

## **CyDEL: UN SOFTWARE INTERACTIVO PARA EL APRENDIZAJE DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ELEMENTALES**

L. PRAT, J. PONS, V. JIMÉNEZ

*Departament d'Enginyeria Electrònica. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació (ETSETB). Universitat Politècnica de Catalunya. Campus Nord, mòdul C4. Jordi Girona 1-3. 08034 Barcelona. España.*

*Este trabajo describe las características de un software interactivo, basado en una colección de cuestiones conceptuales, concebido como una ayuda al estudiante para asimilar los contenidos de una asignatura universitaria de introducción a la teoría de circuitos y al análisis de dispositivos y circuitos elementales.*

### **1. Introducción**

La interacción entre el usuario y el ordenador que posibilita la informática actual significa una nueva dimensión, no presente en los textos impresos clásicos, que puede ser utilizada como ayuda al aprendizaje. Esta interacción puede permitir "personalizar" un material didáctico a las necesidades y características de su usuario. El material que se presenta en esta comunicación pretende ser una pequeña aportación en esta nueva vía de productos educativos.

CyDEL (*Circuitos y Dispositivos Electrónicos*) es un programa que actualmente es de libre distribución en la referencia [1], que contiene una colección de unas 250 cuestiones, relativas a la teoría básica de circuitos y de dispositivos electrónicos, del nivel de primer curso de las titulaciones de ingeniería [2]. Las cuestiones están orientadas a la comprensión de los conceptos básicos que constituyen esta materia. El estudiante puede disponer de "páginas de ayuda" de carácter teórico para responder a la cuestión planteada y una vez que ha contestado puede consultar la solución correcta. Una particularidad de este programa es que tanto los valores numéricos de las cuestiones como el orden de las propias respuestas se renuevan, de forma aleatoria, cada vez que se ejecuta el programa. De esta forma se pretende evitar que el estudiante memorice los valores de las respuestas y tenga que realizar los cálculos implícitos en la cuestión cada vez que ejecute el programa.

### **2. Contenido de CyDEL**

La figura 1 muestra el contenido temático de CyDEL. Como puede observarse, se trata de un contenido elemental de teoría de circuitos y de dispositivos electrónicos. Se supone que el estudiante no tiene ningún conocimiento previo de estas materias, por lo que se construye el

contenido teórico a partir de los conceptos básicos de corriente eléctrica y tensión y las leyes de Kirchhoff.

Se presentan los métodos sistemáticos de análisis por nudos y por mallas aplicados a circuitos resistivos y el concepto de circuito equivalente que se aplica para reducir dichos circuitos. En el capítulo 3, dedicado a circuitos lineales, se presenta el método de superposición y los circuitos equivalentes de Thévenin y Norton, y el capítulo 4 se dedica a los circuitos con fuentes dependientes. La teoría básica de circuitos finaliza con el estudio del condensador, del inductor y del transformador ideal, y de los circuitos RC y RL. Los tres últimos capítulos se dedican a introducir los dispositivos electrónicos elementales (diodo, transistor bipolar y transistor de efecto de campo) y al análisis de circuitos elementales realizados con ellos.

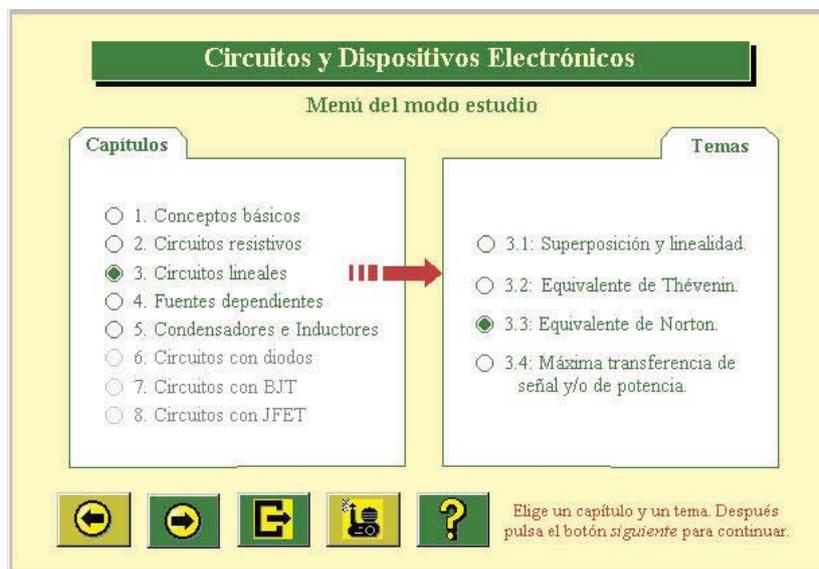


Figura 1. Ventana principal del modo estudio con el índice de capítulos y los temas correspondientes al capítulo 3.

El programa CyDEL tiene tres modos de utilización: el modo estudio, el modo evaluación y el modo lectura. El *modo estudio* está pensado para ayudar al estudiante a asimilar los conceptos subyacentes a la temática elegida. Este modo permite al estudiante escoger en qué capítulo y tema concretos del índice desea centrarse. Una vez hecha la elección, el programa propone al alumno la resolución de una serie de hasta doce cuestiones sobre el tema elegido. Antes de responder a cada cuestión, el estudiante puede recurrir a una "ayuda conceptual" teórica que puede orientarle hacia la solución correcta. Una vez se ha respondido, el programa indica si se ha acertado o no y presenta la solución correcta.

El *modo evaluación*, confecciona un "examen" formado por 10 preguntas relativas o bien a todo el índice (estilo "examen global") o bien a un capítulo concreto elegido por el estudiante (estilo "examen parcial"). Como en un examen real, el estudiante decide si responde o no a cada pregunta y no dispone de ayudas. Existe un página resumen desde la cual se puede visualizar lo contestado, navegar a cualquiera de las cuestiones y pedir la corrección del cuestionario. Una vez pedida la corrección, el programa muestra el balance de las preguntas acertadas y falladas y la nota obtenida. A partir de este momento es posible consultar la

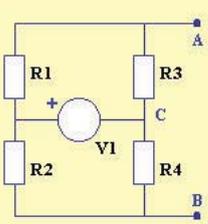
solución correcta de cualquiera de las preguntas. Una vez corregido el cuestionario no es posible modificar las respuestas dadas. Finalmente, el *modo lectura* permite al usuario ir recorriendo todas las páginas de ayuda de que dispone el programa, de forma que pueda utilizarlas para hacer un repaso de la teoría, como si fuese un texto completo.

### 3. Formato de las cuestiones.

En la figura 2 se presenta una de las cuestiones de CyDEL en modo estudio como ejemplo para describir la forma de operar del programa. Se trata de una cuestión del capítulo 3 (apartado *Circuito equivalente de Norton*). El estudiante debe seleccionar una de las cuatro respuestas posibles. En el modo estudio, el estudiante puede consultar las páginas de ayuda

**Circuitos y Dispositivos Electrónicos**

**Modo Estudio. Cuestión 5**



Halla el valor del generador de corriente del circuito equivalente de Norton del circuito de la figura.  
 Datos:  $R_1=140\ \Omega$ ,  $R_2=150\ \Omega$ ,  $R_3=280\ \Omega$ ,  $R_4=220\ \Omega$ ,  $V_1=8\ \text{V}$

a :  $I_n = 3.16\ \text{mA}$   
 b :  $I_n = 1.58\ \text{mA}$   
 c :  $I_n = 5.05\ \text{mA}$   
 d :  $I_n = 0\ \text{A}$

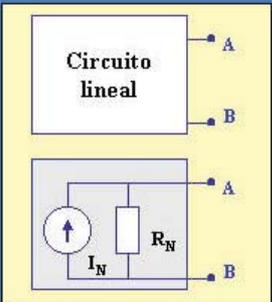
←
→
↶
🔍
?

**Elige una respuesta**  
 a  b  c  d

Figura 2. Ejemplo de cuestión en modo estudio.

**Circuito Equivalente de Norton**

Cualquier **circuito lineal** puede reducirse a su equivalente de Norton, formado por una fuente de corriente  $I_N$  en paralelo con una resistencia  $R_N$ .



El valor de  $I_N$  es el de la corriente que circula entre los terminales del circuito lineal A y B cuando éstos se cortocircuitan.

Obtención del valor de  $R_N$ :

1. Se conecta un generador de tensión  $V_x$  entre los terminales A y B del circuito lineal y se anulan todas sus fuentes independientes.
2. Se calcula la corriente  $I_x$  que el generador entrega al circuito lineal y se obtiene  $R_N$  como  $R_N = V_x / I_x$ .

(Nota): También podemos obtener  $R_N$  conectando un generador de corriente  $I_x$ , anulando las fuentes independientes y calculando la tensión  $V_x$ .  $R_{th} = V_x / I_x$ .

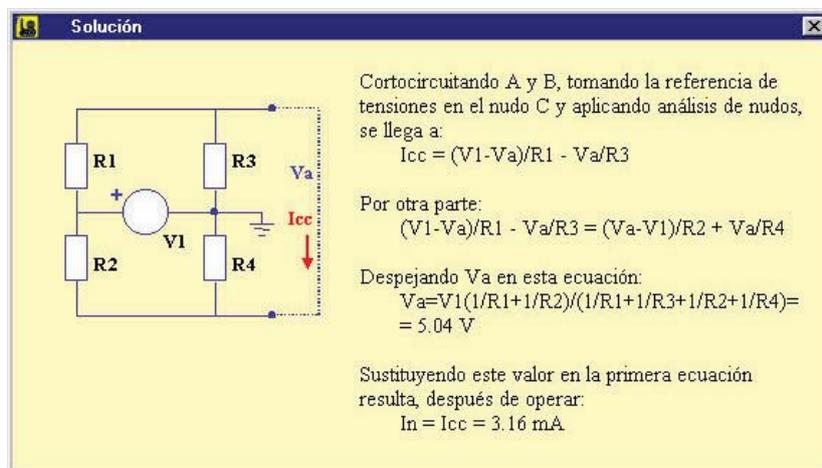
**Pulsa el botón izquierdo del ratón para salir**

Figura 3. Página de ayuda correspondiente a la cuestión anterior

que contienen la teoría implicada en la cuestión y también puede consultar la solución correcta una vez ha marcado su respuesta.

Como puede observarse, en la parte inferior de la figura 2 se dispone de una serie de botones de navegación: acceder a la cuestión anterior, acceder a la cuestión siguiente, salir al menú principal, ver la solución (este botón permanece desactivado mientras no se responda a la cuestión), y finalmente acceder a las páginas de ayuda.

En la figura 3 se presenta la página de ayuda correspondiente a la cuestión-ejemplo de la figura 2. Como puede verse, se presenta el concepto de circuito equivalente de Norton y la forma de calcular sus componentes. La palabra "circuito lineal" de la primera línea está marcada como hipertexto: haciendo clic en ella se accede a la página de ayuda relativa al concepto de circuito lineal. En la figura 4 se presenta la ventana de solución de esta cuestión.



The screenshot shows a window titled "Solución" with a circuit diagram on the left and mathematical derivations on the right. The circuit diagram features a voltage source V1 in series with resistor R1. This combination is connected to a node that branches into two parallel paths: one with resistor R2 and another with resistor R3. Resistor R3 is connected to a node labeled Va. From node Va, the circuit continues through resistor R4 to a common ground. A current Icc is indicated by a red arrow pointing downwards from node Va. The text on the right provides the following steps:

Cortocircuitando A y B, tomando la referencia de tensiones en el nudo C y aplicando análisis de nudos, se llega a:  
$$I_{cc} = (V1 - V_a)/R1 - V_a/R3$$

Por otra parte:  
$$(V1 - V_a)/R1 - V_a/R3 = (V_a - V1)/R2 + V_a/R4$$

Despejando Va en esta ecuación:  
$$V_a = V1(1/R1 + 1/R2) / (1/R1 + 1/R3 + 1/R2 + 1/R4) = 5.04 \text{ V}$$

Sustituyendo este valor en la primera ecuación resulta, después de operar:  
$$I_n = I_{cc} = 3.16 \text{ mA}$$

Figura 4. Ventana de solución correspondiente a la cuestión de la figura 2

#### 4.- Conclusiones

En este artículo se ha presentado el programa educativo multimedia CyDEL, cuyo objetivo es el aprendizaje de la teoría elemental de circuitos eléctricos y de los dispositivos y circuitos electrónicos básicos. Está compuesto de unas 250 cuestiones que permiten recorrer los conceptos básicos de su contenido, y dispone de unos resúmenes teóricos, las páginas de ayuda, en las que se fundamentan estas cuestiones. Este programa fue distribuido en forma de experiencia piloto a una muestra de estudiantes en el cuatrimestre de septiembre 2000 a enero 2001, teniendo una acogida satisfactoria.

#### Referencias

[1] [www.edicionsupc.es/virtuals/vindex.htm](http://www.edicionsupc.es/virtuals/vindex.htm)

[2] L.Prat, R.Bragós, J. Chávez, M.Fernández, V.Jiménez, J.Mádrenas, E.Navarro, J.Salazar *Circuitos y dispositivos electrónicos*. Edicions UPC, 1999