

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299507-tra
Título	MAG-IA: Materiales Animados Generados con IA y Matlab para la enseñanza de la electrónica y del electromagnetismo
Responsable	Clemente Cobos Sánchez

- Se recomienda:
 - Atender a los criterios de valoración de las memorias indicados en las bases de la convocatoria.
 - Incluir referencias bibliográficas y datos comparativos con proyectos previos, según casos, para reforzar la evaluación del impacto.
 - Incluir evidencias sobre las medidas de difusión desarrolladas.
- Otros aspectos que considerar:
 - La claridad, la coherencia y la justificación de los datos presentados serán clave en la valoración final.
 - La difusión de resultados debe priorizar la transparencia y accesibilidad a la comunidad universitaria.
 - Serán valoras como evidencias: registro de actividades, listados de participantes, programas de eventos, fotografías, documentos que acreditan la aceptación de una comunicación/ponencia o similar, informes, actas o resúmenes de las acciones realizadas, índices de impacto que respalden la cantidad de personas alcanzadas o el impacto de la difusión, etc.

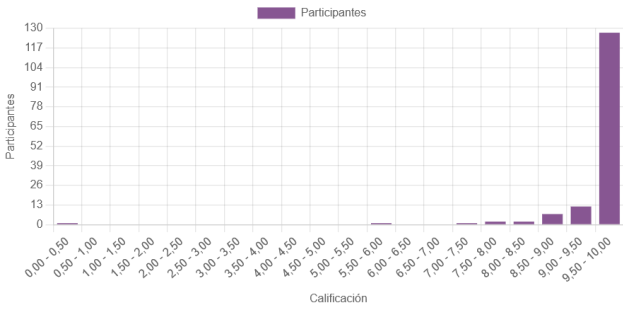
1. **Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.**

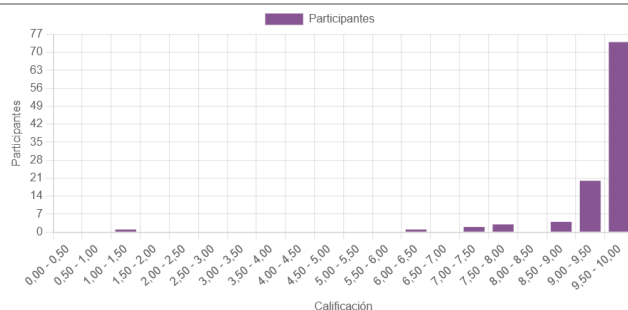
Objetivo nº 1	Diseñar y desarrollar una librería de recursos visuales (GIFs, animaciones, visualizaciones 3D) para representar conceptos clave en electromagnetismo y electrónica.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A1. Revisión del temario de electromagnetismo y electrónica para identificar los fenómenos con mayor complejidad visual y conceptual. A2. Generación de simulaciones y representaciones gráficas en MATLAB para los siguientes temas: Distribuciones continuas de carga, flujo y líneas de campo eléctrico. Corriente eléctrica y resistencia microscópica (efecto Joule). Capacidad y condensadores con dieléctricos. Campos magnéticos tridimensionales, materiales magnéticos, espiras, solenoides. Efecto Hall, inducción magnética, transformadores y resonancia

	RLC. Ondas electromagnéticas, antenas y el efecto fotoeléctrico. Bandas energéticas, huecos y recombinación en semiconductores. Unión PN, funcionamiento de BJT, E-MOSFET y puertas lógicas CMOS. Diseño funcional de fuentes de alimentación: rectificación, filtrado, regulación. A3. Optimización y conversión de los recursos generados a formatos accesibles (.gif, .mp4, html interactivo). A4. Organización de los recursos en una librería estructurada por bloques temáticos, accesible desde la plataforma docente (Moodle o web externa).
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A1. Revisión del temario e identificación de los fenómenos de mayor complejidad visual y conceptual. Se realizó una revisión de los contenidos de electromagnetismo y electrónica de primer curso, identificando aquellos conceptos cuya comprensión requiere una representación dinámica, espacial o microscópica. Esta revisión permitió estructurar los recursos desarrollados en diferentes bloques temáticos: Campos y Cargas, Magnetismo 3D, Ondas y Circuitos, Electrónica Física y Aplicaciones y Dispositivos. A2. Generación de simulaciones y representaciones gráficas. Se desarrollaron recursos visuales y simulaciones para representar los principales fenómenos identificados en la propuesta. La versión actual de MAG-IA Web incluye recursos sobre distribuciones continuas de carga, flujo y líneas de campo eléctrico, condensadores con dieléctricos, corriente y efecto Joule, campos magnéticos, espiras y solenoides, efecto Hall, magnetismo en la materia, inducción y transformadores, resonancia RLC, ondas electromagnéticas y antenas, efecto fotoeléctrico, bandas energéticas y recombinación, unión PN, transistores BJT y E-MOSFET, fuentes de alimentación, rectificación, filtrado y regulación, puertas lógicas CMOS y creación del canal MOSFET. A3. Optimización y conversión de los recursos a formatos accesibles. Los materiales desarrollados se integraron en un entorno web interactivo, permitiendo su consulta y utilización

	desde un navegador sin necesidad de instalar software específico. La plataforma presenta los contenidos mediante visualizaciones dinámicas e interactivas y los organiza como módulos de aprendizaje, facilitando su utilización tanto en el aula como de forma autónoma por parte del alumnado. A4. Organización de los recursos en una librería estructurada por bloques temáticos. Se desarrolló MAG-IA Web, una biblioteca virtual estructurada por unidades temáticas que centraliza y organiza los recursos generados. La plataforma dispone actualmente de una estructura de módulos de aprendizaje y de un apartado específico de recursos, facilitando el acceso y reutilización de los materiales. El resultado constituye un repositorio web abierto y reutilizable, orientado inicialmente a los contenidos de primer curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz. Resultado global del Objetivo 1: Se ha desarrollado una primera versión funcional de la biblioteca virtual MAG-IA Web (v2.0), que materializa el objetivo de disponer de un conjunto estructurado de recursos visuales dinámicos para la enseñanza del electromagnetismo y la electrónica. La plataforma transforma contenidos tradicionalmente representados mediante fórmulas y esquemas estáticos en recursos basados en visualización 3D, interacción y animación, y permite su consulta y reutilización a través de una única interfaz web.
--	---

Objetivo nº 2	Integrar los materiales generados en la docencia presencial y virtual, evaluando su impacto en el aprendizaje.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A5. Inclusión de los GIFs en presentaciones, Moodle y sesiones interactivas. A6. Diseño de cuestionarios y rúbricas para valorar la comprensión antes y después del uso de los materiales. A7. Recogida y análisis de resultados (cuantitativos y cualitativos) sobre rendimiento y percepción del alumnado.
Actividades realizadas y resultados	A5. Inclusión de los recursos MAG-IA en la docencia

obtenidos:	presencial y virtual. Los recursos desarrollados se incorporaron progresivamente a la actividad docente de la asignatura, utilizándose como material de apoyo para la explicación y comprensión de conceptos de electromagnetismo y electrónica. En particular, se puso a disposición del alumnado la plataforma web MAG-IA Web, permitiendo el acceso a las visualizaciones y recursos interactivos a través del Campus Virtual y facilitando su utilización tanto durante las sesiones docentes como de forma autónoma fuera del aula. Pueden ver la Web en https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/ A6. Diseño y realización de actividades de evaluación de la comprensión. Se diseñaron cuestionarios en el Campus Virtual (Moodle) destinados a comprobar el grado de comprensión del alumnado sobre los contenidos trabajados. Se estableció una comparación entre los resultados obtenidos antes de la incorporación de los recursos MAG-IA y los obtenidos posteriormente a su puesta a disposición del alumnado, utilizando cuestiones equivalentes o dirigidas a valorar los mismos conceptos.  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Participantes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00 - 0.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.50 - 1.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.00 - 1.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.50 - 2.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>2.00 - 2.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>2.50 - 3.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>3.00 - 3.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>3.50 - 4.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>4.00 - 4.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>4.50 - 5.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>5.00 - 5.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>5.50 - 6.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>6.00 - 6.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>6.50 - 7.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>7.00 - 7.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>7.50 - 8.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>8.00 - 8.50</td><td>0</td></tr> <tr><td>8.50 - 9.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>9.00 - 9.50</td><td>1</td></tr> <tr><td>9.50 - 10.00</td><td>117</td></tr> </tbody> </table> Cuestionario 1. Preguntas sobre Electrostática antes de MAG-IA.	Calificación	Participantes	0.00 - 0.50	0	0.50 - 1.00	0	1.00 - 1.50	0	1.50 - 2.00	0	2.00 - 2.50	0	2.50 - 3.00	0	3.00 - 3.50	0	3.50 - 4.00	0	4.00 - 4.50	0	4.50 - 5.00	0	5.00 - 5.50	0	5.50 - 6.00	0	6.00 - 6.50	0	6.50 - 7.00	0	7.00 - 7.50	0	7.50 - 8.00	0	8.00 - 8.50	0	8.50 - 9.00	0	9.00 - 9.50	1	9.50 - 10.00	117
Calificación	Participantes																																										
0.00 - 0.50	0																																										
0.50 - 1.00	0																																										
1.00 - 1.50	0																																										
1.50 - 2.00	0																																										
2.00 - 2.50	0																																										
2.50 - 3.00	0																																										
3.00 - 3.50	0																																										
3.50 - 4.00	0																																										
4.00 - 4.50	0																																										
4.50 - 5.00	0																																										
5.00 - 5.50	0																																										
5.50 - 6.00	0																																										
6.00 - 6.50	0																																										
6.50 - 7.00	0																																										
7.00 - 7.50	0																																										
7.50 - 8.00	0																																										
8.00 - 8.50	0																																										
8.50 - 9.00	0																																										
9.00 - 9.50	1																																										
9.50 - 10.00	117																																										



Cuestionario 2. Preguntas sobre Electrostática después de MAG-IA.

A7. Recogida y análisis de resultados.

Se recogieron los resultados obtenidos en los cuestionarios realizados a través del Campus Virtual y se realizó un análisis comparativo de los resultados anteriores y posteriores a la incorporación de MAG-IA. Las gráficas incluidas en esta memoria muestran la evolución de los resultados obtenidos por el alumnado en ambas evaluaciones.

Los resultados muestran una evolución positiva en el desempeño del alumnado tras la incorporación de los recursos MAG-IA, especialmente en aquellos contenidos en los que la visualización dinámica puede facilitar la comprensión de fenómenos espaciales, campos electromagnéticos y procesos físicos. Estos resultados constituyen una primera evidencia del potencial de los recursos desarrollados como apoyo al aprendizaje, aunque deben interpretarse como una evaluación inicial, al no tratarse de un diseño experimental con grupo de control.

Resultado global del Objetivo 2:

Se ha conseguido integrar los recursos MAG-IA en el entorno docente y establecer un procedimiento de evaluación basado en cuestionarios del Campus Virtual. La comparación de los resultados obtenidos antes y después de la incorporación de los materiales

	proporciona evidencias cuantitativas sobre su posible contribución a la mejora del aprendizaje y permite identificar aquellos contenidos en los que resulta especialmente útil el empleo de recursos visuales e interactivos.
--	---

Objetivo nº 3	Crear un repositorio institucional de acceso libre con los materiales generados, promoviendo la transferencia e intercambio docente.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A8. Clasificación y documentación técnica de los recursos producidos. A9. Publicación en una web o repositorio docente de acceso libre (como UCA OpenCourseWare o similar). A10. Difusión del proyecto y resultados en jornadas y congresos de innovación educativa.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A8. Clasificación y documentación técnica de los recursos producidos. Los recursos desarrollados durante el proyecto fueron clasificados y organizados en bloques temáticos, incorporando la información necesaria para facilitar su consulta y utilización docente. Esta organización permitió estructurar los materiales dentro de la plataforma MAG-IA Web y facilitar su reutilización por parte del profesorado y del alumnado. Pueden ver la Web en https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/ A9. Publicación en una web o repositorio docente de acceso libre. Como resultado de esta actividad se desarrolló y publicó MAG-IA Web, un laboratorio virtual de acceso libre que centraliza los recursos visuales e interactivos generados en el proyecto. La plataforma permite acceder a los materiales desde un navegador y facilita su utilización tanto en actividades docentes presenciales como en el aprendizaje autónomo. El repositorio se encuentra disponible públicamente y constituye un recurso reutilizable y transferible a otras asignaturas y titulaciones.

	Pueden ver la Web en https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/ Uno de los resultados más relevantes del proyecto ha sido la transferencia efectiva de los materiales más allá de las asignaturas inicialmente previstas. Los recursos de MAG-IA Web están siendo utilizados por profesorado de otros departamentos de la Universidad de Cádiz, incluyendo el área de Física, así como por profesorado de otras instituciones universitarias, como la Universidad de Granada. Esta utilización externa constituye una evidencia del interés y la utilidad docente de los materiales desarrollados y del impacto alcanzado por el proyecto. A10. Difusión del proyecto y de sus resultados en jornadas y congresos de innovación educativa. Se solicitó la participación en las Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz (2026) con el objetivo de presentar el proyecto MAG-IA y compartir los resultados obtenidos con el profesorado de la Universidad. La propuesta, sin embargo, no fue seleccionada debido al elevado número de solicitudes recibidas y a las limitaciones de plazas disponibles en las Jornadas. Por tanto, la no participación en este evento respondió a una circunstancia externa al equipo del proyecto y no a la falta de realización de la actividad de difusión prevista. A pesar de esta limitación, la difusión y transferencia del proyecto se ha producido de manera efectiva a través de la publicación abierta de MAG-IA Web y, especialmente, mediante su utilización por docentes de otras áreas de la Universidad de Cádiz y de otras universidades. Esta transferencia espontánea de los materiales constituye un resultado especialmente significativo, al evidenciar que los recursos desarrollados han trascendido el ámbito de aplicación inicialmente previsto. Resultado global del Objetivo 3: Se ha alcanzado el objetivo de disponer de un
--	--

	repositorio web abierto, estructurado y reutilizable que permite la difusión y transferencia de los materiales generados. Aunque no fue posible realizar la presentación prevista en las Jornadas de Innovación Docente de la UCA debido al exceso de solicitudes, el proyecto ha obtenido un impacto y una transferencia docente efectiva, con utilización de MAG-IA Web por profesorado de otros departamentos de la UCA y de otras universidades. Este resultado pone de manifiesto el carácter transferible de los recursos desarrollados y constituye una evidencia del alcance conseguido por el proyecto.
--	---

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

<i>Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto</i>
La ejecución del proyecto MAG-IA ha tenido una influencia significativa en la evolución de las asignaturas implicadas, al incorporar una nueva forma de representar y trabajar contenidos de electromagnetismo y electrónica que tradicionalmente se abordan mediante formulaciones matemáticas, esquemas estáticos y explicaciones verbales. La utilización de visualizaciones dinámicas, animaciones e interacciones permite al alumnado observar de forma directa fenómenos que presentan una elevada dificultad de representación mental, especialmente aquellos relacionados con campos tridimensionales, distribución de cargas, inducción electromagnética, comportamiento microscópico de materiales y funcionamiento de dispositivos semiconductores. La principal aportación del proyecto a las asignaturas ha sido, por tanto, la incorporación de una dimensión visual e interactiva al proceso de enseñanza-aprendizaje. Los recursos desarrollados se han integrado en la docencia como material complementario a las explicaciones teóricas y a los problemas y actividades habituales, permitiendo reforzar la conexión entre la formulación matemática de los fenómenos físicos y su interpretación conceptual. Asimismo, el acceso a los materiales a través de MAG-IA Web facilita que el alumnado pueda revisarlos de forma autónoma fuera del aula y utilizarlos como recurso de apoyo durante el estudio. Pueden ver la Web en https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/

El carácter transversal de los materiales ha permitido extender su aplicación a distintas asignaturas y titulaciones de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. En particular, los recursos han sido implementados en asignaturas como Fundamentos Físicos y Electrónicos del Grado en Ingeniería Informática (GII), Electrónica del Grado en Ingeniería Electrónica (GIE) y Electrónica del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (GIEI), entre otras. En conjunto, esta aplicación supone un alcance superior a 200 estudiantes por curso académico, pertenecientes a diferentes titulaciones pero con necesidades formativas comunes en electromagnetismo, electrónica e instrumentación.

Otro aspecto relevante ha sido la transformación de los recursos docentes desde materiales desarrollados específicamente para una asignatura hacia una biblioteca de recursos reutilizable y escalable. La creación de MAG-IA Web permite mantener, ampliar y reutilizar los materiales en diferentes cursos y contextos docentes, reduciendo la dependencia de recursos estáticos y favoreciendo una evolución progresiva de las asignaturas hacia metodologías apoyadas en recursos digitales interactivos.

Pueden ver la Web en

<https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/>

La influencia del proyecto también se ha extendido más allá de las asignaturas inicialmente implicadas. Los materiales disponibles en MAG-IA Web han comenzado a ser utilizados por profesorado de otras áreas de la Universidad de Cádiz, incluyendo el ámbito de Física, y por profesorado de otras universidades, como la Universidad de Granada. Esta utilización constituye una evidencia especialmente relevante de la transferencia alcanzada y pone de manifiesto que los recursos desarrollados responden a una necesidad docente compartida por diferentes titulaciones y centros.

Finalmente, la comparación de los resultados obtenidos mediante cuestionarios realizados en el Campus Virtual antes y después de la incorporación de los recursos MAG-IA proporciona una primera evidencia cuantitativa sobre su influencia en el aprendizaje. Estos resultados, que se presentan en las gráficas incluidas en esta memoria, permiten valorar la evolución del grado de comprensión del alumnado en contenidos concretos y complementan la valoración cualitativa derivada de la experiencia docente.

En conjunto, MAG-IA ha contribuido a evolucionar las asignaturas implicadas hacia un modelo de enseñanza en el que la visualización dinámica y la interacción complementan la explicación teórica tradicional. Su carácter abierto, reutilizable y transferible constituye además un resultado sostenible, ya que los recursos desarrollados pueden seguir incorporándose y ampliándose en futuras ediciones de las asignaturas y en otros contextos docentes.

- Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto	
Número de alumnado matriculado:	237 (GII) + 102 (GIE/GIEI)

<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
<i>Ninguna dificultad</i>	<i>Poca dificultad</i>	<i>Dificultad media</i>	<i>Bastante dificultad</i>	<i>Mucha dificultad</i>
2	6	1	0	1
<i>Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto</i>				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
<i>Ninguna dificultad</i>	<i>Poca dificultad</i>	<i>Dificultad media</i>	<i>Bastante dificultad</i>	<i>Mucha dificultad</i>
7	2	0	0	1
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
<i>Nada de acuerdo</i>	<i>Poco de acuerdo</i>	<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>Completamente de acuerdo</i>
0	0	2	0	7
<i>En el caso de la participación de profesorado invitado</i>				
<i>La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
<i>Nada de acuerdo</i>	<i>Poco de acuerdo</i>	<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>Completamente de acuerdo</i>
<i>Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado</i>				
La influencia del proyecto MAG-IA en la opinión del alumnado ha sido claramente positiva. La acogida de los recursos desarrollados ha superado las expectativas iniciales del equipo docente, tanto por el interés mostrado por los estudiantes como por el grado de aceptación de la herramienta como recurso complementario para el aprendizaje. Durante la implementación del proyecto, el alumnado ha manifestado de forma reiterada su satisfacción con los materiales desarrollados, siendo frecuentes los comentarios positivos y las felicitaciones al equipo docente por la iniciativa. Esta valoración ha sido especialmente significativa entre el alumnado del Grado en Ingeniería Informática (GII), que no solo ha utilizado los recursos disponibles, sino que ha mostrado un interés activo por el propio proceso de desarrollo, planteando en numerosas ocasiones la posibilidad de incorporar nuevos contenidos y participar en la creación de nuevos recursos HTML. Este último aspecto resulta especialmente relevante desde el punto de vista de la innovación docente, ya que indica que MAG-IA no ha sido percibido únicamente como un repositorio de materiales proporcionados por el profesorado, sino como una herramienta capaz de despertar curiosidad e interés por la propia representación visual e interactiva de los fenómenos físicos y electrónicos. El interés del alumnado por proponer y desarrollar nuevos recursos constituye, por tanto, un indicador cualitativo de implicación y de apropiación de la herramienta como parte de su proceso de aprendizaje. La experiencia también ha puesto de manifiesto que los recursos visuales son especialmente valorados cuando permiten observar de manera dinámica conceptos que habitualmente requieren un elevado grado de abstracción. La posibilidad de interactuar con las representaciones y de				

visualizar la evolución de los fenómenos facilita al alumnado establecer una conexión más directa entre los modelos teóricos estudiados y su interpretación física.

Desde una perspectiva crítica, la experiencia desarrollada permite concluir que MAG-IA ha tenido una influencia favorable no solo sobre la percepción de los materiales docentes, sino también sobre el interés del alumnado por los contenidos de las asignaturas. No obstante, se considera que esta herramienta debe entenderse como un complemento de la enseñanza convencional y no como un sustituto de la explicación teórica, la formulación matemática o la resolución de problemas.

Finalmente, la valoración del alumnado se ve reforzada por un resultado que inicialmente no estaba previsto en esta dimensión del proyecto: el interés generado por MAG-IA ha trascendido el ámbito de las asignaturas directamente implicadas. Los recursos desarrollados están siendo utilizados por profesorado de otros departamentos de la Universidad de Cádiz y por docentes de otras universidades, como la Universidad de Granada. Esta transferencia constituye una evidencia adicional del valor percibido de los materiales y de su capacidad para responder a una necesidad docente que trasciende una asignatura o titulación concreta.

En conjunto, la experiencia puede valorarse como un resultado muy satisfactorio del proyecto. La buena acogida por parte del alumnado, las felicitaciones recibidas, el interés espontáneo por participar en el desarrollo de nuevos recursos y la posterior utilización de MAG-IA por otros docentes e instituciones constituyen indicadores cualitativos sólidos de que la innovación ha sido capaz de generar interés, implicación y valor docente más allá de los objetivos inicialmente planteados.

4. **Describe las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

En la solicitud del proyecto MAG-IA se establecieron diferentes medidas de difusión orientadas a dar a conocer tanto los recursos desarrollados como los resultados obtenidos y a favorecer su transferencia al profesorado universitario. En concreto, se comprometió la "participación en las Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz (2026)", con el objetivo de presentar el proyecto y compartir sus resultados con profesorado de diferentes titulaciones de la Universidad.

Asimismo, se contempló la "presentación de los resultados en congresos especializados en innovación educativa", concretamente en eventos como IN-RED, CIDUI o JIDA, mediante una comunicación centrada en la utilización combinada de MATLAB e inteligencia artificial para la visualización y enseñanza de fenómenos físicos.

Como tercera medida, se comprometió la "difusión del proyecto a través de redes y medios institucionales", con el propósito de favorecer el conocimiento y utilización de los materiales desarrollados más allá de las asignaturas directamente implicadas.

Finalmente, se planteó la "organización de un taller formativo interno dirigido al profesorado de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz", orientado a mostrar las posibilidades de MATLAB para la creación de recursos de visualización educativa.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

Durante el desarrollo del proyecto MAG-IA se han llevado a cabo diversas medidas destinadas a difundir los recursos desarrollados, los resultados obtenidos y las posibilidades de transferencia de la experiencia a otros contextos docentes.

En primer lugar, se ha puesto a disposición de la comunidad universitaria el entorno web MAG-IA, que permite acceder de forma libre a los materiales y simulaciones desarrollados. La publicación en abierto facilita su consulta, utilización y reutilización por parte de otros docentes y estudiantes, favoreciendo la transferencia de los resultados más allá de las asignaturas directamente implicadas en el proyecto.

Pueden ver la Web en

<https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/>

Asimismo, se han difundido los resultados y los recursos desarrollados entre departamentos y profesorado de la Universidad de Cádiz que han mostrado interés por la temática, especialmente entre docentes vinculados a materias relacionadas con la física, el electromagnetismo y la electrónica. Esta difusión ha permitido dar a conocer MAG-IA y favorecer su utilización en otros contextos docentes, constituyendo una primera vía de transferencia de los materiales desarrollados.

Como medida específica de formación y transferencia, el día 21 de mayo de 2026 se organizó un taller formativo interno en el laboratorio C11 de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. La actividad estuvo dirigida a profesorado de la Escuela y a alumnado interesado en el proyecto MAG-IA, y permitió presentar el entorno desarrollado, mostrar ejemplos de los recursos interactivos y explicar sus posibilidades de aplicación como herramienta de apoyo a la enseñanza del electromagnetismo y la electrónica.

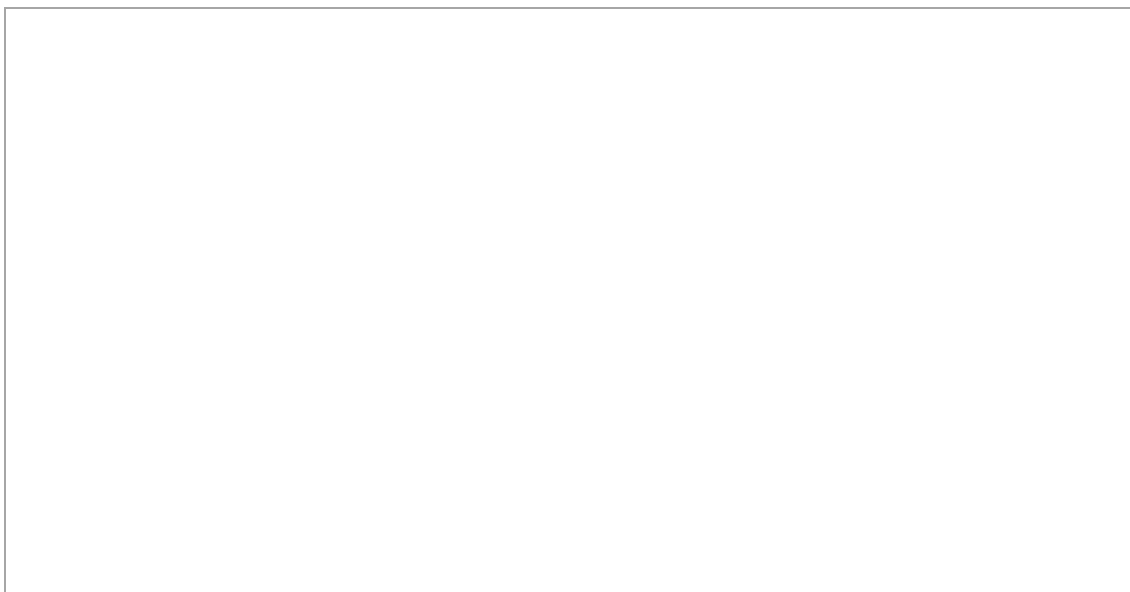
En relación con la participación en las Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz previstas para 2026, se presentó la correspondiente propuesta de participación. No obstante, la propuesta no fue seleccionada debido al elevado número de solicitudes recibidas y a las limitaciones de plazas disponibles. Por tanto, esta medida de difusión no pudo llevarse a cabo por una circunstancia externa al equipo del proyecto.

Finalmente, se mantiene como línea de difusión la presentación de MAG-IA en congresos especializados en innovación educativa, particularmente IN-RED, CIDUI y JIDA, mediante una comunicación centrada en la utilización de MATLAB y herramientas de inteligencia artificial para la creación de recursos visuales e interactivos destinados a la enseñanza de fenómenos físicos y electrónicos. En la actualidad se están realizando gestiones para obtener financiación que permita cubrir los costes asociados a la participación en estos congresos.

En conjunto, las medidas desarrolladas han permitido combinar la difusión abierta de los materiales, la transferencia directa a otros docentes y departamentos y la formación interna, mientras que la difusión mediante jornadas y congresos permanece parcialmente condicionada por la disponibilidad de financiación y por los procesos de selección de las propias actividades.

5. **Conclusiones.** Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones
El proyecto MAG-IA puede considerarse una experiencia de innovación docente más que satisfactoria, al haber permitido desarrollar y poner en funcionamiento una colección de recursos visuales, dinámicos e interactivos orientados a facilitar la comprensión de conceptos de electromagnetismo y electrónica que presentan una elevada dificultad de representación espacial, dinámica o microscópica. La experiencia desarrollada ha puesto de manifiesto el potencial de este tipo de recursos como complemento de la enseñanza tradicional, facilitando al alumnado la visualización y exploración de fenómenos que habitualmente se presentan mediante formulaciones matemáticas, esquemas estáticos o explicaciones verbales. Uno de los principales resultados del proyecto es que MAG-IA no se limita a la generación de materiales aislados, sino que ha dado lugar a un entorno web estructurado y reutilizable que permite integrar progresivamente nuevos contenidos. Esta característica proporciona al proyecto una elevada sostenibilidad, ya que los recursos desarrollados pueden mantenerse disponibles y utilizarse en sucesivos cursos académicos sin necesidad de reproducir el trabajo de desarrollo inicial. Asimismo, el formato web facilita su acceso desde diferentes dispositivos y contextos docentes, sin requerir la instalación de software específico por parte del alumnado. La experiencia también ha puesto de manifiesto el elevado potencial de transferencia de MAG-IA. Aunque los recursos se han desarrollado inicialmente tomando como referencia las necesidades docentes de asignaturas de primeros cursos de ingeniería, la metodología y la estructura de la plataforma son fácilmente exportables a otras asignaturas relacionadas con la Física y la Electrónica. En este sentido, se plantea como línea de continuidad la ampliación de MAG-IA con nuevos recursos correspondientes a otras materias de electrónica, electromagnetismo y física, así como su adaptación a las necesidades específicas de diferentes titulaciones y niveles de formación. Otro aspecto relevante para la sostenibilidad del proyecto es su carácter abierto y transferible. La disponibilidad de los materiales a través del entorno web MAG-IA facilita que puedan ser utilizados por otros docentes de la Universidad de Cádiz y, potencialmente, por profesorado de otras instituciones universitarias. Esta posibilidad de reutilización permite que el impacto del proyecto pueda mantenerse y crecer más allá del periodo de ejecución de la convocatoria. Como complemento a la plataforma web, se incorpora a esta memoria un apéndice con información detallada sobre el uso de MAG-IA y de los diferentes recursos desarrollados. Este documento pretende facilitar la consulta y utilización de la herramienta por parte del profesorado y del alumnado, proporcionando una referencia práctica sobre las posibilidades de los materiales y su aplicación en el contexto docente. De este modo, se favorece tanto la autonomía en el uso de MAG-IA como su transferencia a otras asignaturas y docentes interesados. Finalmente, se considera que MAG-IA constituye una base sólida para futuras actuaciones de innovación docente en las que se profundice en la integración de simulaciones interactivas, visualización científica, MATLAB y herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la enseñanza. La continuidad del proyecto permitirá no solo incrementar el número de recursos disponibles, sino también extender la experiencia a nuevas asignaturas de Física y Electrónica y consolidar una metodología docente basada en la visualización, la interacción y la exploración activa de fenómenos complejos.



MAG-IA

Apéndice: Guía de USO

<https://joseavilchez.github.io/MAGIA-Web/>

- 📖 Tema 1. Campo Eléctrico
- 📖 Tema 02. Ley de Gauss
- 📖 Tema 04. Corriente Eléctrica
- 📖 Tema 06. Condensadores
- 📖 Tema 07. Campo Magnético
- 📖 Tema 08. Inducción
Electromagnética
- 📖 Tema 09. Circuitos
- 📖 Tema 11. Física Atómica y de
Semiconductores
- 📖 Tema 12. Diodos y Aplicaciones
- 📖 Tema 13. Transistores Bipolares
- 📖 Tema 14. Transistores Efecto
Campo

Simulación 1

1. Título de la simulación: Líneas de Campo eléctrico.

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II.

3. Tema específico

Campo eléctrico.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la web (máx. 3–5 líneas).

La web muestra una vista 3D interactiva en movimiento de un dipolo eléctrico y en la que se visualizan las líneas del campo eléctrico generada entre la carga positiva y la negativa.

En ella se permite cambiar la separación de las cargas y la intensidad de éstas para así modificar la cantidad de líneas de campo.

Además, aparece un fundamento teórico y unas aclaraciones explicando lo que sucede cuando se cambia la intensidad.

5. Objetivo didáctico

Facilitar la comprensión conceptual del campo eléctrico generado por un dipolo mediante una representación visual e interactiva en 3D, permitiendo al alumno explorar cómo la intensidad de las cargas y su separación influyen en la distribución y densidad de las líneas de campo, vinculando la observación con los fundamentos teóricos del electromagnetismo.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Dipolo eléctrico, campo eléctrico, líneas de campo, carga positiva y negativa, intensidad de carga, superposición de campos, distribución del campo eléctrico.

8. Duración/Características técnicas

Loop de unos 20 segundos.

Peso: 13 Kbytes.

Resolución: 1080x1080 px (para proyección o pantalla).

9. Modo de uso (docente)

La utilización de la simulación se plantea como una actividad guiada de exploración conceptual, apoyada en una **vista 3D interactiva**, elemento clave para la comprensión espacial del campo eléctrico. En primer lugar, el alumnado debe observar la configuración inicial del dipolo eléctrico, prestando atención a la representación de las líneas de campo.

Posteriormente, se le propone la manipulación progresiva de los parámetros disponibles — separación entre cargas e intensidad de las mismas— con el objetivo de analizar de forma cualitativa las variaciones en la distribución y densidad del campo eléctrico.

Durante la interacción, se fomenta la formulación de hipótesis y su contrastación mediante la propia simulación, promoviendo un aprendizaje activo. Paralelamente, el alumnado debe consultar el apartado teórico incluido en la herramienta para interpretar los resultados observados y relacionarlos con los principios físicos subyacentes.

Finalmente, se plantea la reflexión sobre los fenómenos visualizados, consolidando la conexión entre la representación gráfica y los conceptos formales del electromagnetismo.

9. Modo de uso (Alumno)

Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Observar la representación 3D del dipolo eléctrico y las líneas de campo generadas entre ambas cargas.
2. Modificar la separación entre las cargas utilizando el control deslizante correspondiente y analizar cómo cambia la forma del campo eléctrico.
3. Ajustar la intensidad de las cargas y prestar atención en la variación de la densidad de las líneas de campo.
4. Interpretar los cambios observados apoyándose en el fundamento teórico incluido en la web.
5. Relacionar la visualización con los conceptos estudiados en clase para reforzar la comprensión del fenómeno.

Se recomienda explorar diferentes combinaciones de parámetros y reflexionar sobre los resultados obtenidos.

10. Notas adicionales (opcional)

No procede

Simulación 2

1. Título de la simulación: Simulación Interactiva de Flujo Eléctrico

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II .

3. Tema específico

Flujo eléctrico.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La web muestra una vista 3D interactiva de un rectángulo y su vector de superficie todo ello alojado en el seno de un campo eléctrico. Una leyenda aclara las etiquetas de la vista interactiva.

Mediante controles deslizantes se permite cambiar la intensidad de campo eléctrico y la superficie. Además, también dispone de controles para modificar el ángulo de la superficie con respecto al campo, dando la posibilidad incluso de que el ángulo cambie automáticamente a modo de animación.

Como resultado, en cada instante se visualiza el valor del flujo eléctrico calculado a partir de los parámetros configurados.

Además, aparece un fundamento teórico con las fórmulas de flujo eléctrico general y particular para un rectángulo y campo eléctrico constante.

5. Objetivo didáctico

Comprender el concepto de flujo eléctrico a través de una superficie mediante una representación interactiva en 3D, analizando cómo la intensidad del campo eléctrico, el área de la superficie y su orientación influyen en su valor. La simulación permite al alumnado visualizar y relacionar de forma directa la expresión matemática del flujo con su interpretación geométrica y física.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Flujo eléctrico, campo eléctrico uniforme, vector de superficie, área de la superficie, producto escalar.

8. Duración/Características técnicas

Loop de unos 12 segundos tras pulsar botón “Iniciar Giro Automático”.

Peso < 28KB.

Resolución: 1080x1080 px (para proyección o pantalla).

9. Modo de uso (alumnado)

Obsérvese la representación inicial en 3D del sistema, identificando el **rectángulo**, su **vector superficie** y la dirección del **campo eléctrico**, utilizando las opciones de rotación y zoom para comprender su disposición en el espacio.

Posteriormente, se plantea la modificación progresiva de los parámetros disponibles mediante los controles deslizantes. En este sentido, se debe:

- Analizar la influencia de la **intensidad del campo eléctrico** en el valor del flujo.
- Observar el efecto de la variación de la **superficie del rectángulo** sobre el flujo eléctrico.
- Estudiar la dependencia del flujo respecto al **ángulo entre el campo y la superficie**, prestando especial atención a los casos límite (0° , 90° y 180°).

Asimismo, se recomienda el uso de la **animación del ángulo** para visualizar de forma continua la variación del flujo y facilitar la comprensión de su dependencia angular a través del término $\cos \theta$.

Durante la actividad, el alumnado debe comparar el valor numérico del flujo mostrado en la simulación con la expresión teórica correspondiente, apoyándose en el apartado de **fundamento teórico** para interpretar y justificar los resultados obtenidos.

Finalmente, se pretende que el alumnado explore distintas combinaciones de parámetros y reflexione sobre los patrones observados, favoreciendo la conexión entre la representación geométrica tridimensional y la formulación matemática del flujo eléctrico.

Modo de uso (enfoque para docente):

La utilización de la simulación se plantea como una actividad de exploración guiada orientada a la comprensión del concepto de flujo eléctrico a través de una superficie. En una primera fase, el alumnado debe familiarizarse con la representación tridimensional del sistema, identificando los elementos fundamentales —rectángulo, vector superficie y campo eléctrico— y analizando su disposición espacial mediante la interacción con la vista 3D, lo cual facilita la comprensión geométrica del fenómeno.

Posteriormente, se propone la manipulación sistemática de los parámetros disponibles mediante controles deslizantes, variando la intensidad del campo eléctrico, el área de la superficie y el ángulo entre el campo y el vector superficie. Esta exploración permite analizar de forma cualitativa y cuantitativa la influencia de cada magnitud en el valor del flujo eléctrico.

La incorporación de la animación del ángulo refuerza el análisis de la dependencia angular, favoreciendo la identificación de patrones y la comprensión del papel del término $\cos \theta$ en la expresión del flujo. Durante todo el proceso, el alumnado debe contrastar los valores obtenidos en la simulación con la formulación teórica proporcionada, promoviendo la conexión entre la representación visual y el modelo matemático.

Finalmente, la actividad se orienta a la reflexión y síntesis de los resultados observados, con el objetivo de consolidar una comprensión integrada del concepto de flujo eléctrico desde una perspectiva geométrica, analítica y física.

10. Notas adicionales (opcional)

Recomendación de otros recursos complementarios (...). Referenciarlo con los apuntes del curso

Simulación 3

1. Título de la simulación: Ley de Gauss - Hilo infinito uniformemente cargado

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II.

3. Tema específico

Ley de Gauss.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva muestra un hilo infinito con densidad lineal de carga uniforme (positiva o negativa) y la aplicación de una superficie gaussiana cilíndrica concéntrica. Permite visualizar de forma dinámica las líneas de campo eléctrico radiales y los vectores diferenciales de superficie en las tapas y la cara lateral del cilindro, facilitando la comprensión del cálculo del flujo eléctrico.

5. Objetivo didáctico

- Comprender cómo la simetría cilíndrica de un hilo infinito condiciona la dirección radial del campo eléctrico.
- Visualizar la elección idónea de un cilindro como superficie gaussiana y cómo simplifica el producto escalar del flujo.
- Identificar por qué el flujo eléctrico es nulo en las tapas del cilindro (vectores perpendiculares) y máximo en la superficie lateral (vectores paralelos).

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Campo eléctrico, hilo infinito de carga, densidad lineal de carga, flujo eléctrico, superficie gaussiana cilíndrica, Ley de Gauss.

8. Duración/Características técnicas

- Interactividad en tiempo real mediante Canvas 2D con proyección e iluminación 3D.
- Renderizado interactivo y rotación libre mediante órbita con el ratón.
- Interfaz adaptativa (diseño responsive con Tailwind CSS) orientada a proyección en aula o pantallas de escritorio.

9. Modo de uso (alumnado)

- Exploración interactiva: El estudiante puede hacer clic izquierdo y arrastrar sobre el lienzo para rotar tridimensionalmente el sistema y analizar el fenómeno desde cualquier ángulo.

- Experimentación con parámetros: Cambiar la polaridad de la carga (Positiva/Negativa) mediante el selector para observar cómo se invierte el sentido de los vectores de campo eléctrico.
- Visualización selectiva: Activar o desactivar de forma independiente los Ejes Coordinados, la Superficie Gaussiana, el Campo Eléctrico (E) y los Vectores de Superficie (dS) para asimilar el problema paso a paso.
- Cambio de perspectiva: Usar los botones inferiores para cambiar instantáneamente entre vistas ortogonales fijas (Planta, Frontal, Lateral) o volver a la perspectiva tridimensional libre.

Modo de uso (enfoque para docente):

- Demostración en el aula: Utilizar los botones de vistas fijas, especialmente la vista de Planta (XY), para demostrar de forma visual e incuestionable la simetría radial del campo eléctrico.
 - Explicación por fases/capas: El docente puede comenzar la clase desactivando todas las opciones e ir activándolas secuencialmente durante su explicación magistral: primero introducir el hilo cargado, luego justificar y proyectar la superficie gaussiana cilíndrica, y finalmente desplegar los vectores E y dS para calcular el flujo.
 - Evaluación formativa en directo: Preguntar a la clase hacia dónde apuntarán los vectores dS en las tapas laterales frente a la superficie curva antes de activar el botón correspondiente, permitiendo comprobar hipótesis en tiempo real.
11. Notas adicionales (opcional): El recurso cuenta con un panel derecho que muestra de forma explícita las ecuaciones base de la Ley de Gauss en formato matemático. Es excelente para complementar la deducción analítica en la pizarra, ya que conecta directamente la abstracción matemática con la representación geométrica 3D interactiva.

10. Notas adicionales (opcional)

El recurso cuenta con un panel derecho que muestra de forma explícita las ecuaciones base de la Ley de Gauss en formato matemático. Es excelente para complementar la deducción analítica en la pizarra, ya que conecta directamente la abstracción matemática con la representación geométrica 3D interactiva.

Simulación 4

1. Título de la simulación: Ley de Gauss - Esfera uniformemente cargada

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II.

3. Tema específico

Ley de Gauss.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva modela una distribución de carga esférica uniforme y la aplicación de una superficie gaussiana concéntrica. Permite explorar visualmente el comportamiento del campo eléctrico radial y los vectores diferenciales de superficie en dos escenarios críticos: en el interior del cuerpo cargado y en el exterior del mismo.

5. Objetivo didáctico

- Comprender la dependencia del campo eléctrico respecto a la distancia tanto en el interior como en el exterior de una distribución esférica homogénea.
- Asimilar el concepto de carga encerrada, observando gráficamente cómo disminuye el campo en el interior al reducirse el volumen que encierra la superficie gaussiana.
- Constatar de forma geométrica que los vectores de campo eléctrico y de superficie son colineales en cualquier punto de la esfera, simplificando el producto escalar de la integral.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Campo eléctrico, esfera cargada, carga encerrada, volumen de control, flujo eléctrico, superficie gaussiana esférica, Ley de Gauss.

8. Duración/Características técnicas

- Gráficos interactivos en tiempo real procesados mediante Canvas 2D con cálculo de iluminación esférica.
- Control de cámara orbital completo mediante arrastre con ratón o gestos táctiles en móviles y tabletas.
- Maquetación y estilos integrados dinámicamente con Tailwind CSS, optimizados para su visualización multiplataforma.

9. Modo de uso (alumnado)

- Manipulación tridimensional: Hacer clic izquierdo y arrastrar el ratón o deslizar el dedo en pantallas táctiles para rotar la esfera y verificar la simetría esférica desde cualquier ángulo.
- Transición geométrica radial: Alternar entre los botones de Interior y Exterior para estudiar cómo se reconfigura la superficie de control y cómo afecta al tamaño de los vectores de campo.
- Inversión de carga: Cambiar la polaridad entre Positiva y Negativa para examinar el cambio instantáneo de sentido de las líneas de campo, ya sean salientes o entrantes.
- Análisis por capas: Utilizar el bloque de botones de configuración para encender y apagar los Ejes, la Superficie Gaussiana, el Campo Eléctrico o los Vectores de Superficie.

Modo de uso (enfoque para docente):

- Explicación del Teorema de Gauss en volumen: Activar la vista de Interior para ilustrar visualmente por qué el campo decrece a medida que nos acercamos al origen, conectándolo con la reducción de la carga encerrada.
- Deducción formal de la fórmula: Utilizar las opciones de Planta o Frontal en combinación con las capas de vectores de campo y superficie para demostrar visualmente que ambos vectores son paralelos en cualquier punto, justificando así la simplificación del producto escalar.
- Demostración de equivalencia puntual: Usar el modo de Exterior para razonar con los alumnos que, desde fuera, la simetría esférica hace que todo el cuerpo se comporte exactamente igual que si fuera una carga puntual concentrada en el origen.

10. Notas adicionales (opcional)

El panel informativo derecho expone las expresiones de los resultados obtenidos tras integrar el flujo en ambas regiones. Sirve como excelente soporte visual para consolidar la clase teórica justo en el momento de graficar o resolver el campo eléctrico en función de la distancia.

Simulación 5

1. **Título de la simulación:** Condensador con Dieléctrico - Polarización y Almacenamiento Dinámico

2. **Asignatura:** Fundamentos Físicos, Física II

3. **Tema específico:** Capacidad, Dieléctricos y Energía Electrovolúmica.

4. **Descripción del fenómeno.** Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La web muestra una simulación interactiva bidimensional de un condensador de placas paralelas conectado a una fuente de tensión constante, en el cual se inserta un material dieléctrico variable. Permite visualizar de forma microscópica cómo los dipolos moleculares se orientan y alinean progresivamente bajo el influjo del campo eléctrico externo conforme aumentan el voltaje o la constante dieléctrica. De manera simultánea, un cuadro de mandos calcula y despliega en tiempo real las repercusiones macroscópicas directas sobre la capacitancia, la carga neta acumulada y la energía electrostática total almacenada.

5. **Objetivo didáctico**

- **Visualizar el comportamiento microscópico de la materia:** Comprender el fenómeno físico de la polarización molecular por orientación dentro de un dieléctrico en el seno de un campo eléctrico uniforme.
- **Analizar la influencia geométrica y material:** Demostrar cualitativa y cuantitativamente cómo la constante dieléctrica (κ) y la distancia de separación entre placas (d) alteran de manera inversa o directa la capacidad de almacenamiento de un dispositivo electrostático.
- **Correlacionar ecuaciones e indicadores:** Vincular las expresiones matemáticas de la electrostática ($Q = C \cdot V$ y $U = \frac{1}{2} C V^2$) con lecturas y variaciones dinámicas en directo bajo un escenario de diferencia de potencial constante.

6. **Nivel académico sugerido**

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Informática (primeros cursos universitarios).

7. **Conceptos clave**

Condensador de placas paralelas, constante dieléctrica (κ), dipolos eléctricos moleculares, polarización por orientación, capacidad electrostática, líneas de campo eléctrico, energía almacenada.

8. **Duración/Características técnicas**

- **Arquitectura ágil:** Simulación interactiva autónoma programada enteramente en HTML5, CSS3 y JavaScript nativo, lo que garantiza un consumo mínimo de recursos y tiempos de carga instantáneos.

- **Renderizado y dinámicas:** Gráficos fluidos procesados en tiempo real mediante un lienzo HTML5 *Canvas 2D*, con algoritmos internos de interpolación angular para el comportamiento cinético de los dipolos moleculares.
- **Soporte matemático:** Integración de la biblioteca MathJax 3 para el renderizado vectorial nítido de ecuaciones e inline de LaTeX.
- **Diseño optimizado (Responsive):** Maquetación a doble columna (Lienzo principal a la izquierda y mandos/teoría agrupados en la columna derecha) que aprovecha el ancho de pantalla, reduciendo drásticamente la longitud vertical y eliminando la necesidad de realizar *scroll*.

9. Modo de uso (alumnado)

- **Fase de reconocimiento:** Observe el condensador en su estado neutro por defecto, identificando la dirección y densidad de las líneas de campo eléctrico que emergen de la placa de carga positiva (rojo) hacia la placa de carga negativa (azul).
- **Manipulación de variables de control:** Modifique progresivamente los tres controles deslizantes dispuestos en el panel lateral de configuración:
- Incremente el valor de **Dieléctrico** y analice cómo el desorden térmico de las moléculas se mitiga hasta que los dipolos se alinean orientando sus extremos negativos hacia la placa positiva, forzando a la fuente a suministrar más carga .
- Varíe el **Voltaje (V)** para comprobar cómo la intensidad lumínica de las placas y el número de líneas de fuerza aumentan de manera proporcional.
- Altere la **Separación (d)** para experimentar la dependencia inversamente proporcional de la capacitancia respecto al grosor del dieléctrico.
- **Gestión de la animación:** Utilice el botón "*Pausar Dipolos*" para detener las oscilaciones cinéticas en cualquier instante y realizar mediciones o capturas estáticas precisas del ángulo de rotación molecular.
- **Validación matemática:** Compare los valores dinámicos del visor flotante (pF, pC, pJ) con las ecuaciones desarrolladas en la sección de "*Fórmulas Clave*" para consolidar la lógica detrás de los resultados teóricos.

Modo de uso (enfoque para docente):

- **Demostración magistral de la polarización:** El docente puede valerse de la animación para ilustrar visualmente el concepto del campo eléctrico inducido en el interior de la materia. Al elevar κ , puede mostrar a la clase cómo las cargas moleculares ligadas se agrupan en las fronteras del material, contraponiéndose al campo libre.
- **Resolución y experimentación de problemas en el aula:** Plantee hipótesis cuantitativas en la pizarra (por ejemplo: "*¿Qué ocurrirá con la energía almacenada si reducimos la distancia a la mitad manteniendo el voltaje constante?*") y desplace el

deslizador geométrico ante los estudiantes para comprobar de manera empírica e inmediata el efecto cuadrático y lineal de las variables.

- **Evaluación formativa intermedia:** Congele la animación mediante el botón de pausa en diferentes configuraciones y solicite a los alumnos que deduzcan si el sistema está almacenando o liberando trabajo antes de reanudar el flujo en tiempo real.

Simulación 6

1. Título de la simulación: Campo Magnético - Espira Circular Real

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II.

3. Tema específico

La simulación interactiva modela el campo magnético generado por una espira circular por la que circula una corriente eléctrica, aplicando el modelo físico de Biot-Savart mediante integración numérica. Permite observar la distribución geométrica de las líneas de campo y realizar mediciones del valor local en tiempo real al desplazar el cursor sobre el lienzo.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva modela el campo magnético generado por una espira circular por la que circula una corriente eléctrica, aplicando el modelo físico de Biot-Savart mediante integración numérica. Permite observar la distribución geométrica de las líneas de campo y realizar mediciones del valor local en tiempo real al desplazar el cursor sobre el lienzo.

5. Objetivo didáctico

- Comprender la relación de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente, el tamaño del radio de la espira y la magnitud del campo magnético resultante en su centro.
- Visualizar la forma tridimensional proyectada de las líneas de campo que envuelven al conductor y cómo se concentran en el interior del lazo.
- Analizar el cambio de sentido del campo magnético cuando se invierte la dirección de la corriente eléctrica (giro horario frente a antihorario).

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Campo magnético, espira circular, Ley de Biot-Savart, intensidad de corriente, líneas de fuerza, calibración dinámica.

8. Duración/Características técnicas

- Algoritmo de cálculo integrado en JavaScript para resolver numéricamente el lazo de corriente en tiempo real.
- Control dinámico de escala con soporte para zoom mediante la rueda del ratón.
- Interfaz web limpia e interactiva diseñada con Tailwind CSS, ideal para pantallas de escritorio y proyectores de aula.

9. Modo de uso (alumnado)

- Modificación de variables: Utilizar los deslizadores laterales para alterar la intensidad de la corriente (cambiando su polaridad) y modificar el radio de la espira de cobre.
- Medición interactiva: Mover el cursor sobre el espacio de trabajo para activar una mirilla que calcula de forma automática el vector campo y su valor numérico local.
- Ajuste de visualización: Emplear la rueda del ratón para acercarse o alejarse del fenómeno y pulsar el botón correspondiente para restablecer el zoom original.

Modo de uso (enfoque para docente):

- Validación de leyes físicas: Utilizar el bloque central de datos para demostrar de forma cualitativa y cuantitativa que el campo central disminuye al aumentar el radio o aumenta al intensificar la corriente.
- Explicación de la regla de la mano derecha: Cambiar el sentido de la corriente para mostrar gráficamente cómo los bornes alternan entre corriente entrante y saliente, invirtiendo la dirección del vector de campo central.
- Demostración de la falta de uniformidad: Guiar a la clase para comparar el valor teórico constante del centro con los cambios abruptos que registra el cursor interactivo a medida que se aproxima a los extremos del conductor.

10. Notas adicionales (opcional)

El entorno cuenta con un recuadro de simbología normalizada en la esquina superior derecha para identificar los vectores entrantes y salientes. Funciona como una herramienta excelente para introducir los principios del electromagnetismo antes de estudiar configuraciones de múltiples espiras o solenoides.

Simulación 7

1. Título de la simulación: Campo Magnético - Solenoide de Líneas Continuas

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II.

3. Tema específico

Campo Magnético (Ley de Ampère y Biot-Savart).

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva modela las líneas de campo magnético continuas generadas por un solenoide o bobina cilíndrica. Permite observar cómo cambian la geometría y la intensidad del campo en base al número de espiras, la longitud y la corriente, ofreciendo una lectura instantánea de los componentes del vector campo magnético al desplazar el cursor.

5. Objetivo didáctico

- Visualizar la superposición de los campos magnéticos individuales de cada espira para dar forma al campo del solenoide.
- Comprender el concepto de campo magnético uniforme en el interior de una bobina larga.
- Analizar de qué manera influyen la densidad de espiras por unidad de longitud y la intensidad de la corriente en la magnitud del campo central.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Campo magnético, solenoide, espiras, Ley de Ampère, uniformidad del campo, intensidad de corriente.

8. Duración/Características técnicas

- Cálculo y renderizado de líneas de campo en tiempo real implementado en JavaScript sobre Canvas 2D.
- Interfaz interactiva y flexible construida mediante componentes dinámicos con Tailwind CSS.
- Panel de instrumentación integrado para desglose de magnitudes físicas locales sin recargar la página.

9. Modo de uso (alumnado)

- Manipulación de parámetros: Ajustar mediante los deslizadores la intensidad de la corriente (pudiendo invertir su sentido), el número total de espiras y la longitud física de la bobina.
- Sonda de medición: Desplazar el ratón sobre cualquier punto del lienzo para posicionar una mirilla que mide los componentes horizontal, vertical y total del campo magnético local.
- Exploración de escala: Usar la rueda del ratón para realizar zoom sobre zonas concretas (como los bordes o el interior) y el botón de reinicio para recuperar la vista estándar.

Modo de uso (enfoco para docente):

- Demostración de campo uniforme: Ajustar un número alto de espiras y una longitud intermedia para mostrar que, en el centro del solenoide, las líneas de campo son paralelas y espaciadas de forma regular (campo homogéneo).
- Análisis de efectos de borde: Invitar a los alumnos a observar con la mirilla interactiva cómo decae el campo justo en los extremos del solenoide en comparación con su centro geométrico.
- Verificación cualitativa de Ampère: Modificar el número de espiras reduciendo la longitud para comprobar visualmente ante la clase cómo se intensifican las líneas de fuerza al aumentar la concentración de vueltas del conductor.

10. Notas adicionales (opcional)

La simulación dispone de un cuadro de simbología en la esquina superior derecha que ayuda a los alumnos a relacionar los puntos y cruces con la dirección de la corriente en el plano del circuito. Es una herramienta idónea para conectar el estudio de la espira simple con el comportamiento de electroimanes reales.

Simulación 8

1. Título de la simulación: Simulación del Efecto Hall Interactiva

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II, Electrónica Física.

3. Tema específico

Campo Magnético y Fuerzas sobre cargas en movimiento (Efecto Hall).

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación muestra el comportamiento de los portadores de carga (electrones) en el interior de un conductor plano cuando se les somete simultáneamente a una corriente eléctrica y a un campo magnético perpendicular. Permite visualizar la acumulación de cargas en los extremos laterales debido a la fuerza magnética, dando lugar a la aparición de un campo eléctrico transversal y a la consiguiente diferencia de potencial o voltaje de Hall.

5. Objetivo didáctico

- Visualizar la trayectoria de los electrones bajo la influencia combinada de la fuerza eléctrica y la fuerza de Lorentz (campo magnético).
- Comprender el origen del voltaje de Hall a partir del equilibrio dinámico entre la fuerza magnética y el campo eléctrico transversal generado por la acumulación de carga.
- Analizar cómo varían la densidad de corriente, el espesor del conductor y la polaridad del voltaje al alterar las condiciones del sistema.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Telecomunicaciones (primeros cursos).

7. Conceptos clave

Efecto Hall, Fuerza de Lorentz, portadores de carga, voltaje de Hall, campo magnético transversal, velocidad de deriva.

8. Duración/Características técnicas

- Animación interactiva en tiempo real implementada en JavaScript y renderizada mediante elementos DOM dinámicos.
- Interfaz gráfica moderna y responsiva construida con Tailwind CSS, compatible con entornos móviles y de escritorio.
- Monitorización en directo con representación visual de las líneas de campo magnético entrantes o salientes mediante simbología estándar.

9. Modo de uso (alumnado)

- Manipulación de deslizadores: Modificar la intensidad de la corriente eléctrica (pudiendo invertir su dirección), ajustar el campo magnético (modificando su magnitud y sentido) y variar el ancho del material conductor.
- Lecturas en tiempo real: Observar los bloques informativos superiores que indican los valores exactos del campo eléctrico interno, la velocidad de deriva de los electrones y el voltaje de Hall resultante.
- Gestión de la animación: Usar los botones inferiores para pausar o reanudar el flujo de electrones en el momento que se desee analizar una distribución concreta, o reiniciar el estado de las partículas con el botón de restablecer.

Modo de uso (enfoco para docente):

- Explicación del equilibrio de fuerzas: Pausar la simulación e ilustrar cómo el campo magnético desvía inicialmente los electrones hacia un lado del conductor. Al reanudarla, mostrar que la acumulación de cargas genera una repulsión eléctrica (campo de Hall) que termina por guiar a los nuevos electrones en línea recta.
- Demostración de inversión de polaridad: Cambiar el signo del deslizador de corriente o de campo magnético para que los alumnos aprecien visualmente cómo cambian de lado las cargas acumuladas y cómo el medidor de voltaje de Hall invierte su signo automáticamente.
- Análisis de variables físicas: Modificar el ancho del conductor para demostrar de forma cualitativa que, a igual corriente y campo, las dimensiones del material alteran directamente la velocidad de deriva y la respuesta en tensión del sensor.

10. Notas adicionales (opcional)

La simulación incluye un panel didáctico lateral con el desglose conceptual del fenómeno (acumulación de cargas, campo eléctrico transversal y equilibrio de fuerzas). Es una herramienta pedagógica excelente para introducir el principio de funcionamiento de los sensores magnéticos reales utilizados en la industria automotriz y electrónica.

Simulación 9

1. Título de la simulación: Laboratorio Virtual de Inducción Electromagnética en un Transformador AC

2. Asignatura: Fundamentos Físicos, Física II

3. Tema específico: Ley de Faraday-Lenz, inducción mutua y circuitos magnéticos en materiales ferromagnéticos.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva presenta un transformador eléctrico monofásico compuesto por un núcleo ferromagnético 3D y dos devanados (primario y secundario). Al encender el sistema en Corriente Alterna (CA), se visualiza el movimiento armónico ralentizado de los electrones en las bobinas y la consecuente creación de un flujo magnético confinado. El campo magnético se representa mediante vectores dinámicos (flechas) que oscilan en intensidad y rotan 180 grados de forma cíclica, mostrando en tiempo real el fenómeno de la inducción y la relación de transformación de tensiones.

5. Objetivo didáctico

- Comprender el principio de funcionamiento de un transformador monofásico en régimen sinusoidal de baja frecuencia.
- Visualizar de forma espacial la dirección instantánea y la inversión cíclica del flujo magnético en el núcleo ferromagnético a través de vectores tridimensionales (flechas de campo).
- Analizar analítica y geométricamente la relación de transformación de voltajes ($V_p / V_s = N_p / N_s$) modificando dinámicamente el número de espiras y la tensión de entrada.
- Relacionar el comportamiento microscópico del desfase y sentido de movimiento de las cargas eléctricas (electrones) en el devanado primario con la fuerza electromotriz inducida en el secundario.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Grado en Física (primeros cursos) o ciclos formativos superiores de la rama de Electricidad y Electrónica.

7. Conceptos clave

Corriente Alterna (CA), relación de espiras, inducción mutua, núcleo ferromagnético, flujo magnético variable, vectores de campo, transformador elevador/reductor.

8. Duración/Características técnicas

- Simulación interactiva programada íntegramente en un único archivo web (HTML5, CSS3 y JavaScript nativo).
- Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería *Three.js*, permitiendo rotación orbital mediante el ratón y escalado dinámico de elementos.
- Renderizado fluido y optimizado mediante una única instancia de material compartido (*fluxMaterial*) para el control de la opacidad por pulsación electromagnética.

- Animación temporal ralentizada y sincronizada matemáticamente para facilitar el seguimiento visual microscópico del flujo y los electrones.

9. Modo de uso (alumnado)

- **Manipulación del entorno 3D:** Hacer clic y arrastrar con el ratón sobre el lienzo para rotar el transformador en el espacio y apreciar la disposición geométrica de las bobinas sobre las columnas del núcleo.
- **Configuración del ensayo:** Modificar los parámetros del circuito utilizando los controles deslizantes del panel derecho: Voltaje de Entrada (V_p), Espiras del Primario (N_p) y Espiras del Secundario (N_s).
- **Activación y observación:** Presionar el botón "Encender Sistema". Observar cómo los electrones comienzan a oscilar lentamente a una frecuencia controlada y cómo los vectores de flujo (flechas de color cian) viajan por el núcleo, perdiendo brillo en los pasos por cero y cambiando instantáneamente de sentido al invertirse la polaridad de la corriente.
- **Comprobación matemática:** Observar la pantalla de estadísticas en la esquina superior izquierda (V_s) y contrastar el resultado numérico con el modo de operación indicado automáticamente ("Elevador" en verde o "Reductor" en rojo) según la ley de aislamiento físico del transformador.

Modo de uso (enfoque para docente):

- **Explicación del acoplamiento magnético:** Utilizar la simulación para ilustrar cómo la energía eléctrica del primario se transfiere al secundario sin que exista contacto eléctrico directo, valiéndose de la clara visualización de las flechas confinadas en el hierro.
- **Demostración de la Ley de Lenz:** Aprovechar la velocidad ralentizada de los electrones para pausar mentalmente el ciclo y debatir con la clase hacia dónde debe apuntar el flujo magnético en un instante de tiempo dado según el sentido de circulación de la corriente de entrada.
- **Cálculo de la relación de transformación:** Proponer ejercicios rápidos en la pizarra (por ejemplo, duplicar el número de espiras del secundario respecto al primario) y permitir que los estudiantes validen instantáneamente sus hipótesis moviendo los deslizadores de la herramienta para comprobar el voltaje de salida resultante.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 10

1. Título de la simulación: Unión PN - Simulación Centralizada

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Electrónica Física, Dispositivos Electrónicos.

3. Tema específico

Semiconductores y la unión PN.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación interactiva modela la formación de una unión PN a partir del contacto de dos cristales semiconductores dopados de tipo P (con exceso de huecos) y de tipo N (con exceso de electrones). Muestra en tiempo real la recombinación de portadores libres, la aparición de la zona de depleción o vaciamiento, la distribución espacial de la densidad de carga, la forma del campo eléctrico resultante y el perfil del potencial de barrera interna.

5. Objetivo didáctico

- Visualizar de manera unificada cómo la difusión de electrones y huecos crea la zona de carga espacial en la interfaz.
- Entender la correlación directa que existe entre el ancho de la zona de depleción, el campo eléctrico interno acumulado y la barrera de potencial.
- Comprender de forma cualitativa el estado de equilibrio térmico de un diodo semiconductor sin polarización externa.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Telecomunicaciones o Física (cursos intermedios).

7. Conceptos clave

Unión PN, portadores de carga (electrones y huecos), zona de depleción, densidad de carga espacial, campo eléctrico interno, potencial de barrera.

8. Duración/Características técnicas

- Gráficos y curvas dinámicas sincronizadas mediante un motor SVG controlado por JavaScript.
- Animación interactiva de partículas autónomas (huecos, electrones, iones fijos positivos y negativos) para representar el comportamiento microscópico.
- Interfaz modular avanzada de tres columnas construida con Tailwind CSS, ideal para un entorno de escritorio completo o proyección en aulas de teoría.

9. Modo de uso (alumnado)

- Barra de progreso interactiva: Utilizar el deslizador inferior para avanzar o retroceder paso a paso el tiempo de formación de la unión, observando la evolución cronológica del fenómeno.

- Animación automática: Presionar el botón de Reproducir/Pausar simulación para ver la secuencia fluida desde el instante inicial de contacto hasta alcanzar el estado de equilibrio.
- Control de visibilidad de partículas: Activar o desactivar las casillas del panel izquierdo para aislar visualmente elementos concretos como los electrones, los huecos o los iones fijos dopantes.
- Selección de gráficas: Marcar o desmarcar las casillas del bloque inferior para ocultar o mostrar de manera selectiva las gráficas de densidad de carga, campo eléctrico o potencial.

Modo de uso (enfoque para docente):

- Explicación de la electrostática de la unión: Mover el deslizador para detener la simulación en un punto intermedio y destacar ante la clase cómo la presencia de iones fijos descubiertos (en la gráfica de carga espacial) genera un campo eléctrico neto orientado desde la zona N hacia la zona P.
- Conexión de conceptos físicos: Usar las tres gráficas verticales alineadas para demostrar visualmente la relación matemática cualitativa (ecuaciones de Poisson): cómo el área bajo la curva de densidad de carga da forma al campo eléctrico, y cómo el área de este último determina el perfil de potencial.
- Dinámica microscópica: Desactivar los electrones y huecos momentáneamente para que los alumnos se enfoquen exclusivamente en los iones de la red cristalina, ayudando a resolver la confusión habitual entre portadores libres y cargas fijas ligadas al material.

10. Notas adicionales (opcional)

La simulación dispone de un glosario y un panel de soporte teórico integrado en el bloque derecho que describe brevemente cada una de las capas de partículas e iones. Esto la convierte en una herramienta excelente de autoaprendizaje en laboratorios o como complemento visual definitivo para la lección magistral sobre física de dispositivos semiconductores.

Simulación 11

1. Título de la simulación: Polarización Unión PN - MAG-IA

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Electrónica Física, Dispositivos Electrónicos.

3. Tema específico

El diodo semiconductor y sus regímenes de polarización.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

La simulación muestra de forma interactiva el comportamiento microscópico y macroscópico de una unión PN cuando se le aplica un voltaje externo. Permite observar el paso desde el estado de equilibrio hacia la polarización inversa (donde la barrera de potencial y la zona de depleción aumentan) y hacia la polarización directa (donde la barrera disminuye hasta permitir una conducción eléctrica exponencial).

5. Objetivo didáctico

- Distinguir físicamente entre los regímenes de polarización directa e inversa en un diodo de unión PN.
- Comprender el concepto de voltaje de codo o umbral, observando cómo se desmorona la barrera de potencial interna al superarlo.
- Correlacionar la anchura de la zona de vaciamiento con los cambios en la gráfica de intensidad de corriente frente a voltaje externo.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Telecomunicaciones o Física (cursos intermedios).

7. Conceptos clave

Polarización directa, polarización inversa, voltaje externo, corriente de conducción, barrera de potencial, curva característica I-V.

8. Duración/Características técnicas

- Renderizado microscópico con movimiento adaptativo de portadores libres y iones mediante manipulación directa de estilos web.
- Gráficas de potencial y curvas de corriente dinámicas actualizadas de forma síncrona en formato SVG.
- Entorno de trabajo con arquitectura de tres columnas adaptada con Tailwind CSS para una visualización clara en monitores y proyectores.

9. Modo de uso (alumnado)

- Deslizador de Voltaje Externo: Modificar el control central para aplicar voltajes negativos (polarización inversa) o voltajes positivos (polarización directa).
- Observación del flujo: Examinar cómo se ensancha o estrecha la franja central gris de depleción y constatar el inicio del movimiento masivo de electrones y huecos al entrar en zona de conducción.

- Monitorización de gráficas: Seguir el rastro del punto indicador en la curva característica corriente-voltaje en la esquina inferior y compararlo simultáneamente con los cambios en la altura del escalón de potencial.

Modo de uso (enfoque para docente):

- Lección sobre polarización inversa: Desplazar el control hacia valores negativos para mostrar a los alumnos cómo el campo externo refuerza al interno, ensanchando la zona libre de portadores y congelando la corriente.
- Demostración del voltaje de umbral: Avanzar lentamente el voltaje positivo y pedir a la clase que observe la gráfica de potencial. Mostrar que hasta que el voltaje aplicado no contrarreste la barrera interna, el paso de corriente por el circuito es prácticamente nulo.
- Explicación de la conducción exponencial: Superar el voltaje de codo para activar la animación de conducción máxima, conectando de forma intuitiva el colapso visual de la barrera con el disparo vertical de la corriente en la gráfica característica.

10. Notas adicionales (opcional)

La interfaz integra un panel explicativo fijo en el bloque derecho que describe los fundamentos teóricos de cada estado de polarización. Funciona como un excelente recurso interactivo para sustituir las típicas gráficas estáticas de los libros de texto por un modelo vivo donde causa y efecto se calculan al instante.

Simulación 12

1. Título del GIF: Efecto Fotoeléctrico

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II .

3. Tema específico

Física Atómica y de Semiconductores.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

Se muestra el efecto fotoeléctrico es la emisión de electrones por un material (generalmente un metal) cuando incide sobre él radiación electromagnética (luz). Según la física cuántica, la luz está compuesta por paquetes de energía llamados fotones ($E = h\nu$); si la energía de estos fotones supera la energía de ligadura del material (conocida como "función de trabajo"), los electrones son expulsados, demostrando así la naturaleza corpuscular de la luz.

5. Objetivo didáctico

Facilitar la comprensión visual e interactiva de la naturaleza cuántica de la luz, permitiendo al usuario experimentar de primera mano cómo la frecuencia (color de la luz) determina la energía de los fotoelectrones expulsados, mientras que la intensidad luminosa únicamente afecta la cantidad de electrones emitidos, rompiendo con los esquemas de la física clásica.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

- Fotón: Partícula fundamental o "cuanto" de luz.
- Fotoelectrón: Electrón expulsado del material tras absorber un fotón.
- Función de Trabajo (Φ): Energía mínima necesaria para arrancar un electrón de la superficie de un material específico.
- Frecuencia Umbral: La frecuencia mínima de luz necesaria para que comience a ocurrir el efecto fotoeléctrico.
- Intensidad Luminosa: Cantidad de fotones que inciden sobre el material por unidad de tiempo.
- Energía Cinética: Energía con la que salen disparados los electrones una vez liberados.

8. Duración/Características técnicas

Se trata de una aplicación web interactiva contenida en un único archivo (**Single-Page Application**), estructurada con **HTML5**. La interfaz de usuario y los controles paramétricos están estilizados mediante **CSS** (a menudo integrando frameworks ligeros como Tailwind para un diseño responsivo). El motor de renderizado visual utiliza la API **Canvas de HTML5** para dibujar y animar las partículas (fotones y electrones) a 60 FPS. Toda la lógica de la simulación física

(cálculo de energías, colisiones y tasas de emisión) se ejecuta localmente en el navegador mediante **JavaScript puro (Vanilla JS)**, sin necesidad de servidores externos ni bases de datos.

9. Modo de uso

Para utilizar el simulador, el usuario debe seguir estos pasos:

- **Apertura:** Abrir el archivo .html haciendo doble clic sobre él; se ejecutará directamente en cualquier navegador web moderno (Chrome, Firefox, Edge, Safari).
- **Selección del Material:** En el panel de control, elegir el tipo de metal del cátodo (ej. Sodio, Zinc, Cobre). Esto definirá la función de trabajo base de la simulación.
- **Ajuste de la Luz (Longitud de Onda):** Mover el deslizador de longitud de onda (color de la luz) desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. El usuario debe observar que solo a partir de cierto color (frecuencia umbral) los electrones comienzan a saltar.
- **Ajuste de Intensidad:** Modificar el deslizador de brillo/intensidad. Si no hay emisión (porque la frecuencia es muy baja), aumentar la intensidad no producirá electrones. Si ya hay emisión, aumentar la intensidad incrementará la cantidad de electrones disparados, pero no su velocidad.
- **Análisis de Datos:** Observar los medidores en pantalla que indican la energía del fotón incidente, la energía cinética de los electrones expulsados y la corriente eléctrica total generada para comprobar las relaciones matemáticas del fenómeno.

10. Notas adicionales (opcional)

Recomendación de otros recursos complementarios (...). Referenciarlo con los apuntes del curso?

Simulación 13

1. **Título del GIF:** Efecto fotoeléctrico: Perspectiva atómica.

2. **Asignatura**

Fundamentos Físicos, Física II .

3. **Tema específico**

Comportamiento a nivel atómico del efecto fotoeléctrico.

4. **Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).**

A nivel atómico, el efecto fotoeléctrico representa un proceso de ionización por absorción de un fotón. Cuando la radiación incide sobre el átomo, un fotón transfiere de golpe toda su energía ($E = h\nu$) a un único electrón ligado a un orbital específico; si esta energía supera la fuerza de atracción electrostática del núcleo (energía de ligadura o de ionización de esa capa), el electrón rompe su estado cuántico ligado y es expulsado al exterior como un fotoelectrón libre.

5. **Objetivo didáctico**

Demostrar el comportamiento de la materia a escala cuántica, permitiendo al usuario observar cómo los electrones están confinados en niveles de energía discretos (capas u orbitales) y cómo la interacción fotón-electrón es un evento individual de "todo o nada", donde la posición del electrón en el átomo determina cuánta energía se necesita para arrancarlo.

6. **Nivel académico sugerido**

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos).

7. **Conceptos clave**

- Orbitales Atómicos / Capas ($n = 1, 2, 3 \dots$): Regiones estables donde se distribuyen los electrones, cada una con un nivel de energía específico y cuantizado.
- Energía de Ligadura (E_i): La energía negativa con la que el núcleo retiene a un electrón en una capa determinada. Cuanto más cerca del núcleo, más fuerte es la atracción.
- Ionización: El proceso físico en el que el átomo pierde un electrón y adquiere una carga neta positiva.
- Cuantización de la Energía: Principio que dicta que el electrón solo puede absorber paquetes exactos de energía (fotones) y no fracciones de ellos.
- Conservación de la Energía ($E_k = h\nu - E_i$): Balance donde la energía del fotón se divide en vencer la ligadura del átomo y el remanente se convierte en la energía cinética (E_k) del electrón libre.

8. **Duración/Características técnicas**

Esta aplicación web interactiva está construida como una **Single-Page Application (SPA)** mediante **HTML5**. La interfaz se estructura con elementos semánticos y estilos **CSS** dinámicos. El núcleo visual utiliza la API **Canvas de HTML5** para renderizar un modelo atómico animado (núcleo y electrones orbitando a tiempo real). Mediante **JavaScript nativo (Vanilla JS)** se calcula

la física de las partículas, la detección de colisiones fotón-electrón en órbitas específicas, y las ecuaciones cuánticas que determinan si el electrón cambia de nivel, se recombina o es expulsado del sistema de coordenadas del Canvas.

9. Modo de uso

Ejecución: Abre el archivo .html en cualquier navegador web moderno haciendo doble clic sobre él.

- Configuración del Átomo: Elige el tipo de elemento químico o la configuración de capas electrónicas en el panel de control. Verás el núcleo central y los electrones girando en sus respectivas órbitas cuantizadas.
- Selección del Objetivo Atómico: En los controles, selecciona a qué capa de electrones (interna o externa/valencia) deseas apuntar el haz de luz.
- Disparo de Fotones (Ajuste de Frecuencia): Varía el control de longitud de onda/frecuencia del fotón.
- Si la energía es baja, observarás cómo el fotón atraviesa el átomo sin interactuar o causa una transición menor.
- Si la energía iguala o supera el umbral de la capa seleccionada, verás la animación exacta del choque, la absorción instantánea y la expulsión del electrón fuera de su órbita.
- Manipulación del Flujo (Intensidad): Incrementa la tasa de emisión de fotones en los controles para ver múltiples colisiones atómicas simultáneas y cómo se genera una nube de electrones libres a su alrededor.

10. Notas adicionales (opcional)

Recomendación de otros recursos complementarios (...). Referenciarlo con los apuntes del curso?

Simulación 14

1. Título del GIF: Transistor BJT.

2. Asignatura

Fundamentos Físicos, Física II .

3. Tema específico

Transistores Bipolares.

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra el GIF (máx. 3–5 líneas).

El transistor de unión bipolar (BJT) tipo NPN es un dispositivo semiconductor que utiliza una pequeña corriente de entrada (base) para controlar una corriente mucho mayor de salida (colector-emisor). A nivel interno, los electrones del emisor cruzan hacia una base muy estrecha repleta de huecos; una pequeña fracción de estos electrones se recombina dando lugar a la corriente de base, mientras que la gran mayoría es arrastrada por el campo eléctrico hacia el colector, actuando como un amplificador o interruptor electrónico.

5. Objetivo didáctico

Romper la brecha abstracta de las ecuaciones de los semiconductores, permitiendo al estudiante conectar directamente las variables circuitales tradicionales con el comportamiento cuántico y físico de las cargas (electrones y huecos) y visualizar de forma simultánea cómo se comportan las corrientes según la región de operación del BJT (Corte, Activa y Saturación).

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos).

7. Conceptos clave

- Transistor NPN: Dispositivo de tres capas (Negativo-Positivo-Negativo) donde los electrones son los portadores de carga mayoritarios.
- Corriente de Base (IB), Colector (IC) y Emisor (IE): Flujos eléctricos donde se cumple que la corriente de emisor es la suma de las otras dos ($IE = IB + IC$).
- Ganancia de Corriente (β): Factor de amplificación del transistor que define cuántas veces es mayor la corriente de colector respecto a la de base.
- Recombinación: Fenómeno donde un electrón libre cae en un hueco de la base, anulando ambas cargas y liberando energía (representado visualmente mediante destellos).
- Zonas de Trabajo: Estados del componente que varían desde el bloqueo total de energía (Corte), la amplificación lineal (Activa) hasta la conducción máxima permitida por el circuito (Saturación).

8. Duración/Características técnicas

Este simulador está desarrollado bajo la arquitectura de una **Single-Page Application (SPA)**

usando **HTML5** nativo. Para lograr una interfaz limpia y responsiva, se integra **Tailwind CSS** en los paneles laterales de control y medición. El núcleo de la aplicación utiliza la API **Canvas de HTML5** para dibujar el circuito eléctrico interactivo y la sección de zoom atómico a 60 FPS. Todo el motor matemático (leyes de Ohm y mallas para calcular tensiones e intensidades) junto al motor gráfico de partículas (generación de electrones/huecos, trayectorias y efectos de recombinación) está programado en **JavaScript puro (Vanilla JS)**.

9. Modo de uso

- Inicio: Ejecuta el archivo .html haciendo doble clic desde cualquier navegador web actualizado.
- Establecer el Escenario Físico: Configura los parámetros iniciales en el panel de "Parámetros Físicos" modificando los valores de las resistencias (RB y RC) y la ganancia (β) del transistor.
- Inyección de Voltaje (Simulación): Mueve el potenciómetro de Voltaje de Base (VB).
- Observa que si no supera los 0.7 V, el sistema se mantiene en Corte (sin movimiento).
- Al superar el umbral, el circuito "cobra vida". Experimenta con el deslizador de Voltaje de Colector (VC) para ver cómo cambia el estado de la medición a Activa o Saturación.
- Interpretación de los Flujos: Contrasta visualmente la dirección de las flechas rojas (Corriente Convencional, que va de positivo a negativo) con las ráfagas verdes del circuito (Flujo Real de Electrones, que viaja de negativo a positivo).
- Análisis del Zoom de la Unión NPN: Dirige tu atención al recuadro derecho para analizar la física de semiconductores:
 - Observa cómo los electrones verdes entran masivamente por el Emisor.
 - Identifica los huecos rojos (+) en la Base y cómo se produce el efecto visual de la Recombinación mediante pequeños destellos blancos cuando impactan con los electrones.
 - Evalúa cómo los electrones que logran esquivar la recombinación son succionados a gran velocidad hacia la zona del Colector.

10. Notas adicionales (opcional)

Recomendación de otros recursos complementarios (...). Referenciarlo con los apuntes del curso?

Simulación 15

1. Título de la animación: Funcionamiento de la Puerta NOT (Inversor CMOS)

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación muestra el funcionamiento a nivel de transistor de un inversor CMOS (Puerta NOT). Permite interactuar modificando la entrada ($A = 0$ o 1) y visualizar cómo conmutan los transistores PMOS y NMOS. Las partículas animadas representan el flujo de corriente desde la alimentación (VDD) hacia la salida (Y) o desde la salida hacia tierra (GND).

5. Objetivo didáctico

Comprender la topología complementaria de un inversor CMOS (PMOS y NMOS).

Visualizar el comportamiento de conmutación exclusivo de los transistores de efecto de campo.

Apreciar la eficiencia energética de la tecnología CMOS (corriente estática nula).

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Transistor PMOS, Transistor NMOS, Inversor CMOS, Conmutación, Puerta lógica, Electrónica digital

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones 'Fijar Entrada a 0 (L)' y 'Fijar Entrada a 1 (H)' para cambiar el estado lógico de la entrada A. Observar de manera interactiva cómo conmuta el estado de los transistores (PMOS y NMOS) en el visor 3D, el flujo y dirección de la corriente (electrones) y los valores de tensión en el símbolo SVG.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 16

1. Título de la animación: Funcionamiento de la Puerta NAND (CMOS)

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación muestra el funcionamiento a nivel de transistor de una puerta NAND CMOS con topología escalable (2 o 3 entradas). Permite interactuar fijando el estado lógico de las entradas para visualizar el comportamiento de la red de Pull-Up (transistores PMOS en paralelo) y la red de Pull-Down (transistores NMOS en serie) y el flujo de corriente resultante hacia la salida o tierra.

5. Objetivo didáctico

Comprender la topología CMOS de una puerta NAND y el papel de las redes Pull-Up (paralelo) y Pull-Down (serie).

Visualizar la conmutación a nivel de transistor para cualquier combinación de entradas (2 o 3 entradas).

Asimilar el concepto de puerta lógica universal y su escalabilidad.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta NAND, Red Pull-Up (paralelo), Red Pull-Down (serie), Transistor PMOS, Transistor NMOS, Universalidad

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para

conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para cambiar los niveles lógicos. Utilizar el botón 'Cambiar a 3 Entradas' para alternar entre el modelo de 2 y 3 entradas. Observar cómo interactúan los transistores en paralelo (PMOS) y en serie (NMOS) y la corriente correspondiente.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 17

1. Título de la animación: Funcionamiento de la Puerta NOR (CMOS)

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación muestra una puerta NOR CMOS interactiva con topología escalable (2 o 3 entradas). Permite interactuar modificando las entradas para visualizar el comportamiento de la red de Pull-Up (transistores PMOS en serie) y de la red de Pull-Down (transistores NMOS en paralelo), ilustrando el flujo de corriente eléctrica hacia la salida Y o a tierra.

5. Objetivo didáctico

Comprender la topología CMOS de una puerta NOR y el funcionamiento complementario de sus redes (Pull-Up en serie y Pull-Down en paralelo).

Visualizar la conmutación de transistores PMOS y NMOS según los niveles de tensión en las entradas.

Analizar la diferencia constructiva y de rendimiento respecto a la puerta NAND.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta NOR, Red Pull-Up (serie), Red Pull-Down (paralelo), Transistor PMOS, Transistor NMOS, Universalidad

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para cambiar los niveles lógicos. Utilizar el botón 'Cambiar a 3 Entradas' para alternar entre el modelo de 2 y 3 entradas. Observar el estado y conmutación de los transistores en serie (PMOS) y en paralelo (NMOS) y la trayectoria de la corriente en 3D.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 18

1. Título de la animación: Construcción de la Puerta AND

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación muestra cómo se construye una puerta AND a partir de una puerta NAND CMOS en cascada con un inversor NOT. Permite interactuar con dos o tres entradas (A, B, C) fijando sus estados lógicos y observar cómo fluye la corriente a través de las diferentes etapas del circuito hasta determinar la salida final.

5. Objetivo didáctico

Comprender por qué en tecnología CMOS las compuertas inversoras (NAND/NOR) son universales y fundamentales.

Visualizar la construcción modular de una puerta AND acoplando una NAND con un inversor NOT.

Analizar el comportamiento y flujo de señales en un circuito combinacional de varias etapas.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta AND, Puerta NAND, Inversor NOT, Conexión en cascada, Lógica combinacional, Lógica CMOS

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para cambiar los niveles lógicos. Si se activa la versión de 3 entradas ('Cambiar a 3 Entradas'), se puede controlar también la entrada 'C'. Observar cómo se propagan las señales en cascada a través del bloque NAND y el inversor NOT para dar la salida final.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 19

1. Título de la animación: Construcción de la Puerta OR

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación ilustra la construcción y funcionamiento de una puerta OR a partir de una puerta NOR en cascada con un inversor NOT. Permite interactuar con dos o tres entradas (A, B, C) fijando sus niveles lógicos y observar de manera dinámica el comportamiento de conmutación de los transistores en cada bloque y el flujo de corriente eléctrica.

5. Objetivo didáctico

Comprender la necesidad constructiva en CMOS de combinar una puerta NOR con un inversor NOT para obtener una puerta OR.

Analizar el comportamiento dinámico de los transistores individuales ante cambios en las entradas (2 o 3 entradas).

Visualizar de forma intuitiva el flujo de corriente en topologías combinacionales complejas.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta OR, Puerta NOR, Inversor NOT, Lógica combinacional, Lógica CMOS, Conmutación

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para cambiar los niveles lógicos. Utilizar el botón 'Cambiar a 3 Entradas' para añadir una tercera entrada C. Observar la conmutación de las compuertas NOR e inversora intermedias y cómo fluye la corriente eléctrica hacia la salida.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 21

1. Título de la animación: Arquitectura Interna: Puerta XOR (Vía NAND)

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación detalla la arquitectura interna de una puerta XOR (OR exclusiva) utilizando lógica universal NAND (interconexión cruzada de 4 bloques NAND). Permite interactuar con dos entradas (A, B) y visualizar en tiempo real cómo cambia la conmutación interna y el flujo de señales para actuar como detector de paridad.

5. Objetivo didáctico

Comprender el diseño y la interconexión de bloques lógicos universales (4 compuertas NAND) para implementar una función compleja (XOR).

Visualizar el flujo y la propagación de señales a través de etapas lógicas concurrentes.

Analizar de manera práctica la función de la compuerta XOR como detector de paridad o suma binaria.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta XOR, Lógica universal NAND, Detector de paridad, Propagación de señal, Lógica combinacional

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para modificar el estado lógico. Observar el funcionamiento y flujo de señales en tiempo real a través de los 4 bloques lógicos NAND interconectados en el visor interactivo 3D y la salida resultante en el símbolo SVG.

10. Notas adicionales (opcional)

Simulación 22

1. Título de la animación: Construcción de la Puerta XNOR

2. Asignatura

Fundamentos físicos, Física II

3. Tema específico

Tema 13: Puertas lógicas y electrónica digital

4. Descripción del fenómeno. Explicación breve y clara de lo que muestra la animación (máx. 3-5 líneas).

La simulación muestra la construcción modular de una puerta XNOR mediante la conexión en serie de una compuerta XOR y un inversor (NOT). Permite interactuar con dos entradas (A, B) para comprender su comportamiento lógico (detector de igualdad) analizando la conmutación de los transistores y las señales eléctricas resultantes.

5. Objetivo didáctico

Comprender la obtención de la función XNOR combinando una compuerta XOR con un inversor NOT.

Analizar de forma práctica la función de la compuerta XNOR como detector de coincidencia o igualdad de señales de entrada.

Visualizar el funcionamiento interactivo de los transistores CMOS en el circuito de conmutación combinada.

6. Nivel académico sugerido

Grado en Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica (primeros cursos) y Grado en Ingeniería Informática.

7. Conceptos clave

Puerta XNOR, Puerta XOR, Inversor NOT, Detector de coincidencia, Detector de igualdad, Lógica CMOS

8. Características técnicas

Simulación interactiva programada en HTML5, CSS3 y JavaScript.

Gráficos 3D interactivos en tiempo real con WebGL mediante la librería Three.js (renderizado dinámico, cámara interactiva ortográfica, luces y sombreado).

Diagrama y símbolo lógico interactivo integrado usando gráficos vectoriales (SVG).

Partículas animadas dinámicamente en 3D para representar el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

Controles interactivos integrados en interfaz web (botones táctiles y deslizadores) para

conmutación de señales y escalabilidad del circuito.

Diseño responsive adaptable a diferentes pantallas mediante estilos CSS modernos.

9. Modo de uso

Hacer clic en los botones de entrada ('A = 0/1', 'B = 0/1') para conmutar las señales. Observar la propagación de corriente en el visor 3D interactivo a lo largo de las compuertas XOR y NOT en cascada y comprobar la salida de igualdad lógica en el gráfico SVG.

10. Notas adicionales (opcional)