



JORNADA DE PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA

**DOS QÜESTIONARIS INTERACTIUS D'ELECTRÒNICA:
CyDEL i DELFos**

Lluís Prat Viñas, Joan Pons Nin, Vicente Jiménez Serres, Josep Calderer Cardona

Departament d'Enginyeria Electrònica. ETSETB. Campus Nord. UPC

c) Jordi Girona 1-3. Campus Nord, edifici C4. 08034 Barcelona
prat@eel.upc.edu

Tipus d'ajut rebut: UPC_2003/04

Resum

En aquest document es presenten dos qüestionaris interactius d'electrònica: CyDEL, dedicat a l'anàlisi de circuits electrònics bàsics i que dona suport a l'assignatura troncal "CISE 1" d'Enginyeria de Telecomunicació, i DELFOS, per a l'assignatura troncal "DEF 1" d'Enginyeria Electrònica que tracta de l'estudi de dispositius electrònics i fotònics.

Un qüestionari interactiu és un programa informàtic que s'executa sobre un ordinador personal i que conté una extensa base de dades d'exercicis d'una determinada matèria. Els qüestionaris admeten fins a quatre diferents modes de treball:

- a) El mode estudi, pensat per ajudar l'estudiant a aprendre la resolució d'exercicis, per la qual cosa es permet la consulta a pàgines d'ajut i a la solució correcta de l'exercici.
- b) El mode avaluació, pensat per a que l'estudiant pugui avaluar els coneixements adquirits, es presenta com un examen tipus test amb un full final de correcció que proporciona la nota i el temps dedicat a resoldre'l.
- c) El mode de resolució de problemes guiats, en el qual l'estudiant pot consultar "pistes" per resoldre cadascun dels apartats i la solució corresponent.
- d) El mode lectura, que permet a l'estudiant consultar les pàgines d'ajut com si fos un llibre de teoria. En aquest treball es descriuen ambdós qüestionaris i la seva utilització com eina d'aprenentatge.

Paraules clau

Software educatiu, qüestionari interactiu, innovació docent

EL PROJECTE

1. Introducció

L'aprenentatge d'una assignatura requereix esforç per part de l'estudiant. Gairebé es podria dir que el coneixement aconseguit pel estudiant és proporcional al temps que ha dedicat a l'estudi. És per això important desenvolupar una metodologia que fomenti i estimuli la dedicació de l'estudiant a l'aprenentatge de l'assignatura.

Aquesta metodologia serà sostenible al llarg dels anys en la mesura que no impliqui una càrrega important pel professor. Es tracta que l'estudiant dediqui temps a la preparació de l'assignatura sense que això impliqui un temps de dedicació excessiu per part del professor. Una prova d'això fou l'abandonament progressiu de les metodologies que es van provar per portar a terme l'avaluació continuada introduïda en diversos Centres de la UPC al fer-se la reforma dels Plans d'Estudi de 1992. Moltes d'aquestes metodologies es fonamentaven en la realització d'extenses col·leccions d'exercicis que requerien molt temps de correcció per part del professor i que progressivament van ser abandonades.

La revolució informàtica que ha tingut lloc a la nostra societat ha permès que gairebé cada estudiant disposi d'un ordinador personal. Aquesta eina pot permetre desenvolupar i utilitzar materials didàctics dotats d'una certa "intel·ligència" i "autonomia" que ajudin l'estudiant en el seu aprenentatge i que descarreguin al professor de tasques rutinàries.

Aquestes dues idees, - el desenvolupament de material didàctic "intel·ligent" i la seva utilització dins d'una metodologia que fomenti el treball personal de l'estudiant,- són els eixos que guien els qüestionaris interactius que hem desenvolupat.

Aquests qüestionaris consisteixen en una col·lecció d'exercicis i qüestions que recorren tot el contingut conceptual de l'assignatura. Estan realitzats en suport multimèdia, requereixen la interacció de l'estudiant (triar un mode de funcionament, triar un tema, triar una resposta d'entre varies possibles, proposar un resultat, consultar opcionalment fitxes d'ajut,...) i estan concebuts com una eina d'ajut a l'aprenentatge.

L'objectiu concret d'aquest projecte ha estat doble: per una part completar i potenciar el qüestionari interactiu CyDEL, del qual ja existia una primera versió operativa però incompleta, i per altre desenvolupar un qüestionari nou, el DELFOS, per l'assignatura troncal de la titulació d'Enginyeria Electrònica de Dispositius Electrònics i Fotònics 1.

2. Descripció

Els qüestionaris ofereixen bàsicament dos modes d'operació: el mode estudi i el mode avaluació. En el mode estudi, l'estudiant tria l'apartat del temari que vol treballar i el programa li presenta un conjunt d'exercicis sobre l'apartat escollit. Cada exercici consisteix en un enunciat i quatre respostes possibles. L'estudiant ha d'indicar quina és la correcta. En aquest mode, l'estudiant pot consultar una fitxa d'ajut que li presenta, de forma resumida, el concepte teòric que s'ha d'aplicar, si cal ampliat amb exemples. També hi ha enllaços d'hipertexte amb altres conceptes relacionats. Després de donar la seva resposta, l'estudiant pot consultar la resolució detallada de l'exercici. Una variable aleatòria s'actualitza cada vegada que s'executa el programa, i fa canviar els valors numèrics de les variables dels exercicis i de l'ordre de les respostes. Es pretén amb això, fomentar la memorització del mètode de resolució deixant sense interès el valor numèric de la resposta.

En el mode avaluació, l'estudiant tria un apartat del temari, o bé tota l'assignatura, per verificar el seu nivell de coneixements. El programa li presenta un "examen" de 10 exercicis relatius a l'apartat triat. En aquest mode l'estudiant no pot consultar ni les fitxes d'ajut ni les solucions fins després d'haver corregit l'examen. Les qüestions són les mateixes que ha treballat en el mode estudi, sempre amb altres valors numèrics i amb un altre ordre de respostes. Després de contestar (o no) les qüestions el programa corregeix l'examen i li dona una nota. L'estudiant pot imprimir un full amb el resultat de l'examen.

En aquest projecte, el qüestionari CyDEL s'ha completat afegint el capítol que hi mancava sobre el transistor d'efecte de camp MOS, i passant la versió prèvia a la nova plataforma Toolbook que és més potent que l'anterior (admet la utilització de símbols grecs, subíndexs i text formatat en general que la inicialment utilitzada no permetia). Així mateix s'ha millorat la seguretat informàtica del programa encriptant les qüestions i les solucions per evitar un possible manipulació per part de l'usuari.

S'ha desenvolupat el qüestionari DELFOS per l'assignatura de Dispositius Electrònics i Fotònics 1 (DEF 1) amb una estructura similar a la de CyDEL en allò que fa referència al mode d'estudi i al mode d'avaluació, i s'hi ha afegit un mode de resolució guiada de problemes. Aquest nou mode consisteix en presentar l'enunciat del problema, generalment compost de diversos apartats encadenats entre sí, juntament amb uns botons de navegació que permeten consultar "pistes" i "solucions" per cadascun dels apartats. Les "pistes" són indicacions sobre el(s) procediment(s) a seguir per arribar a la solució. Aquest nou qüestionari interactiu es pensa utilitzar com eina d'aprenentatge especialment en els estudis semipresencials que es fan en la titulació d'Enginyeria Electrònica.

3. Resultats

Les figures 1 a 7 presenten diverses pàgines del qüestionari interactiu CyDEL: la pàgina d'inici (fig. 1), la de selecció del mode de treball (fig. 2), la de selecció de qüestionari (fig. 3), un exemple de qüestió (fig. 4), un full resum d'avaluació abans de corregir (fig. 5) i després de corregir (fig. 6), i un exemple de pàgina d'ajut (fig. 7).

Les figures 8 a 14 presenten pàgines representatives del qüestionari DELFOS: pàgina d'inici (fig. 8), menú principal (fig. 9), tria de qüestionari en mode estudi (fig. 10), exemple de qüestió (fig. 11), exemple de problema guiat (fig. 13), exemple de "pista" per resoldre un apartat (fig. 14), i exemple de solució del apartat (fig. 14).

Aquestes figures, juntament amb les indicacions donades a l'apartat anterior, proporcionen una informació suficient per comprendre el contingut d'ambdós qüestionaris. En les seves versions actuals, el qüestionari CyDEL conté un total de 288 qüestions repartides en 8 capítols i ofereix 150 pàgines d'ajut. El qüestionari DELFOS conté un total de 315 qüestions, distribuïdes en 6 capítols, i ofereix una col·lecció de 21 problemes guiats.

Ambdós qüestionaris interactius es distribueixen gratuïtament als estudiants mitjançant a la URL <http://biblioteca.upc.es/bustia>.

El qüestionari CyDEL s'ha utilitzat com eina d'aprenentatge durant els cursos 2003/04, 2004/05 i 2005/06. El qüestionari DELFOS es preveu utilitzar-lo per primera vegada aquest proper quadrimestre.

CyDEL ha estat utilitzat de manera regular en l'avaluació continuada per dos dels professors autors d'aquest treball que imparteixen l'assignatura Circuits i Sistemes Electrònics 1 (CISE1) de la titulació d'Enginyeria de Telecomunicació de l'ETSETB en el curs 1A (es a dir, en el primer quadrimestre del primer curs d'aquesta titulació). La forma d'utilització pels dos professors ha estat diferent, per la qual cosa les anomenarem experiència A i experiència B. A més a més, cal assenyalar que en ser aquest qüestionari de lliure adquisició a través d'internet pot haver estat utilitzat per estudiants d'altres grups sense que en tinguem constància.

L'experiència A s'utilitzà en el curs 2003/04 en un dels set grups del semestre de tardor (grup 3), el mateix succeí en el curs 2004/05, i en el darrer any s'ha utilitzat en dos dels quadrimestres dels vuit grups que hi hagut aquest darrer semestre (grups 3 i 7). Aquesta experiència ha consistit en el següent procediment:

1) S'informa als estudiants que poden optar entre dues formes d'avaluació de l'assignatura: o bé una avaluació única a través de l'examen final, o bé una avaluació mixta entre l'examen final i una avaluació continuada realitzada durant el curs (habitualment quatre controls curts). Se'ls aconsella aquesta última com a més assequible. 2) Per poder acollir-se a l'avaluació

mixta s'exigeix a l'estudiant que lliuri un full corregit i aprovat d'un examen de auto-avaluació de CyDEL del capítol corresponent, just en el moment de presentar-se a fer el control. 3) La nota de la prova s'obté exclusivament del control realitzat per l'estudiant, en forma presencial i individual, per tant la presentació del full de correcció és només un requisit previ que no té cap incidència en la nota.

Amb aquesta metodologia es pretén que els estudiants preparin l'assignatura fent els exercicis del qüestionari interactiu en mode estudi, ja que aquests són els que apareixen en l'examen del mode avaluació. Cada exercici conté la seva solució detallada, la qual cosa allibera al professor del treball de resoldre'ls un per un. El professor només cal que resolgui els dubtes que poden quedar després de que l'estudiant hagi treballat la solució de l'exercici. El lliurament del full de correcció just abans del control no representa cap càrrega pel professor, i la seva anàlisi proporciona informació sobre els exercicis que presenten més dificultat als estudiants.

Òbviament, els estudiants realitzen el mode avaluació de CyDEL de forma no presencial, en el seu ordinador personal, per la qual cosa no hi ha garantia de que l'hagin fet seguint els requisits habituals de realització d'un examen. Per això no es comptabilitza en la nota del control. Si l'estudiant ha rebut ajuts per complir amb el requisit de presentar un full de correcció aprovat, la seva manca de coneixements es reflecteix en la nota del control, cosa que deu succeir en un percentatge significatiu dels estudiants que segueixen aquesta forma d'avaluació, doncs en alguns casos hi ha una disparitat evident entre ambdues qualificacions. Malgrat això, l'experiència tampoc perjudica l'aprenentatge d'aquest grup d'estudiants, que es limiten a complir un requisit formal.

L'experiència B s'utilitzà també en els tres cursos acadèmics i sempre en el grup 1. El procediment seguit consistí en una utilització voluntària de CyDEL per part de l'estudiant. Els alumnes que volen fer-ho, lliuren al professor un certificat d'autoavaluació de CyDEL en el moment de fer el control d'avaluació continuada, que com en l'experiència anterior és presencial i individual. Si l'estudiant aprova aquest examen, la nota que obté pot ser incrementada fins un màxim de 0.5 punts en funció de la nota del certificat de CyDEL.

La figura 15 presenta els resultats obtinguts en els diferents grups de CISE 1 en l'examen final de l'assignatura en els anys en que s'ha dut a terme l'experiència. Els grups emmarcats en negre corresponen a l'experiència A i els emmarcats en taronja són els de l'experiència B. L'examen final és el mateix per tots els estudiants i pot servir per comparar l'aprenentatge de la matèria en els diversos grups. A l'eix X hi figura el nom dels grups, mentre que a l'eix Y es representa la diferència entre el percentatge d'estudiants que han aprovat l'examen final en aquest grup menys el percentatge mitjà d'aprovat a l'examen final en l'assignatura. Els percentatges són sobre el nombre d'estudiants matriculats en el grup.

La primera cosa que posen de manifest aquests gràfics es la gran dispersió de resultats entre grups. Cal notar que les diferències sobre la mitjana són xifres molt significatives. Per posar un exemple numèric, una diferència del 10% respecte d'una mitjana que fos del 40% significaria un percentatge del 50%, en cas de diferència positiva, o un percentatge d'aprovat del 30% si la diferència fos negativa, es a dir gairebé a la meitat. Cal tenir en compte que la composició dels grups es bastant aleatòria, ja que al quadrimestre 1A els estudiants es matriculen, i per tant trien grup, per ordre alfabètic, sense que es tingui en compte la nota de selectivitat. La preferència majoritària dels estudiants sol ser els grups de matí (grups 1, 2, 3 i 4), que són els primers que s'omplen i normalment per aquest ordre. El grup 5, el primer grup de tarda, segurament acull els estudiants que volen específicament un grup de tarda. Això podria explicar els bons resultats d'aquest grup.

L'observació d'aquests resultats sembla indicar una certa influència positiva, tant la modalitat A com la B, si bé té menys importància que altres factors, vista la dispersió de resultats entre grups i entre diferents anys. En els grups que es portà a terme l'experiència A, els resultats foren significativament millors en el curs 2003/04, però en el curs següent la diferència, si bé fou positiva, va ser inferior a la del grup 5. En el darrer curs, la influència es poc significativa. Aquest últim any es fa palès un rendiment molt inferior dels grups de tarda 7, 8 i 9, potser degut a que es van integrar a aquests grups els estudiants que van aprovar la selectivitat al setembre (la majoria dels quals no es van presentar a l'examen final). Dintre d'aquests tres grups de tarda si que sembla que la utilització de CyDEL ha pogut tenir una influència positiva. En el grup en que s'experimentà la modalitat B (grup 10), els resultats també indiquen una gran variabilitat, doncs en els cursos 2003/04 no s'observa cap influència positiva, mentre que en el darrer any els resultats foren molt positius.

Per tant, sembla que la conclusió més evident és que la utilització de CyDEL no ha estat determinant per aconseguir un millor aprenentatge de l'assignatura. Disposar d'aquesta eina pot ser similar a disposar d'un bon llibre de text: pot ajudar a un millor aprenentatge, però no és una "vareta màgica" per adquirir els coneixements. És molt més important la capacitat intel·lectual, la voluntat i la dedicació a l'estudi. A la vista d'aquests resultats seria convenient fer una recerca de les causes que poden explicar la dispersió observada, com podrien ser la nota de selectivitat, el professor del grup, el nombre de repetidors, etc.

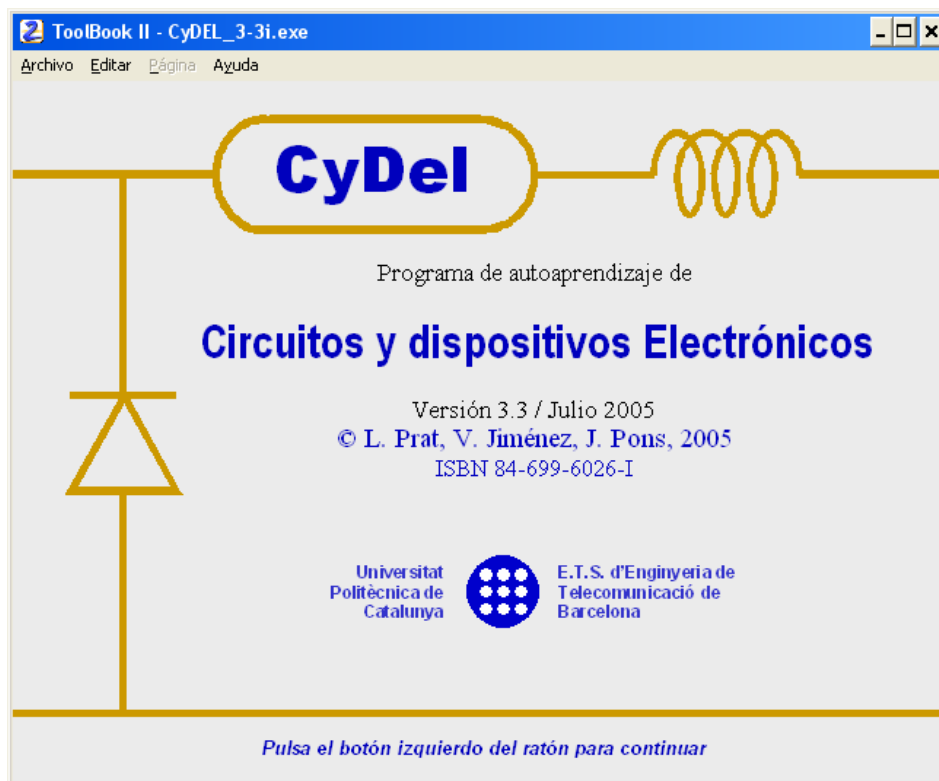


Figura 1.- Pàgina inicial del qüestionari interactiu CyDEL

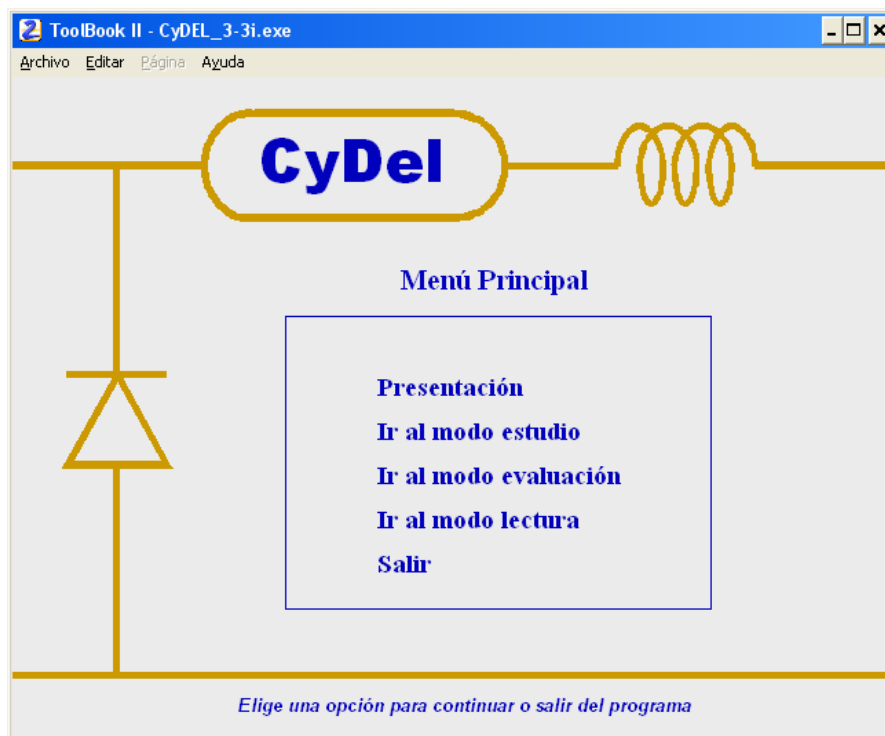


Figura 2.- Menú principal de CyDEL

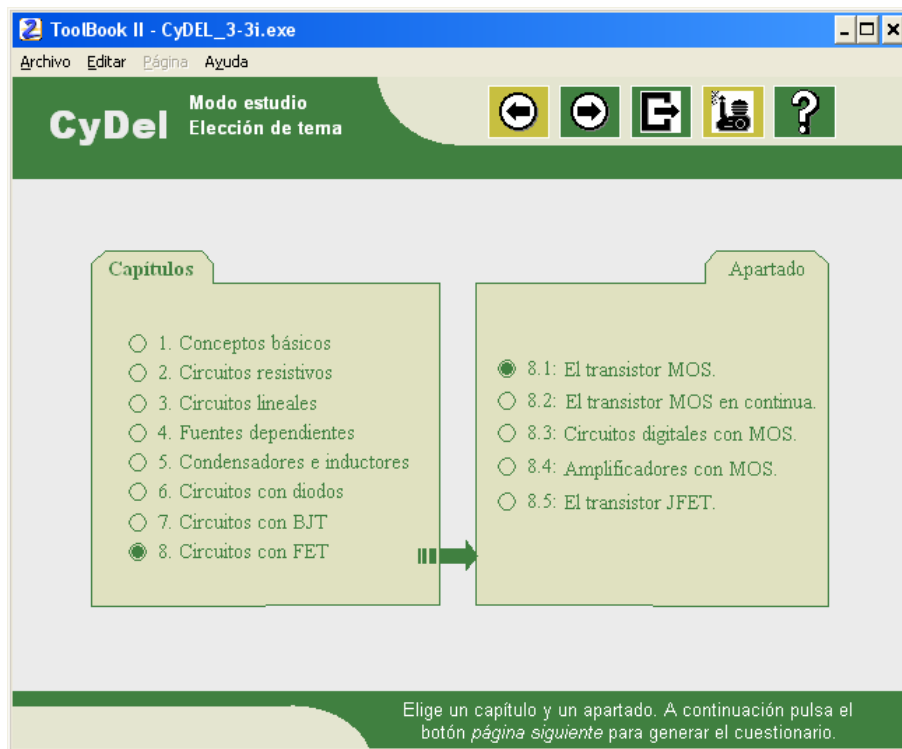


Figura 3.- Selecció d'un qüestionari de CyDEL en mode estudi

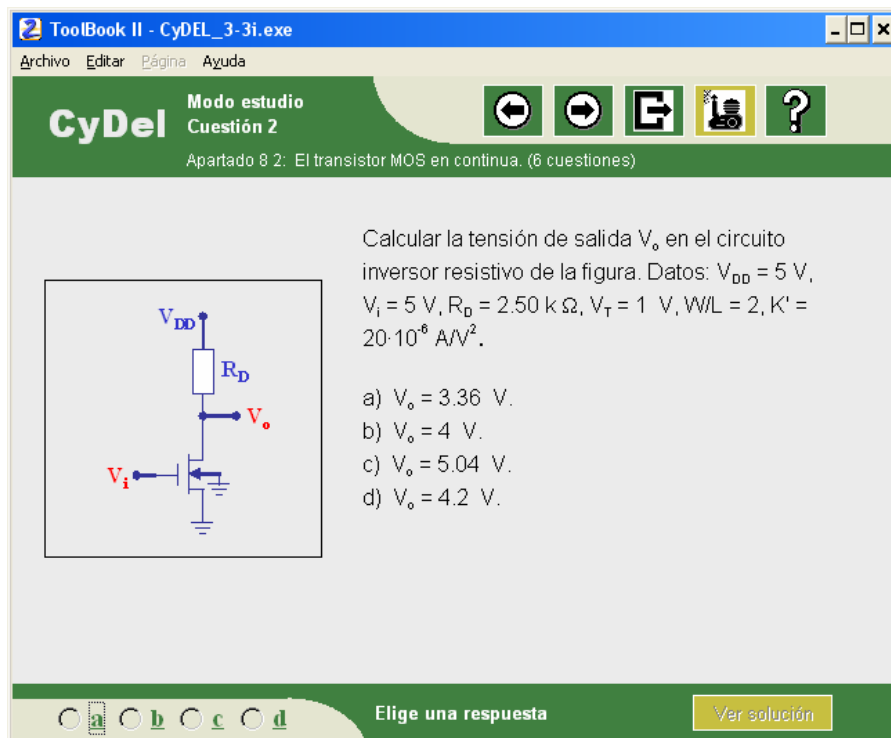


Figura 4.- Exemple de qüestió de CyDEL



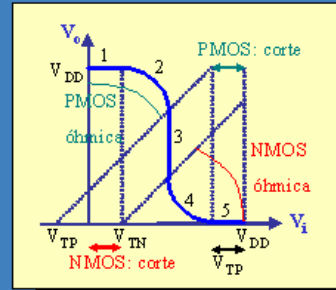
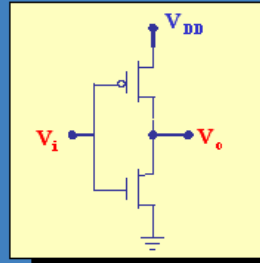
Figura 5.- Exemple de full resum de CyDEL en mode avaluació abans de corregir



Figura 6.- Exemple de full resum de CyDEL en mode avaluació després de corregir

Inversor CMOS

Las figuras muestran el circuito y la curva de transferencia del inversor CMOS. En la curva se indican distintos tramos (entre 1 y 5), correspondientes a las diferentes regiones de funcionamiento de los transistores. Se supone $V_{TN} > 0$ y $V_{TP} < 0$.



NMOS: corte si $V_{GSN} = V_i < V_{TN}$, sat. si $V_{DSN} = V_o > V_{GSN} - V_{TN} = V_i - V_{TN}$

PMOS: corte si $V_{GSP} = V_i - V_{DD} > V_{TP}$, sat. si $V_{DSP} = V_o - V_{DD} < V_{GSP} - V_{TP} = V_i - V_{DD} - V_{TP}$

Nótese que las rectas $V_o = V_i - V_{TN}$ y $V_o = V_i - V_{TP}$ tienen pendiente de 45° .

Pulsa el botón izquierdo del ratón para salir

Figura 7.- Exemple de pàgina d'ajut de CyDEL

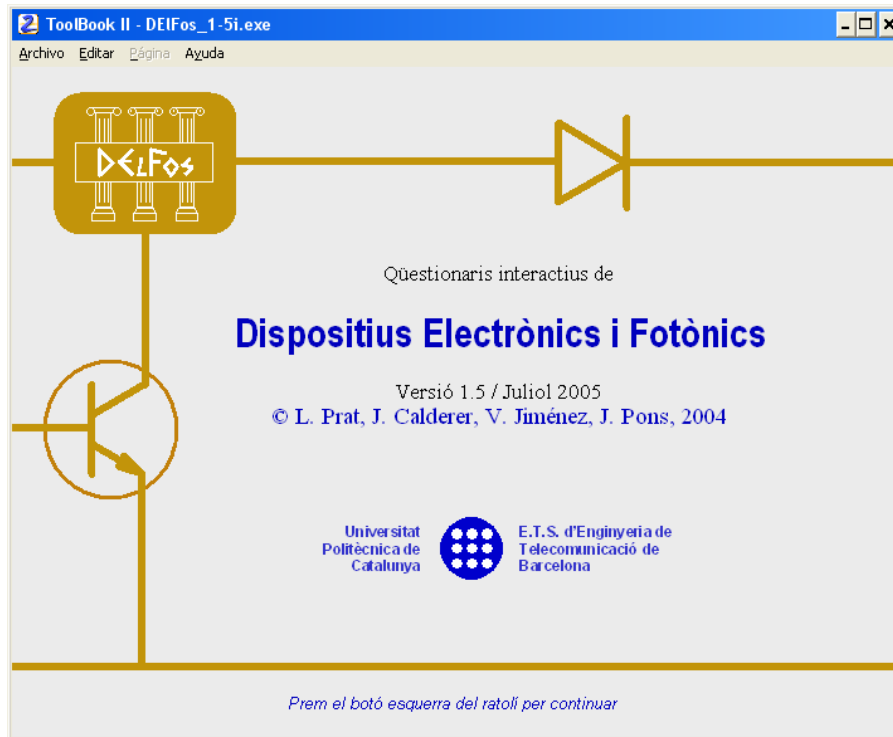


Figura 8.- Pàgina inicial del qüestionari interactiu DELFos



Figura 9.- Menú principal de DELFos

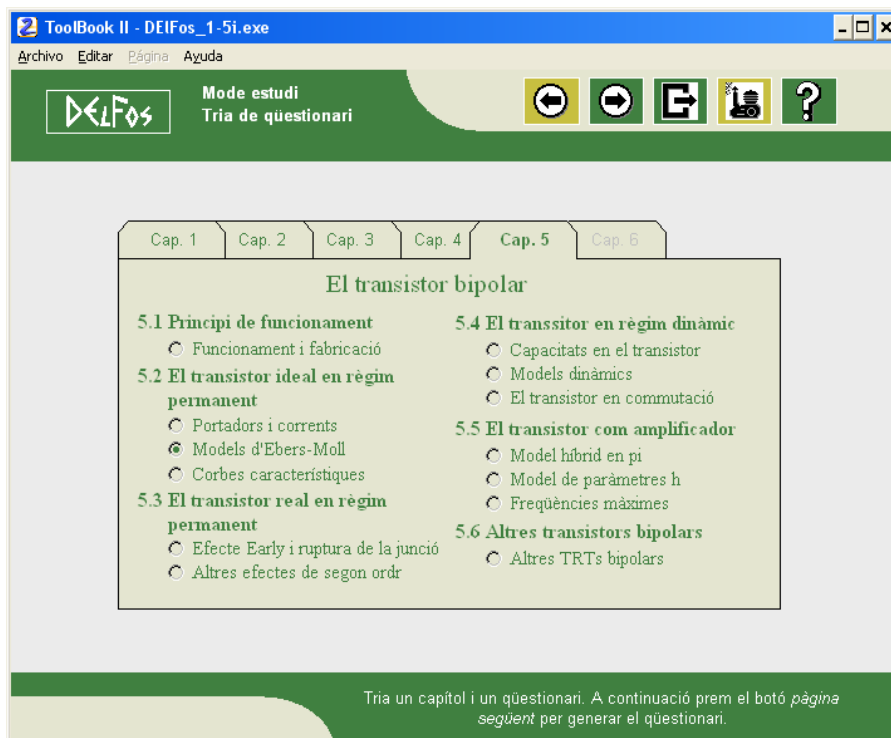


Figura 10.- Selecció de qüestionari en DELFos

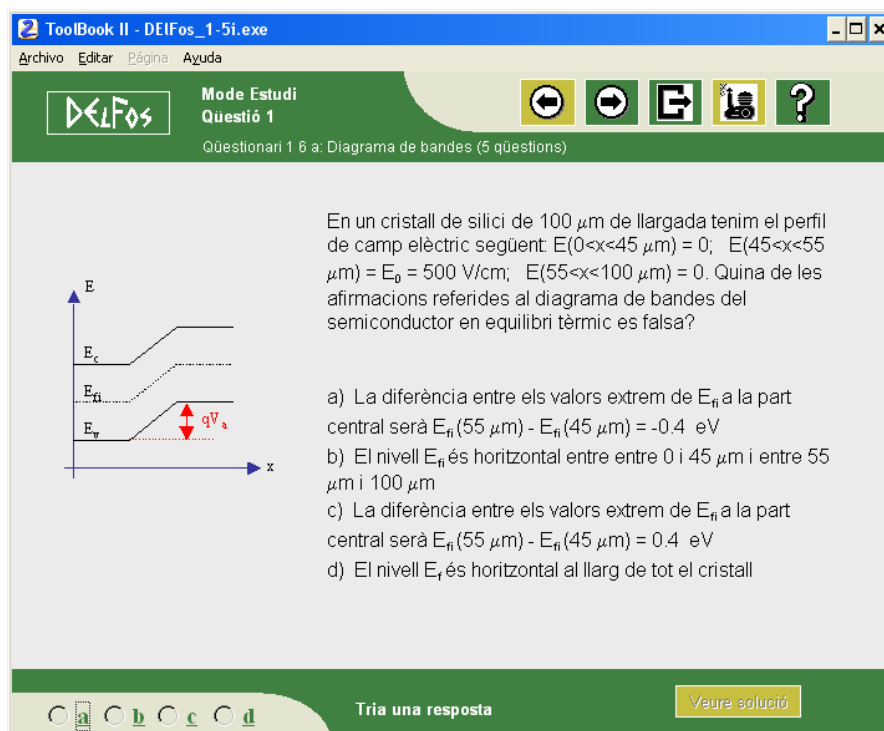


Figura 11.- Exemple de qüestió en DELFos

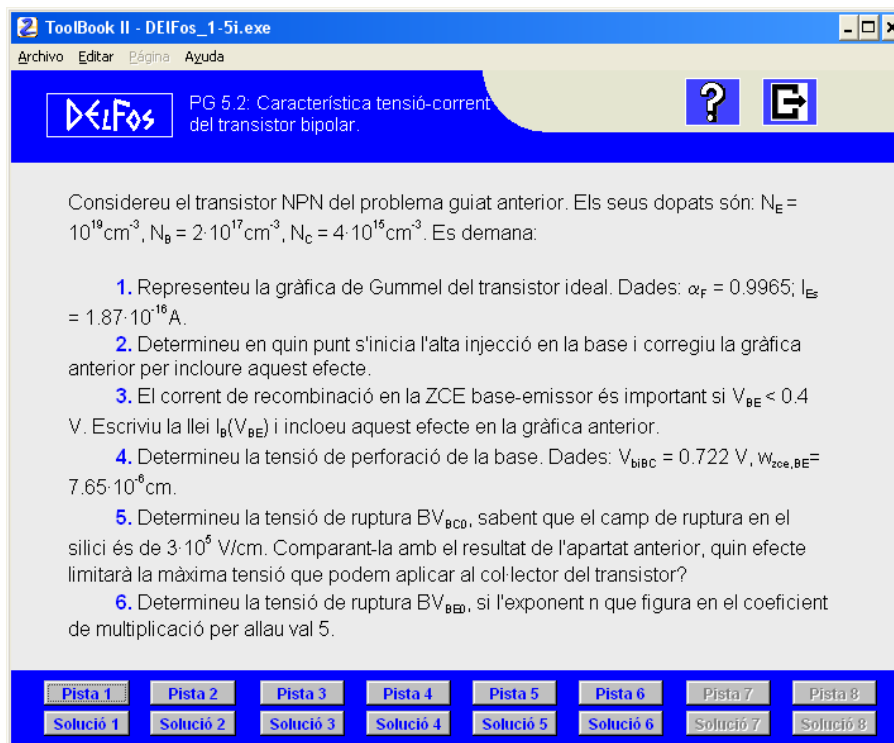


Figura 12.- Exemple de problema guiat en DELFos

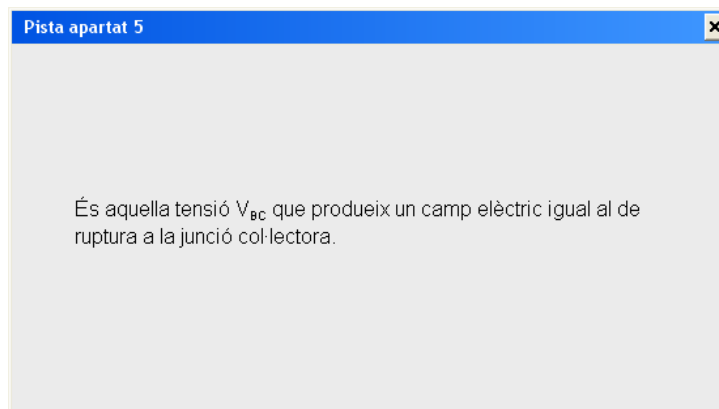


Figura 13.- Exemple de "pista" en problema guiat de DELFos

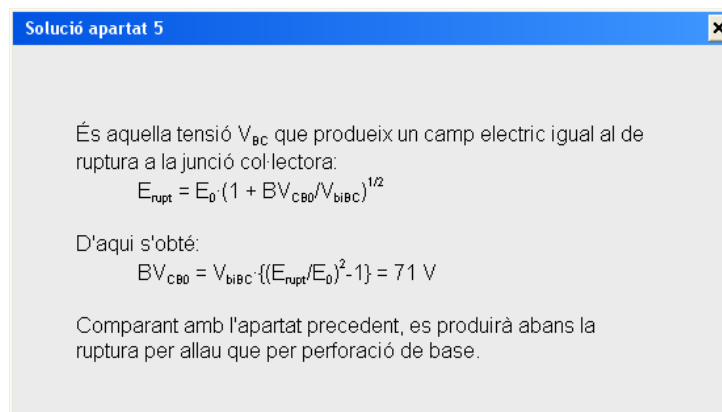


Figura 14.- Exemple de solució en problema guiat de DELFos

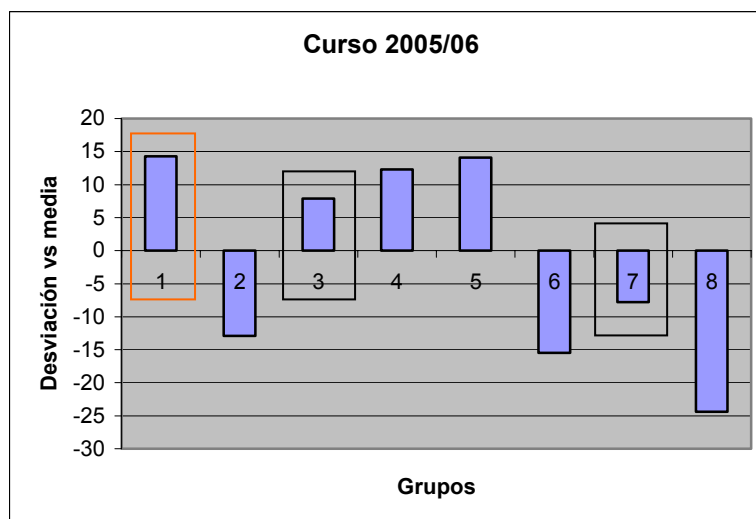
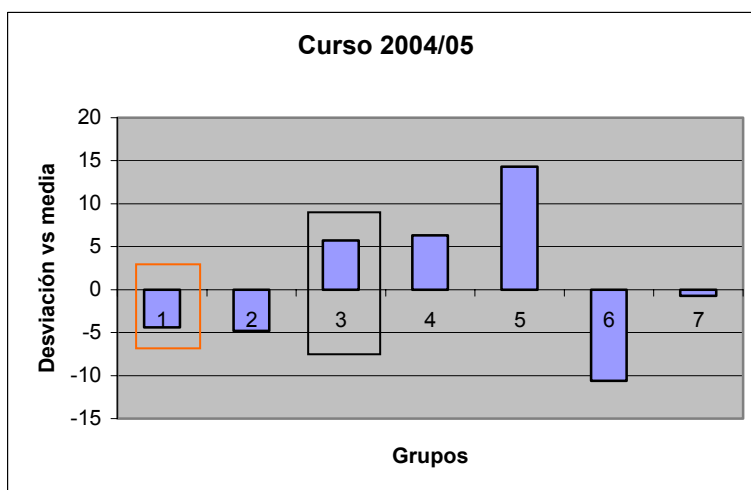
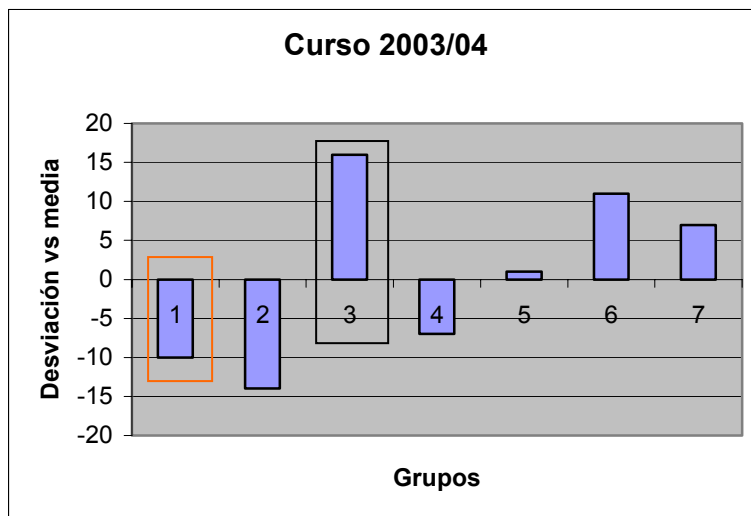


Figura 15.- Resultats de l'examen final dels diversos grups de l'assignatura CISE 1. Emmarcats amb un rectangle els grups en els que s'utilitzà CyDel

4. Conclusions

S'han creat dos qüestionaris interactius per a dues assignatures troncats d'electrònica ben diferents: una de circuits bàsics de primer curs d'Enginyeria de Telecomunicació i l'altre de física de dispositius electrònics i fotònics per a la titulació d'Enginyeria Electrònica de segon cicle.

Els qüestionaris estan a l'abast de tothom a través d'Internet. Tothom que vulgui utilitzar-los pot fer-ho. L'experiència descrita en les pàgines anteriors mostra que els estudiants no han tingut problemes per obtenir-los i utilitzar-los en els seus ordinadors personals.

Aquests qüestionaris poden ser una eina d'aprenentatge útil pels estudiants que els vulguin utilitzar. Contenen gran quantitat d'exercicis i problemes amb les seves solucions i amb pàgines d'ajut i/o "pistes" per orientar a l'estudiant en la seva resolució. L'aprenentatge el fa l'estudiant en el seu ordinador personal sense suport del professor. Aquest només ha d'intervenir per resoldre el dubtes que li quedin un cop estudiades les solucions que es proporcionen.

El qüestionari CyDel s'ha utilitzat com eina d'aprenentatge a l'avaluació continuada de l'assignatura CISE 1. La seva eficàcia no s'ha demostrat determinant, si bé sempre s'ha pogut detectar una influència positiva. Hi ha altres factors que tenen una influència més important en l'aprenentatge, com poden ser la capacitat intel·lectual, la voluntat i la dedicació. Aquesta eina, al igual que un bon llibre, pot ajudar a aprendre, però no és una "vareta màgica" que substitueix la intel·ligència i la voluntat.

Caldria però provar i experimentar noves formes d'utilització d'aquests qüestionaris per fer-los més eficients com a eina d'aprenentatge. En aquest sentit, convidem a tots els professors que imparteixen assignatures d'aquestes temàtiques a que els utilitzin lliurement i ens comuniquin les seves experiències i suggeriments de millora.