



## 1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	<b>FS0715</b>	Requisitos	<b>FS0515/FS0534, FS0616/FS0633, FS0527/FS0530, FS0432</b>
Nombre	<b>Electromagnetismo I</b>	Correquisitos	<b>Ninguno</b>
Horas	<b>4</b>	Ciclo	<b>VII ciclo</b>
Créditos	<b>3</b>	Clasificación	<b>Propio</b>
Grupos	<b>01</b>	Modalidad	<b>Baja Virtual</b>
Profesora	<b>Heidy Gutiérrez (of. 431FM)</b>	Correo	<b>heidy.gutierrez@ucr.ac.cr</b>

## 2. DESCRIPCIÓN

Se expone al estudiantado las leyes básicas de la electrostática con sus diversas aplicaciones que involucren el cálculo de campos eléctricos a partir de la evaluación previa de potenciales electrostáticos, mediante evaluación a partir de la Ley de Coulomb, o por aplicación de la Ley de Gauss. Así mismo se utiliza la técnica de separación de variables para resolver problemas con condiciones específicas de frontera. Se introduce la presencia de medios dieléctricos bajo la acción de campos eléctricos externos, llegándose a introducir el vector de desplazamiento eléctrico y su relación con los vectores de polarización eléctrica y de campo eléctrico, a través de la constante dieléctrica. Se analizan las condiciones de contorno que deben satisfacer los vectores de desplazamiento y de campo eléctrico, para luego desarrollar el tema de densidad de energía en el campo electrostático, y su aplicación al considerar el transporte de corriente a través de medios conductores. Finalmente, se introducen las bases de la magnetostática, con aplicaciones de la Ley de Ampère y de Biot-Savart para el cálculo de campos magnéticos en sistemas con cierto grado de simetría.

## 3. OBJETIVOS

### Objetivo General

Profundizar los principios básicos de la Teoría Electromagnética Clásica no relativista de tal manera de que las y los estudiantes puedan aplicar dichos conceptos en la solución de problemas.

### Objetivo Específicos

1. Comprender y aplicar los conceptos y ecuaciones básicas que describen a los campos eléctricos y magnéticos no dependientes del tiempo de acuerdo a las diferentes distribuciones de carga y corrientes, y las condiciones particulares de los sistemas electromagnéticos.
2. Ampliar el conocimiento de los conceptos asociados a los campos eléctricos no dependientes del tiempo a cualquier medio material y analizar las propiedades electromagnéticas de la materia.
3. Estudiar los principios energéticos de los campos eléctricos no dependientes del tiempo.
4. Conocer diversas aplicaciones actuales del electromagnetismo.

## 4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

En este curso se tratan los siguientes temas:

- Electrostática
- Energía Electrostática
- Materiales Dieléctricos
- Ecuaciones de Campo
- Magnetostática.

La tabla 1 muestra los contenidos por semana.



Contenido	Término de tiempo
Ley de Coulomb y Campo Eléctrico	S01 (11 mar. – 15 mar.)
Ley de Gauss	S02 (18 mar. – 22 mar.)
Semana Santa	S03 (25 mar. – 29 mar.)
Potencial Eléctrico	S04 (01 abr. – 05 abr.)
Trabajo y Energía en Electroestática	S05 (08 abr. – 12 abr.)
Conductores (Fer. 15 abr., traslado por 11 abr.)	S06 (15 abr. – 19 abr.)
Expansión de Multipolos	S07 (22 abr. – 26 abr.)
Polarización (Fer. 01 may.)	S08 (29 abr. – 03 may.)
Campos Producidos por Material Polarizado	S09 (06 may. – 10 may.)
Vector de Desplazamiento y Ley de Gauss	S10 (13 may. – 17 may.)
Materiales Dieléctricos	S11 (20 may. – 24 may.)
Ecuación de Laplace	S12 (27 may. – 31 may.)
Ecuaciones de Laplace y Poisson	S13 (03 jun. – 07 jun.)
Ecuación de Poisson	S14 (10 jun. – 14 jun.)
Fuerza de Lorentz y Campo Magnético	S15 (17 jun. – 21 jun.)
Ley de Biot-Savart, Ley de Ampère	S16 (24 jun. – 28 jun.)
Potencial Magnético Vectorial	S17 (01 jul. – 05 jul.)

Tabla 1: Temas de acuerdo a la semana.

## 5. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales, realización de ejercicios y demostración de diferentes conceptos del Electromagnetismo. En las exposiciones magistrales la persona docente deberá dar definiciones, explicaciones teóricas y aplicaciones, empleando las diferentes herramientas matemáticas y de programación disponibles. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo en grupo e individual.

Este curso será presencial, sin embargo incluirá algunas actividades serán virtuales y asincrónicas, utilizando la plataforma institucional **Mediación Virtual**. Los temas cubiertos en cada semana corresponden, salvo imprevistos, a los descritos en el cronograma de actividades. Algunos temas específicos serán asignados para estudio individual y la siguiente clase se comentará al respecto, incluyendo la evacuación de dudas. En la tabla 2 se muestran las secciones de los libros de texto que se estudiarán cada semana y funciona como guía de estudio semanal para la persona estudiante.

Las actividades asincrónicas se realizarán por medio de vídeos, tareas, exámenes cortos y material suplementario, que serán colocadas en la plataforma de **Mediación Virtual**. Entre el material aportado por la profesora semanalmente, estarán prácticas, que pueden ser de los libros de texto u otra fuente. Además se pondrá a disposición de las personas estudiantes resúmenes semanales de los contenidos desarrollados en clase. También se brindarán algunos artículos científicos recientes, asociados a los temas desarrollados en clase.

Las tareas y exámenes cortos harán uso de la plataforma de **Mediación Virtual**; mientras que los exámenes parciales y examen final se realizarán de forma presencial.

Las horas de consulta serán presenciales los **Lunes y Jueves 11:00–11:50**.

Cualquier comunicación formal se realizará por medio de **Mediación Virtual** o del correo institucional. Sin embargo, se habilitará un chat por medio de *Telegram* para realizar comunicaciones no oficiales, que será recomendable unirse pero no obligatorio. El link de este chat se encuentra en **Mediación Virtual**.



Contenido	Secciones
Ley de Coulomb y Campo Eléctrico	2.1 / 2.2.1, 2.2.2, 3.1, 3.2
Ley de Gauss	2.2 / 3.4
Potencial Eléctrico	2.3 / 3.3
Trabajo y Energía en Electrostatica	2.4 / 3.5,3.6
Conductores	2.5 / 5.1–5.7
Expansión de Multipolar	3.4 / 4.1–4.7
Polarización	4.1 / 2.4, 6.1, 6.2
Campos Producidos por Material Polarizado	4.2 / 6.3
Vector de Desplazamiento y Ley de Gauss	4.3 / 6.4–6.4
Materiales Dieléctricos	4.4 / 6.5–6.8
Ecuación de Laplace	3.1, 3.3 / 7.1–7.9
Ecuación de Poisson	3.2 / 8.1–8.3
Fuerza de Lorentz y Campo Magnético	5.1 / 2.2.3, 10.1
Ley de Biot–Savart, Ley de Ampère	5.2, 5.3 / 10.2, 10.3
Potencial Magnético Vectorial	5.4 / 10.4–10.6

Tabla 2: Secciones de libros de texto de acuerdo al temario. Las secciones corresponden a los libros de texto [Griffiths] y [Zangwill], respectivamente.

## 6. EVALUACIÓN

Los logros obtenidos se evalúan por medio de tareas (12%, 4% c/u), exámenes cortos (18%, 3% c/u), exámenes parciales (36%, 18% c/u) y examen final (34%). No se eliminan tareas ni exámenes cortos al final del semestre.

### Tareas

En el caso de las tareas, estas se pueden elaborar en parejas, manteniendo fijo el grupo de trabajo durante el semestre, salvo justificación por escrito de las partes. El enunciado de cada tarea y la entrega de la misma, serán por medio de **Mediación Virtual**, en la sección correspondiente y las fechas correspondientes se encuentran en la Tabla 3.

Para su elaboración se pueden utilizar notas propias o de la profesora, libros de texto, consultas a compañeros de clase o amigos, etc. No es permitido copiar las soluciones de Internet, solucionarios o de otro grupo de trabajo. Las tareas deben ser escritas a mano, ya sea utilizando papel y lapicero o usando una tableta digital. En el caso de usar papel, se debe escanear o fotografiar el documento. La entrega debe ser en formato de *JPG* o *PDF*. No se permiten documentos de tarea escritos en procesadores de palabra o sistemas de programación como  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ . El documento debe ser legible, ordenado y, con todos los pasos lógicos y matemáticos necesarios para su entendimiento pero sin información de relleno; en caso contrario no será calificado el problema correspondiente y la calificación asignada será de cero.

Tarea	Asignación/Entrega	Contenidos	Valor (%)
T1	01/16 abril	Fuerza y Campo Eléctrico, Potencial y Energía Potencial Eléctrica	4
T2	13/28 mayo	Conductores, Expansión Multipolar, Dieléctricos	4
T3	17 junio/02 julio	Ecuaciones de Laplace y Poisson, Magnetostática	4

Tabla 3: Porcentajes, fechas y contenidos de cada tarea. Hora de entrega 23:30 horas.



## Exámenes Cortos

Los exámenes cortos se realizarán en forma individual y utilizando **Mediación Virtual**. Para su elaboración sólo se puede utilizar notas propias, el material aportado por la profesora y los libros de texto. No es permitido consultar a otras personas, usar soluciones de Internet, solucionarios, etc. Los exámenes serán habilitados el día viernes 16:00–22:00 horas y sólo se tendrá 1 hora para elaborarlo, con 10 minutos extra para realizar la entrega de la solución en la plataforma.

La solución debe ser escrita a mano, ya sea utilizando papel y lapicero o usando una tableta digital. En el caso de usar papel, se debe escanear o fotografiar el documento. La entrega debe ser en formato de *JPG* o *PDF*. No se permiten soluciones de exámenes cortos escritos en procesadores de palabra o sistemas de programación como  $\text{\LaTeX}$ . El documento debe ser legible, ordenado y, con todos los pasos lógicos y matemáticos necesarios para su entendimiento; en caso contrario no será calificado el problema correspondiente y la calificación asignada será de cero. En la tabla 4 se muestra la fecha de asignación de cada examen corto y los temas que se evaluarán en cada uno.

Examen Corto	Fecha	Contenidos	Valor (%)
Q1	22 marzo	Ley de Coulomb, Campo Eléctrico	3
Q2	05 abril	Ley de Gauss	3
Q3	10 mayo	Expansión multipolar, Polarización	3
Q4	24 mayo	Vector Desplazamiento, Ley de Gauss en Dieléctricos	3
Q5	14 junio	Ecuación de Laplace	3
Q6	28 junio	Fuerza de Lorentz, Campo Magnético	3

Tabla 4: Porcentajes, fechas y contenidos de cada examen corto.

## Exámenes Parciales, Final y Ampliación

El calendario de exámenes parciales, examen final y los temas evaluados en cada uno se muestran en la tabla 5. Estos temas podrían ser modificados y notificados con antelación, si se presenta algún atraso no contemplado en el cronograma. En cada examen parcial se puede utilizar un formulario de **una página tamaño carta** y en el examen final el formulario puede ser máximo de **una hoja tamaño carta**. Los formularios no pueden ser fotocopias ni impresiones, deben ser escritas por cada persona estudiante.

Los criterios para el examen de ampliación están contenidas en los artículos 24 y 28 del **Reglamento Académico Estudiantil**. El examen de ampliación se realiza al final de semestre y se evalúa todo el contenido del curso.

Examen	Fecha	Contenidos	Valor (%)
I	20 abril	Electrostática (sin conductores), Energía Electroestática	18
II	01 junio	Conductores, Dieléctricos, Expansión Multipolar	18
Final	13 julio	Todo el temario	34
Ampliación	24 julio	Todo el temario	

Tabla 5: Porcentajes, fechas y contenidos de cada examen ordinario y el examen de ampliación. Las fechas de reposición serán 30 abril, 12 junio y 17 julio, a las 08:00 horas.

En forma general, la materia no es acumulativa para las evaluaciones parciales o exámenes cortos, sin embargo las ideas aprendidas de previo en el curso y en otros cursos puede ser necesario utilizarlos para la resolución de los mismos. Mientras que el examen final se evalúa todo el contenido del semestre.

En la Figura 1 se brinda información importante sobre la normativa de la Universidad con respecto al hostigamiento sexual y la discriminación.



Figura 1: Infografías sobre hostigamiento sexual y discriminación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [Griffiths] Griffiths, David J. *Introduction to Electrodynamics*. Cambridge University Press. 4<sup>a</sup> edición. United Kingdom. 2017. **libro de texto**
- [Zangwill] Zangwill, Andrew. *Modern Electrodynamics*. Cambridge University Press. 1<sup>era</sup> edición. United Kingdom. 2019. **libro de texto**
- [Jackson] Jackson, John David. *Classical Electrodynamics*. John Wiley & Sons, Inc. 3<sup>a</sup> edición. EE.UU. 1999.
- [Lorrain] Lorrain, Paul, Corson, Dale R., Lorrain, François. *Electromagnetic Fields and waves*. W. H. Freeman and Company. 3<sup>a</sup> edición. EE.UU. 1988.
- [Reitz] Reitz, John R., Milford, Frederick J., Christy Robert W. *Foundations of Electromagnetic Theory*. Addison-Wesley. 4<sup>a</sup> edición. EE.UU. 2008.
- [Purcell] Purcell, Edward M., Morin, David J. *Electricity and Magnetism*. Cambridge University Press. 3<sup>a</sup> edición. United Kingdom. 2013.
- [Greiner] Greiner, Walter. *Classical Electrodynamics*. Springer. 1<sup>era</sup> edición. EE.UU. 1998.
- [Zahn] Zahn, Markus. *Electromagnetic Field Theory: A Problem Solving Approach*. Krieger Publishing Company. 3<sup>a</sup> edición. EE.UU. 1987.



[Pierrus] Pierrus, J. *Solved Problems in Classical Electromagnetism: Analytical and Numerical Solutions with Comments*. Oxford University Press. 1<sup>era</sup> edición. 2018.

[Matveev] Matveev, A.N. *Electricidad y Magnetismo*. Editorial Mir. 1<sup>era</sup> edición. U.R.S.S. 1988.

[Spiegel] Spiegel, M. R., Lipschutz, S., Liu, J. *Mathematical Handbook of Formulas and Tables*. McGraw-Hill Book Company. 3<sup>era</sup> edición. EE.UU. 2009.