

Circuitos y Sistemas Digitales

Introducción a la electrónica
básica

Clase 1



La excelencia no se improvisa



1. Introducción

La electrónica es una disciplina fundamental en el mundo moderno, presente en casi todos los aspectos de nuestra vida cotidiana, desde dispositivos móviles hasta sistemas industriales. Esta clase está diseñada para proporcionar los conocimientos esenciales que permitan comprender los principios fundamentales de los circuitos y componentes electrónicos. Comenzaremos explorando las bases de la materia y sus propiedades eléctricas, un punto de partida clave para entender cómo interactúan los diferentes materiales con la electricidad y por qué algunos son más adecuados que otros para aplicaciones específicas, como por ejemplo la implementación de circuitos digitales y la fabricación de semiconductores como diodos, transistores y compuertas lógicas.

En este primer módulo, nos adentraremos en la clasificación de los materiales según su comportamiento eléctrico, analizando tres categorías principales: conductores, aislantes y semiconductores. Cada uno de estos grupos desempeña un papel crucial en el diseño y funcionamiento de los circuitos electrónicos. Comprender sus diferencias y aplicaciones no solo sentará las bases para temas más avanzados, sino que también permitirá desarrollar una perspectiva más clara sobre cómo se construyen y operan los dispositivos electrónicos que utilizamos a diario. Definiremos también los sistemas analógicos, digitales y mixtos, considerando que este curso se centrará en las bases de los circuitos eléctricos y su aplicación en los circuitos digitales.

Clase 1: Introducción a la electrónica básica.

Resultado o resultados de aprendizaje que será abordado con el contenido de la clase. **(No agregue los criterios)**

Utilizar los componentes electrónicos básicos para circuitos digitales combinacionales.

1. Introducción a la electrónica Básica.

La electrónica es la rama de la física y la ingeniería que estudia el flujo de electrones y su aplicación en circuitos para controlar señales eléctricas. Este campo es fundamental en el desarrollo de dispositivos como computadoras, teléfonos móviles, sistemas de automatización y equipos médicos. Para comprender cómo funcionan estos sistemas, es necesario empezar por los conceptos más básicos: las propiedades eléctricas de los materiales.

1.1. Simuladores para electrónica y digitales.

Los simuladores de circuitos electrónicos y digitales constituyen herramientas fundamentales en el diseño, análisis y verificación de sistemas electrónicos antes de su implementación física. En el contexto del curso de Circuitos y Sistemas Digitales, se utilizarán dos simuladores especializados que ofrecen capacidades complementarias: Qucs-s para el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos analógicos, mientras que para los sistemas digitales se usará SimulIDE .

[Para este curso se ha preparado una máquina virtual con la distribución Debian ® deGNU/Linux con Qucs-s y SimulIDE, las herramientas necesarias para simulación de circuitos eléctricos y digitales de que puede ser descargada desde este enlace.](#)

1.1.1 QUCS-s (Quite Universal Circuit Simulator)

Qucs-s es un simulador de circuitos de código abierto (Kuznetsov & Brinson, 2025) que constituye una evolución del proyecto QUCS original. Este simulador se caracteriza por su interfaz gráfica intuitiva y su capacidad para realizar diversos tipos de análisis de circuitos electrónicos.

QUCS-s se encuentra disponible tanto para Windows ® como GNU/Linux.

[En este enlace puede descargar el instalador Qucs-s para Windows ®.](#)

1.1.2 SimulIDE

SimulIDE es un simulador en tiempo real (González et al., 2025) especialmente diseñado para sistemas digitales, microcontroladores y circuitos mixtos analógico-digitales.

[En este enlace puede descargar el instalador SimlIDE para Windows ®.](#)

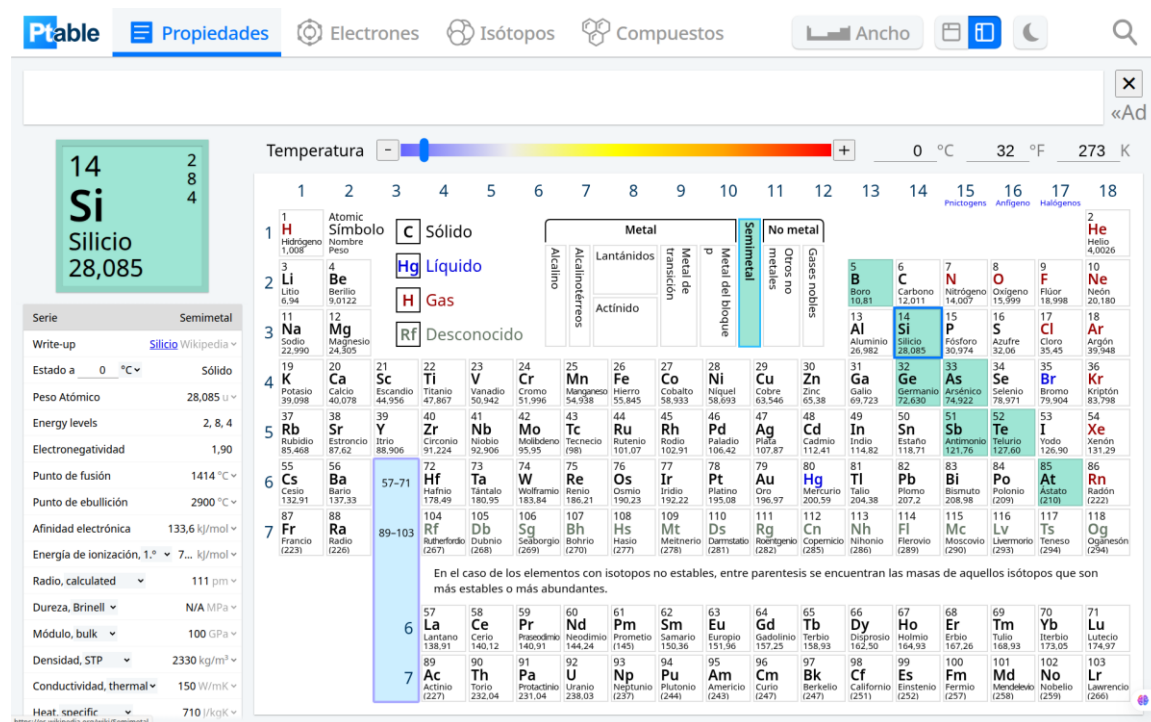
1.2. La materia y sus propiedades eléctricas.

Todos los materiales están compuestos por átomos, que a su vez contienen electrones en diferentes niveles de energía. La capacidad de un material para permitir o impedir el flujo de electrones determina su comportamiento eléctrico. Según esta propiedad, los materiales se clasifican en tres grandes grupos:

- conductores (metales)
- aislantes (no metales) y,
- semiconductores (semimetales).

Figura 1

Clasificación de los elementos en metales, semimetales y no metales (PTABLE, 2025)



la Figura 1, muestra la clasificación de los elementos, en los que se ha resaltado la diagonal de los elementos semimetales (semiconductores) cuyas propiedades pueden ser manipuladas de tal manera que bajo ciertas condiciones se comporten como aislantes o conductores. En la esquina izquierda superior de la imagen se ha seleccionado el silicio (Si), elemento abundante en la naturaleza y ampliamente usado en la fabricación de semiconductores.

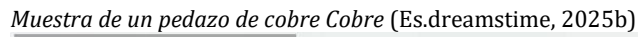
1.2.1. Conductores

Los conductores son materiales que permiten el flujo de corriente eléctrica con facilidad debido a que sus electrones más externos (electrones de valencia) están débilmente unidos al núcleo atómico y pueden moverse libremente.

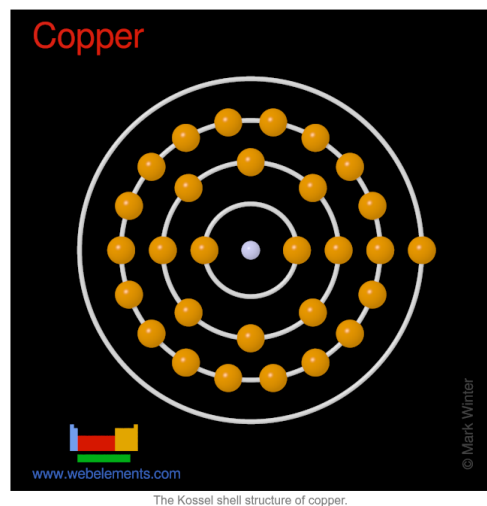
Un ejemplo de material conductor es el cobre, elemento 29 de la tabla periódica con un electrón en la capa de valencia.

En la Figura 2 se puede apreciar una muestra de un pedazo de cobre, mientras que en la Figura 3 se observa la distribución de electrones de este elemento, donde se puede apreciar que la última capa tiene un solo electrón, el cual está débilmente unido a su núcleo y es responsable de la conducción formando una nube de electrones libres o enlace metálico que permite la conducción.

Muestra de un pedazo de cobre Cobre (Es.dreamstime, 2025b)



Átomo de Cobre con un electrón en su capa de valencia Cobre (WebElements, 2025)



- Baja resistividad eléctrica (oposición al paso de la corriente).
- Estructura atómica con electrones libres (metales como cobre, plata y aluminio).
- Aplicaciones comunes: cables eléctricos, pistas de circuitos impresos (PCB), componentes de conexión.

- **Cobre (Cu):** Ampliamente utilizado en cables y circuitos por su excelente conductividad y bajo costo.

- Plata (Ag): El mejor conductor natural, pero más costoso; se usa en contactos de alta precisión.
- Aluminio (Al): Más ligero que el cobre, empleado en líneas de transmisión eléctrica.

1.2.2. Aislantes.

Los aislantes son materiales que impiden o dificultan significativamente el flujo de corriente eléctrica, ya que sus electrones están fuertemente unidos al núcleo y no se mueven con libertad.

A. Características principales:

- Alta resistividad eléctrica.
- Estructura atómica con electrones fuertemente ligados (ejemplo: plásticos, cerámicas, vidrio).

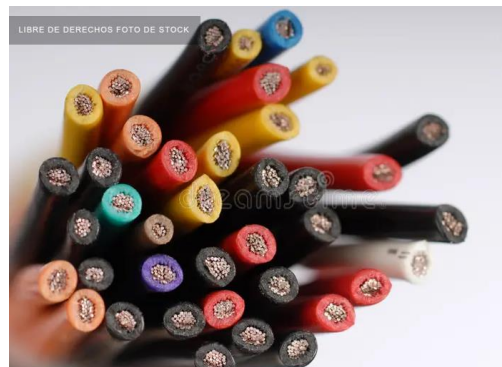
B. Aplicaciones comunes: recubrimiento de cables, soporte de componentes electrónicos, protección contra cortocircuitos.

C. Ejemplos de aislantes:

- PVC (Policloruro de vinilo): Usado como aislante en cables eléctricos.
- Caucho o goma: Empleado en mangos de herramientas y recubrimientos antielectricidad.
- Cerámica: Utilizada en soportes de componentes de alta temperatura.

Figura 4

Material aislante Policloruro de vinilo (Es.dreamstime, 2025a)



La Figura 4 muestra material aislante, útil para aislar los conductores, en este caso a través del recubrimiento de cables.

1.2.3. Semiconductores.

Los semiconductores son materiales cuya conductividad eléctrica puede controlarse y está entre la de los conductores y los aislantes. Su comportamiento depende de factores como la temperatura, impurezas añadidas (dopaje) o la aplicación de campos eléctricos.

A. Características principales:

- Conductividad intermedia (puede modificarse).
- Propiedades únicas bajo condiciones controladas (dopaje con impurezas).
- Aplicaciones: diodos, transistores, circuitos integrados (chips), celdas solares.

B. Ejemplos de semiconductores:

- Silicio (Si): El más utilizado en electrónica (transistores, microprocesadores).
- Germanio (Ge): Menos común que el silicio, pero usado en algunos dispositivos específicos.
- Arseniuro de galio (GaAs): Empleado en aplicaciones de alta frecuencia (telecomunicaciones).

Figura 5

Pedazo de silicio, ampliamente usado en la fabricación de semiconductores Silicio (Es.dreamstime, 2025c)

LIBRE DE DERECHOS FOTO DE STOCK

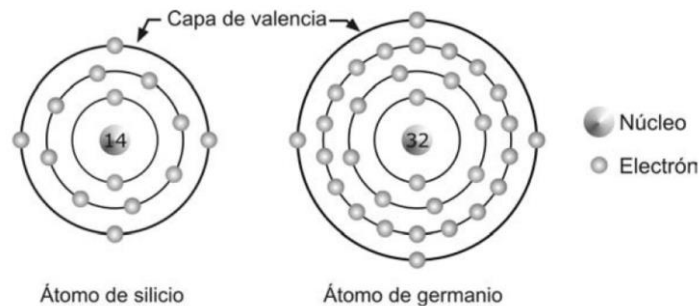


La Figura 5 muestra un pedazo de silicio, ampliamente usado en la industria tecnológica y que da origen al icónico nombre de Silicon Valey. Es el elemento 14 y tiene cuatro electrones en su última capa, tal como se puede apreciar en la Figura 6, 4 en su capa de valencia, lo que le permite aceptar 4 electrones para enlaces covalentes, razón por la cual se lo encuentra en la naturaleza como redes cristalinas. Esta característica es aprovechada

para a través de la impurificación con materiales como el Boro y El Fósforo a través de un proceso de dopaje para fabricar semiconductores tipo P y N respectivamente.

Figura 6:

Distribución electrónica de un átomo de silicio (Arboledas, 2010)



C. Importancia de los semiconductores:

El mundo como lo conocemos no sería posible sin el aprovechamiento de los semiconductores, los cuales:

- Son la base de la electrónica moderna, permitiendo la fabricación de dispositivos como:
 - Diodos (permiten el flujo de corriente en una sola dirección).
 - Transistores (amplificadores o interruptores electrónicos).
 - Circuitos integrados (microchips en computadoras y smartphones).

Los elementos semiconductores como el silicio, usado en la fabricación de dispositivos electrónicos no son muy útiles en condiciones naturales ya que en su estado puro se comportan como un cristal aislante (red cristalina pura). Para controlar sus propiedades eléctricas y que se comporte como conductor o aislante a conveniencia es necesario doparlo.

D. Dopaje del silicio

El dopaje del silicio es un proceso por el cual se añaden átomos de impurezas específicas al cristal de silicio puro (intrínseco) con el fin de mejorar su conductividad eléctrica.

Al introducir átomos de otros elementos en la red cristalina del silicio:

- Se altera el equilibrio de electrones en los enlaces covalentes
- Se generan portadores de carga adicionales (electrones libres o huecos)
- Se modifica la resistividad del material

E. Dopaje tipo N (negativo)

Se logra introduciendo elementos del grupo 15 de la tabla periódica, los cuales corresponde a la columna 15 de la tabla (Figura 1 (con 5 electrones de valencia), en la Figura 7 se puede apreciar el efecto de impurificar el silicio con Fósforo, lo que provoca un electrón en exceso, a continuación se describen los elementos que se pueden usar en este proceso y como hacerlo:

Impurezas comunes:

- Fósforo (P)
- Arsénico (As)
- Antimonio (Sb)

Mecanismo:

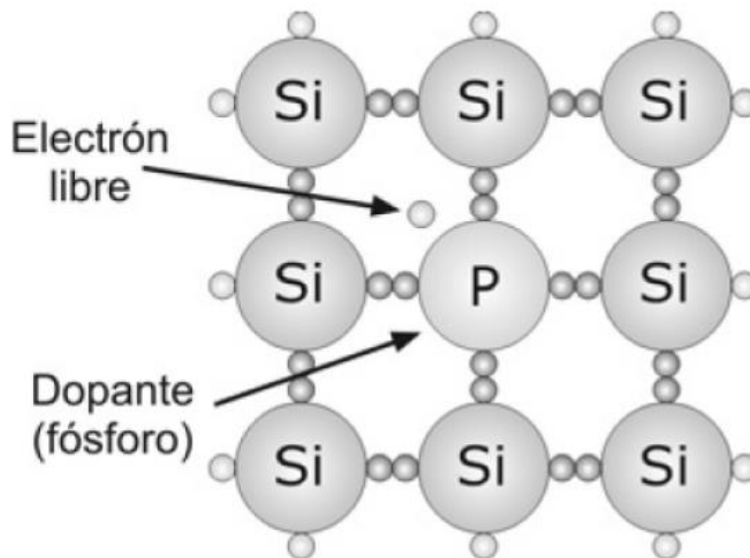
- El átomo dopante (ej. fósforo) reemplaza un átomo de silicio en la red cristalina
- Cuatro electrones forman enlaces covalentes con los átomos de silicio vecinos
- El quinto electrón queda débilmente unido y puede liberarse fácilmente
- Se generan electrones libres como portadores mayoritarios

Efectos:

- Aumenta la concentración de electrones libres
- Disminuye la resistividad
- El material se convierte en semiconductor extrínseco tipo N

Figura 7

Dopaje de silicio con fósforo para conseguir semiconductor tipo N (Arboledas, 2010)



F. Dopaje Tipo P

Se logra introduciendo elementos del grupo 13 de la tabla periódica, los cuales corresponde a la columna 13 de la tabla (Figura 1) (con 3 electrones de valencia) la Figura 8 muestra un ejemplo de dopaje con Boro, donde se puede apreciar la presencia de un hueco de carga positiva (ausencia de un electrón), a continuación se describen los elementos que se pueden usar en este proceso y como hacerlo

Impurezas comunes:

- Boro (B)
- Aluminio (Al)
- Galio (Ga)

Mecanismo:

- El átomo dopante (ej. boro) reemplaza un átomo de silicio
- Solo tres electrones forman enlaces covalentes completos
- Se crea un "hueco" (ausencia de electrón) que puede moverse por el cristal
- Los huecos actúan como portadores mayoritarios de carga positiva

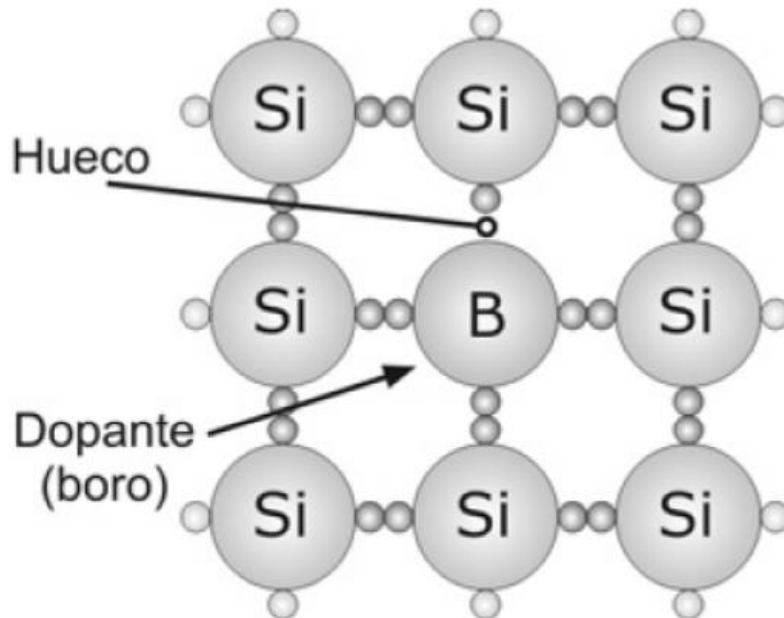
Efectos:

- Aumenta la concentración de huecos
- Crea un semiconductor extrínseco tipo P

- La conductividad aumenta con la concentración de dopantes

Figura 8

Dopaje tipo P (Arboledas, 2010)



Aplicaciones:

Al combinar regiones de silicio tipo N y tipo P, se forman uniones PN, base de dispositivos como:

- Diodos
- Transistores (BJT y MOSFET)
- Celdas solares
- Circuitos integrados (chips)

1.1.4. Sistemas analógicos y digitales:

Los circuitos electrónicos se dividen, según la naturaleza de los valores que toman las señales o magnitudes que intervienen en el sistema en dos categorías

- Sistemas analógicos
- Sistemas digitales
- Sistemas Mixtos (Analógico-Digital)

A. Sistemas analógicos

Los sistemas analógicos procesan señales continuas en el tiempo y amplitud, donde la información se representa mediante magnitudes físicas que varían suavemente.

Características clave:

- Señales continuas: Toman infinitos valores en un rango (ej: voltaje entre 0V y 5V)
- Representación física: Usan variables como voltaje, corriente, frecuencia o fase
- Sensibilidad al ruido: Las perturbaciones se acumulan y distorsionan la señal
- Componentes típicos: Amplificadores operacionales, resistencias, condensadores, transistores en modo lineal

Ejemplos de aplicación:

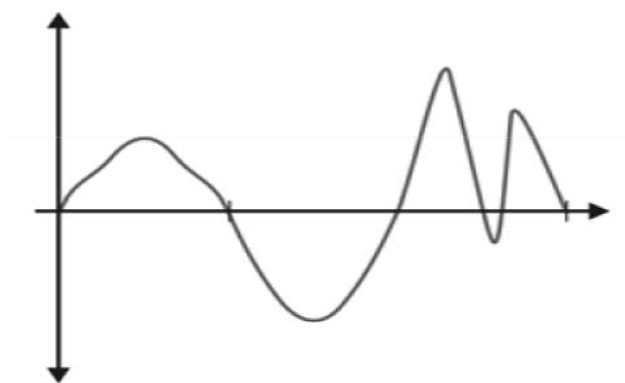
- Sistemas de audio (amplificadores, equipos de música)
- Sensores de temperatura/presión (señales continuas del entorno)
- Radiofrecuencia (transmisión AM/FM)
- Instrumentación médica (electrocardiogramas)

Ventajas:

- Representación directa de fenómenos naturales
- Procesamiento en tiempo real sin necesidad de conversión
- Mayor ancho de banda para ciertas aplicaciones

Figura 9

Representación de una magnitud analógica (Arboledas, 2010)



La Figura 9 muestra un ejemplo de señal analógica.

B. Sistemas Digitales

Los sistemas digitales procesan señales discretas representadas mediante valores numéricos (dígitos binarios), donde la información se codifica en estados definidos.

Características clave:

- Señales discretas: Solo toman valores específicos (generalmente 0 y 1)
- Inmunidad al ruido: Los valores se reconstruyen mientras estén dentro de márgenes definidos
- Precisión: Depende del número de bits de representación
- Componentes típicos: Microcontroladores, FPGA, memorias, compuertas lógicas

Ejemplos de aplicación:

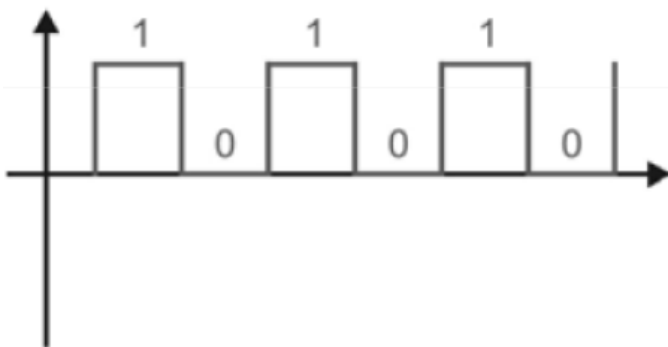
- Computadoras y smartphones
- Sistemas de control industrial (PLC)
- Telecomunicaciones digitales (5G, WiFi)
- Procesamiento de imagen/video (cámaras digitales)

Ventajas:

- Mayor inmunidad al ruido
- Facilidad de almacenamiento y procesamiento
- Reproducibilidad exacta de la información
- Capacidad de compresión y encriptación

Figura 10

Representación de una magnitud digital (Arboledas, 2010)



La Figura 10 muestra un ejemplo de señal digital binaria, donde la magnitud representa el estado binario de cero o uno.

C. Sistemas Mixtos (Analógico-Digital)

Muchos sistemas modernos combinan ambas tecnologías:

- Conversión A/D: Transforma señales analógicas a digitales (ej: micrófono → grabación digital)
- Conversión D/A: Convierte digital a analógico (ej: reproductor MP3 → auriculares)
- Componentes clave: ADC (Analog-to-Digital Converter), DAC (Digital-to-Analog Converter)

Mientras que los sistemas analógicos dominaron la primera mitad del siglo XX, la revolución digital ha permitido:

- Miniaturización extrema (ley de Moore)
- Procesamiento complejo (IA, big data)
- Comunicaciones globales (Internet)
- Sin embargo, ciertas aplicaciones (RF, audio de alta fidelidad) siguen requiriendo soluciones analógicas

Las fuentes de alimentación de los circuitos digitales y electrónicos pueden ser de corriente continua o corriente alterna, por lo que es importante tener claro estos conceptos:

D. Corriente Continua (CC / DC)

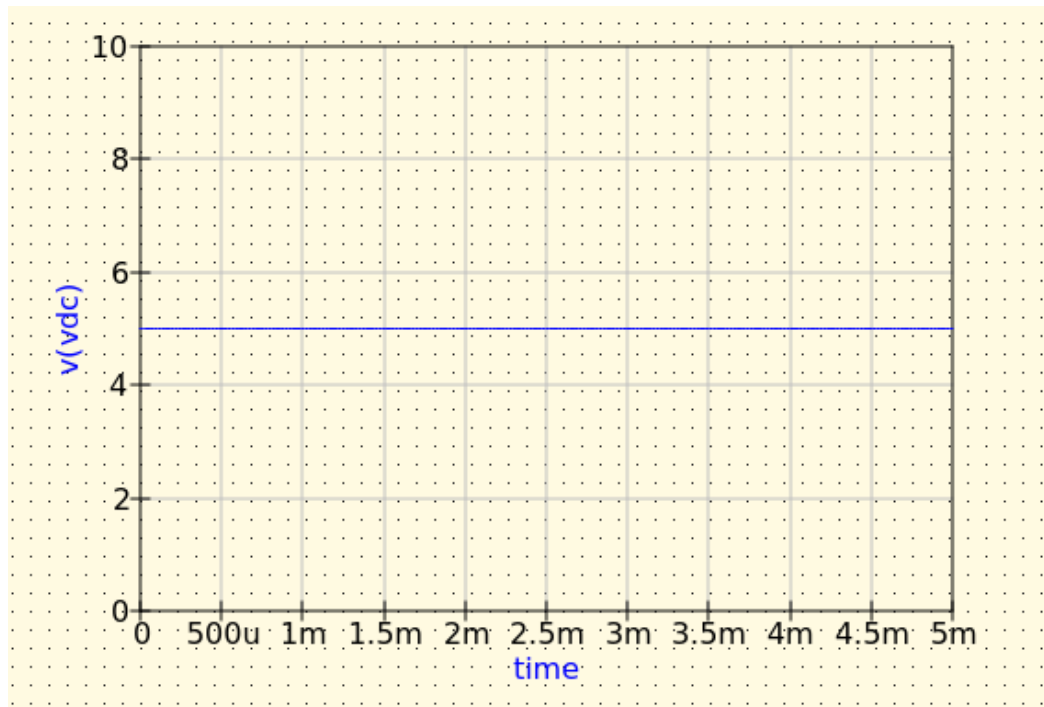
Es un flujo de carga eléctrica o corriente que circula siempre en la misma dirección.

Características principales:

- Dirección constante: Los electrones fluyen de manera uniforme del polo negativo al positivo de la fuente.
- Magnitud constante: Idealmente el voltaje y la corriente no cambian con el tiempo. Se representa gráficamente como una línea recta horizontal.
- Fuentes típicas: Baterías, paneles solares, dínamos, fuentes de alimentación reguladas.
- Almacenamiento: Es la única forma de energía que se puede almacenar fácilmente en baterías y pilas.

Figura 11

Señal de corriente continua de 5 V (Escobar C, 2025)



La



Figura 11

Figura 11 muestra una señal de corriente continua de 5 voltios que ha sido generada en el simulador QUCS-S, en dónde se puede apreciar que el voltaje se mantiene constante a lo largo del tiempo.

E. Corriente Alterna (CA / AC)

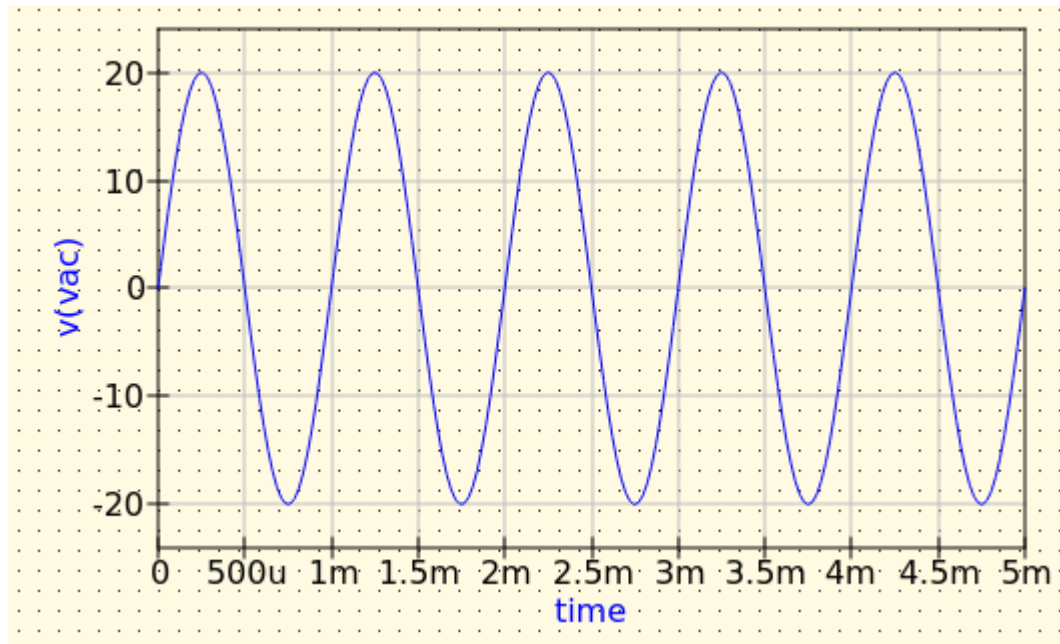
Es un flujo de carga eléctrica o corriente que cambia periódicamente de dirección.

Características principales:

- **Dirección alternante:** Los electrones oscilan (fluyen) adelante y atrás en el conductor.
- **Magnitud variable:** El voltaje y la corriente cambian continuamente con el tiempo, siguiendo un patrón cíclico (usualmente sinusoidal, pero puede ser cuadrada o triangular). Pasan por cero y alcanzan picos positivos y negativos.
- **Frecuencia:** El número de ciclos completos (ida y vuelta) por segundo. Se mide en Hertz (Hz). La frecuencia estándar en la red eléctrica en Ecuador es 60 Hz.

Figura 12

Señal de corriente alterna AC (Escobar C, 2025)



La

Figura 12 muestra una señal de corriente alterna simulada en QUCS-S(Kuznetsov & Brinson, 2025) en la que se puede apreciar que el voltaje tiene una forma sinusoidal en dónde la mitad del ciclo la señal es positiva y la otra mitad del ciclo la señal es negativa.

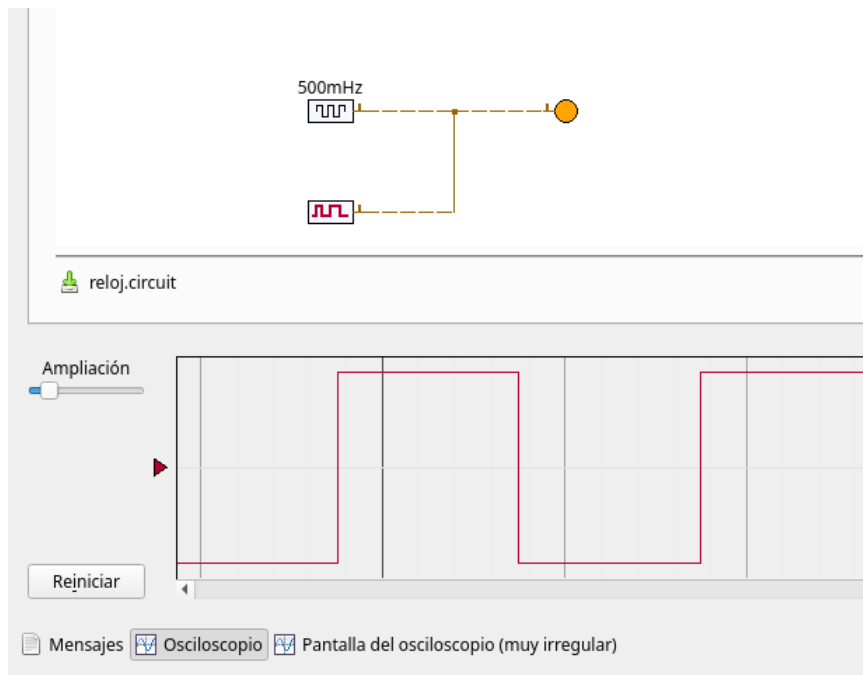
Nótese también que la duración de un periodo es de 1 ms (milisegundo), por lo que la frecuencia que es el inverso del periodo es de 1 Hkz, lo que significa que en un segundo se tienen 1000 ciclos completos de esta señal.

Las señales de reloj en un circuito digital son impulsos o pulsos repetitivos que usan la frecuencia, amplitud y fase del pulso para transmitir información. En una arquitectura digital, el reloj es una señal fundamental ya que proporciona sincronización a todos los componentes de un circuito digital.

En el reto de este curso el estudiante deberá generar una máquina secuencial que presente un mensaje en un display de 7 segmentos y cada letra de este mensaje irá cambiando cada 2 segundos en cada ciclo de reloj (de 500 mili Herzios).

Figura 13

Captura del simulador KTechlab con una señal de reloj de 500 mHz (Escobar C, 2025)



La

Figura 13 muestra la simulación en KTechlab (Jason et al., 2025) del elemento “Entrada de señal de reloj” con la etiqueta 500 mHz al que se le ha conectado una “sonda digital” para poder apreciar en el “osciloscopio” de esta herramienta que muestra la onda cuadrada en rojo en la parte inferior del gráfico.

En este punto es importante que se tenga claro lo que es la frecuencia de una señal, su periodo y lo que significan los ciclos de reloj.

[En este curso usaremos el simulador QUCS-S \(Kuznetsov & Brinson, 2025\) como herramienta para simular y probar los circuitos eléctricos, por lo que se le recomienda que visite su sitio y revise el material de apoyo que se encuentra disponible en el mismo.](#)

Referencias citadas en la Clase 1.

ADDIN ZOTERO_BIBLIOGRAPHY Arboledas, D. (2010). Electrónica básica. Paracuellos de Jarama. <https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/106571>

Es.dreamstime. (2025a). Detalle macro de algunos cables. <https://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-cables-image3061977> (Accedido el 29 de mayo de 2025)

Es.dreamstime. (2025b). Pepita de Cobre. <https://es.dreamstime.com/imagenes-de-archivo-cobre-image2336704> (Accedido el 29 de mayo de 2025)

Es.dreamstime. (2025c). Silicio cristalino. <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-silicio-cristalino-image8287501> (Accedido el 29 de mayo de 2025)

Intel. (2023). Intel® Core™ i9 processor 14900K. <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/sku/236773/intel-core-i9-processor-14900k-36m-cache-up-to-6-00-ghz/specifications.html> (Accedido el 11 de junio de 2025)

Jason, L., Grimes, A., Padrah, Z., & Bäume, J. (2025). Simulador de circuitos KTechlab. Simulador de circuitos KTechlab. <https://github.com/KDE/ktechlab> (Accedido el 29 de mayo de 2025)

Kuznetsov, V., & Brinson, M. (2025). Simulador de circuitos QUCS-S. QUCS-S. <https://ra3xdh.github.io/> (Accedido el 29 de mayo de 2025)

PTABLE. (2025). Tabla periódica PTABLE. <https://ptable.com/#Propiedades/Serie>

WebElements. (2025). Copper - ^{29}Cu : properties of free atoms. Copper - ^{29}Cu : properties of free atoms. <https://www.webelements.com/copper/atoms.html> (Accedido el 9 de mayo de 2025)

Definición de los términos citados en la Clase 1.

Sistemas analógicos: Los sistemas analógicos procesan señales continuas en el tiempo y amplitud, donde la información se representa mediante magnitudes físicas que varían suavemente.

Sistemas Digitales: Los sistemas digitales procesan señales discretas representadas mediante valores numéricos (dígitos binarios), donde la información se codifica en estados definidos.



La excelencia no se improvisa

síguenos

