

# **Dispositius Electrònics i Fotònics II (DEF II)**

## **PRÀCTIQUES DE SIMULACIÓ AMB EL PROGRAMA PC-1D i PRÀCTIQUES DE LABORATORI de DISPOSITIUS SEMICONDUCTORS**

Ramon Alcubilla  
Josep Calderer  
Juan Miguel López  
Francesc Masana  
Pau Molinàs  
Joan Pons  
Joaquim Puigdollers  
Lluís Prat  
Ángel Rodríguez

**Grup de Dispositius Semiconductors  
Departament d'Enginyeria Electrònica**

## PREFACI

És conegut que a part de la teoria i dels problemes d'una assignatura científico-tècnica les pràctiques permeten un aprofundiment més realista en els seus coneixements. En aquest manual s'ofereixen pràctiques de simulació amb el programa PC1D i pràctiques de laboratori per exercitar els coneixements adquirits a les classes de teoria i de problemes de dispositius semiconductors. Fóra desitjable assolir un equilibri entre les dues vessants, la teoria i la pràctica, i dintre d'aquesta darrera, entre la simulació i el laboratori, que afavorís l'aprenentatge dels dispositius semiconductors per a la seva utilització en sistemes electrònics.

L'objectiu del laboratori de l'assignatura és que l'alumne aprengui a :

- 1) utilitzar el programa de simulació PC-1D (simulador físic)
- 2) simular les característiques físiques i el comportament elèctric de materials semiconductors cristal.lins i de juncions PN, Transistor BJT i estructura MOS
- 3) Realitzi muntatges on posi de manifest determinades característiques d'aquests dispositius, en particular, optoelectrònics i de potència.

El curs es desglosa en 5 pràctiques:

1. Junció np
2. Cèl.lula solar
3. Transistor bipolar
4. Estructura MOS
5. Muntatge d'un llum intermitent (MOSFET IRF510, LED blanc Ultralluminós)

Creiem que fóra profitós emprar els primers dies del quadrimestre per familiaritzar-se amb el programa de simulació, simulant estructures que ja es coneixen, com pot ser la junció pn. Aquesta primera part també hauria de servir per donar una ullada general al manual, a la vegada que s'identifiquen aquells components que caldrà comprar per realitzar els muntatges pràctics. Cap a la meitat del quadrimestre s'haurien de muntar els primers circuits, els més senzills, de manera que durant la segona meitat del quadrimestre, quan ja s'hagin vist tots els coneixements necessaris de teoria per a respondre a totes les qüestions que es demanen, es puguin realitzar la resta de pràctiques. Donat que arribats a aquestes alçades del quadrimestre s'entén que l'alumne ja ha adquirit una bona familiarització amb el programa de simulació, es pot dedicar més temps als muntatges, mentre que les simulacions es realitzen molt més ràpid. A continuació es proposa un calendari corresponent a la primavera 2003 i un pla de treball adequat a les anteriors consideracions:

<b>Dilluns de 6 a 8 de la tarda</b>	<b>Dimecres de 2 a 4 de la tarda</b>	<b>Teoria</b>	<b>Pràctica Simulació</b>	<b>Estudi Previ</b>	<b>Pràctica Laboratori</b>
B24/02 A03/03	B26/02 A05/03	MOST			Presentació
B10/03 A13/03	B12/03 A19/03		1	1	
B24/03 A31/03	B26/03 A02/04		1/2	2	Caracterització del led ultralluminós
B07/04 A05/05	B09/04 A23/04	OPTO	2	4	Etape de polarització del most de potència
B28/04 A08/05	B30/04 A07/05		4	5	
B12/05 A19/05	B14/05 A21/05		4/3	3	Muntatge del llum intermitent
B26/05 A02/06	B28/05 A04/06	POT	3		Realització de mesures

El programa que s'utilitza per simular dispositius, anomenat PC-1D, no requereix cap procés d'instal·lació pròpiament dit, ja que copiant els arxius que s'acompanyen dins la carpeta anomenada pc1d al disc dur del vostre ordinador i executant el fitxer aplicació pc1d ja es poden efectuar tantes simulacions com es vulgui. L'esmentada carpeta conté la llicència per tal que pugueu utilitzar-lo i el fitxer install. També hi ha un menú d'ajuda que conté nombroses explicacions del funcionament del simulador.

És força important que dediqueu una estona a recórrer els menús d'ajuda abans de començar a resoldre les qüestions. Ho podeu fer a la vegada que feu les simulacions guiades. Per exemple, si voleu saber el símbol que rep una variable durant un procés batch us cal anar a l'ajuda (*Help*) i a l'índex (*index*) triar *compute menu* i s'obrirà una finestra amb una sèrie d'explicacions relatives a les opcions d'aquest menú. Trieu l'opció *batch* i s'obrirà una finestra amb les explicacions d'aquest mode de treball, en particular el nom que reben les variables durant la simulació *batch*.

A més a més del fitxer executable, la carpeta pc1d conté fitxers amb diferents extensions. Anomenem les principals a continuació:

\*.prm són els fitxers que contenen la descripció de l'estructura o el dispositiu i de l'excitació a la qual se'l sotmet, anomenats documents. Per exemple MOS.prm és el fitxer que conté la descripció de l'estructura MOS que es vol simular.

\*.abs, \*.inr, \*.spc són els fitxers que contenen informació en forma de taula del coeficient d'absorció, índex de refracció i de l'espectre de la radiació incident.

A la carpeta amb els fitxers de les pràctiques hi trobareu el document \*.prm de base, a partir del qual fer les simulacions guiades, i a més a més altres fitxers per resoldre les qüestions que se us demanen:

\*.txt, \*.vlt són els fitxers que contenen informació en forma de taula dels valors que anirant prenent els paràmetres que es variaran durant la simulació en mode batch o en mode temporal respectivament.

\*.mat són els fitxers que contenen informació del material, per exemple Si.mat conté la informació necessària per simular un tros de silici cristal·lí.

Als guions trobareu informacions més detallades de tots aquests fitxers.

# Índex

## PRÀCTIQUES DE SIMULACIÓ

	pàgina
Pràctica 1: Introducció al programa PC-1D: estudi de la junció NP	1
Annex de la Pràctica 1: Gràfiques de mobilitat	29
Pràctica 2: Estudi d'una cèl.lula solar	32
Pràctica 3: Estudi d'un transistor bipolar	50
Pràctica 4: Estudi d'una estructura MOS	60

## PRÀCTIQUES DE LABORATORI

Pràctica 5: Disseny d'un llum intermitent	70
Annex de la Pràctica 5: Característiques dels components	79