



Universidad de Valladolid

Escuela de Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Mención Ingeniería de Software

**Desarrollo de un laboratorio virtual usando
simulaciones creadas con Easy Java Simulations**

Autor:

D. Adrián Blanco Fernández



Universidad de Valladolid

Escuela de Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Mención Ingeniería de Software

**Desarrollo de un laboratorio virtual usando
simulaciones creadas con Easy Java Simulations**

Autor:

D. Adrián Blanco Fernández

Tutor:

D. Manuel Ángel González Delgado

RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de una página web con simulaciones y graficas creadas con Easy Java Simulations, que servirán como complemento al aprendizaje del fenómeno de la Inducción Electromagnética. Será utilizada por el Departamento de Física Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Valladolid para realizar una práctica de laboratorio virtual.

Permitirá a los alumnos estudiar los contenidos teóricos y poder realizar simulaciones de un experimento típico sin necesidad de utilizar los instrumentos del laboratorio, todo ello desde sus ordenadores.

La aplicación será compatible con todos los navegadores, pero se recomienda Chrome para una mejor compatibilidad de estilos.

Índice

Capítulo 1: Introducción	10
Visión general	10
Objetivos	10
Fundamentos teóricos	11
Electromagnetismo	11
Fuerza electromagnética	11
Ley de faraday-lenz	12
La inducción electromagnética en una bobina	12
Contexto de desarrollo	13
Plataforma	13
Entorno de desarrollo	13
Requisitos mínimos recomendables	14
Resumen de la memoria	14
Capítulo 2: Gestión y planificación del proyecto	16
Introducción	16
Organización del proyecto	17
Roles y responsabilidades	17
Estimaciones de tiempos	17
Plan de proyecto	17
Recursos del proyecto	20
Estimación de costes	21
Gestión del cambio y la configuración	22
Capítulo 3: Análisis de la aplicación	26
Participantes en el proyecto	26
Definición de actores	26
Objetivos del sistema	26
Especificación de los requisitos	27
A) Requisitos funcionales	27
B) Requisitos no funcionales	28
Diagrama de casos de uso	29
Especificación casos de uso	29
Análisis de usuarios	31
Capítulo 4: Diseño de la aplicación	34

Modelo de dominio	34
Diagramas secuencia	35
Capítulo 5: decisiones de implementación	42
Easy Java Simulations	42
Interfaz y funcionamiento de la web	49
Capítulo 6: Pruebas	56
Introducción	56
Pruebas sobre la interfaz gráfica	56
Pruebas sobre el dominio de la aplicación	60
Capítulo 7: Conclusiones	63
Capítulo 8: Bibliografía	66
Capítulo 9: Anexo 1- Manual de instalación	68
Capítulo 10: Manual de usuario	70

Capítulo 1: Introducción

Visión general

Las simulaciones juegan un papel cada vez más importante en la forma en que enseñamos o hacemos ciencia. Esto es especialmente cierto en la Educación, ya que los dispositivos digitales tienen cada vez más peso e influencia en los estudiantes.

Sin embargo, no puede afirmarse todavía que las simulaciones por computador sean usadas por la mayoría de nuestros docentes. Easy Java Simulations (EJS) se dirige, precisamente, a resolver este problema. EJS sirve para crear simulaciones científicas en Java, pudiendo acercar estas de una forma sencilla y rápida a un gran rango de usuarios como son estudiantes, profesores, e investigadores.

EJS es una herramienta pensada para que los científicos se centren más en los algoritmos que en la programación, no obstante, el resultado final, generado por EJS, podría pasar en términos de eficiencia y sofisticación, por la creación de un programador profesional.

En particular, EJS crea aplicaciones Java que son independientes y multiplataforma, o *applets* que se pueden visualizar usando cualquier navegador, que pueden leer datos a través de la red y ser controlados usando *scripts* incluidos en las páginas HTML. Y además a partir de la versión 5.0 se incluyó también la posibilidad de crearlas mediante JavaScript con lo cual están más enfocadas a los navegadores.

También puede ser utilizado por los profesores para pedir a sus alumnos que creen una simulación siguiendo ciertos parámetros. Usado de esta manera, EJS puede ayudar a los estudiantes a que fijen mejor sus conocimientos y conceptos. Usado en grupos, EJS puede servir también para mejorar las capacidades de los alumnos para discutir y comunicarse sobre cuestiones científicas.

Con el motivo de usar esta tecnología y que llegue a los alumnos se desarrolla esta idea de práctica virtual web y cuyo objetivo es ayudar en el proceso de aprendizaje de la asignatura de Física en la Escuela de Ingenierías Informáticas de la Universidad de Valladolid.

Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es desarrollar una aplicación web que pueda ser usada en la asignatura de Física para ilustrar y evaluar el fenómeno de la Inducción Electromagnética a los alumnos que la cursen. Y que el usuario entre en contacto con las simulaciones creadas mediante EJS.

Se decidió desarrollar las simulaciones con EJS debido a su gran capacidad para generar simulaciones virtuales y analizar los datos de las mismas, y puesto que están basadas en Java que es un lenguaje de desarrollo que tiene una gran aceptación y que está soportado por prácticamente todas las plataformas de software, hace que puedan ser distribuidas por Internet y ejecutadas en páginas Web.

Para un correcto desarrollo del proyecto se han considerado oportunas la realización de las siguientes tareas:

- Aprendizaje de los fundamentos básicos de EJS. Para ello hay que familiarizarse con los lenguajes necesarios para su desarrollo, entre ellos Java, XML, HTML, CSS, JavaScript.
- Uso de programación web para la difusión de las simulaciones creadas con EJS y evaluar los resultados obtenidos de las simulaciones.
- Uso de metodologías de trabajo y desarrollo para planificar adecuadamente los tiempos y recursos del proyecto.
- Analizar los posibles riesgos que se pueden producir durante el desarrollo del proyecto para aumentar y garantizar la probabilidad de éxito cumpliendo los plazos estipulados.
- Analizar el dominio del problema para encontrar las mejores soluciones y proponer los requisitos funcionales y no funcionales necesarios que lleven a un correcto diseño del software.
- Realización de la documentación del proyecto.

Fundamentos teóricos

Para comprender mejor cómo desarrollar la aplicación es necesario refrescar los conocimientos en los siguientes aspectos:

Electromagnetismo

El electromagnetismo es la parte de la electricidad que estudia la relación entre los fenómenos eléctricos y los fenómenos magnéticos. Los fenómenos eléctricos y magnéticos fueron considerados como independientes hasta 1820, cuando su relación fue descubierta por casualidad por el físico danés Hans Christian Oersted mientras observaba que la aguja de una brújula variaba su orientación al pasar corriente a través de un conductor próximo a ella. Los estudios de Oersted sugerían que la electricidad y el magnetismo eran manifestaciones de un mismo fenómeno: las fuerzas magnéticas proceden de las fuerzas originadas entre cargas eléctricas en movimiento.

Fuerza electromagnética

Cuando una carga eléctrica está en movimiento crea un campo eléctrico y un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético realiza una fuerza sobre cualquier otra carga eléctrica que esté situada dentro de su radio de acción. Esta fuerza que ejerce un campo magnético será la fuerza electromagnética.

Si tenemos un hilo conductor rectilíneo por donde circula una corriente eléctrica y que atraviesa un campo magnético, se origina una fuerza electromagnética sobre el hilo. Esto es debido a que el campo magnético genera fuerzas sobre cargas eléctricas en movimiento.

Si en lugar de tener un hilo conductor rectilíneo tenemos una bobina rectangular, aparecerán un par de fuerzas de igual valor, pero de diferente sentido situadas sobre los dos lados perpendiculares al campo magnético si este es uniforme. Esto no provocará un desplazamiento, sino que la espira girará sobre sí misma.

Ley de faraday-lenz

Siempre que el flujo magnético a través de un circuito varía con el tiempo aparece una fuerza electromotriz inducida ε , f.e.m., en el circuito cuya magnitud es proporcional a la velocidad con que varía el flujo.

La Ley de Faraday formula que la fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual y de signo opuesto a la rapidez con que varía el flujo magnético que atraviesa un circuito, por unidad de tiempo, mientras que para determinar el sentido de una corriente inducida se utiliza la Ley de Lenz, que dice que el sentido de la corriente inducida en el circuito genera/induce, un campo magnético inducido que se opone al cambio del flujo magnético que lo produce.

La ecuación que describe esta ley es la siguiente:

$$\varepsilon = \frac{-d\phi_B}{dt}$$

Donde $d\phi_B$ es la variación del flujo magnético que atraviesa el área delimitada por el circuito respecto a la variación del tiempo dt .

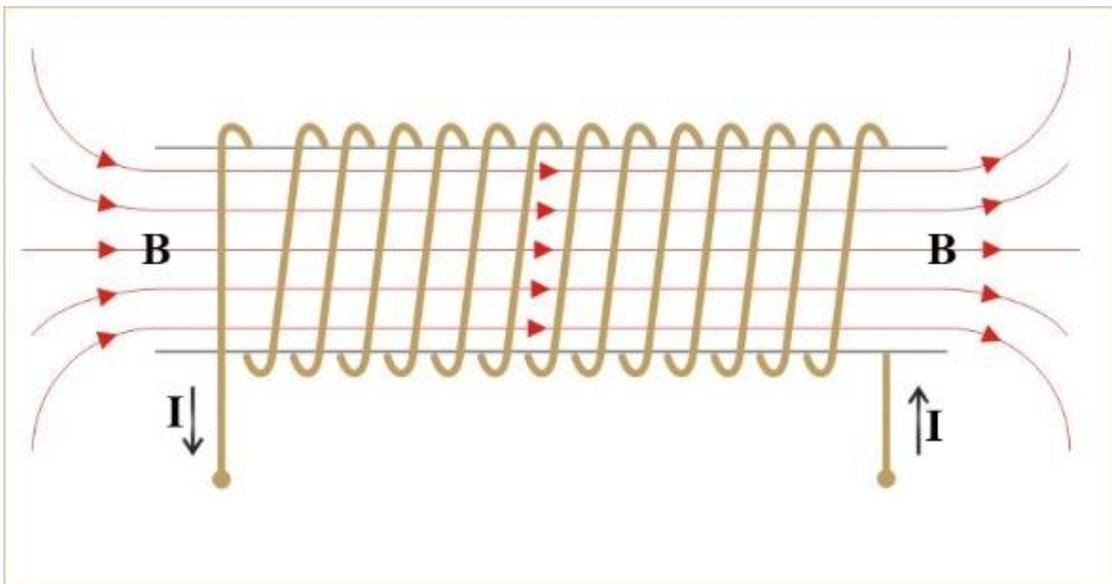
El flujo del campo magnético aplicado a una bobina de N espiras se puede obtener siguiendo la siguiente fórmula:

$$\phi = N \cdot \int_s \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Donde $d\vec{S}$ es un vector perpendicular al área transversal de la bobina en cada punto y \vec{B} el campo magnético que atraviesa la bobina.

La inducción electromagnética en una bobina

Como experimento para la práctica se eligió observar la fuerza electromotriz inducida en una bobina situada dentro de un solenoide por el que circula corriente como el de la ilustración:



Por la ley de Faraday, se induce corriente en una bobina situada dentro de un solenoide por el que circule corriente eléctrica, y esta es dependiente de ciertas magnitudes.

Lo que se intenta en este experimento es que el alumno encuentre la relación de esas magnitudes que son intensidad y frecuencia de la corriente del solenoide, número de espiras de la bobina de inducción y radio de las espiras de la bobina de inducción con la corriente inducida. Para ello se han creado cuatro simulaciones en las que se modifican los valores de las magnitudes y se analizan los resultados.

De esta experiencia se pretende que el alumno deduzca que la fuerza electromotriz inducida es proporcional linealmente tanto con la intensidad (I) que circula por el solenoide, como con el número de espiras (N) de la bobina de inducción, como con la frecuencia (f) pero con el radio es cuadrática esta relación.

Contexto de desarrollo

Plataforma

El proyecto web ha sido realizado con Java, JavaScript y paginas JSP debido a su mejor compatibilidad con la tecnología de EJS. También se ha usado BootStrap para las vistas y Tomcat como servidor.

El terminal en el que se desarrollara el proyecto es un portátil Asus K53S.

La versión necesaria mínima de java es la 1.81 o superiores puesto que es que con la que esta creadas las simulaciones de Easy Java Simulations, aunque la versión 5.2 (la usada en este caso) permite desde 1.7 o superiores, y para su correcto funcionamiento y visualización se recomienda el uso de ello.

Entorno de desarrollo

Para el desarrollo se ha optado por NetBeans como IDE debido a su buen rendimiento y su compatibilidad con Tomcat ya que es el servidor virtual que está montado en la máquina virtual de la universidad y fue el elegido debido a su compatibilidad con java.

La parte de análisis y diseño en UML ha sido realizada con herramienta de pago gratuita Astah Professional, en este caso, gracias a los técnicos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática.

La planificación ha sido desarrollada utilizando la herramienta Microsoft Project 2016, porque se utilizó en asignaturas del Grado, lo que supone una ventaja frente a otras similares en términos de experiencia de uso. Además, el coste de la herramienta es, gracias a la Universidad de Valladolid, gratuito para los alumnos de Ingeniería Informática.

La documentación se ha realizado con el editor de texto Microsoft Office Word 2016, por la experiencia con la herramienta y la facilidad de uso.

Por último, la presentación se ha realizado con Microsoft Office PowerPoint 2016 por el mismo motivo por el que se ha usado Microsoft Office Word 2016.

Requisitos mínimos recomendables

- **Java JDK 8.1 instalado:** porque es la versión de base usada para crear las simulaciones y gráficas.
- **Interfaz gráfica:** la aplicación no se puede usar desde línea de comandos.
- **Sistemas Operativos recomendados:** Windows 7 y posteriores.
- **Exploradores recomendados:** Chrome.

Incumplir alguno de estos requisitos puede propiciar algún fallo en el funcionamiento de la web, pero no tiene por qué ser fatal. En Internet Explorer por problemas de estilos no se visualiza correctamente, pero sí que cumple las funcionalidades.

Resumen de la memoria

En esta memoria se van a tratar la gestión y planificación del proyecto, el diseño y análisis de la aplicación, así como una explicación de la tecnología EJS en el marco del proyecto y la creación de las simulaciones. En el manual de usuario se encuentra el enlace donde está montada la web actualmente que es una máquina virtual de la universidad.

Capítulo 2: Gestión y planificación del proyecto

Esta sección expone toda la información relevante en la gestión del proyecto, como la planificación del proyecto, su seguimiento, el presupuesto y los recursos, así como la explicación de las fases.

Introducción

Adrián Blanco Fernández es la única persona que ha desarrollado este proyecto, por lo tanto, todos los roles y responsabilidades del proyecto recaen sobre él. Sin embargo, ha contado con el apoyo y experiencia de su tutor Don Manuel Ángel González Delgado para la realización del mismo.

Se ha utilizado la metodología del Proceso Unificado para el desarrollo del proyecto. Está dividido en cuatro fases:

- **Inicio:** el objetivo es desarrollar el análisis de negocio. Se define la visión del sistema, la viabilidad, el coste y estimación de riesgos que se puedan dar en el desarrollo. Toma de contacto con la tecnología a usar, se busca su aprendizaje durante esta fase.
- **Elaboración:** el objetivo es definir la arquitectura básica del sistema, planificando con los recursos disponibles. Algunas de las tareas en esta fase se centran en la obtención de nuevos requisitos y ajustar lo mejor posible las estimaciones.
- **Construcción:** Se desarrolla el sistema mediante iteraciones, que incluyen análisis, diseño e implementación. La mayoría del trabajo se centra en programación y pruebas, documentando el sistema construido y el manejo del mismo.
- **Transición:** Se libera el producto y se entrega al usuario final. Se finalizan los manuales de usuario y refinan con la información de las anteriores fases.

Cada fase puede estar compuesta por varias iteraciones, en función del volumen de trabajo que se considere en cada una de ellas. Lo que se desea es construir un sistema dirigido por los casos de uso centrado en la arquitectura y usando un proceso iterativo e incremental.

Organización del proyecto

Roles y responsabilidades

Rol	Responsabilidades	Persona encargada
Gestor del proyecto	Planificar, organizar, gestionar, dirigir y controlar el proyecto.	Adrián Blanco Fernández
Planificador	Planificar y organizar cada fase del proyecto.	Adrián Blanco Fernández
Analista	Analizar los problemas que se puedan originar, identificar los requisitos y proporcionar soluciones para el proyecto.	Adrián Blanco Fernández
Diseñador	Desarrollar y probar la aplicación en los diferentes entornos que dispone.	Adrián Blanco Fernández

Estimaciones de tiempos

Para realizar la estimación de los tiempos de cada fase se ha utilizado la experiencia previa en otros proyectos desarrollados durante las asignaturas y consejos de compañeros ya graduados y del tutor del Trabajo de Fin de Grado.

Plan de proyecto

El Proceso Unificado ha sido el método de planificación elegido para el desarrollo de este proyecto. Las fases del Proceso Unificado utilizado y los tiempos estimados de cada fase se muestran en la tabla:

Fase	Iteraciones	Fecha inicio	Fecha fin	Duración
Fase de inicio	1 iteración.	16/12/16	19/01/17	4 semanas
Fase de elaboración	2 iteraciones.	20/01/17	01/03/17	5 semanas
Fase de construcción	2 iteraciones.	02/03/17	15/06/17	15 semanas
Fase de transición	1 iteración.	16/06/17	11/07/17	3 semanas

Cada final de cada fase está marcado por un hito:

Fase	Hito
Fase de inicio	Análisis del problema propuesto e identificación de los requisitos generales del sistema. Generación de plan de fases e identificados los casos de uso principales.
Fase de elaboración	Análisis completo del sistema e identificación completa de los requisitos del sistema, todos los casos de usos y prototipo de la web. El final de la fase estará marcado por la revisión y aceptación del prototipo de la arquitectura global del sistema.
Fase de construcción	Refinamiento de los casos de uso y diseño para pasar a la implementación del código desarrollado. Se realizan pruebas del código y se documenta el proceso para refinar el sistema. Se realizarán dos iteraciones. Que finalizaran con el despliegue del sistema.
Fase de transición	Transición del proyecto y despliegue del sistema a los usuarios finales. Se realizan numerosas pruebas para comprobar su funcionamiento. El final de esta fase marcará el último hito marcado en la planificación con la entrega de la documentación y el visto bueno de la web.

CALENDARIO DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto	149 días	vie 16/12/16	mar 11/07/17
Inicio	24 días	vie 16/12/16	jue 19/01/17
Investigación y documentación	2 días	vie 16/12/16	lun 19/12/16
Preparación del entorno	1 días	mar 20/12/16	mie 21/12/16
Organización del proyecto	3 días	jue 22/12/16	lun 26/12/16
Creación de fases	2 días	mar 27/12/16	mie 28/12/16
Creación del plan de proyecto	4 día	jue 29/12/16	mar 03/01/17
Creación plan de riesgos y costes	2 días	mie 04/01/17	jue 05/01/17
Identificación de requisitos	4 días	vie 06/01/17	mie 11/01/17
Identificación casos de uso	3 días	jue 12/01/17	lun 16/01/17
Planificación fase de elaboración	3 días	mar 17/01/17	jue 19/01/17
Fase de elaboración	29 días	Vie 20/01/17	Mie 01/03/17
Elaboración, Iteración 1	16 días	Vie 20/01/17	vie 10/02/17

Documento análisis	5 días	Vie 20/01/17	jue 26/01/17
Especificación casos de uso	4 días	vie 27/01/17	mie 01/02/17
Diagramas de secuencia	5 días	jue 02/02/17	mie 08/02/17
Planificación iteración 2	2 días	jue 09/02/17	vie 10/02/17
Elaboración iteración 2	13 días	Lun 13/02/17	Mie 01/03/17
Revisión documento de análisis	3 días	Lun 13/02/17	mie 15/02/17
Revisión casos de uso	3 días	jue 16/02/17	lun 20/02/17
Revisión de los diagramas de secuencia	4 días	mar 21/02/17	Vie 24/02/17
Planificación construcción – iteración 1	3 días	Lun 27/02/17	Mie 01/03/17
Fase construcción	78 días	Jue 02/03/17	jue 15/06/17
Fase construcción - Iteración 1	42 días	Jue 02/03/17	vie 21/04/17
Modelo de dominio	5 días	Jue 02/03/17	Mie 08/03/17
Diagramas de secuencia	9 día	Jue 09/03/17	Mar 21/03/17
Diagrama de arquitectura	6 días	Mie 22/03/17	Mie 29/03/17
Desarrollo y codificación de la web	20 días	jue 30/03/17	Mie 19/04/17
Planificación iteración 2	2 días	jue 20/04/17	vie 21/04/17
Construcción- iteración 2	36 días	lun 24/04/17	jue 15/06/17
Desarrollo y codificación de la web	20 días	lun 24/04/17	Lun 22/05/17
Creación manual del usuario	5 días	Mar 23/05/17	lun 29/05/17
Revisión modelo de dominio	4 días	mar 30/05/17	vie 02/06/17
Revisión diagramas de secuencia	5 días	Lun 05/06/17	vie 09/06/17
Revisión de diagrama de arquitectura	1 días	lun 12/06/17	mar 13/06/17
Planificación fase de transición	1 día	mie 14/06/17	jue 15/06/17
Fase transición	18 días	vie 16/06/17	mar 11/07/17
Iteración 1	18 días	vie 16/06/17	mar 11/07/17

Corrección de errores y pruebas de seguridad	6 días	vie 16/06/17	vie 23/06/17
Revisión de textos y detalles visuales de la web	6 días	Lun 26/06/17	Lun 03/06/17
Finalizar memoria y documentación	2 días	mar 04/07/17	mar 07/07/17

Recursos del proyecto

Fase	Recursos humanos	Recursos tecnológicos	Recursos software
Fase de inicio	Adrián Blanco Fernández	Computadora de desarrollo	Microsoft Office 2016, REM 1.2.2
Fase de elaboración	Adrián Blanco Fernández	Computadora de desarrollo	Microsoft Office 2016, REM 1.2.2, Astah Professional, NetBeans IDE 8.2
Fase de construcción	Adrián Blanco Fernández	Computadora de desarrollo,	Microsoft Office 2016, REM 1.2.2, Astah Professional, NetBeans IDE 8.2
Fase de transición	Adrián Blanco Fernández	Computadora de desarrollo	Microsoft Office 2016, REM 1.2.2, Astah Professional, NetBeans IDE 8.2

Recursos humanos:

- Adrián Blanco Fernández. Es el encargado de llevar a cabo todas las tareas en cada una de las fases en cada rol especificado.

Recursos tecnológicos:

Computadora personal de desarrollo – Asus K53S	
CPU	Intel® Core™ i3-2310M CPU @2.10GHz
GPU	NVIDIA® GeForce® GT 520MX
RAM	4 GB SDRAM DDR3
Resolución de la pantalla	15.6 pulgadas con una resolución de: 1.366 x 768 px
Disco duro	500 GB
Sistema Operativo	Windows 8

Estimación de costes

Para asegurar la viabilidad de un proyecto hay que crear un presupuesto que incluya los costes hardware y software, así como la mano de obra de las horas de trabajo del alumno del Trabajo de Fin de Grado Adrián Blanco Fernández en cada uno de los roles que ha desempeñado.

En la tabla se muestra el presupuesto y mediciones destinadas a los elementos hardware necesarios:

Coste del hardware			
Hardware	Coste unitario (€)	Cantidad	Coste total (€)
Asus K53S	399 €	1	399 €
Total coste hardware:		399€	

El software utilizado gracias a la universidad de Valladolid ha sido gratuito, ya que tienen relaciones con muchas instituciones que les permiten que usemos su software como Microsoft con dreamspark. Los que no se han conseguido gracias a la universidad son de licencia gratuita y abierta como Net Beans y EJS.

Coste del software			
Software	Coste unitario (€)	Cantidad	Coste total (€)
Windows 8	0 €	1	0 €
Microsoft Office 2016	0 €	1	0 €
REM 1.2.2	0 €	1	0 €
NetBeans IDE 8.2	0 €	1	0 €
Astah Professional	0 €	1	0 €
Easy Java Simulations	0€	1	0€
Total coste software:		0 €	

En esta tabla se muestra el coste de los Recursos Humanos contando un sueldo medio de un analista/programador:

Concepto	Coste
Sueldo de analista/programador	12 € / hora * 5 horas / día * 149 días = 8940 €
TOTAL	8940 €

Aquí se recoge el coste total del proyecto:

Coste Total del Proyecto	
Apartado	Coste total (€)
Hardware	399 €
Software	0 €
Recursos Humanos	8940 €
Total coste proyecto:	9339 €

Gestión del cambio y la configuración

Se realizó un control de accesos y versiones de los artefactos del proyecto, llevando una gestión de los cambios y configuraciones. La forma en que se llevó a cabo fue:

- Mantener el código fuente y resto de elementos subidos en Dropbox haciendo copias de seguridad diarias. El proyecto se guarda automáticamente desde el IDE.

GESTIÓN DE RIESGOS

Para incrementar las posibilidades de éxito y la calidad del proyecto hay que tener muy en cuenta los posibles riesgos que se puedan dar durante todo el proceso de desarrollo. Es importante identificarlos y proponer una posible solución a cada uno.

R001 – Enfermedad, viajes u horas de trabajo extra.	
Descripción	Necesidad de llevar a cabo viajes u horas de trabajo extra no planificadas, o enfermedades que provoquen ausencia en las horas dedicadas al proyecto.
Efecto	Puede ocasionar retrasos en la entrega del proyecto e incluso, si la demora es muy elevada, la pérdida de la asignación del tema del Trabajo de Fin de Grado.
Contexto del riesgo	Se puede dar en cualquier fase del proyecto.
Probabilidad	Baja
Consecuencia	Muy alta
Estrategia para corregir	Planificar pensando que puede ocurrir este riesgo e intentar reducir los tiempos de vacaciones o inactividad.
Plan de contingencia	Realizar el trabajo planificado en los días anteriores o posteriores al imprevisto surgido.

R002 – Cambio de requisitos o adición de funcionalidad

Descripción	Los requisitos pueden variar a lo largo del tiempo de realización del proyecto, como añadir funcionalidades o cambiar otras ya definidas.
Efecto	Puede ocasionar reestructurar ciertas partes de la aplicación e incluso invalidar parte del trabajo hecho para cambiar una funcionalidad.
Contexto del riesgo	En la fase de desarrollo.
Probabilidad	Media
Consecuencia	Alta
Estrategia para corregir	Planificar pensando que puede ocurrir este riesgo y realizar una programación correcta que ayude a realizar cambios sin demasiado esfuerzo.
Plan de contingencia	Modificar el trabajo hecho para que se ajuste a la descripción del requisito.

R003 – Falta de experiencia en la planificación de proyectos

Descripción	La falta de experiencia en la planificación de este tipo de proyecto es elevada pues es el primer proyecto de este calibre al que el desarrollador del trabajo se expone.
Efecto	Puede ocasionar retrasos a la hora de concretar las fases del proyecto y en las entregas del mismo.
Contexto del riesgo	En la fase de inicio.
Probabilidad	Alta
Consecuencia	Alta
Estrategia para corregir	Realizar una planificación inicial con amplios márgenes de tiempo en cada fase para poder mitigar los posibles problemas que puedan ocasionar los retrasos en la entrega.
Plan de contingencia	Se trabajarán y estudiarán todos los conceptos posibles y necesarios para que la planificación sea lo más ajustada a la realidad y procurando aumentar la cantidad de trabajo a realizar cada día en el caso de observar un posible retraso en la entrega final.

R004 – Falta de motivación

Descripción	La falta de motivación durante el desarrollo del proyecto puede ocasionar un ritmo de trabajo demasiado lento e improductivo que provoque un software de mala calidad y que no cumpla con los requisitos planteados.
Efecto	Puede ocasionar retrasos en la entrega del proyecto, y si este riesgo es prolongado, el abandono del tema escogido para el proyecto.
Contexto del riesgo	Se puede dar en cualquier fase del proyecto.
Probabilidad	Muy baja
Consecuencia	Muy alta
Estrategia para corregir	Cambiar la mentalidad sobre el proyecto intentando cambiar la dinámica de trabajo realizando las tareas en horarios y después de un descanso, sobre todo si por la mañana se ha tenido que ir a trabajar.
Plan de contingencia	Trabajar en los fines de semana que es cuando más tranquilidad hay, aumentando el ritmo de trabajo aprovechando las horas de las que se dispone.

R005 – Destrucción de datos, documentos o código ya desarrollado

Descripción	Por motivos accidentales o desconocidos se pierde algún elemento que ya fue desarrollado.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Contexto del riesgo	Se puede dar en cualquier fase del proyecto.
Probabilidad	Baja
Consecuencia	Alta
Estrategia para corregir	Realizar copias de seguridad diarias si es posible, o cuando se realicen cambios que se consideren importantes, en entorno local y/o en servidores externos como la nube de Dropbox.
Plan de contingencia	Intentar recuperar el/los ficheros perdidos y/o trabajar a un mayor ritmo lo antes posible para recuperar el trabajo y para que no se olviden las ideas de lo que ya había sido desarrollado.

R006 – Diseño y desarrollo erróneo del sistema

Descripción	Desarrollar un sistema con funcionalidad errónea o incompleta que no sigue los requisitos especificados.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Contexto del riesgo	Fase de elaboración, construcción y transición.
Probabilidad	Media
Consecuencia	Alta
Estrategia para corregir	Especificar y mostrar al cliente (en este caso al tutor) los avances en la aplicación y preguntar en caso de tener cualquier duda que pueda llevar a un error, tanto de concepto como de la funcionalidad deseada.
Plan de contingencia	Documentar y detallar detenidamente las funcionalidades deseadas por el cliente para diseñar y desarrollar de acorde a lo pedido y sin que se produzcan errores.

Capítulo 3: Análisis de la aplicación

En esta sección encontrará un análisis de la aplicación con los participantes, los actores del sistema, los objetivos del mismo y la especificación de requisitos.

Participantes en el proyecto

Participante	Adrián Blanco Fernández
Organización	Departamento de desarrollo - ETS Ingeniería Informática
Rol	Jefe de proyecto, analista, diseñador y desarrollador
Es desarrollador	Si
Es cliente	No
Es usuario	No

Participante	Manuel Ángel González Delgado
Organización	Departamento de Física Aplicada
Rol	Tutor del trabajo de fin de grado y cliente de la aplicación
Es desarrollador	No
Es cliente	Si
Es usuario	Si

Definición de actores

Act-001	Usuario
Versión	1.0(22/11/2016)
Autor	Adrián Blanco Fernández
Descripción	Este actor se encargará de realizar las acciones oportunas en la aplicación web.

Objetivos del sistema

En las siguientes tablas se detallarán los principales objetivos que se han tenido en cuenta durante el desarrollo del sistema:

OBJ-1	Aprendizaje de la Inducción Electromagnética
Descripción	El sistema deberá permitir el aprendizaje de la Inducción Electromagnética con los fundamentos teóricos y la simulación que se va a realizar.
Autor	Adrián Blanco Fernández

OBJ-2	Evaluar conocimientos del fenómeno de la Inducción Electromagnética
Descripción	El sistema deberá permitir evaluar los conocimientos adquiridos con el uso de la web mediante realización de un test.
Autor	Adrián Blanco Fernández

OBJ-3	Calcular la f.e.m inducida en la bobina de inducción.
Descripción	El sistema deberá permitir realizar el cálculo de la f.e.m. dadas una serie de valores en la simulación del experimento.
Autor	Adrián Blanco Fernández

OBJ-4	Análisis de resultados de la simulación
Descripción	El sistema deberá permitir analizar la relación entre la f.e.m. y las otras magnitudes del experimento.
Autor	Adrián Blanco Fernández

OBJ-5	Consultar video experimental
Descripción	El sistema deberá permitir consultar un video experimental sobre el fenómeno de la inducción electromagnética.
Autor	Adrián Blanco Fernández

Especificación de los requisitos

Aquí se exponen los requisitos tanto funcionales como no funcionales

A) Requisitos funcionales

En las siguientes tablas se describen los requisitos funcionales de la web:

RF-1	Lectura de los Fundamentos Teóricos
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario consultar los fundamentos teóricos del fenómeno de la inducción electromagnética.
Prioridad	Alta

RF-2 Realización de cuestionario	
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario evaluar sus conocimientos sobre el fenómeno de la inducción electromagnética.
Prioridad	Alta

RF-3 Calculo de la f.e.m. en la simulación	
Descripción	El sistema deberá calcular la f.e.m. en función de los valores que haya seleccionado el usuario en la pantalla de la simulación.
Prioridad	Alta

RF-4 Análisis de los resultados de la simulación	
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario analizar la relación entre la f.e.m. y otras magnitudes de la simulación.
Prioridad	Alta

RF-5 Consultar video experimental	
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario consultar el video experimental de la página.
Prioridad	Alta

B) Requisitos no funcionales

En las siguientes tablas se describirán los requisitos no funcionales considerados para las aplicaciones:

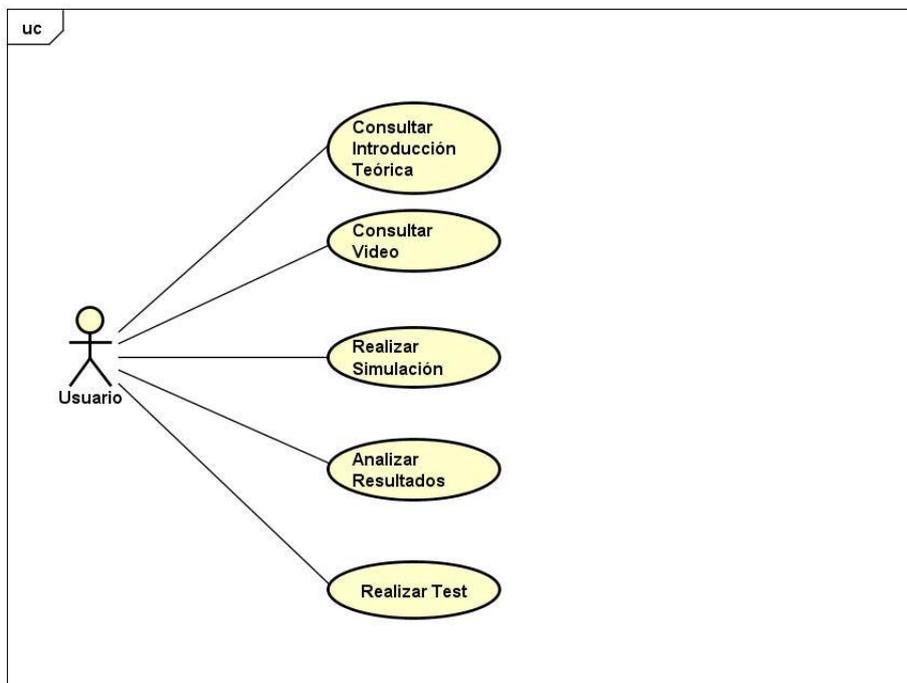
RNF-1 Facilidad de uso	
Descripción	El sistema deberá poder ser usado de forma intuitiva y fluida.

RNF-2 Interfaz de usuario de acuerdo a diseños de aplicaciones similares	
Descripción	El sistema deberá tener una interfaz de usuario acorde al diseño de aplicaciones similares y que gracias al menú y los textos se entiendan fácilmente las actividades que cada uno realiza.

RNF-3	Simulaciones desarrolladas con EJS
Descripción	El sistema deberá tener cuatro simulaciones creadas mediante EJS.
RNF-4	Uso Java,JS,JSP
Descripción	El sistema deberá estar desarrollado con estos lenguajes.
RNF-5	Compatibilidad Apache y Linux
Descripción	El sistema deberá funcionar correctamente en un servidor Apache, dentro de un sistema operativo Linux.

Diagrama de casos de uso

En la Ilustración se muestra el diagrama de casos de uso correspondiente al sistema a desarrollar.



Especificación casos de uso

CU-1	Consultar fundamentos teóricos	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en este caso de uso, cuando el usuario consulte los fundamentos teóricos.	
Precondición	Ninguna	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-1) elige la opción de “introducción teórica” del menú principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de introducción teórica.

Postcondición	Ninguna
----------------------	---------

CU-2 Consultar Video		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en este caso de uso, cuando el usuario consulte la sección de video	
Precondición	Ninguna	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-1) elige la opción de "Video" del menú principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de video
Postcondición	Ninguna	

CU-3 Realizar Simulación		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en este caso de uso, cuando el usuario se disponga a realizar un apartado de los cuatro de la simulación.	
Precondición	Ninguna	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-1) elige la opción de "Simulación Virtual" del menú principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de simulación virtual
	3	El usuario elige un apartado de la simulación
	4	El sistema muestra la pantalla del apartado elegido.
	5	El usuario modifica el valor de la magnitud relacionada con el apartado.
	6	El sistema calcula el valor de la f.e.m., lo muestra en pantalla y añade el punto (valor introducido, valor calculado) en la gráfica del apartado.
Postcondición	El actor Usuario (ACT-0001) ha realizado una simulación de experimento y ha introducido datos necesarios para el análisis de resultados del apartado.	
Excepciones	Paso	Acción
	5a	Dato tipo erróneo. El sistema muestra mensaje de error. El caso de uso continua.
	5b**	Dato erróneo. Usuario introduce un dato superior a 1. El caso de uso se reinicia y continua en el paso 4.**

*Este caso de uso se repite en cuatro apartados cambiando la magnitud.

**Esta excepción solo se da en el apartado 3 que por motivos de la simulación y evitar errores se debe reiniciar si el usuario introduce un dato erróneo.

CU-4 Analizar Resultados		
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en este caso de uso, cuando el usuario se disponga a analizar los resultados de un apartado de los cuatro de la simulación.	
Precondición	CU-3	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor Usuario (ACT-1) elige la opción de "Analizar Resultados" en la pantalla de simulación de un apartado.
	2	El sistema muestra la pantalla de análisis de resultados. Añadiendo a la gráfica de análisis los puntos introducidos en el CU-3.

Postcondición	Ninguna
----------------------	---------

CU-5		Realizar test	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en este caso de uso, cuando el usuario se disponga a realizar el test.		
Precondición	CU-3		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El actor Usuario (ACT-1) elige la opción de “¿Qué hemos aprendido?” del menú principal.	
	2	El sistema muestra la pantalla de test.	
	3	El usuario responde a las preguntas con V o F y pulsa comprobar respuestas.	
4	El sistema muestra en la misma pantalla el resultado de cada pregunta.		
Postcondición	Ninguna		
Excepciones	Paso	Acción	
	3a	El usuario no responde todas las preguntas y pulsa el botón. El sistema mostrara un mensaje de error pidiendo que marque todas las preguntas antes de comprobar.	

Análisis de usuarios

Para poder desarrollar una aplicación que se corresponda con lo pedido y que sea atractiva a sus futuros usuarios se analizan los posibles usuarios y aquí se muestran las características de estos.

Características de los usuarios	Características por perfil
Edad	En su mayoría mayores de 18 años.
Género	Indistinto.
Nivel de educación	Estudiantes del Grado en Ingeniería en Informática impartida por la Universidad de Valladolid.
Idioma	Preferiblemente castellano.
Motivación	Trabajar y aprender el fenómeno de la inducción electromagnética apoyándose de una simulación virtual que les ayude.
Nacionalidad	Indiferente.
Conocimientos tecnológicos	Conocimiento avanzado en tecnologías de la información. También se contempla que existan usuarios con conocimientos limitados de informática y de sistemas operativos.
Limitaciones físicas	Puede tener limitaciones físicas, salvo problema de ceguera. El sistema no contempla otra opción que la visual

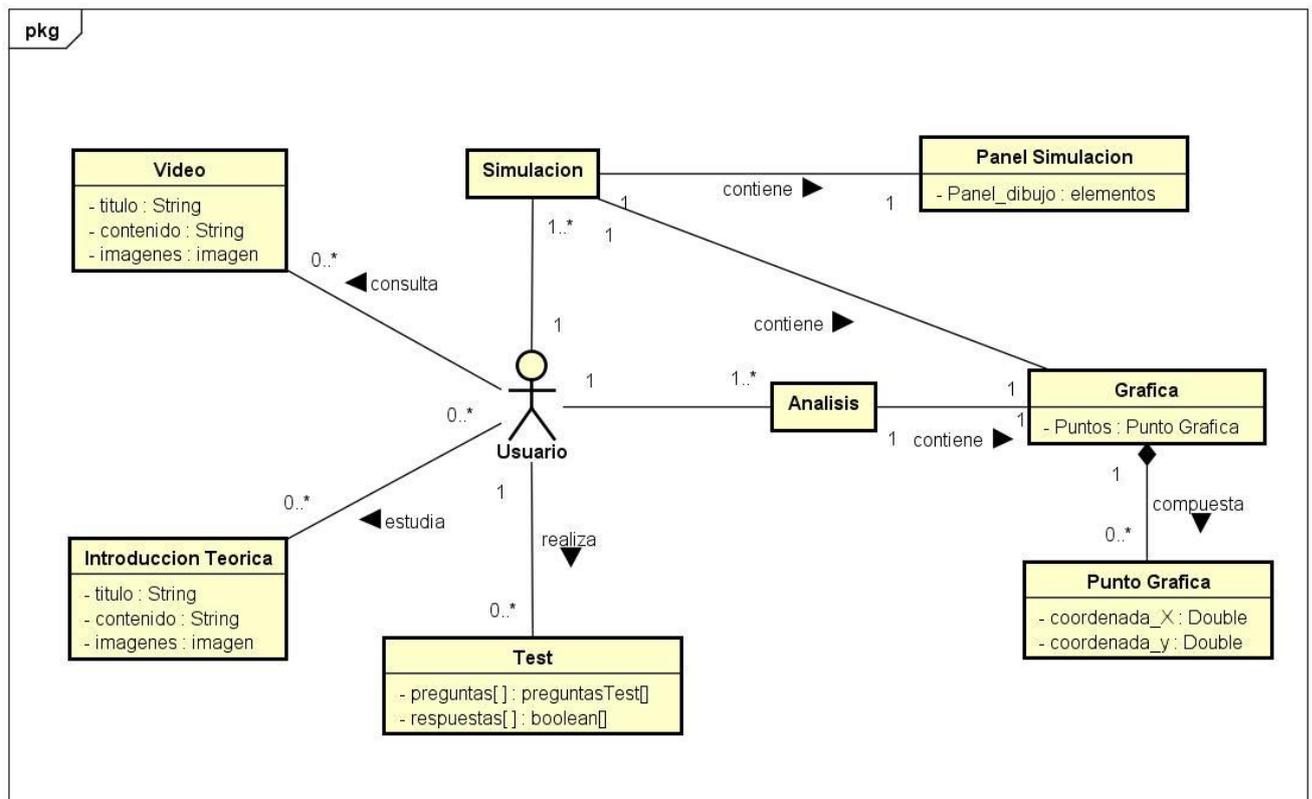
PLANTILLA DE PERSONAJE: USUARIO 1	
Nombre:	Carlos Velasco Olmos
Edad:	23 años
Género:	Masculino
Profesión:	Estudiante de Grado en Ingeniería Informática en la Universidad de Valladolid
Rutina diaria / Contexto de uso:	
<p>Carlos está cursando la asignatura de Física que se imparte en el primer curso del Grado en Ingeniería Informática y quiere aprobar la asignatura. Para ello se introduce a la web con su portátil y se pone a trabajar con ella. Primero entra en los fundamentos teóricos, pues entiende que, para poder realizar el resto de actividades, primero tendrá que estudiar la teoría de este fenómeno. Después realizará las simulaciones e intentará analizar y comprender lo mejor posible los resultados de las mismas; para así realizar el test y comprobar sus conocimientos.</p>	
Meta:	
<p>Aprender el fenómeno de la inducción electromagnética de la forma más divertida posible que ayude a aprobar la asignatura de Física.</p>	
Actitud ante la tecnología:	
<p>Muy buena, es capaz de navegar de forma intuitiva a través de la interfaz de usuario sin necesidad de ayuda.</p>	

Capítulo 4: Diseño de la aplicación

En esta sección se va a explicar el dominio de la aplicación, así como sus casos de uso.

Modelo de dominio

El modelo de dominio esta explicado así para un mejor entendimiento en los diagramas del funcionamiento interno de las simulaciones, puesto que no tengo más clases que el controlador encargado del encaminamiento se prefirió hacerlo así. Se omite la pantalla de inicio pues es a la que se accede naturalmente a la web y no tiene funcionalidad relacionada con la simulación.



DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DOMINIO

- **Usuario:** representa un usuario de la aplicación.
- **Introducción Teórica:** representa la pantalla donde se mostrará el contenido teórico en el que se basa la práctica. Posee un título, un contenido e imágenes.
- **Simulación:** representa una pantalla de simulación que contiene un panel de simulación con sus controles en los que el alumno modificará los valores de las magnitudes, y una gráfica que recoja el cambio de esos valores.
- **Panel Simulación:** representa los elementos utilizados en la simulación, tiene un panel de dibujo en el que se incluyen los controles de la simulación, así como la ventana grafica donde se mostrará.

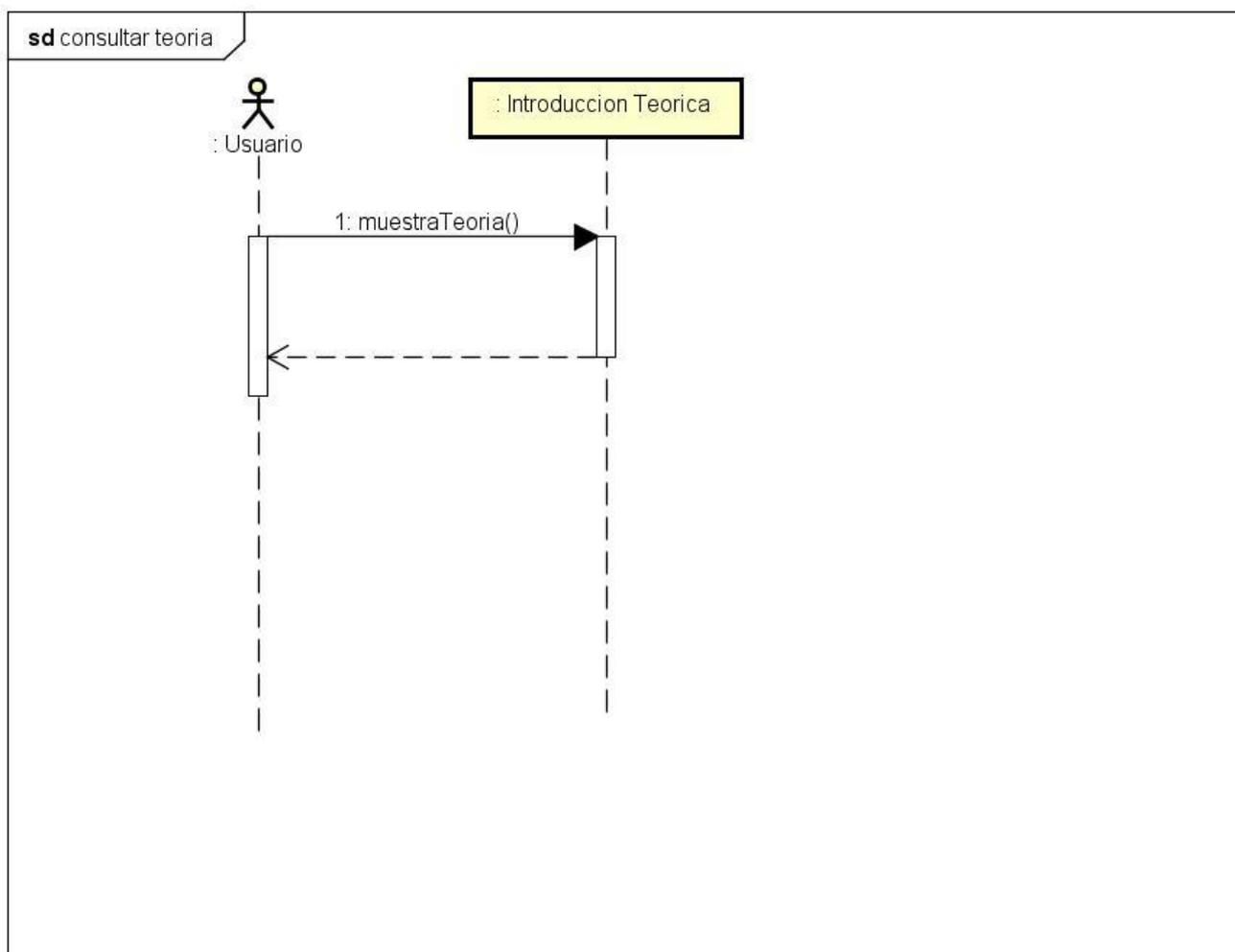
- **Gráfica:** representa la gráfica que muestra los puntos introducidos por el usuario. Está formado por un conjunto de puntos de gráfica.
- **PuntoGrafica:** representa cada punto que se dibuja en la gráfica y posee unas coordenadas para poder representar la gráfica en el lienzo. Estas coordenadas van a ser el valor de la magnitud que introduzca el usuario y el valor de la f.e.m. calculada.
- **Test:** representa el test que el usuario realizara en la web para asegurar sus resultados. Está formado por preguntas y respuestas que son en lo que respecta a la funcionalidad dos vectores boolean que se comparan uno con los valores introducidos por el usuario y otro con los valores correctos.
- **Análisis:** representa la pantalla de análisis de cada apartado que contiene una gráfica que recibe los puntos del apartado para analizarlos.

Diagramas secuencia

Aquí se detallan los diagramas de secuencia de los casos de uso:

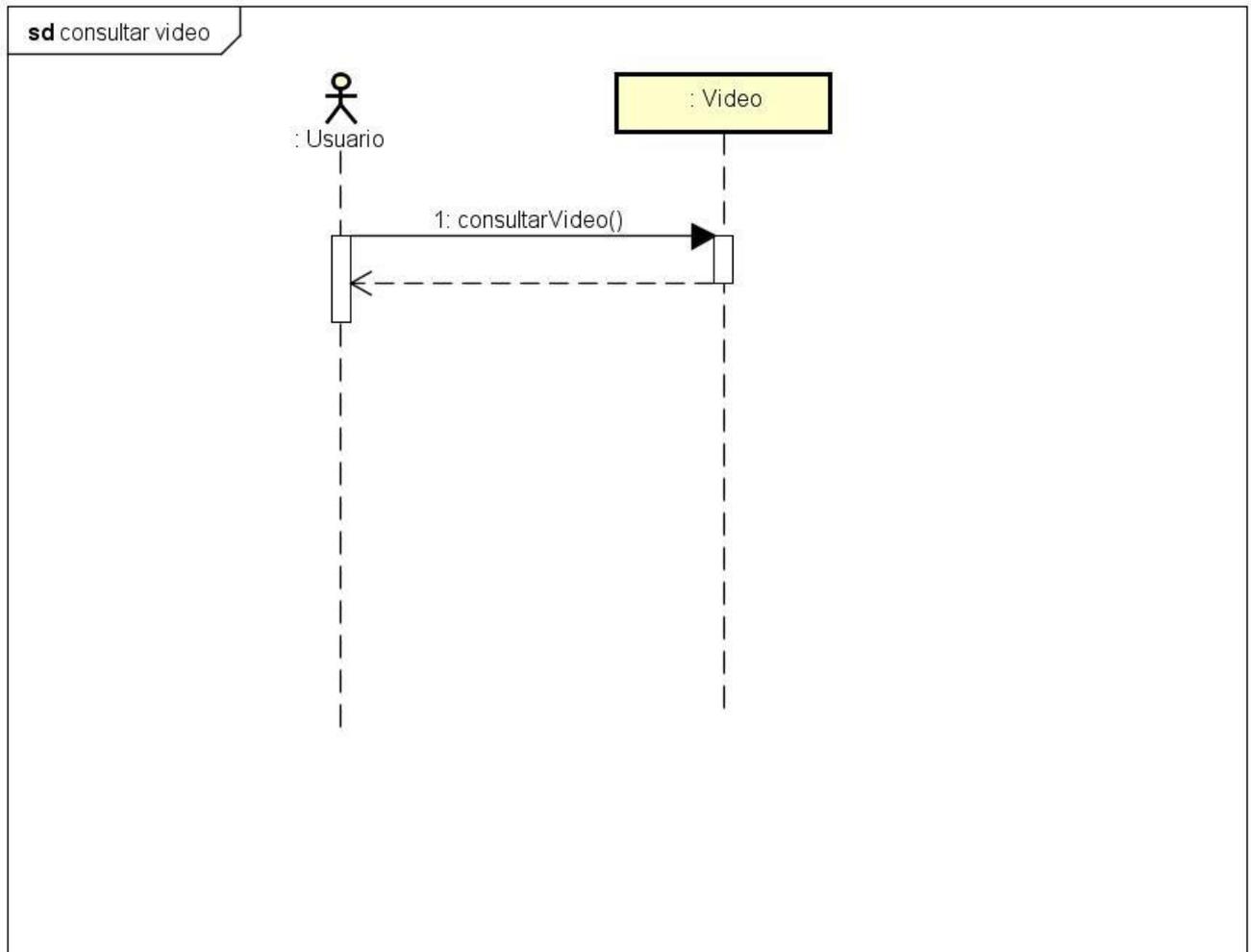
Caso de uso 1- Consultar teoría

El usuario accede a la web y pide que se muestre la pantalla de introducción teórica. El sistema muestra la pantalla.



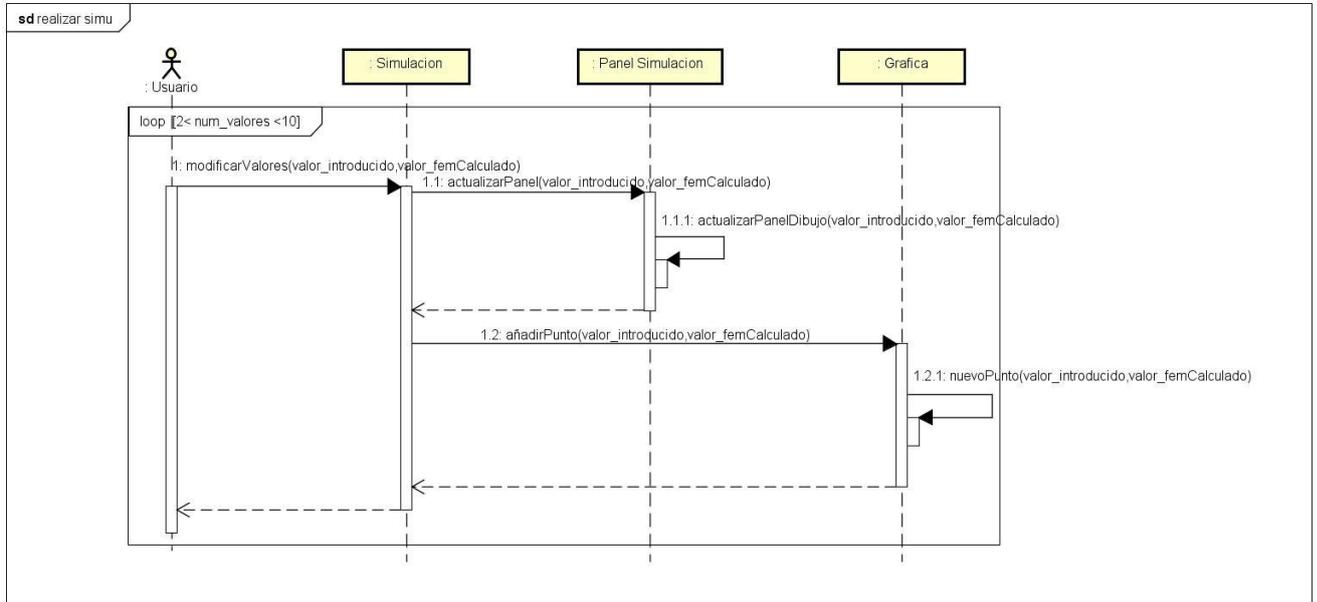
Caso de uso 2 – Consultar Video

El usuario accede a la opción de video del menú y el sistema muestra la pantalla.



Caso de uso 3 – Realizar simulación

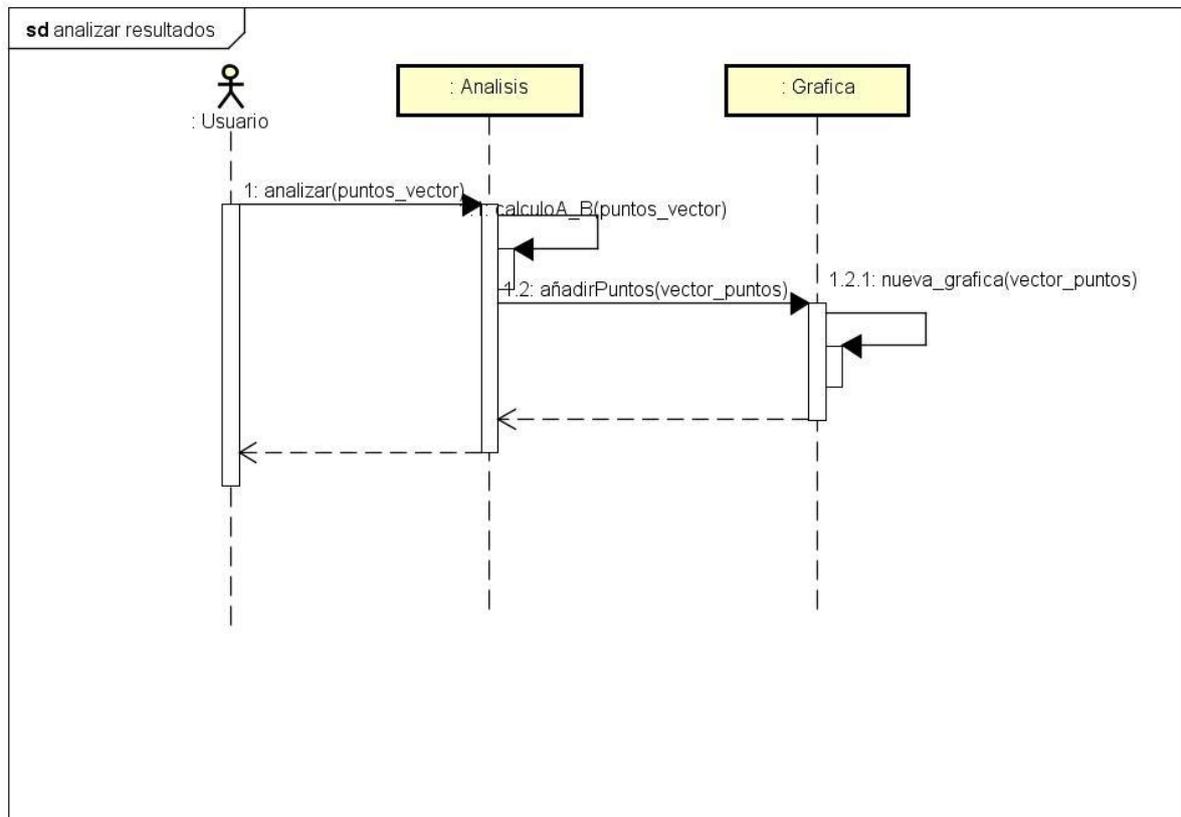
El usuario ha accedido a un apartado de la simulación y modifica valores en ella. El sistema muestra esos valores tanto en el panel de simulación como en la gráfica. Este caso de uso se repite hasta que el usuario pulse analizar resultados con al menos 2 valores introducidos por el. 10 simplemente es el límite de puntos que coge la gráfica de análisis. Con lo cual cualquier valor a mayores no entrará.



Caso de uso 4 – Analizar Resultados

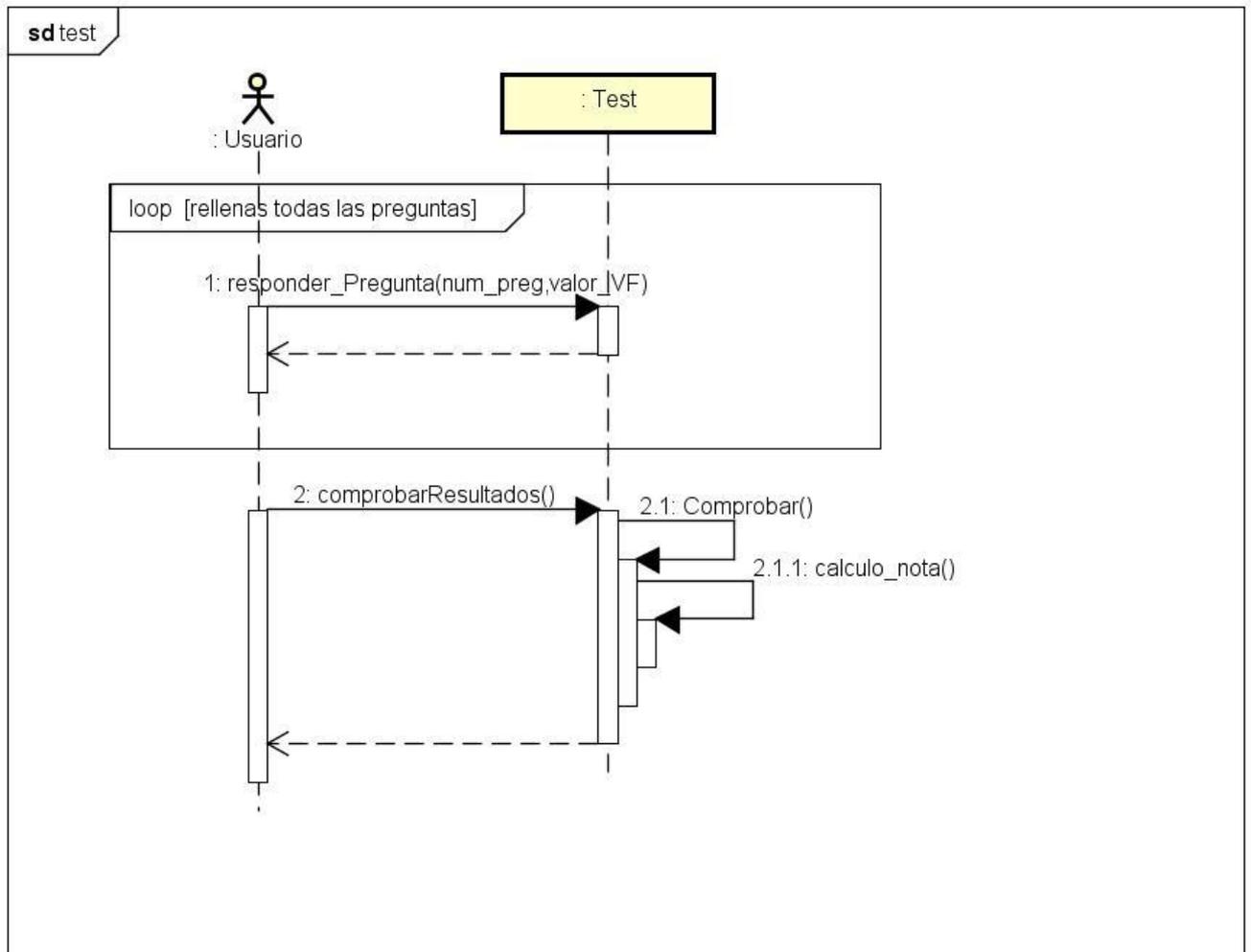
El usuario ha pulsado analizar resultados en el apartado y se muestra la pantalla de análisis.

El sistema muestra la grafica con los puntos anteriormente introducidos por el usuario y los valores de a y b en la recta $y=bx+a$.



Caso de uso 5 – Realizar Test

El usuario accede a la sección ¿Qué hemos aprendido? Y realiza el test. Hasta que el usuario no rellene todo el test el sistema no comprara las respuestas.



Capítulo 5: decisiones de implementación

En esta sección se explica la tecnología de Easy Java Simulations y la creación de las simulaciones para este proyecto, así como el funcionamiento de la web.

Easy Java Simulations

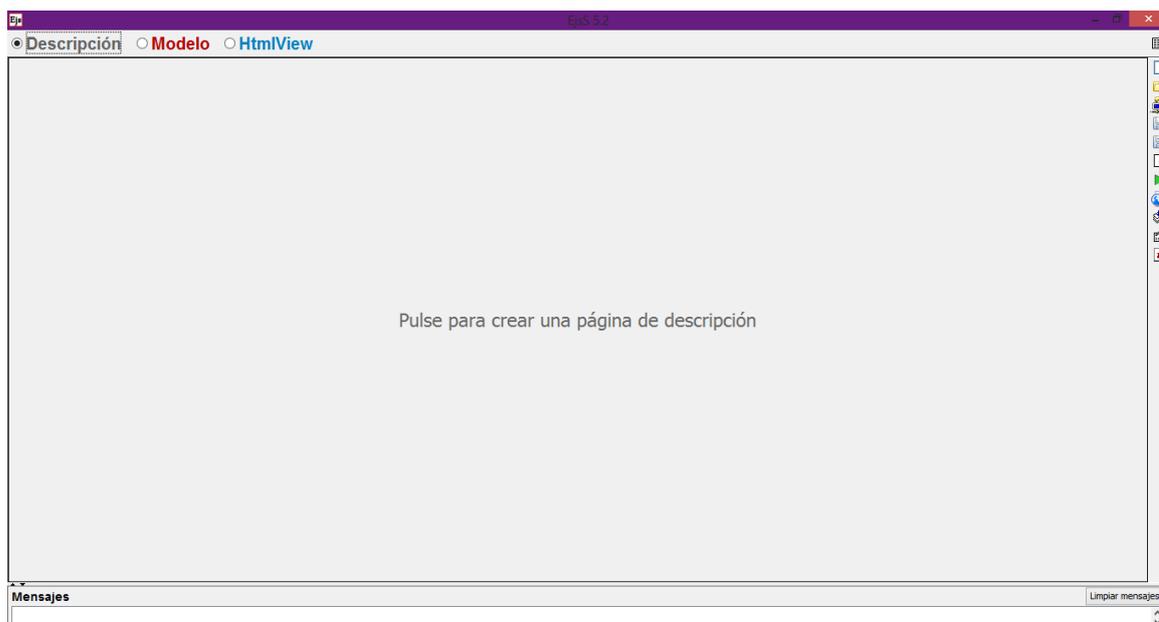
Easy Java Simulations es una herramienta dirigida a facilitar la programación de simulaciones virtuales usando Java. Esta herramienta fue pensada para crear aplicaciones de escritorio java que se ejecuten normalmente en un ordenador y también applets que se ejecutaran desde los navegadores para así poder difundirlas mucho mejor.

Esta tecnología la creó Francisco Esquembre, profesor de la Universidad de Murcia, y se distribuye bajo la licencia abierta GNU GPL. Esta tecnología al ser de código abierto ha pasado por muchas manos y mucha gente ha contribuido debido a eso, lo que su autor creo dista mucho de la tecnología actual. Desde 2014 se pasó a llamar EJSS pues se publicó la versión 5.0 que incluía la posibilidad de crear simulaciones en JavaScript de ahí el nombre Easy JavaScript Simulations. Aun así, falta documentación en esta parte, que aunque se presume un reflejo de Java, y por tanto debería tener similar documentación, esta no cumple igual todas las funciones y tiene algunos bugs que están corrigiendo ya que sigue activa la web y la tecnología. Actualmente la última versión estable es la 5.2 y es con la que se desarrolla este proyecto que ya corrige alguno de los bugs de las versiones anteriores en JavaScript.

Para este proyecto se crearon una simulación en Java y en JavaScript con el fin de comprobar cuál era la mejor decisión para la web final y tras comprobar ambos resultados se decidió por JavaScript ya que a pesar de la falta de documentación es más compatible, ligero y fácil de ejecutar en más navegadores pues la simulación de java solo se ejecutaba en IE y añadiéndola a la lista de seguridad la url cosa que hacía del uso de la web muy tediosa.

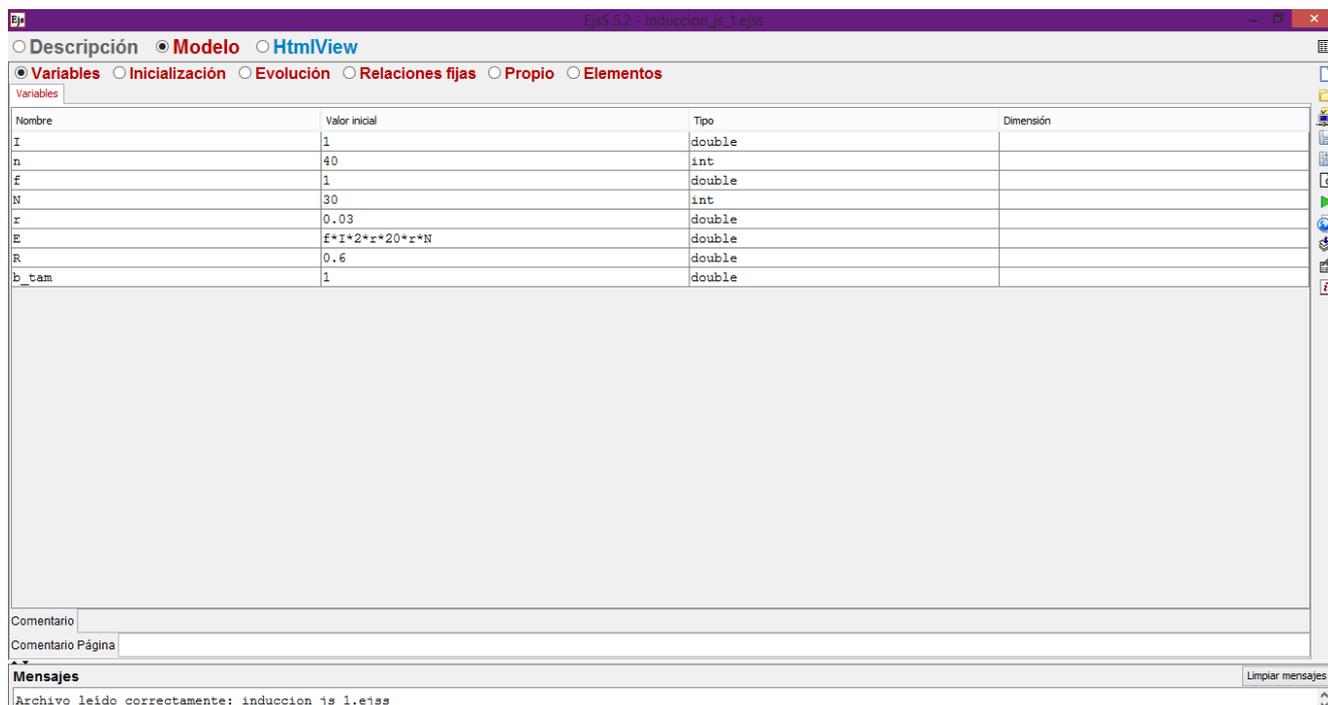
Me centraré en la parte JavaScript de la tecnología pues es la que finalmente se usó. La consola de EJSS da la opción de elegir qué sistema arrancar si Java o JavaScript, así como que versión de java usar de base para las simulaciones, se ha usado la versión 8.1 de java y JavaScript como opción de arranque.

La interfaz de EJSS es la siguiente:



Aquí se ve una pantalla de descripción vacía que contendría la descripción de la EJS que no es obligatoria y no he utilizado en este proyecto, pero básicamente es un lugar donde poner la teoría relacionada a la simulación. También se distingue que hay otras dos secciones importantes como son modelo y HtmlView. Estas secciones se discutirán a continuación.

En esta imagen se ve la interfaz de la sección de modelo de la consola de EJS.



Se observa que esta sección tiene otras subsecciones que son Variables, Inicialización, Evolución, Relaciones Fijas, Propio y Elementos. Cada una tiene una función específica:

- Variables: En esta sección, que es la que se observa en la imagen anterior, se declaran las variables del modelo que vayan a ser usadas en la simulación, tienen un nombre, valor inicial, tipo y en caso de vector o matriz dimensión también.

- **Inicialización:** Si bien en la creación de las variables podemos inicializarlas con un valor constante o una expresión sencilla dentro de la casilla *Valor Inicial* en algunos casos necesitamos una inicialización más compleja, como por ejemplo si necesitamos hacer unos cálculos previos. Las páginas que podemos crear en este subpanel son el lugar donde escribir el código JavaScript necesario.

- **Evolución:** Las simulaciones algunas veces representan sistemas continuos en los que una de las variables de las que depende es el tiempo y para estos sistemas los cambios de estado se producen con ecuaciones diferenciales y es para eso para lo que está esta sección, para definir como evolucionaria el modelo dado un incremento en tiempo de alguna variable del modelo.

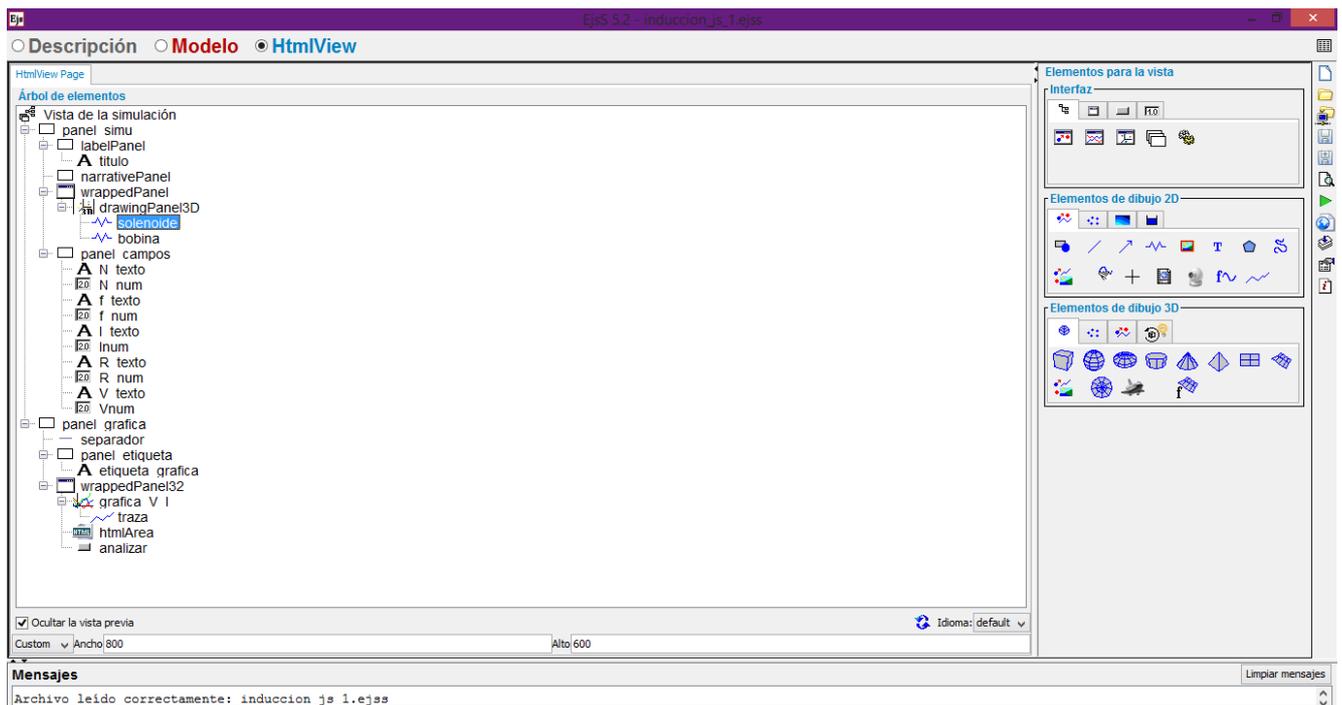
- **Relaciones Fijas:** la existencia de una segunda fuente de cambios la interacción directa del usuario con la simulación es la razón por la que no se deben incluir estas relaciones en la sección anterior. Si las relaciones fijas han de ser válidas siempre, entonces deberían mantenerse cuando el usuario cambia alguna de estas variables, incluso si la simulación está parada. Por esto, es conveniente identificar claramente y escribir de forma separada estos dos tipos. Esto permitirá al ordenador saber qué ecuaciones deben ser evaluadas en cada caso.

- **Propio:** Como se puede imaginar en esta sección se definen los métodos propios que queremos que la simulación ejecute de alguna manera. Todo será código JavaScript.

- **Elementos:** Una sección en la que se incluyen elementos externos que se pueden incluir de bibliotecas de terceros, como un seleccionador de ficheros, o elementos de red para Java y cosas por el estilo.

La imagen del modelo muestra los valores de las variables para el apartado 1 de mi simulación, pues no todos los apartados comparten los mismos valores iniciales, en ella están definidas la intensidad y la frecuencia de la corriente, el número de espiras del solenoide y de la bobina de inducción, así como sus radios para la parte visual como de valor para el cálculo y la fuerza electromotriz inducida y su fórmula; cada uno con su valor inicial y su tipo correspondiente. En la que se aprecia un ajuste que se realizó para una mejor visualización y usabilidad de la página ya que se multiplica por 10 e valor de la f.e.m. para que sea más parejo a los valores introducidos.

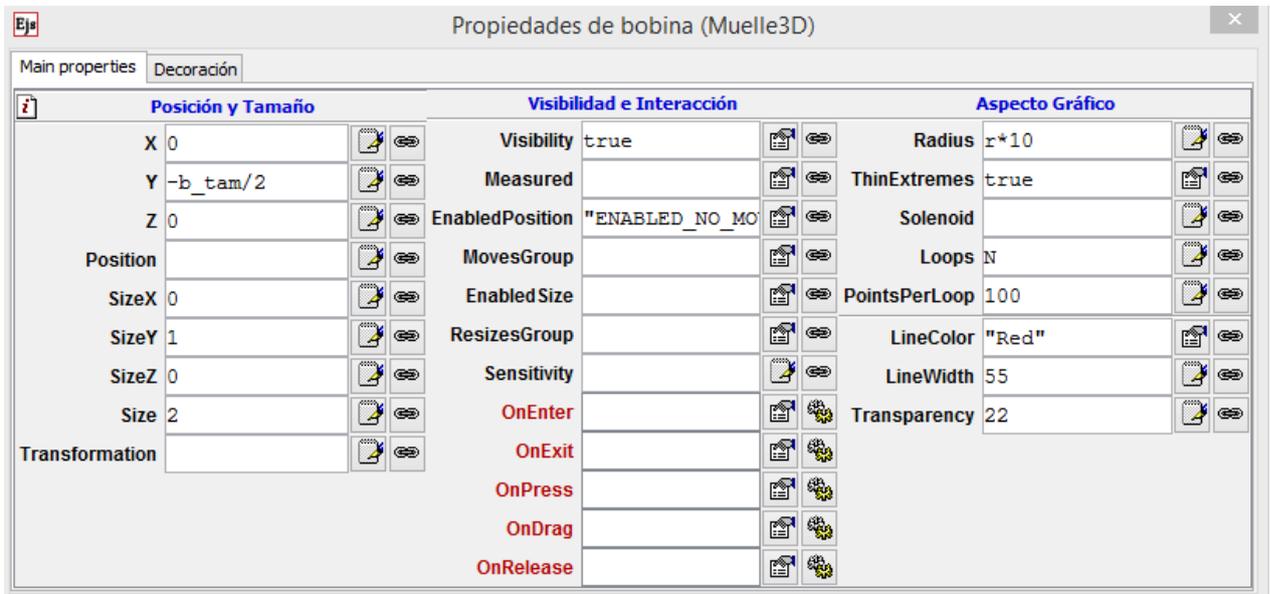
En esta imagen se aprecia la interfaz de la sección HtmlView:



Como se aprecia en la imagen esta sección consta de distintos tipos de interfaz que se muestran a la derecha como son panel de dibujo, panel de gráfica, panel de dibujo 3d, paneles HTML normales y de control sobre los que irán los otros elementos.

- Panel de dibujo: Se corresponde con un panel 2d de dibujo en el que se pueden añadir los elementos de dibujo 2d que explicare posteriormente junto a los 3d pues se corresponden.
- Panel de gráfica: Es un panel con ejes que permite añadir objetos 2d tipo rastro, traza, función, ... Para representar las variables del modelo.
- Panel de dibujo 3d: Es un panel de dibujo donde se introducirán elementos de dibujo 3d.
- Paneles HTML: hay elementos predefinidos HTML que se pueden añadir a estos paneles como campos numéricos, selectores, audio, video, ...
- Panel de control: es un conjunto de paneles y de elementos HTML predefinido para controlar las simulaciones continuas.

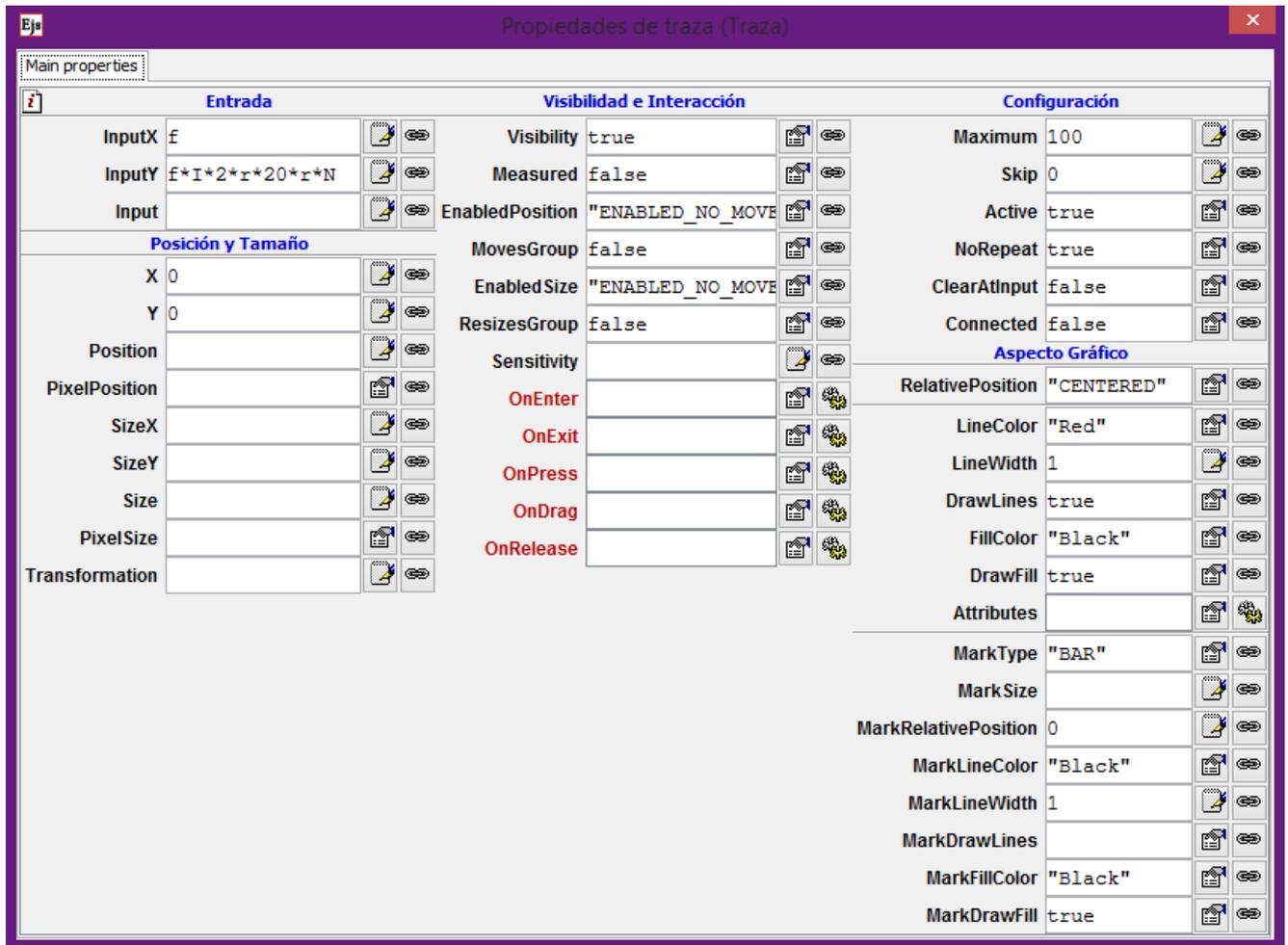
Los elementos de dibujo 2d y 3d son elementos predefinidos con propiedades propias y modificables a gusto del usuario, como ejemplo, la bobina de la simulación:



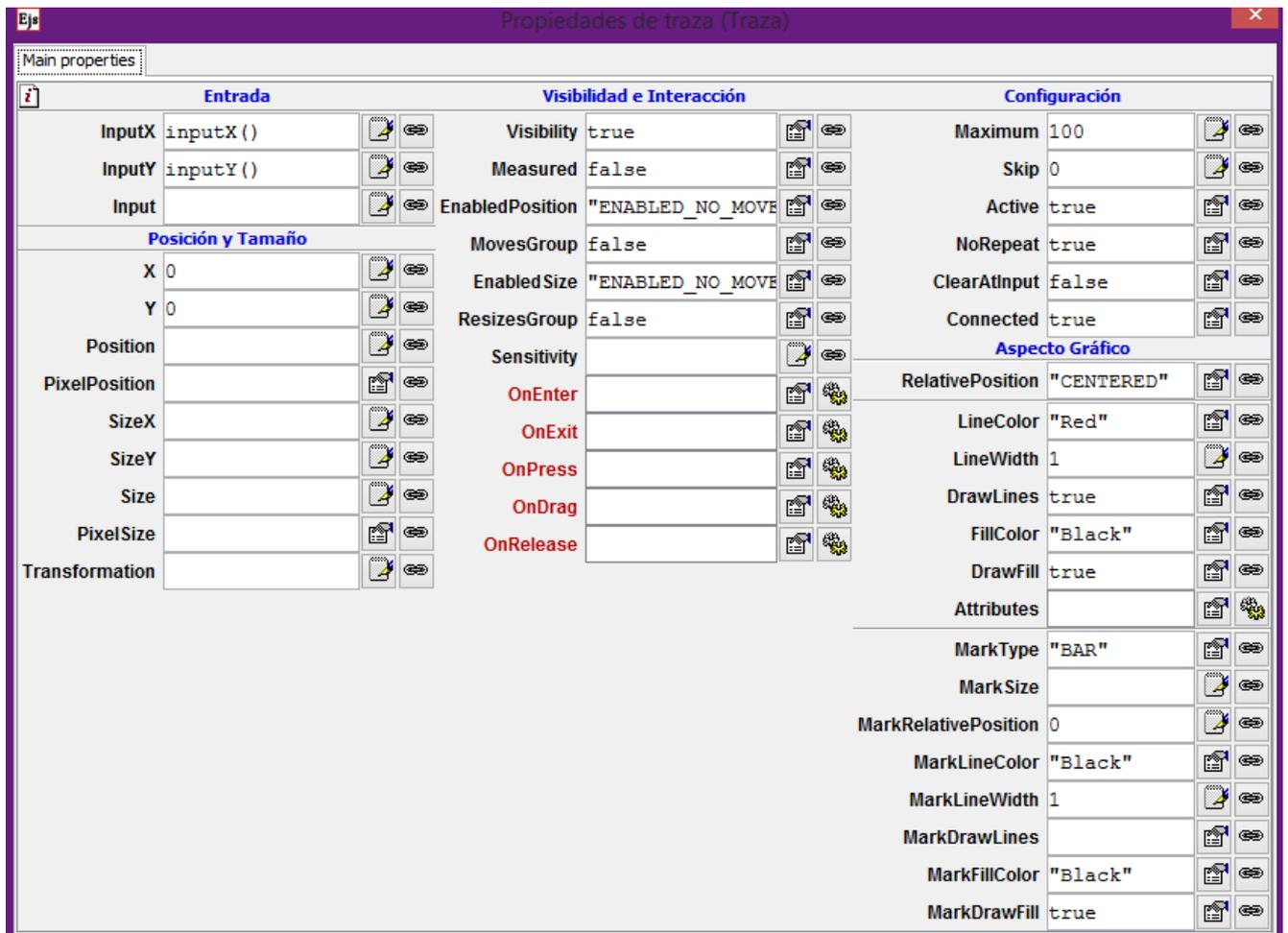
Las propiedades no completadas se ponen por defecto al crearse el objeto en la ejecución, como se aprecia hay ciertas propiedades que dependen de variables del modelo como es el radio cuyo valor es $r*10$ o el número de loops del muelle que nos sirve como número de espiras y que al modificarse estas variables en los campos numéricos correspondientes este muelle se actualiza y cambia de tamaño o espiras usando esos valores. El elemento tiene muchas propiedades desde posición en la vista, tamaño, hasta puntos por bucle o posibilidad de moverse o no lo que hace que esta herramienta tenga un sinfín de posibilidades. Puesto que además de variables se pueden asignar métodos que devuelvan los valores correspondientes a las propiedades, además de tener eventos como OnEnter, OnDrag, y otros distintos a los que se ven pues otros elementos tienen más eventos que permiten disparar métodos en momentos determinados.

Como se puede ver en la imagen del interfaz de HtmlView que se corresponde con la vista del apartado 1, esta está formada por un panel de simulación con un panel de dibujo y un panel con campos numéricos y de texto que indican los valores de las variables y por un panel de grafica que recoge los valores introducidos y el calculado por la f.e.m. y los añade a la gráfica. El resto de apartados están creados de manera similar cambiando valores de variables y pequeños detalles, pero siguiendo el esquema.

En la creación de las simulaciones me encontré con fallos de JavaScript que no marca los puntos en las gráficas de una manera normal como hace en java el elemento traza, lo que hizo que se quedaran marcados con barras sueltas que finalmente fueron una buena opción pues se aprecia con claridad la dependencia entre magnitudes de esta manera. Las propiedades de la traza son las siguientes:



En este caso también se añaden más propiedades como puede ser la entrada la cual puede estar ligada a variables como este caso o a funciones que le devuelvan puntos, esto último es lo que se decidió realizar para el análisis de los datos, crear una traza que acepte por entrada una función que le devuelva los puntos del apartado anterior.



Estas son las propiedades de una de las gráficas de una pantalla de análisis lo que la diferencia de las otras es que recibe por input de dos funciones una con las coordenadas x y otra con las coordenadas y de los puntos a mostrar. Estos dos métodos están definidos en mi página de código propio del modelo para que así se puedan usar en la traza.

Aquí el código:

```

○ Descripción ● Modelo ○ HtmlView
○ Variables ○ Inicialización ○ Evolución ○ Relaciones fijas ● Propio
Página Propia

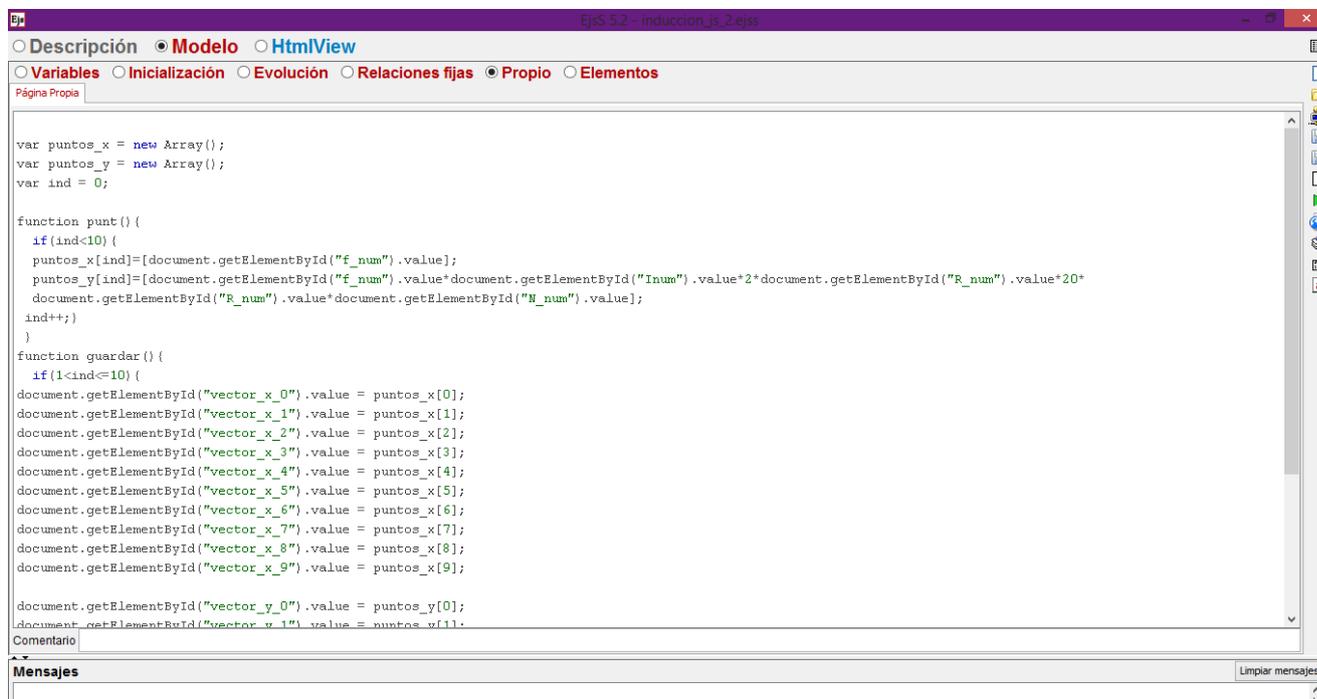
var puntos_x = new Array();
var puntos_y = new Array();

puntos_x[10]=[0.00];
puntos_y[10]=[0.00];

function inputX () {
    return puntos_x;
}
function inputY () {
    return puntos_y;
}

```

Esas funciones serán completadas en la jsp con código Java que provocaría error en la generación de la EJS y que por eso se omite. Paralelamente en la parte de código propio de la EJS de simulación hay unas funciones encargadas de guardar los puntos que por java se pasaran a esas funciones y de ahí a la gráfica. Aquí el código JS de la EJS del apartado 2 (es similar al resto cambia de que input se recupera el valor):



```
var puntos_x = new Array();
var puntos_y = new Array();
var ind = 0;

function punt() {
  if (ind < 10) {
    puntos_x[ind] = [document.getElementById("f_num").value];
    puntos_y[ind] = [document.getElementById("f_num").value * document.getElementById("Inum").value * 2 + document.getElementById("R_num").value * 20 +
    document.getElementById("R_num").value * document.getElementById("M_num").value];
    ind++;
  }
}

function guardar() {
  if (1 < ind <= 10) {
    document.getElementById("vector_x_0").value = puntos_x[0];
    document.getElementById("vector_x_1").value = puntos_x[1];
    document.getElementById("vector_x_2").value = puntos_x[2];
    document.getElementById("vector_x_3").value = puntos_x[3];
    document.getElementById("vector_x_4").value = puntos_x[4];
    document.getElementById("vector_x_5").value = puntos_x[5];
    document.getElementById("vector_x_6").value = puntos_x[6];
    document.getElementById("vector_x_7").value = puntos_x[7];
    document.getElementById("vector_x_8").value = puntos_x[8];
    document.getElementById("vector_x_9").value = puntos_x[9];

    document.getElementById("vector_y_0").value = puntos_y[0];
    document.getElementById("vector_y_1").value = puntos_y[1];
  }
}

Comentario
```

La función punt guarda cada coordenada en un vector, como se aprecia en la imagen la coordenada x es el valor de input de la magnitud del apartado y la coordenada y es el cálculo de la f.e.m.

La función guardar se encarga de pasar los valores de los vectores a input hidden que luego me servirán para guardar esos valores en la request. Y usarlos en la pantalla de análisis.

Estas simulaciones tienen la posibilidad de dar una vista previa que se compila automáticamente cuando se hace un cambio en el HtmlView de la EJS y si hay algún fallo en compilación esta no se verá. Esta y el tamaño de la simulación están en la pantalla de HtmlView también.

Cuando se ejecuta una ejs se crea un fichero xhtml que es leído por los navegadores, puesto que en las pantallas de análisis se ha tenido que añadir código Java se incluyó por entera la ejs en la jsp para que no hubiera errores de compilación en vez de mantenerla en su archivo xhtml. En cambio, la simulación como tal está incluida en la jsp, pero se mantiene en su archivo xhtml.

Interfaz y funcionamiento de la web

El diseño de la web se ha seguido de otros proyectos similares realizados durante la carrera.

La pantalla principal que nos muestra un texto explicativo sobre la web y su función, y el menú superior, donde se marcan las secciones de la web, creado con bootstrap y jquery.

BIENVENIDOS AL LABORATORIO VIRTUAL

En esta web encontrará todo lo necesario para observar y comprender el fenómeno de la inducción electromagnética realizando una práctica virtual, dividida en cuatro secciones, sin contar la actual, que son:

- **Introducción teórica:** Aquí encontrará los objetivos de la práctica y la teoría necesaria para entender esta práctica y su funcionamiento.
- **Simulación Virtual:** Aquí encontrará los cuatro apartados de la práctica cada uno con su propia simulación y su análisis de resultados.
- **¿Qué hemos aprendido?:** Aquí encontrará un test con unas cuantas cuestiones sobre la práctica que permitan saber hasta donde llega su entendimiento de los resultados de la práctica.
- **Video:** En esta sección se encuentra colgado un video con experimentos relacionados con el fenómeno tratado que resultan interesantes y permiten una mejor comprensión de este fenómeno.

Siguiendo el menú nos desplazamos a Introducción Teórica y nos mostrará la pantalla con los fundamentos teóricos del experimento que el alumno deberá intentar asimilar lo mejor posible para realizar la simulación y comprenderla y así posteriormente poder realizar el test para evaluar su aprendizaje.

Inicio
Introducción Teórica
Simulación Virtual
¿Qué hemos aprendido?
Vídeos

Inducción Electromagnética

OBJETIVOS

Medir la fuerza electromotriz que se induce en una pequeña bobina cuando se la introduce en un solenoide extenso cuyo campo magnético varía en el tiempo.
 Evaluar la dependencia de dicha fuerza electromotriz inducida con la frecuencia y la intensidad de la corriente que circula por el solenoide y con el diámetro y el número de espiras de la bobina.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando una corriente eléctrica de intensidad I recorre las espiras de un solenoide se crea en su interior un campo magnético \vec{B} , paralelo al eje del solenoide, cuyo módulo es:

$$B = \mu_0 n I$$

donde n es el número de espiras por unidad de longitud en el solenoide. Si la corriente que recorre el solenoide es alterna, de frecuencia f , varía con el tiempo en la forma:

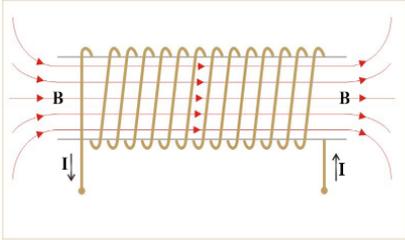
$$I = I_0 \cdot \cos(2\pi f t)$$

Dicha corriente crea en el solenoide un campo magnético, dado por la ecuación 1, que también será variable en el tiempo, tanto en el módulo como en el sentido.

Un campo magnético $\mathbf{B}(t)$ variable con el tiempo, aplicado a una bobina (denominada en adelante "bobina de inducción"), provoca en ella la aparición de una fuerza electromotriz inducida cuyo valor se obtiene a partir de la Ley de Faraday:

$$\varepsilon_{ind} = - \frac{d\phi_m}{dt}$$

donde el flujo magnético Φ_m que recibe la bobina de inducción de N espiras y área transversal S es: $\Phi_m = N \cdot \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$



Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

La siguiente opción del menú es la de Simulación Virtual que nos muestra una pantalla con un texto explicativo sobre los objetivos de la simulación, sus apartados y como debe interactuar el alumno con las simulaciones EJS.

Inicio Introducción Teórica **Simulación Virtual** ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

BIENVENIDOS A LA SIMULACIÓN VIRTUAL

En esta sección se encuentran los cuatro apartados de la práctica cada uno relacionado con una de las cuatro magnitudes mencionadas en los objetivos de la práctica. Para poder pasar a la pantalla de análisis se piden entre 2 y 10 valores para que se pueda ver la dependencia, cuantos más mejor.

- Apartado 1: En este apartado se observará la dependencia con la Intensidad de la corriente.
- Apartado 2: En este apartado se observará la dependencia con la frecuencia del campo magnético.
- Apartado 3: En este apartado se observará la dependencia con el radio y se pide que introduzca solo valores entre 1 y 0.
- Apartado 4: En este apartado se observará la dependencia con el número de espiras de la bobina de inducción.

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

Seleccionando cada uno de esos apartados veremos cada una de las simulaciones, como ejemplo la simulación 1, aquí el alumno debe introducir valores para la magnitud del apartado en cuestión, observar los resultados en la gráfica y proceder a analizar los resultados.

Inicio Introducción Teórica **Simulación Virtual** ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

Inducción electromagnética

Apartado 1

Seleccionados un número de espiras y un radio para la bobina de inducción y manteniendo constante un determinado valor de la frecuencia, observar los distintos valores de la fuerza electromotriz inducida para diferentes valores de la intensidad de corriente (I).

N = 30 f(Hz) = 1.00 I(mA) = 1.00 Radio(m) = 0.03 V (volts) = 1.08

V frente a I

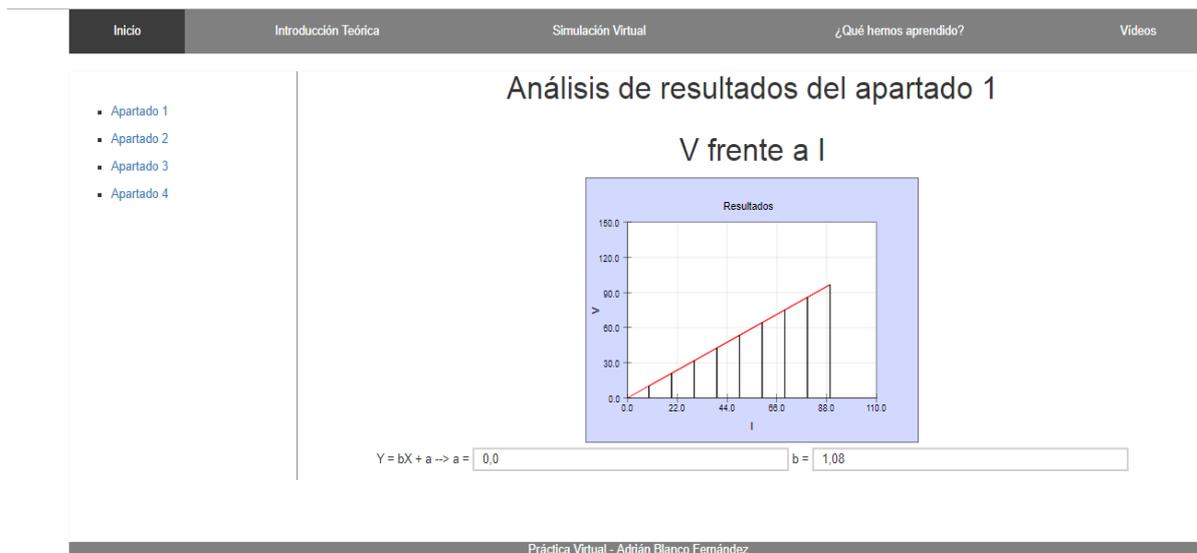
Analizar Resultados

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

Una vez se modifica el valor de la magnitud a relacionar con la f.e.m. se introduce y marca un punto en la gráfica. En caso de ser el apartado 3 se restringen los valores a introducir entre 0 y 1 puesto que por temas de la simulación no se puede sobrepasar, si se hiciera la simulación se reiniciará y habrá que volver a introducir valores.

En el apartado 3 que se modifica el radio y en el 4 que se modifica el número de espiras estos dos campos numéricos están relacionados con la variable correspondiente y a su vez esta con la vista de la simulación (pantalla de los muelles) con lo que modificando el valor no solo se modifica la gráfica si no que se apreciará un aumento o disminución en la simulación también ya sea de radio o número de espiras, la intensidad y la frecuencia no son tan representables visualmente.

Al pulsar analizar resultados iremos a la pantalla de análisis de resultados de ese apartado.



En cada uno de los apartados hay un análisis en el que se mostrará una gráfica similar (excepto en el apartado 3 que su relación es cuadrática y en vez de un elemento traza hay un elemento rastro que permite la unión de puntos no en línea) y la obtención de los valores a y b de la recta ($y=bx+a$).

La cuarta opción del menú superior nos lleva a la sección de test:

Inicio	Introducción Teórica	Simulación Virtual	¿Qué hemos aprendido?	Vídeos
Al aumentar la frecuencia aumenta el ritmo de cambio del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida en la bobina aumenta linealmente con la frecuencia de la corriente en el solenoide.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida depende de la potencia disipada en la bobina.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida es mayor cuanto menor sea la intensidad.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La dependencia de la fuerza electromotriz inducida con el radio de las espiras es lineal.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida es proporcional a la superficie de las espiras.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
Al aumentar el número de espiras aumenta el flujo del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida aumenta cuadráticamente con el número de espiras por depender de la superficie.				<input type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
Comprobar respuestas				

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

El test consta de 8 preguntas de verdadero o falso, y se comprueban mediante una sencilla función JavaScript que a su vez se asegura de que se hayan contestado todas las preguntas y en caso de que no se notificará con un alert para que así lo hagan. Una vez resuelto comprobaremos los resultados.

Inicio	Introducción Teórica	Simulación Virtual	¿Qué hemos aprendido?	Vídeos
Al aumentar la frecuencia aumenta el ritmo de cambio del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.				<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida en la bobina aumenta linealmente con la frecuencia de la corriente en el solenoide.				<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida depende de la potencia disipada en la bobina.				<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida es mayor cuanto menor sea la intensidad.				<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
La dependencia de la fuerza electromotriz inducida con el radio de las espiras es lineal.				<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida es proporcional a la superficie de las espiras.				<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso
Al aumentar el número de espiras aumenta el flujo del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.				<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
La fuerza electromotriz inducida aumenta cuadráticamente con el número de espiras por depender de la superficie.				<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Comprobar respuestas				

Aquí vemos como se muestra que pregunta es correcta y cual no.

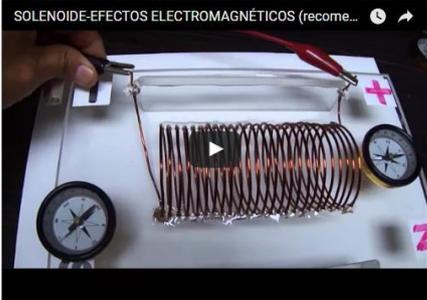
La última opción del menú nos deja con un video experimental sobre efectos electromagnéticos para reforzar los conocimientos obtenidos y entretener al alumno.

Inicio Introducción Teórica Simulación Virtual ¿Qué hemos aprendido? **Videos**

Vídeo experimental

Aquí encontrareis un vídeo con diferentes experimentos sobre inducción electromagnética

SOLENOIDE-EFECTOS ELECTROMAGNÉTICOS (recome...)

A video thumbnail showing a solenoid experiment. A hand is holding a wire connected to a battery, which is placed on a white surface. A solenoid (a coil of wire) is positioned in the center. Two compasses are placed on either side of the solenoid to observe the magnetic field. The video title is "SOLENOIDE-EFECTOS ELECTROMAGNÉTICOS (recome...)" and it includes a play button icon.

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

Capítulo 6: Pruebas

Introducción

Tras la finalización del periodo de desarrollo de la aplicación es necesario realizar una gran batería de pruebas para corroborar que efectivamente se ha realizado un desarrollo correcto y que cumple con los requisitos planteados. Esto es esencial cuando queremos generar software de calidad y evitar retrasos o solucionar problemas que puedan surgir cuanto antes.

Para construir software de calidad hay que seguir una serie de normas y reglas, cumpliendo con los requisitos planteados y pensando en el usuario final que es el interesado en usar la aplicación. Para ello hay que realizar muchas pruebas y usar la aplicación como usuario para detectar los fallos reales que puedan surgir.

Es por eso, que hay que realizar una batería de pruebas minuciosa para determinar si el software se comporta correctamente cuando se realizan cambios y si no es así se busca el origen del fallo y se soluciona cuanto antes.

Dispositivo utilizado para la realización de las pruebas:

Computadora personal de desarrollo – Asus K53S	
CPU	Intel® Core™ i3-2310M CPU @2.10GHz
GPU	NVIDIA® GeForce® GT 520MX
RAM	4 GB SDRAM DDR3
Resolución de la pantalla	15.6 pulgadas con una resolución de: 1.366 x 768 px
Disco duro	500 GB
Sistema Operativo	Windows 8

Pruebas sobre la interfaz gráfica

En las siguientes tablas se describen las acciones realizadas para probar la interfaz gráfica de la aplicación.

CPI- 1		Inicio
Descripción		Se selecciona la opción “Inicio” en el menú superior de la web
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de inicio.
Resultado obtenido		Correcto

CPI- 2		Introducción teórica
Descripción		Se selecciona la opción “Introducción teórica” en el menú superior de la web
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de Introducción teórica.

Resultado obtenido	Correcto
---------------------------	----------

CPI- 3 Simulación Virtual	
Descripción	Se selecciona la opción “Simulación Virtual” en el menú superior de la web
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de Simulación Virtual.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 4 Test	
Descripción	Se selecciona la opción “¿Qué hemos aprendido?” en el menú superior de la web
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de test.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 5 Video	
Descripción	Se selecciona la opción “Video” en el menú superior de la web
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de video.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 6 Apartado 1	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de simulación apartado 1.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 7 Apartado 2	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 2 de esta pantalla.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de simulación apartado 2.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 8 Apartado 3	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 3 de esta pantalla.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de simulación apartado 3.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 9		Apartado 4	
Descripción		Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 4 de esta pantalla.	
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de simulación apartado 4.	
Resultado obtenido		Correcto	

CPI- 10		Análisis Apartado 1	
Descripción		Seleccionada la opción simulación virtual, seleccionada la opción apartado 1 de esta pantalla e introducidos valores en la gráfica se pulsa el botón "Analizar resultados".	
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de análisis del apartado 1. La grafica muestra los puntos conectados con una recta.	
Resultado obtenido		Correcto	

CPI- 11		Análisis Apartado 2	
Descripción		Seleccionada la opción simulación virtual, seleccionada la opción apartado 2 de esta pantalla e introducidos valores en la gráfica se pulsa el botón "Analizar resultados".	
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de análisis del apartado 2. La grafica muestra los puntos conectados con una recta.	
Resultado obtenido		Correcto	

CPI- 12		Análisis Apartado 3	
Descripción		Seleccionada la opción simulación virtual, seleccionada la opción apartado 4 de esta pantalla e introducidos valores en la gráfica se pulsa el botón "Analizar resultados".	
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de análisis del apartado 3. La grafica muestra los puntos conectados con una recta.	
Resultado obtenido		Correcto	

CPI- 13		Análisis Apartado 4	
Descripción		Seleccionada la opción simulación virtual, seleccionada la opción apartado 4 de esta pantalla e introducidos valores en la gráfica se pulsa el botón "Analizar resultados".	
Resultado esperado		Se muestra la pantalla de análisis del apartado 4. La grafica muestra los puntos conectados con una recta.	

Resultado obtenido	Correcto
---------------------------	----------

CPI- 14 Comprobar test	
Descripción	Seleccionada la opción “¿Qué hemos aprendido?”, y contestadas todas las preguntas se pulsa el botón comprobar respuestas.
Resultado esperado	Se muestra esta pantalla con imágenes que indican si es correcta o no la respuesta.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 15 Introducir datos Apartado 4	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 4 de esta pantalla y se introducen valores en la casilla de N.
Resultado esperado	La bobina de inducción cambia de numero de espiras y la gráfica recibe un punto. Se mantiene en esta pantalla.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 16 Introducir datos Apartado 3	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 3 de esta pantalla y se introducen valores en la casilla de R.
Resultado esperado	Las espiras de la bobina de inducción cambian de radio y la gráfica recibe un punto. Se mantiene en esta pantalla.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 17 Introducir datos Apartado 2	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 2 de esta pantalla y se introducen valores en la casilla de f.
Resultado esperado	la gráfica recibe un punto y la simulación se mantiene solo cambia el valor de la f.e.m. Se mantiene en esta pantalla.
Resultado obtenido	Correcto

CPI- 18 Introducir datos Apartado 1	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla y se introducen valores en la casilla de l.

Resultado esperado	la gráfica recibe un punto y la simulación se mantiene solo cambia el valor de la f.e.m. Se mantiene en esta pantalla.
Resultado obtenido	Correcto

Pruebas sobre el dominio de la aplicación

En las siguientes tablas se describirán las pruebas realizadas sobre el dominio de la aplicación para comprobar el correcto funcionamiento de cada parte.

CPD - 1 Introdudir datos erróneos Apartado 3	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 3 de esta pantalla y se introducen valores en la casilla de R mayores que 1.
Resultado esperado	Se avisa con un alert de que solo se admiten valores entre 0 y 1 para el radio y se reinicia la simulación
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 2 Introdudir datos Apartado 1	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla y se introducen valores correctos en la casilla de I.
Resultado esperado	Se calcula correctamente la f.e.m y se añade el punto a la gráfica con el valor introducido y con el valor calculado.
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 3 Introdudir datos Apartado 3	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla y se introducen valores correctos en la casilla de I.
Resultado esperado	Se calcula correctamente la f.e.m y se añade el punto a la gráfica con el valor introducido y con el valor calculado, y el radio de las espiras de la bobina de inducción varia en ese valor en la vista de la simulación.
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 4 Analizar dato Apartado 1	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla e introducido un valor

	en la casilla de I, se pulsa analizar resultados.
Resultado esperado	No se muestra la pantalla de resultados se avisa con un alert de introducir más valores. Entre 2 y 10.
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 5	
Analizar resultados Apartado 1	
Descripción	Seleccionada la opción simulación virtual, se selecciona la opción apartado 1 de esta pantalla e introducido suficientes valores distintos en la casilla de I, se pulsa analizar resultados.
Resultado esperado	Se muestra la gráfica de análisis de resultados con los mismos valores introducidos antes y conectados por una recta. Además de calcular a y b como parte de la ecuación de la recta ($y=bx+a$).
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 6	
Comprobar test pronto	
Descripción	Seleccionada la opción ¿Qué hemos aprendido?, y contestada alguna pregunta faltando alguna aún. Se pulsa comprobar respuestas.
Resultado esperado	Se muestra un alert avisando de que deben rellenar todas las respuestas antes de comprobarlas.
Resultado obtenido	Correcto

CPD - 7	
Comprobar test	
Descripción	Seleccionada la opción ¿Qué hemos aprendido?, y contestadas todas las preguntas. Se pulsa comprobar respuestas.
Resultado esperado	Se muestra el resultado correctamente junto a la nota sobre 10.
Resultado obtenido	Correcto

Se realizaron pruebas de los 4 apartados se ha puesto esos como ejemplo de la prueba pues es similar en los otros como ya se ha explicado antes.

Capítulo 7: Conclusiones

Tras terminar el proyecto me sentí satisfecho pues cumplía las expectativas y requisitos que se me pedían, y sobre todo porque se ha invertido mucho tiempo en esto y siempre es agradable ver que el esfuerzo ha merecido la pena. Con este proyecto pretendo facilitar la tarea del aprendizaje de la Inducción Electromagnética a los alumnos de Grado en Ingeniería Informática y hacer a los profesores del Departamento de Física Aplicada más fácil la tarea de enseñar. Además de aprender yo mismo más sobre la física y sobre tecnologías de simulación en 3d como es Easy Java Simulations, que a pesar de no ser nada espectacular en ese sentido ha sido mi primer contacto con algo así y me ha gustado bastante. He de añadir que Easy Java Simulations es una herramienta sencilla como su nombre indica, pero el hecho de que la parte de JavaScript esta falta de documentación ha supuesto que la parte de aprendizaje haya sido más lenta y más de ensayo/error que de leer manuales, pero ha sido interesante el investigar sobre esta tecnología y su uso en la educación.

Durante el desarrollo del proyecto me he sentido con la responsabilidad de realizar un proyecto que siguiera todas y cada una de las directrices que me había marcado el tutor y que fuera algo útil para la universidad. La parte más difícil ha sido hacer las simulaciones, pero más que hacerlas lograr entender su funcionamiento y solventar los bugs que tenía la parte de JavaScript de la mejor manera posible e ingeniándomelas. Pues a pesar de que tenga errores y poca documentación me parece mejor opción que Java para distribuir por internet pues el tener que cambiar configuraciones de seguridad y tener que usar solo IE no me parecen opciones muy funcionales de cara al usuario.

En cuanto a la planificación y los tiempos estimados, se ha conseguido realizar el proyecto, aunque se empezó más tardíamente de lo que me hubiera gustado por motivos laborales y personales que ya no son importantes por lo que una vez pasado eso, se encauzó de nuevo el proyecto y aunque tarde se ha podido planificar y realizar a tiempo.

Los mayores apoyos para resolver dudas han sido internet (y en su gran parte gracias a la wiki de EJS), mi tutor del Trabajo de Fin de Grado y mis compañeros de carrera. Gracias a ellos he podido resolver dudas tanto de diseño, como de programación o de cálculos en fórmulas de física.

El proyecto de fin de carrera ha sido para mí una manera de refrescar todos los conocimientos de la carrera, pues se ha incluido diseño de interfaces gráficas, planificación de proyectos, ingeniería del software, programación en varios entornos, teoría de física, diseño, adaptación e integración de software, etc. Además de poder investigar sobre una tecnología que no conoces cosa que como informático me parece muy interesante y entretenido el descubrir cómo funciona una tecnología nueva o un lenguaje nuevo. En resumen, ha sido una buena manera de refrescar todo y prepararme para salir al mundo laboral.

Líneas de trabajo futuras

El sistema construido puede ser desarrollado o ampliado de muy diferentes formas. Aquí se incluyen las que personalmente me parecen más interesantes o útiles para el cliente:

- Uso de base de datos para automatización de contenido y que el profesor pueda modificarlo
- Envío por correo de los resultados al profesor

- Proposición a los alumnos de crear ellos su propia simulación sencilla y colgarlas para que haya más de una práctica virtual.
- Mejora en el servidor
- Grabar alguna practica de laboratorio y colgar los videos.

Capítulo 8: Bibliografía

Wiki de Easy Java Simulation. Consultado por última vez: 09/07/17

<http://www.um.es/fem/EjsWiki/>

Open Source Physics, EjsS Manual Ch 02: Exploring Java EjsS. Consultado por última vez: 10/06/17

<http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7306>

W3Schools, tutorial sobre JavaScript. Consultado por última vez: 27/06/17

<https://www.w3schools.com/js/default.asp>

W3Schools, tutorial sobre JQuery. Consultado por última vez: 28/06/17

<https://www.w3schools.com/jquery/default.asp>

W3Schools, tutorial sobre CSS. Consultado por última vez: 05/07/17

<https://www.w3schools.com/css/default.asp>

W3Schools, tutorial sobre Html. Consultado por última vez: 27/06/17

<https://www.w3schools.com/html/default.asp>

W3Schools, tutorial sobre Bootstrap. Consultado por última vez: 27/06/17

<https://www.w3schools.com/bootstrap/default.asp>

Inducción electromagnética, Consultado por última vez: 10/07/17

https://es.wikipedia.org/wiki/Inducci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica

Capítulo 9: Anexo 1- Manual de instalación

La aplicación está pensada para desplegada en un entorno Ubuntu Server en un servidor Tomcat, por lo tanto, en este manual se encontrará la explicación para la instalación en un entorno con estas características.

Los requisitos vienen dados por las simulaciones del proyecto pues son estas las que se tienen que desplegar correctamente en el servidor. Es necesario tener instalado en el entorno java 8.1.

Instalación de tomcat 8 y sus plugins.

- `sudo apt-get install tomcat8 tomcat8-docs tomcat8-admin`

Una vez instalado se procederá a cambiar el usuario del fichero `/etc/tomcat8/tomcat-users.xml` con el que se nos permitirá entrar en la pantalla de manager desde el navegador en la dirección:

http://your_ip_address:8080/manager/html

Una vez ahí se despliega el war de la aplicación web y el sistema está funcionando.

Capítulo 10: Manual de usuario

El sistema se encuentra actualmente colgado en una máquina virtual de la universidad. Se adjunta el enlace:

http://virtual.lab.inf.uva.es:20133/Practica_Virtual/

Esta es la pantalla de bienvenida donde encontrará un texto explicativo sobre la web y su función. En ella se aprecia el menú superior por el que navegaremos a continuación.

BIENVENIDOS AL LABORATORIO VIRTUAL

En esta web encontrará todo lo necesario para observar y comprender el fenómeno de la inducción electromagnética realizando una práctica virtual, dividida en cuatro secciones, sin contar la actual, que son:

- **Introducción teórica:** Aquí encontrará los objetivos de la práctica y la teoría necesaria para entender esta práctica y su funcionamiento.
- **Simulación Virtual:** Aquí encontrará los cuatro apartados de la práctica cada uno con su propia simulación y su análisis de resultados.
- **¿Qué hemos aprendido?:** Aquí encontrará un test con unas cuantas cuestiones sobre la práctica que permitan saber hasta donde llega su entendimiento de los resultados de la práctica.
- **Video:** En esta sección se encuentra colgado un video con experimentos relacionados con el fenómeno tratado que resultan interesantes y permiten una mejor comprensión de este fenómeno.

Siguiendo el menú nos desplazamos a Introducción Teórica clicando y nos mostrará la pantalla con los fundamentos teóricos del experimento.

Inducción Electromagnética

OBJETIVOS

Medir la fuerza electromotriz que se induce en una pequeña bobina cuando se la introduce en un solenoide extenso cuyo campo magnético varía en el tiempo. Evaluar la dependencia de dicha fuerza electromotriz inducida con la frecuencia y la intensidad de la corriente que circula por el solenoide y con el diámetro y el número de espiras de la bobina.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando una corriente eléctrica de intensidad I recorre las espiras de un solenoide se crea en su interior un campo magnético \vec{B} , paralelo al eje del solenoide, cuyo módulo es:

$$B = \mu_0 n I$$

donde n es el número de espiras por unidad de longitud en el solenoide. Si la corriente que recorre el solenoide es alterna, de frecuencia f , varía con el tiempo en la forma:

$$I = I_0 \cdot \cos(2\pi f t)$$

Dicha corriente crea en el solenoide un campo magnético, dado por la ecuación 1, que también será variable en el tiempo, tanto en el módulo como en el sentido.

Un campo magnético $\mathbf{B}(\mathbf{t})$ variable con el tiempo, aplicado a una bobina (denominada en adelante "bobina de inducción"), provoca en ella la aparición de una fuerza electromotriz inducida cuyo valor se obtiene a partir de la Ley de Faraday:

$$\varepsilon_{ind} = - \frac{d\phi_m}{dt}$$

donde el flujo magnético Φ_m que recibe la bobina de inducción de N espiras y área transversal \mathbf{s} es:
$$\phi_m = N \cdot \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

La siguiente opción del menú es la de Simulación Virtual que nos muestra una pantalla con un texto explicativo sobre los objetivos de la simulación, sus apartados y como debe interactuar el usuario con las simulaciones EJS.

Inicio Introducción Teórica **Simulación Virtual** ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

BIENVENIDOS A LA SIMULACIÓN VIRTUAL

En esta sección se encuentran los cuatro apartados de la practica cada un relacionado con una de las cuatro magnitudes mencionadas en los objetivos de la practica. Para poder pasar a la pantalla de analisis se piden entre 2 y 10 valores para que se pueda ver la dependencia, cuantos más mejor.

- Apartado 1: En este apartado se observará la dependencia con la Intensidad de la corriente.
- Apartado 2: En este apartado se observará la dependencia con la frecuencia del campo magnetico.
- Apartado 3: En este apartado se observará la dependencia con el radio y se pide que introduzca solo valores entre 1 y 0.
- Apartado 4: En este apartado se observará la dependencia con el número de espiras de la bobina de induccion.

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

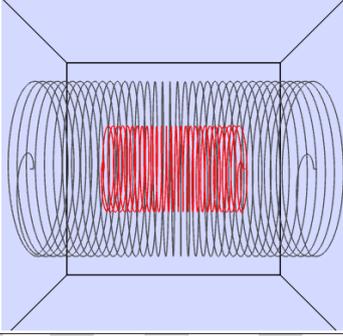
Seleccionando cada uno de esos apartados veremos cada una de las simulaciones, como ejemplo la simulación 1, aquí se debe modificar el valor de la magnitud correspondiente al apartado y posteriormente proceder al análisis de los resultados. Para poder ir a análisis hay que introducir al menos 2 valores, como máximo la gráfica de análisis recoge 10 por lo que el resto de valores introducidos sobrarían. Además, en el apartado 3 si se introducen valores mayores que 1 se reiniciará simulación y la gráfica.

Inicio Introducción Teórica **Simulación Virtual** ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

Inducción electromagnética

Apartado 1

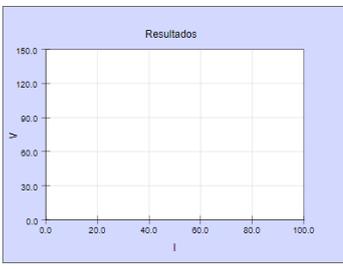
Seleccionados un número de espiras y un radio para la bobina de inducción y manteniendo constante un determinado valor de la frecuencia, observar los distintos valores de la fuerza electromotriz inducida para diferentes valores de la intensidad de corriente(I).



N = 30 f(Hz) = 1.00 I(mA) = 1.00 Radio(m) = 0.03 **V (volts) = 1.08**

V frente a I

Resultados



Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

Al pulsar análisis de resultados iremos a la pantalla de análisis de resultados de ese apartado. En la que observaremos una gráfica con los puntos introducidos en el apartado desde donde venimos.

Inicio Introducción Teórica Simulación Virtual ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

Análisis de resultados del apartado 1

V frente a I

Resultados

Y = bX + a --> a = 0,0 b = 1,08

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

En cada uno de los apartados hay un análisis en el que se mostrará una gráfica similar y la obtención de los valores a y b de la recta ($y=bx+a$).

La cuarta opción del menú superior nos lleva a la sección de test:

Inicio Introducción Teórica Simulación Virtual ¿Qué hemos aprendido? Vídeos

Al aumentar la frecuencia aumenta el ritmo de cambio del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida. Verdadero Falso

La fuerza electromotriz inducida en la bobina aumenta linealmente con la frecuencia de la corriente en el solenoide. Verdadero Falso

La fuerza electromotriz inducida depende de la potencia disipada en la bobina. Verdadero Falso

La fuerza electromotriz inducida es mayor cuanto menor sea la intensidad. Verdadero Falso

La dependencia de la fuerza electromotriz inducida con el radio de las espiras es lineal. Verdadero Falso

La fuerza electromotriz inducida es proporcional a la superficie de las espiras. Verdadero Falso

Al aumentar el número de espiras aumenta el flujo del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida. Verdadero Falso

La fuerza electromotriz inducida aumenta cuadráticamente con el número de espiras por depender de la superficie. Verdadero Falso

Comprobar respuestas

Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández

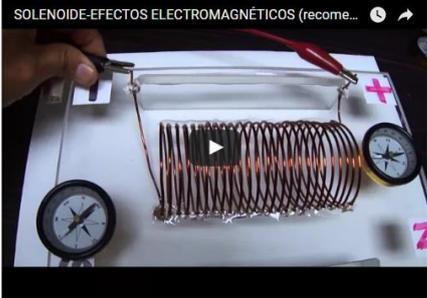
El test consta de 8 preguntas de verdadero o falso, en caso de que no se rellenen todas las preguntas antes de pulsar el botón de comprobar se notificará con un alert para que así lo hagan. Una vez resuelto comprobaremos los resultados.

Inicio	Introducción Teórica	Simulación Virtual	¿Qué hemos aprendido?	Videos
			Al aumentar la frecuencia aumenta el ritmo de cambio del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso ✘
			La fuerza electromotriz inducida en la bobina aumenta linealmente con la frecuencia de la corriente en el solenoide.	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso ✘
			La fuerza electromotriz inducida depende de la potencia disipada en la bobina.	<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso ✔
			La fuerza electromotriz inducida es mayor cuanto menor sea la intensidad.	<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso ✔
			La dependencia de la fuerza electromotriz inducida con el radio de las espiras es lineal.	<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso ✔
			La fuerza electromotriz inducida es proporcional a la superficie de las espiras.	<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso ✔
			Al aumentar el número de espiras aumenta el flujo del campo magnético y la fuerza electromotriz inducida.	<input checked="" type="radio"/> Verdadero <input type="radio"/> Falso ✔
			La fuerza electromotriz inducida aumenta cuadráticamente con el número de espiras por depender de la superficie.	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso ✔

[Comprobar respuestas](#)

Aquí vemos como se muestra que pregunta es correcta y cual no.

La última opción del menú nos deja con un video experimental sobre efectos electromagnéticos para reforzar los conocimientos obtenidos y entretener al alumno.

Inicio	Introducción Teórica	Simulación Virtual	¿Qué hemos aprendido?	Videos
<h3>Vídeo experimental</h3> <p>Aquí encontrareis un vídeo con diferentes experimentos sobre inducción electromagnética.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>SOLENOIDE-EFECTOS ELECTROMAGNÉTICOS (recome... 🕒 ➦)</p>  </div> <p style="font-size: small; text-align: center;">Práctica Virtual - Adrián Blanco Fernández</p>				