

ELECTRÓNICA DIGITAL

TEMA 0

INTRODUCCIÓN

**El aprendizaje de la tecnología
Fundamentos de la Electrónica**

TECNOLOGÍA COMPLEJA

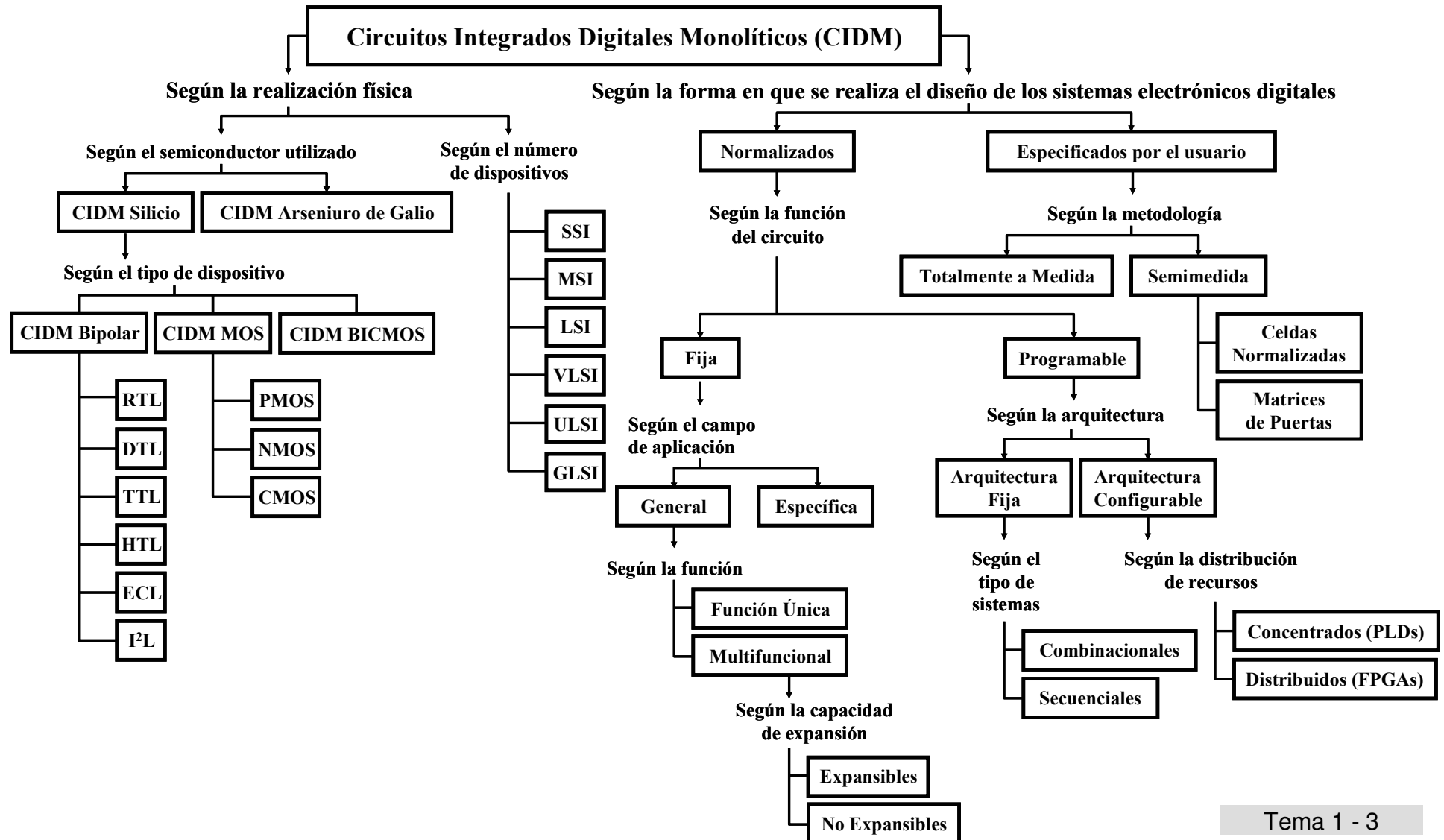
DEFINICIÓN

Tecnología caracterizada porque muchos sistemas incluidos en ella están asociados a un conjunto de conceptos básicos no excluyentes entre sí que se subdividen a su vez en uno o más niveles de subconceptos no excluyentes o excluyentes entre si.

Es un ejemplo de ello la Electrónica Digital.

Ejemplo de Tecnología Compleja

CLASIFICACIÓN DE LOS CIDM



APRENDIZAJE DE TECNOLOGÍAS COMPLEJAS

道德經



老子

Proyecta lo difícil
a partir de donde aún es fácil.
Realiza lo grande
a partir de donde aún es pequeño.
Todo lo difícil
comienza fácil.
Todo lo grande
comienza pequeño.

Lao Tzu. Tao Te King. Versículo 63

APRENDIZAJE DE TECNOLOGÍAS COMPLEJAS

El proceso de aprendizaje de cualquier Tecnología debe tener en cuenta un conjunto normas prácticas obtenida a partir de la experiencia de diversos autores:

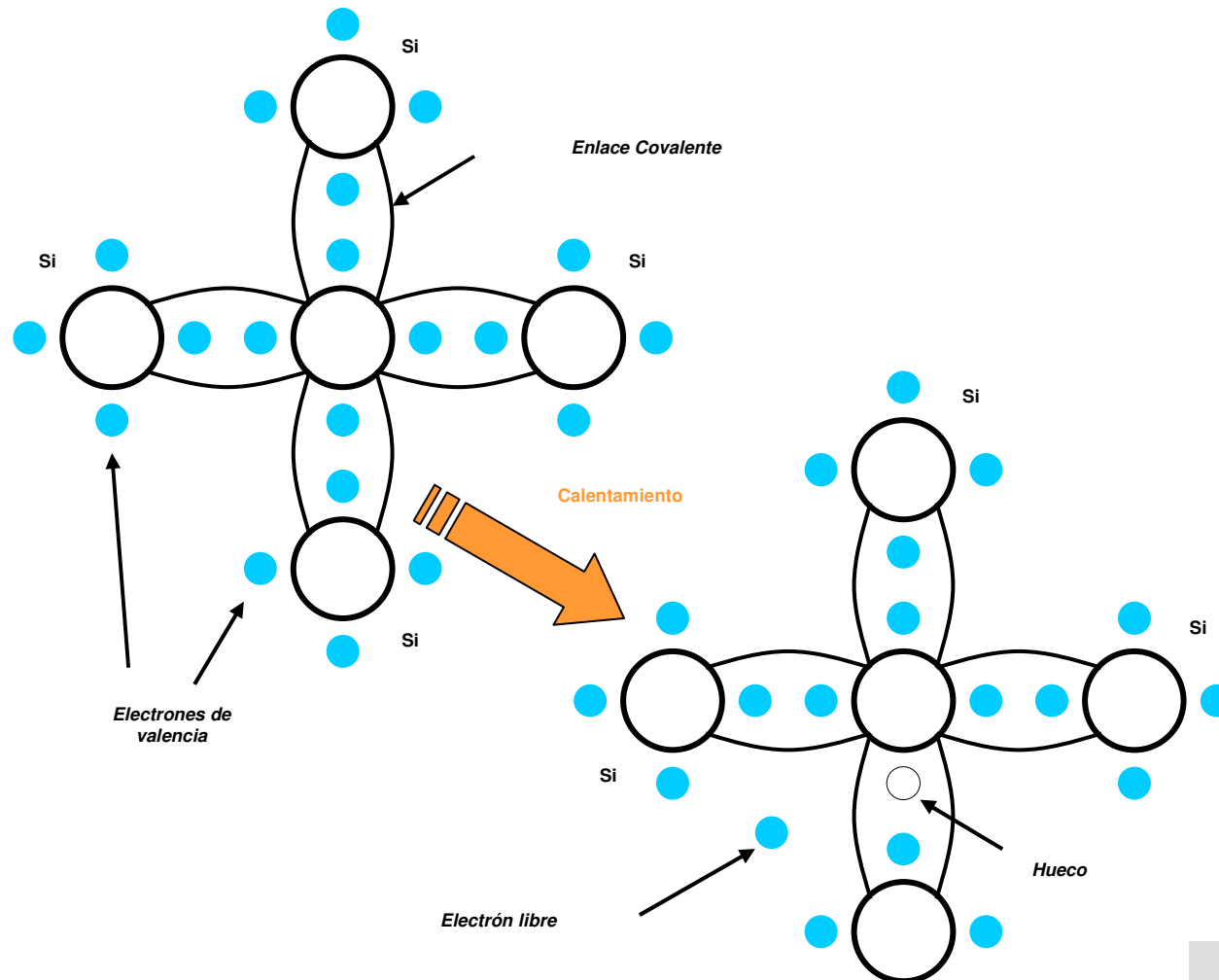
- La complejidad alcanzada por la mayoría de las tecnologías hace que en la formación de los tecnólogos (ingenieros) sea muy importante ir de lo particular a lo general [SALA 03].**
- El conocimiento es idéntico a una sustancia material, es decir se puede separar en bloques independientes. El diseño de un método educativo debe basarse en la elección de los bloques adecuados y su presentación en la secuencia correcta [BUCC 03].**

APRENDIZAJE DE TECNOLOGÍAS COMPLEJAS

- Parte de las tareas que constituyen el proceso educativo deben ser transferidas al alumno (*Student centered instruction*) [BONW 91] [JOHN 91] [MEYE 93].
- Para lograr la transferencia de los conceptos a la memoria de larga duración del alumno, ayudarle a mejorar su capacidad para resolver problemas y estimular su interés en una materia tecnológica, es mucho más efectiva la enseñanza que involucra activamente al alumno que la que consiste simplemente en la lectura de un texto [FELD 00].
- Es necesario lograr un adecuado equilibrio entre los conceptos abstractos (teorías, fórmulas matemáticas y modelos) y los concretos (hechos, observaciones, datos experimentales y aplicaciones). Para lograrlo es conveniente proporcionar al alumno tantas demostraciones e ilustraciones visuales como sea posible [FELD 88] [FELD 00].

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

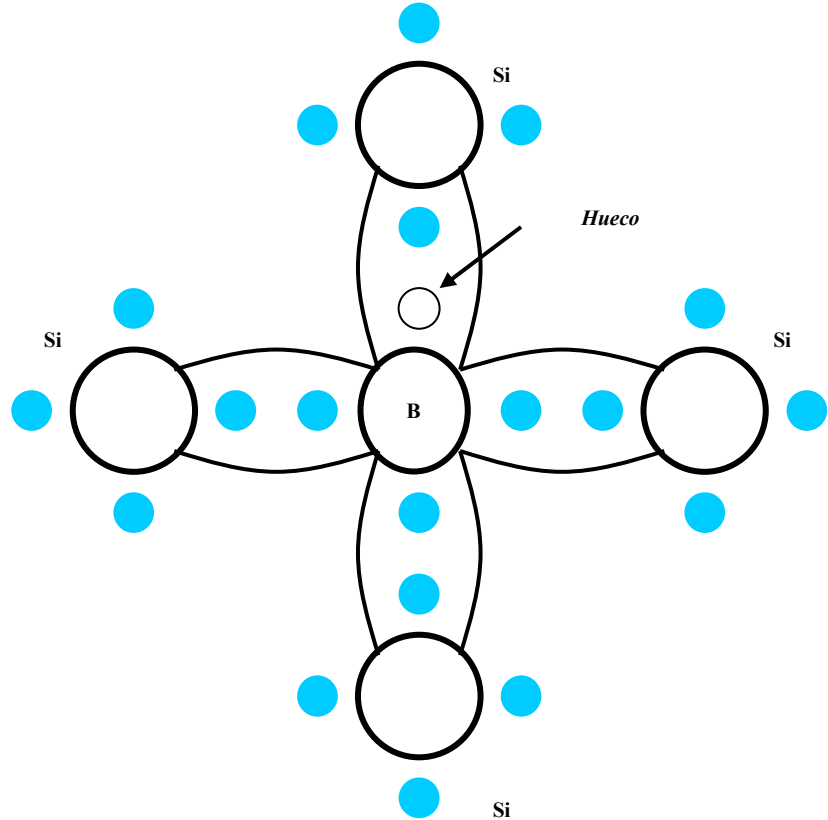
ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LOS ÁTOMOS DE UN SEMICONDUCTOR INTRÍNSECO



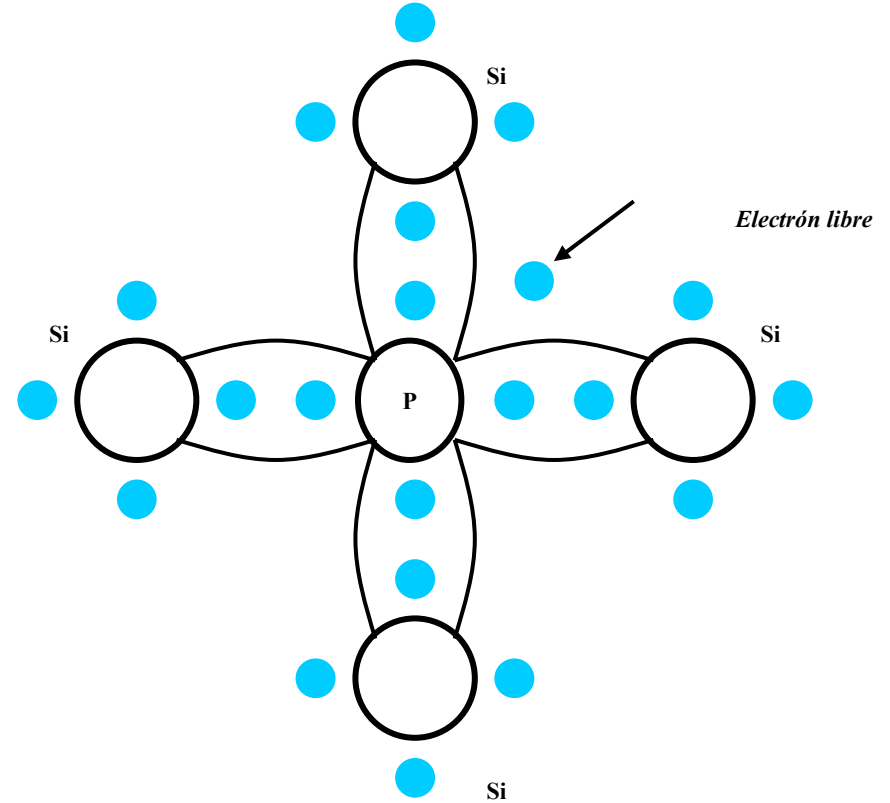
FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LOS ÁTOMOS DE UN SEMICONDUCTOR INTRÍNSECO

Semiconductor tipo P (*acePtor*)

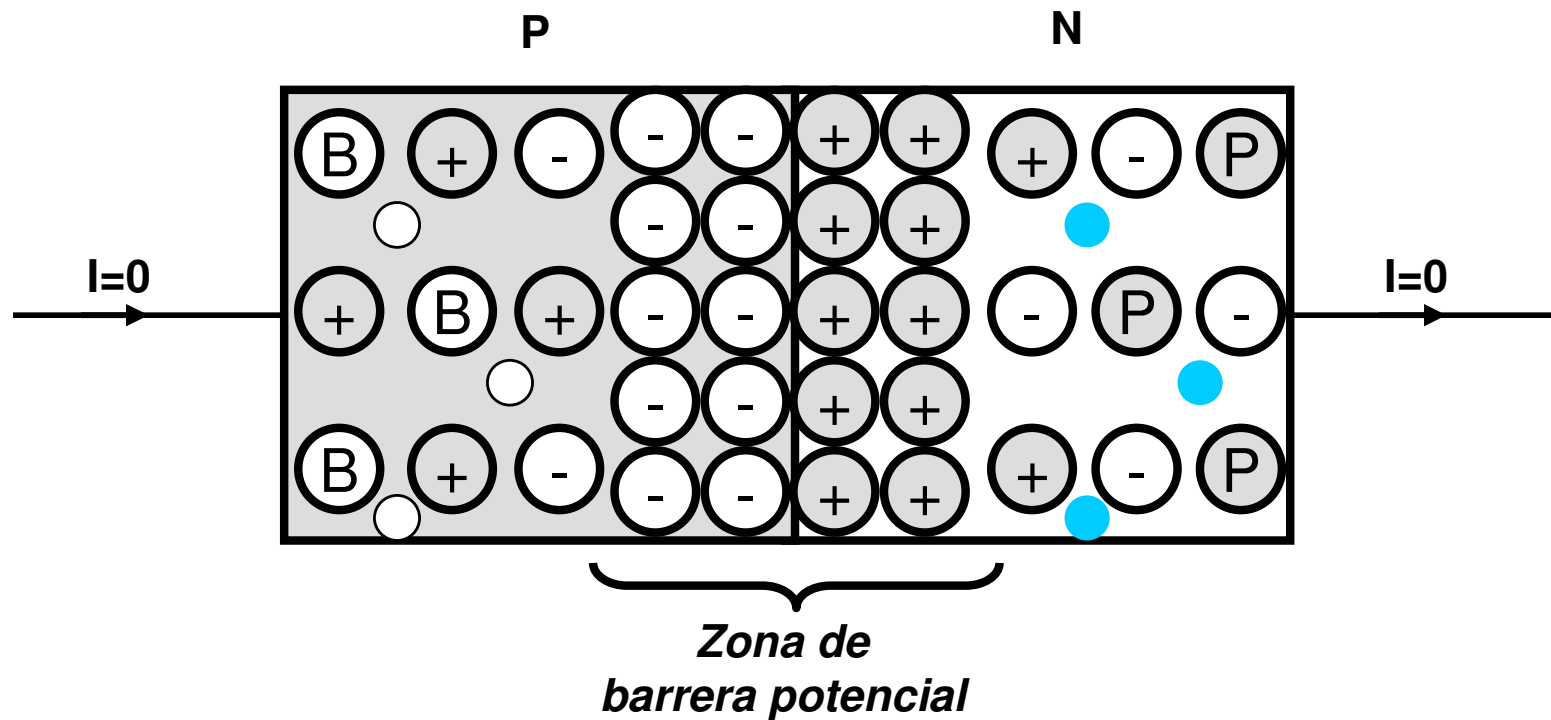


Semiconductor tipo N (*doNor*)



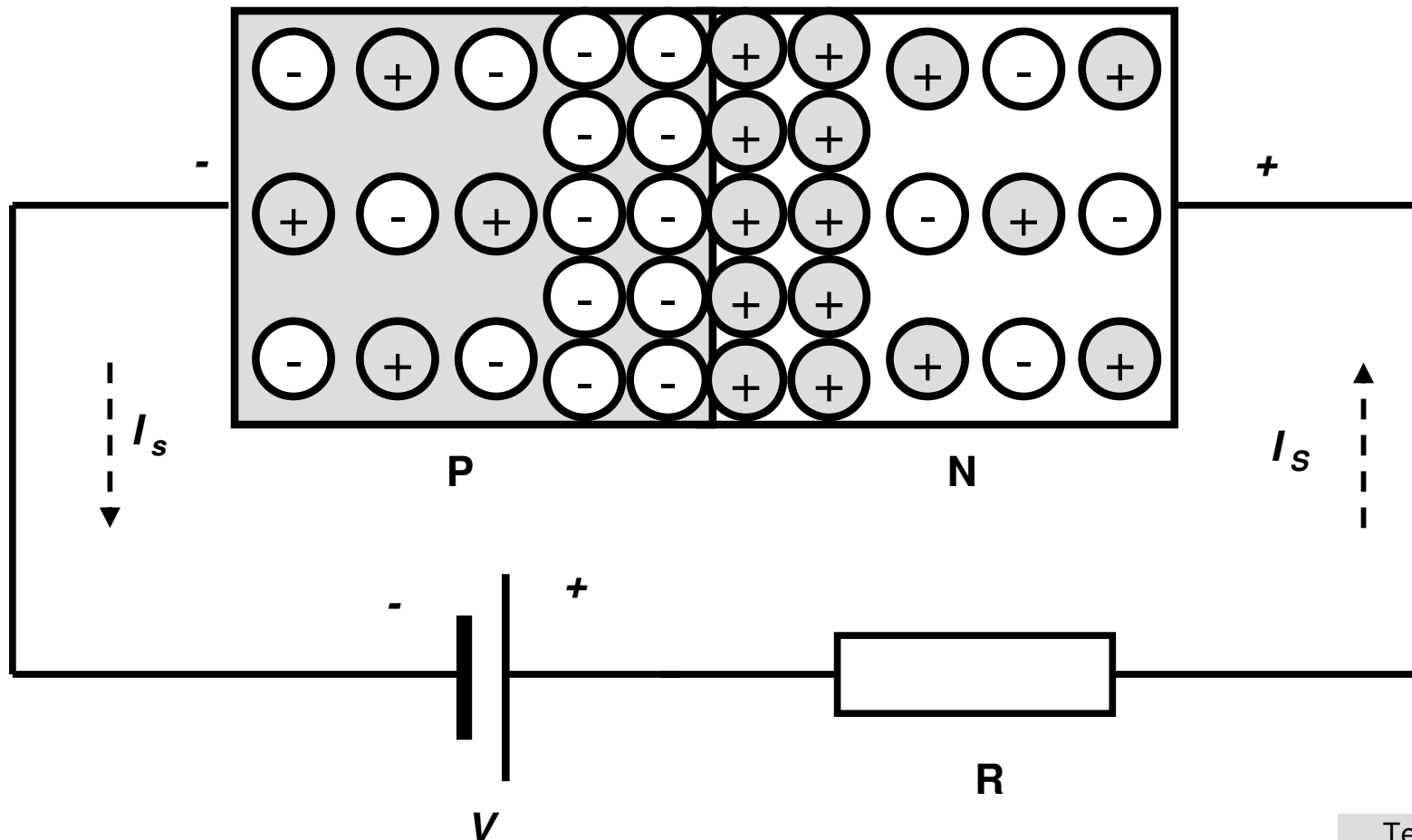
FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DE LA UNIÓN P-N



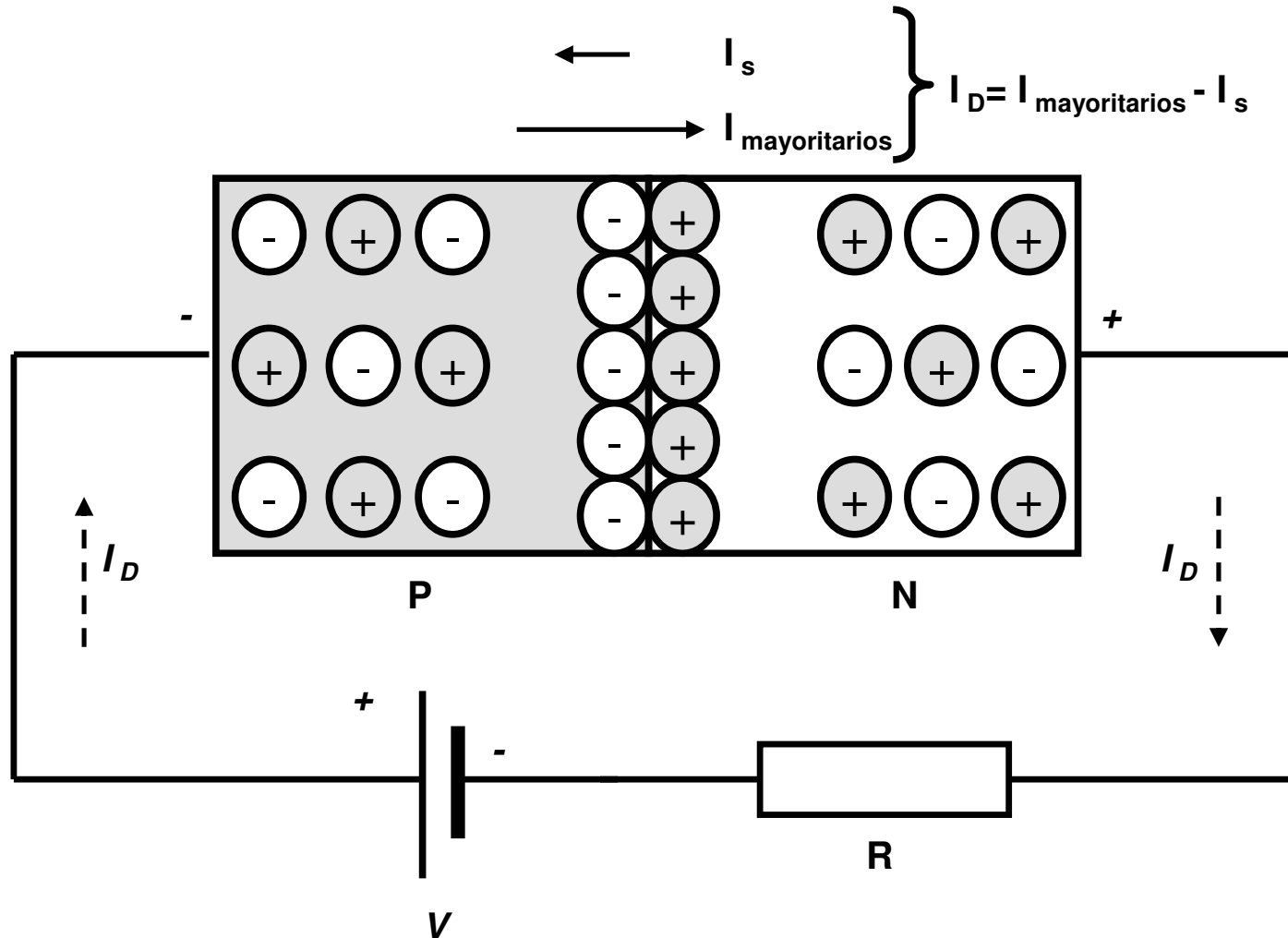
FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

UNIÓN P-N POLARIZADA INVERSAMENTE



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

UNIÓN P-N POLARIZADA DIRECTAMENTE



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO

Componente de un circuito electrónico cuyo funcionamiento está basado en los fenómenos de conducción en el vacío, los gases o las uniones semiconductoras P-N.

Constituye la parte más simple de un circuito electrónico.

Los primeros dispositivos electrónicos fueron las válvulas de vacío (diodo, triodo, etc.) y posteriormente de gas (tira-trón, ignitrón, etc.). Todos ellos fueron sustituidos por dispositivos basados en los fenómenos de conducción en los semiconductores (diodos semiconductores, transistores, tiris-tores, etc.).

Los dispositivos electrónicos pueden ser:

- Pasivos**
- Activos**

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PASIVOS

Poseen sólo dos terminales y no necesitan una energía de polarización suministrada mediante una fuente de alimentación o una batería. Los dispositivos electrónicos pasivos más típicos están formados por una unión P-N.

Los dispositivos electrónicos pasivos más utilizados en la Electrónica Digital son:

- El diodo rectificador**
- El diodo luminiscente conocido como LED
(*Light Emitting Diode*)**

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO SEMICONDUCTOR RECTIFICADOR (*RECTIFIER DIODE*) O SIMPLEMENTE DIODO

Dispositivo electrónico pasivo formado por una unión P-N. Su nombre coincide con el de la válvula diodo porque se comporta igual que ella. La válvula diodo posee dos terminales que reciben la denominación de ánodo (en griego ‘camino ascendente’) y cátodo (en griego ‘camino descendente’). La válvula conduce cuando el ánodo es positivo con respecto al cátodo (los electrones ascienden desde el cátodo hacia el ánodo) y no lo hace cuando el ánodo es negativo con respecto al cátodo.

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

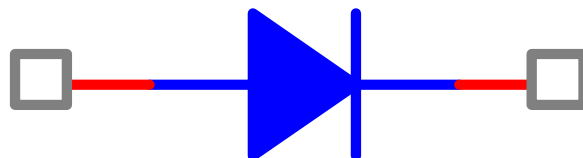
DIODO SEMICONDUCTOR RECTIFICADOR (*RECTIFIER DIODE*) O SIMPLEMENTE DIODO

Puede ser considerado un dispositivo ideal que constituye un cortocircuito (estado de conducción) cuando el terminal conectado a la zona P se polariza positivamente con respecto a la zona N (polarización directa), y un circuito abierto (estado de corte o bloqueo) cuando se polariza negativamente (polarización inversa). Por ello el terminal unido a la zona P recibe el nombre de ánodo y el unido a la zona N el de cátodo. Se considera que el diodo ideal posee una resistencia directa nula y una resistencia inversa infinita, y por lo tanto se comporta como un rectificador que convierte una señal alterna en continua.

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO SEMICONDUCTOR RECTIFICADOR (*RECTIFIER DIODE*) O SIMPLEMENTE DIODO

En la figura se representa el símbolo de un diodo, constituido por un triángulo equilátero con un vértice tangente a un segmento rectilíneo paralelo al lado opuesto. El segmento rectilíneo representa la unión P-N, el lado paralelo a él representa el ánodo y el vértice tangente al segmento es el cátodo. Los terminales del diodo son los segmentos unidos respectivamente al ánodo y al cátodo. El triángulo así dibujado indica el sentido de la circulación de la corriente directa (polarización directa).



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO

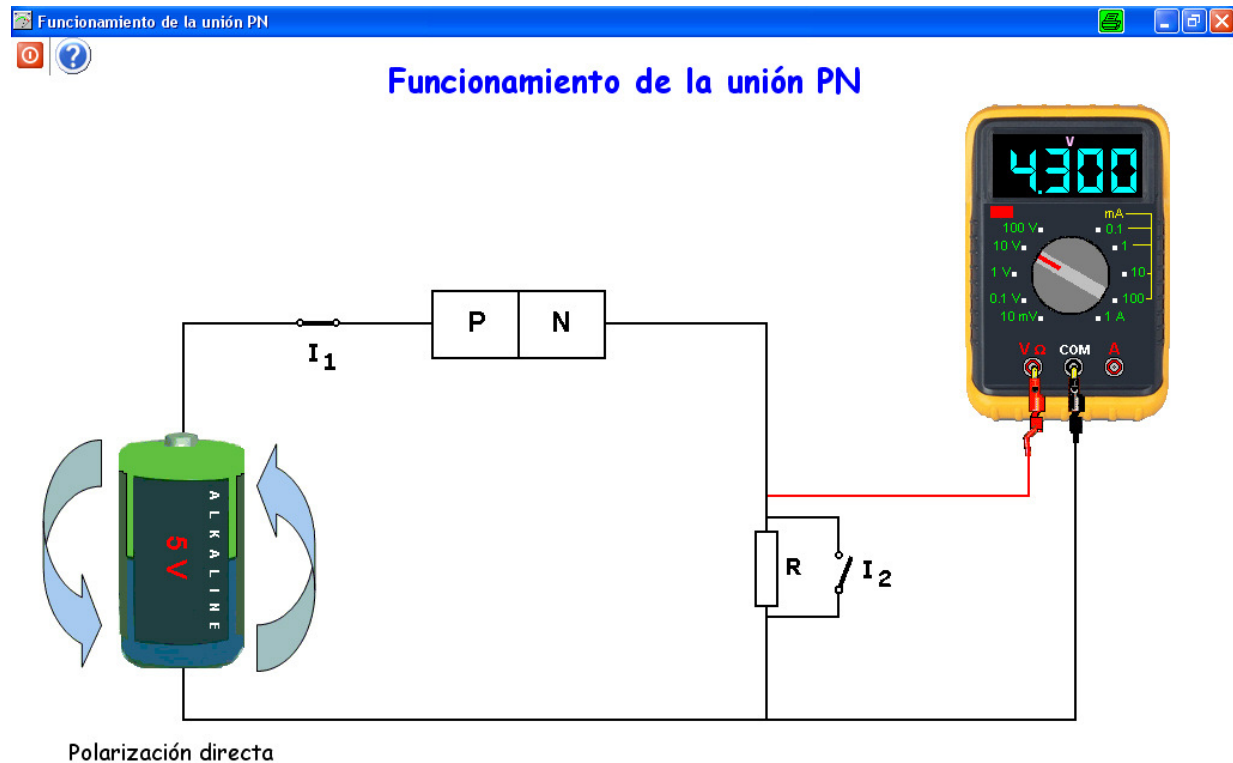
Polarización directa

En la figura la pila polariza la unión directamente cuando está cerrado el interruptor I1 y la resistencia R limita la corriente que la atraviesa cuando el interruptor I2 está abierto. Si en estas circunstancias, se cierra el interruptor I2 la resistencia R deja de limitar la corriente, que se hace prácticamente infinita, y la unión se destruye. Mediante un voltímetro digital se puede comprobar el valor de la tensión en los extremos de R:

0 V si I1 está abierto

4,3 V (5 V - 0,7 V) si I1 está cerrado e I2 está abierto

0 V si I1 e I2 están cerrados.
Esto es debido a la destrucción de la unión P-N, que se pone en circuito abierto.



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO LUMINISCENTE (LED)

El diodo luminiscente o LED (acrónimo de *Light Emitting Diode*) es un diodo semiconductor que emite luz visible cuando se hace pasar una corriente a través de él. Se realiza mediante semiconductores intrínsecos (C, Si y Ge) y mezclas de elementos del grupo III y del grupo V de la tabla periódica, entre los que cabe citar el Arseniuro de Galio (As Ga), el Fosfuro de Galio (Ga P) y el Fosfuro de Arseniuro de Galio (Ga As P). Estos compuestos semiconductores poseen una estructura de bandas de energía que propicia la emisión de luz mediante transición de electrones desde la banda de conducción a la de valencia, cuando se realiza con ellos una unión P-N y se polariza directamente. El efecto de la emisión de luz recibe el nombre de electroluminiscencia.

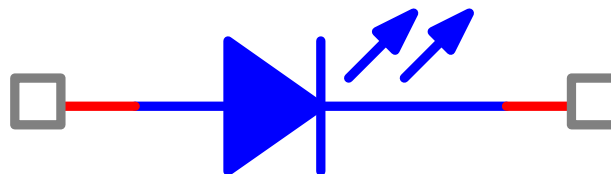
En función de las características de los semiconductores utilizados el diodo luminiscente puede emitir luz visible o infrarroja. En el segundo caso en lugar de diodo luminiscente (LED) se le suele denominar diodo infrarrojo IRED (acrónimo de *Infrared Emitting Diode*).

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO LUMINISCENTE (LED)

La corriente que puede pasar a través de un diodo luminiscente es de algunos miliamperios con una caída de tensión del orden de 1 a 2 voltios. Es conveniente destacar que las características de las uniones P-N de los diodos emisores de luz no permiten que se les apliquen tensiones inversas elevadas. Por ello se destruyen cuando por error se invierte la polaridad de la fuente de alimentación.

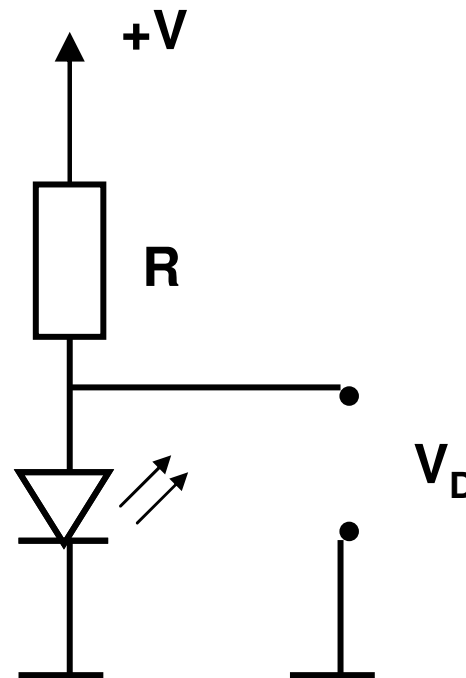
En la figura izquierda se muestra su símbolo, que es idéntico al del diodo normal, añadiéndole unos segmentos dirigidos hacia el exterior que indican la radiación luminosa. Se utilizan en visualizadores de bajo coste en equipos electrónicos.



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DIODO LUMINISCENTE (LED)

En la figura se representa el circuito básico de un diodo luminoso. La fuente de alimentación hace pasar a través del diodo una corriente I igual a $(V-V_D)/R$ y el diodo emite luz.



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ACTIVOS

Tienen un mínimo de tres terminales, uno de los cuales actúa como elemento de control, de tal manera que al aplicar una tensión entre él y uno de los otros dos (o hacer pasar una corriente a través de él) se modifica la resistencia entre estos últimos.

La variación de la tensión o la corriente de control necesaria para obtener una variación de la tensión o la corriente entre los otros dos terminales es mucho menor que ésta última. Por ello los dispositivos electrónicos activos son amplificadores. Dispositivos electrónicos activos son los transistores tanto bipolares como unipolares.

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ACTIVOS

Todos los dispositivos electrónicos activos pueden encontrarse en estado de saturación o en estado de corte. En el primero presentan una impedancia muy pequeña, y en el segundo muy elevada. Además, algunos dispositivos electrónicos activos como por ejemplo los transistores pueden encontrarse en estados intermedios entre el corte y la saturación, que constituyen una región de trabajo llamada activa y por ello pueden ser utilizados para modificar, por ejemplo amplificar, señales analógicas que poseen diferentes formas (senoidales, triangulares, dientes de sierra, etc.).

Los dispositivos electrónicos activos más utilizados son:

- El transistor bipolar**
- El transistor de efecto de campo**

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ACTIVOS

Los transistores son dispositivos electrónicos activos de tres terminales, realizados con materiales semiconductores, que pueden amplificar señales eléctricas de corriente o tensión. Según que las cargas eléctricas (portadores) que circulan a su través tengan un solo signo (huecos o electrones), o ambos signos (huecos y electrones) el transistor recibe la denominación de unipolar o bipolar respectivamente.

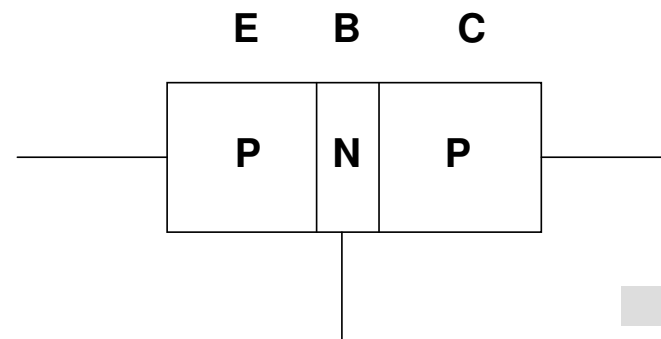
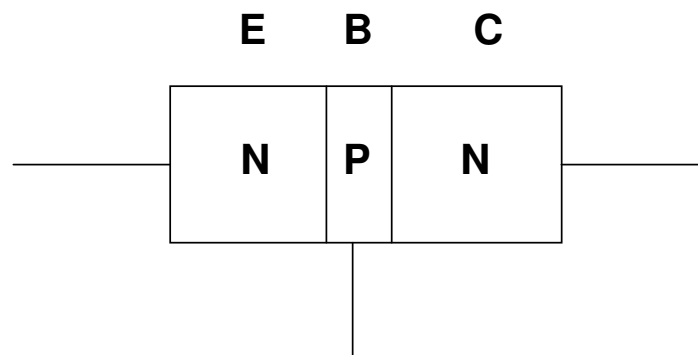
El nombre de transistor procede de la unión de las palabras inglesas *Transfer* y *Resistor* porque sus primeras aplicaciones estuvieron dedicadas a la realización de amplificadores que poseían resistencias de entrada y salida diferentes

FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

TRANSISTOR BIPOLAR

Se denomina en inglés BJT (acrónimo de *Bipolar Junction Transistor*) es un dispositivo electrónico activo de tres terminales constituido por un material semiconductor que posee tres regiones adyacentes, denominadas emisor E (*Emitter*), base B (*Base*) y colector C (*Collector*). La región de base está situada entre las de emisor y colector y forma con ellas dos uniones P-N que reciben el nombre de unión emisor-base y unión colector-base respectivamente. Según el tipo de impurezas (donadoras o aceptadoras) de cada región, el transistor bipolar puede ser PNP o NPN.

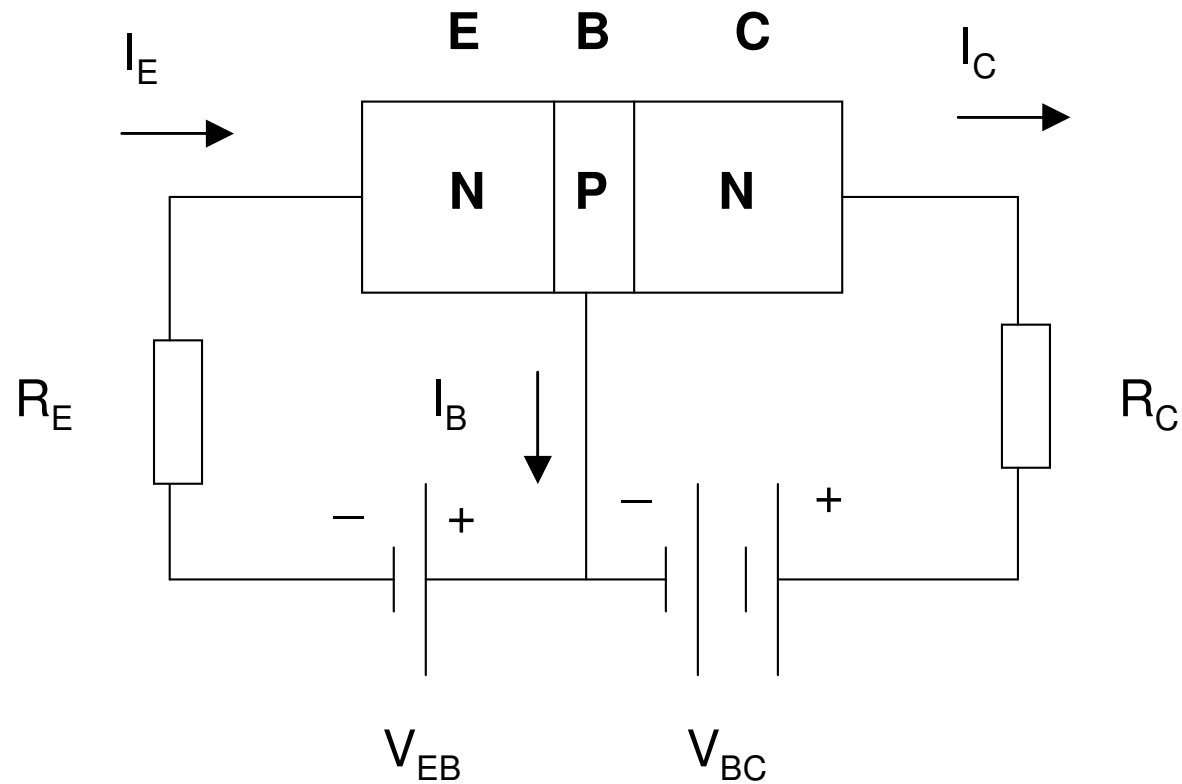
Funciona como un generador de corriente controlado por otra corriente. La corriente de control es la que atraviesa la unión emisor-base, y la corriente controlada es la que atraviesa el colector.



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

TRANSISTOR BIPOLAR

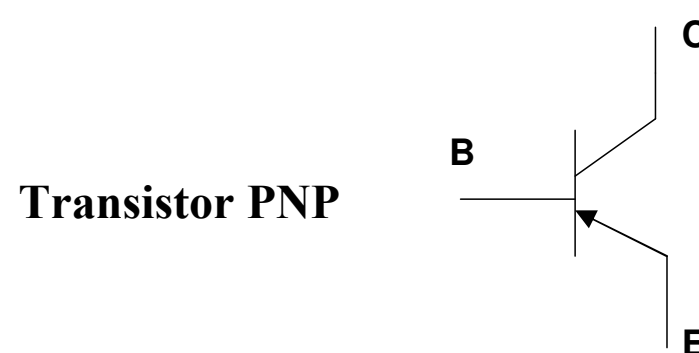
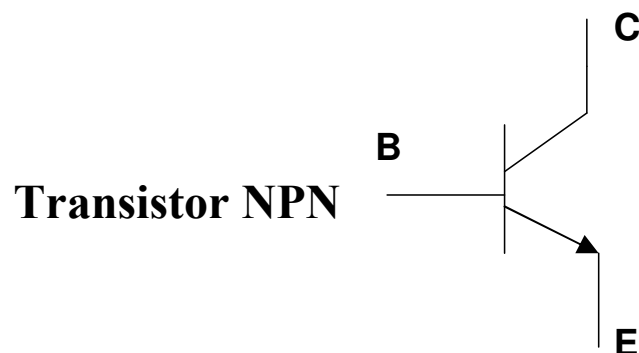
Polarización y corrientes en un transistor bipolar NPN



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

SÍMBOLOS DE LOS TRANSISTORES BIPOLARES

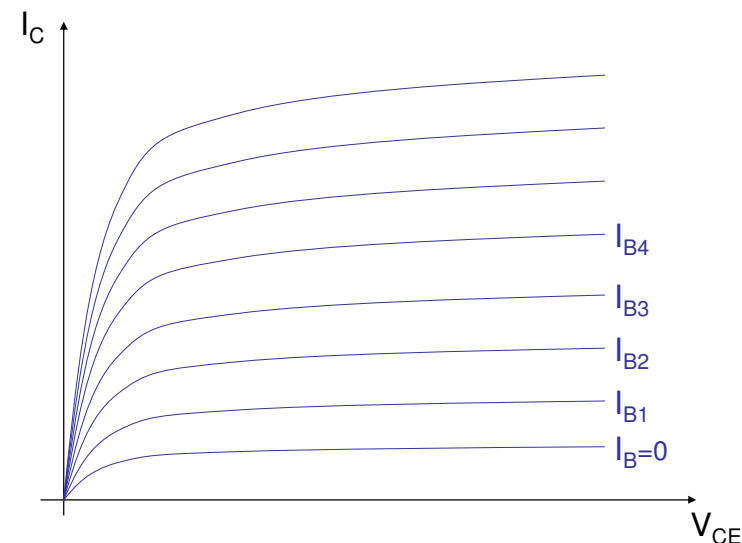
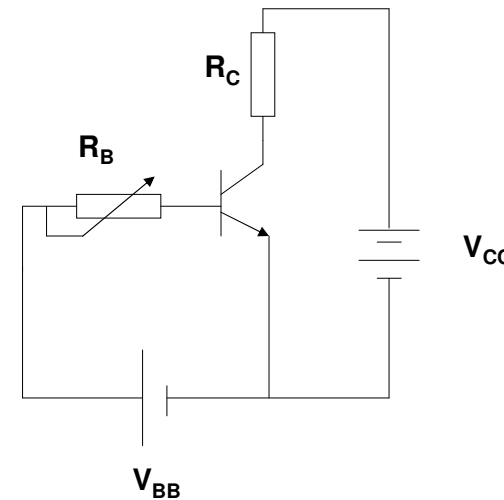
Constan de un segmento que representa la región de base, al que están unidos dos segmentos oblicuos, que corresponden al emisor y al colector. El terminal de la base se indica mediante un segmento perpendicular a la misma hacia el otro lado. El tipo de transistor bipolar (PNP o NPN) se indica mediante una flecha, situada en el segmento correspondiente al terminal de emisor, que indica el sentido que tiene la corriente en la unión emisor-base del transistor bipolar cuando está polarizada directamente. Dicha corriente sale a través del terminal del emisor en el transistor bipolar NPN y entra a través de él en el transistor bipolar PNP.



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

TRANSISTOR BIPOLAR

Teniendo en cuenta que $I_C = I_E - I_B$, se puede obtener la relación entre la corriente de colector I_C y la tensión entre el colector y el emisor V_{CE} para diferentes valores de la corriente de base I_B . Si se mantiene I_B constante en el circuito de la figura, se obtiene una corriente de colector I_C que, a partir de un determinado valor de V_{CE} , es prácticamente independiente de la misma. Por lo tanto si se varía R_B se obtiene la familia de curvas representada en la figura que indica la forma en que varía la intensidad de colector I_C en función de la tensión aplicada entre el colector y el emisor V_{CE} para diferentes valores de la intensidad de base I_B .

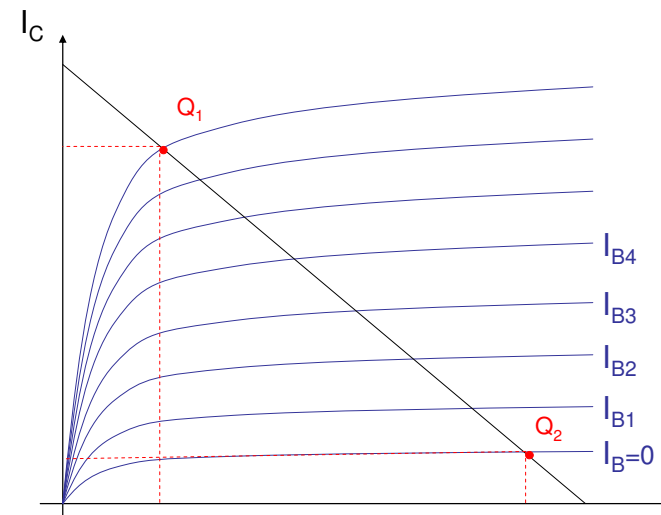
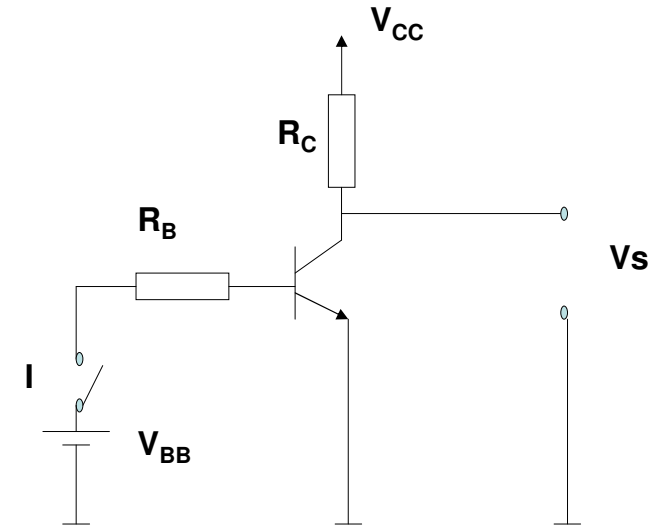


FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

TRANSISTOR BIPOLAR

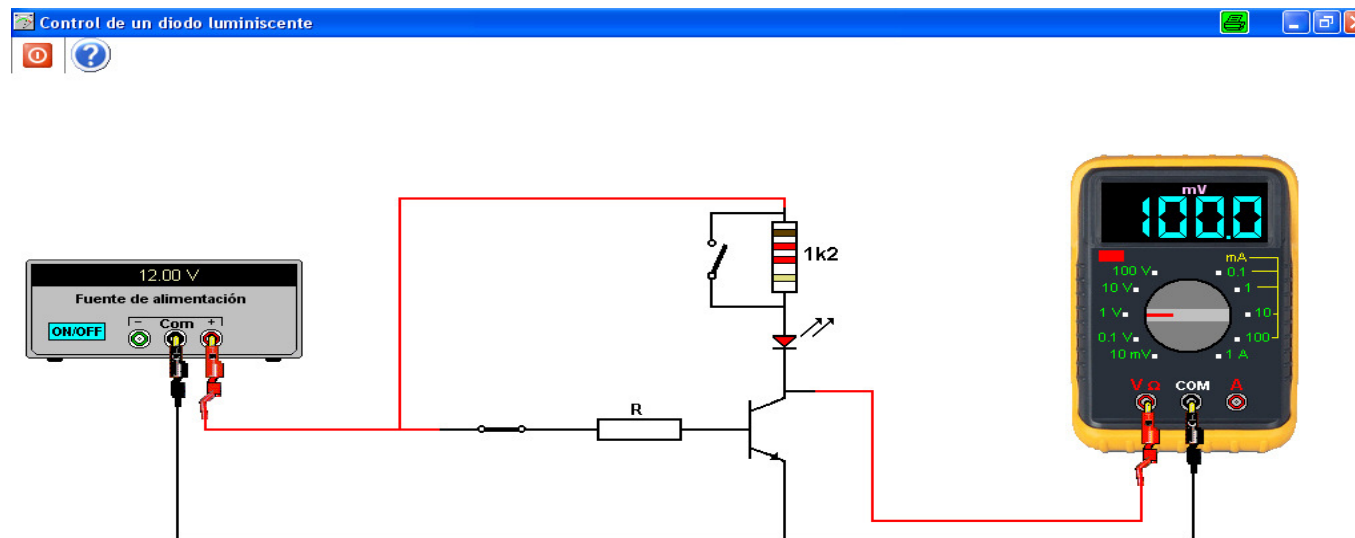
El transistor bipolar puede ser utilizado como interruptor (*Transistor switch*), es decir, como elemento cuya impedancia puede variar entre algunos ohmios (estado de saturación) y algunos megohmios (estado de corte).

En la figura se representa el esquema del circuito básico del transistor bipolar en conmutación. El interruptor I controla la tensión que se aplica a la unión base-emisor del transistor. Cuando está abierto la corriente que pasa por la base es nula, el transistor está en corte y la tensión de salida V_s es aproximadamente igual a V_{CC} voltios (punto Q_2). Cuando está cerrado, por la base pasa una corriente aproximadamente igual a $(5-0,7)/R_B$. Si R_B tiene el valor adecuado, en función de la ganancia del transistor, se produce la saturación del mismo y la tensión de salida V_{CEsat} es aproximadamente igual a $0,2\text{ V}$ (punto Q_1).



FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DIGITAL

Circuito de control de un diodo luminoso mediante un transistor bipolar



BIBLIOGRAFÍA

- [BONW 91] C. C. Bonwell & J.A. Eison. *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, DC: George Washington University. 1991.
- [BUCC 03] L. L. Bucciarelli. *Engineering Philosophy*. Delft University Press. The Netherlands. 2003.
- [FELD 88] R. M. Felder & L. K. Silverman. *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. *Engineering Education*, 78 (7), 674.1988.
- [FELD 00] R. Felder et al. *The future of engineering education II. Teaching methods that work*. *Chemical Engineering Education*, 34, pp. 26-39. 2000.
- [JOHN 91] D. W. Johnson, R.T. Johnson & K. A. Smith. *Active learning: Cooperation in the college classroom*. MN: Interaction Book Company. 1991.
- [MEYE 93] C. Meyers & T.B. Jones. *Promoting active learning: Strategies for the college classroom*. San Francisco: Jossey Bass. 1993.
- [SALA 03] A. Salaverría. *Nueva metodología para la enseñanza asistida por ordenador de la Electrónica Aplicada*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco. 2003.