

# **LABORATORI VIRTUAL D'ELECTRÒNICA I ELECTROTÈCNIA**

**ANTONI LLORT COLELL**

**Curs 2000/2001**

## Índex.

	Pàgina
1. Introducció.	3
1.1 Presentació del laboratori virtual.	3
1.2 Treball previ	6
1.3. Marc referencial.	7
1.4. Objectius del treball.	9
2. Treball dut a terme.	10
2.1 Introducció.	10
2.2 La planificació del treball realitzat.	12
2.3 Metodologia de treball emprada.	13
2.4 Recursos utilitzats.	14
3. Producte final del treball.	16
3.1. Estructura del CD	16
3.2. Estructura de la informació.	17
4. Conclusions: Aplicacions del projecte en el sistema educatiu.	19
4.1. Crèdits de CF on es pot emprar el laboratori virtual i estimació d'hores d'ús dins de cada crèdit.	19
4.2. Funcionalitat del laboratori virtual a l'entorn dels CF d'electricitat i electrònica.	19
4.3. El laboratori virtual facilita l'estudi individual de l'alumnat.	20
4.4. Generació de recursos de reciclatge o actualització per a professors.	20
5. Relació de materials en els annexos	21
6. Bibliografia bàsica.	23

## 1. Introducció.

### 1.1 Presentació del laboratori virtual.

Tots els professors i professores que impartim els crèdits establerts pel Departament d'Ensenyament en els cicles formatius d'electricitat i electrònica, tant de grau mitjà com superior, ens trobem amb un desplegament de continguts difícil d'abastar en els temps assignats a cada crèdit. En la pràctica diària, el professorat opta per alguna de les tres possibles solucions següents:

- Impartir els crèdits atenent sobretot als aspectes més allunyats de les tasques de laboratori o de taller. Realitzant un només un petit nombre d'activitats pràctiques que s'allunyin del paper, llapis i calculadora s'aconsegueix impartir una part més gran dels continguts, amb el preu que l'alumnat no assoleix els objectius en les condicions especificades en el currículum.
- Impartir només una part seleccionada dels continguts, amb metodologies que combinen les activitats en laboratori i a l'aula tradicional. La millor qualitat dels continguts impartits i objectius assolits es a compte de reduir el currículum als aspectes més bàsics.
- Solucions que combinen les dues estratègies anteriors. Per exemple, impartir amb qualitat els continguts que es consideren més bàsics i ineludibles i utilitzar la clàssica combinació de classe magistral i exercicis per alguns dels continguts menys significatius.

La finalitat última d'aquest treball és ajudar a impartir una part més gran dels continguts i assolir més objectius referents a circuits elèctrics i electrònics prescrits en el currículum de cada cicle formatiu d'electricitat i electrònica. L'eina bàsica de treball és l'ordinador i un bon programa simulador.

A partir d'aquí podem:

- Programar i desenvolupar tots els continguts que incorporin circuits elèctrics o electrònics a partir del programari disponible com a eina bàsica de treball.
- Preparar activitats d'aprenentatge que permetin treballar individualment o en petit grup, i a diferents nivells d'abstracció. Això ens permetrà individualitzar l'aprenentatge de cada alumne o alumna.
- Programar activitats amb diferents nivells d'acabat: algunes s'esgoten en l'anàlisi realitzada a partir dels resultats del programa simulador; d'altres continuen amb el muntatge, verificació i posada al punt del circuit en el laboratori.
- Accelerar l'aprenentatge dels alumnes. La substitució de les tècniques didàctiques tradicionals (explicacions demostratives + exercicis + algunes pràctiques de laboratori) per l'aprenentatge a partir d'activitats simulades i guiat pel professorat implica un estalvi de temps superior a un 30%. Bastants activitats de laboratori (però no totes) també poden ser substituïdes per activitats simulades, sobretot durant l'última part del curs.

Respecte els programes simuladors més habituals a l'entorn educatiu, l'Electronics Workbench i el Pspice, cal observar:

- a) El programa Electronics Workbench està instal·lat a pràcticament tots els centres educatius públics i privats que ofereixen cicles formatius d'electricitat o electrònica i és molt conegut pel professorat de les especialitats esmentades.
- b) El programa Pspice, en versió professional, és molt car. Alguns centres el tenen, però no és la situació habitual. És el programa simulador més utilitzat en els laboratoris de disseny i aplicacions de les empreses. El cost elevat fa que la majoria de centres no el puguin adquirir. Hi ha una versió reduïda del programa, totalment gratuïta i sense cap restricció d'ús, disponible en la pàgina Web del fabricant. Ni tan sols cal dedicar un munt d'hores per a baixar el programa (són uns 60 M, unes 8 o 10 hores d'Internet si tot va bé);

a moltes revistes mensuals o trimestrals d'electrònica, que venen acompanyades d'un CD amb aplicacions, hi ha el programa esmentat; només cal instal·lar-lo i començar a treballar (o a estudiar com funciona).

Inicialment, s'havia previst realitzar el CD d'aquest treball amb aplicacions construïdes amb els dos programes esmentats. A mesura que s'anava desenvolupant el treball, es va veure clar que calia fer una reorientació en dos sentits complementaris:

- Utilitzar exclusivament un programa. Es va seleccionar l'Electronics Workbench pels motius pedagògics.
- Intensificar les aplicacions proposades i comentades amb el programa Electronics Workbench.

L'abandonament del programa Pspice en les primeres fases d'elaboració del treball va facilitar que tot l'esforç es concentrés en el desenvolupament de totes les prestacions que ofereix el programa Electronics Workbench.

Els motius de la selecció de l'Electronics Workbench com únic programa objecte d'aquest treball són els següents:

- És un programa molt conegut i arrelat en els centres educatius que imparteixen cicles de formació professional d'electricitat i electrònica. També és molt conegut pel professorat que imparteix la matèria d'electrotècnia de batxillerat tecnològic.
- És un programa que posa molt d'èmfasi en els aspectes més visuals i intuïtius dels circuits elèctrics i electrònics. La simulació d'un laboratori, amb instruments que funcionen de forma més o menys similar com els reals (però amb moltes més prestacions i també amb instruments virtuals inexistents en els laboratoris reals).

- La gran facilitat per començar a treballar i analitzar circuits des del primer contacte amb el programa. A la primera mitja hora de treball, es pot haver construït i verificat un circuit elèctric senzill.
- La correspondència realista que es pot establir entre un circuit real i el que podem representar a la pantalla.
- L'Electronics Workbench és un programa Spice i permet exportar i importar dades des d'altres programes Spice, com és el Pspice esmentat anteriorment.
- Permet avaluar circuits elèctrics i electrònics utilitzant els instruments virtuals i també utilitzant el full d'anàlisi gràfica, similar al programa Probe que forma part del conjunt Pspice. Per tant, es pot formar a l'alumnat per treballar en un entorn més professional des del programa Electronics Workbench.

## 1.2 Treball previ.

La metodologia esmentada s'ha utilitzat durant els cursos 1998-99, 1999-00 i 2000-01 en les meves classes per impartir els crèdits esmentats a continuació utilitzant el programa Electronics Workbench i, només en alguns crèdits avançats, el Pspice com a línia vertebral del curs:

Cicle formatiu	Crèdit	Durada real
CFGS DPE	C09: Desenvolupament de projectes	180 hores
CFGS DPE	C02: Sistemes digitals cablats	110 hores
CFGS DPE	C08: Electrònica de sistemes	120 hores
CFGS DPE	C01: Electrònica analògica	210 hores
CFGM EEC	C11: Electrònica digital no programable	150 hores
CFGM EEC	C10: Electrònica general	180 hores

CFGS DPE: Cicle formatiu de grau superior de desenvolupament de productes electrònics.  
CFGM EEC: Cicle formatiu de grau mitjà d'equips electrònics de consum.

Cal esmentar que el desenvolupament dels crèdits esmentats amb aquesta metodologia ha donat resultats molt positius: quasi tots els alumnes que han

assistit regularment i activa a classe han assolit satisfactòriament els objectius del currículum, amb independència del seu historial escolar anterior. El percentatge de continguts del currículum impartits està des del 50% en el cas pitjor fins a pràcticament el 80% (el crèdit 2 del CFGS DPE).

La utilització de la metodologia proposada es pot estendre també a altres crèdits que s'esmenten a continuació. En aquests casos, no els he impartit, i per tant no puc garantir l'èxit si bé el puc intuir considerant els continguts dels crèdits.

Cicle formatiu	Crèdit	Durada
CFGM EIE	Crèdit: Electrotècnia	180 hores
CFGM FCP	Crèdit: Electrotècnia	180 hores
CFGM MEM	Crèdit: Electrotècnia	180 hores

CFGM EIE: Cicle formatiu de grau mitjà d'equips i instal·lacions electrotècniques.

CFGM FCP: Cicle formatiu de grau mitjà d'instal·lacions de fred, climatització i producció de calor.

CFGM MEM: Cicle formatiu de grau mitjà de manteniment electromecànic i conducció de línies.

També es pot utilitzar en matèries de batxillerat. Tampoc he experimentat aquest cas:

Batxillerat	Matèria	Durada
Tecnològic	De modalitat: Electrotècnia	3 crèdits (105 hores)
Tecnològic	Optativa: Electrònica	2 crèdits (70 hores)

### 1.3. Marc referencial.

El marc de referències bàsiques d'aquest treball pot concretar-se en les tres línies següents:

- **El currículum dels cicles de formació professional de la família elèctrica i electrònica prescrit pel Departament d'Ensenyament.**

El perfil professional dels sis cicles que componen la família professional és molt polivalent i ambiciós. Això condueix a uns objectius que no són fàcilment assolibles i a una gran densitat de continguts dins del marc horari de 2000 hores de formació.

A partir de la pràctica docent personal i el coneixement de la realitat de molts altres IES, puc afirmar que l'assoliment dels objectius no es situa normalment pel damunt d'un 70%; en moltes ocasions està molt més avall. Tampoc s'imparteix un percentatge superior de continguts.

- **Les metodologies d'ensenyament i aprenentatge basades en la simulació per mitjans informàtics.**

Cada vegada més emprades, impliquen grans avantatges:

- Faciliten molt la comprensió activa dels continguts conceptuals.
- Apropen a l'alumnat als mètodes de treball actuals en les empreses d'electrònica.
- Acceleren l'aprenentatge dels continguts.
- Permeten individualitzar l'aprenentatge i la gestió parcial del ritme d'aprenentatge.
- Els recursos necessaris són relativament econòmics i a l'abast dels IES.
- Substitueixen moltes explicacions magistrals del professorat, molts exercicis repetitius amb paper, llapis i calculadora i bastants activitats de laboratori repetitives.
- Formen la intuïció de l'alumnat, permetent analitzar ràpidament i de forma qualitativa les relacions entre els diferents paràmetres que afecten al funcionament d'un sistema.

- **La necessitat de disposar de recursos didàctics potents i econòmics.**

La escassetat de recursos didàctics sempre ha estat un mal crònic en els IES que imparteixen cicles de formació professional de la família elèctrica i electrònica. Fins i tot, els IES relativament ben dotats tenen el problema



de la ràpida obsolència de molts equips didàctics. A aquest fet s'ha d'afegir l'elevat cost d'aquests equips.

Les metodologies basades en la simulació informàtica permeten una certa independència dels recursos reals. La conversió d'activitats centrades en el professor com a transmissor directe de coneixements i d'activitats en laboratori real en activitats en laboratori virtual permet millorar el rendiment dels recursos reals, utilitzant preferentment els equips més actualitzats amb petits grups rotatius, mentre la resta del grup realitza activitats en el laboratori virtual.

#### 1.4. Objectius del treball.

- Aprofundir en les metodologies didàctiques dissenyades a l'entorn dels programes simuladors d'electricitat i electrònica. Es concreta en el programa Electronics Workbench.
- Elaborar un CD amb materials didàctics construïts a partir dels simulador Electronics Workbench, utilitzables directament per impartir determinats crèdits dels cicles formatius de grau mitjà i superior de les especialitats d'electricitat i electrònica i part de l'electrotècnia de batxillerat, i també com a material de base per elaborar presentacions, transparències, etc.
- Elaborar els manuals d'ús específics del programari simulador esmentat, incorporats en el CD. Aquests manuals són complementaris als del propi programa, no són exhaustius i estan molt exemplificats.

## 2. Treball dut a terme.

### 2.1 Introducció.

El treball realitzat està inclòs dins de les temàtiques *Les noves tecnologies com a eina vehicular de l'aprenentatge* i *Aprofundiment científicodidàctic de continguts curriculars*.

Per una banda implica un ús intensiu de la informàtica aplicada com a vehicle conductor de l'aprenentatge dels continguts d'un nombre important de crèdits dels cicles formatius de la família d'electricitat i electrònica; molt possiblement es pot aplicar als diferents crèdits d'electrotècnia, tant en cicles formatius de la família de manteniment i serveis a la producció com a batxillerat. Per altra banda, és una renovació metodològica important de la tradició didàctica en les especialitats d'electricitat i electrònica, consolidada des de fa molts anys en la fórmula explicacions magistrals + exercicis numèrics + pràctiques de laboratori; en els últims temps, la fórmula pot incloure també les simulacions amb ordinador com una vessant o substitució de les pràctiques de laboratori. La proposta didàctica que es presenta és diferent: organitzar tot el curs a partir del treball individual i en petit grup, a l'entorn del laboratori virtual d'electrònica completat amb activitats en el laboratori real, i amb suport personalitzat del professor o professora a cada alumne. Les activitats de tot el grup només es produeixen a la introducció de nous nuclis d'activitat o en el seu tancament; l'avaluació pot ser realment continua i formativa per a l'alumne.

Les probabilitats èxit d'aquesta metodologia depenen sobretot dels següents factors:

- Un desplegament curricular de cada crèdit realitzat considerant precisament la metodologia que s'utilitzarà. El desplegament que cal realitzar és diferent al que es pot obtenir amb altres consideracions metodològiques.
- L'elaboració de materials didàctics de qualitat, construïts expressament per a ser utilitzats en entorns virtuals d'aprenentatge, i amb diferents nivells o

graus d'aprenentatge i assoliment dels objectius a partir de les prescripcions curriculars.

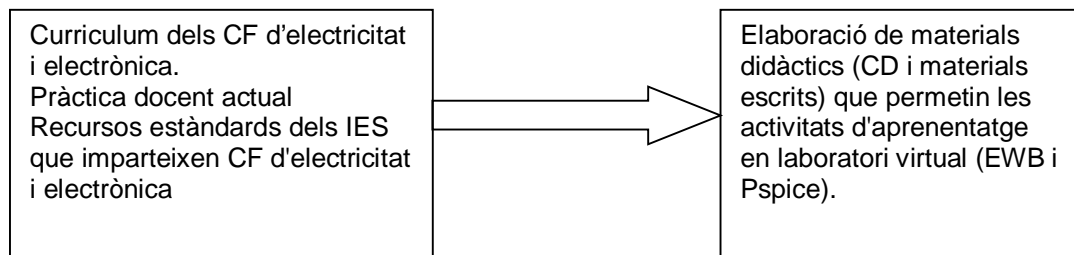
- La disposició del professorat per a treballar durant tot el curs de forma ben diferent a la tradicional. Implica un coneixement exhaustiu i profund dels continguts (els alumnes arriben a proposar qüestions i dubtes bastant sofisticades) i una dedicació i paciència grans per garantir l'assistència personal a cada alumne.

## 2.2 La planificació del treball realitzat.

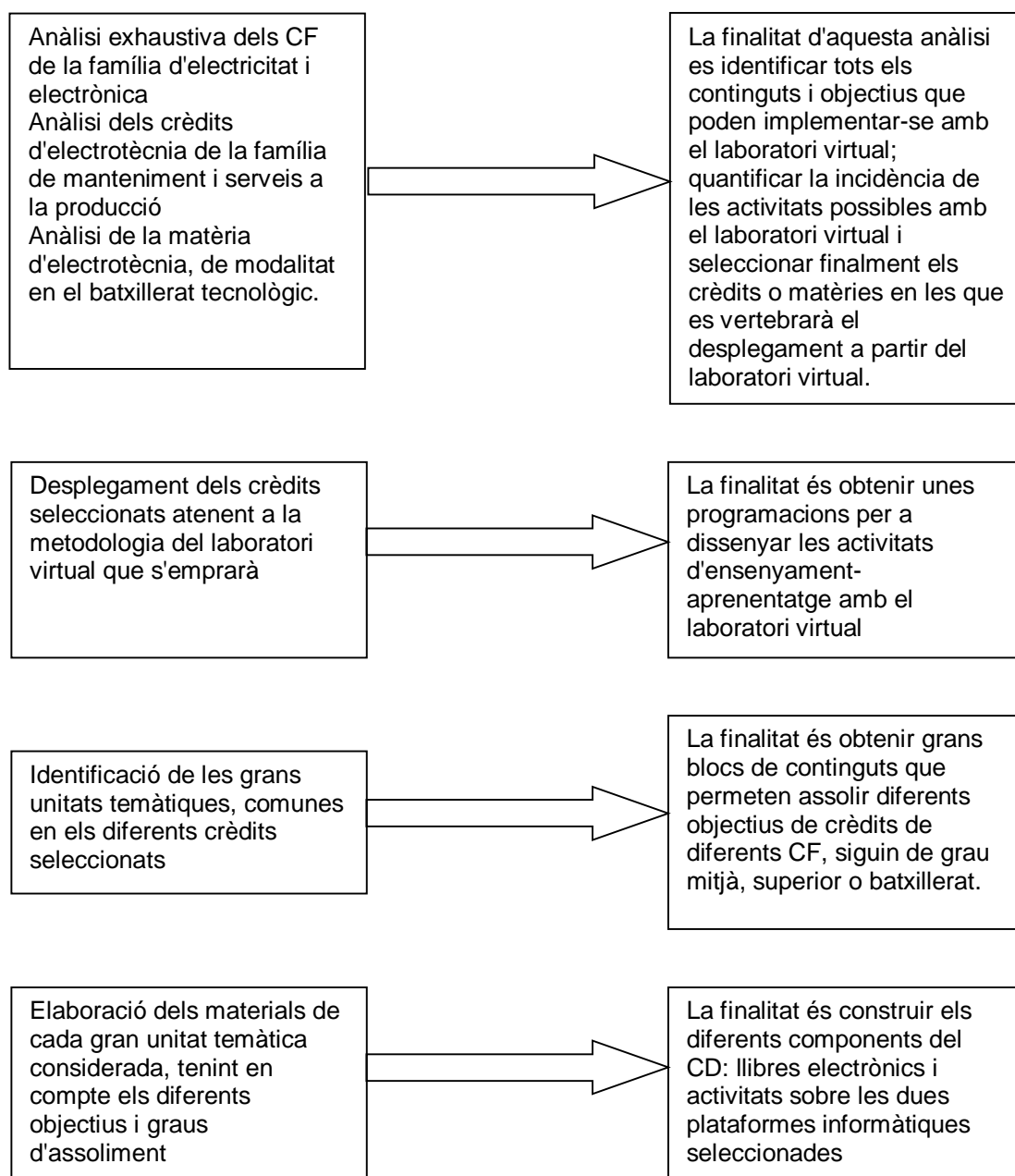
<b>Fase</b>	<b>Data final</b>	<b>Producte obtingut</b>
1 Anàlisi del currículum dels CF d'electricitat i electrònica. Identificació dels continguts i objectius on es pot aplicar la metodologia proposada.	31 Oct 2000	Documentació amb resums sobre el currículum de diferents CCFF.
2. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>circuits elèctrics</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components elèctrics)	30 Nov 2000	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions. Part del manual d'ús del programa EWB: components elèctrics i introducció a l'EWB
3. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>electrònica analògica bàsica</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components electrònics).	15 Gen 2001	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions. Part del manual d'ús del programa EWB: components electrònics
4. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>electrònica de potència</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components electrònics).	15 Feb 2001	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions: Part del manual d'ús del programa EWB: components electrònics.
5. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>regulació i control automàtics</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components electrònics).	7 Març 2001	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions. Part del manual d'ús del programa EWB: components electrònics.
6. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>electrònica de comunicacions</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components electrònics).	31 Març 2001	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions:. Part del manual d'ús del programa EWB: components electrònics.
7. Elaboració de material didàctic pel laboratori virtual sobre la plataforma Electronics Workbench (EWB) respecte la unitat temàtica <i>electrònica digital</i> . Elaboració parcial del manual d'ús de l'EWB pels alumnes (components electrònics).	30 Juny 2001	Fitxers informàtics Part del manual d'aplicacions:. Part del manual d'ús del programa EWB: components electrònics.
8. Muntatge final del CD i posada al punt. Edició del material imprès.	30 Set 2001	CD estructurat amb documents electrònics i activitats didàctiques

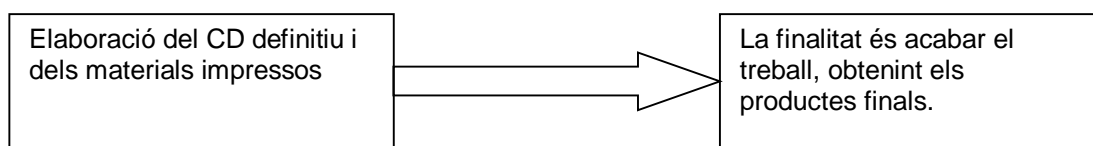
## 2.3 Metodologia de treball emprada.

A partir de la situació inicial i de la finalitat del projecte:



S'ha establert el següent mètode de treball:





## 2.4 Recursos utilitzats.

### A. **Per a realitzar el projecte.** No ha calgut cap recurs excepcional:

- Ordinador actual estàndard amb Windows 95, 98 o 2000 i impressora estàndard.
- Programari per editar el material: Word 97 o 2000 i full de càlcul Excel 97 o 2000.
- Programari per elaborar les activitats en el laboratori virtual: Electronics Workbench.
- Equip gravador de CD.

### B. **Per a implementar el projecte en el aula.:**

- Aula d'informàtica amb 10(12) ordinadors estàndard amb Windows 95, 98 o 2000. No calen ordinadors potents; tots els PC fabricats a partir de 1995 són vàlids.
- Aula muntada com a xarxa, amb almenys un ordinador amb lector CD, o bé amb dispositiu lector CD a tots els ordinadors si no hi ha una xarxa.
- Una impressora estàndard compartida.
- Programari disponible a cada ordinador: Word 97 o 2000, Excel 97 o 2000 i el programa Electronics Workbench.

### C. **Complements interessants a l'aula.** Es poden realitzar moltes activitats pràctiques de laboratori real a la mateixa aula on tenim el laboratori virtual. Cal completar cada lloc de treball o ordinador amb:

- Targeta d'instrumentació virtual tipus Silmon Lab. Converteix l'ordinador en un potent equip de mesura polivalent: oscil·loscopi, multímetre i freqüencímetre. El cost de cada targeta pot anar des de 20.000 pta fins a 60.000 pta les més sofisticades. No substitueixen completament els instruments reals, però si parcialment i és una bona solució quan s'ha de treballar amb pressupostos molt ajustats.
- Plaques de muntatge ràpid de prototipus (unes 3000 pta cadascuna). Els circuits es munten sense soldar.
- Un petit magatzem de components electrònics compartit per a tota l'aula. És material fungible.

Com a conclusió, es pot valorar la gran economia de recursos que implica aquesta metodologia de treball. Fins i tot, si l'aula d'informàtica que ha de configurar el laboratori virtual no està disponible, es pot considerar l'adquisició d'ordinadors actualment obsolets (tipus Pentium 120, etc.), fabricats fa més de 6 anys. El seu preu en el mercat és realment molt baix, i tanmateix són útils i reciclables per a les finalitats d'aquest projecte.

### 3. Producte final del treball.

El producte final del treball és un CD; tots els documents incorporats al CD estan disponibles per a ser impresos o reelaborats sense cap tipus d'impediment.

#### 3.1. Estructura del CD

Hi ha tres parts:

**Carpeta DOC:** tenim tots els fitxers en format Word, estructurats de forma temàtica. És un conjunt de 82 documents en format Word 97 (1285 pàgines en total), amb aplicacions del programa Electronics Workbench comentades, i amb molts gràfics incorporats per generar material didàctic: presentacions Power Point, transparències, fitxes de pràctiques, etc. A la primera o a la segona pàgina de cada document hi estan relacionats els fitxers EWB que s'han creat conjuntament amb la documentació, i estan disponibles a la carpeta EWB que s'esmenta a continuació. Alguns d'aquests fitxers s'han imprès i es presenten en els annexos d'aquest informe.

**Carpeta EWB:** hi ha tots els fitxers generats pel programa Electronics Workbench. En total, són 796 fitxers, cadascun d'ells amb un circuit elèctric o electrònic elaborat amb components i/o amb blocs genèrics disponibles a l'EWB. Els 796 fitxers estan organitzats temàticament en 61 carpetes, amb una estructura i noms totalment relacionats amb l'estructura i noms de la informació emmagatzemada en format Word.

**Carpeta HTM:** tenim tots els fitxers esmentats en format Word traslladats a format HTM, i un sistema de navegació que s'activa des de l'arrel del CD clicant a **Inici.htm**. Es recomana utilitzar aquesta opció només per visualitzar ràpidament la informació. Si cal imprimir algun document, s'obtindrà molta més qualitat accedint-hi en la versió DOC.



## 3.2. Estructura de la informació.

S'han organitzat les tres carpetes esmentades (DOC, EWB i HTM) en sis parts:

### **Introducció**

Només té interès per a persones que mai han treballat amb el programa EWB; conté la informació mínima, però suficient, per començar-hi a treballar.

Hi ha un únic document, **Introducció.doc**.

### **Components**

Hi ha informació completa sobre la majoria dels components elèctrics i electrònics disponibles en el EWB, i alguns exemples d'aplicació de cada component.

Cadascun dels diferents documents (19 en total, organitzats en diferents carpetes) pot incloure la descripció, propietats i algunes aplicacions d'un o de més d'un component. La informació s'ha organitzat seguint els mateixos criteris que al programa EWB.

### **Instruments.**

Hi ha la descripció i utilització dels instruments de mesura disponibles en el EWB. També hi ha bastants exemples d'aplicació dels instruments.

La informació està continguda en tres documents: un dedicat als instruments propis de l'electrònica digital, un altre dedicat als instruments per a verificar circuits elèctrics i d'electrònica analògica i un últim document per al traçador de Bode, un instrument virtual molt potent disponible a l'EWB.

### **Aplicacions**

Conté molts circuits d'aplicació, tècniques i procediments de treball, utilització dels components per resoldre aplicacions, etc.

S'ha estructurat en els sis apartats següents: electrotècnia, electrònica digital, electrònica analògica, electrònica de potència, regulació i control, telecomunicacions. La metodologia pot ser molt diferent en cada apartat: n'hi ha que es posa èmfasi en la utilització de mètodes de simulació amb l'EWB, de forma molt descriptiva i detallada, i d'altres que estan redactats en un format similar a un conjunt d'activitats d'autoaprenentatge utilitzant l'EWB.

En total, són 57 documents, organitzats en els sis apartats que s'han esmentat.

### **Gràfics d'anàlisi**

Una tècnica alternativa, i més potent, per analitzar els circuits elèctrics i electrònics prescindint dels instruments disponibles en el simulador. Els gràfics d'anàlisi apropen el programa EWB al funcionament d'altres simuladors més professionals tipus Pspice.

Hi ha un únic document que conté tota la informació referent a aquest apartat.

### **Dades tècniques**

Document descriptiu dels detalls tècnics i paràmetres de control del propi programa.

Hi ha un únic document que conté tota la informació referent a aquest apartat.

## 4. Conclusions: Aplicacions del projecte en el sistema educatiu.

4.1. Crèdits de CF on es pot emprar el laboratori virtual i estimació d'hores d'ús dins de cada crèdit.

Cicle formatiu	Crèdit	Durada real	Ús laboratori virtual
CFGS DPE	C1: Electrònica analògica	210 hores	70%
CFGS DPE	C9: Desenvolupament de projectes	180 hores	60%
CFGS DPE	C2: Sistemes digitals cablats	110 hores	80%
CFGS DPE	C8: Electrònica de sistemes	120 hores	60%
CFGM EEC	C11: Electrònica digital no programable	150 hores	60%
CFGM EEC	C12: Electrònica general	180 hores	60%
CFGS STI	C4: Electrònica digital per a sistemes informàtics	60 hores	60%
CFGM EIE	Crèdit: Electrotècnia	180 hores	30%
CFGM FCP	Crèdit: Electrotècnia	180 hores	30%
CFGM MEM	Crèdit: Electrotècnia	180 hores	30%

CFGS DPE: Cicle formatiu de grau superior de desenvolupament de productes electrònics.

CFGM EEC: Cicle formatiu de grau mitjà d'equips electrònics de consum

CFGS STI: Cicle formatiu de grau superior de sistemes de telecomunicació i informàtics.

CFGM EIE: Cicle formatiu de grau mitjà d'equips i instal·lacions electrotècniques.

CFGM FCP: Cicle formatiu de grau mitjà d'instal·lacions de fred, climatització i producció de calor.

CFGM MEM: Cicle formatiu de grau mitjà de manteniment electromecànic i conducció de línies.

La columna *Ús laboratori virtual* és una estimació temporal, no una referència als continguts.

4.2. Funcionalitat del laboratori virtual a l'entorn dels CF d'electricitat i electrònica.

La implementació de la metodologia implica almenys els següents aspectes positius:

- Renovació de les tècniques d'ensenyament - aprenentatge a la família professional.
- Èmfasi en les tècniques d'aprenentatge personalitzat per a cada alumne o alumna.

- Acceleració dels aprenentatges (estimat personalment en un estalvi d'un 30% del temps necessari)
- Assoliment dels objectius amb molta qualitat.
- Efecte motivador en els alumnes per l'ús de la informàtica com eina vehicular de l'aprenentatge de l'electrònica i l'electrotècnia.
- Aproximació real a les tècniques actuals de disseny de circuits electrònics en les empreses.
- Gran flexibilitat per a programar activitats d'avaluació, recuperació i ampliació, personalitzades per a cada alumne o alumna.

#### 4.3. El laboratori virtual facilita l'estudi individual de l'alumnat.

- Molts alumnes dels CF disposen d'ordinador a l'inici dels cursos. La majoria dels altres n'adquireixen un durant el curs; actualment la despesa d'adquisició d'un ordinador és assumible per quasi tots els alumnes. Per altra banda, la versió del programa Pspice usada en una de les dues plataformes del laboratori virtual és gratuïta; per tant, pot permetre treballar en el seu domicili a l'alumnat que vol aprofundir en els continguts.
- Bastants alumnes de la família professional d'electrònica són també afeccionats als muntatges que es publiquen en les revistes del sector. Quan comencen el CF tenen dificultats per entendre el funcionament dels circuits. La possibilitat de poder simular-los a l'ordinador abans de muntar-los ofereix grans possibilitats d'integració d'aquests aprenentatges informals dins de l'estructura sistemàtica de coneixements que suposa els estudis reglats dels cicles formatius.

#### 4.4. Generació de recursos de reciclatge o actualització per a professors.

L'extensió de les tècniques de treball a partir dels simuladors pot generar procediments de formació del professorat via Internet, utilitzant el material creat o altre similar com a eina de formació.

## 5. Relació de materials en els annexos

En els annexos, s'han seleccionat alguns documents inclosos en el CD com a mostres del treball realitzat. Cal dir que només contenen una petita part del treball realitzat i que cada document està relacionat amb uns fitxers realitzats amb el programa EWB, on hi ha els circuits que s'analitzen.

### ANNEX 1: El traçador de diagrames de Bode.

Conté una descripció de l'ús, prestacions i aplicacions de l'instrument virtual Traçador de Bode, incorporat al programa EWB. S'han exemplificat algunes aplicacions: mesura d'impedàncies en corrent altern, resposta freqüencial de filtres i propietats d'un quadripol.

### ANNEX 2: Els transistors bipolars.

Conté una descripció de les propietats dels transistors bipolars, relacionant-les amb algunes anàlisis bàsiques: en corrent continu, en corrent altern i petit senyal tant des del punt de vista temporal com freqüencial.

### ANNEX 3: Verificació d'alguns teoremes clàssics de resolució de circuits.

Conté la verificació amb el programa EWB dels models de Thévenin, de Norton i del teorema de superposició, experimentant amb circuits pràctics.

### ANNEX 4: Instal·lacions monofàsiques i trifàsiques.

S'analitzen les instal·lacions elèctriques monofàsiques i trifàsiques amb el programa EWB: tots els aspectes relacionats amb la potència activa, reactiva i aparent, i la millora del factor de potència.

## ANNEX 5: La mesura dels paràmetres dels quadripols.

S'analitzen diferents configuracions de quadripols amb l'EWB, obtenint els paràmetres que els defineixen.

## ANNEX 6: El motor de corrent continu.

El motor de corrent continu incorporat al programa EWB és un dels elements disponibles per analitzar servosistemes. En aquest document s'analitzen a fons les propietats elèctriques i mecàniques que presenta.

## ANNEX 7: Elements per a l'electrònica de regulació i control

S'analitzen tots els blocs genèrics disponibles a l'EWB per simular sistemes de regulació i control.

## ANNEX 8: Els sistemes de regulació

S'analitzen aplicacions dels blocs genèrics del programa EWB per simular sistemes de regulació i control. S'avaluen els reguladors P, Pi, PID,... utilitzant una font commutada i un motor com a elements de potència. També s'analitzen els procediments per analitzar sistemes realimentats definits mitjançant blocs i la simulació de sistemes que poden definir-se mitjançant equacions diferencials lineals.

## 6. Bibliografia bàsica.

En primer lloc, cal esmentar la documentació originada en el Departament d'Ensenyament:

*Guia didàctica dels cicles formatius.* Servei d'Ordenació Curricular - Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 1996.

*Full de disposicions núm 637, novembre 1996.* Conté els decrets que estableixen el currículum de cada CF de la família professional d'electricitat i electrònica.

*Orientacions per al desplegament del currículum* de cadascun dels cicles formatius de la família professional d'electricitat i electrònica.

En segon lloc, podem esmentar bibliografia referent als programes simuladors que han de constituir el laboratori virtual. Hi ha una bibliografia molt abundant, on destaco dos textos:

Aguilar, Juan i altres. *Aprenda Pspice para Windows.* RA-MA, Madrid 1999. Aquest llibre té un complement d'un CD amb un programa interactiu per aprendre el programa Pspice, orientat als alumnes universitaris del professor Juan Aguilar.

Cánovas, A. *Electronics Workbench; simulación de circuitos electrónicos.* Paraninfo, Madrid 1998. A diferència del programa Pspice, que ha generat una bibliografia molt abundant, els llibres referents a l'Electronics Workbench no són tant abundants. Aquest és possiblement un dels millors, i possiblement el més conegut pel professorat.