

INFORME FÍSICA DE ELECTRICIDAD
“PROPIEDADES ELÉCTRICAS Y APLICACIONES DE LOS MATERIALES: CONDUCTORES, AISLANTES Y SEMICONDUCTORES”

John Sebastian Castañeda Hoyos
Karen Jasbleidy López Ruiz
Juan Camilo Arias Ospina
Juan Manuel Rodríguez Pinzón
Santiago Cardona López
Samuel Alzate Berrio
Ingeniería de Software
Semestre III

Daniel Felipe Arias García
Física de Electricidad
Corporación Universitaria Empresarial Alexander Von Humboldt

Armenia, Quindío
2024

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
II. OBJETIVOS.....	4
A. Objetivo General	4
B. Objetivos Específicos	5
III. MARCO TEÓRICO	5
A. Teoría de Bandas	6
B. Materiales Conductores	6
C. Materiales Aislantes	6
D. Materiales Semiconductores	7
1). Semiconductores Intrínsecos y Extrínsecos	7
a). Semiconductores Intrínsecos.....	7
b). Semiconductores Extrínsecos.	7
E. Aplicaciones de los Materiales Conductores, Aislantes y Semiconductores	7
1). Conductores:	8
2). Aislantes:	8
3). Semiconductores:	8
IV. BIBLIOMETRÍA.....	8
V. DESARROLLO.....	9
A. Conductores	9
B. Aislantes	10
C. Semiconductores:	10
VI. APLICACIONES EN INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	10
A. Semiconductores en Machine Learning (ML)	11
B. Energía Renovable y Semiconductores	11
C. Optoelectrónica y Dispositivos Electrónicos	11
VII. ANÁLISIS DE ARTÍCULOS Y APLICACIONES.....	11
A. Analysis on Understanding the Electrical Properties of Conductors, Insulators, and Semiconductors.....	11
B. Analysis on Toshiba Conductors, semiconductors, and insulators.....	12
1). Semiconductors	13
2). Insulators.....	13
3). The energy band diagram:.....	13
1). Charge mobility	14
2). Conductors and insulators	14
E. Analysis on Story of metal, semiconductor and insulator.....	15
VIII. CONCLUSIONES.....	16
IX. BIBLIOGRAFÍA	17

I. INTRODUCCIÓN

Los materiales conductores, semiconductores y aislantes son muy importantes en la construcción de diferentes tipos de dispositivos utilizados en los dispositivos electrónicos que permiten la operatividad del software, en la actualidad conocemos muchos que solo muy usados en la industria del software. En primer lugar, los materiales semiconductores tienen una resistencia situada entre las conductores y los aislantes, ya que a temperaturas muy bajas difícilmente conducen la corriente eléctrica y más bien se comportan como aislantes pero, al elevar su temperatura o al ser sometidos a un campo eléctrico externo, su comportamiento cambia al de los conductores, estos semiconductores son conocidos como intrínsecos en los que se encuentra el silicio porque es un material que es capaz de soportar altas temperaturas, además de su eficiencia y confiabilidad y más común en la fabricación de dispositivos electrónicos como teléfonos inteligentes, computadoras por lo que es algo muy común encontrar este material para hacer algo tan pequeño como un microprocesador que contiene miles e incluso millones de componentes electrónicos en ese solo chip. Otro material semiconductor que es muy utilizado es el galio para la fabricación de computadoras de alto rendimiento las cuales ofrecen un rendimiento mayor a la de un ordenador típico, estas computadoras satisfacen la creciente demanda por las altas velocidades de cálculos rápidos, fiables y escalables. En la actualidad estos sistemas integran algoritmos, software de sistema, apps, arquitectura informática, etc.

Por otro lado, los materiales conductores cuya estructura electrónica les permite conducir la corriente eléctrica a bajas temperaturas o temperatura ambiente; su resistividad al paso de la corriente eléctrica es muy baja. Un ejemplo de ellos es el cobre que se utiliza ampliamente en cables electrónicos como el del Ethernet (categoría 5, 6, etc.) Gracias a su alta conductividad y maleabilidad son utilizados para transmitir datos en redes.

Los materiales aislantes en cambio, tienen una resistencia tan alta, que no es posible la conducción eléctrica a través de ellos. En este caso la cerámica es un material aislante muy común para la elaboración de procesadores y chips ya que la cerámica tiene una baja conductividad térmica, lo que la hace ideal para disipar el calor de los componentes electrónicos del procesador, lo cual ayuda a protegerlo.

Es importante resaltar que aunque el software se enfoca mayormente en la programación, en el desarrollo de aplicaciones, se requiere de una buena estructura tangible (hardware) para que el sistema pueda funcionar correctamente. Además, se necesitan materiales aislantes para proteger el hardware, ya que pueden producirse sobrecalentamientos y fallos eléctricos que podrían poner en riesgo la integridad de las personas que utilizan el sistema

II. OBJETIVOS

A. *Objetivo General*

El objetivo general de este informe será el de analizar y comprender las características y el comportamiento que podemos hallar en los materiales conductores, aislantes y semiconductores. De igual manera se explorarán las propiedades eléctricas de estos materiales para explicar cómo estas propiedades pueden llegar a tener beneficios en la actualidad para las tecnologías que día a día progresan más, por ende en este informe se detallará las diferentes aplicaciones en dichas tecnologías especialmente en áreas como la electrónica y la ingeniería de software.

B. *Objetivos Específicos*

- 1) Explicar la teoría de bandas de energía, que sirve como base fundamental para comprender la clasificación de los materiales según su capacidad de conducción eléctrica.
- 2) Describir de manera clara y detallada las propiedades de los materiales conductores, aislantes y semiconductores, resaltando las diferencias en su estructura electrónica y su capacidad para conducir electricidad.
- 3) Explorar el impacto generado por los materiales conductores, aislantes y semiconductores en el desarrollo de tecnologías y su importancia en los dispositivos electrónicos y algunos componentes de hardware, enfocándose especialmente en el área de ingeniería de software.
- 4) Revisar y analizar artículos científicos que traten los puntos importantes que se resaltan en este informe, como lo son el comportamiento de estos materiales y las diferentes aplicaciones de los materiales en la tecnología y la electrónica.
- 5) Aplicar el conocimiento conseguido sobre los materiales y su impacto positivo en el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la ingeniería de software.

III. MARCO TEÓRICO

Día a día interactuamos con diferentes materiales, de los cuales a simple vista no sabríamos qué propiedades pueden tener, o cómo podría beneficiarnos o perjudicarnos, pero existe una clasificación de los materiales que es vitalmente importante para comprender la conductividad eléctrica, esta clasificación los divide en tres categorías: conductores, aislantes y semiconductores. Para entender bien esta clasificación debemos tener en cuenta la teoría de bandas, que es en la que se basa principalmente esta clasificación, esta teoría explica las diferencias en las propiedades eléctricas de los materiales. Entonces en base a esto se puede decir que la conductividad eléctrica depende de la estructura electrónica de los materiales, a lo que refiere, el cómo es distribuido los electrones en las bandas de energía. Esta clasificación llega a ser fundamental en áreas de estudio como la electrónica y las telecomunicaciones.

A. Teoría de Bandas

Esta teoría describe cómo se distribuyen los diferentes niveles de energía de los electrones en un material sólido. Según lo que esta teoría indica, los electrones en un átomo que se encuentra aislado, tienen niveles de energía discretos, pero cuando se agrupan un gran número de átomos para formar un sólido, los niveles se combinan para formar las denominadas bandas de energía. Sin embargo, para este informe nos enfocaremos en dos tipos de bandas, la banda de valencia que es la más externa y ocupada por los electrones del enlace y la banda de conducción que es la de niveles superiores, donde los electrones tienen libertad de movimiento y de conducir corriente.

Entre estas bandas se encuentra una región conocida como banda prohibida o brecha de energía (gap), la cuál determina la facilidad con la que los electrones logran saltar de la banda de valencia a la banda de conducción. Gracias a la magnitud de esta brecha de energía es que finalmente se puede clasificar los materiales como conductores, aislantes o semiconductores.

B. Materiales Conductores

Estos materiales se caracterizan porque permiten el flujo libre de electrones causado por la proximidad o de igual manera por la superposición de la banda de valencia y la banda de conducción. Esto nos indica que los electrones consiguen moverse con facilidad hacia la banda de conducción, generando una corriente eléctrica. Por ende, su resistividad¹ es muy baja. Estos conductores los podemos encontrar en los metales, tales como el cobre, el aluminio, la plata y el oro.

¹ La resistividad es una propiedad física que mide la resistencia de un material al paso de la corriente eléctrica. Depende de la naturaleza del material y se expresa en ohmios metro ($\Omega \cdot m$). Un valor alto de resistividad indica que el material es un mal conductor de electricidad.

La alta conductividad de los conductores es debido a que los electrones no se encuentran fuertemente ligados a sus átomos y tienen la libertad de desplazarse bajo la influencia de un campo eléctrico. Los metales por ejemplo son propensos a tener una estructura cristalina ordenada, lo que permite el movimiento de los electrones sin demasiada resistencia.

C. Materiales Aislantes

Los materiales aislantes tienen la particularidad de que su banda prohibida es muy ancha, lo que imposibilita la promoción de electrones de valencia a la banda de conducción. Esto genera que su resistividad sea demasiado alta, lo que genera que sean malos conductores de electricidad. La aplicación de un campo eléctrico intenso o la exposición a la luz visible incluso no es suficiente para impedir que los electrones traspasen la brecha de energía, esta propiedad los hace esenciales para impedir la marcha de corriente en aplicaciones eléctricas y electrónicas, como lo pueden ser los cables revestidos o los componentes que necesitan aislamiento térmico y eléctrico.

D. Materiales Semiconductores

Los materiales semiconductores tienen una banda prohibida de tamaño moderado, esto significa que pueden llegar a comportarse tanto como aislantes cuando se encuentran a bajas temperaturas como conductores cuando se les aplica energía térmica o un campo eléctrico externo. Algunos de los semiconductores más conocidos son el silicio (Si) y el germanio (Ge), estos materiales son esenciales para la electrónica moderna, debido a que su conductividad puede ser manejada por el proceso de dopaje, el cual consiste en añadir impurezas específicas para aumentar la cantidad de electrones para la conducción.

1). Semiconductores Intrínsecos y Extrínsecos

a). Semiconductores Intrínsecos.

La conducción eléctrica en estos materiales acontece de manera natural al haber una elevación en la temperatura, esto gracias a que los electrones pueden pasar de la banda de valencia a la banda de conducción, creando algunos denominados "huecos" los cuales actuarán como portadores de carga positiva.

b). Semiconductores Extrínsecos.

Estos materiales son obtenidos a través del dopaje de un semiconductor intrínseco con átomos de impurezas que cambian su estructura electrónica. Dependiendo del tipo de impureza que se es añadida, el material puede comportarse como un semiconductor tipo n (con exceso de electrones) o tipo p (con exceso de huecos), estos materiales son considerados esenciales para los componentes electrónicos como los diodos y transistores.

E. Aplicaciones de los Materiales Conductores, Aislantes y Semiconductores

Los materiales conductores, aislantes y semiconductores pueden tener diversas aplicaciones en base a sus propiedades:

1). Conductores:

Los aislantes pueden ser encontrados en recubrimientos de claves, dispositivos eléctricos y en la construcción de estructuras que necesitan protección contra el escape de corriente.

2). Aislantes:

Los aislantes pueden ser encontrados en recubrimientos de claves, dispositivos eléctricos y en la construcción de estructuras que necesitan protección contra el escape de corriente.

3). Semiconductores:

Los semiconductores tienen una gran aplicación en la electrónica especialmente en la fabricación de dispositivos como diodos, transistores y circuitos integrados. La capacidad de controlar su conductividad les ayuda a ser vitales en el desarrollo de tecnologías avanzadas, como la computación y las telecomunicaciones.

IV. BIBLIOMETRÍA.

Title	Authors	Published date	Article	Cites	Keywords
Understanding the Electrical Properties of Conductors, Insulators, and Semiconductors	Lorenzo Mari	June 09, 2021	EEpower	100+	Electric current, materials, properties
Conductors, semiconductors, and insulators	Toshiba Electronics	N/A	Toshiba electronic devices & storage corporation	100+	diodes, electrical resistance
Conductors, Insulators, Semiconductors, & Superconductors	Electrician U	June 14, 2024	Electrician U	100+	Electron, science, environment
Electron theory on conductor, insulator and semiconductor 1	Murugan Thirumalai, Paulraj. T	July 2022	Researchgate	100+	Theory, valence electron, distribution, chemical bond,
Story of metal, semiconductor and insulator	Saptarshi Mandal	April 8, 2022	Institute of physics	100+	Electron, metal

[1. Conductors, semiconductors, and insulators | Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation | Asia-English \(semicon-storage.com\)](#)

[Conductors, Insulators, Semiconductors, & Superconductors - Electrician U](#)

[\(PDF\) Electron theory on conductor, insulator and semiconductor 1 \(researchgate.net\)](#)

[Saptarshi-AKAM.pdf \(iopb.res.in\)](#)

V. DESARROLLO

VII . ANÁLISIS DE ARTÍCULOS Y APLICACIONES

A. Analysis on Understanding the Electrical Properties of Conductors, Insulators, and Semiconductors

Here we focused on classifying materials according to how they conduct electricity.

We talk about what is electric conduction which is the movement of electrically charged particles., the carriers from one place to another, reacting to forces exerted from external electric fields. The electrical conductivity σ specifies the material's electrical character – its capacity to conduct an electric current. The resistivity ρ is the reciprocal of the conductivity.

Metals and semimetals, There is a distinction between the motion of electrons caused by thermal excitation and that caused by an external electric field. Imposing an external electric field on the material will cause the electrons moving toward the positive pole to acquire energy and accelerate. As the electrons move in this direction, sooner or later, they will encounter the local electric fields around the atoms and will be deflected or reflected. Any resulting movement of the electrons toward the negative pole consumes energy, and therefore the velocity in that direction will decrease.

Insulators, Ionic or strongly covalently bound materials are poor conductors because electrons cannot leave their host atoms. Since all valence band states are complete, the only option for exciting an electron is to transfer it to the empty conduction band. The probability that an electron receives the energy necessary to move from its stable position is extremely low. Electrons can receive some additional energy from increases

in temperature, light, or powerful electric fields. Despite this, the probability of having electronic movement remains low.

For semiconductors, the energy requirements to achieve electronic movement are not the same for all covalent solids. Silicon and germanium have the same covalent structure as diamond, they require less energy to obtain electronic movement because the gap between the valence and conduction bands is much smaller, the electrons in the conduction band act in the same way they do in metals, and the empty states left in the valence band can contribute to the electric current conduction as well.

Recapping, metals are good conductors, with conductivities on the order of 10^8 to $10^2 (\Omega\text{-m})^{-1}$. At the other extreme are the insulators ranging between 10^{-10} and $10^{-20} (\Omega\text{-m})^{-1}$. Semiconductors have in-between conductivities, from 10^4 to $10^{-6} (\Omega\text{-m})^{-1}$.

B. Analysis on Toshiba Conductors, semiconductors, and insulators

This article talks about materials that can be divided in three categories according to their ability to conduct electricity

1). Semiconductors

Materials with an electrical conductivity value that falls between that of a conductor and that of an insulator

2). Insulators

Materials that do not readily conduct electricity (i.e., materials with high electrical resistivity)

The article also mentions that the Electrical resistance (R) is the resistance to a flow of electric current through a material. The electrical resistance of a material is proportional to its length (l) and inversely proportional to its cross-sectional area (A).

In this article, the author also mentions other aspects related to these conductors that are necessary for them to do a proper work, or that the conductors are made of, such examples are the following

Refers to Free electrons in a material allow a free flow of electricity. physics, the Bohr model is a physical model that consists of a small atomic nucleus of protons and neutrons around which electrons travel in multiple orbits. Each element has a fixed number of electrons, which are placed from the orbit closest to the nucleus.

C. Analysis on Conductors, Insulators, Semiconductors, & Superconductors.

The article mentions that it is important to understand how some materials can handle electric charge due to its uses in different fields from electronics to science, because it studies the behavior of electrons with materials. Some concepts to review are the following.

1). Charge mobility

This is about a material's ability to conduct electricity depends on its constituent particles and the freedom of charge carries like electrons, so in a liquid, the particles are at loose so they can move relatively freely and facilitate conductivity under some conditions, for example adding electrolytes to water can make water more conductive. In a gas environment, the particles are less dense, making it difficult for a current to set a direction, in a solid environment, there is a more rigid structures where atoms are packed and making it easy with electrons to move

2). Conductors and insulators

Conductors are materials that allow the easy flow of electric charge, primarily facilitated by the movement of electrons. Typical conductors include most metals like copper, silver, and aluminum. Insulators, in contrast, are materials that resist the flow of electric charge, with electrons tightly bound to their atoms and unable to move freely. Common examples of insulators include rubber, glass, and most plastics.



The distinction between conductors and insulators lies in the behavior of their electrons, specifically in how these electrons distribute across energy bands. Band theory provides a comprehensive framework for understanding this behavior, explaining why some materials conduct electric charge more freely than others.

A. Analysis on Electron theory on conductor, insulator and semiconductor

In this article we talk about how all materials are made up of atoms, and that the chemical bond between conductors, semiconductors and insulators are different. The distribution of electrons also is different based on the atomic number for all materials, therefore the distribution of electrons and other properties determines the electrical characteristics of that material.

We take for example the bohr model where he explains how atoms are made of positive particles known as protons, negatively particles are called electrons and a neutral particle is called neutron. The behavior of free electrons in conductor, insulator and semiconductor is discussed. Electrical current is the movement of free electrons.

But the free electrons are differ for insulator, conductor and semiconductor based on the chemical bonds and temperature. Therefore electrical current through any material is decided by the chemical bond between the atoms and temperature of the material. Electrical current conduction in a conductor, a small piece of material consists of numerous atoms bind together to form a molecule, and in a molecule, all atoms form a chemical bond between them, if chemical bond is formed between the two non metallic atoms is called covalent bond and the bond between positive ion and free electrons is called metallic bond, in conductors, valence electrons of an atom are not tightly bonded, therefore these valence separated from the parent atom and move around from one atom to another, and since the valence electrons are detached from the atom, this makes the atom as positive ion.

B. Analysis on Story of metal, semiconductor and insulator

In this article the author wants to explain the properties of metal, insulator and semiconductor. Metals are known for a high electrical conductivity different from insulators and semiconductor, also the article wants to highlight the importance of how metal, semiconductor and insulator behaves for numerous technological applications, to mention one the metal semiconductor were part of the discovery of diodes and transistors that change every electronic device in the world.

Metal, semiconductor and insulator, metals are known for being good electrical conductors, copper, aluminum and iron are examples of metals.

Basic mechanism of electrical transport, The role of band gap explains how easily an electron can get into the metal. Once they enter into it through one(a negative terminal) end of the material many things can happen before they exist from the other end (a positive terminal). Electrons behave like a wave, an extended object, not a tiny particle but like an extended cloud. The size of this cloud is actually bigger in metal than in insulators or semiconductors. On their course of travel from negative terminal to positive terminal, there are possibilities of collision with other electrons and also positive nuclei which are referred to as ions. This gives rise to resistance.



To conclude, we been talking on the phenomenon of electricity, and that metals is known for the ability to conduct electricity and insulation don't conduct electricity.

VIGILADA MINEDUCACIÓN

VIII. CONCLUSIONES

En conclusión, los materiales conductores, semiconductores y aislantes son esenciales en diversos campos. En particular en la ingeniería de software, donde se utilizan especialmente de manera muy directa con el hardware. Sin ellos, muchos de los dispositivos electrónicos de los cuales dependemos diariamente no podrían funcionar de la manera más óptima. Como consecuencia, la rutina de trabajo se encontraría muy afectada. Incluso muchos proyectos de ingeniería de software no podrían llevarse a cabo, ya que el acceso a computadoras sería muy limitado cardinalmente sin materiales como el silicio o el cobre (materiales conductores y semiconductores). Demostrando así que no existiría la ingeniería de software tal y como la conocemos hoy en día. Sin productos tecnológicos cruciales para facilitar la ejecución de nuestros trabajos.

Por otro lado, el progreso en el desarrollo de materiales y tecnologías ayuda a que la ingeniería de software tienda a ser siempre mejor y con más innovación en la industria. La preferencia por materiales eficientes implica incrementos en el rendimiento de los dispositivos, centrándose en el software especializado y preciso. En conclusión, en esta era digital los ingenieros pueden crear sistemas mucho más complicados y poderosos. Así pues, la ingeniería de software y los materiales conductores trabajan juntos promoviendo cambios adicionales y así poder tener cada vez máquinas más robustas las cuales puedan completar de manera satisfactoria cualquier tarea que nos podamos imaginar.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Física de Electricidad