

**Universidad de Valladolid**

**Escuela de Ingeniería Informática**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Grado en Ingeniería Informática

Mención en Ingeniería de Software

**Aplicación móvil para el cálculo de  
resistencias equivalentes en una  
asignatura virtual de Física**

Autora:  
**Dña. Ángela Encabo de la Cruz**





**Universidad de Valladolid**

**Escuela de Ingeniería Informática**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Grado en Ingeniería Informática

Mención en Ingeniería de Software

**Aplicación móvil para el cálculo de  
resistencias equivalentes en una  
asignatura virtual de Física**

Autora:

**Dña. Ángela Encabo de la Cruz**

Tutor:

**D. Manuel Ángel González Delgado**



Agradecimientos:

A mis padres,  
por el apoyo y la ayuda de todos estos años,  
ya que sin ellos no habría tenido esta oportunidad,  
pero sobre todo por aguantarme en tantos momentos de agobio.

A mi hermano,  
por ayudarme en todo lo que ha podido  
y por todas esas charlas que sólo él entendía.

A mi amiga Irene,  
por su apoyo incondicional,  
por estar siempre ahí y animarme a cada momento.

A mi tutor Manuel,  
por toda la ayuda de estos meses,  
sin la cual este proyecto no habría sido posible.

Gracias a todos.



## RESUMEN

---

El presente trabajo de Fin de Grado, que formará parte de una asignatura virtual del Departamento de Física Aplicada, consiste en el desarrollo de una aplicación móvil para la resolución de circuitos de corriente continua formados por asociaciones de resistencias.

La aplicación proporciona a los alumnos los fundamentos teóricos en los que se basa la resolución de circuitos, así como un cuestionario tipo test para autoevaluar esos conocimientos. Además, permite la creación de circuitos de diversos tamaños gracias a plantillas seleccionables y calcula la resistencia equivalente de los mismos de forma rápida y sencilla.

La implementación se ha realizado para el sistema operativo Android y la aplicación está especialmente diseñada para asegurar la compatibilidad con dispositivos de diferentes características, bien sea *smartphone* o *tablet*, a partir de la versión 4.0.3.

## ABSTRACT

---

This Degree Final Project, which will be part of a virtual subject of the Department of Applied Physics, is based on the development of a mobile application for solving DC circuits formed by associations of resistance.

The application provides students with the theoretical fundamentals on which it is based and with a multiple choice questionnaire to self-assess their knowledge. Besides, it allows the creation of different sizes circuits thanks to the selectable templates and calculates the equivalent resistance quickly and easily.

The implementation has been done for the Android operating system and the application is specially designed to ensure compatibility with devices of different characteristics, either smartphone or tablet, from version 4.0.3 ON.

# ÍNDICE

---

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
VISIÓN GENERAL .....	20
OBJETIVOS .....	20
FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	21
Corriente eléctrica .....	21
Resistencia y Ley de Ohm .....	21
Asociaciones de resistencias .....	21
Reglas de Kirchhoff .....	23
CONTEXTO DE DESARROLLO .....	24
Plataforma .....	24
Entorno de desarrollo.....	24
<b>CAPITULO II: PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>25</b>
ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.....	26
Roles y responsabilidades.....	26
Estimaciones de tiempos .....	26
Plan del proyecto .....	26
Calendario del proyecto.....	27
Recursos del proyecto.....	28
Análisis de riesgos.....	29
Planificación de fases .....	30
Estimación de costes .....	33
TIEMPO REAL DEL PROYECTO .....	33
<b>CAPITULO III: ANÁLISIS.....</b>	<b>35</b>
PARTICIPANTES EN EL PROYECTO .....	36
OBJETIVOS DEL SISTEMA.....	37
REQUISITOS DEL SISTEMA.....	38
Requisitos funcionales.....	38
Definición de actores .....	39
Diagrama de casos de uso .....	39
Casos de uso del sistema .....	40
Requisitos no funcionales .....	42
MODELO DE DOMINIO.....	43
Descripción del modelo de domino.....	44

DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	45
Consultar fundamentos teóricos .....	45
Realizar cuestionario de autoevaluación .....	45
Calcular resistencia equivalente.....	46
Consultar manual de ayuda .....	47
<b>CAPITULO IV: DISEÑO .....</b>	<b>49</b>
DIAGRAMAS DE CLASES .....	50
Menú principal .....	50
Teoría .....	51
Cuestionario Test .....	51
Resultados Test .....	52
Calculadora .....	52
Ayuda .....	53
Diagrama de clases completo.....	54
DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	67
Menú principal .....	67
Teoría .....	68
Cuestionario Test .....	69
Resultados Test .....	70
Calculadora .....	71
Ayuda .....	72
<b>CAPITULO V: IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>73</b>
DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN .....	74
Estilo visual .....	74
Construcción de circuitos.....	74
ALGORITMO DE RESOLUCIÓN DEL CIRCUITO.....	75
LIBRERÍAS UTILIZADAS .....	76
<b>CAPÍTULO VI: PRUEBAS.....</b>	<b>77</b>
PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN .....	78
PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA.....	86
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....</b>	<b>99</b>
CONCLUSIONES .....	100
MEJORAS FUTURAS.....	101
Gestionar contenidos con aplicaciones externas .....	101

Retroalimentación de resultados al profesor .....	101
Cargar circuitos mediante una imagen .....	101
Portado a otras plataformas .....	101
<b>CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>
BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA.....	104
BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN ANDROID.....	105
<b>CAPÍTULO IX: ANEXOS .....</b>	<b>107</b>
MANUAL DE INSTALACIÓN.....	108
MANUAL DE USUARIO .....	109
Menú principal .....	109
Teoría .....	110
Test .....	111
Calculadora .....	112
Ayuda .....	114
CONTENIDO DEL CD .....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Roles y responsabilidades .....	26
Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto .....	26
Tabla 3. Fases e hitos del proyecto .....	27
Tabla 4. Recursos del proyecto .....	28
Tabla 5. Características ordenador de desarrollo .....	28
Tabla 6. Características dispositivo de pruebas .....	28
Tabla 7. Riesgo - 0001 .....	29
Tabla 8. Riesgo - 0002 .....	29
Tabla 9. Riesgo - 0003 .....	29
Tabla 10. Riesgo - 0004 .....	29
Tabla 11. Riesgo - 0005 .....	30
Tabla 12. Riesgo - 0006 .....	30
Tabla 13. Organización - 0001 .....	36
Tabla 14. Organización - 0002 .....	36
Tabla 15. Participante - 0001 .....	36
Tabla 16. Participante - 0002 .....	36
Tabla 17. Objetivo - 0001 .....	37
Tabla 18. Objetivo - 0002 .....	37
Tabla 19. Objetivo - 0003 .....	37
Tabla 20. Requisito funcional - 0001 .....	38
Tabla 21. Requisito funcional - 0002 .....	38
Tabla 22. Requisito funcional - 0003 .....	38
Tabla 23. Requisito funcional - 0004 .....	39
Tabla 24. Actor - 0001 .....	39
Tabla 25. Caso de uso - 0001 .....	40
Tabla 26. Caso de uso - 0002 .....	40
Tabla 27. Caso de uso - 0003 .....	41
Tabla 28. Caso de uso - 0004 .....	42
Tabla 29. Requisito no funcional - 0001 .....	42
Tabla 30. Requisito no funcional - 0002 .....	42
Tabla 31. Requisito no funcional - 0003 .....	43
Tabla 32. Prueba del dominio - 0001 .....	78
Tabla 33. Prueba del dominio - 0002 .....	78
Tabla 34. Prueba del dominio - 0003 .....	79

Tabla 35. Prueba del dominio - 0004 .....	79
Tabla 36. Prueba del dominio - 0005 .....	80
Tabla 37. Prueba del dominio - 0006 .....	80
Tabla 38. Prueba del dominio - 0007 .....	81
Tabla 39. Prueba del dominio - 0008 .....	81
Tabla 40. Prueba del dominio - 0009 .....	82
Tabla 41. Prueba del dominio - 0010 .....	82
Tabla 42. Prueba del dominio - 0011 .....	83
Tabla 43. Prueba del dominio - 0012 .....	83
Tabla 44. Prueba del dominio - 0013 .....	84
Tabla 45. Prueba del dominio - 0014 .....	84
Tabla 46. Prueba del dominio - 0015 .....	85
Tabla 47. Prueba del dominio - 0016 .....	85
Tabla 48. Prueba del dominio - 0017 .....	86
Tabla 49. Prueba de la interfaz gráfica - 0001 .....	86
Tabla 50. Prueba de la interfaz gráfica - 0002 .....	86
Tabla 51. Prueba de la interfaz gráfica - 0003 .....	86
Tabla 52. Prueba de la interfaz gráfica - 0004 .....	87
Tabla 53. Prueba de la interfaz gráfica - 0005 .....	87
Tabla 54. Prueba de la interfaz gráfica - 0006 .....	87
Tabla 55. Prueba de la interfaz gráfica - 0007 .....	87
Tabla 56. Prueba de la interfaz gráfica - 0008 .....	88
Tabla 57. Prueba de la interfaz gráfica - 0009 .....	88
Tabla 58. Prueba de la interfaz gráfica - 0010 .....	88
Tabla 59. Prueba de la interfaz gráfica - 0011 .....	88
Tabla 60. Prueba de la interfaz gráfica - 0012 .....	88
Tabla 61. Prueba de la interfaz gráfica - 0013 .....	89
Tabla 62. Prueba de la interfaz gráfica - 0014 .....	89
Tabla 63. Prueba de la interfaz gráfica - 0015 .....	89
Tabla 64. Prueba de la interfaz gráfica - 0016 .....	89
Tabla 65. Prueba de la interfaz gráfica - 0017 .....	89
Tabla 66. Prueba de la interfaz gráfica - 0018 .....	90
Tabla 67. Prueba de la interfaz gráfica - 0019 .....	90
Tabla 68. Prueba de la interfaz gráfica - 0020 .....	90
Tabla 69. Prueba de la interfaz gráfica - 0021 .....	90
Tabla 70. Prueba de la interfaz gráfica - 0022 .....	90

Tabla 71. Prueba de la interfaz gráfica - 0023 .....	91
Tabla 72. Prueba de la interfaz gráfica - 0024 .....	91
Tabla 73. Prueba de la interfaz gráfica - 0025 .....	91
Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica - 0026 .....	91
Tabla 75. Prueba de la interfaz gráfica - 0027 .....	91
Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica - 0028 .....	92
Tabla 77. Prueba de la interfaz gráfica - 0029 .....	92
Tabla 78. Prueba de la interfaz gráfica - 0030 .....	92
Tabla 79. Prueba de la interfaz gráfica - 0031 .....	92
Tabla 80. Prueba de la interfaz gráfica - 0032 .....	92
Tabla 81. Prueba de la interfaz gráfica - 0033 .....	93
Tabla 82. Prueba de la interfaz gráfica - 0034 .....	93
Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica - 0035 .....	93
Tabla 84. Prueba de la interfaz gráfica - 0036 .....	93
Tabla 85. Prueba de la interfaz gráfica - 0037 .....	93
Tabla 86. Prueba de la interfaz gráfica - 0038 .....	94
Tabla 87. Prueba de la interfaz gráfica - 0039 .....	94
Tabla 88. Prueba de la interfaz gráfica - 0040 .....	94
Tabla 89. Prueba de la interfaz gráfica - 0041 .....	94
Tabla 90. Prueba de la interfaz gráfica - 0042 .....	94
Tabla 91. Prueba de la interfaz gráfica - 0043 .....	95
Tabla 92. Prueba de la interfaz gráfica - 0044 .....	95
Tabla 93. Prueba de la interfaz gráfica - 0045 .....	95
Tabla 94. Prueba de la interfaz gráfica - 0046 .....	95
Tabla 95. Prueba de la interfaz gráfica - 0047 .....	96
Tabla 96. Prueba de la interfaz gráfica - 0048 .....	96
Tabla 97. Prueba de la interfaz gráfica - 0049 .....	96
Tabla 98. Prueba de la interfaz gráfica - 0050 .....	96
Tabla 99. Prueba de la interfaz gráfica - 0051 .....	96
Tabla 100. Prueba de la interfaz gráfica - 0052 .....	97
Tabla 101. Prueba de la interfaz gráfica - 0053 .....	97
Tabla 102. Prueba de la interfaz gráfica - 0054 .....	97
Tabla 103. Prueba de la interfaz gráfica - 0055 .....	97
Tabla 104. Prueba de la interfaz gráfica - 0056 .....	97
Tabla 105. Prueba de la interfaz gráfica - 0057 .....	98
Tabla 106. Prueba de la interfaz gráfica - 0058 .....	98

Tabla 107. Prueba de la interfaz gráfica - 0059 .....	98
Tabla 108. Prueba de la interfaz gráfica - 0060 .....	98
Tabla 109. Prueba de la interfaz gráfica - 0061 .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Dos resistencias en serie .....	22
Figura 2. Dos resistencias en paralelo .....	22
Figura 3. Calendario del proyecto .....	27
Figura 4. Diagrama de Gantt del proyecto .....	27
Figura 5. Calendario fase de Inicio .....	30
Figura 6. Diagrama de Gantt fase de Inicio .....	30
Figura 7. Calendario fase de Elaboración - Iteración 1 .....	31
Figura 8. Diagrama de Gantt fase de Elaboración - Iteración 1 .....	31
Figura 9. Calendario fase de Elaboración - Iteración 2 .....	31
Figura 10. Diagrama de Gantt fase de Elaboración - Iteración 2 .....	31
Figura 11. Calendario fase de Construcción - Iteración 1 .....	32
Figura 12. Diagrama de Gantt fase de Construcción - Iteración 1 .....	32
Figura 13. Calendario fase de Construcción - Iteración 2 .....	32
Figura 14. Diagrama de Gantt fase de Construcción - Iteración 2 .....	32
Figura 15. Calendario fase de Transición .....	33
Figura 16. Diagrama de Gantt fase de Transición .....	33
Figura 17. Diagrama de Casos de Uso .....	39
Figura 18. Modelo de dominio .....	43
Figura 19. Diagrama de secuencia Consultar Fundamentos Teóricos .....	45
Figura 20. Diagrama de secuencia Realizar Cuestionario de Autoevaluación .....	45
Figura 21. Diagrama de secuencia Calcular Resistencia Equivalente .....	46
Figura 22. Diagrama de secuencia Consultar Manual de Ayuda .....	47
Figura 23. Diagrama de clases Menú principal .....	50
Figura 24. Diagrama de clases Teoría .....	51
Figura 25. Diagrama de clases Cuestionario test .....	51
Figura 26. Diagrama de clases Resultados test .....	52
Figura 27. Diagrama de clases Calculadora .....	52
Figura 28. Diagrama de clases Ayuda .....	53
Figura 29. Diagrama de clases completo.....	54
Figura 30. Clase MenuMainActivity .....	55
Figura 31. Clase DBLoad.....	55
Figura 32. Clase ProcesoCargaDB .....	55
Figura 33. Clase DBTable.....	56
Figura 34. Clase DataBase .....	56

Figura 35. Clase Teoría .....	57
Figura 36. Clase TeoríaPageFragment .....	57
Figura 37. Clase Test .....	58
Figura 38. Clase TestPageFragment .....	58
Figura 39. Clase PreguntaTest.....	59
Figura 40. Clase Resultados .....	59
Figura 41. Clase ResultadosPageFragment.....	60
Figura 42. Clase ControladorResultados.....	60
Figura 43. Clase ImageAdapter .....	60
Figura 44. Clase Calculadora .....	61
Figura 45. Clase ImageCell .....	62
Figura 46. Interfaz DragSource .....	62
Figura 47. Clase ElementsController.....	63
Figura 48. Interfaz DragDropPresenter .....	64
Figura 49. Interfaz DropTarget .....	64
Figura 50. Clase DragController.....	64
Figura 51. Clase SolucionCircuito.....	65
Figura 52. Clase ScreenSlidePagerAdapter .....	65
Figura 53. Clase Ayuda .....	66
Figura 54. Clase AyudaPageFragment .....	66
Figura 55. Diagrama de secuencia Menú Principal .....	67
Figura 56. Diagrama de secuencia Teoría .....	68
Figura 57. Diagrama de secuencia Cuestionario Test .....	69
Figura 58. Diagrama de secuencia Resultados Test .....	70
Figura 59. Diagrama de secuencia Calculadora .....	71
Figura 60. Diagrama de secuencia Ayuda .....	72
Figura 61. Requisito de instalación - paso 1 .....	108
Figura 62. Requisito de instalación - paso 2 .....	108
Figura 63. Instalación correcta .....	108
Figura 64. Accesos Menú principal .....	109
Figura 65. Navegación Teoría .....	110
Figura 66. Zoom Teoría .....	110
Figura 67. Teoría scroll y salir .....	110
Figura 68. Resolver Test .....	111
Figura 69. Salir Test .....	111
Figura 70. Añadir nueva Resistencia .....	112

Figura 71. Conexión de componentes .....	112
Figura 72. Modificar componentes .....	112
Figura 73. Eliminar circuito .....	113
Figura 74. Eliminar resistencia .....	113
Figura 75. Cambiar plantilla .....	113
Figura 76. Calcular resistencia equivalente .....	114
Figura 77. Manual de ayuda .....	114



# CAPITULO I

# INTRODUCCIÓN

## > VISIÓN GENERAL

## > OBJETIVOS

### > FUNDAMENTOS TEÓRICOS

- > Corriente eléctrica
- > Resistencia y Ley de Ohm
- > Asociaciones de resistencias
- > Reglas de Kirchhoff

### > CONTEXTO DE DESARROLLO

- > Plataforma
- > Entorno de desarrollo

## VISIÓN GENERAL

---

El uso de las nuevas tecnologías, tanto en la vida diaria como en el ámbito educativo, no para de crecer y extenderse. La incorporación de la tecnología en la educación ha generado nuevos métodos de enseñanza que han ayudado a mejorar el aprendizaje.

Ofrecer recursos adicionales para una formación de mayor calidad es el motivo de la propuesta de este trabajo. Se quiere proporcionar una herramienta de apoyo a los alumnos de la asignatura de Física que sirva para reforzar los contenidos que se imparten en el aula.

La dependencia cada vez mayor a los dispositivos móviles ha motivado la idea de implementar esta herramienta como una aplicación, y de esta forma aumentar el interés de los alumnos en el uso de la misma.

## OBJETIVOS

---

El objetivo de este proyecto es crear una aplicación móvil que sirva de complemento para la asignatura de Física y que ayude a los alumnos a afianzar los conocimientos referentes al cálculo de resistencias equivalentes en circuitos de corriente continua. Para ello dispondrán de un apartado de teoría dónde podrán repasar los contenidos del tema, un cuestionario tipo test para autoevaluar las competencias adquiridas y una plantilla donde poder crear circuitos para calcular de forma automática su resistencia equivalente.

Para llevar a cabo este objetivo se van a seguir una serie de etapas que se definirán con más detalle en los capítulos siguientes de la memoria:

- Planificación temporal del proyecto, organizándolo en tareas y marcando hitos para controlar el progreso.
- Análisis de los objetivos y requisitos del sistema.
- Diseño de la aplicación, de acuerdo a los requisitos analizados.
- Implementación de la aplicación.
- Pruebas, depuraciones y correcciones necesarias para la entrega de la aplicación.
- Creación de la documentación necesaria.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

---

La aplicación se sustenta sobre los principios de los circuitos de corriente continua, en este caso los formados únicamente por asociaciones de resistencias. A continuación se detallan los conceptos básicos, los tipos de asociaciones que se pueden dar y los distintos procesos para obtener la resistencia equivalente de un circuito.

### CORRIENTE ELÉCTRICA

---

La **corriente eléctrica** es el flujo de cargas eléctricas que atraviesa por unidad de tiempo la sección transversal de un cable.

En un hilo conductor de corriente, de área transversal  $A$ , por el que fluye una carga eléctrica  $\Delta Q$  en el tiempo  $\Delta t$ , cuando éste tiende a cero, la corriente o intensidad de la corriente  $I$  es:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

La unidad de medida del Sistema Internacional para la intensidad es el **amperio (A)**.

El sentido de la corriente en los elementos de un circuito de corriente continua no varía con el tiempo.

### RESISTENCIA Y LEY DE OHM

---

La **resistencia** de un segmento de alambre portador de una corriente de intensidad  $I$  y con una caída de potencial  $V$  se define como:

$$R = \frac{V}{I}$$

La unidad de medida del SI para la resistencia es el **ohmio ( $\Omega$ )**.

Normalmente la fórmula anterior se expresa

$$V = IR$$

Y se denomina **Ley de Ohm**.

### ASOCIACIONES DE RESISTENCIAS

---

El análisis de un circuito se simplifica si se reemplazan las resistencias que lo forman por una sola resistencia equivalente que transporta la misma corriente con la misma caída de tensión que las resistencias originales.

## > RESISTENCIAS EN SERIE

Se dice que dos o más resistencias están conectadas en serie cuando a través de ellas circula la misma corriente  $I$ .



*Figura 1. Dos resistencias en serie*

La caída de potencial  $V$  es la suma de las caídas de potencial a través de cada resistencia individual.

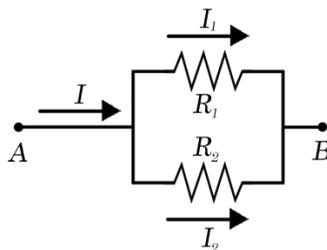
$$V = IR_1 + IR_2 + IR_3 + \dots$$

Las resistencias en serie se pueden sustituir por una sola resistencia equivalente  $R_{eq}$  que proporciona la misma caída de potencial, y es:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

## > RESISTENCIAS EN PARALELO

Dos o más resistencias están conectadas en paralelo si a través de ellas existe la misma diferencia de potencial.



*Figura 2. Dos resistencias en paralelo*

La intensidad de corriente que fluye por los extremos de las resistencias es igual a la suma de las corrientes de cada rama individual:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

La resistencia equivalente de una asociación en paralelo es aquella para la cual la misma corriente  $I$  produce la misma caída de potencial  $V$ , y se obtiene:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Esta resistencia equivalente siempre es menor que cualquiera de las resistencias de la asociación.

$$R_i > R_{eq}$$

## REGLAS DE KIRCHHOFF

---

Muchos circuitos no se pueden analizar simplemente reemplazando asociaciones de resistencias por una resistencia equivalente. En esos casos, se pueden aplicar las reglas de Kirchhoff:

### 1. Regla de las mallas

*La suma algebraica de las variaciones de potencial a lo largo de cualquier bucle o malla del circuito debe ser igual a cero.*

### 2. Regla de los nudos

*En un punto o nudo de ramificación de un circuito en donde puede dividirse la corriente, la suma de las corrientes que entran en el nudo debe ser igual a la suma de las corrientes que salen del mismo.*

#### › **CIRCUITOS DE UNA MALLA**

Se elige arbitrariamente un sentido para la corriente y se aplica la regla de las mallas recorriendo el circuito en ese sentido.

Se expresan las diferencias de potencial en términos de fuerzas electromotrices, intensidades y resistencias.

Despejamos el valor de la intensidad, y si se obtiene un número negativo, la corriente circula en sentido opuesto al considerado inicialmente. Si se obtiene un valor positivo la corriente circula en el sentido dado inicialmente.

#### › **CIRCUITOS DE MÚLTIPLES MALLAS**

Se asigna arbitrariamente un sentido a cada rama del circuito, determinando el sentido positivo de la corriente.

Se aplica la regla de los nudos a cada una de las uniones en donde la corriente se divide.

Después se aplica la regla de las mallas a cada uno de los bucles cerrados hasta obtener tantas ecuaciones como incógnitas.

Se resuelven las ecuaciones para obtener el valor de la intensidad de cada malla. Las intensidades cuyo valor sea negativo, indican que su sentido es el contrario del inicialmente asignado. Si el valor de la intensidad es positivo, el valor asignado es el correcto. [1]

## CONTEXTO DE DESARROLLO

---

### PLATAFORMA

---

Se ha elegido Android como plataforma para desarrollar el proyecto por varias razones:

- Es un Sistema Operativo de código abierto, lo que implica que los costes de su utilización son nulos, se puede adaptar a las necesidades tanto del usuario final como del desarrollador y existe gran cantidad de información, ejemplos y problemas resueltos.

- Es más fácil y accesible económicamente disponer de un dispositivo con Android, frente a otras alternativas como por ejemplo iOS.

- Experiencia anterior con Java, que es el lenguaje que Android utiliza para el desarrollo de aplicaciones, por lo que la curva de aprendizaje no sería tan alta.

La versión mínima requerida que se ha elegido para el correcto funcionamiento de la aplicación es la 4.0.3 Ice Cream Sandwich, lo que cubre cerca del 90% de los dispositivos que tienen Android como Sistema Operativo.

### ENTORNO DE DESARROLLO

---

El entorno de desarrollo elegido es Android Studio, el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Tiene Licencia Apache 2.0 y está disponible para las plataformas Microsoft Windows, Mac OS X y GNU/Linux. Entre sus diversas características, ofrece: renderización en tiempo real, soporte para la construcción basada en Gradle, herramientas para detectar problemas de rendimiento, usabilidad y compatibilidad, entre otros.

La planificación del proyecto se ha realizado con la herramienta Microsoft Project 2013, que se ha utilizado en anteriores proyectos para este fin.

Los diagramas de la aplicación (domino, clases, de secuencia...) se han realizado con REM 1.2.2 y Astah Professional 6.7.0, ya que han sido manejados anteriormente en estas tareas.

Para la creación de las imágenes empleadas en la aplicación se ha utilizado Adobe Photoshop CC ya que ofrece una calidad muy alta, mayores opciones de redimensionado, modificaciones rápidas y aunque sea un programa complejo, para las tareas que han sido necesarias es de fácil manejo.

La documentación del proyecto se ha generado con Microsoft Office 2010 por familiaridad, experiencia de uso y disponibilidad de la herramienta.

# CAPITULO II

# PLANIFICACIÓN

## > ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

- > Roles y responsabilidades
- > Estimaciones de tiempos
- > Plan de proyecto
- > Calendario de proyecto
- > Recursos del proyecto
- > Análisis de riesgos
- > Planificación de fases
- > Estimación de costes

## > TIEMPO REAL DEL PROYECTO

## ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

---

El desarrollo del proyecto va a ser realizado sólo por una persona, Ángela Encabo de la Cruz, y por lo tanto será la encargada de todos los roles existentes en cada fase del trabajo, aunque cuenta con el apoyo del tutor Don Manuel Ángel González Delgado, profesor del Departamento de Física Aplicada.

### ROLES Y RESPONSABILIDADES

---

ROL	RESPONSABILIDADES	PERSONA ENCARGADA
Jefe de Proyecto	Planificar, dirigir y controlar el proyecto.	Ángela Encabo de la Cruz
Analista	Estudiar las especificaciones del proyecto e identificar requisitos.	Ángela Encabo de la Cruz
Diseñador	Diseñar una estructura sobre la que desarrollar la aplicación.	Ángela Encabo de la Cruz
Desarrollador	Implementar la aplicación y corregir errores.	Ángela Encabo de la Cruz
Probador	Realizar pruebas sobre el ejecutable final de la aplicación.	Ángela Encabo de la Cruz

*Tabla 1. Roles y responsabilidades*

### ESTIMACIONES DE TIEMPOS

---

La estimación de tiempos se va a realizar basándose en experiencias anteriores de trabajos realizados durante los años de formación en la Universidad, en la información obtenida a partir de las memorias de otros proyectos parecidos y teniendo en cuenta la poca experiencia en el desarrollo Android, lo que puede incrementar los tiempos de implementación.

### PLAN DEL PROYECTO

---

La planificación del proyecto se va a realizar según el Proceso Unificado, que consta de las siguientes fases:

FASE	ITERACIONES	DURACIÓN
Inicio	1	3 semanas
Elaboración	2	6 semanas
Construcción	2	10 semanas
Transición	1	3 semanas

*Tabla 2. Fases e iteraciones del proyecto*

Se definen cuatro hitos que marcarán el final de cada fase y que facilitarán el control del progreso del proyecto:

FASE	HITO
Inicio	Se ha estudiado el problema y definido unos requisitos generales. Se ha obtenido un plan de fases y realizado una identificación inicial de los riesgos.
Elaboración	Se han definido todos los requisitos de la aplicación e identificado todos los casos de uso. Se ha iniciado el desarrollo de la aplicación e implementado un prototipo inicial de funcionalidad limitada.
Construcción	Se han implementado todos los casos de uso. Se han realizado pruebas tanto de caja negra como de caja blanca y se han corregido los fallos. Se ha obtenido la versión final de la aplicación.
Transición	Se ha probado la aplicación en diferentes dispositivos para comprobar que el funcionamiento es correcto. Se ha finalizado la documentación y se ha entregado al usuario final junto con la aplicación.

Tabla 3. Fases e hitos del proyecto

## CALENDARIO DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del Proyecto	0 días	lun 04/01/16	lun 04/01/16		Ángela Encabo de la Cruz
▲ Fase de Inicio	21 días	lun 04/01/16	dom 24/01/16	1	
Iteración 1	21 días	lun 04/01/16	dom 24/01/16	1	Ángela Encabo de la Cruz
▲ Fase de Elaboración	49 días	lun 25/01/16	dom 13/03/16	2	
Iteración 1	24 días	lun 25/01/16	mié 17/02/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Iteración 2	25 días	jue 18/02/16	dom 13/03/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
▲ Fase de Construcción	77 días	lun 14/03/16	dom 29/05/16	4	
Iteración 1	38 días	lun 14/03/16	mié 20/04/16	6	Ángela Encabo de la Cruz
Iteración 2	39 días	jue 21/04/16	dom 29/05/16	8	Ángela Encabo de la Cruz
▲ Fase de Transición	21 días	lun 30/05/16	dom 19/06/16	7	
Iteración 1	21 días	lun 30/05/16	dom 19/06/16	9	Ángela Encabo de la Cruz
Fin del Proyecto	0 días	lun 20/06/16	lun 20/06/16	10;11	

Figura 3. Calendario del proyecto

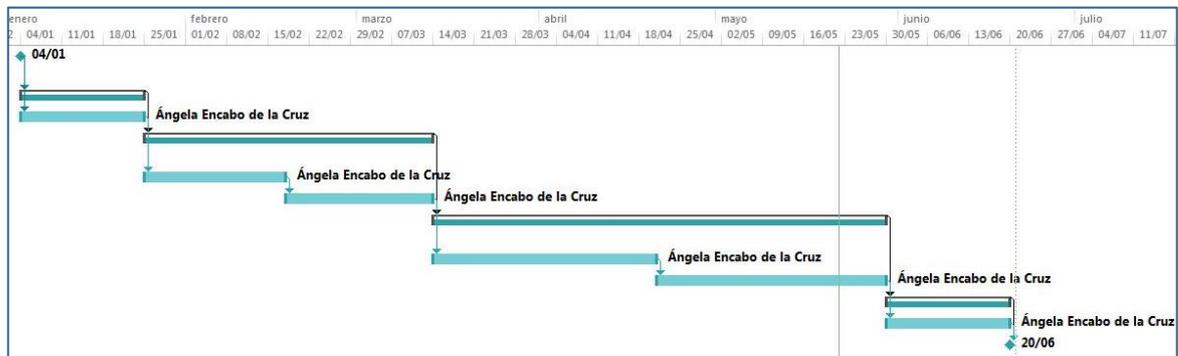


Figura 4. Diagrama de Gantt del proyecto

## RECURSOS DEL PROYECTO

FASE	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS HARDWARE	RECURSOS SOFTWARE
Inicio	Ángela Encabo de la Cruz	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2
Elaboración	Ángela Encabo de la Cruz	Ordenador de desarrollo	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Professional 6.7.0, Android Studio 1.2.2
Construcción	Ángela Encabo de la Cruz	Ordenador de desarrollo, Nexus 4	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Professional 6.7.0, Android Studio 1.2.2, Adobe Photoshop CC
Transición	Ángela Encabo de la Cruz	Ordenador de desarrollo, Nexus 4, Poli Orion, MODECOM FreeTAB	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Professional 6.7.0, Android Studio 1.2.2, Adobe Photoshop CC

*Tabla 4. Recursos del proyecto*

ORDENADOR DE DESARROLLO	
MODELO	Samsung R519
CPU	Intel Pentium Dual-Core T4200 @2.00GHz
GPU	Intel GMA 4500M
RAM	4 GB DDR2
HDD	250 GB
OS	Windows 7 Professional N

*Tabla 5. Características ordenador de desarrollo*

DISPOSITIVO DE PRUEBAS	
MODELO	Nexus 4
CPU	quad-core Qualcomm Snapdragon APQ8064 1.5 GHz
GPU	Adreno 320
RAM	2 GB
HDD	8 GB
OS	Android 5.0.1 lollipop
DISPLAY	768 x 1280 pixels, 4.7 pulgadas

*Tabla 6. Características dispositivo de pruebas*

## ANÁLISIS DE RIESGOS

<b>RIESGO-0001</b>	<b>Aprendizaje de la tecnología empleada</b>
Descripción	Aprender la tecnología con la que se implementará la aplicación.
Efecto	Retraso en las fases del proyecto.
Frecuencia	Alta.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación con margen previsto acorde al desconocimiento de las tecnologías a emplear.
Plan de contingencia	Aumentar las horas de trabajo para cumplir la planificación.

*Tabla 7. Riesgo-0001*

<b>RIESGO-0002</b>	<b>Planificación incorrecta</b>
Descripción	La planificación realizada no resulta viable para cumplir con la entrega del proyecto.
Efecto	Retraso en el proyecto.
Frecuencia	Alta.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Se realizará la planificación con amplios márgenes en cada tarea del proyecto.
Plan de contingencia	Trabajar días que se tomaban libres para cumplir los plazos finales.

*Tabla 8. Riesgo-0002*

<b>RIESGO-0003</b>	<b>Enfermedad o asunto familiar</b>
Descripción	No es posible trabajar temporalmente en el proyecto por causas de fuerza mayor.
Efecto	Retraso en las fases del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación con márgenes teniendo en cuenta que esta situación se pueda dar.
Plan de contingencia	Aumentar las horas de trabajo para recuperar el retraso ocasionado.

*Tabla 9. Riesgo-0003*

<b>RIESGO-0004</b>	<b>Cambio en las especificaciones</b>
Descripción	Cambios en las especificaciones del proyecto una vez ya está en desarrollo.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación con márgenes por si se diera el caso.
Plan de contingencia	Aumentar la productividad de las horas de trabajo para cumplir la planificación.

*Tabla 10. Riesgo-0004*

<b>RIESGO-0005</b>	<b>Pérdida de información</b>
Descripción	Pérdida total o parcial de algún recurso necesario para la aplicación.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar copias de seguridad frecuentemente de todos los recursos del proyecto, y en alojamientos distintos.
Plan de contingencia	Trabajar días que se tomaban libres para cumplir los plazos finales.

*Tabla 11. Riesgo-0005*

<b>RIESGO-0006</b>	<b>Pérdida o deterioro de los dispositivos de trabajo</b>
Descripción	Los dispositivos sobre los que se realiza el desarrollo o las pruebas se pierden o dejan de funcionar.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Baja.
Detección	Alta.
Acción correctora	Disponer o poder obtener dispositivos de repuesto para continuar con el desarrollo sin retrasos.
Plan de contingencia	Obtener otro dispositivo para realizar el trabajo. El dispositivo de pruebas se puede reemplazar por un emulador.

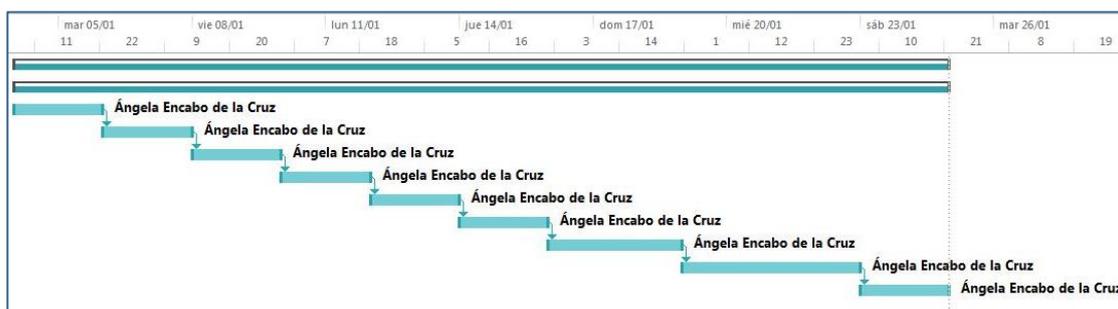
*Tabla 12. Riesgo-0006*

## PLANIFICACIÓN DE FASES

› Planificación temporal de la fase de Inicio:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▲ Fase de Inicio	21 días	lun 04/01/16	dom 24/01/16		
▲ Iteración 1	21 días	lun 04/01/16	dom 24/01/16		
Toma de decisiones	2 días	lun 04/01/16	mar 05/01/16		Ángela Encabo de la Cruz
Organización del Proyecto	2 días	mié 06/01/16	jue 07/01/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Creación Calendario del Proyecto	2 días	vie 08/01/16	sáb 09/01/16	4	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Inicio - Iteración 1	2 días	dom 10/01/16	lun 11/01/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
Creación Plan del Proyecto	2 días	mar 12/01/16	mié 13/01/16	6	Ángela Encabo de la Cruz
Creación Plan de Riesgos	2 días	jue 14/01/16	vie 15/01/16	7	Ángela Encabo de la Cruz
Identificación de Requisitos	3 días	sáb 16/01/16	lun 18/01/16	8	Ángela Encabo de la Cruz
Identificación de Casos de Uso	4 días	mar 19/01/16	vie 22/01/16	9	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Elaboración - Iteración 1	2 días	sáb 23/01/16	dom 24/01/16	10	Ángela Encabo de la Cruz

*Figura 5. Calendario fase de Inicio*



*Figura 6. Diagrama de Gantt fase de Inicio*

) Planificación temporal de la fase de Elaboración – Iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▾ Fase de Elaboración	49 días	lun 25/01/16	dom 13/03/16		
▾ Iteración 1	24 días	lun 25/01/16	mié 17/02/16		
Creación del documento de Análisis	4 días	lun 25/01/16	jue 28/01/16		Ángela Encabo de la Cruz
Creación de los Casos de Uso	6 días	vie 29/01/16	mié 03/02/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Creación de los Diagramas de Secuencia	9 días	jue 04/02/16	vie 12/02/16	4	Ángela Encabo de la Cruz
Descripción del Hardware y el Software	3 días	sáb 13/02/16	lun 15/02/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Elaboración - Iteración 2	2 días	mar 16/02/16	mié 17/02/16	6	Ángela Encabo de la Cruz

Figura 7. Calendario fase de Elaboración - Iteración 1



Figura 8. Diagrama de Gantt fase de Elaboración - Iteración 1

) Planificación temporal de la fase de Elaboración – Iteración 2:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▾ Fase de Elaboración	49 días	lun 25/01/16	dom 13/03/16		
▾ Iteración 2	25 días	jue 18/02/16	dom 13/03/16		
Revisión del documento de Análisis	4 días	jue 18/02/16	dom 21/02/16		Ángela Encabo de la Cruz
Revisión de los Casos de Uso	7 días	lun 22/02/16	dom 28/02/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión de los Diagramas de Secuencia	9 días	lun 29/02/16	mar 08/03/16	4	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión de la descripción del Hardware y el Software	3 días	mié 09/03/16	vie 11/03/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Construcción - Iteración 1	2 días	sáb 12/03/16	dom 13/03/16	6	Ángela Encabo de la Cruz

Figura 9. Calendario fase de Elaboración - Iteración 2

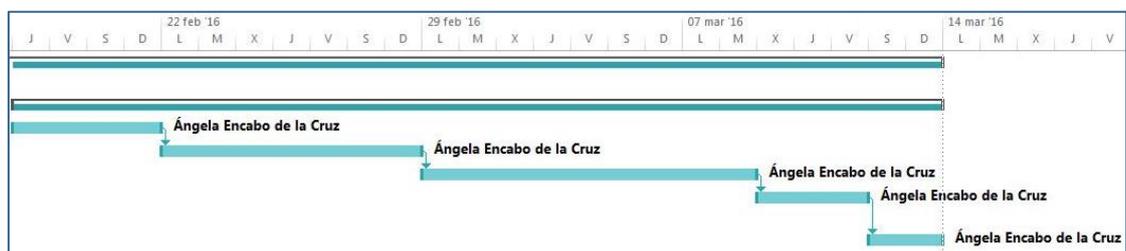


Figura 10. Diagrama de Gantt fase de Elaboración - Iteración 2

› Planificación temporal de la fase de Construcción – Iteración 1:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▲ Fase de Construcción	77 días	lun 14/03/16	dom 29/05/16		
▲ Iteración 1	38 días	lun 14/03/16	mié 20/04/16		
Creación Diagrama de Clases	3 días	lun 14/03/16	mié 16/03/16		Ángela Encabo de la Cruz
Creación Diagramas de Secuencia	4 días	jue 17/03/16	dom 20/03/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Creación Diagrama de la Arquitectura	3 días	lun 21/03/16	mié 23/03/16	4	Ángela Encabo de la Cruz
Implementación de la aplicación	26 días	jue 24/03/16	lun 18/04/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Construcción - Iteración 2	2 días	mar 19/04/16	mié 20/04/16	6	Ángela Encabo de la Cruz

Figura 11. Calendario fase de Construcción - Iteración 1



Figura 12. Diagrama de Gantt fase de Construcción - Iteración 1

› Planificación temporal de la fase de Construcción – Iteración 2:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▲ Fase de Construcción	77 días	lun 14/03/16	dom 29/05/16		
▲ Iteración 2	39 días	jue 21/04/16	dom 29/05/16		
Implementación de la aplicación	21 días	jue 21/04/16	mié 11/05/16		Ángela Encabo de la Cruz
Creación Manual de Usuario	5 días	jue 12/05/16	lun 16/05/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión Diagrama de Clases	3 días	mar 17/05/16	jue 19/05/16	4	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión Diagramas de Secuencia	4 días	vie 20/05/16	lun 23/05/16	5	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión Diagrama de la Arquitectura	4 días	mar 24/05/16	vie 27/05/16	6	Ángela Encabo de la Cruz
Planificación Fase Transición - Iteración 1	2 días	sáb 28/05/16	dom 29/05/16	7	Ángela Encabo de la Cruz

Figura 13. Calendario fase de Construcción - Iteración 2



Figura 14. Diagrama de Gantt fase de Construcción - Iteración 2

› Planificación temporal de la fase de Transición:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
▾ Fase de Transición	21 días	lun 30/05/16	dom 19/06/16		
▾ Iteración 1	21 días	lun 30/05/16	dom 19/06/16		
Depuración y pruebas	6 días	lun 30/05/16	sáb 04/06/16		Ángela Encabo de la Cruz
Corrección de errores	10 días	dom 05/06/16	mar 14/06/16	3	Ángela Encabo de la Cruz
Revisión de la documentación	5 días	mié 15/06/16	dom 19/06/16	4	Ángela Encabo de la Cruz

**Figura 15. Calendario fase de Transición**



**Figura 16. Diagrama de Gantt fase de Transición**

## ESTIMACIÓN DE COSTES

El proyecto se ha realizado sin costes monetarios, ya que se disponía anteriormente tanto del hardware como del software empleado para su desarrollo, y las adquisiciones necesarias han sido gratuitas o prestadas.

## TIEMPO REAL DEL PROYECTO

La fase de construcción ha llevado más tiempo del planeado debido a la búsqueda de un algoritmo eficiente y correcto para resolver los circuitos dibujados, pero gracias a planificar los tiempos de cada fase con amplios márgenes, no se ha visto afectada la estimación del tiempo total del proyecto.

Las fases de inicio y transición se han realizado en 2 semanas cada una, y no en 3 como se planeó inicialmente, y la fase de elaboración se ha llevado a cabo en 5 semanas, también una semana menos de lo estimado. Por lo tanto se ha cubierto la planificación errónea de la fase de construcción, inicialmente de 10 semanas, con el margen de las otras etapas, y la duración total de esta fase ha sido de 13 semanas, lo que ha permitido entregar el proyecto en el tiempo estimado.



# CAPITULO III

# ANÁLISIS

## > PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

## > OBJETIVOS DEL SISTEMA

## > REQUISITOS DEL SISTEMA

- > Requisitos funcionales
- > Definición de actores
- > Diagrama de casos de uso
- > Casos de uso del sistema
- > Requisitos no funcionales

## > MODELO DE DOMINIO

- > Descripción del modelo de dominio

## > DIAGRAMAS DE SECUENCIA

- > Consultar fundamentos teóricos
- > Realizar cuestionario de autoevaluación
- > Calcular resistencia equivalente
- > Consultar manual de ayuda

## PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

<b>ORGANIZACIÓN - 0001</b>	<b>Departamento de informática</b>
Dirección	E.T.S. Ingeniería Informática, Campus Miguel Delibes, Paseo de Belén, número 15, 47011 VALLADOLID
Teléfono	No consta
Fax	No consta
Comentarios	Organización que desarrolla el sistema

*Tabla 13. Organización - 0001*

<b>ORGANIZACIÓN - 0002</b>	<b>Departamento de Física aplicada</b>
Dirección	E.T.S Ingeniería Informática, Campus Miguel Delibes, Paseo de Belén, número 15, 47011 VALLADOLID
Teléfono	No consta
Fax	No consta
Comentarios	Organización para la que se desarrolla el sistema

*Tabla 14. Organización - 0002*

<b>PARTICIPANTE - 0001</b>	<b>Ángela Encabo de la Cruz</b>
Organización	Departamento de Informática
Rol	Jefe de proyecto, analista, diseñador, desarrollador, probador
Es desarrollador	Si
Es cliente	No
Es usuario	No
Comentarios	Estudiante en la E.I.I. del Grado en Ingeniería Informática, Mención en Ingeniería de Software

*Tabla 15. Participante - 0001*

<b>PARTICIPANTE - 0002</b>	<b>Manuel Ángel González Delgado</b>
Organización	Departamento de Física aplicada
Rol	Tutor del proyecto
Es desarrollador	No
Es cliente	Si
Es usuario	Si
Comentarios	Profesor en la Universidad de Valladolid de la asignatura de Física en la E.I.I., para la que se realiza el proyecto.

*Tabla 16. Participante - 0002*

## OBJETIVOS DEL SISTEMA

<b>OBJ - 0001</b>	<b>Aprender el cálculo de la Resistencia Equivalente en circuitos de corriente continua</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario el aprendizaje de los fundamentos teóricos necesarios para el cálculo de la Resistencia Equivalente en circuitos de corriente continua.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 17. Objetivo - 0001*

<b>OBJ - 0002</b>	<b>Autoevaluación de conocimientos</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario la autoevaluación de los conocimientos adquiridos mediante un cuestionario tipo test, con retroalimentación de los resultados.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 18. Objetivo - 0002*

<b>OBJ - 0003</b>	<b>Calculo automático de la Resistencia Equivalente</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario crear circuitos de corriente continua de forma sencilla y calcular automáticamente su Resistencia Equivalente.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 19. Objetivo - 0003*

## REQUISITOS DEL SISTEMA

### REQUISITOS FUNCIONALES

<b>FRQ - 0001</b>	<b>Consultar fundamentos teóricos</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario acceder a los fundamentos teóricos que abordan la resolución de circuitos de corriente continua y la obtención de su resistencia equivalente.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 20. Requisito funcional - 0001*

<b>FRQ - 0002</b>	<b>Realizar cuestionario de autoevaluación</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario acceder al cuestionario tipo test y mostrar los resultados obtenidos para evaluar sus conocimientos sobre la resolución de circuitos de corriente continua.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 21. Requisito funcional - 0002*

<b>FRQ - 0003</b>	<b>Calcular resistencia equivalente</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario la creación de circuitos de corriente continua y la obtención automática de su resistencia equivalente.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

*Tabla 22. Requisito funcional - 0003*

<b>FRQ - 0004</b>	<b>Consultar manual de ayuda</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario acceder al manual de ayuda para conocer el manejo de la aplicación.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

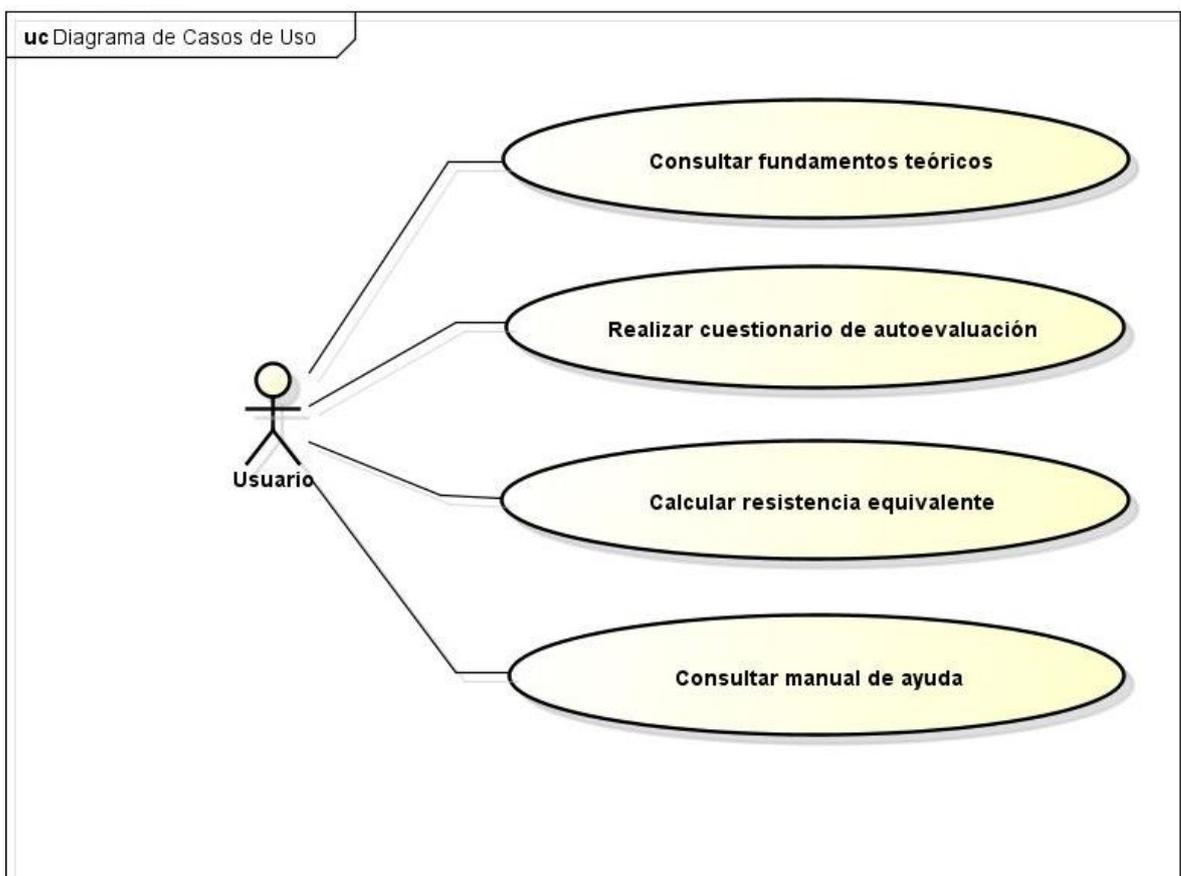
*Tabla 23. Requisito funcional - 0004*

## DEFINICIÓN DE ACTORES

<b>ACT - 0001</b>	<b>Usuario</b>
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Descripción	Este actor representa un usuario final de la aplicación.
Comentarios	La aplicación está destinada principalmente a los alumnos de la asignatura de Física, pero cualquier persona interesada en el cálculo de resistencias equivalentes puede ser un usuario final de la aplicación.

*Tabla 24. Actor - 0001*

## DIAGRAMA DE CASOS DE USO



*Figura 17. Diagrama de Casos de Uso*

## CASOS DE USO DEL SISTEMA

UC - 0001	Consultar fundamentos teóricos	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario desee consultar los fundamentos teóricos sobre los que se sustenta la aplicación.	
Precondición	Ninguno	
Secuencia normal	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona en el menú principal la opción Teoría.
	2	El sistema muestra la pantalla que contiene los fundamentos teóricos.
Excepciones	Ninguno	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 25. Caso de uso – 0001

UC - 0002	Realizar cuestionario de autoevaluación	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario desee realizar el cuestionario de autoevaluación.	
Precondición	Ninguno	
Secuencia normal	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona en el menú principal la opción Test.
	2	El sistema muestra la pantalla que contiene el cuestionario de evaluación.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) responde las preguntas y selecciona la opción Finalizar Test.
	4	El sistema comprueba las preguntas y muestra por pantalla los resultados.
Excepciones	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	4	Si no se han respondido todas las preguntas, el sistema informa al usuario del error mediante un mensaje por pantalla y a continuación este caso de uso continúa (paso 3).
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

Tabla 26. Caso de uso – 0002

<b>UC - 0003</b>	<b>Calcular resistencia equivalente</b>	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario desee crear un circuito de corriente continua y calcular su resistencia equivalente	
Precondición	Ninguno	
Secuencia normal	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona en el menú principal la opción Calculadora.
	2	El sistema muestra la pantalla que contiene la Calculadora de la aplicación.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) añade una resistencia al circuito, conecta dos componentes, modifica/elimina un componente, selecciona una plantilla o elimina el circuito completo.
	4	El sistema lleva a cabo las acciones realizadas por el usuario.
	5	Si el actor Usuario (ACT-0001) desea realizar otra acción, a continuación este caso de uso continúa (paso 3). Si pulsa el botón para calcular, el caso de uso continúa (paso 6).
	6	El sistema calcula la resistencia equivalente del circuito creado y la muestra en un mensaje por pantalla al usuario.
Excepciones	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	6	Si el circuito creado no es correcto, el sistema informa al usuario del error mediante un mensaje por pantalla y a continuación este caso de uso continúa (paso 3).
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

*Tabla 27. Caso de uso – 0003*

<b>UC - 0004</b>	<b>Consultar manual de ayuda</b>	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando el Usuario desee consultar el manual de ayuda de la aplicación.	
Precondición	Ninguno	
Secuencia normal	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona en el menú principal la opción Ayuda.
	2	El sistema muestra la pantalla que contiene el manual de ayuda de la aplicación.
Excepciones	Ninguno	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	Completado	
Estabilidad	Alta	

*Tabla 28. Caso de uso – 0004*

## REQUISITOS NO FUNCIONALES

<b>NFR - 0001</b>	<b>Cargar preguntas de una Base de Datos</b>	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá cargar las preguntas mostradas en el cuestionario test de una base de datos que contiene la aplicación creada para este fin.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	En construcción	
Estabilidad	Baja	

*Tabla 29. Requisito no funcional – 0001*

<b>NFR - 0002</b>	<b>Compatibilidad con diversos dispositivos</b>	
Autores	Ángela Encabo de la Cruz	
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado	
Dependencias	Ninguno	
Descripción	El sistema deberá ser compatible con dispositivos de diversas características hardware y software siempre que cumplan con las características mínimas exigidas por la aplicación.	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Estado	En construcción	
Estabilidad	Baja	

*Tabla 30. Requisito no funcional – 0002*

NFR - 0003	Facilidad de uso
Autores	Ángela Encabo de la Cruz
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá proporcionar una interfaz sencilla e intuitiva que facilite su uso y contará con un manual de ayuda.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 31. Requisito no funcional - 0003

## MODELO DE DOMINIO

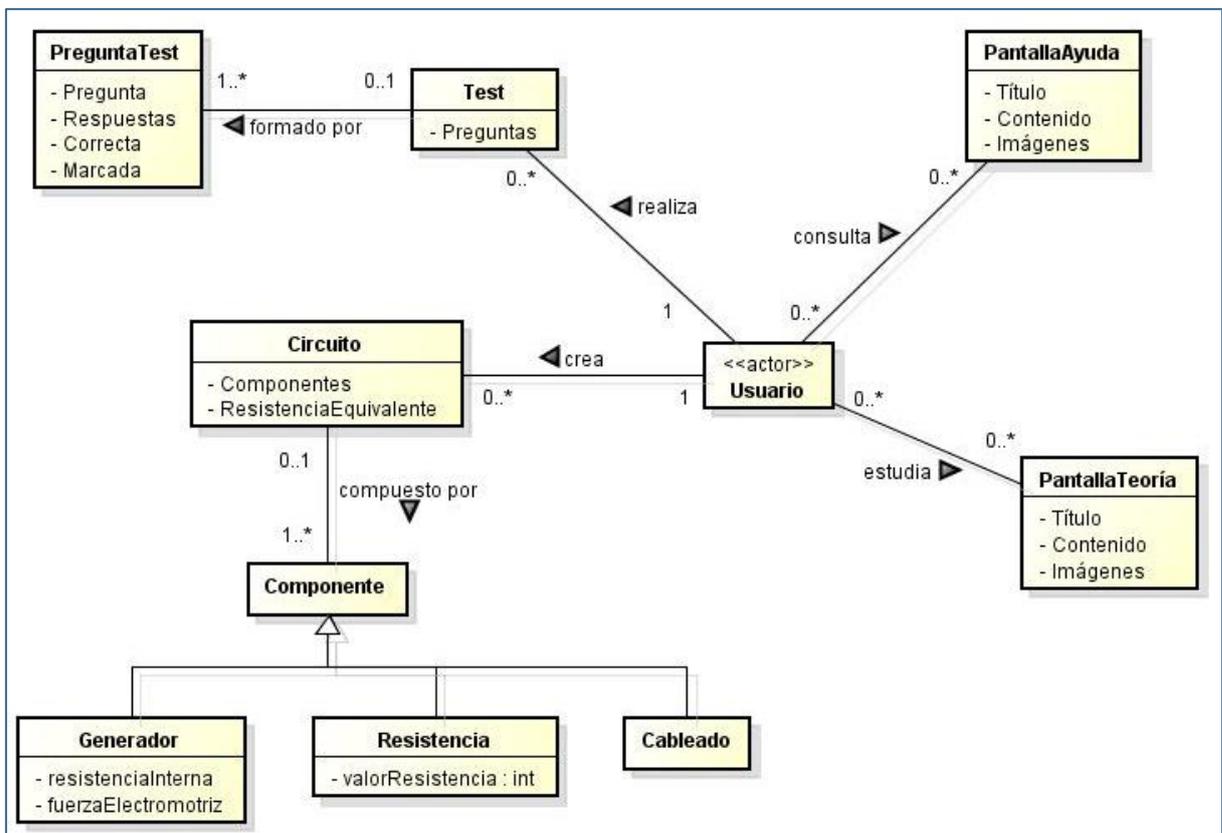


Figura 18. Modelo de dominio

## DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DOMINO

---

- › **Usuario:** representa a un usuario final de la aplicación.
- › **PantallaTeoría:** representa una pantalla del contenido de fundamentos teóricos. Contiene título, contenido en formato texto y un posible conjunto de imágenes.
- › **PantallaAyuda:** representa una pantalla del manual de ayuda. Contiene título, contenido en formato texto y un posible conjunto de imágenes.
- › **Test:** representa un cuestionario tipo test de autoevaluación. Está formado por un conjunto de preguntas [3][4][5].
- › **PreguntaTest:** representa una pregunta test del cuestionario. Contiene el enunciado de la pregunta, las posibles respuestas, la única respuesta correcta y la respuesta marcada por el usuario.
- › **Circuito:** representa un circuito de corriente continua. Está formado por un conjunto de componentes.
- › **Componente:** representa un componente genérico de un circuito de corriente continua.
- › **Generador:** representa un generador de corriente continua. Contiene una resistencia interna medida en ohmios y una fuerza electromotriz medida en voltios.
- › **Resistencia:** representa una resistencia eléctrica. Su valor se mide en ohmios.
- › **Cableado:** representa una sección de cable. Es el componente que conecta el resto de componentes del circuito.

# DIAGRAMAS DE SECUENCIA

## CONSULTAR FUNDAMENTOS TEÓRICOS

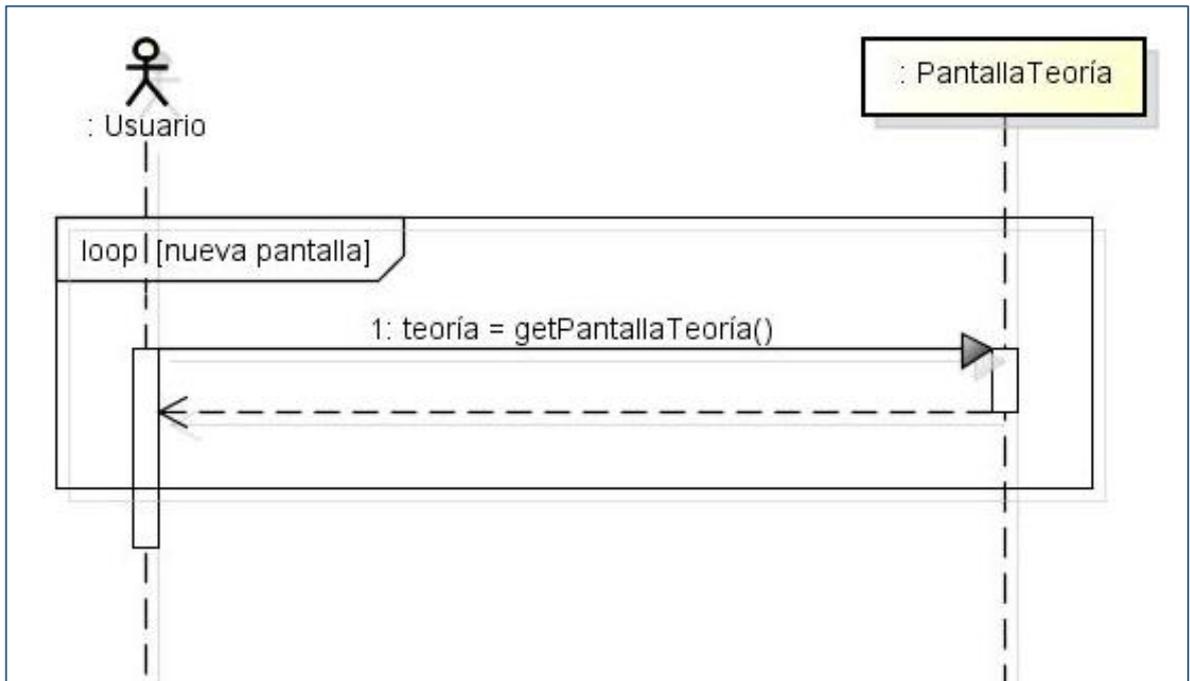


Figura 19. Diagrama de secuencia Consultar Fundamentos Teóricos

## REALIZAR CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

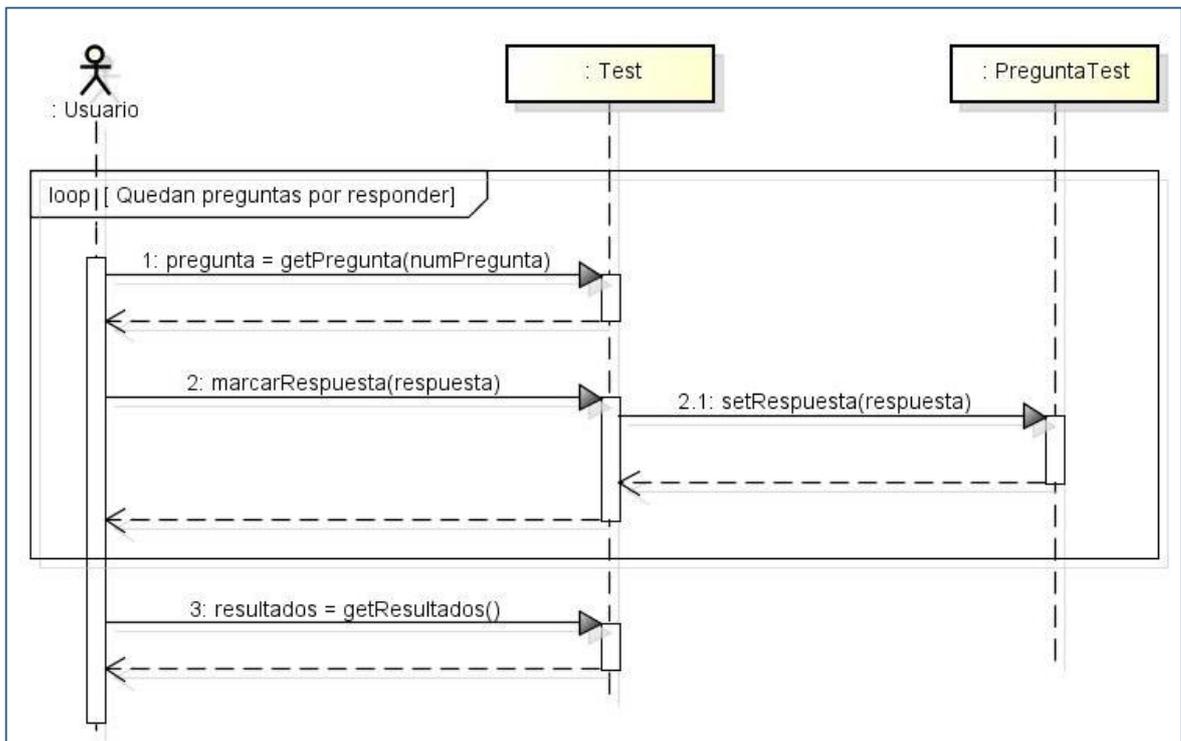


Figura 20. Diagrama de secuencia Realizar Cuestionario de Autoevaluación

## CALCULAR RESISTENCIA EQUIVALENTE

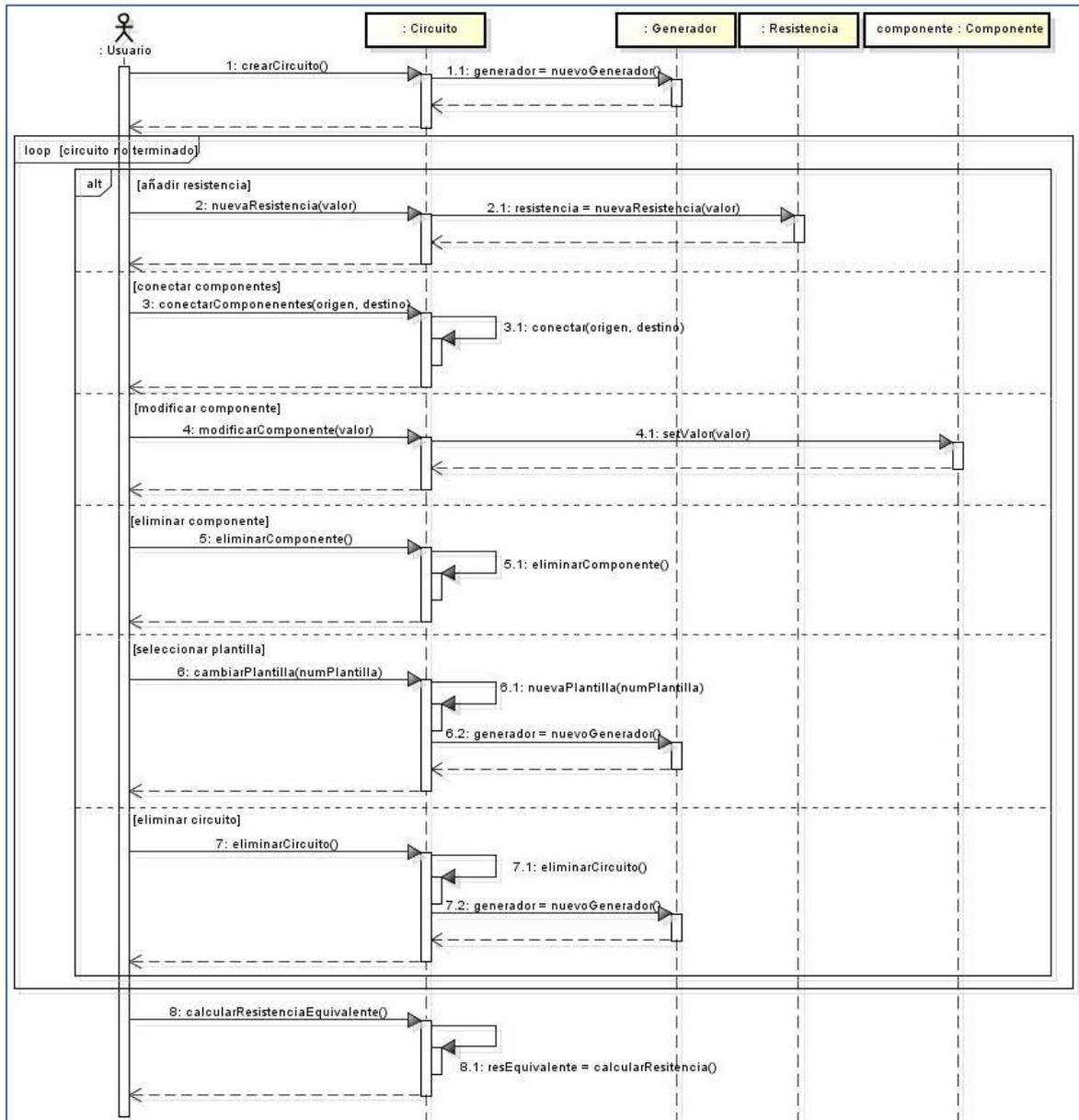
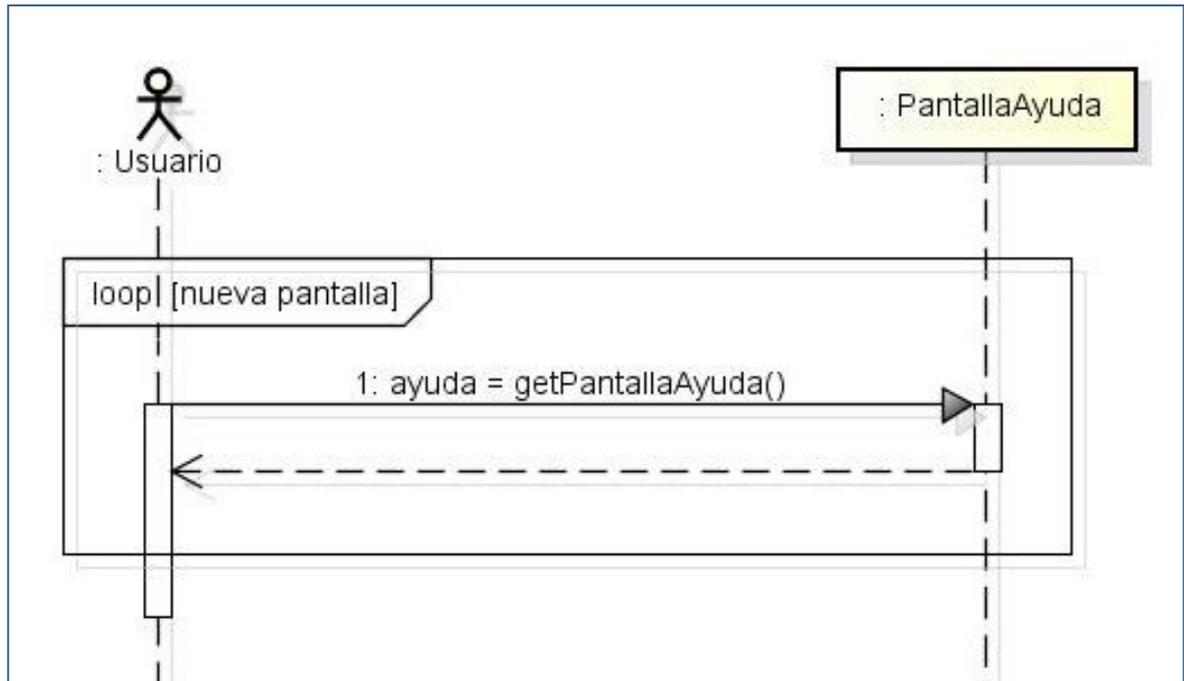


Figura 21. Diagrama de secuencia Calcular Resistencia Equivalente

## CONSULTAR MANUAL DE AYUDA



*Figura 22. Diagrama de secuencia Consultar Manual de Ayuda*



# CAPITULO IV

## DISEÑO

### > DIAGRAMAS DE CLASES

- > Menú principal
- > Teoría
- > Cuestionario Test
- > Resultados Test
- > Calculadora
- > Ayuda
- > Diagrama de clases completo

### > DIAGRAMAS DE SECUENCIA

- > Menú principal
- > Teoría
- > Cuestionario Test
- > Resultados Test
- > Calculadora
- > Ayuda

# DIAGRAMAS DE CLASES

## MENÚ PRINCIPAL

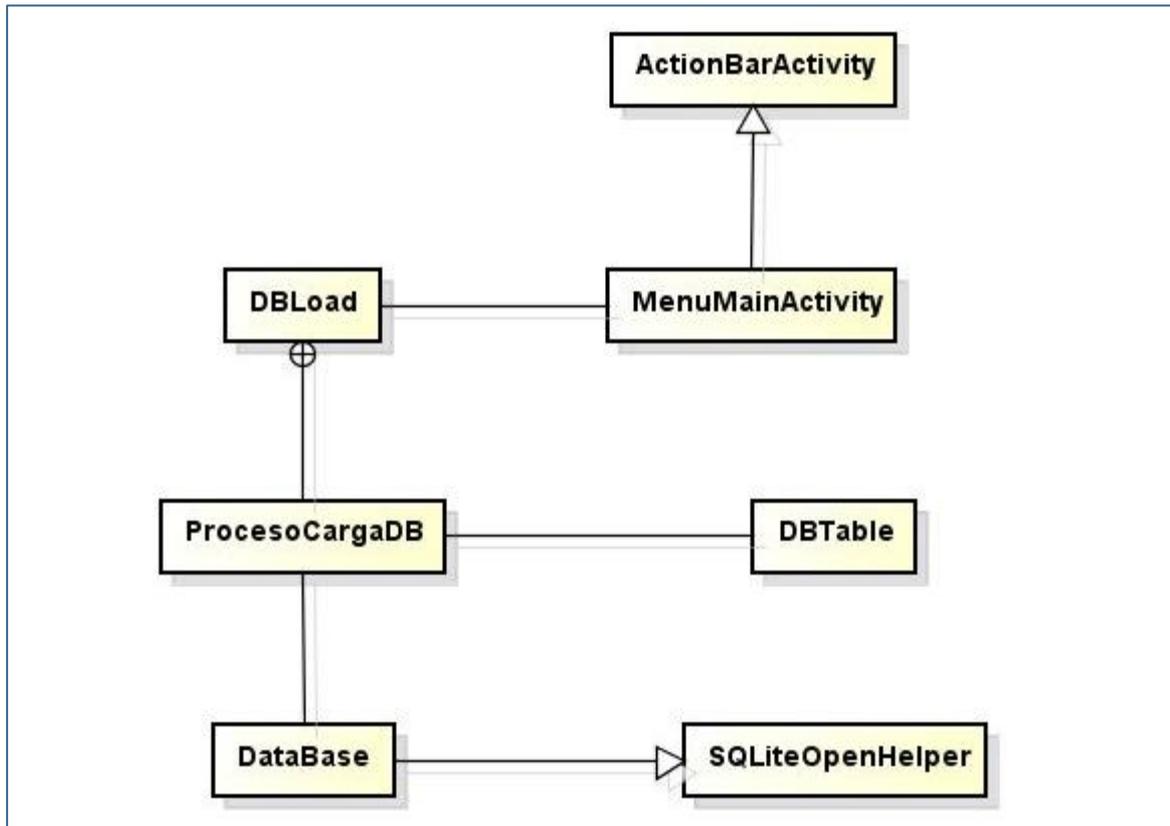


Figura 23. Diagrama de clases Menú principal

## TEORÍA

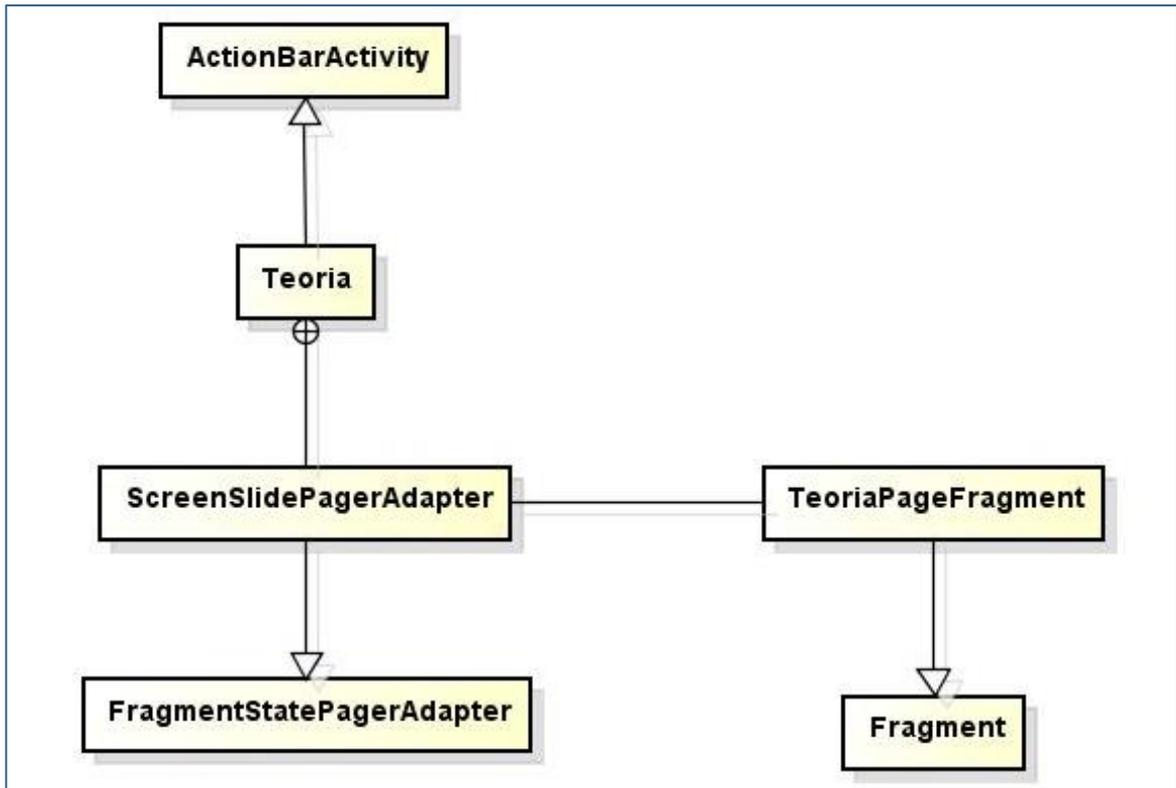


Figura 24. Diagrama de clases Teoría

## CUESTIONARIO TEST

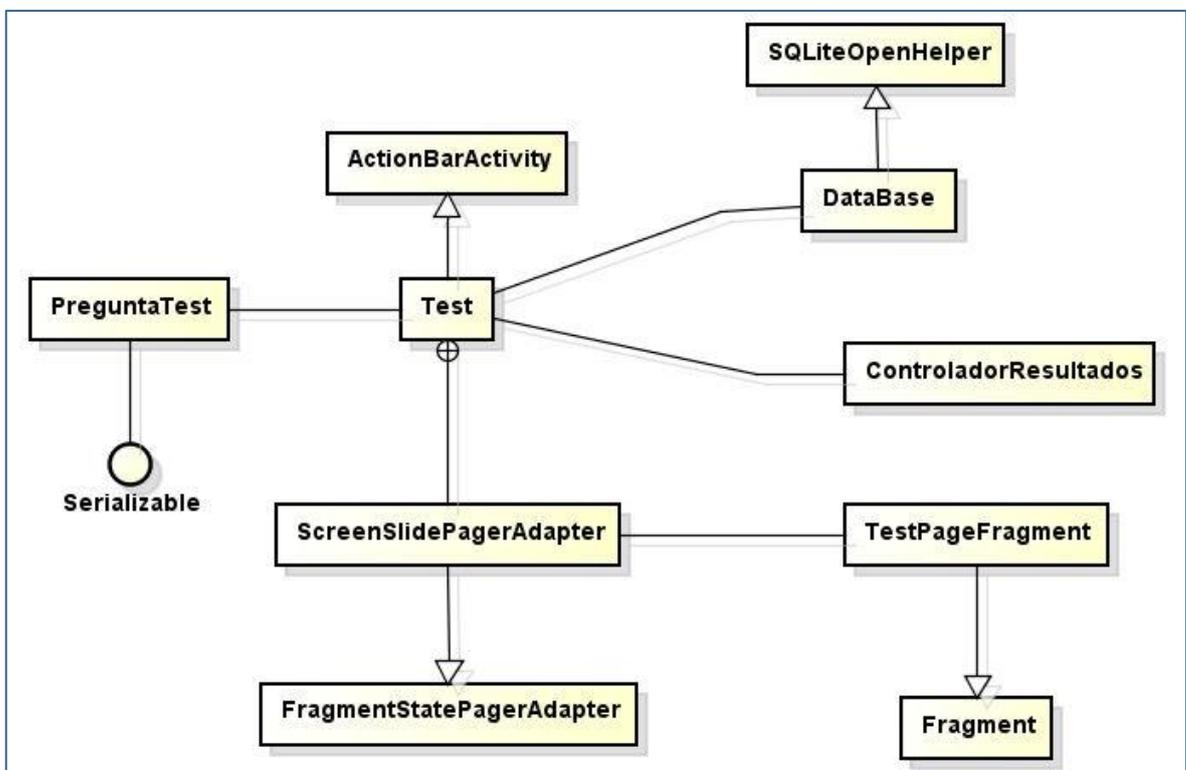


Figura 25. Diagrama de clases Cuestionario test

## RESULTADOS TEST

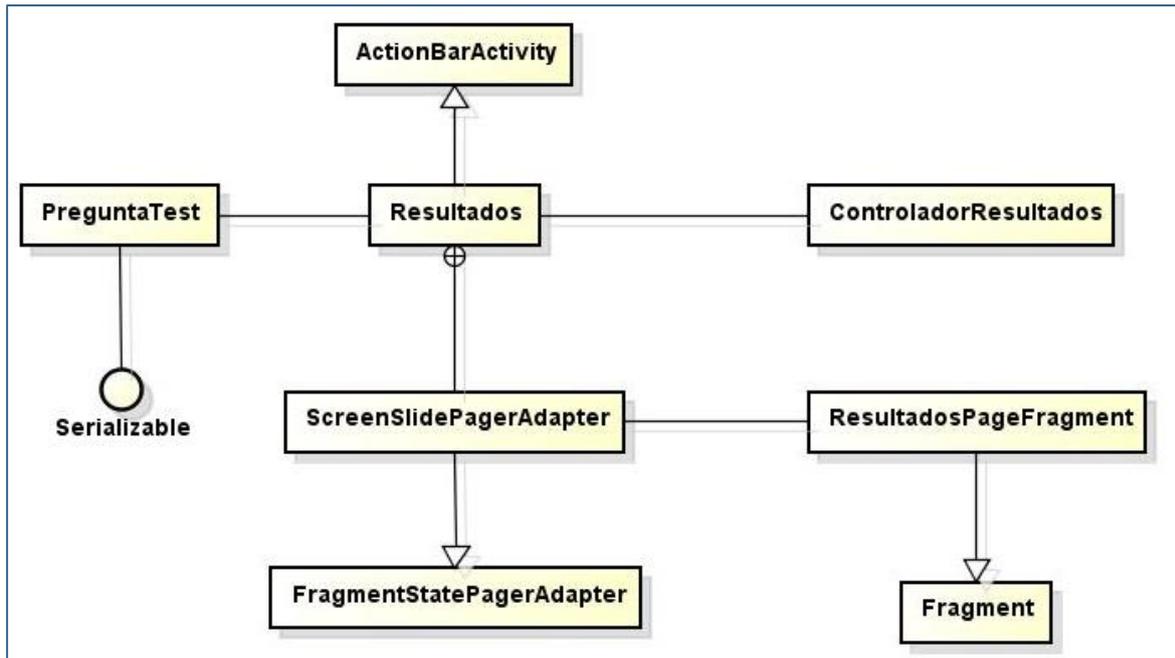


Figura 26. Diagrama de clases Resultados test

## CALCULADORA

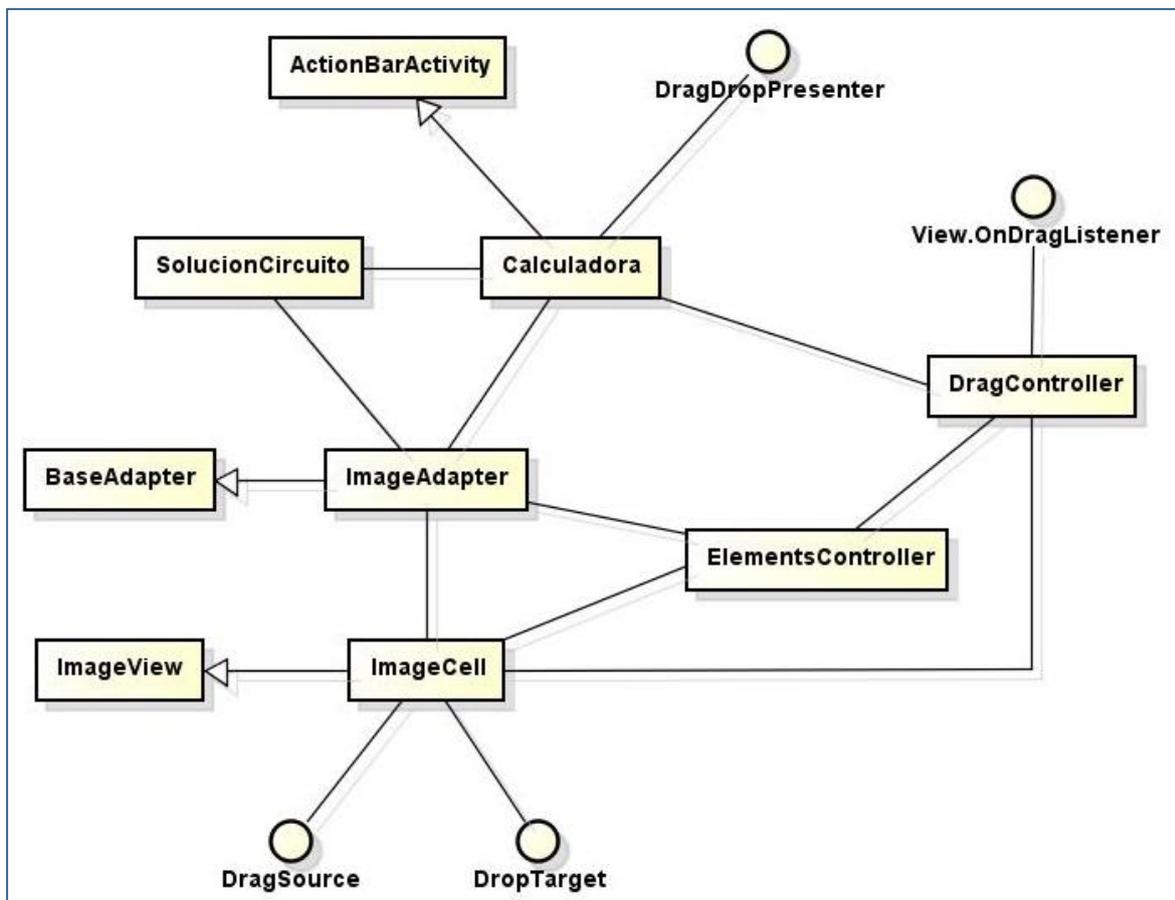


Figura 27. Diagrama de clases Calculadora

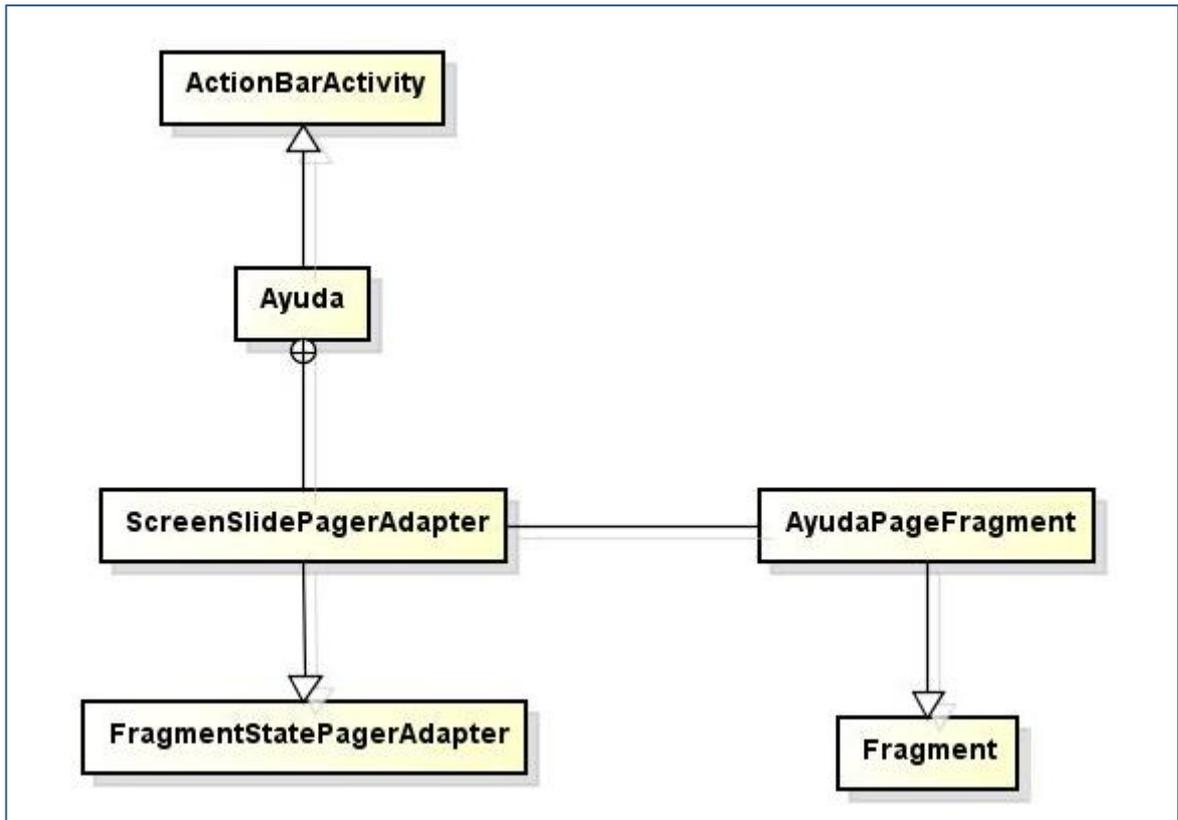


Figura 28. Diagrama de clases Ayuda

## DIAGRAMA DE CLASES COMPLETO

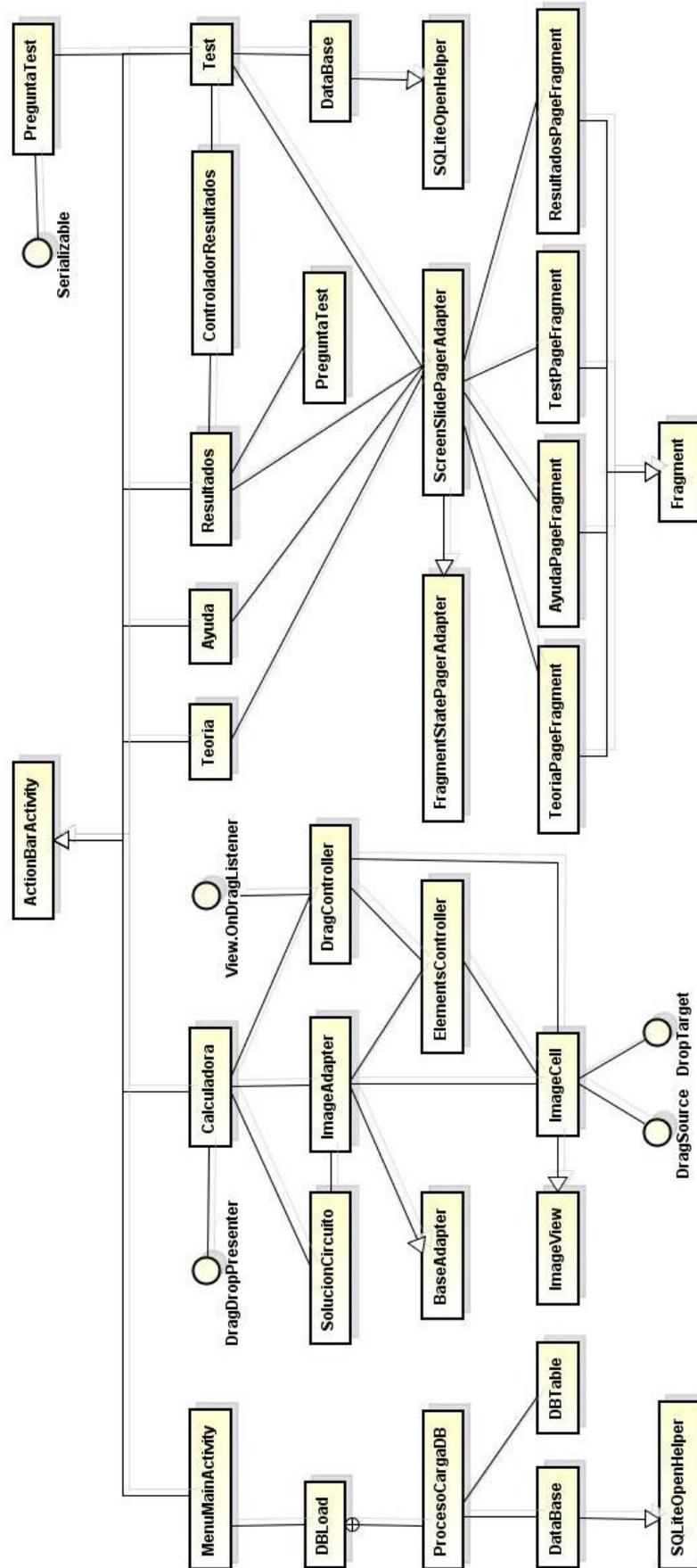
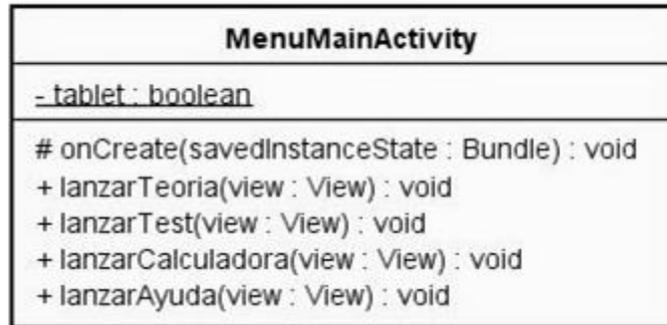


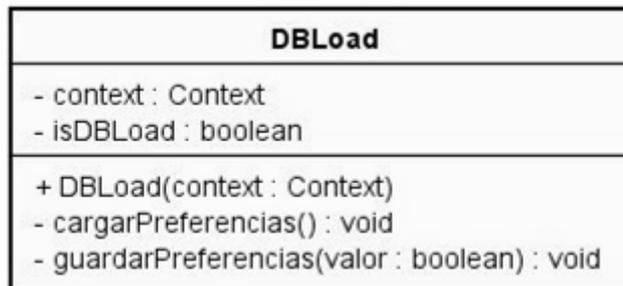
Figura 29. Diagrama de clases completo

- › **MenuMainActivity:** clase que extiende ActionBarActivity. Es la pantalla principal de la aplicación y a través de ella se accede al resto de actividades. Crea y carga la Base de Datos.



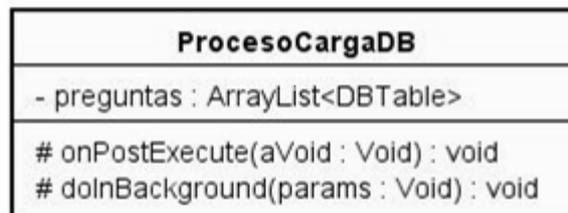
*Figura 30. Clase MenuMainActivity*

- › **DBLoad:** clase que carga los datos en la Base de Datos de la aplicación, si no se habían cargado antes.



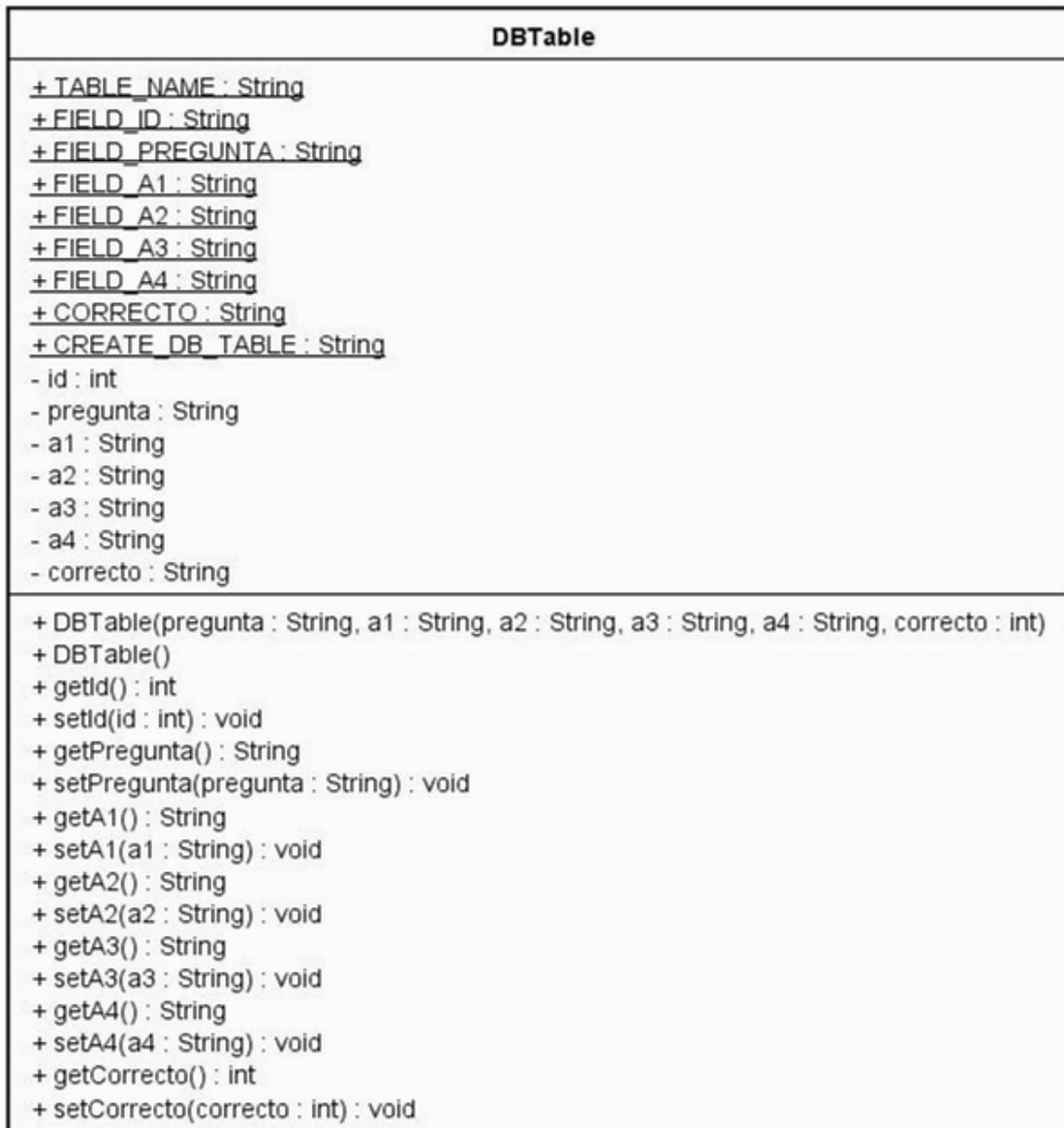
*Figura 31. Clase DBLoad*

- › **ProcesoCargaDB:** clase que crea los datos a guardar en la Base de Datos.



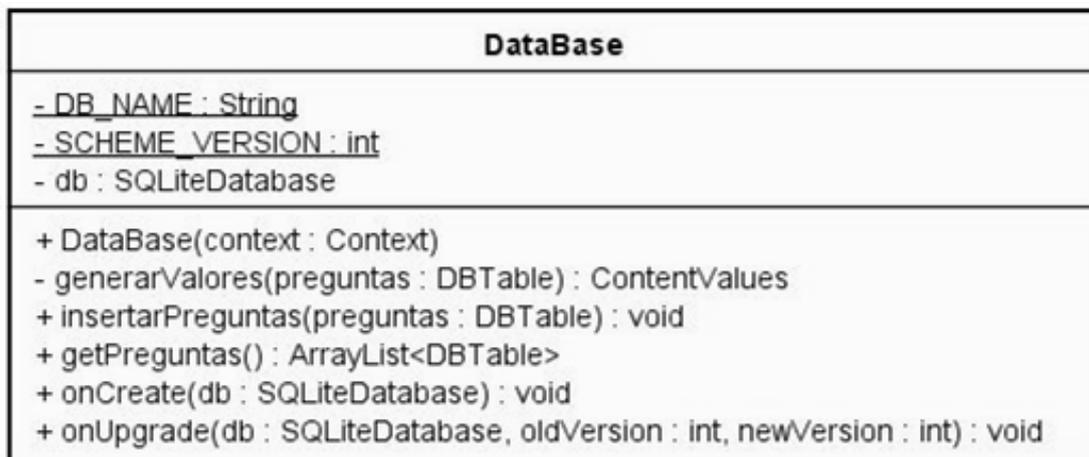
*Figura 32. Clase ProcesoCargaDB*

› **DBTable:** clase que crea la estructura de la tabla de la Base de Datos.



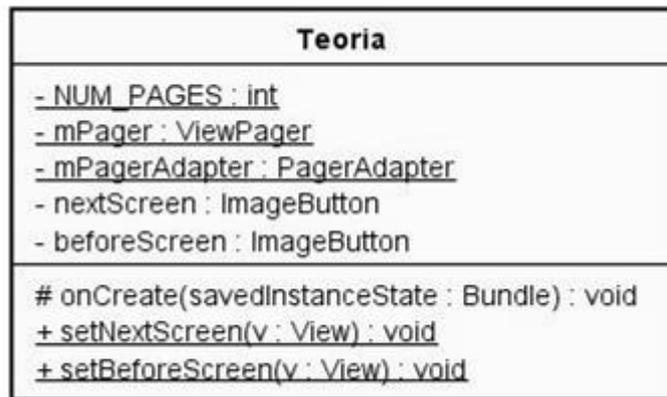
*Figura 33. Clase DBTable*

› **DataBase:** clase que extiende SQLiteOpenHelper. Implementa la creación e inserción de los valores en la Base de Datos.



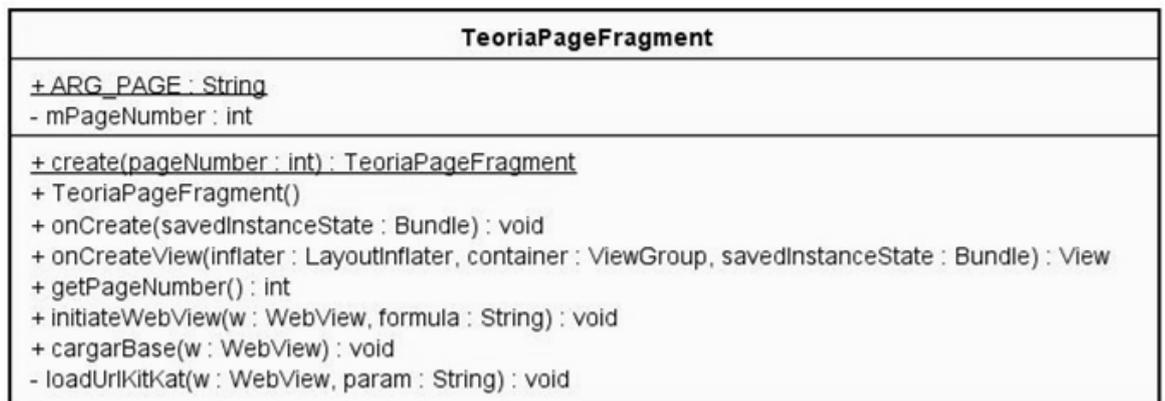
*Figura 34. Clase DataBase*

- › **Teoria:** clase que extiende ActionBarActivity. Muestra los fundamentos teóricos de la aplicación mediante un paso de pantallas.



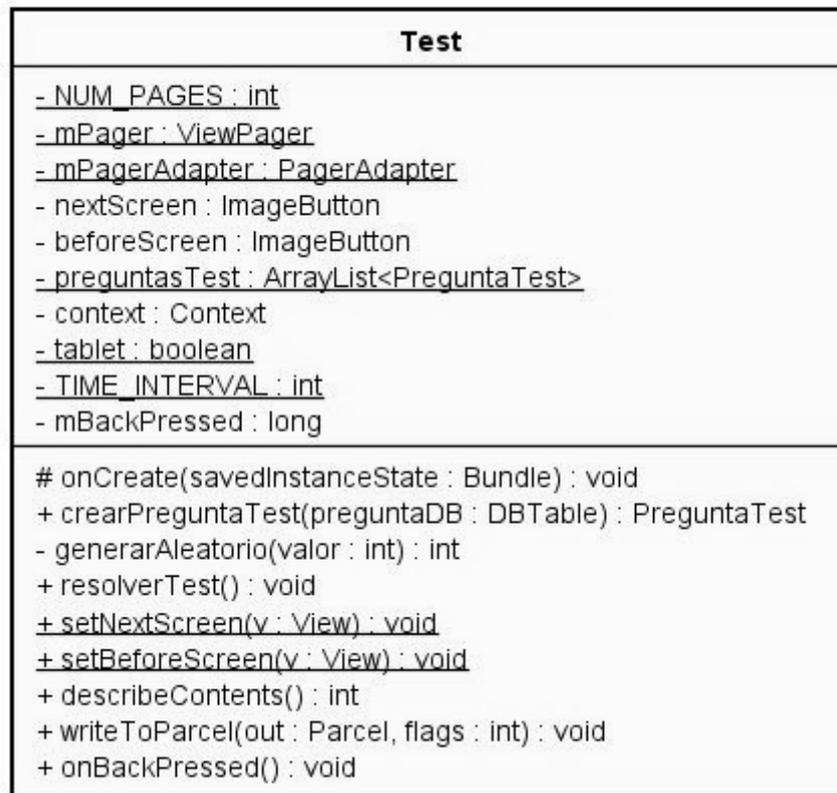
*Figura 35. Clase Teoría*

- › **TeoriaPageFragment:** clase que extiende Fragment. Implementa una pantalla de los fundamentos teóricos de la aplicación.



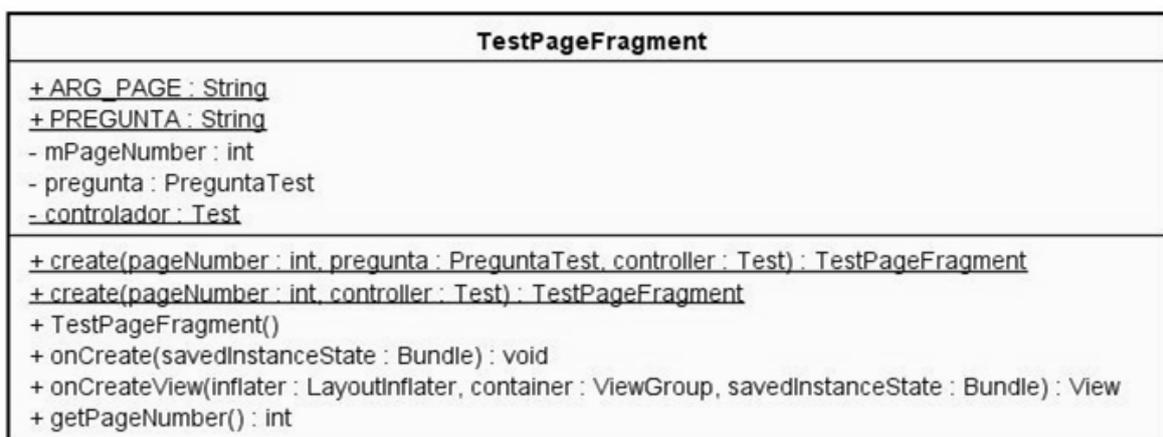
*Figura 36. Clase TeoriaPageFragment*

- › **Test:** clase que extiende ActionBarActivity. Implementa el cuestionario de autoevaluación del usuario [16].



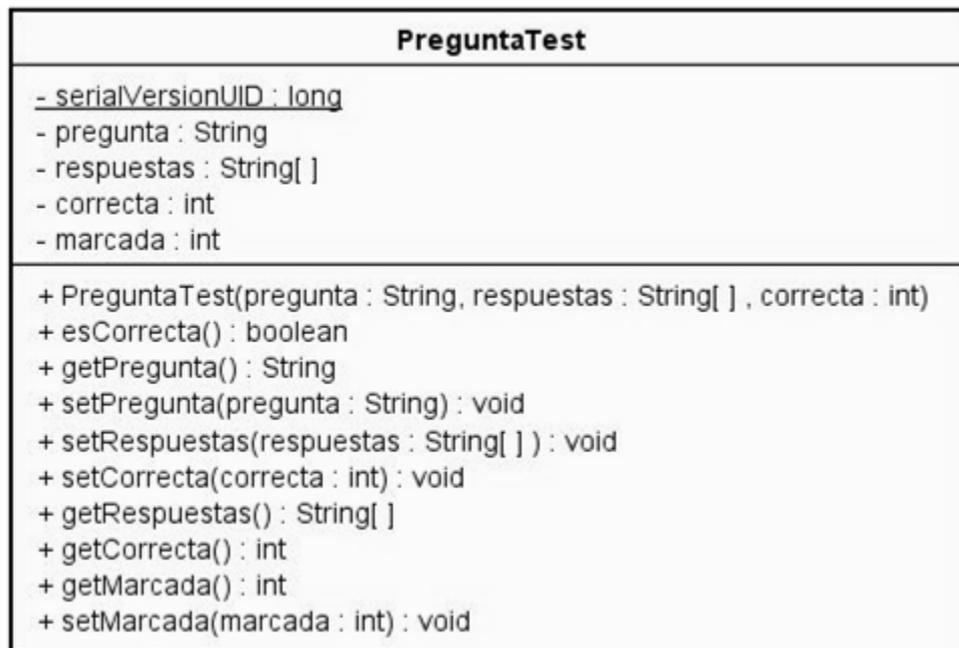
*Figura 37. Clase Test*

- › **TestPageFragment:** clase que extiende Fragment. Implementa una pantalla del cuestionario de autoevaluación de la aplicación.



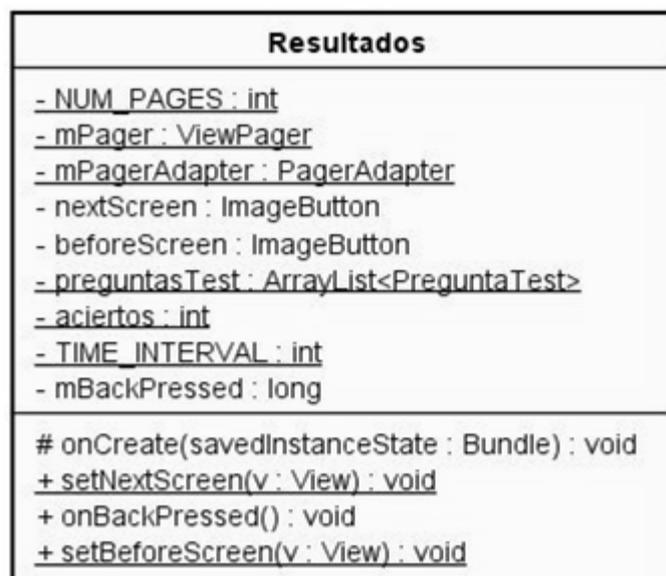
*Figura 38. Clase TestPageFragment*

- › **PreguntaTest:** clase que implementa Serializable. Define la estructura de una pregunta del cuestionario de autoevaluación.



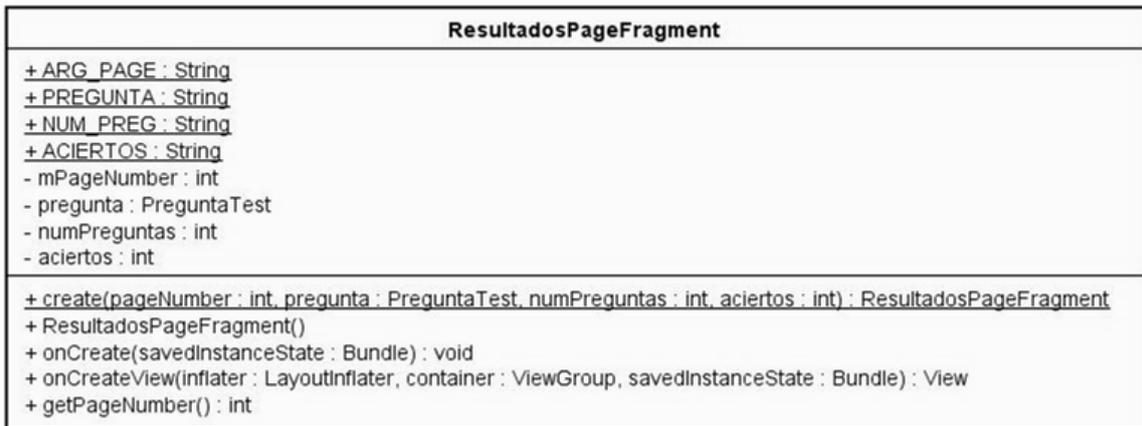
*Figura 39. Clase PreguntaTest*

- › **Resultados:** clase que extiende ActionBarActivity. Implementa la retroalimentación al usuario de los resultados obtenidos en el cuestionario de autoevaluación.



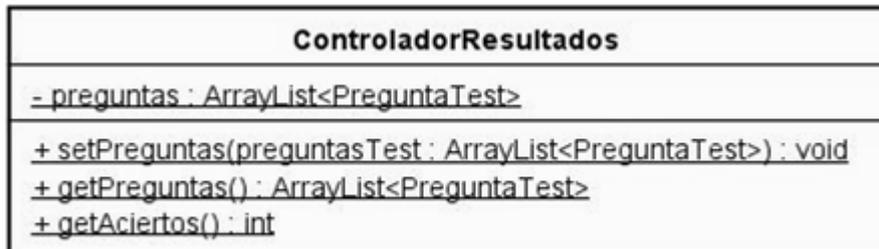
*Figura 40. Clase Resultados*

- › **ResultadosPageFragment:** clase que extiende Fragment. Implementa una pantalla de los resultados obtenidos en el test de autoevaluación.



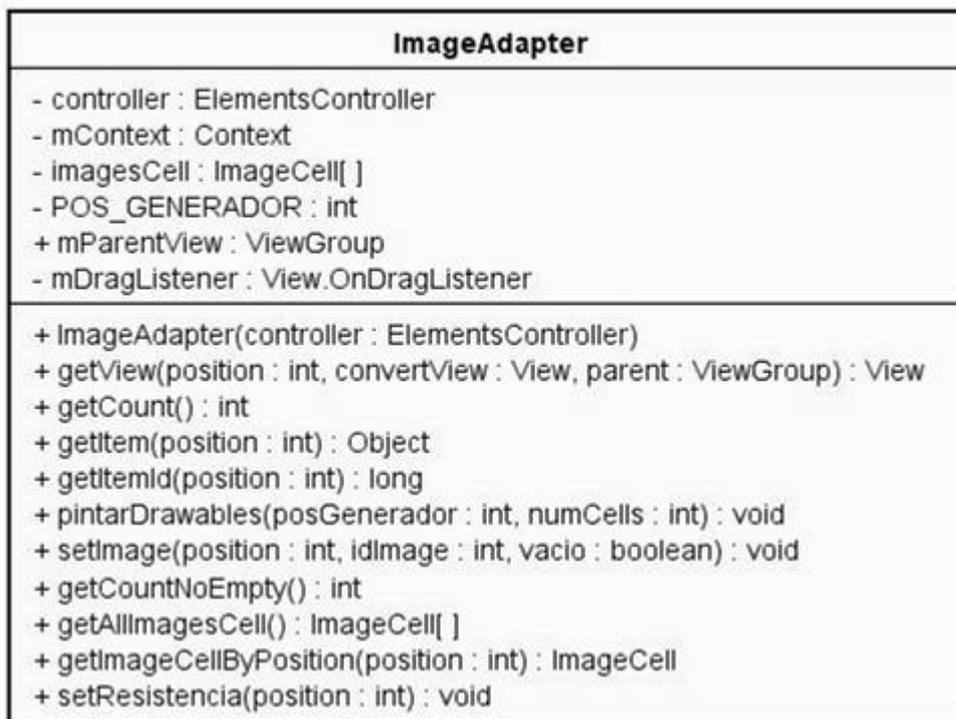
*Figura 41. Clase ResultadosPageFragment*

- › **ControladorResultados:** clase que facilita la corrección del cuestionario de autoevaluación.



*Figura 42. Clase ControladorResultados*

- › **ImageAdapter:** clase que extiende BaseAdapter. Adapta las vistas de cada celda que componen el GridView, donde se dibuja el circuito.



*Figura 43. Clase ImageAdapter*

- ) **Calculadora:** clase que extiende ActionBarActivity. Implementa la resolución de circuitos de corriente continua.

<b>Calculadora</b>
<pre> - mPresenter : int - elementsController : ElementsController - imageAdapter : ImageAdapter - myController : DragController - gridView : GridView - NUM_COLUMNS : int - POS_GENERADOR : int - isTablet : boolean - resHorizontal : ImageButton - resVertical : ImageButton - posicionesResistencias : ArrayList&lt;Integer&gt; - valoresResistencias : ArrayList&lt;Double&gt; - isResHorizontal : ArrayList&lt;Boolean&gt; - indexResInicial : int - idMenu : int - feGenerador : double - riGenerador : double - vista : View - resistencia : ImageView - dialog : AlertDialog - dialog2 : AlertDialog - dialog3 : AlertDialog - borrar : MenuItem - recorridosCircuito : ArrayList&lt;ArrayList&lt;Integer&gt;&gt; - TIME_INTERVAL : int - mBackPressed : long </pre>
<pre> # onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onBackPressed() : void + showPopupBorrar(v : View) : void + resolverCircuito() : void + borrarCircuito() : void + comprobarCircuitoCorrecto() : boolean + onCreateOptionsMenu(menu : Menu) : boolean + pintarCuadrículaGrid() : void + opcionesMenu() : void + startDrag(v : View) : boolean + getRecorridosCircuito() : ArrayList&lt;ArrayList&lt;Integer&gt;&gt; + getPosicionesResistencias() : ArrayList&lt;Integer&gt; + getValoresResistencias() : ArrayList&lt;Double&gt; + getPosGenerador() : int + getFeGenerador() : double + guardarRecorrido(posicionesRecorrido : ArrayList&lt;Integer&gt;) : void + getPosRecorridoPorExtremos(extremo1 : int, extremo2 : int) : int + getRecorridoPorPosicion(posRecorrido : int) : ArrayList&lt;Integer&gt; + eliminarRecorridoPorPosicion(posRecorrido : int) : void + getPosRecorridosContienen(pos : int) : ArrayList&lt;Integer&gt; + modificarConexion(posT : int) : void </pre>

*Figura 44. Clase Calculadora*

> **ImageCell**: clase que extiende `ImageView` e implementa `DragSource` y `DropTarget`. Define cada celda del `GridView` donde se dibuja el circuito.

```

ImageCell

+ grid : GridView
+ main : Drawable
+ onDrag : Drawable
+ onDrop : Drawable []
+ empty : boolean
+ generador : boolean
+ resistencia : boolean
+ esquina : boolean
+ conexionT : boolean
+ conexionPlus : boolean
+ cellNumber : int
+ escala : int
+ recorrido1 : int
- recorrido2 : int

+ ImageCell(context : Context)
+ ImageCell(context : Context, escala : int)
+ setExtremoRecorrido(posExtremo : int) : void
+ invertirOrdenRecorrido(recorrido : ArrayList<Integer>) : ArrayList<Integer>
+ eliminarRecorridos(mPresenter : DragDropPresenter, adapter : ImageAdapter, elementsController : ElementsController) : void
+ eliminar(recorrido1 : boolean, mPresenter : DragDropPresenter, adapter : ImageAdapter, elementsController : ElementsController) : void
+ tieneRecorridos() : boolean
+ conectadoAmbosExtremos() : boolean
+ cambiarRecorrido(antiguoRecorrido : int, nuevoRecorrido : int) : void
+ allowDrop(source : DragSource) : boolean
+ onDragEnter(source : DragSource) : void
+ allowDrag() : boolean
+ clipDataForDragDrop() : ClipData
+ onDropCompleted(target : DropTarget, success : boolean, recorrido : ArrayList<DropTarget>, elementsController : ElementsController, mPresenter : DragDropPresenter) : void

```

Figura 45. Clase `ImageCell`

> **DragSource**: interfaz que define un objeto donde se originan las operaciones de `Drag-Drop`.

```

<<interface>>
DragSource

+ allowDrag() : boolean
+ clipDataForDragDrop() : ClipData
+ onDropCompleted(target : DropTarget, success : boolean, recorrido : ArrayList<DropTarget>, elementsController : ElementsController, mPresenter : DragDropPresenter) : void

```

Figura 46. Interfaz `DragSource`

- › **ElementsController:** clase que define las imágenes del GridView. Controla los elementos del GridView y las operaciones Drag-Drop.

<b>ElementsController</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- cuadro : Drawable</li> <li>- generador : Drawable</li> <li>- resH : Drawable</li> <li>- resV : Drawable</li> <li>- lineaH : Drawable</li> <li>- lineaV : Drawable</li> <li>- cuadroAzul : Drawable</li> <li>- generadorAzul : Drawable</li> <li>- resHAzul : Drawable</li> <li>- resVAzul : Drawable</li> <li>- lineaHAzul : Drawable</li> <li>- lineaVAzul : Drawable</li> <li>- esqLtop : Drawable</li> <li>- esqLdown : Drawable</li> <li>- esqRtop : Drawable</li> <li>- esqRdown : Drawable</li> <li>- esqLtopAzul : Drawable</li> <li>- esqLdownAzul : Drawable</li> <li>- esqRtopAzul : Drawable</li> <li>- esqRdownAzul : Drawable</li> <li>- tLeft : Drawable</li> <li>- tRight : Drawable</li> <li>- tTop : Drawable</li> <li>- tDown : Drawable</li> <li>- plus : Drawable</li> <li>- tLeftAzul : Drawable</li> <li>- tRightAzul : Drawable</li> <li>- tTopAzul : Drawable</li> <li>- tDownAzul : Drawable</li> <li>- plusAzul : Drawable</li> <li>- context : Context</li> <li>- ESCALA : int</li> <li>- NUM_COLUMNS : int</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ElementsController(contexto : Context)</li> <li>+ targetCorrecto(source : ImageCell, target : ImageCell) : boolean</li> <li>+ recorridoCorrecto(recorrido : ArrayList&lt;DropTarget&gt;) : boolean</li> <li>+ crearEsquinas(A : ImageCell, B : ImageCell, C : ImageCell) : Drawable [ ]</li> <li>+ conectarTarget(t : ImageCell, beforeT : ImageCell) : Drawable [ ]</li> <li>+ crearDrawables(escala : int, numColumns : int) : void</li> <li>- getDrawableById(id : int) : Drawable</li> <li>- escalarImagen(idImagen : int) : Drawable</li> <li>+ getDrawableByIdImage(idImage : int) : Drawable [ ]</li> <li>+ isConexionT(conex : Drawable) : boolean</li> <li>+ isConexionPlus(conex : Drawable) : boolean</li> <li>+ cambiarConexion(punto : ImageCell, anterior : ImageCell) : void</li> <li>+ getContext() : Context</li> <li>+ getEscala() : int</li> <li>+ getCuadro() : Drawable</li> <li>+ getCuadroAzul() : Drawable</li> <li>+ getGenerador() : Drawable</li> <li>+ getGeneradorAzul() : Drawable</li> </ul>

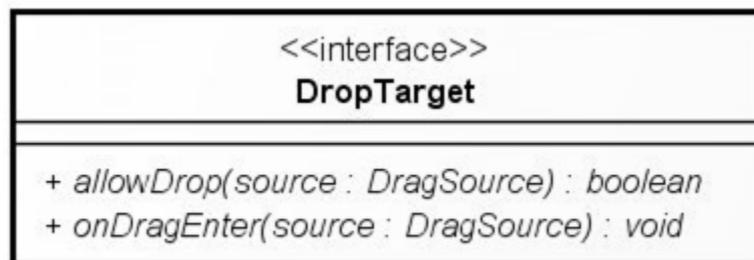
*Figura 47. Clase ElementsController*

- › **DragDropPresenter:** interfaz que define un objeto que implementa una operación Drag-Drop.



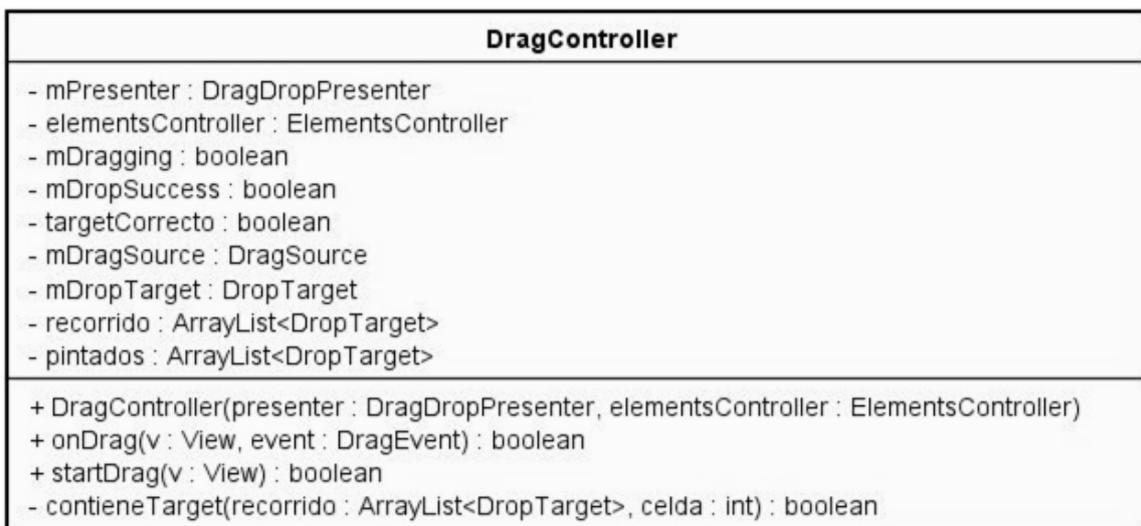
*Figura 48. Interfaz DragDropPresenter*

- › **DropTarget:** interfaz que define una vista que acepta objetos de una operación drag-drop.



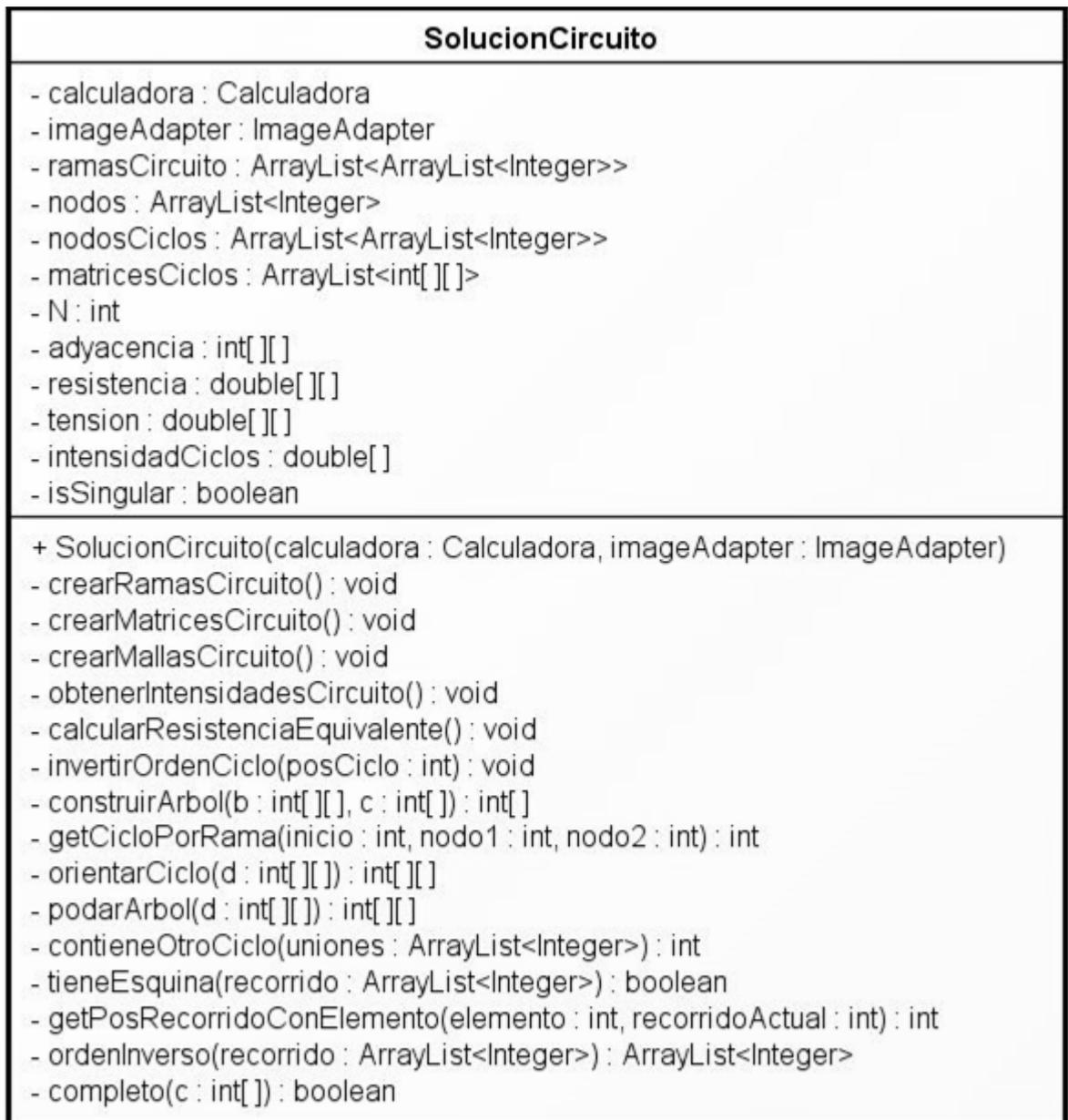
*Figura 49. Interfaz DropTarget*

- › **DragController:** clase que implementa View.OnDragListener. Es la encargada de los eventos generados durante una operación Drag-Drop.



*Figura 50. Clase DragController*

- › **SolucionCircuito:** clase que calcula y muestra la resistencia equivalente de un circuito de corriente continua.



*Figura 51. Clase SolucionCircuito*

- › **ScreenSlidePagerAdapter:** clase extiende FragmentStatePagerAdapter. Gestiona cada una de las pantallas y se encarga de mostrar la correcta de cada TeoriaPageFragment, TestPageFragment, ResultadosPageFragment y AyudaPageFragment [12].



*Figura 52. Clase ScreenSlidePagerAdapter*

- > **Ayuda:** clase que extiende ActionBarActivity. Muestra el manual de ayuda de la aplicación [17].

<b>AyudaPageFragment</b>
+ ARG_PAGE : String - pageNumber : int
+ create(pageNumber : int) : AyudaPageFragment + AyudaPageFragment() + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onCreateView(inflater : LayoutInflater, container : ViewGroup, savedInstanceState : Bundle) : View + getPageNumber() : int

*Figura 53. Clase Ayuda*

- > **AyudaPageFragment:** clase que extiende Fragment. Implementa una pantalla que muestra los contenidos del manual de Ayuda de la aplicación.

<b>AyudaPageFragment</b>
+ ARG_PAGE : String - pageNumber : int
+ create(pageNumber : int) : AyudaPageFragment + AyudaPageFragment() + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onCreateView(inflater : LayoutInflater, container : ViewGroup, savedInstanceState : Bundle) : View + getPageNumber() : int

*Figura 54. Clase AyudaPageFragment*

# DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Los diagramas de secuencia que se muestran en este apartado se corresponden con cada una de las actividades de la aplicación. Para facilitar su comprensión se han resumido evitando detalles ya que se trata de un código complejo; se proporciona el comportamiento completo en el código fuente que se incluye en el CD junto a la memoria.

## MENÚ PRINCIPAL

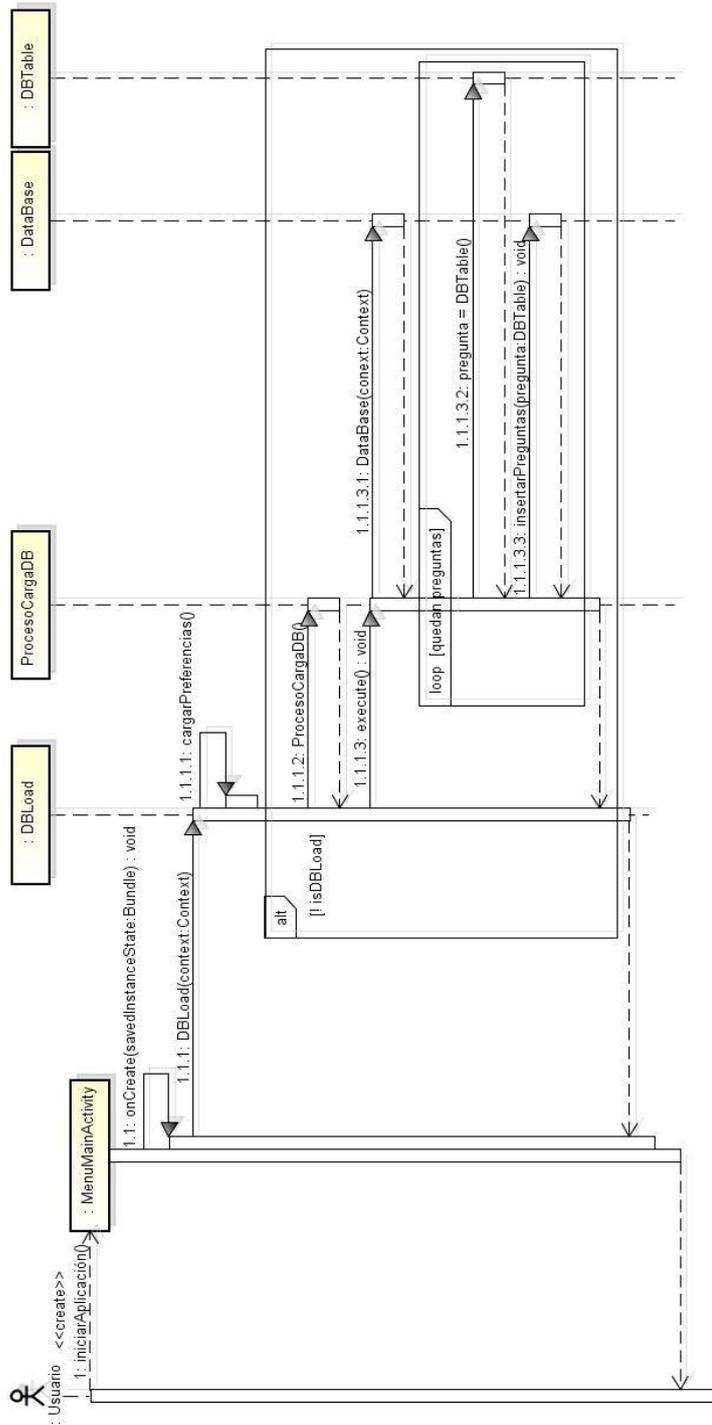


Figura 55. Diagrama de secuencia Menú Principal

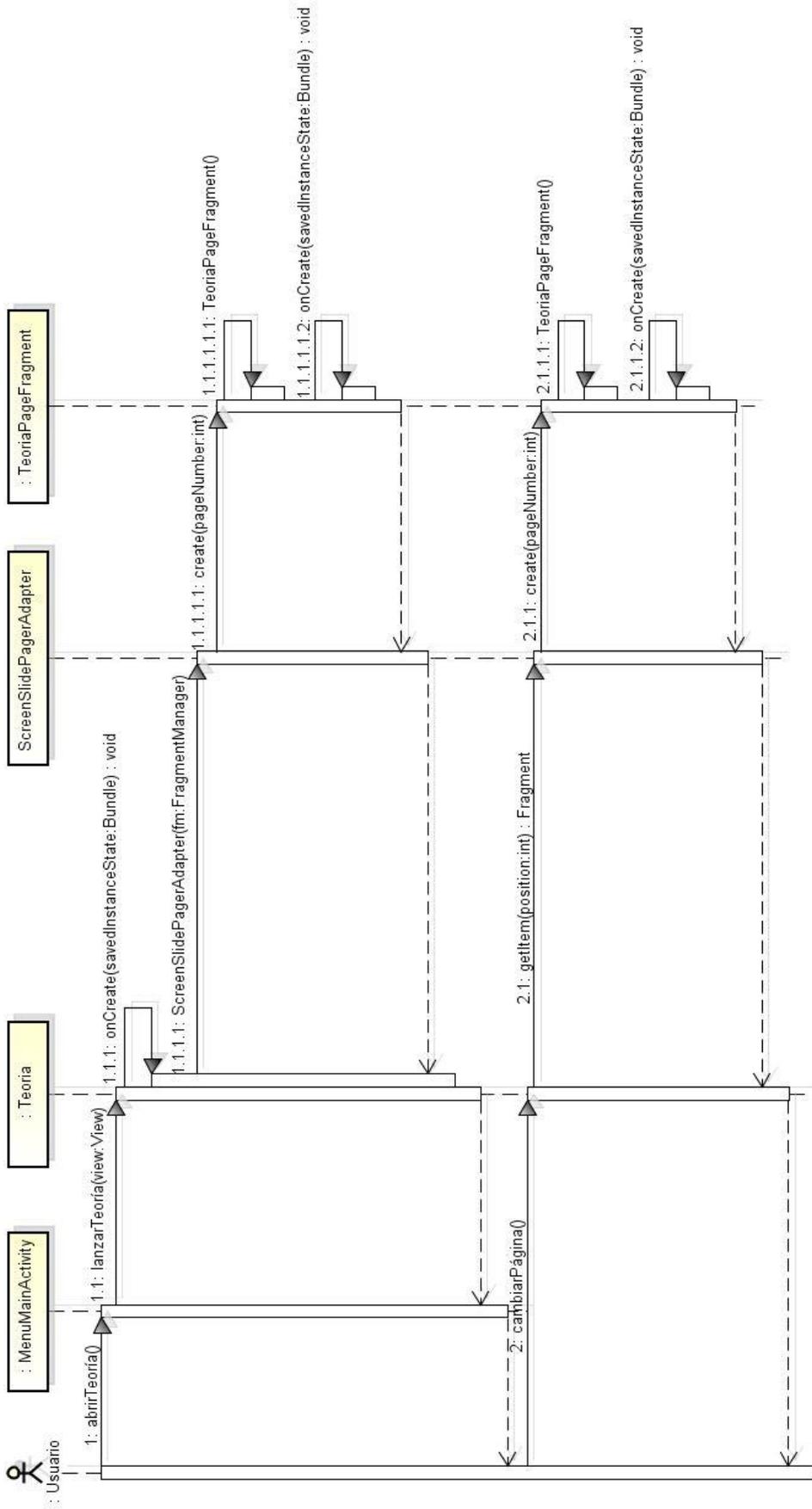


Figura 56. Diagrama de secuencia Teoría

# CUESTIONARIO TEST

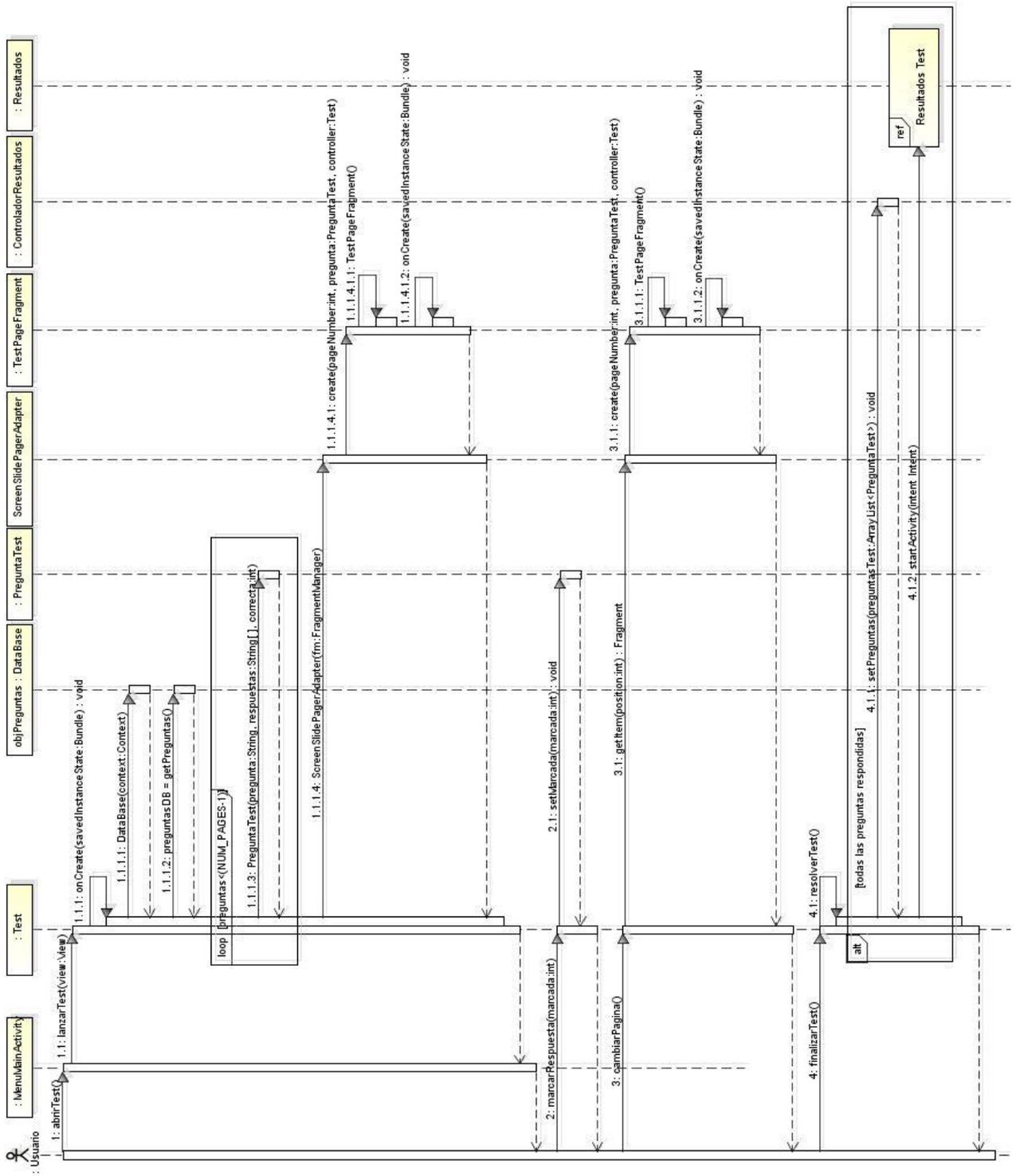


Figura 57. Diagrama de secuencia Cuestionario Test

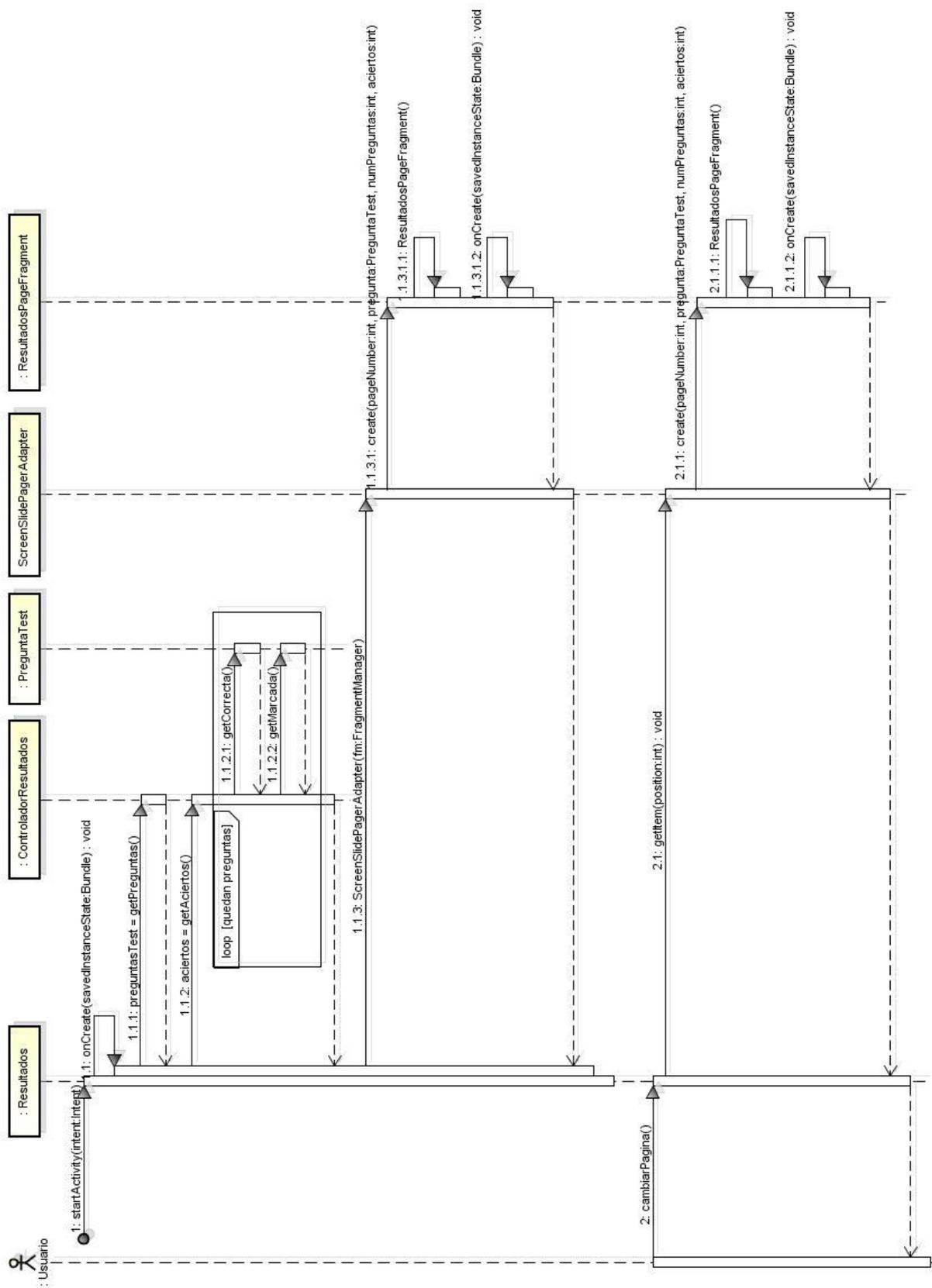


Figura 58. Diagrama de secuencia Resultados Test

# CALCULADORA

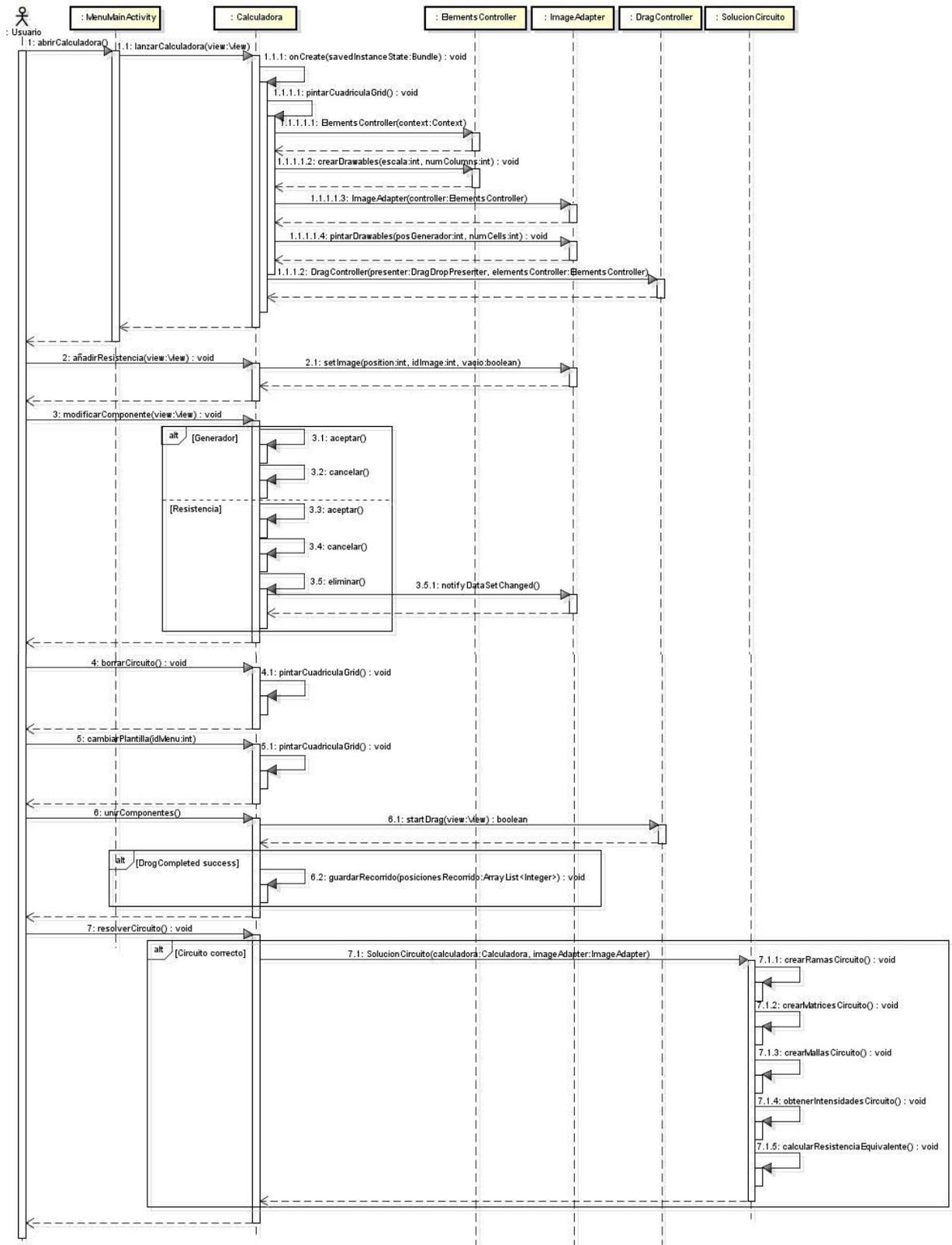


Figura 59. Diagrama de secuencia Calculadora

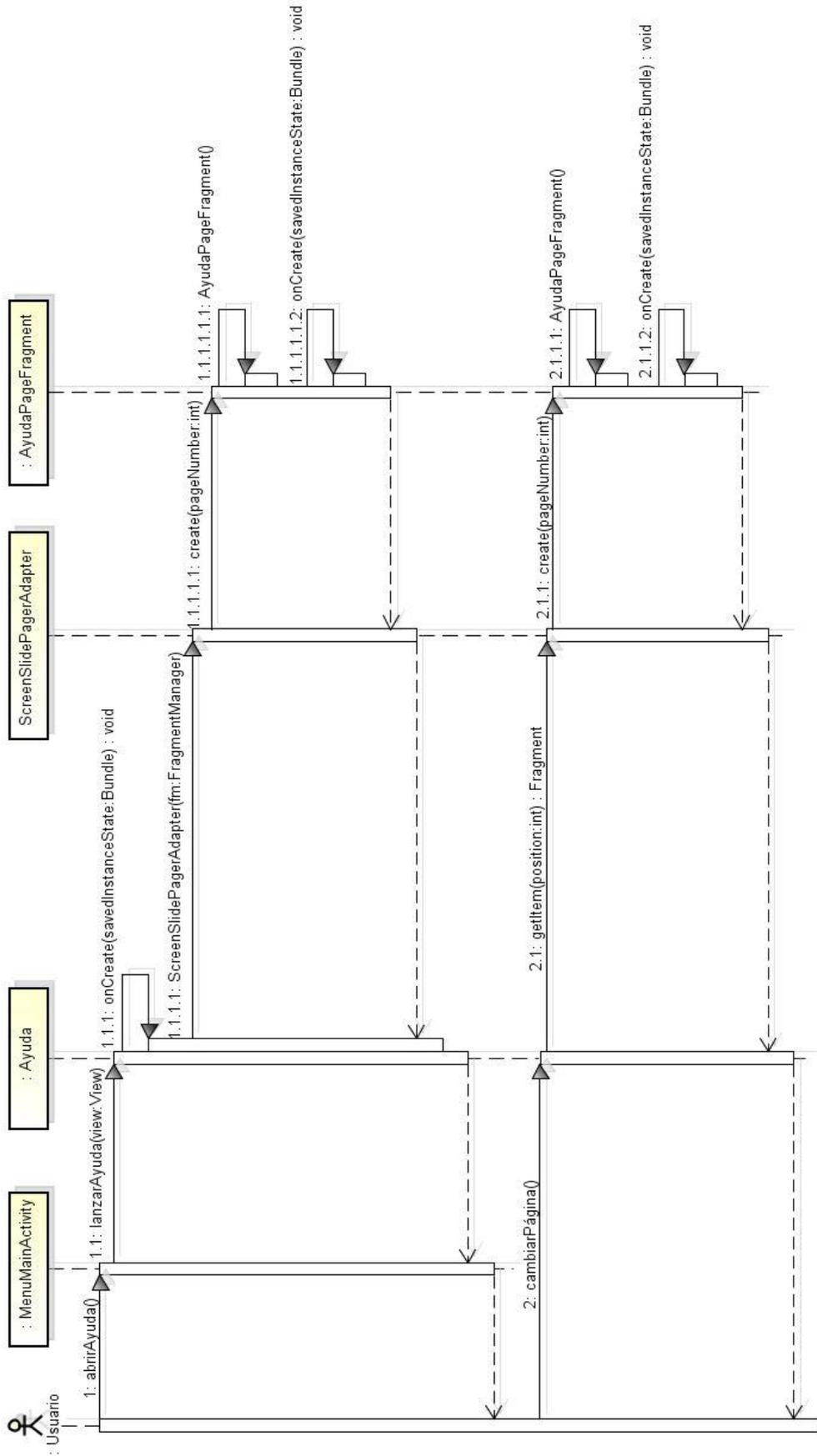


Figura 60. Diagrama de secuencia Ayuda

# CAPITULO V

# IMPLEMENTACIÓN

## > DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- > Estilo visual
- > Construcción de circuitos

## > ALGORITMO DE RESOLUCIÓN DEL CIRCUITO

## > LIBRERÍAS UTILIZADAS

## DECISIONES DE IMPLEMENTACIÓN

---

### ESTILO VISUAL

---

Se ha planteado una interfaz con estilo sencillo y monocromático para facilitar la interacción del usuario con la aplicación y centrar su atención en las tareas principales, y se han suavizado las formas de los botones para crear un aspecto más sutil.

Para su realización se han seguido algunas pautas de Material Design [18], la nueva tendencia en el diseño de Android. En este estilo, la profundidad, las sombras y los colores juegan un papel principal, por ello se han diseñado los botones de la aplicación con relieve proporcionando un comportamiento más real, y cada tarea a realizar en la aplicación va acompañada de algún tono que indica la acción del usuario.

También se ha implementado uno de los componentes más característico de este diseño como es el Floating Action Button, un botón circular que representa la acción primaria de la aplicación. En este caso el objetivo principal es obtener la resistencia equivalente de un circuito, y por tanto se ha incluido este componente en la actividad Calculadora como el botón que resuelve el circuito dibujado.

### CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS

---

Para facilitar la construcción de los circuitos al usuario, se ha empleado un GridView que proporciona una cuadrícula compuesta por celdas. De esta forma el usuario sólo tendrá que situar cada elemento del circuito en una de estas celdas y despreocuparse del orden o de la superposición de elementos.

La unión de estos componentes se realizará mediante Drag & Drop [8][9], es decir, con deslizar el dedo de un elemento a otro por el camino que se quiera seguir, se mostrará automáticamente el cableado de la asociación.

Para adaptarse a las necesidades del usuario, se proporcionan tres tamaños distintos de plantilla [7], con más o menos celdas según se requiera. También se proporciona en todo momento la posibilidad de borrar lo dibujado hasta ahora con el icono de una papelera [11], o eliminar individualmente cada resistencia del circuito y sus conexiones pinchando en el propio componente [10].

## ALGORITMO DE RESOLUCIÓN DEL CIRCUITO

---

Antes de resolver el circuito primero se comprueba si es correcto, es decir, si todos los componentes están conectados. En caso negativo se informa al usuario, en caso positivo se lleva a cabo el algoritmo que se explica a continuación.

Este algoritmo está basado en un estudio realizado por el Departamento de Física de la Universidad de Trieste en Italia [2], que relaciona las reglas de Kirchhoff y la teoría de grafos para automatizar la resolución de circuitos eléctricos. Combina múltiples disciplinas, como son: matemática discreta, álgebra, física aplicada y programación.

Para comenzar, se interpreta el circuito dibujado por el usuario como un árbol no dirigido cuyos nodos son las esquinas del circuito y los puntos donde se conectan varios cables, y cuyas aristas son las ramas que unen esas conexiones.

Este árbol se representa computacionalmente por su matriz de adyacencia (contiene un 1 en la posición  $a_{ij}$  si el nodo  $i$  está conectado con el nodo  $j$ ) y por la matriz de resistencias (si contiene un valor distinto de 0 en su posición  $a_{ij}$  corresponde al valor de la resistencia que se encuentra en la rama que une los nodos  $ij$ ).

A continuación se construye un árbol generador del árbol inicial, es decir, un árbol que contiene todos los vértices pero no necesariamente contiene todas las aristas. Éste árbol generador se caracteriza porque no contiene ciclos. Si se han descartado aristas, se van a añadir una cada vez y se va a podar ese nuevo árbol, de modo que por cada arista que se añade se obtiene un ciclo independiente al final del proceso.

Una vez tenemos todos los ciclos independientes asignamos a sus intensidades un orden arbitrario, obteniendo árboles dirigidos. Ahora ya se puede construir el sistema lineal de ecuaciones del circuito según el método de Kirchhoff y lo resolveremos mediante factorización LU con la ayuda de la librería Apache Commons Math [5].

Tras resolver las ecuaciones obtenemos el valor de la intensidad de cada ciclo independiente, y por tanto la intensidad total del circuito (la que pasa por la rama que contiene el generador). Como disponemos del voltaje total del circuito, se puede calcular inmediatamente el valor de la resistencia total o resistencia equivalente:

$$R = \frac{V}{I}$$

## LIBRERÍAS UTILIZADAS

---

- › commons-math3-3.6.1: librería utilizada para resolver el sistema lineal de ecuaciones del circuito mediante factorización LU.
- › MathJax-2.1: librería utilizada para visualizar los fundamentos teóricos de la aplicación, ya que muestra fórmulas de forma muy eficiente y proporciona una calidad muy alta del contenido incluso con zoom. [13][14][15]
- › Appcompat-v7-22.2.0: librería de compatibilidad que utiliza Android para permitir usar las funcionalidades de las últimas versiones de Android en versiones anteriores. Depende de la librería support-v4-22.2.0.
- › Support-v4-22.2.0: librería de compatibilidad de Android, necesaria para usar la librería Appcompat-v7-22-2-0.

# CAPITULO VI

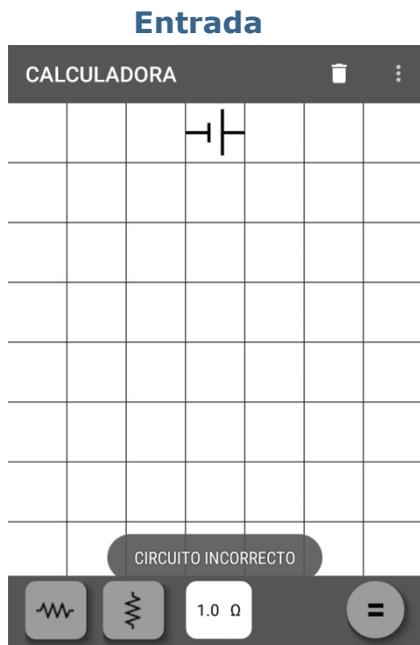
# PRUEBAS

› PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN

› PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA

# PRUEBAS DEL DOMINIO DE LA APLICACIÓN

## PDOM-0001



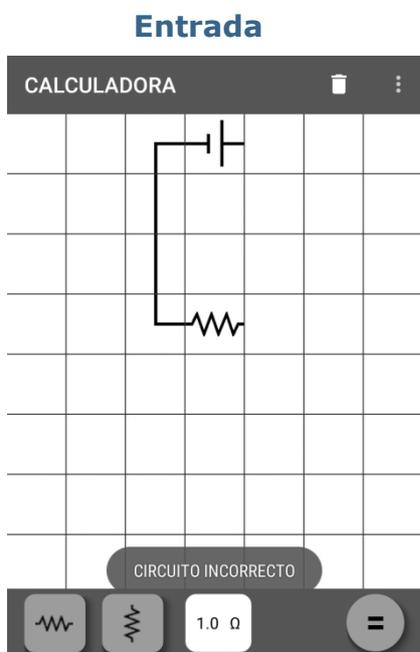
**Descripción**  
Se pulsa el botón de calcular en un circuito vacío.

**Resultado esperado**  
Mensaje de error.

**Resultado prueba**  
Correcta.

Tabla 32. Prueba del dominio - 0001

## PDOM-0002



**Descripción**  
Se pulsa el botón de calcular en un circuito con una rama abierta.

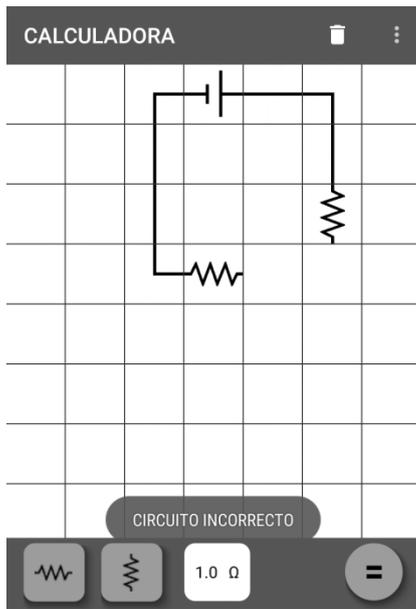
**Resultado esperado**  
Mensaje de error.

**Resultado prueba**  
Correcta.

Tabla 33. Prueba del dominio - 0002

**PDOM-0003**

**Entrada**



**Descripción**  
Se pulsa el botón de calcular en un circuito con dos ramas abiertas.

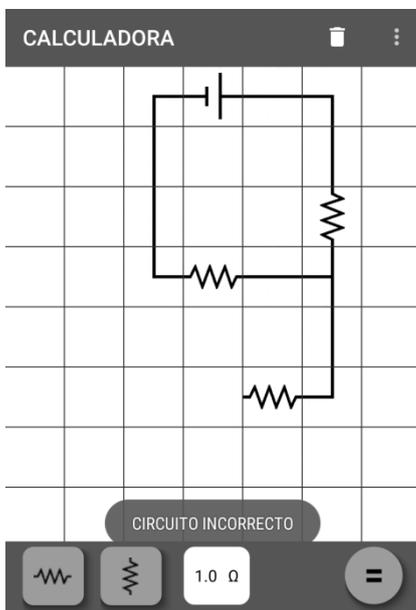
**Resultado esperado**  
Mensaje de error.

**Resultado prueba**  
Correcta.

*Tabla 34. Prueba del dominio - 0003*

**PDOM-0004**

**Entrada**



**Descripción**  
Se pulsa el botón de calcular en un circuito cerrado con una rama abierta.

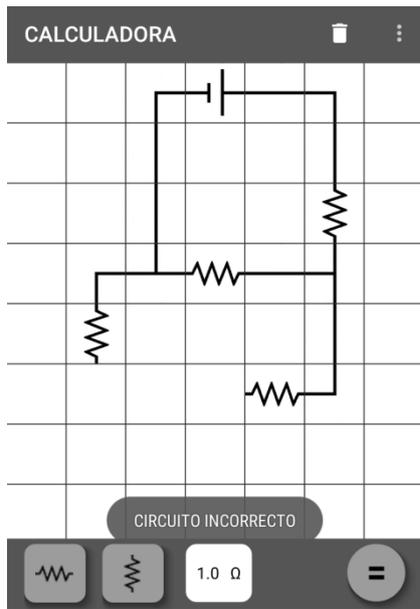
**Resultado esperado**  
Mensaje de error.

**Resultado prueba**  
Correcta.

*Tabla 35. Prueba del dominio - 0004*

**PDOM-0005**

**Entrada**



**Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito cerrado con dos ramas abiertas.

**Resultado esperado**

Mensaje de error.

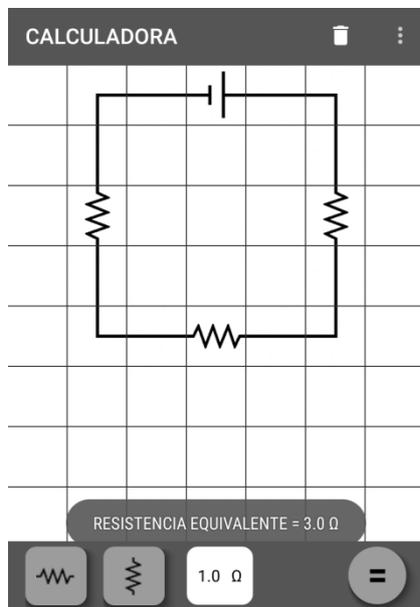
**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 36. Prueba del dominio - 0005*

**PDOM-0006**

**Entrada**



**Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito correcto con todas las resistencias en serie.

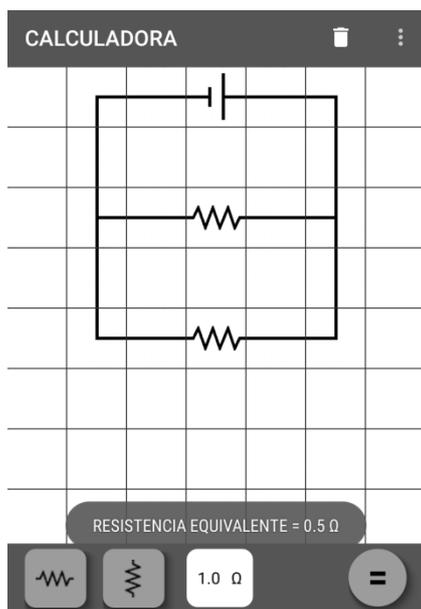
**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 3.0 Ω

**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 37. Prueba del dominio - 0006*

**PDOM-0007****Entrada****Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito correcto con todas las resistencias en paralelo.

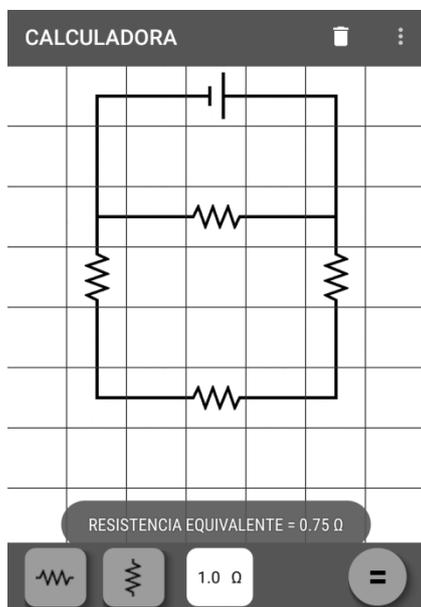
**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE =  $0.5 \Omega$

**Resultado prueba**

Correcta.

Tabla 38. Prueba del dominio - 0007

**PDOM-0008****Entrada****Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito correcto con resistencias en serie y paralelo.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE =  $0.75 \Omega$

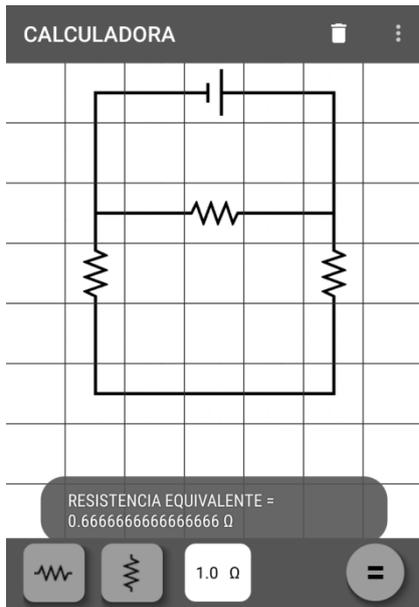
**Resultado prueba**

Correcta.

Tabla 39. Prueba del dominio - 0008

**PDOM-0009**

**Entrada**



**Descripción**

Se elimina una resistencia, se unen las ramas abiertas y se pulsa el botón de calcular.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 0.66666 Ω

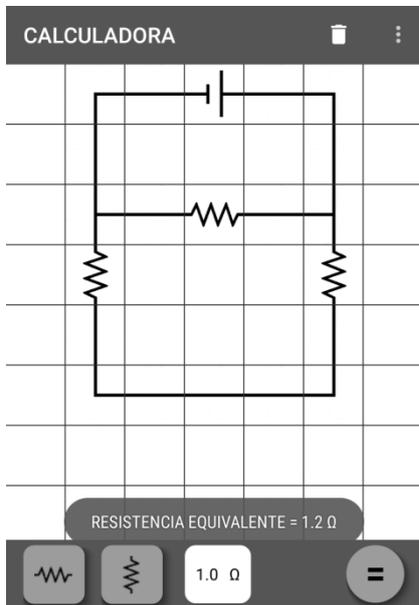
**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 40. Prueba del dominio – 0009*

**PDOM-0010**

**Entrada**



**Descripción**

Se modifica el valor de una resistencia. Se vuelve a pulsar el botón de calcular.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 1.2 Ω

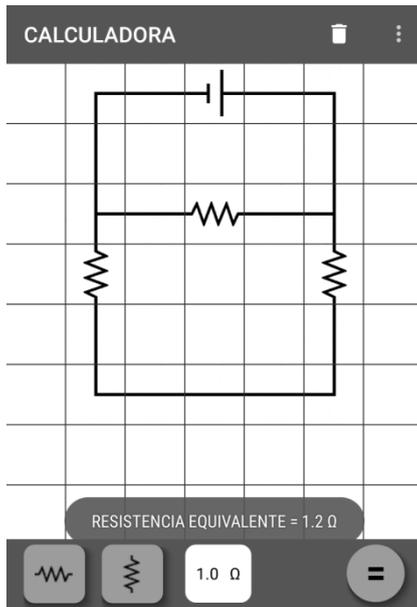
**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 41. Prueba del dominio - 0010*

**PDOM-0011**

**Entrada**



**Descripción**

Se modifica el valor de la fuerza electromotriz del generador. Se vuelve a pulsar el botón de calcular.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 1.2 Ω

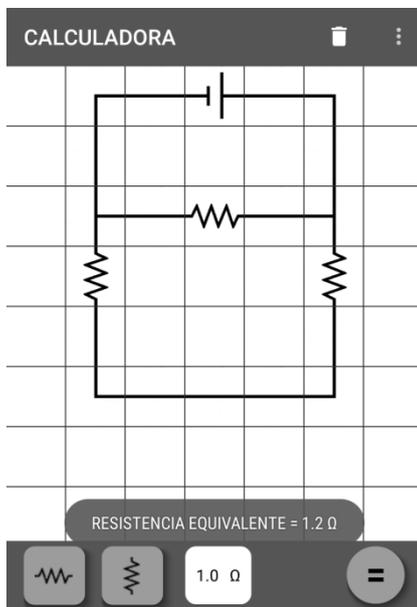
**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 42. Prueba del dominio - 0011*

**PDOM-0012**

**Entrada**



**Descripción**

Se modifica el valor de la resistencia interna del generador. Se vuelve a pulsar el botón de calcular.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 1.2 Ω

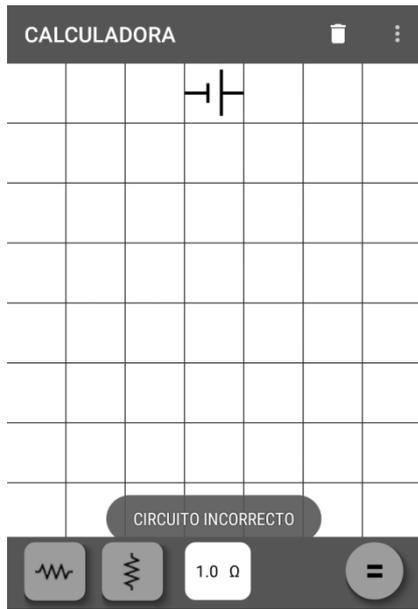
**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 43. Prueba del dominio - 0012*

**PDOM-0013**

**Entrada**



**Descripción**  
Se limpia el circuito. Se vuelve a pulsar el botón de calcular.

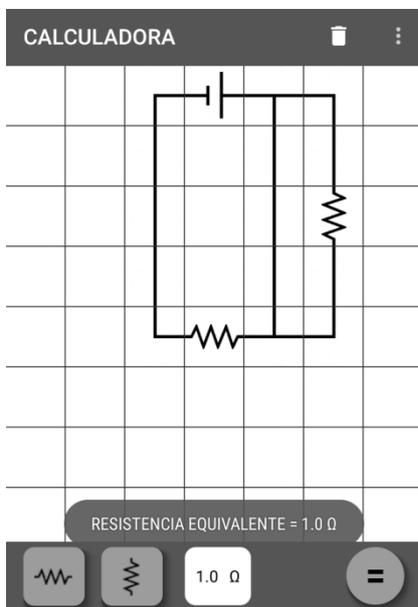
**Resultado esperado**  
Mensaje de error.

**Resultado prueba**  
Correcta.

*Tabla 44. Prueba del dominio – 0013*

**PDOM-0014**

**Entrada**

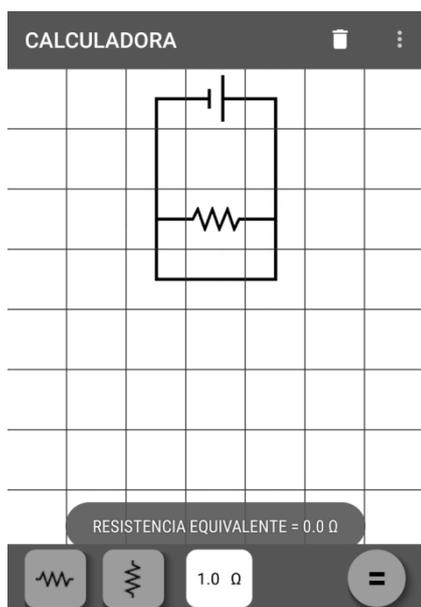


**Descripción**  
Se pulsa el botón de calcular en un circuito correcto con una resistencia por la que no pasa la corriente. El circuito contiene más resistencias.

**Resultado esperado**  
RESISTENCIA EQUIVALENTE = 1.0 Ω

**Resultado prueba**  
Correcta.

*Tabla 45. Prueba del dominio - 0014*

**PDOM-0015****Entrada****Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito correcto con una sola resistencia por la que no pasa la corriente.

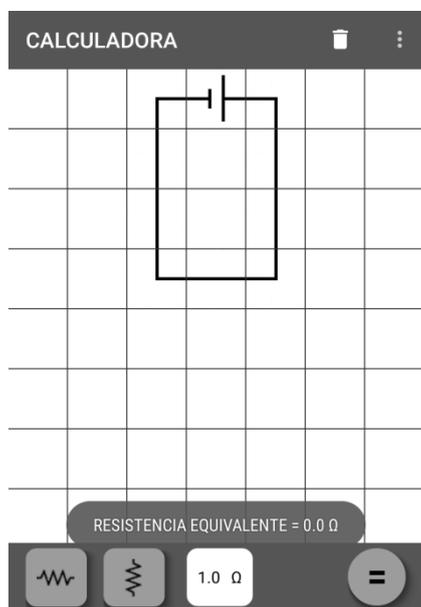
**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 0.0  $\Omega$

**Resultado prueba**

Correcta.

Tabla 46. Prueba del dominio - 0015

**PDOM-0016****Entrada****Descripción**

Se pulsa el botón de calcular en un circuito cerrado que no contiene ninguna resistencia.

**Resultado esperado**

RESISTENCIA EQUIVALENTE = 0.0  $\Omega$

**Resultado prueba**

Correcta.

Tabla 47. Prueba del dominio - 0016

**PDOM-0017****Entrada****Finalizar Test**

Pulsa el botón para finalizar el test.  
Se debe responder todas las preguntas para obtener los resultados.

**Descripción**

Se finaliza el cuestionario de test sin responder todas las preguntas.

**Resultado esperado**

Mensaje de error.

**Resultado prueba**

Correcta.

*Tabla 48. Prueba del dominio - 0017*

## PRUEBAS DE LA INTERFAZ GRÁFICA

**PGUI - 0001**

Descripción	Se pulsa el botón Teoría del Menú principal.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla que contiene la Teoría.
Resultado prueba	Correcta.

*Tabla 49. Prueba de la interfaz gráfica - 0001*

**PGUI - 0002**

Descripción	Se pulsa el botón Test del Menú principal.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla que contiene el Test.
Resultado prueba	Correcta.

*Tabla 50. Prueba de la interfaz gráfica - 0002*

**PGUI - 0003**

Descripción	Se pulsa el botón Calculadora del Menú principal.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla que contiene la Calculadora.
Resultado prueba	Correcta.

*Tabla 51. Prueba de la interfaz gráfica - 0003*

<b>PGUI - 0004</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Ayuda del Menú principal.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla que contiene el Manual de ayuda.
Resultado prueba	Correcta.

*Tabla 52. Prueba de la interfaz gráfica - 0004*

<b>PGUI - 0005</b>	
Descripción	La navegación entre las pantallas de Teoría se realiza correctamente. En la primera página no se permite navegar hacia atrás y en la última página no se permite navegar hacia adelante.
Entrada	Navegación entre páginas.
Resultado esperado	Se navega correctamente y se restringe la navegación en la página inicial y la página final.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 53. Prueba de la interfaz gráfica - 0005*

<b>PGUI - 0006</b>	
Descripción	La navegación entre las pantallas de Test se realiza correctamente. En la primera página no se permite navegar hacia atrás y en la última página no se permite navegar hacia adelante.
Entrada	Navegación entre páginas.
Resultado esperado	Se navega correctamente y se restringe la navegación en la página inicial y la página final.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 54. Prueba de la interfaz gráfica - 0006*

<b>PGUI - 0007</b>	
Descripción	La navegación entre las pantallas de Resultados se realiza correctamente. En la primera página no se permite navegar hacia atrás y en la última página no se permite navegar hacia adelante.
Entrada	Navegación entre páginas.
Resultado esperado	Se navega correctamente y se restringe la navegación en la página inicial y la página final.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 55. Prueba de la interfaz gráfica - 0007*

<b>PGUI - 0008</b>	
Descripción	La navegación entre las pantallas de Ayuda se realiza correctamente. En la primera página no se permite navegar hacia atrás y en la última página no se permite navegar hacia adelante.
Entrada	Navegación entre páginas.
Resultado esperado	Se navega correctamente y se restringe la navegación en la página inicial y la página final.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 56. Prueba de la interfaz gráfica - 0008*

<b>PGUI - 0009</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Teoría.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 57. Prueba de la interfaz gráfica - 0009*

<b>PGUI - 0010</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Ayuda.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 58. Prueba de la interfaz gráfica - 0010*

<b>PGUI - 0011</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Calculadora con la plantilla vacía.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 59. Prueba de la interfaz gráfica - 0011*

<b>PGUI - 0012</b>	
Descripción	Se pulsa una vez el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un mensaje para no perder el circuito por error.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 60. Prueba de la interfaz gráfica - 0012*

<b>PGUI - 0013</b>	
Descripción	Se pulsa dos veces seguidas el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Dos pulsaciones seguidas en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 61. Prueba de la interfaz gráfica - 0013*

<b>PGUI - 0014</b>	
Descripción	Se pulsa una vez el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Test.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un mensaje para no perder las preguntas actuales por error.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 62. Prueba de la interfaz gráfica - 0014*

<b>PGUI - 0015</b>	
Descripción	Se pulsa dos veces seguidas el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Test.
Entrada	Dos pulsaciones seguidas en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 63. Prueba de la interfaz gráfica - 0015*

<b>PGUI - 0016</b>	
Descripción	Se pulsa una vez el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Resultados.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un mensaje para no perder los resultados obtenidos por error.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 64. Prueba de la interfaz gráfica - 0016*

<b>PGUI - 0017</b>	
Descripción	Se pulsa dos veces seguidas el botón Ir Atrás del dispositivo en la pantalla Resultados.
Entrada	Dos pulsaciones seguidas en el botón.
Resultado esperado	Se vuelve a la pantalla del Menú principal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 65. Prueba de la interfaz gráfica - 0017*

<b>PGUI - 0018</b>	
Descripción	Se realiza la acción de ampliar zoom con dos dedos en la pantalla Teoría.
Entrada	Movimiento de dos dedos tocando la pantalla del dispositivo desde un punto hacia afuera.
Resultado esperado	Se amplía el contenido de la pantalla y se ve más grande.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 66. Prueba de la interfaz gráfica - 0018*

<b>PGUI - 0019</b>	
Descripción	Se realiza la acción de minimizar zoom con dos dedos en la pantalla Teoría, si se ha realizado antes la acción de ampliar.
Entrada	Movimiento de dos dedos tocando la pantalla del dispositivo desde dos puntos separados a un punto central.
Resultado esperado	Se minimiza el contenido de la pantalla y se ve más pequeño.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 67. Prueba de la interfaz gráfica - 0019*

<b>PGUI - 0020</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una respuesta de la pantalla Test, sin haber marcado antes otra de la misma pregunta.
Entrada	Pulsación sobre una respuesta del Test.
Resultado esperado	Se marca la respuesta seleccionada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 68. Prueba de la interfaz gráfica - 0020*

<b>PGUI - 0021</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una respuesta de la pantalla Test, habiendo marcado antes otra de la misma pregunta.
Entrada	Pulsación sobre una respuesta del Test.
Resultado esperado	Se marca la nueva respuesta seleccionada y se desmarca la respuesta seleccionada antes.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 69. Prueba de la interfaz gráfica - 0021*

<b>PGUI - 0022</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Finalizar Test de la última pantalla de Test.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un mensaje de error o la pantalla que contiene los Resultados del Test realizado.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 70. Prueba de la interfaz gráfica - 0022*

<b>PGUI - 0023</b>	
Descripción	Se pulsa sobre la imagen Ver Tutorial de la pantalla de Ayuda.
Entrada	Pulsación en la imagen.
Resultado esperado	Se muestra una secuencia de imágenes en movimiento.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 71. Prueba de la interfaz gráfica - 0023*

<b>PGUI - 0024</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Resistencia Horizontal de la pantalla Calculadora sin estar seleccionado.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se selecciona la Resistencia Horizontal y se muestra en color blanco. Si la Resistencia Vertical estaba seleccionada se deselecciona.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 72. Prueba de la interfaz gráfica - 0024*

<b>PGUI - 0025</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Resistencia Horizontal de la pantalla Calculadora estando seleccionado.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se deselecciona la Resistencia Horizontal y se muestra en color negro.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 73. Prueba de la interfaz gráfica - 0025*

<b>PGUI - 0026</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Resistencia Vertical de la pantalla Calculadora sin estar seleccionado.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se selecciona la Resistencia Vertical y se muestra en color blanco. Si la Resistencia Horizontal estaba seleccionada se deselecciona.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 74. Prueba de la interfaz gráfica - 0026*

<b>PGUI - 0027</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Resistencia Vertical de la pantalla Calculadora estando seleccionado.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se deselecciona la Resistencia Vertical y se muestra en color negro.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 75. Prueba de la interfaz gráfica - 0027*

<b>PGUI - 0028</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda vacía de la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	No hacer nada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 76. Prueba de la interfaz gráfica - 0028*

<b>PGUI - 0029</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda vacía de la pantalla Calculadora con la resistencia horizontal seleccionada.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Se pinta la resistencia horizontal en la celda pulsada y se deselecciona el botón Resistencia Horizontal.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 77. Prueba de la interfaz gráfica - 0029*

<b>PGUI - 0030</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda vacía de la pantalla Calculadora con la resistencia vertical seleccionada.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Se pinta la resistencia vertical en la celda pulsada y se deselecciona el botón Resistencia Vertical.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 78. Prueba de la interfaz gráfica - 0030*

<b>PGUI - 0031</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda ocupada de la pantalla Calculadora con la resistencia horizontal seleccionada.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 79. Prueba de la interfaz gráfica - 0031*

<b>PGUI - 0032</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda ocupada de la pantalla Calculadora con la resistencia vertical seleccionada.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 80. Prueba de la interfaz gráfica - 0032*

<b>PGUI - 0033</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda ocupada de la pantalla Calculadora que no contenga una resistencia ni el generador.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	No hacer nada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 81. Prueba de la interfaz gráfica - 0033*

<b>PGUI - 0034</b>	
Descripción	Se pulsa sobre una celda de la pantalla Calculadora que contenga una resistencia.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para configurar la resistencia.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 82. Prueba de la interfaz gráfica - 0034*

<b>PGUI - 0035</b>	
Descripción	Se pulsa sobre la celda de la pantalla Calculadora que contiene el generador.
Entrada	Pulsación sobre una celda de la plantilla.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para configurar el generador.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 83. Prueba de la interfaz gráfica - 0035*

<b>PGUI - 0036</b>	
Descripción	Se pulsa el botón de Calcular en la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un mensaje de error o un mensaje con el valor de la resistencia equivalente del circuito.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 84. Prueba de la interfaz gráfica - 0036*

<b>PGUI - 0037</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Papelera en la pantalla Calculadora con la plantilla vacía.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la opción Eliminar Circuito deshabilitada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 85. Prueba de la interfaz gráfica - 0037*

**PGUI - 0038**

Descripción	Se pulsa el botón Papelera de Eliminar en la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra la opción Eliminar Circuito habilitada
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 86. Prueba de la interfaz gráfica - 0038***PGUI - 0039**

Descripción	Se pulsa en la opción Eliminar Circuito de la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el la opción.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para confirmar o cancelar la acción.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 87. Prueba de la interfaz gráfica - 0039***PGUI - 0040**

Descripción	Se pulsa el botón Cancelar del cuadro de diálogo Eliminar Circuito en la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 88. Prueba de la interfaz gráfica - 0040***PGUI - 0041**

Descripción	Se pulsa el botón Aceptar del cuadro de diálogo Eliminar Circuito en la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo, se borra todo el circuito de la plantilla y se muestra un mensaje.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 89. Prueba de la interfaz gráfica - 0041***PGUI - 0042**

Descripción	Se pulsa el botón de Preferencias de la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se muestra un menú con las preferencias de la pantalla.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 90. Prueba de la interfaz gráfica - 0042*

<b>PGUI - 0043</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla pequeña del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con la plantilla vacía.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla Calculadora con una plantilla de 5 o 7(tablet) celdas de ancho.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 91. Prueba de la interfaz gráfica - 0043*

<b>PGUI - 0044</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla mediana del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con la plantilla vacía.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla Calculadora con una plantilla de 7 o 9(tablet) celdas de ancho.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 92. Prueba de la interfaz gráfica - 0044*

<b>PGUI - 0045</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla grande del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con la plantilla vacía.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla Calculadora con una plantilla de 9 o 11(tablet) celdas de ancho.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 93. Prueba de la interfaz gráfica - 0045*

<b>PGUI - 0046</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla pequeña del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para confirmar o cancelar la acción.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 94. Prueba de la interfaz gráfica - 0046*

<b>PGUI - 0047</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla mediana del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para confirmar o cancelar la acción.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 95. Prueba de la interfaz gráfica - 0047*

<b>PGUI - 0048</b>	
Descripción	Se pulsa la opción Plantilla grande del menú de preferencias de la pantalla Calculadora con elementos en la plantilla.
Entrada	Pulsación en la opción.
Resultado esperado	Se muestra un cuadro de diálogo para confirmar o cancelar la acción.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 96. Prueba de la interfaz gráfica - 0048*

<b>PGUI - 0049</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Cancelar del cuadro de diálogo de Nueva Plantilla en la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 97. Prueba de la interfaz gráfica - 0049*

<b>PGUI - 0050</b>	
Descripción	Se pulsa el botón Aceptar del cuadro de diálogo de Nueva Plantilla en la pantalla Calculadora.
Entrada	Pulsación en el botón.
Resultado esperado	Se cierra el cuadro de diálogo y se muestra una nueva plantilla en blanco con la dimensión escogida en la pantalla Calculadora.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 98. Prueba de la interfaz gráfica - 0050*

<b>PGUI - 0051</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a una celda vacía.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	No hacer nada
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 99. Prueba de la interfaz gráfica - 0051*

<b>PGUI - 0052</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a una resistencia conectada por ambos lados.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	No hacer nada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 100. Prueba de la interfaz gráfica - 0052*

<b>PGUI - 0053</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a un generador conectado por ambos lados.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	No hacer nada.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 101. Prueba de la interfaz gráfica - 0053*

<b>PGUI - 0054</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a una celda con cableado.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	Se dibuja el cableado del recorrido y la nueva conexión de los elementos.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 102. Prueba de la interfaz gráfica - 0054*

<b>PGUI - 0055</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a una resistencia con al menos un lado libre.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	Se dibuja el cableado del recorrido y se conectan las resistencias
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 103. Prueba de la interfaz gráfica - 0055*

<b>PGUI - 0056</b>	
Descripción	Se hace una pulsación larga sobre una resistencia en una celda de la pantalla Calculadora y se arrastra a un generador con al menos un lado libre.
Entrada	Pulsación larga sobre una celda con una resistencia.
Resultado esperado	Se dibuja el cableado del recorrido y se conecta la resistencia con el generador.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 104. Prueba de la interfaz gráfica - 0056*

**PGUI - 0057**

Descripción	Se hace una pulsación larga sobre el generador de la pantalla Calculadora y se arrastra a una celda vacía.
Entrada	Pulsación larga sobre la celda del generador.
Resultado esperado	No hacer nada
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 105. Prueba de la interfaz gráfica - 0057***PGUI - 0058**

Descripción	Se hace una pulsación larga sobre el generador de la pantalla Calculadora y se arrastra a una resistencia conectada por ambos lados.
Entrada	Pulsación larga sobre la celda del generador.
Resultado esperado	No hacer nada
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 106. Prueba de la interfaz gráfica - 0058***PGUI - 0059**

Descripción	Se hace una pulsación larga sobre el generador de la pantalla Calculadora y se arrastra sobre su otro extremo.
Entrada	Pulsación larga sobre la celda del generador.
Resultado esperado	No hacer nada
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 107. Prueba de la interfaz gráfica - 0059***PGUI - 0060**

Descripción	Se hace una pulsación larga sobre el generador de la pantalla Calculadora y se arrastra a una celda con cableado.
Entrada	Pulsación larga sobre la celda del generador.
Resultado esperado	Se dibuja el cableado del recorrido y la nueva conexión de los elementos.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 108. Prueba de la interfaz gráfica - 0060***PGUI - 0061**

Descripción	Se hace una pulsación larga sobre el generador de la pantalla Calculadora y se arrastra a una resistencia con al menos un lado libre.
Entrada	Pulsación larga sobre la celda del generador.
Resultado esperado	Se dibuja el cableado del recorrido y la nueva conexión de los elementos.
Resultado prueba	Correcta

*Tabla 109. Prueba de la interfaz gráfica - 0061*

# CAPITULO VII

# CONCLUSIONES

## > CONCLUSIONES

### > MEJORAS FUTURAS

- > **Gestionar contenidos con aplicaciones externas**
- > **Retroalimentación de resultados al profesor**
- > **Cargar circuitos mediante una imagen**
- > **Portado a otras plataformas**

## CONCLUSIONES

---

Tras la finalización del proyecto, se puede afirmar que la aplicación desarrollada cumple los objetivos propuestos inicialmente de forma satisfactoria.

Contiene apoyo teórico sobre las bases en las que se sustenta la resolución de circuitos de corriente continua, proporciona un cuestionario tipo test con el que evaluar los conocimientos que se tienen sobre la materia, muestra realimentación de los resultados para conocer los aspectos que pueden requerir refuerzo y ofrece los medios necesarios para llevar a la práctica el cálculo de la resistencia equivalente de un circuito.

La creación de los planes de contingencia para los posibles riesgos a los que enfrentarse en el proyecto han jugado un papel crucial en esta ocasión, ya que el proceso de desarrollo no ha quedado exento de complicaciones. La falta de experiencia en el ámbito de Android ha aumentado, como se esperaba, los tiempos de implementación de las fases del proyecto y también se han producido averías en el dispositivo de desarrollo.

Pero sin duda la parte más costosa y compleja ha sido la búsqueda de un algoritmo para obtener la resistencia equivalente de un circuito. Ha llevado bastante tiempo tanto crear una estructura que represente el circuito creado por el usuario, como dar con un algoritmo que resuelva el circuito a partir de esa estructura de forma eficiente y correcta. El momento más crítico se ha dado a la hora de distinguir la asociación de las resistencias para determinar si se encontraban en serie o en paralelo, llegando a estar semanas atascada y desarrollando versiones que no daban con el resultado correcto al 100%. Por suerte, gracias a la ayuda de mi tutor pude resolver el problema y terminar con éxito el proyecto.

Este Trabajo Fin de Grado ha resultado un ejercicio de superación personal, que ha puesto a prueba los conocimientos aprendidos durante los años de formación académica y la capacidad de enfrentarse a otros nuevos. He tenido que hacer frente tanto a procesos propios de la ingeniería del software, como a tareas de gestión de proyectos y por supuesto un gran trabajo de programación en Android que apenas dominaba. Todo ello me ha proporcionado una experiencia y una mayor confianza en mis posibilidades, que sin duda será una gran ayuda para la nueva etapa laboral que está por venir.

## MEJORAS FUTURAS

---

### GESTIONAR CONTENIDOS CON APLICACIONES EXTERNAS

---

Para mantener la calidad de la aplicación desarrollada, se deberían poder modificar tanto los contenidos teóricos como las preguntas del cuestionario tipo test de manera rápida y sencilla con una aplicación externa que permita al profesor su actualización sin necesidad de acceder de forma manual al código fuente. Por ejemplo se podría utilizar un repositorio como Dropbox a partir del cual se carguen las nuevas modificaciones que realice el profesor de forma automática en la aplicación.

Coste estimado: de 150 a 200 horas-hombre

### RETROALIMENTACIÓN DE RESULTADOS AL PROFESOR

---

Debido a que esta aplicación se ha realizado con fines académicos, en concreto como apoyo a la asignatura de Física, el profesor podría recibir los resultados obtenidos por los alumnos en las realizaciones de los test y de este modo hacer más hincapié en los contenidos que más fallen.

Coste estimado: de 100 a 150 horas-hombre

### CARGAR CIRCUITOS MEDIANTE UNA IMAGEN

---

A pesar de que el proceso para crear circuitos en la aplicación se ha realizado de forma que resulte fácil y sencillo, sería mucho más rápido poder resolver un circuito que simplemente se carga en la calculadora mediante una imagen externa. Aunque facilita la tarea al usuario, implementar esta mejora puede llegar a ser realmente complicado si no se tienen conocimientos sobre el tratamiento de imágenes. Interpretar los elementos del circuito, las conexiones entre ellos o los valores de las resistencias requiere el uso de modelos y técnicas de Inteligencia Artificial.

Coste estimado: de 400 a 600 horas-hombre

### PORTADO A OTRAS PLATAFORMAS

---

Ya se han expuesto anteriormente los motivos por los que se ha elegido Android como plataforma, pero si se quiere garantizar un mayor número de usuarios se podría realizar el portado a otras plataformas como son iOS o Windows Phone. Este proceso supondría reescribir la aplicación desde cero para adaptarla a la tecnología escogida.

Coste estimado: de 300 a 500 horas-hombre.



# CAPITULO VIII

# BIBLIOGRAFÍA

› **BIBLIOGRAFÍA DE FISICA**

› **BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN ANDROID**

## BIBLIOGRAFÍA DE FÍSICA

---

Empleada para realizar los contenidos teóricos de la aplicación y de la memoria, para diseñar y programar el algoritmo de resolución de los circuitos y para crear las preguntas del cuestionario tipo test.

- [1] TIPLER, Paul A. y MOSCA, Gene, *Física para la Ciencia y la Tecnología, Volumen 2: Electricidad y magnetismo/Luz*. 6ª edición. (Ed. Reverté). 2010. ISBN: 978-84-291-4430-7. Fecha de última consulta: 31 de Mayo de 2016.
- [2] L Toscano, S Stella and E Milotti, *Using graph theory for automated electric circuit solving*. Dipartimento di Fisica, Università di Trieste, Via Valerio 2, I-34127 Trieste, Italy. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0143-0807/36/3/035015/meta;jsessionid=499C503B007D57A48A872D114D8DBE8F.c5.iopscience.cld.iop.org>. Fecha de última consulta: 9 de Junio de 2016.
- [3] Wikiversity, *Electric Circuit Analysis/Circuit Analysis Quiz* . [https://en.wikiversity.org/wiki/Electric\\_Circuit\\_Analysis/Circuit\\_Analysis\\_Quiz\\_1](https://en.wikiversity.org/wiki/Electric_Circuit_Analysis/Circuit_Analysis_Quiz_1). Fecha de última consulta: 12 de Junio de 2016.
- [4] Electrical Quizzes!, *Multiple Choice Questions of Electric Current and Ohm's Law*. <http://www.electricalquizzes.com/electric-circuits/electric-circuits-mcqs>. Fecha de última consulta: 12 de Junio de 2016.
- [5] IndiaBix, *Electronics Questions and Answers*. <http://www.indiabix.com/electronics/questions-and-answers/>. Fecha de última consulta: 30 de Mayo de 2016.
- [6] Stackoverflow, *Library for finding any solution of any number of linear equations with any number of variables*. <http://stackoverflow.com/questions/4717655/library-for-finding-any-solution-of-any-number-of-linear-equations-with-any-numb>. Fecha de última consulta: 15 de Mayo de 2016.

## BIBLIOGRAFÍA DE PROGRAMACIÓN EN ANDROID

---

Utilizada en el diseño e implementación de la aplicación, para aprender la base teórica de tareas como el Drag&Drop, adaptar la interfaz a diferentes dispositivos o entender el funcionamiento de elementos Android.

- [7] Android Developers, *Supporting Multiple Screens*.  
[https://developer.android.com/guide/practices/screens\\_support.html](https://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html).  
Fecha de última consulta: 3 de Marzo de 2016.
- [8] Android Developers, *Drag and Drop*.  
<http://developer.android.com/intl/es/guide/topics/ui/drag-drop.html>.  
Fecha de última consulta: 20 de Abril de 2016.
- [9] *Drag-Drop for Android GridView*.  
<https://blahti.wordpress.com/2013/03/04/drag-drop-for-gridview-v4/>.  
Fecha de última consulta: 20 de Abril de 2016.
- [10] Android Developers, *Dialogs*.  
<http://developer.android.com/intl/es/guide/topics/ui/dialogs.html>. Fecha de última consulta: 18 de Mayo de 2016.
- [11] *Material icons*. <https://design.google.com/icons/>. Fecha de última consulta: 6 de Junio de 2016.
- [12] Android Developers, *Using ViewPager for Screen Slides*.  
<http://developer.android.com/intl/es/training/animation/screen-slide.html#views>. Fecha de última consulta: 23 de Mayo de 2016.
- [13] MathJax. <https://www.mathjax.org/>. Fecha de última consulta: 3 de Junio de 2016.
- [14] Mathematics meta, *MathJax basic tutorial and quick reference*.  
<http://meta.math.stackexchange.com/questions/5020/mathjax-basic-tutorial-and-quick-reference>. Fecha de última consulta: 3 de Junio de 2016.
- [15] Stackoverflow, *using Mathjax in android*.  
<http://stackoverflow.com/questions/19897795/using-mathjax-in-android>.  
Fecha de última consulta: 3 de Junio de 2016.
- [16] Android Developers, *Radio Buttons*.  
<https://developer.android.com/guide/topics/ui/controls/radiobutton.html?hl=es>. Fecha de última consulta: 10 de Junio de 2016.
- [17] Android Developers, *AnimationDrawable*.  
<https://developer.android.com/reference/android/graphics/drawable/AnimationDrawable.html?hl=ru>. Fecha de última consulta: 13 de Junio de 2016.
- [18] El Android libre, *¿Qué es Material Design?*  
<http://www.elandroidelibre.com/2014/11/que-es-material-design.html>.  
Fecha de última consulta: 15 de Junio de 2016.



# CAPITULO IX

# ANEXOS

## > MANUAL DE INSTALACIÓN

### > MANUAL DE USUARIO

- > Menú principal
- > Teoría
- > Test
- > Calculadora
- > Ayuda

### > CONTENIDO DEL CD

## MANUAL DE INSTALACIÓN

La aplicación *Cálculo de resistencias* se puede instalar a través del ejecutable *.apk* que se incluye en el CD proporcionado o a través de Play Store. Son necesarios como requisitos de instalación: poseer un dispositivo con versión Android 4.0.3 o superior y permitir la instalación de aplicaciones que no son de Play Store, en el apartado *Orígenes desconocidos* que se encuentra en la sección *Seguridad* de los *Ajustes* del dispositivo.



Figura 61. Requisito de instalación - paso 1

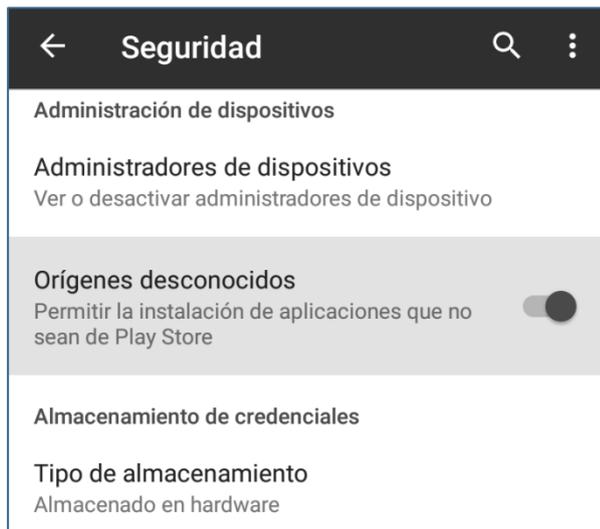


Figura 62. Requisito de instalación - paso 2

Si la instalación se ha realizado correctamente, se podrá ver el icono para iniciar la aplicación en el menú del dispositivo junto a las demás aplicaciones.

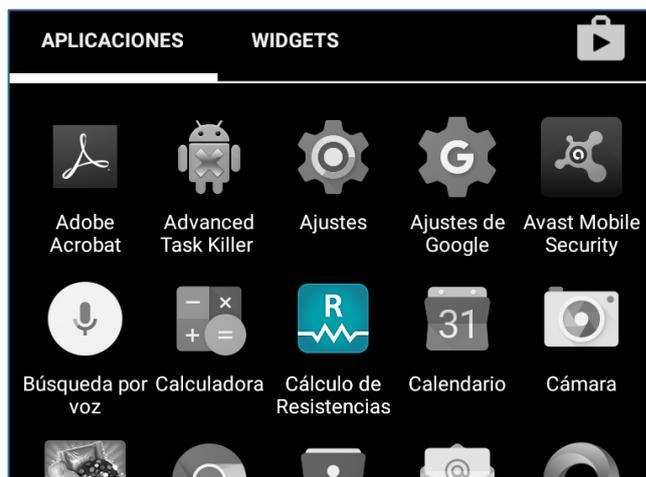


Figura 63. Instalación correcta

# MANUAL DE USUARIO

La aplicación *Cálculo de resistencias* es una herramienta de apoyo para reforzar los conceptos relacionados con la resolución de circuitos de corriente continua y el cálculo de su resistencia equivalente.

Contiene los fundamentos teóricos del temario, cuestionarios tipo test para realizar autoevaluaciones y una calculadora donde crear circuitos y obtener de forma automática su resistencia total.

Se puede consultar una versión adaptada de este manual en el apartado *Ayuda* de la propia aplicación.

## MENÚ PRINCIPAL

Permite el acceso a cada una de las tareas que componen la aplicación:

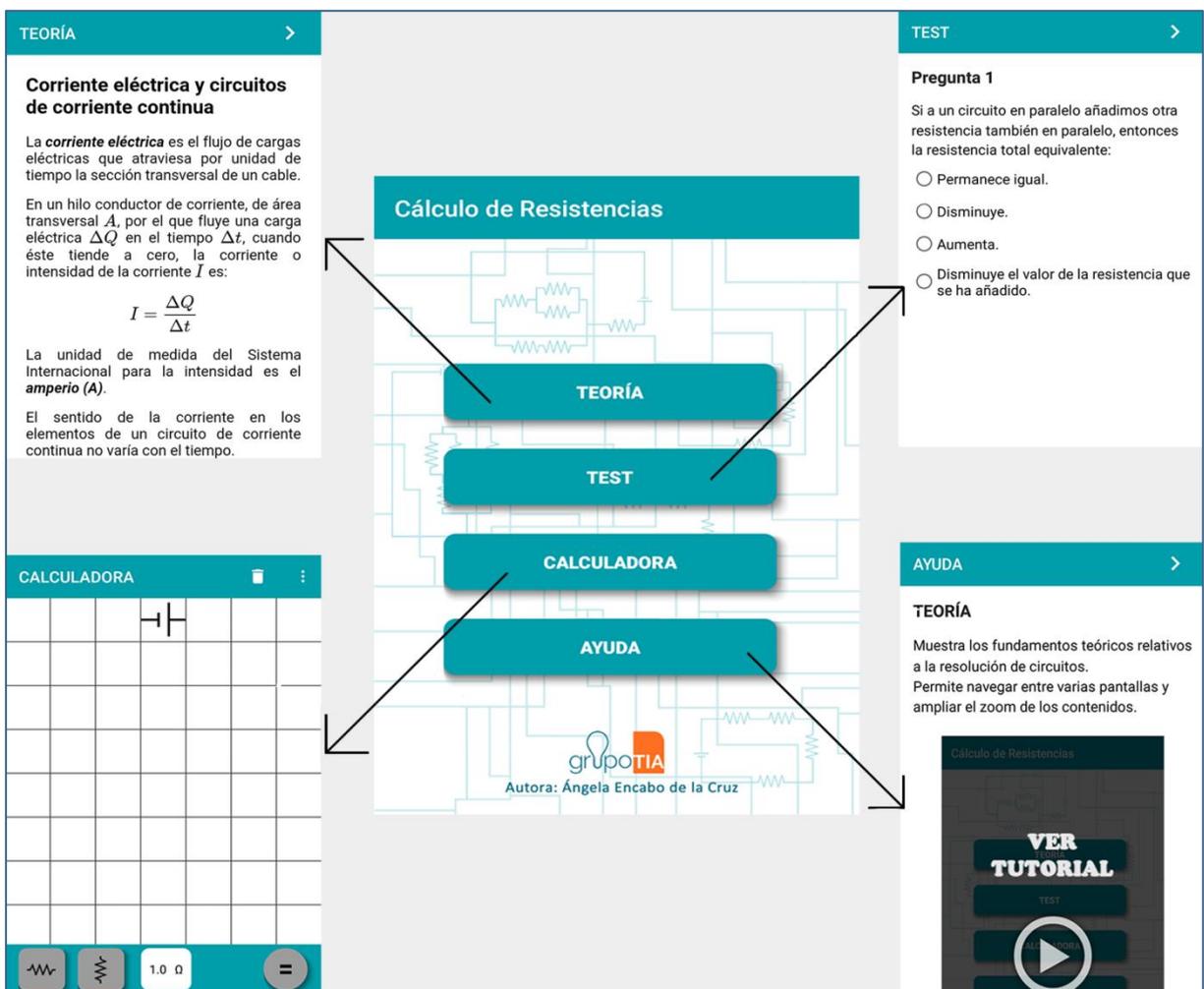


Figura 64. Accesos Menú principal

# TEORÍA

Este apartado muestra los fundamentos teóricos relativos a la resolución de circuitos de corriente continua. Permite la navegación deslizando las pantallas o pulsando sobre las flechas de la barra superior:

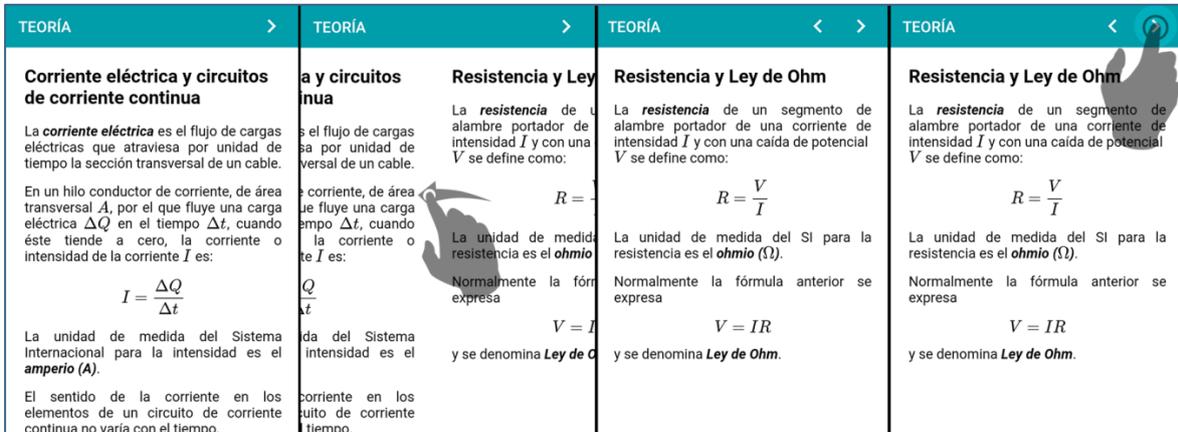


Figura 65. Navegación Teoría

Proporciona acción de zoom para ampliar los contenidos:

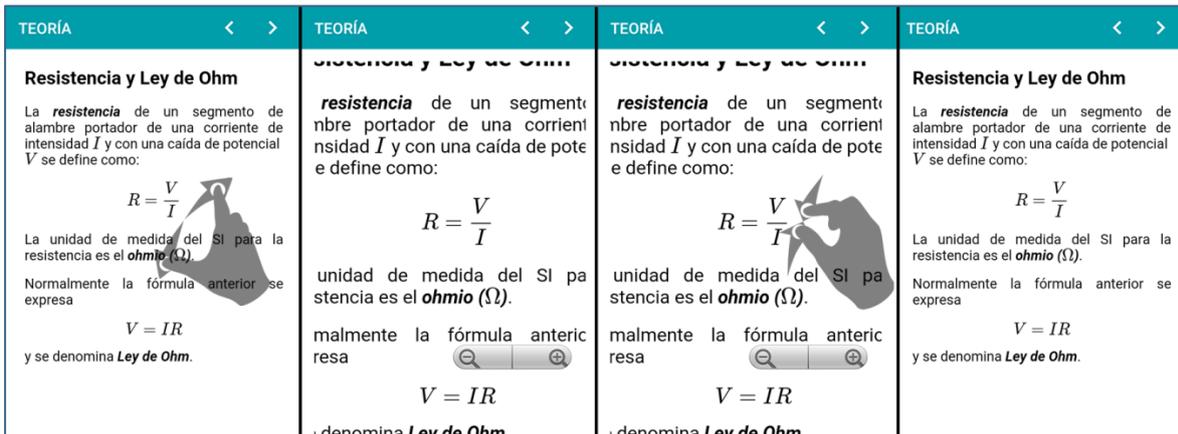


Figura 66. Zoom Teoría

También permite hacer *scroll* en cada pantalla. Para salir y volver al Menú principal, pulsar el botón *Ir Atrás* del dispositivo.

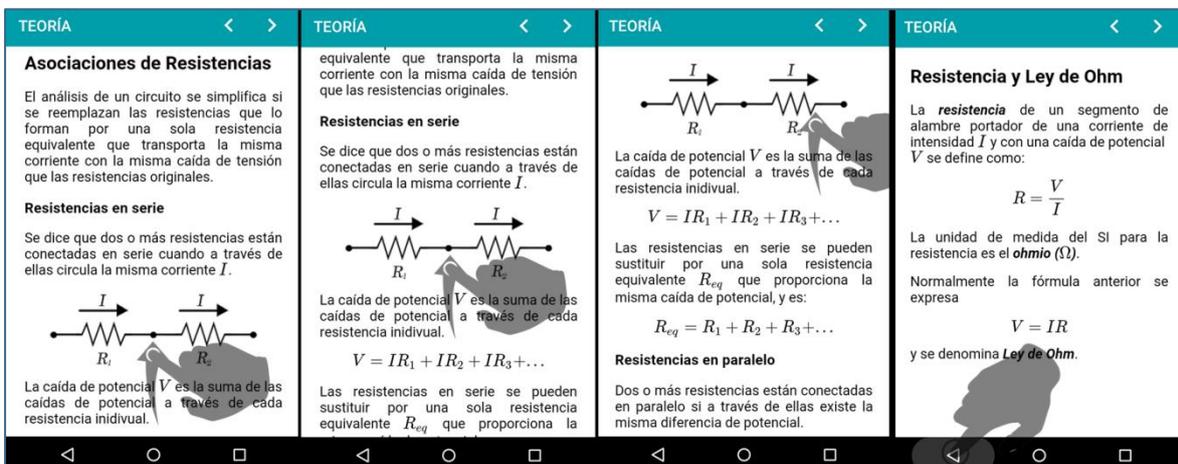


Figura 67. Teoría scroll y salir

## TEST

Este apartado contiene un cuestionario tipo test formado por 5 preguntas escogidas aleatoriamente. Tras responder todas las preguntas se muestran los resultados obtenidos. La navegación en estas pantallas se realiza igual que la expuesta en el apartado Teoría.

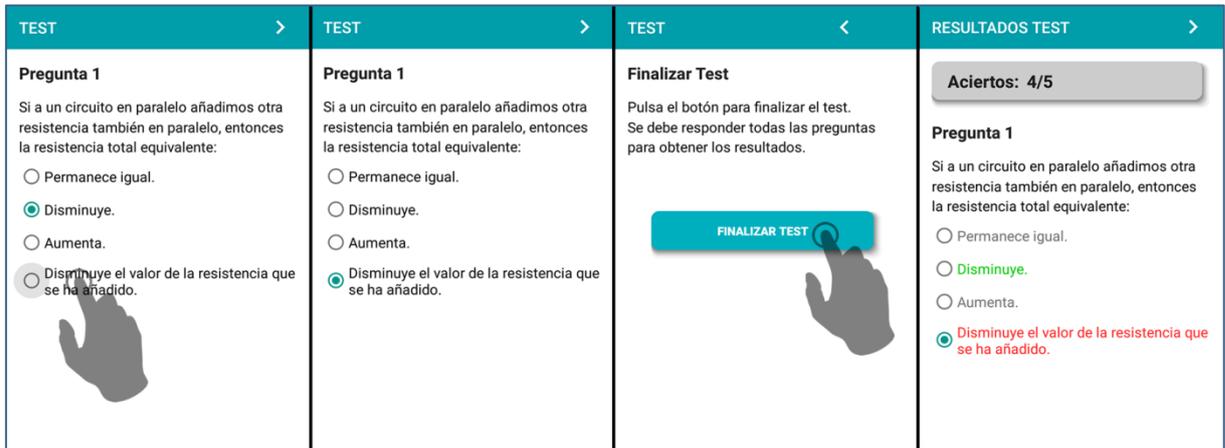


Figura 68. Resolver Test

Es necesario doble click si se quiere salir de la realización del test o de los resultados obtenidos para evitar la pérdida de la autoevaluación por error.

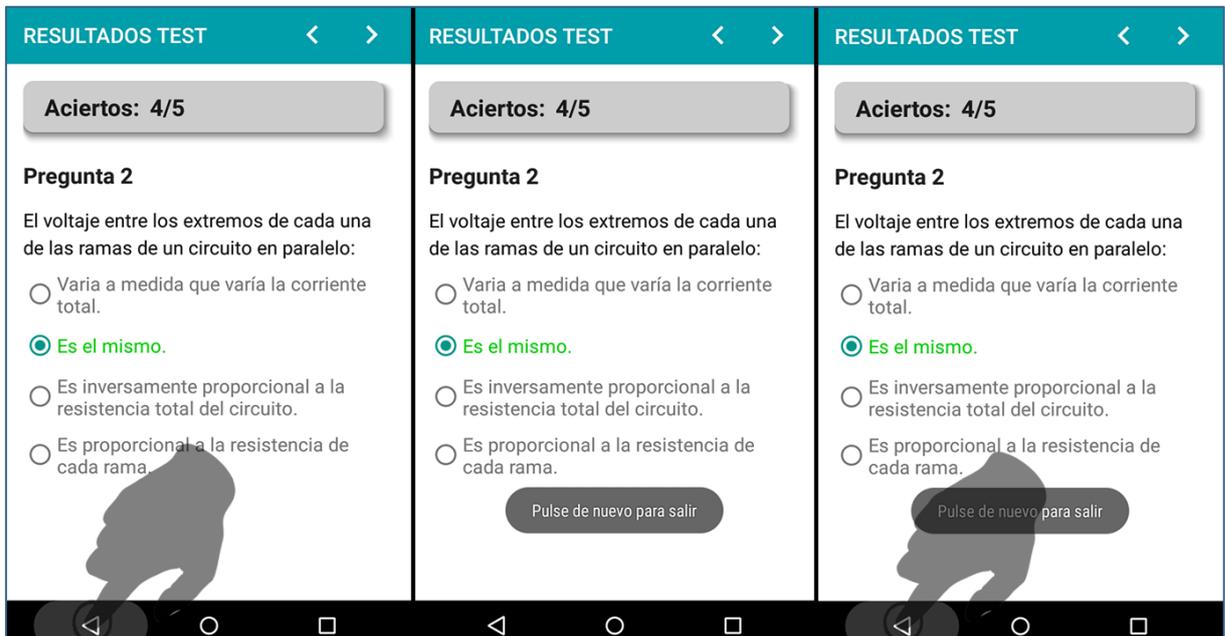


Figura 69. Salir Test

## CALCULADORA

Facilita dibujar circuitos personalizados escogiendo la orientación y el valor de las resistencias.

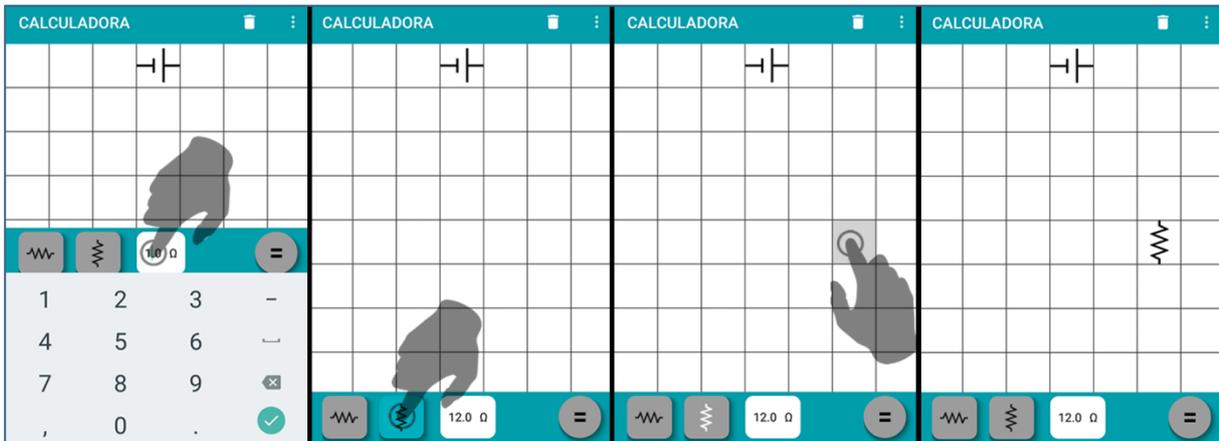


Figura 70. Añadir nueva resistencia

Para conectar componentes del circuito entre sí, se pulsa de forma prolongada sobre un componente y se dibuja el recorrido hasta el componente a unir.

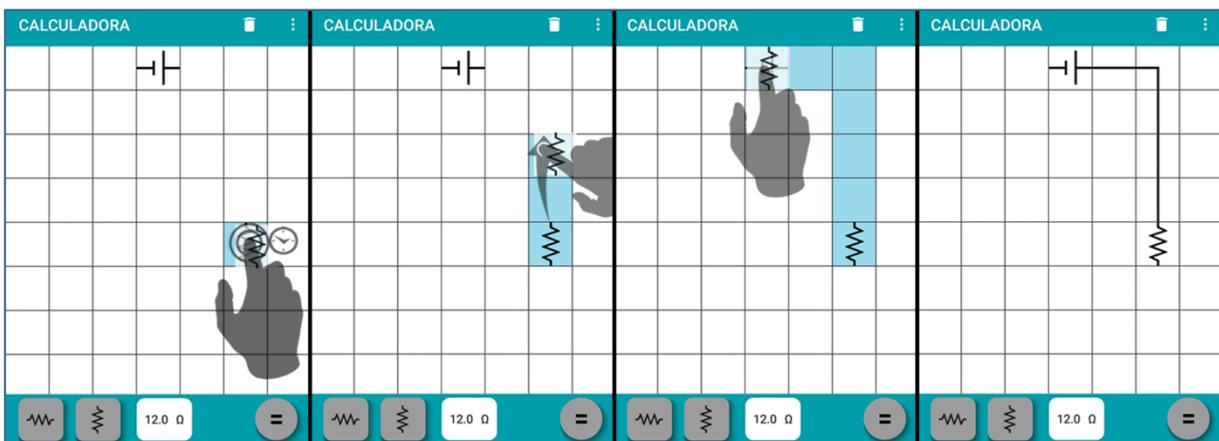


Figura 71. Conexión de componentes

Se puede modificar el valor de los componentes del circuito en el cuadro que se muestra al pulsar sobre ellos.

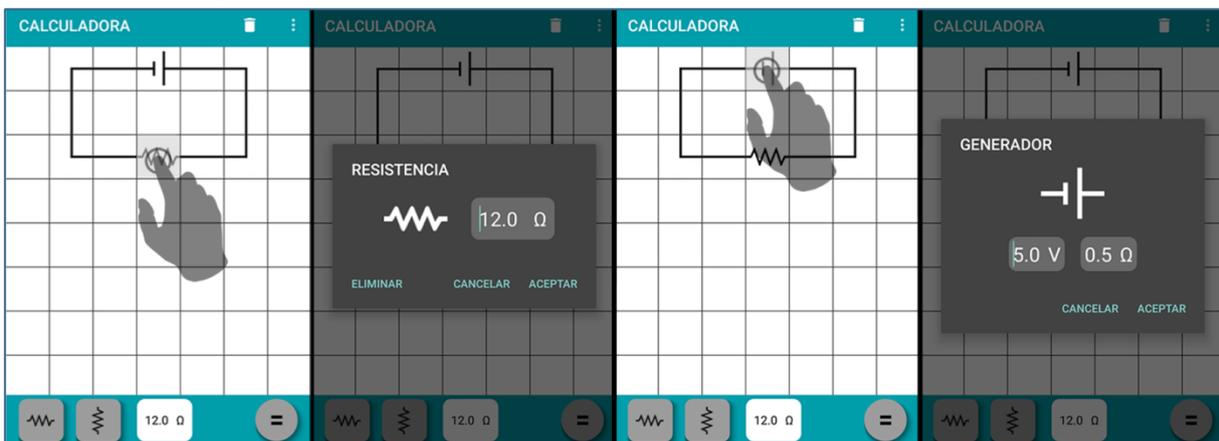


Figura 72. Modificar componentes

Si se desea, se puede eliminar el circuito completo dibujado.



Figura 73. Eliminar circuito

También se puede eliminar sólo una resistencia, junto a sus conexiones.



Figura 74. Eliminar resistencia

Contiene varias plantillas para adaptar el circuito que se quiera dibujar.

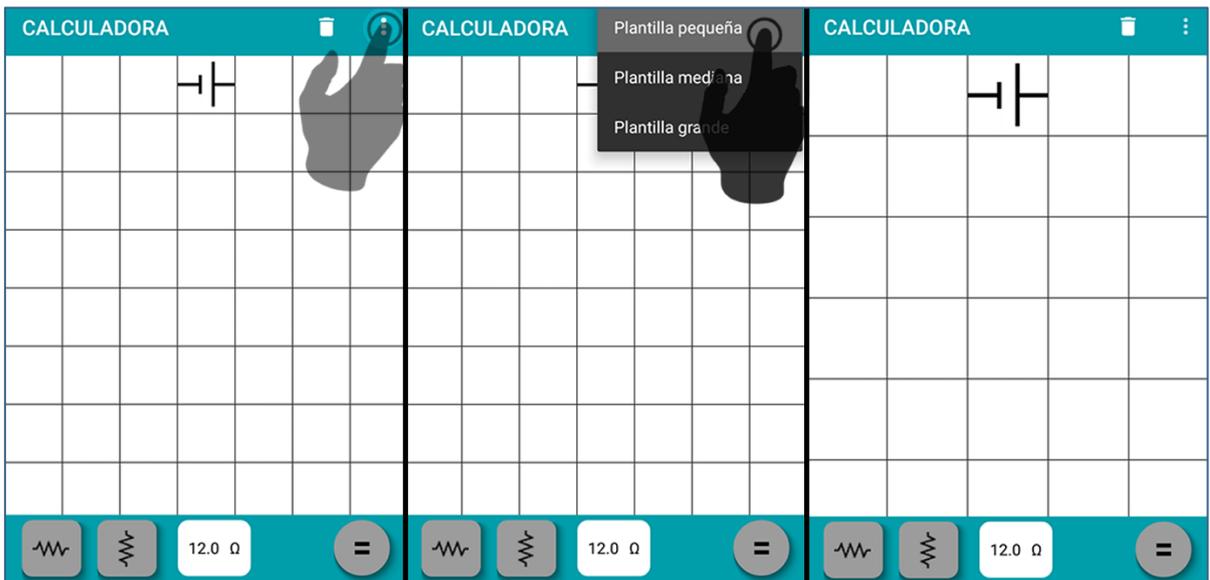


Figura 75. Cambiar plantilla

Y la función principal de la calculadora, obtener la resistencia equivalente de un circuito, se obtiene simplemente pulsando el botón Igual. Para salir de la calculadora, si en la plantilla hay algún componente distinto del generador, será necesario doble click en el botón *Ir Atrás* del dispositivo como se explicó en el Test, si no, será suficiente con una sola pulsación.

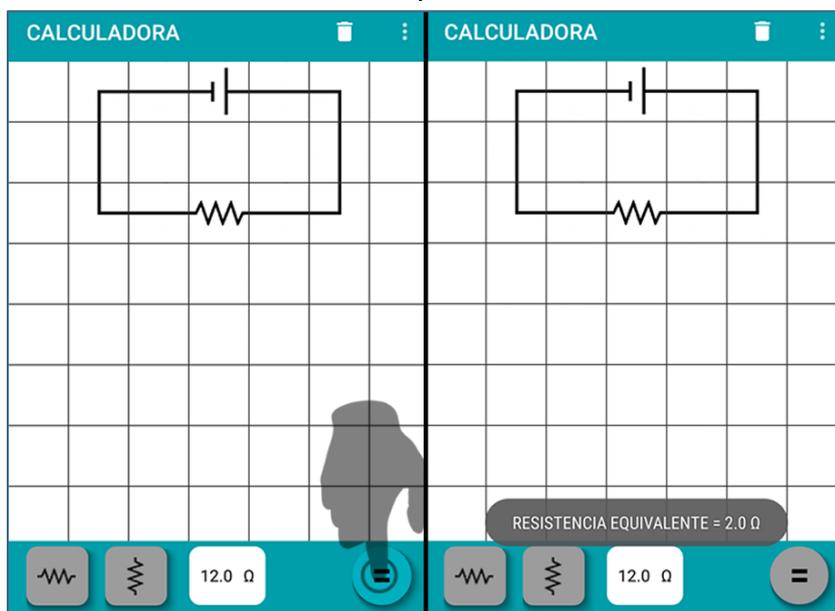


Figura 76. Calcular resistencia equivalente

## AYUDA

Muestra un tutorial de cada apartado de la aplicación explicando el funcionamiento de la misma. La navegación entre pantallas se realiza de la misma forma que en Teoría y Test. Para iniciar el tutorial de cada pantalla sólo hay que pulsar sobre él.

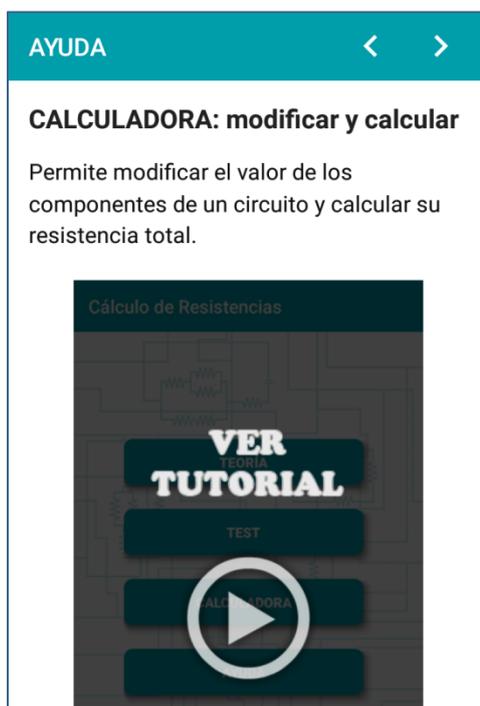


Figura 77. Manual de ayuda

## CONTENIDO DEL CD

---

La distribución de contenidos del soporte digital que acompaña a la memoria entregada es la siguiente:

- › **CalculadoraResistencia:** directorio que contiene el código fuente de todo el software desarrollado.
- › **Calculo\_de\_resistencias.apk:** es el archivo ejecutable de la aplicación con el que se podrá instalar en los dispositivos deseados.
- › **Memoria.pdf:** es el archivo digital en formato pdf que contiene todo lo expuesto en esta memoria.