



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**Circuitos con dispositivos electrónicos semiconductores**

**Tomás Ricardo Basile Álvarez**  
**316617194**

ASIGNATURA

**Laboratorio de Electrónica. Grupo 8285**

11 de noviembre de 2021

## Introducción

Los dispositivos semiconductores son elementos que se utilizan todo el tiempo en la construcción de circuitos electrónicos. Ya hemos estudiado antes cómo funcionan estos dispositivos y sus curvas de corriente vs voltaje, sin embargo, en este trabajo veremos algunas de sus aplicaciones y circuitos en los que aparecen. Estos dispositivos se utilizan en muchas aplicaciones en áreas muy diversas, de las que veremos sólo unas cuantas y sin duda son una parte fundamental del desarrollo tecnológico de las últimas décadas.

## Desarrollo

### 1. Investiga dos aplicaciones de los diodos, describa y menciona dónde se utilizan

- **Rectificador:** La primera aplicación del diodo que mencionaremos es como un rectificador de señal. A grandes rasgos, lo que hace un rectificador de señal es tomar un voltaje oscilatorio que tome valores positivos y negativos (corriente alterna) y convertirlo en un voltaje que solamente tome valores positivos (corriente continua).<sup>[1]</sup>

En la figura 1 se muestra el circuito de un rectificador de media onda muy simple.

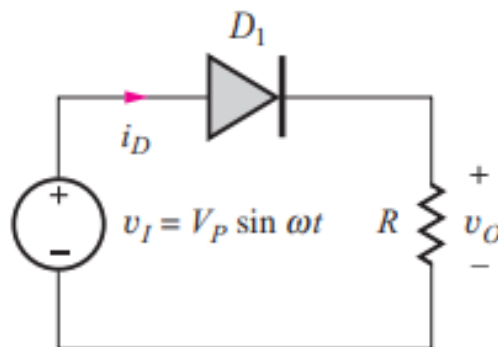


Figura 1: Circuito de un rectificador de media onda. Obtenido de [2]

El efecto que tiene este circuito sobre la fuente de voltaje se puede apreciar en la figura 2

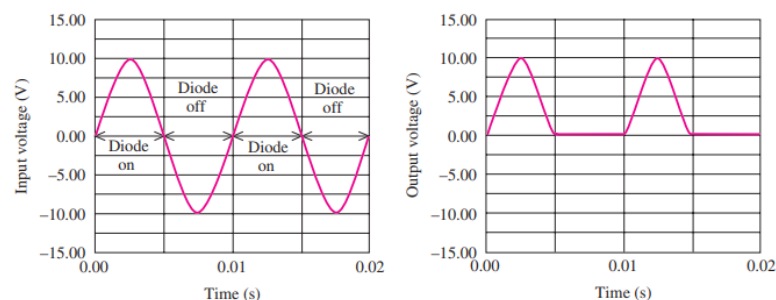


Figura 2: Efecto del rectificador sobre el voltaje. Obtenido de [2]

---

Se puede observar en la figura 1 como el circuito consta únicamente de una fuente de voltaje alterno conectada en serie con un diodo (los diodos contruidos especialmente para esta aplicación reciben el nombre de diodos rectificadores). En los periodos en los que el voltaje de la fuente es positivo, el diodo se encuentra en la polarización directa y por tanto permite el paso de la corriente. Por otro lado, cuando el voltaje se encuentra en los valores negativos, el diodo está en la polarización inversa, por lo que no fluye corriente y se puede modelar como un circuito abierto, por lo que no aparece una diferencia de voltaje sobre la resistencia  $R$ .<sup>[1]</sup>

Este comportamiento se puede apreciar en la figura 2. Del lado izquierdo se encuentra la señal que produce la fuente de voltaje y del lado derecho la que resulta de utilizar el rectificador. Vemos claramente como la presencia del diodo hace que sólo queden los voltajes positivos de la señal, por lo que nos quedamos únicamente con media onda. Sin embargo, también se pueden construir rectificadores de onda completa, los cuales además de preservar los voltajes positivos, cambian de signo a los negativos.<sup>[2]</sup>

Los rectificadores se utilizan todo el tiempo en los dispositivos electrónicos que requieren de corriente directa como televisores, computadoras, electrodomésticos, etc. Esto debido a que la corriente que llega a los hogares llega como corriente alterna y se usan los rectificadores (más complejos que el descrito) para convertir dicha corriente en directa y que pueda ser usada por los aparatos.

- **Protección ante voltajes altos:** Los diodos también se utilizan para evitar que voltajes altos lleguen a elementos electrónicos sensibles a estos. El diodo se coloca en polarización inversa, por lo que a voltajes bajos no deja pasar la corriente. Sin embargo, cuando aumenta el voltaje más allá de cierto nivel, el diodo pasa a polarización directa y se usa la activación del diodo para identificar que se sobrepasó el nivel límite de voltaje y evitar que llegue al dispositivo que se busca proteger.<sup>[2]</sup>

## 2. Investigue dos aplicaciones (circuitos) donde se usen los transistores de juntura bipolar y describa cómo funciona. Incluye los diagramas de los circuitos.

- **Switch:** Un transistor de juntura bipolar se puede utilizar como un switch que se activa o desactiva eléctricamente. El circuito para utilizar el transistor de esta forma se muestra en la figura 3.

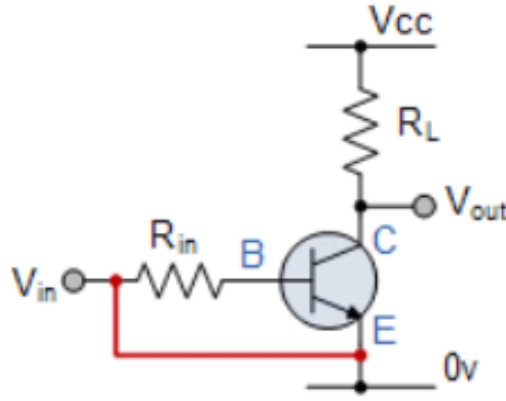


Figura 3: Circuito de transistor como un Switch. Obtenida de [3]

El funcionamiento del transistor como un switch queda muy claro si recordamos las características de estos transistores. Cuando el voltaje sobre la base del transistor es lo suficientemente bajo, éste no deja pasar corriente entre el colector y el emisor y por lo tanto actúa como un circuito abierto entre estas terminales. Mientras que si el voltaje en la base aumenta, el transistor pasa a la región activa y se va a producir una corriente entre el colector y el emisor si existe un voltaje entre ellos.<sup>[3]</sup>

De esta forma, se puede usar el transistor como un switch que abre o cierra el paso de corriente entre el colector y el emisor a usando como control el voltaje aplicado en la base.

- **Amplificador:** Un transistor bipolar también se puede utilizar como un amplificador de señales. Es decir, se va a utilizar para formar un circuito que toma como input una señal de voltaje cualquiera y como output manda la misma señal pero amplificada.<sup>[4]</sup>

El circuito que realiza esto se muestra en la figura 4.

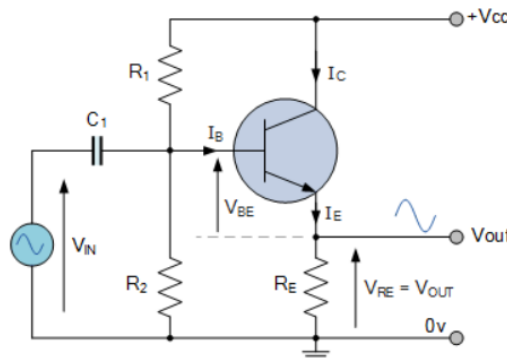


Figura 4: Circuito para el amplificador. Obtenida de [4]

En la figura 4 se muestra una fuente de voltaje  $V_{IN}$  que funcionará como la señal de input de nuestro circuito. Para empezar, las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  forman un simple divisor de voltaje. El punto central entre estas resistencias proporciona el

---

voltaje requerido en la base del transistor. Luego, como hemos estudiado en otras prácticas, la corriente  $I_C$  que entra al colector del transistor será proporcional a la corriente  $I_B$  que entra a la base. De esta forma, se crea una corriente  $I_C$  con una señal similar a la de  $I_B$  pero amplificada.

Además, la señal de la corriente  $I_B$  es debida al voltaje  $V_{IN}$ . Y la corriente  $I_E$  está relacionada con el voltaje  $V_{out}$  del lado derecho de la figura 4 (pues por la ley de Ohm en la resistencia  $R_E$ , tenemos que  $V_{out} = I_E R_E$ ). Por lo tanto, la señal  $V_{out}$  tendrá la misma forma que  $V_{in}$ , solamente que amplificada.

De esta forma el transistor bipolar se puede utilizar para amplificar señales, lo cual tiene aplicaciones en varias áreas, en particular en amplificadores de audio para construir bocinas.

### 3. Explique qué es la tecnología CMOS

CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) es un tipo de tecnología utilizada para construir circuitos integrados. Esta tecnología utiliza MOSFETs para construir circuitos digitales lógicos.

La tecnología CMOS se construye usando parejas de transistores MOSFET tipo p y tipo n ordenadas simétricamente. Cada transistor tipo P debe de tener un input proveniente de la fuente de voltaje o de otro transistor tipo P y cada transistor tipo N debe de tener un input proveniente de la tierra o de otro transistor tipo N. De esta forma, la composición de transistores tipo P tiene baja resistencia entre sus terminales de fuente y drenaje cuando se aplica un voltaje pequeño al CMOS y una resistencia grande cuando se aplica un voltaje grande (esto por la forma en que funcionan los MOSFET, que tienen distintos valores de resistencia dependiendo en el voltaje que se aplica a su terminal Gate). Por otro lado, la composición de los transistores tipo N crea resistencias altas entre la fuente y el drenaje cuando se aplica un voltaje bajo y resistencias bajas cuando se aplica un voltaje alto.<sup>[8]</sup>

La tecnología CMOS usa estas composiciones de transistores MOSFET para implementar puertas lógicas como las puertas AND y OR, fundamentales en la computación. Estas compuertas lógicas se pueden construir usando transistores actuando como switches. Actualmente, la mayoría de las compuertas lógicas se implementan físicamente usando la tecnología CMOS. Esto debido a que como mencionamos, CMOS usa dispositivos MOSFET complementarios (usa MOSFETS tipo n y tipo p ordenados simétricamente en su diseño) lo que permite lograr altas velocidades sin considerable disipación de la energía.<sup>[9]</sup>

### 4. Investigue otra aplicación de los transistores MOSFET

Los transistores MOSFET son utilizados en una gran variedad de aplicaciones muy importantes en gran parte de la tecnología moderna.<sup>[2]</sup> A parte de la aplicación de los MOSFET en la tecnología CMOS de la pregunta anterior, los MOSFET se utilizan

---

también para la memoria de las computadoras.

Las memorias que usan MOSFET guardan la información en un semiconductor óxido metal (MOS) integrado al chip de memoria.<sup>[2]</sup> Un tipo particular de celda de memoria que usa MOSFETs es la memoria DRAM (dynamic random access memory). En este tipo de memoria, la información de un bit se guarda en la carga de un capacitor (el capacitor puede estar cargado o no estarlo, representando dos estados de memoria distintos con lo que se puede guardar un bit) y el transistor nMOS actúa como una puerta para permitir la lectura y escritura de datos.<sup>[5]</sup>

Cuando se quiere escribir o leer información en este tipo de memoria, se lleva al transistor al estado activo aplicando un voltaje a su entrada Gate y esto permite que la carga almacenada en el capacitor se libere, pudiendo así obtener información a partir de esta carga. Si no se desea escribir o leer información, no se aplica un voltaje a la entrada Gate del transistor, lo que lo mantiene en la zona de corte y no deja el paso de corriente. En esta situación, el capacitor no se puede descargar y mantiene su carga (y por tanto la información que está guardando) por un largo tiempo.

**5. ¿Qué tipo de transistor es mejor: los TBJs o los FETs? Argumente su respuesta**

La respuesta a esta pregunta claramente es subjetiva y ambos tipos de transistores pueden ser más o menos útiles en distintas aplicaciones. Una de las mayores diferencias entre ambos es que los transistores TBJ son controlados por una corriente, es decir, su comportamiento y el hecho de que se encuentren en la zona activa o no depende de la corriente que se aplique a la base. Por otro lado, los FET son controlados por un voltaje, su comportamiento y si están activos o no depende del voltaje que se aplique a la entrada Gate que tienen.

Para empezar, veamos una de las ventajas de los transistores TBJ. Los transistores TBJ tienen una mayor ganancia, lo que significa que son capaces de amplificar señales por un factor mayor que los FET. Es por esta razón que los transistores TBJ se usan particularmente para construir amplificadores y los FET no se usan tanto con este propósito.<sup>[6]</sup>

Por otro lado, una de las mayores ventajas de los transistores FET es que la capa de óxido que tienen hace que su terminal Gate se encuentre muy bien aislada de las otras dos terminales. Esto permite que los transistores FET puedan soportar mayor potencia que los transistores TBJ.

Por último, la mayor ventaja de los transistores FET es que se pueden construir mucho más pequeños que los TBJ. Esta característica hace que sea posible agrupar muchos más de ellos en un espacio chiquito y por ello los hace mucho más prácticos para construir dispositivos electrónicos que los TBJ.<sup>[6]</sup>

---

Es por esta razón principalmente que considero que los transistores tipo FET son mejores que los TBJ (o por lo menos en la mayoría de las aplicaciones, ya que como vimos, en la amplificación puede ser mejor trabajar con un TBJ). Y de hecho, el MOSFET es tan utilizado que se estima que es el dispositivo más manufacturado en la historia, pues se estima que se construyeron un total de  $1,3 \times 10^{22}$  MOSFETs entre 1960 y 2018.<sup>[7]</sup>

## Conclusiones

Como se puede ver a lo largo de este trabajo, los dispositivos semiconductores tienen muchas aplicaciones prácticas y están presentes en muchos aparatos de la vida diaria. Además, se pudo apreciar cómo las características de cada tipo de dispositivo los hace más prácticos para realizar distintas tareas. Queda claro que los dispositivos semiconductores son una pieza fundamental de la electrónica moderna y en ellos se ha basado la gran revolución tecnológica de las últimas décadas.

## Referencias

1. Teja, Ravi. "Uses and Applications of Diodes: Rectifier, Clipper, Clamping." Electronics Hub, 4 Sept. 2021, <https://www.electronicshub.org/applications-of-diodes/>.
2. Jaeger, Richard C., and Travis N. Blalock. Microelectronic circuit design. New York: McGraw-Hill, 2010.
3. "Transistor as a Switch - Using Transistor Switching." Basic Electronics Tutorials, 24 Feb. 2018, <https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran-4.html>.
4. "The Basic Transistor Amplifier." The Basic Transistor Amplifier - Bipolar Junction Transistors - Basics Electronics, Estudiosystems, <https://ecstudiosystems.com/discover/textbooks/basic-electronics/bipolar-junction-transistors/the-basic-transistor-amplifier/>.
5. Jacob, Bruce; Ng, Spencer; Wang, David (28 July 2010). Memory Systems: Cache, DRAM, Disk. Morgan Kaufmann. p. 355.
6. "Bjt vs Fet (Transistors)." BJT vs. FET Transistors, <http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/BJT-vs-FET.php>.
7. Laws, David (April 2, 2018). "13 Sextillion & Counting: The Long & Winding Road to the Most Frequently Manufactured Human Artifact in History". Computer History Museum. Retrieved May 5, 2020.
8. Neamen, Donald A. Semiconductor physics and devices: basic principles. New York, NY: McGraw-Hill, 2012.
9. CMOS, Computation Structures, <https://computationstructures.org/notes/cmos/notes.html>.