams”, Journal of Student Centered Learning, Volume 2, No. 1, 2004, [online: [www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Oakley-paper\(JSCL\).pdf](http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Oakley-paper(JSCL).pdf)]
- [8]. Jordana, J., Robert, F.J. (2010). Recursos docents per objectivar l’avaluació de les practiques de laboratori d’una assignatura d’electrònica de segon curs. VI Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació. CIDUI , Barcelona. 30 Juny a 2 de Juliol de 2010.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSITAT: UNA INSTITUCIÓ DE LA SOCIETAT

---

[9]. Watkins, S. E., Hall, R. H, “Complex Problem-Solving Structured Collaboration”. Innovations 2003. World Innovations in Engineering Education and Research, Chapter 29, INEER, 2003.

[10]. Llamas, M., “Una experiencia de evaluación continua en la ETSIT: Nuevos costes para el profesor”. IEEE-RITA, Vol. 7, Num. 1, February 2012.

[11]. Martínez, F., Herrero, L.C., de Pablo, S. “Project-Based learning and rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity”. IEEE Transactions on Education. Vol. 54, No 1. 2011.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI