Tema 5: Corriente eléctrica

"La política es para el momento, una ecuación es para la eternidad" Albert Einstein.

Contenidos:

1. Descripción general

2. Densidad e intensidad de corriente eléctrica

2.1. Definición de intensidad de corriente eléctrica
2.2. Vector densidad de corriente eléctrica

3. La ley de Ohm (Cálculo de resistencias)

3.1. Definición de medio óhmico: Tipos de conductores
3.2. Cálculo de resistencia eléctrica de un conductor: Ley de Ohm macroscópica

- **Estudio de simetría**: Obtener la dirección de **J** y su dependencia en la dirección perpendicular al movimiento de los portadores libres de carga.
- Aplicar la definición de corriente eléctrica a partir de **J** para obtener $|\mathbf{J}|$ en función de I.
- Aplicar la **ley de Ohm local** ($\mathbf{J} = \sigma \cdot \mathbf{E}$) para calcular **E**.
- Obtener **la diferencia de potencial** entre los electrodos por integración del campo eléctrico.
- Calcular la **resistencia** aplicando la **ley de Ohm global o macroscópica** ($V = I \cdot R$).

4. La ecuación de continuidad

4.1. Descripción
4.2. La ley de Kirchhoff para la intensidad

5. Disipación de potencia en circuitos

5.1. Potencia transferida a un circuito eléctrico: Ley de Joule.
5.2. Densidad de potencia disipada en un conductor

6. Fuerza electromotriz

6.1. Relación entre la fuerza electromotriz (fem) de un generador y la diferencia de potencial (ddp) entre sus terminales
6.2. Generadores eléctricos

7. Mecanismos de conducción en la materia

7.1. Conducción en metales
7.2. Semiconductores
  7.2.1. Dependencia de la conductividad de los semiconductores con la concentración de impurezas y con la temperatura: Observaciones experimentales.
  7.2.2. Teoría de conducción en semiconductores
  7.2.3. Aplicaciones
7.3. Superconductores
  7.3.1. Cronología de los descubrimientos experimentales
  7.3.2. Aplicaciones
  7.3.3. La teoría que explica su comportamiento

Objetivos:

⇒ Comprender la descripción de la corriente eléctrica, tanto en función de la cantidad escalar y global, intensidad de corriente I, como de la cantidad vectorial y local densidad de corriente eléctrica.
⇒ Entender la ecuación de continuidad como expresión matemática de la conservación de la carga en un volumen cualquiera.
⇒ Asimilar la relación entre la ecuación de continuidad y la ley de Kirchhoff para las intensidades en un nudo.

⇒ Saber que existen algunos conductores en los que la densidad de corriente es proporcional al campo eléctrico, denominados óhmicos.
⇒ Comprender el método a seguir para el cálculo de campos eléctricos en el interior de conductores con corriente eléctricas, usando la ecuación de continuidad.
⇒ Entender el método de cálculo de resistencias en función de la geometría y la conductividad del material.
⇒ Conocer como se calcula la potencia disipada en un conductor por el paso de una corriente eléctrica. En función de V e I y también en función de **J** y **E**.
⇒ Concebir el concepto de fuerza electromotriz, como la causa que genera corrientes estacionarias en el medio conductor, cuyo origen ha de ser distinto al de las fuerzas electrostáticas.
⇒ Conocer cualitativamente el mecanismo de conducción en metales.
⇒ Conocer los fundamentos de la conducción en semiconductores y superconductores y sus principales aplicaciones prácticas.

Bibliografía básica:

Apt. 1	Resnick 32.1	Cheng 4.1	
Apt. 2	Resnick 32.2	Cheng 4.2.a	Serway 27.2
Apt. 3	Resnick 32.3 pp. 121 – 122	Cheng 4.2.b	Serway 27.3
Apt. 4	Marshall 6.4.2 pp. 316 – 318	Cheng 4.3 (prescindir en ambas de los cálculos diferenciales)	
Apt. 5	Resnick 32.6	Cheng 4.4	Serway 27.7, 27.8
Apt. 6	Resnick 33.1	Serway 28.1	
Apt. 7.2	Resnick 32.7		
Apt 7.3	Resnick 32.8	Serway Compl 27.4	

Serway Compl= Serway R.; “Física”, V. 2; 4ª Ed. McGraw-Hill, México, 1997.

Bibliografía adicional:

Se recomienda, consultar los vídeos Nº 32 “La batería Eléctrica”, y Nº 33 “Circuitos eléctricos”, de la colección audiovisual El universo mecánico y más Allá, dirigida por David Goodstein, y producida por California Institute of Technology y Southern California.

Sobre semiconductores:

Resnick 53.5-7; 53.9
Seway Compl. 43.6, 43.7

Sobre superconductores:

Para profundizar más en esta materia véase: Resnick 53.10
Serway Compl. capítulo 44

Schöttler et al., “Superconductivity against Lighting strikes”; Power Quality Journal, february 2000
Interesante artículo sobre alimentación ininterrumpida de una fábrica mediante la energía acumulada en un sistema con superconductores, para evitar paradas de la cadena de montaje por microcortes del suministro eléctrico. Fácil de leer.

Mayo J., “Superconductividad”, MacGraw-Hill, España, 1991.
Libro perteneciente a una serie de divulgación científica con datos interesantes sobre superconductores.

Secuenciación prevista:

*En esta sección se detallan **las horas de trabajo del estudiante** que se han estimado necesarias para el aprendizaje del tema.*

✐ *Téngase en cuenta las observaciones hechas en la secuenciación de los temas anteriores*

Horas previstas para el estudio de la parte teórica del tema: 7 h.

✐ *Es conveniente que a la vez que se repasan los conceptos teóricos de cada apartado se intente hacer algún problema relacionado, para comprobar el grado de entendimiento de la materia estudiada.*

*De la **colección de problemas** que se proponen para este tema se realizarán en clase, en principio, los siguientes:*
***Problemas para ilustrar la teoría: 9(a y b)** (cálculo de resistencia con simetría cilíndrica) **14** (densidad de potencia y potencia), **21** (fuerza electromotriz).*
***Problemas más complejos y de aplicación: 19, 23**.*

Los estudiantes deberían intentar resolver los siguientes ejercicios:

Densidad e intensidad de corriente:	*2, 3*	*Tiempo previsto:*	*1 h*
Ecuación de continuidad:	*4, 5*	*Tiempo previsto:*	*1 h*
Ley de Ohm: Cálculo de resistencias.	*6, 7, 9 c, 10*	*Tiempo previsto:*	*4 h*
Ley de Joule (Potencia y densidad de potencia):	*12, 13, 16*	*Tiempo previsto:*	*2 h*
Problemas aplicados:	*18, 20*	*Tiempo previsto:*	*4 h*

*Para ello el **tiempo medio estimado** es de **13 h.***

*Los problemas **1** y **22** se consideran reiterativos respecto a los propuestos. Por ello, no consideramos que sea necesario hacerlos, al menos en la primera fase de estudio del tema.*

*Los problemas **8, 11, 17** y **26** se consideran de una dificultad especial que excede un poco lo visto en clase por lo que se recomiendan únicamente para los alumnos especialmente interesados.*

Más adelante se entregarán a los estudiantes algunos problemas del tema totalmente resueltos para ayudar a la preparación del examen.

En resumen**, el **tiempo total de estudio** estimado para este tema, incluido el necesario para la realización de ejercicios, es de **20 h.