

DIDÁCTICA DE LOS SEMICONDUCTORES GENÉRICOS

A. M. San Luis y O. de Lama

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Escuela Universitaria de Informática
Universidad Politécnica de Madrid
Carretera. de Valencia, Km. 7 28031 Madrid

Tfno: 91 336 78 49 Fax : 91 336 78 48
Correo electrónico: asanluis@eui.upm.es

RESUMEN :

Este trabajo pretende ser una herramienta para la introducción al estudio de la conducción en los semiconductores. Se trata de un programa, DSG, en el que se representa y visualiza el movimiento de los portadores de corriente, electrones y huecos, en los materiales semiconductores. El programa es interactivo, de forma que es posible variar: la temperatura, el valor y sentido de la polarización en el material semiconductor.

1.- INTRODUCCIÓN :

La aplicación es de carácter muy dinámico, es decir, presenta en pantalla mucho movimiento, y además es interactiva, o sea, el usuario puede variar parámetros o condiciones de ejecución en tiempo real, por ejemplo variar la temperatura ó el voltaje, etc.

Constituye una herramienta de gran ayuda para comprender los fenómenos físicos que ocurren en la conducción sobre estos materiales semiconductores. Además, el uso de este programa es sencillo y agradable, condición que se consigue mediante el desarrollo de un interface de usuario basado en el uso del ratón, botón izquierdo únicamente, y botones gráficos. No se trata de enseñanza asistida por ordenador pero si de un complemento o herramienta para la misma. Al tratarse de un programa de libre distribución, los alumnos lo pueden tener y manejar, antes y después de que se les explique la teoría y sus correspondientes conceptos.

Se ha procurado que este programa cumpla tres objetivos:

- Funcionar en casi cualquier sistema.- DOS, Windows-95 ó Windows-NT
- No precisar instalación.- Se puede ejecutar desde un disquete
- Ocupar el mínimo espacio posible

Todo ello ha sido posible al programarlo en lenguaje C++.

La forma ideal para usarlo es emplear un cañón de vídeo. También es posible hacer transparencias, para ello se dispone de la opción *parar*, en la cual aparecen vectores que nos indican el sentido de los portadores y de las corrientes en el cable.

2.-CONTENIDO DEL PROGRAMA DSG :

En la tabla 1, el contenido del programa DSG, está resaltado en letra cursiva.

MATERIALES SEMICONDUCTORES	DIODO	TRANSISTOR
<i>Semiconductores Intrínsecos</i>	<i>Formación de la unión pn</i>	<i>Transistor en corte</i>
<i>Semiconductores Extrínsecos</i>	<i>Polarización de la unión pn</i>	<i>Transistor en activa directa</i>
<i>Material tipo n</i>	<i>Unión pn polarizada directamente</i>	<i>Transistor en saturación</i>
<i>Material tipo p</i>	<i>Unión pn polarizada inversamente</i>	<i>Transistor en activa inversa</i>
	<i>Ruptura de la unión pn</i>	

Tabla 1.- Índice del contenido del programa DSG

3.-MATERIALES SEMICONDUCTORES :

Se puede variar la temperatura para poder apreciar, al aumentar la misma, la creación de los portadores minoritarios, en estas condiciones se muestra, aplicando un potencial, la conducción debida a dichos portadores.

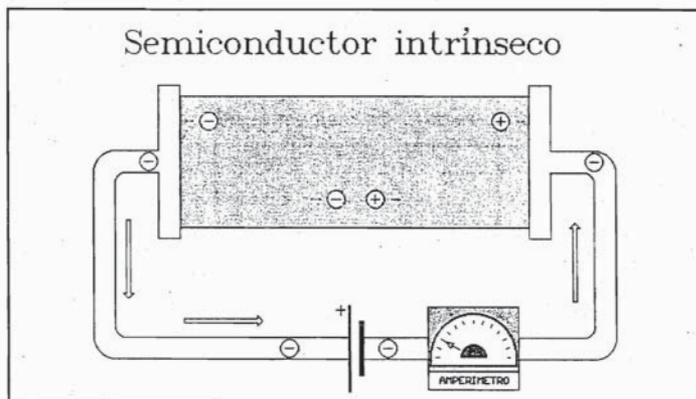


Figura 1.- Semiconductor intrínseco

Semiconductores Intrínsecos.- Estamos con un semiconductor puro. A temperaturas bajas, no existen portadores de corriente por lo cual la corriente es nula. Si se aumenta suficientemente la temperatura aparecen portadores minoritarios, generados por agitación térmica, que permiten que haya algo de corriente, véase la figura 1.

Material tipo n.- En este material tenemos permanentemente como portadores mayoritarios a electrones. Aplicando una diferencia de potencial al semiconductor, se obtiene corriente. Si se aumenta suficientemente la temperatura, se generan minoritarios, huecos y electrones que se suman a la corriente anterior, véase figura 2.

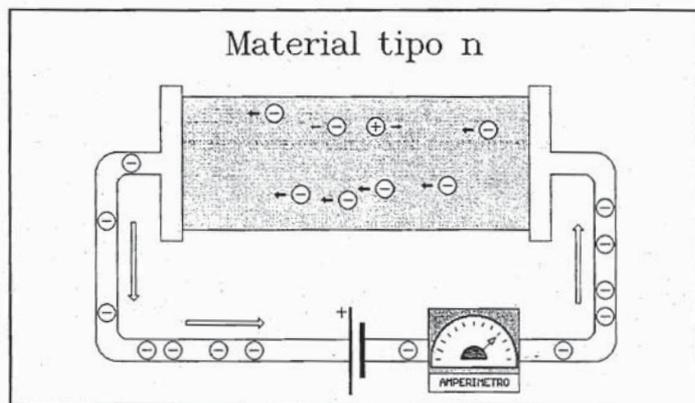


Figura 2.- Material tipo n

Material tipo p.- En este material tenemos permanentemente como portadores mayoritarios a huecos, ausencia de electrones. Los fenómenos de conducción en el mismo son similares al apartado anterior cambiando los electrones por huecos.

4.- DIODO :

Formación de la unión pn.- Se dispone de un botón que permite inicializar el proceso. Se puede ver en detalle la difusión, de huecos y electrones, que tiene lugar en la unión y la formación del potencial de barrera, todo ello a una velocidad que permita comprender en detalle la difusión. Véase la figura 3.

Polarización de la unión pn.- Se considera que estamos a temperatura ambiente, 23°C. Se puede apreciar la generación de portadores minoritarios, debido a la agitación térmica y también su recombinación, en este caso como en los anteriores, un destello simula la emisión de un fotón.

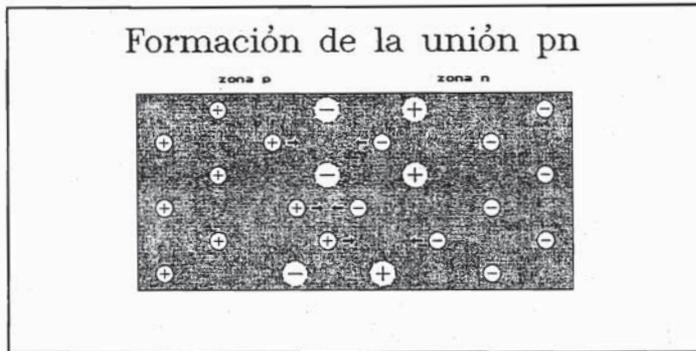


Figura 3.-Formación de la unión pn

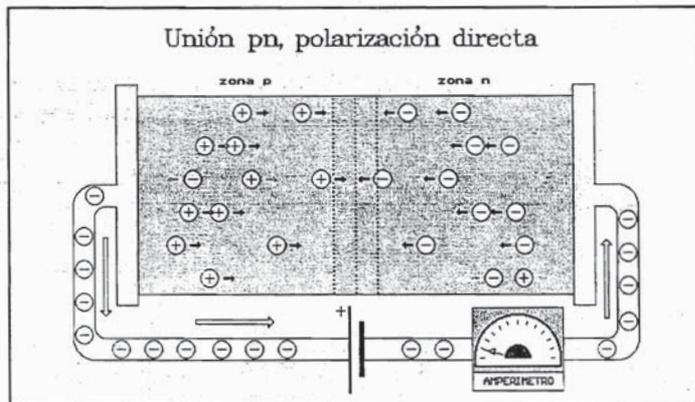


Figura 4.- Unión pn directamente polarizada

Unión pn polarizada directamente.- Aplicando una diferencia de potencial a la unión pn, el positivo aplicado en el material p y el negativo al material n, se observa que al aumentar dicho potencial el potencial de barrera, en la unión, disminuye, y cuando se alcanza V_{γ} se obtiene corriente, vease la figura 4.

Unión pn polarizada inversamente.- Aplicando una diferencia de potencial a la unión pn, el positivo aplicado al material n y el negativo al material p, se puede apreciar que el potencial de barrera de la unión aumenta al aumentar dicho potencial, impidiendo la circulación de los minoritarios. Sin embargo este potencial, inversamente aplicado a la unión, favorece la corriente de los minoritarios, en sentido inverso, vease la figura 5.

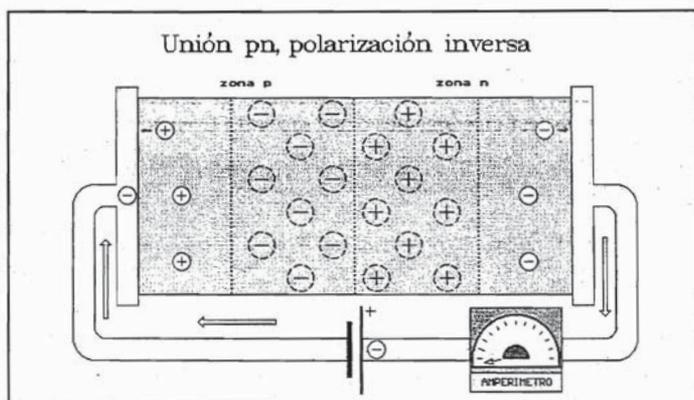


Figura 5.- La unión pn inversamente polarizada

Ruptura de la unión pn.- Estando la unión pn polarizada inversamente, cuando se alcanza la tensión de ruptura, el dispositivo se destruye, véase la figura 6.

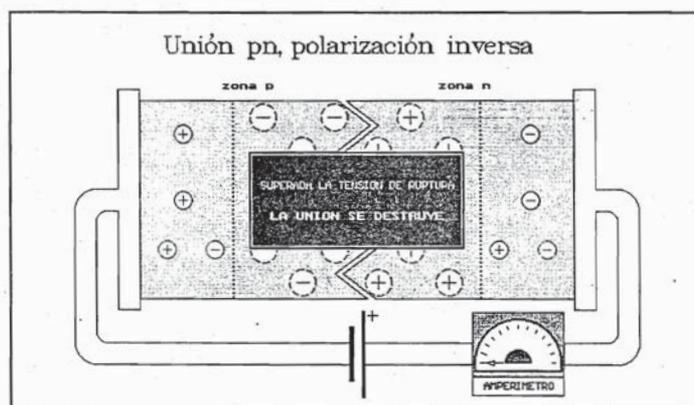


Figura 6.- Ruptura de la unión pn

5.-TRANSISTOR :

En el Transistor.- Se considera que estamos a temperatura ambiente, 23°C. y no se consideran, por razones obvias los portadores minoritarios, la corriente de base es muy pequeña en relación a la de colector y la de emisor, y además todo el conjunto debe verse desde la última fila. En este apartado, según los valores que tengan los potenciales VBE y VBC es posible cualquiera de los estados que se indican en la tabla 2.

UNIÓN B-E	UNIÓN B-C	DENOMINACIÓN
-	-	Corte
-	0	Corte
-	+	Activa inversa
0	-	Corte
0	0	Sin polarizar
0	+	B-C en directa
+	-	Activa directa
+	0	B-E en directa
+	+	Saturación

Tabla 2

Por defecto el programa solo muestra 4, son los resaltados en negrilla en la tabla 2. Uno de ellos, los demás son parecidos, es el *Transistor en activa directa*.- Véase la figura 7.

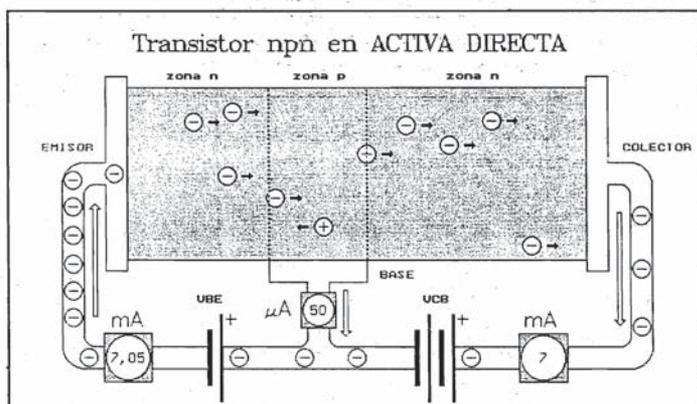


Figura 7.- Transistor en activa directa

6.- BIBLIOGRAFIA :

- [1] Tom Swan. "Mastering Borland C++". Editorial SAMC. 1996.
- [2] M. Goodwin. "Graphical user interfaces in C++ and object oriented programming" Editorial McGraw-Hill. 1990.
- [3] P.E.Gray, D. DeWitt, A.R. Boothroyd, J.F. Gibbons. "Electrónica Física y Modelos de Circuitos de Transistores", tomo 2. Editorial Reverté, S.A. 1978.