

Desarrollo de un Aplicativo Móvil como Herramienta Complementaria al Estudio de los
Circuitos Eléctricos Básicos de Corriente Continua

David Alejandro González Bernal

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica
Tunja
2022

Desarrollo de un Aplicativo Móvil como Herramienta Complementaria al Estudio de los
Circuitos Eléctricos Básicos de Corriente Continua

David Alejandro González Bernal

Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniero Mecatrónico

Director

Ing. Edwin Leonel Álvarez Gutiérrez
Magister en Ingeniería

Codirector

Ing. Nairo José Caviéles Rojas
Doctor PhD

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica

Tunja

2022

Nota de Aceptación:

Firma presidente del Jurado

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Tunja, 3 de marzo de 2022

“Únicamente el graduando es responsable de las ideas expuestas en el presente trabajo”.

(Universidad de Boyacá. Acuerdo 958 del 30 de marzo de 2017, Artículo décimo primero).

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de Boyacá, por el compromiso con nosotros sus estudiantes; agradecer a los ingenieros que conforman el programa de Ingeniería Mecatrónica; al director de carrera Ing. Andrés Rodríguez, a los docentes; Ing. Julián Avendaño, al Ing. Edwin Álvarez, y al Ingeniero Nairo Caviéles, quienes fueron apoyo fundamental para el desarrollo de este proyecto, y por supuesto a todo el personal docente de la facultad de Ciencias e ingeniería, porque gracias a ellos aprendí infinidad de conocimientos que me servirán durante mi etapa profesional.

Contenido

	Pág.
Estudio Diagnóstico de Temáticas	15
Diseño de Interfaz del Aplicativo.....	20
Diseño de Diagramas de Flujo.....	23
Desarrollo de la Aplicación Móvil	25
Codificación.....	25
Interfaz Gráfica	28
Ventajas de los Fragmentos	31
Menú Dinámico	32
Funcionalidad	33
Casos de Uso.....	33
Diagramas de Estado	34
Diagrama de Clases	35
Validación del Aplicativo.....	42
Eficiencia	42
Satisfacción.....	43
Facilidad de Manejo.....	44
Satisfacción de Necesidades Psicológicas	44
Atractivo Visual	47
Conclusiones.....	48
Referencias	49

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Participantes encuestados entre hombres y mujeres.	15
Figura 2. Rango de edades de los participantes.....	16
Figura 3. Ubicación semestral de los participantes	16
Figura 4. Dispositivos electrónicos más usados	17
Figura 5. Instalación de aplicativos móviles según necesidad	17
Figura 6. Interés por la asignatura usando dispositivos tecnológicos.....	18
Figura 7. Uso de aplicativos para despejar dudas rápidamente.....	18
Figura 8. Temáticas más votadas por los encuestados	19
Figura 9. Activity principal del aplicativo.....	20
Figura 10. Menú deslizable lateral izquierdo	21
Figura 11. Activity o ventana correspondiente a divisor de voltaje	22
Figura 12. MainActivity del aplicativo.....	25
Figura 13. Inicio de la programación de una clase	26
Figura 14. Metodo onClick o de selección.....	27
Figura 15. Instancia de clase dentro de un objeto	28
Figura 16. Diseño visual del App mediante lenguaje XML.....	29
Figura 17. Multipanel dentro de un mismo fragmento.....	30
Figura 18. Jerarquía de fragmentos dentro de la misma actividad	31
Figura 19. Menú alternativo	32
Figura 20. Casos de uso del aplicativo	33
Figura 21. Diagrama de estados de la aplicación	34
Figura 22. Diagrama de clases, paquetes del proyecto.....	35
Figura 23. Diagrama de clase, fragmento divisor de corriente.....	37
Figura 24. Diagrama de clase, fragmento resistencias en serie	37
Figura 25. Diagrama de clase, fragmento condensadores en serie.....	38
Figura 26. Diagrama de clase fragmento resistencias para led.....	38
Figura 27. Diagrama de clase fragmento resistencias para led.....	39
Figura 28. Diagrama de clase, fragmento condensadores en paralelo.....	40

Figura 29. Diagrama de clase, fragmento divisor de voltaje	40
Figura 30. Diagrama de clase, fragmento resistencias en paralelo.....	41
Figura 31. Diagrama de clase, fragmento código de resistencias.....	41
Figura 32. Cumplimiento del objetivo del App.....	42
Figura 33. Esfuerzo mental utilizado.....	42
Figura 34. Escala de satisfacción del App.....	43
Figura 35. Dificultad de manejo del App	44
Figura 36. Escala de porcentaje para el estudio de temas	44
Figura 37. Escala de porcentaje del App como aprendizaje.....	45
Figura 38. Escala de porcentaje en comparación con resultados	45
Figura 39. Escala de porcentaje para el uso del App sin importar el contexto.....	46
Figura 40. Escala de porcentaje para usar la App sin Internet	46
Figura 41. Escala de porcentaje para usar la App sin presencia de docente.....	47
Figura 42. Resultado agrado hacia la App.....	47

Glosario

Activity: es un componente que conforma la interfaz del aplicativo, este se encarga de manejar la interacción más adecuada para una mejor fluidez, se puede decir que, una pantalla, corresponde a una actividad (Ortiz, 2018, p. 12).

Algoritmo: secuencia lógica de pasos finitos, permitiendo llegar a un resultado u objetivo.

Aplicación móvil: es un programa o aplicación realizada a través de un computador, por medio de la programación, que permite utilizarse en dispositivos móviles como computadores, celulares o tables, realizado con el fin de solventar una necesidad (Gasca, Camargo y Medina, 2014, p. 8).

Casos de uso: describen una acción o de una determinada actividad, con el fin de llevar a cabo un proceso, aquellas entidades que lo conforman o hacen parte de este, se llaman actores.

Diagrama de clases: herramienta que permite relacionar un dicho programa de forma gráfica mediante recuadros, describiendo a cada clase con sus respectivos atributos y posteriormente sus métodos, entre otras propiedades, se utilizan en programación orientado a objetos (Soriano, 2017, p. 12).

Diagramas de estado: como su nombre lo indica, representan una secuencia de estados de forma gráfica, modelando de esta manera, el comportamiento de las acciones o estados por las que deberá pasar un determinado programa.

Electrónica: forma parte de la física aplicada, que estudia el movimiento y la interacción de los electrones en distintos campos, dando origen a la electricidad, el cual es la responsable del funcionamiento de todos los sistemas eléctricos y electrónicos (Pérez, 2014, p. 12).

IDE: por su definición en inglés Integrated Development Environment o Entorno de Desarrollo interactivo, es una aplicación informática, conformada por un conjunto de

herramientas que son utilizadas por el programador para editar y compilar su código en un lenguaje determinado, una vez terminado este programa, se podrá utilizar en dispositivos electrónicos (Delía, 2017, p. 23).

Programación: es un proceso que se utiliza para establecer un orden a partir de una idea establecida, ordenando de esta manera las acciones necesarias, paso a paso, para dar con el objetivo del proyecto (Bellas, Unanue y Fernández, 2016, p. 18).

UI: por sus siglas en inglés User Interface, perteneciente a los elementos visuales que constituyen el aplicativo, incluyendo imágenes o botones, considerando los lineamientos propios de cada dispositivo móvil para aprovechar al máximo sus características.

UX: por sus siglas en inglés User Experience, es la experiencia que tiene el estudiante a la hora de interactuar con el aplicativo y sus demás herramienta o características que lo conforman, estableciendo procesos para llevar a cabo con el objetivo del aplicativo.

Resumen

González Bernal, David Alejandro

Desarrollo de un aplicativo móvil como herramienta complementaria al estudio de los circuitos eléctricos básicos de corriente continua / David Alejandro González Bernal. - - Tunja: Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2022.

101 p. : il. + 1 CD ROM. - - (Trabajos de grado UB, Ingeniería Mecatrónica ; n°)

Trabajo de grado (Ingeniero Mecatrónico). - - Universidad de Boyacá, 2022.

El trabajo de grado presenta el desarrollo de un aplicativo móvil como herramienta complementaria al estudio de los circuitos eléctricos básicos de corriente continua, donde inicialmente se caracterizaron las temáticas que se incluyeron en el aplicativo, posteriormente, se estableció un algoritmo funcional para la simulación y determinación del comportamiento de circuitos y componentes electrónicos a partir de teorías del área, y por último, se diseñó el aplicativo móvil mediante el uso de plataformas de entorno de desarrollo interactivo

Se planteó el desarrollo de un aplicativo móvil como herramienta complementaria al estudio de los circuitos eléctricos básicos de corriente continua.

La metodología se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo ya que, se forma parte del problema y la solución al mismo tiempo, recolectando información y analizando datos, teniendo un punto de vista desde las necesidades de las personas, proporcionando herramientas para dar mejoría en diferentes contextos, donde se inició analizando la información, mediante el establecimiento de temas, posteriormente se definió la plataforma base para el desarrollo del aplicativo, además, con el diseño de la interfaz junto con su programación, y por último, se implementó y se ejecutó el aplicativo móvil, observando su rendimiento y correcto funcionamiento.

Se recomienda el fomento para el uso de herramientas digitales, tales como; aplicativos móviles, para incentivar al estudiante a crear también, sus propios recursos dando solución a sus necesidades básicas, gracias a las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Palabras clave: aplicación móvil, circuitos, telecomunicaciones, programación, TIC.

Abstract

González Bernal, David Alejandro

Development of a mobile application as a complementary tool for the study of basic direct current electric circuits / David Alejandro González Bernal. - - Tunja: University of Boyaca, Faculty of Sciences and Engineering, 2022.

101 p. : il. + 1 CD-ROM. - - (UB degree works, Mechatronics Engineering ; n°)

Degree work (Mechatronic Engineer). - - University of Boyaca, 2022.

The degree work presents the development of a mobile application as a complementary tool to the study of basic direct current electrical circuits, where initially the topics that were included in the application were characterized, later, a functional algorithm was established for the simulation and determination of the behavior of circuits and electronic components from theories of the area, and finally, the mobile application was designed through the use of interactive development environment platforms

The development of a mobile application was proposed as a complementary tool to the study of basic direct current electrical circuits.

The methodology was developed through a quantitative approach since, it is part of the problem and the solution at the same time, collecting information and analyzing data, having a point of view from the needs of people, providing tools to improve in different contexts, where it began by analyzing the information, by establishing themes, later the base platform for the development of the application was defined, in addition, with the design of the interface together with its programming, and finally, the mobile application was implemented and executed. , observing its performance and correct operation.

The promotion of the use of digital tools, such as; mobile applications, to encourage students to also create their own resources, providing solutions to their basic needs, thanks to new information and telecommunications technologies.

Keywords: Mobile applications, circuits, telecommunications, programming, Information and communication technology.

Introducción

En 2021 el uso de dispositivos celulares ha aumentado, así mismo crecen, el número de funciones para el cual es utilizado, considerado, más que un dispositivo electrónico, una herramienta de trabajo y de comunicaciones, supliendo necesidades básicas pero elementales del día a día del ser humano, a través de este invento revolucionario, se tiene acceso a un sin fin de información, permitiendo instalar aplicaciones según el interés del usuario a tal punto de, llegar a ser, un componente indispensable de la rutina diaria. Los dispositivos móviles como parte de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones juegan un papel fundamental en pleno XXI, ya que, es un instrumento esencial en el proceso educativo, ayudando de esta manera, a los estudiantes como recurso complementario en la calidad de su aprendizaje (Rodríguez, Hidalgo y Escalona, 2010, p. 11).

El inicio de las aplicaciones móviles dieron lugar en el año de 1997, cuando NOKIA introdujo por primera vez un aplicativo preinstalado, llamada “Snake”, donde este fue el más utilizado por el público, pero no fue sino hasta el año 2007, donde empezaría una nueva era tecnológica y que marcaría un nuevo comienzo digital, con la llegada del primer iPhone de Steve Jobs, un año más tarde Apple lanza su propia tienda de aplicaciones; App Store, así mismo, Android propiedad de Google crea en 2008 Android Market para establecerse en este tipo de mercado, cambiando su nombre a Google Play en 2012, siendo los primeros aplicativos desarrollados para el ocio o el entretenimiento, y de aquellos inicios hasta la actualidad se han incrementado las aplicaciones móviles que son utilizadas como herramientas para determinadas necesidades, tanto así, que se vio una gran oportunidad como apoyo y mejoramiento a la educación (Cadavieco, Sevillano y Amador, 2012, p. 12).

El desarrollo de aplicaciones móviles es mucho más frecuente, debido a que es un campo que satisface las necesidades para quien se introduce en la programación, a tal punto de establecer determinados pasos para lograr con este propósito, ya que, la creación de cualquier aplicativo se basa en la lógica de la programación por medio de los algoritmos, teniendo en cuenta que el primer paso, es establecer el objetivo o necesidad a resolver, siguiendo a la etapa de los algoritmos para determinar la ruta más óptima a seguir por el programa, dependiendo el fin, se selecciona el entorno de desarrollo que llevará a cabo el código, y allí mismo, se diseña la interfaz con todos los elementos visuales para tener una buena experiencia de navegación,

una vez finalizado el programa, se instala en el dispositivo móvil y se determina su correcto funcionamiento.

Estudio Diagnóstico de Temáticas

Se realizó una encuesta diagnóstica a ocho estudiantes, donde todos cursaban alguna materia relacionada con los circuitos eléctricos básicos, respondiéndola satisfactoriamente, dicha encuesta fue tomada a través de formularios electrónicos enviados al correo institucional de cada uno de ellos pertenecientes al área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, con el fin de caracterizar las temáticas, estableciendo de manera asertiva las necesidades de los estudiantes a la hora de utilizar una aplicación Android cuando se requiera, de esta manera, se inició indicando el género de los participantes; siendo de un 69.2 % para el género masculino y de un 30.8 % para el género femenino, como se muestra en la siguiente ilustración:

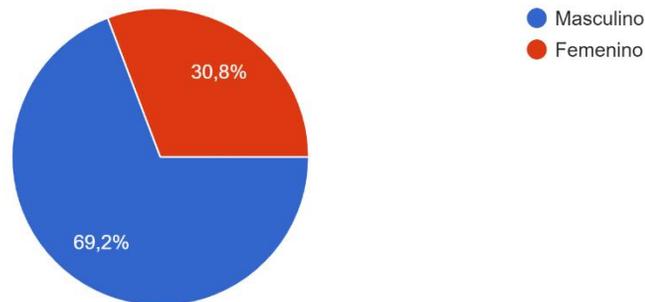


Figura 1. Participantes encuestados entre hombres y mujeres, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Como indica la Figura 1, se evidencia de manera general, una mayor atracción hacia temas de estudio relacionados con la electrónica por parte del género masculino, por otro lado, se tomó la edad de cada encuestado, con el fin de definir entre que rangos se encuentran, como se observa en la Figura 2:

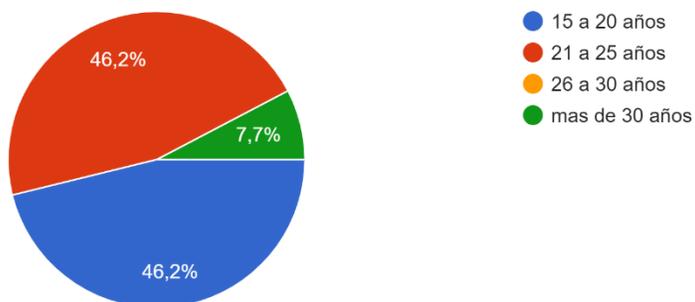


Figura 2. Rango de edades de los participantes, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Como se observa en la Figura 2, el promedio de edades se divide equitativamente con un 46.2 % entre el rango de 21 a 25 años y el otro rango entre 15 a 20 años, y por último un 7.7 % de más de 30 años. A continuación, su ubicación semestral como lo indica la Figura 3:

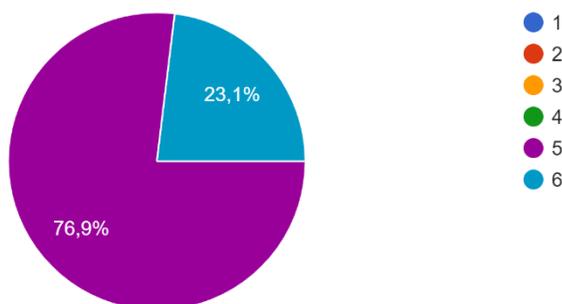


Figura 3. Ubicación semestral de los participantes, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Se observa que el 76.9 % del total de la población encuestada está ubicada en quinto semestre, y el 23.1 % restante le procede el semestre siguiente. Con base en el desarrollo del presente proyecto se evidencia que un 100 % de la población muestral utiliza a diario al menos un dispositivo móvil, lo que significa que, dentro de los servicios que presta el mismo, también, se incluyen gran variedad de aplicativos ya sea de ocio o de utilidades, y con 84.6 % se tiene en primer lugar, al dispositivo móvil, 15.4 % de usabilidad al computador personal en segundo puesto, indicado en la Figura 4:

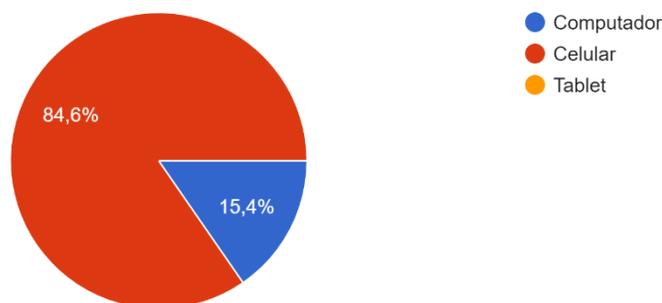


Figura 4. Dispositivos electrónicos más usados, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

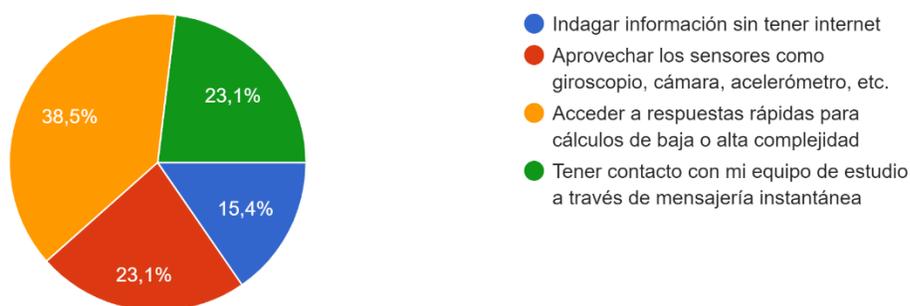


Figura 5. Instalación de aplicativos móviles según necesidad, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

En la Figura 5 se tiene la descarga de aplicaciones según necesidad del estudiante, efectivamente con un 38.5 % y llevando el mayor rango, se utilizan aplicativos para acceder a respuestas rápidas en cuanto a cálculos de baja o alta complejidad, con este mismo porcentaje se considera que, el uso de aplicativos móviles educativos en clase es un complemento al tema, ayudando a resolver dudas de manera rápida. Considerando también que, el uso de aplicaciones sirve como respaldo de conceptos aprendidos en la asignatura, representado por un 92.3 % de los encuestados.

Se recalca que el uso de este tipo de aplicaciones es fundamental ya que aumenta el interés de la asignatura, así lo respalda un 84.6 % de los encuestados como se muestra en la Figura 6, ya que el uso de un dispositivo tecnológico tiene gran variedad de contenido referente al tema propuesto, ayudando al estudiante a desenvolverse y entender más fácilmente los conceptos.

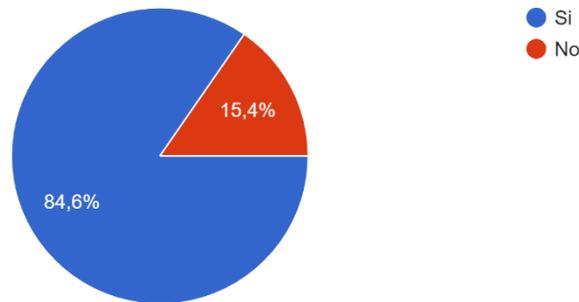


Figura 6. Interés por la asignatura usando dispositivos tecnológicos, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

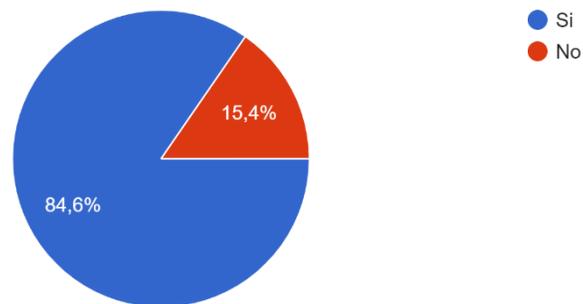


Figura 7. Uso de aplicativos para despejar dudas rápidamente, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Como se muestra en la Figura 7, el 84.6 % de la población encuestada hace uso de aplicativos para buscar respuestas más rápidamente o que ayuden a acercarse a lo que se está buscando, demostrando así, la efectividad que pueden tener las diferentes herramientas digitales, de la misma manera y con los mismos porcentajes de la figura anterior, el 84.6 % de los estudiantes encuestados acostumbra a comparar los resultados teóricos con los resultados que arroja la aplicación determinada, esto se puede deber a un tema de seguridad con el estudiante mismo, ya que este sabe que hay más probabilidad de que se equivoque en los cálculos que realiza, en comparación con los del aplicativo.

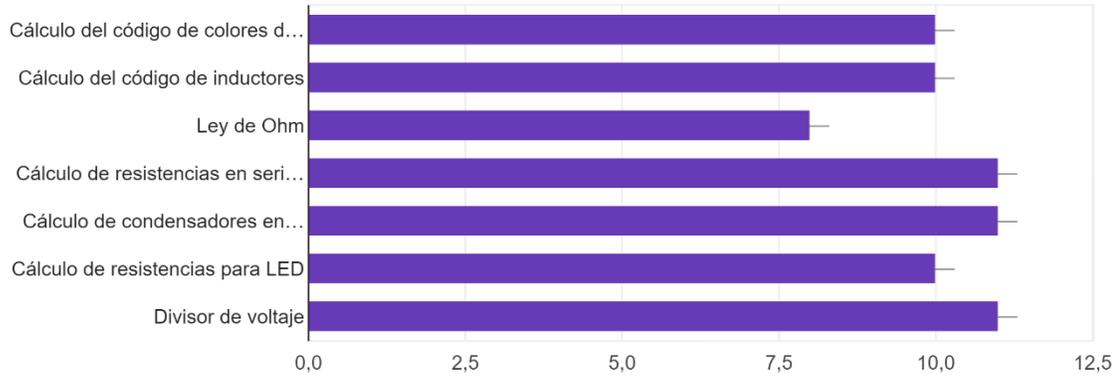


Figura 8. Temáticas más votadas por los encuestados, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Y, por último, se obtuvieron las temáticas escogidas por los estudiantes del área de electrónica básica, que fueron implementadas en el aplicativo, como lo muestra la Figura 8, teniendo en cuenta que los estudiantes que fueron encuestados para la caracterización de las temáticas que se incluyeron en la aplicación fueron los mismos que la aprobaron.

Diseño de Interfaz del Aplicativo

Para el diseño de la interfaz de la aplicación se tuvieron en cuenta factores como la posición, color, estilos, fuentes, tamaños de letra e imágenes, de las distintas opciones que incluye, así mismo, se establece una idea general de lo que será el diseño final, tomando en cuenta la importancia de la creación de un diseño limpio e intuitivo.

A continuación, se presentan los diseños de cada una de las *Activity* o pantallas que incluye la aplicación móvil:

De primera mano, se encuentra el inicio o menú, como se muestra la Figura 9, en esta sección esta la ventana principal que llevara a cada una de las herramientas contenidas, se observa en cada recuadro una función diferente, así mismo, una imagen representativa de dicha función, y por último su descripción correspondiente en la parte inferior:

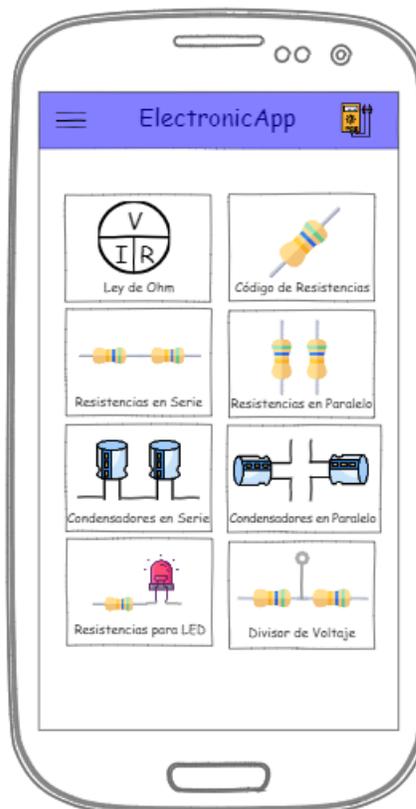


Figura 9. Activity principal del aplicativo, fuente: autor

Parte fundamental de cualquier aplicativo es su dinamización, quiere decir, que sin importar en que parte se encuentre dentro del aplicativo podrá tener acceso rápidamente a cualquiera de sus distintas funciones, sin la necesidad de regresar o retroceder hasta llegar a la ventana principal, tal como lo muestra la Figura 10, donde se observa un menú deslizable del lateral izquierdo de la pantalla del dispositivo móvil:



Figura 10. Menú deslizable lateral izquierdo, fuente: autor

Ejemplificando una de sus nueve herramientas, se tiene a una de ellas; *Divisor de Voltaje*, como se observa en la Figura 11, en donde el estudiante tendrá una primera impresión con respecto a la interpretación de dicha funcionalidad acompañado del esquema y fórmula correspondiente, siguiendo un orden lógico para llegar al resultado, quiere decir; completando los espacios que corresponden o sean necesarios para poder calcular una respuesta:

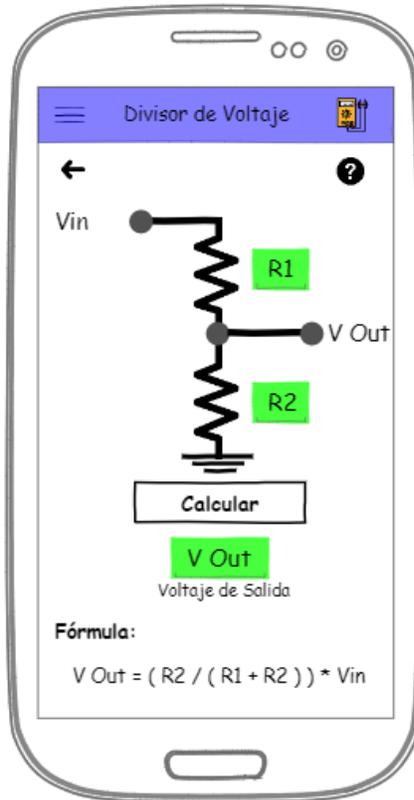


Figura 11. Activity o ventana correspondiente a divisor de voltaje, fuente: autor

Cada opción que compone el menú principal de la aplicación, consta básicamente de completar los valores, con estos, el programa se ejecuta y arroja un resultado con sus respectivas unidades, adicional, se encuentra un resumen de dicha temática que ayudará en caso tal de ser necesario para el estudiante (Novikova y Abarov, 2019, p. 9).

Diseño de Diagramas de Flujo

Continuando con la construcción del programa, todo aplicativo móvil o web requiere un diseño de la lógica de la programación, con esto, se evitan posibles errores en el programa y se obtiene una idea más clara antes de pasar a la siguiente etapa; la codificación. (Rojas y Santos, 2018, p. 20).

A continuación, se describe paso a paso un diagrama de flujo como ejemplo, realizado en el software *DFD*:

Se estableció un orden lógico para la ejecución de dicho programa, observando posibles fallas a la hora de ejecutarlo, para posteriormente convertirlo a código, en este caso, pertenece a *Resistencias en Paralelo*, se evidencia una secuencia en la que se estableció un paso a paso, no olvidando una de sus características fundamentales y es que debe tener un fin, esto, para que no se repita una y otra vez, solo hasta que el estudiante cumpla con su objetivo o de dicha necesidad. A continuación, se explica paso a paso su secuencia para obtener el resultado final:

Paso 1. Se inicia el programa, se establece un punto de partida.

Paso 2. Se imprime el título correspondiente a la funcionalidad del programa, en este caso solo se muestra texto visible para el estudiante.

Paso 3. Como se requiere ingresar datos para analizarlos y dar resultado, se pide al estudiante que ingrese el primer valor.

Paso 4. El programa lee este primer valor y lo guarda.

Paso 5. Se pide al estudiante ingresar el segundo valor correspondiente.

Paso 6. Se lee y se guarda este segundo valor.

Paso 7. Para el caso de la plataforma especial para crear flujogramas llamada *DFD*, se asigna o se crea el manejo de estas variables, quiere decir que, para este caso de ejemplo, se ingresa la fórmula correspondiente de resistencias en paralelo, y al mismo tiempo se asigna el valor que arroja y se guarda en una nueva variable.

Paso 8. Finalmente se imprime el resultado, concatenando el valor con una frase comprensible para el estudiante.

Paso 9. Finalización del programa, donde se concluye el programa, hasta que el estudiante inicie nuevamente.

Debido a que todas las funciones que incluye el aplicativo tienen casi la misma configuración, quiere decir que, se deben ingresar datos para obtener una respuesta, por lo tanto, el restante de funcionalidades se diseña con los mismos parámetros, haciendo los diagramas de flujo casi idénticos, cambiando únicamente sus fórmulas.

Desarrollo de la Aplicación Móvil

Codificación

En esta sección se codificó finalmente el programa planteado, donde se diseñó tanto la parte lógica como la parte visual, mediante la plataforma *IDE* llamada *Android Studio* versión 4.1.3, diseñada especialmente para sistemas operativos *Android*®, lo que quiere decir que tiene una amplia gama de dispositivos móviles en los que el aplicativo es compatible, cuando se abre el *IDE* en primer lugar, se establece la compatibilidad de los sistemas operativos *Android*, posteriormente, el tipo de interfaz, que en este caso es de tipo *Fragments*, una vez establecidos estos parámetros, se procedió formalmente con la escritura del código fuente, como se muestra en la Figura 12, se tiene el *MainActivity* o la actividad principal, en esta clase se definieron los métodos y llamadas a otras clases (Hohensee, 2014, p. 15).

```

57     NavigationUI.setupActionBarWithNavController( activity: this, navController, mAppBarConfiguration);
58     NavigationUI.setupWithNavController(navigationView, navController);
59     /*
60     ImageButton boton_ley = (ImageButton) findViewById(R.id.btn_ohm);
61
62     boton_ley.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){
63         @Override
64         public void onClick(View v) {
65             Toast notification = Toast.makeText(MainActivity.this, "Ley de Ohm", Toast.LENGTH_LONG);
66             notification.show();
67
68         }
69     });
70     */
71
72     }
73
74     @Override
75     public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
76         // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
77         getMenuInflater().inflate(R.menu.main, menu);
78         return true;
79     }
80
81     @Override
82     public boolean onSupportNavigateUp() {
83         NavController navController = Navigation.findNavController( activity: this, R.id.nav_host_fragment);
84         return NavigationUI.navigateUp(navController, mAppBarConfiguration)
85             || super.onSupportNavigateUp();
86     }
87     /*
88     @Override
    
```

Figura 12. MainActivity del aplicativo, fuente: autor

Para cada función de la aplicación que se incluya, significa que tuvo su propia clase, al menos en esta lógica de programación, como se muestra en la Figura 14, quiere decir que se estableció en una ventana por aparte el código de programación de la función de este ejemplo; *Condensadores en Paralelo*, en este orden de ideas, se importaron los ficheros necesarios para que cumpla con sus distintas funciones, posteriormente, se establecieron las variables dentro de la clase pública creada, siguiendo este orden, se creó al método *OnCreateView*, para llamar o “inflar” la vista de interfaz de usuario:

```

1 package com.example.electronicapp;
2
3 import ...
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22 public class CondensadoresEnParalelo extends Fragment {
23     private EditText et1;
24     private EditText et2;
25     private TextView tv1;
26     private Button btn_calcd ;
27     FloatingActionButton boton_teoría;
28
29
30     @Override
31     public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup container,
32                             Bundle savedInstanceState) {
33
34         View v = inflater.inflate(R.layout.fragment_condensadores_en_paralelo, container, attachToRoot: false);
35
36         FloatingActionButton botonteoría = (FloatingActionButton)v.findViewById(R.id.fab6);
37         boton_teoría = v.findViewById(R.id.fab6);
38
39         botonteoría.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
40             @Override
41             public void onClick(View v) {
42

```

Figura 13. Inicio de la programación de una clase, fuente: autor

Cuando se quiere seleccionar una opción, por ejemplo, mostrar resultado, se llama al método *onClick*, por lo tanto, el activity que aloja el diseño debe implementar el método correspondiente, como se observa en la Figura 15.

Para mostrar una ventana emergente dentro de la misma *Activity*, por ejemplo, en este caso se utilizó para mostrar un pequeño concepto de un determinado tema, se llama a la clase *Dialog*; donde es una ventana pequeña, con la finalidad de mostrar una alerta, un mensaje o párrafos pequeños, tal cual lo muestra la Figura 15:

```

39  botonteoria.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
40      @Override
41      public void onClick(View v) {
42
43          //...
44
45          ShowDialog(s: "Condensadores en Paralelo", teoria: "Los condensadores en paralelo son dos
46              " conectados en forma paralela, es decir, ambos de sus terminales están conect
47              " condensador o condensadores respectivamente. Todos los condensadores que est
48              " la misma tensión y es igual al voltaje total aplicado entre los terminales d
49              " condensadores en paralelo tienen un suministro de 'tensión común' a través d
50
51
52          Toast notification = Toast.makeText(getActivity(), text: "Resumen", Toast.LENGTH_LONG);
53          notification.show();
54      }
55

```

Figura 14. Metodo onClick o de selección, fuente: autor

Como se evidencia en el presente proyecto se utilizó la programación orientada a objetos, dónde es un modelo informático que crea u organiza el diseño del programa en torno a objetos o datos, donde, a un objeto se le pueden atribuir características, atributos o comportamientos particulares, de acuerdo con lo anterior, los objetos que se crearon fueron las diferentes funciones que incluye el aplicativo, como: *Ley de Ohm*, *Resistencias en Serie*, *Código de Colores*, entre otros, y dentro de cada uno de estos objetos se define la forma de la plantilla o la clase como se observa en la Figura 16, donde se definen los planes que especifican de cómo se va a construir dicho objeto, que incluyen los métodos, las variables o los parámetros (Goytia y González, 2014, p. 18).

```

1  package com.example.electronicapp;
2
3  import ...
20
21
22  public class ResistenciasEnSerie extends Fragment {
23
24      private EditText et1;
25      private EditText et2;
26      private TextView tv1;
27      private Button btn_sum ;
28      FloatingActionButton boton_teoría;
    
```

Figura 15. Instancia de clase dentro de un objeto, fuente: autor

Así también, se indica si una clase es de carácter público o privado, en este caso de la Figura 16, en la línea de código número 22, se toma como pública, esto quiere decir que se puede llamar desde otra parte del programa, se codifica como; *public class*, en comparación de las clases privadas o *private class*, donde no se pueden llamar de otra parte, sino que son exclusivas donde se definen, para la identificación, se recomienda asignarle un nombre, esto con el fin de reconocer e identificarlas de una mejor manera, posteriormente acompañada de la cláusula *extends*, donde quiere decir que la clase actual es heredada de una clase principal, con esto se heredan tanto los métodos como los atributos.

Interfaz Gráfica

Android Studio presenta la opción tanto de la codificación del programa, así como del diseño del aplicativo, donde se entrelazan para conformarlo, para esto, se utiliza la extensión *.xml*, por sus siglas en inglés eXtensible Markup Language o lenguaje de marcado extensible, proporcionado por Android, que coincide con las clases y subclases de vistas, usándolas para la parte del diseño, con este tipo de lenguaje sencillo, se puede definir el color, forma, tamaño estilo de las fuentes, así como también, incluir imágenes; modificar su tamaño o forma, mediante la escritura de código, las opciones son infinitas, para algunas personas les será más

sencillo hacer la interfaz gráfica mediante este lenguaje, para otros, desde el editor de diseño de *Android Studio* (Albornoz, 2014, p. 14).

En la Figura 17, se observa del lado izquierdo el lenguaje en *xml*. como se explica en el párrafo anterior, constituye la base principal que conforma toda la visualización de todos y cada de los elementos gráficos, así, cada recuadro que representa una función de la aplicación móvil constituye una serie de características que lo representan y lo diferencian de los demás, tales como: la identificación o *id*, el ancho del recuadro o *layout_width*, la altura o *layout_height*, la orientación tanto vertical como horizontal, la distancia de las cuatro márgenes existentes, entre otros, de esta manera se tiene un orden adecuado, además de personalizado, una vez se establecen estas características, al lado derecho se tiene una visualización en tiempo real conforme se agregan líneas de código.

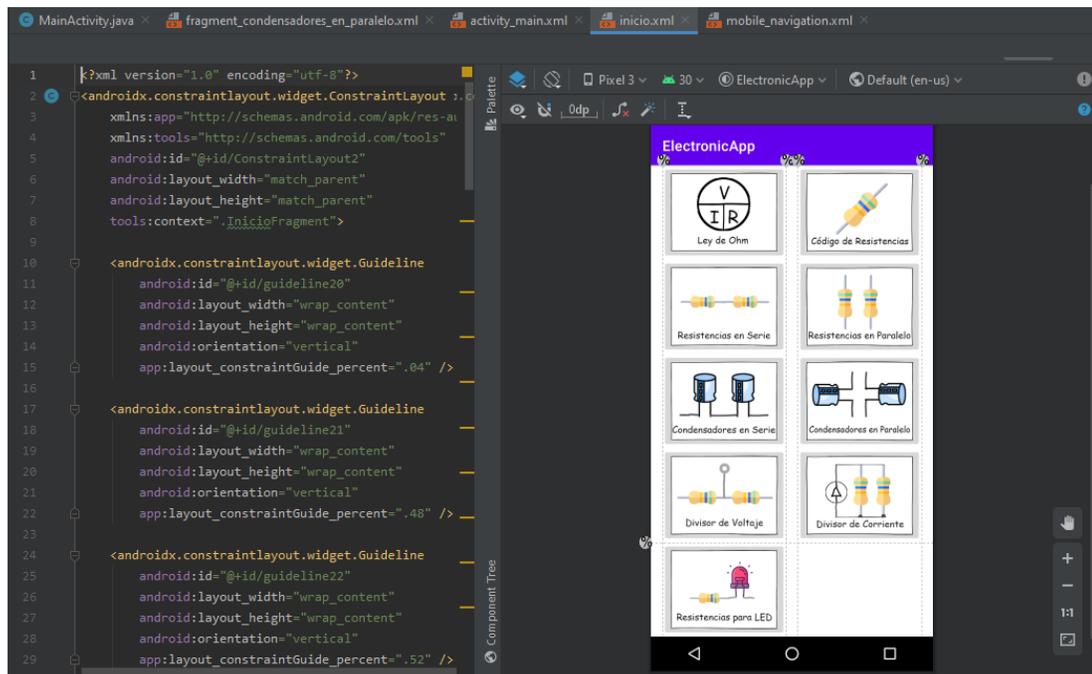


Figura 16. Diseño visual del App mediante lenguaje XML, fuente: autor

La interfaz de usuario del presente proyecto está basada sobre un *FragmentActivity* o fragmentos, lo que significa que puede combinarse varios *activities* en una sola actividad, de esta forma se crea un multipanel, se puede decir que son “subactividades” que parten del panel principal o del *Activity* de inicio, en este caso, el *fragment* de inicio se le dio la vista principal cuando se ingresa al aplicativo desde el dispositivo móvil, cuando se selecciona cualquiera de

sus funciones se inicia un subfragmento con sus respectivas características, y así sucesivamente se puede crear un nuevo fragmento dentro de un subfragmento, en este caso, no se tendrá límite para dicha acción, como lo muestra la Figura 18 (Benbourahla, 2015, p. 17).

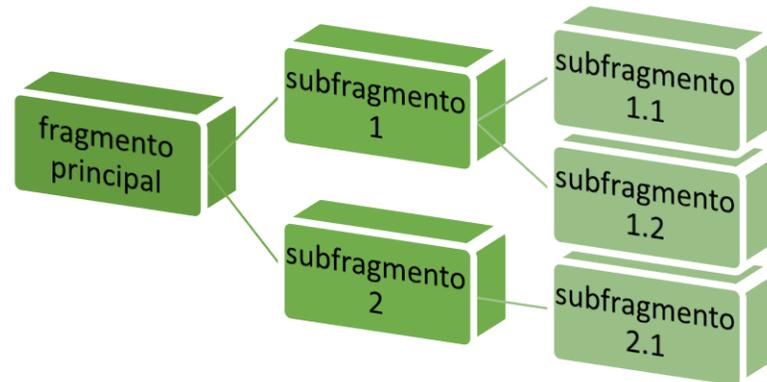


Figura 17. Multipanel dentro de un mismo fragmento, fuente: autor

El resultado de este tipo de configuración se visualiza en la Figura 19, siguiendo el mismo patrón de la Figura 18, se tiene la jerarquía que se mencionó anteriormente, solo que en esta versión del aplicativo se llegó hasta la jerarquía de segundo nivel:

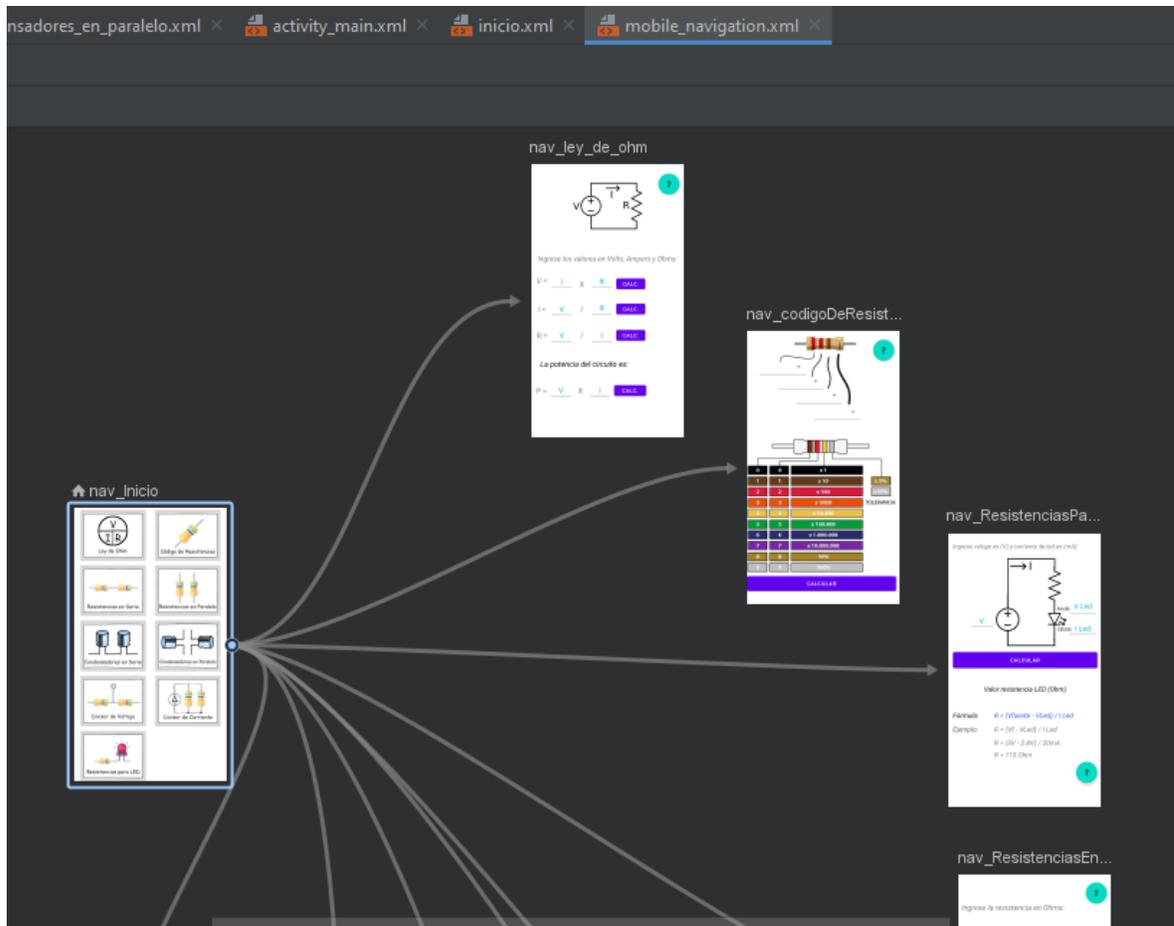


Figura 18. Jerarquía de fragmentos dentro de la misma actividad, fuente: autor

Ventajas de los Fragmentos

Ofreciendo múltiples ventajas, entre las que se encuentran, un bajo peso a la hora de ser instalada finalmente, consume menos recursos; ya que, como se trata de una misma actividad, no tendrá que cerrar una para cargar una nueva, sino que utiliza todas las funciones contenidas dentro de una misma actividad, ahorrando memoria *RAM*, además de proporcionar gran variedad de diseños dinámicos, además de flexibles, cada fragmento que se define dentro de una actividad es totalmente independiente del resto pudiendo ser reutilizado, el diseño de este tipo, permite que el aplicativo se utilice tanto en dispositivos celulares como en tabletas o multidispositivo.

Menú Dinámico

Se refiere al menú deslizable, que se encuentra al deslizar de izquierda a derecha sobre la pantalla, al realizar esta acción se encontrará el *menú rápido*, este se incluye con el fin de no tener la necesidad de retroceder varias veces hasta llegar a la pantalla principal, este elemento es fundamental, ya que, en el caso de que se tengan 2, 3, 4, 5 o más *Fragments*, se evitará este proceso, ofreciendo una ventaja importante y haciendo un aplicativo dinámico, suponiendo que se tiene una jerarquía de 5 fragmentos, y se requiere ir al inicio, simplemente deslizamos sobre la pantalla como se explicó anteriormente, e inmediatamente tenemos el menú y se escoge la función, como lo demuestra la Figura 21:

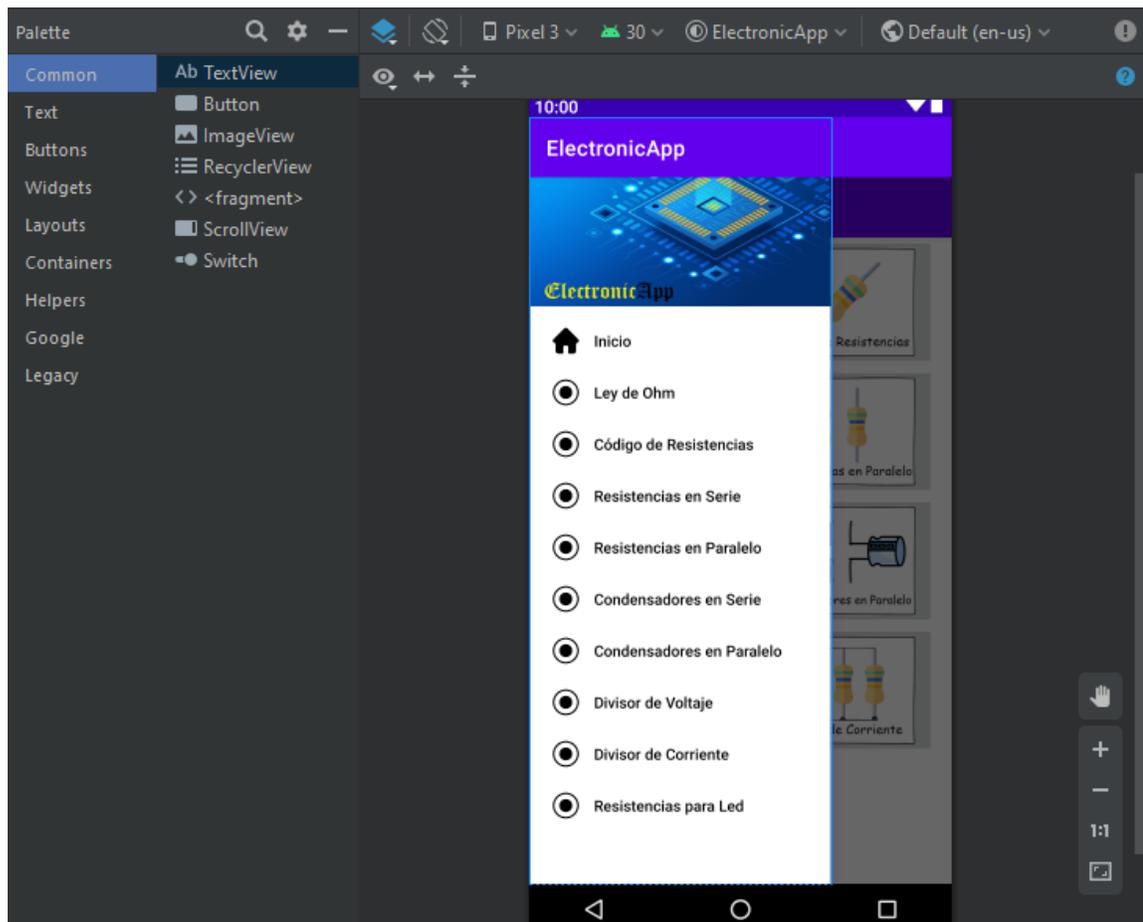


Figura 19. Menú alternativo, fuente: autor

Funcionalidad

Para esta sección de funcionalidad se analizaron las funciones que tiene la aplicación, en este caso se tienen cuatro acciones básicas que son:

1. Seleccionar una función.
2. Ingresar datos.
3. Obtener respuesta.
4. Mostrar resumen de cada función.

Casos de Uso

Los casos de uso corresponden a las acciones o funcionalidades que trae el aplicativo, por lo tanto, el diagrama de caso de uso es el siguiente:

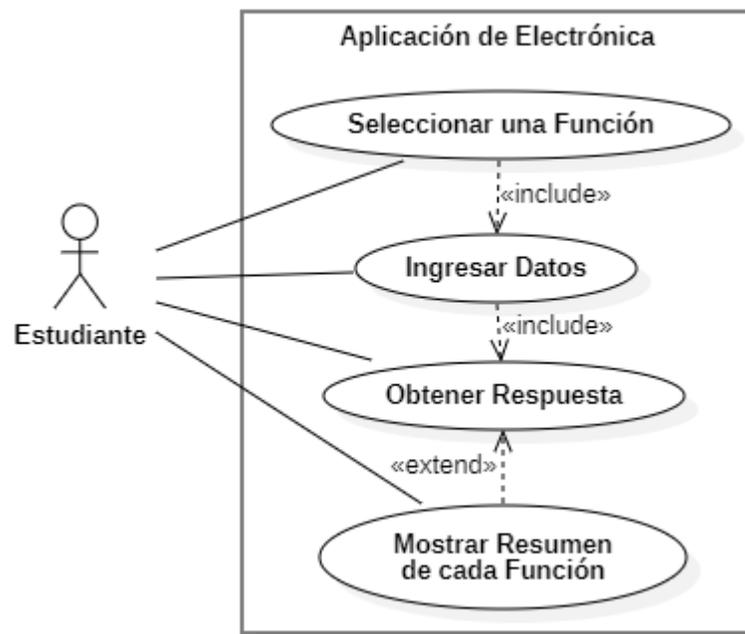


Figura 20. Casos de uso del aplicativo, fuente: autor

Como se observa en la Figura 22, se tienen las funciones o acciones que incluye el aplicativo móvil, donde el fin último es obtener un resultado o un valor numérico, y para llegar a este paso,

se deben cumplir unos pasos anteriores, donde uno depende del otro para ejecutar una determinada acción (Álvarez, 2016, p. 4).

Diagramas de Estado

A partir de los diagramas de estado se podrá observar el diagrama de cada uno de los casos de uso y también los estados que tendrán, como se muestra en la *Figura 23*:

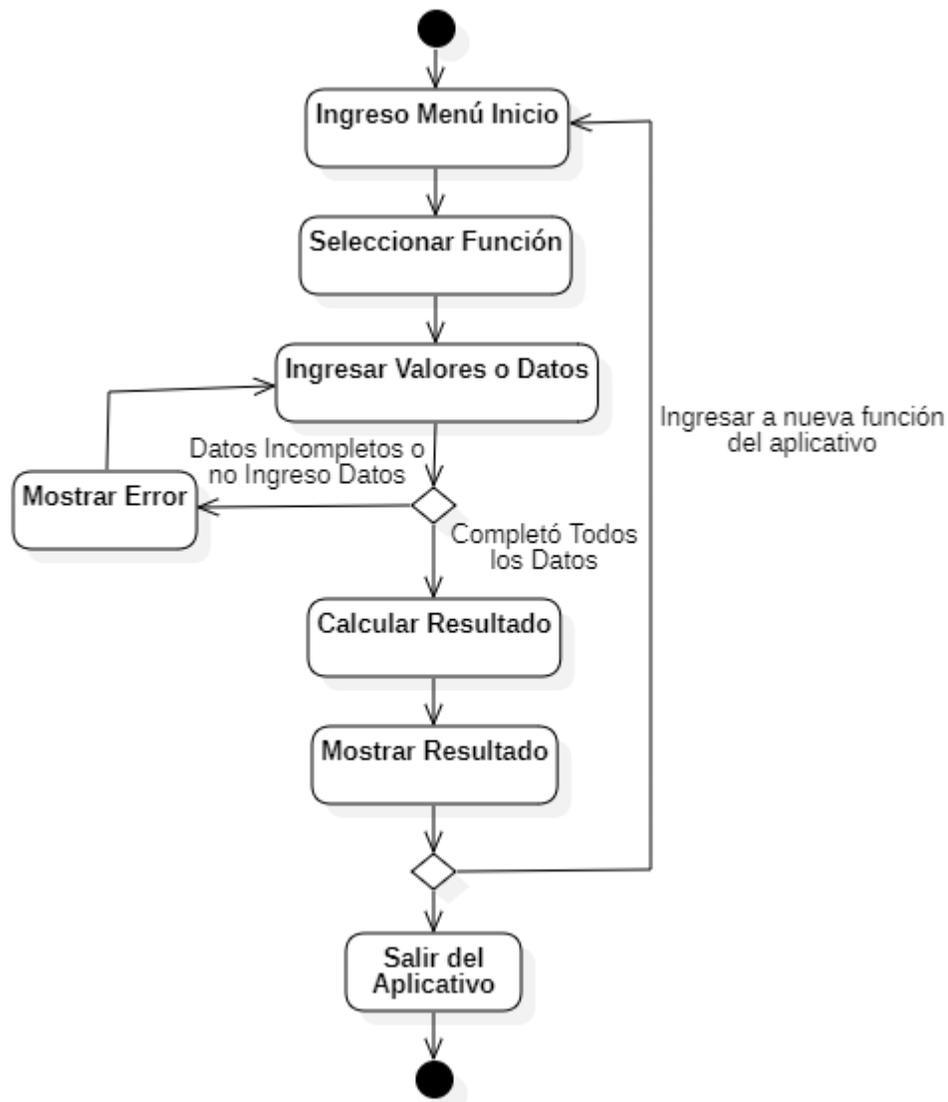


Figura 21. Diagrama de estados de la aplicación, fuente: autor

Para la obtención del resultado, se debe navegar por un orden lógico, teniendo en cuenta que, se deberán llenar todos los espacios especialmente para el ingreso de datos, de lo contrario, el aplicativo no arrojará ningún valor resultante.

Diagrama de Clases

A continuación, se presentan los diagramas de clases que describen la aplicación móvil a partir del IDE:

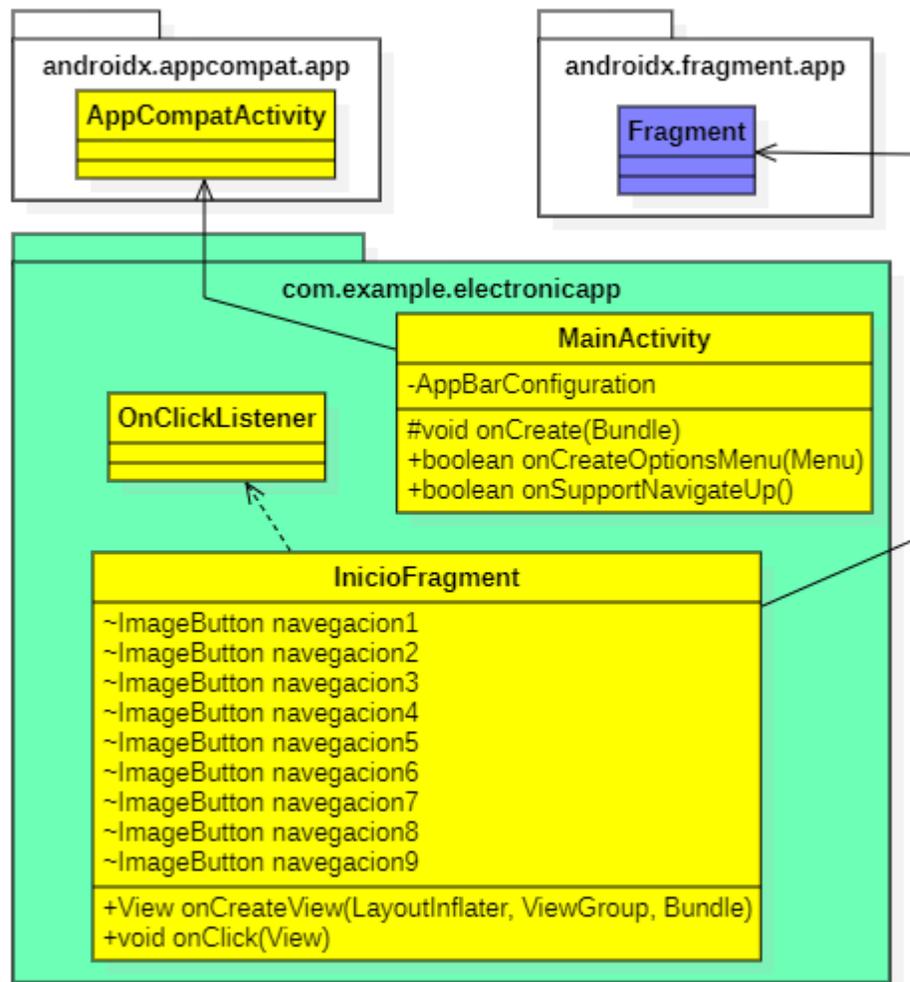


Figura 22. Diagrama de clases, paquetes del proyecto, fuente: autor

En la Figura 24, se observan las relaciones y distribuciones de los tres paquetes con su contenido, que conforman el proyecto del aplicativo:

androidx.appcompat.app: Este paquete contiene un conjunto de bibliotecas de soporte, que se usan para que las versiones recientes desarrolladas de aplicaciones sean compatibles con las versiones anteriores.

androidx.fragment.app: Contiene al fragmento principal, donde hace parte de la interfaz de usuario, tiene un inicio y un final, además, transfiere datos entre diferentes pantallas adaptándose a diferentes tamaños y posiciones.

com.example.electronicapp: En este paquete se encuentra la presentación del menú e interconexión con las demás actividades, estableciendo una identificación o nombre único para el aplicativo en desarrollo.

inicioFragment: *Contiene las nueve diferentes funciones de la aplicación, siendo los atributos de dicha clase con sus respectivos métodos.*

OnClickListener: *Es un método, que se llama cuando en este caso, se necesita seleccionar una función, por ejemplo, a resistencias en serie, de esta manera solo se ejecuta cuando el estudiante presione una de ellas.*

MainActivity: *En esta clase se aloja la actividad principal del aplicativo, se definen los métodos correspondientes y se llaman a otras clases.*

Desde la Figura 25 hasta la Figura 33, se presentan los diagramas de clases correspondientes a cada función que incluye la aplicación, con sus respectivos atributos y métodos que los conforman, teniendo en cuenta que todos parten del fragmento principal.

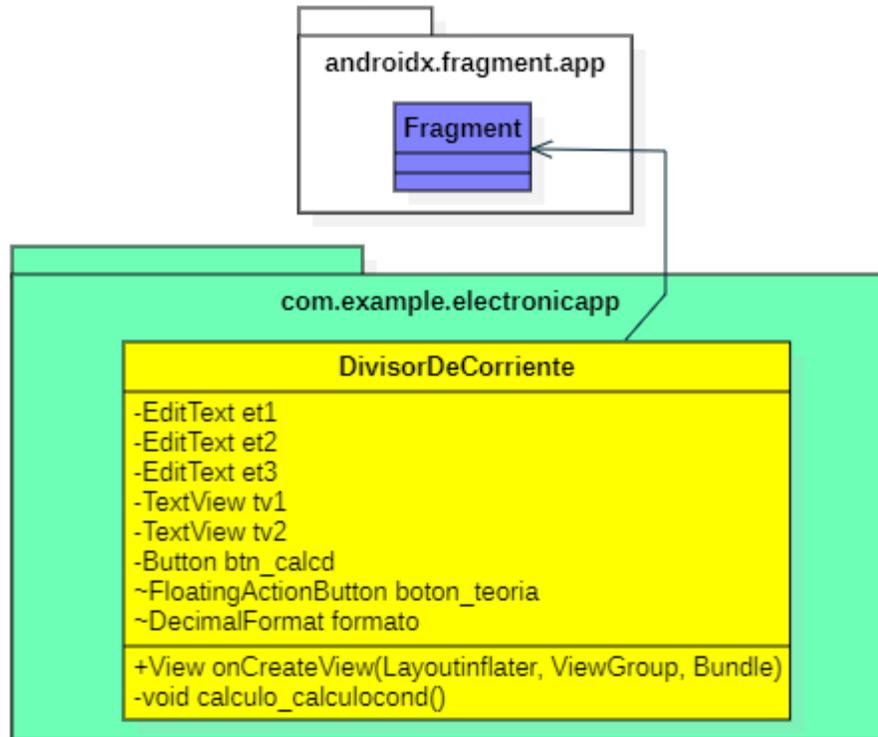


Figura 23. Diagrama de clase, fragmento divisor de corriente, fuente: autor

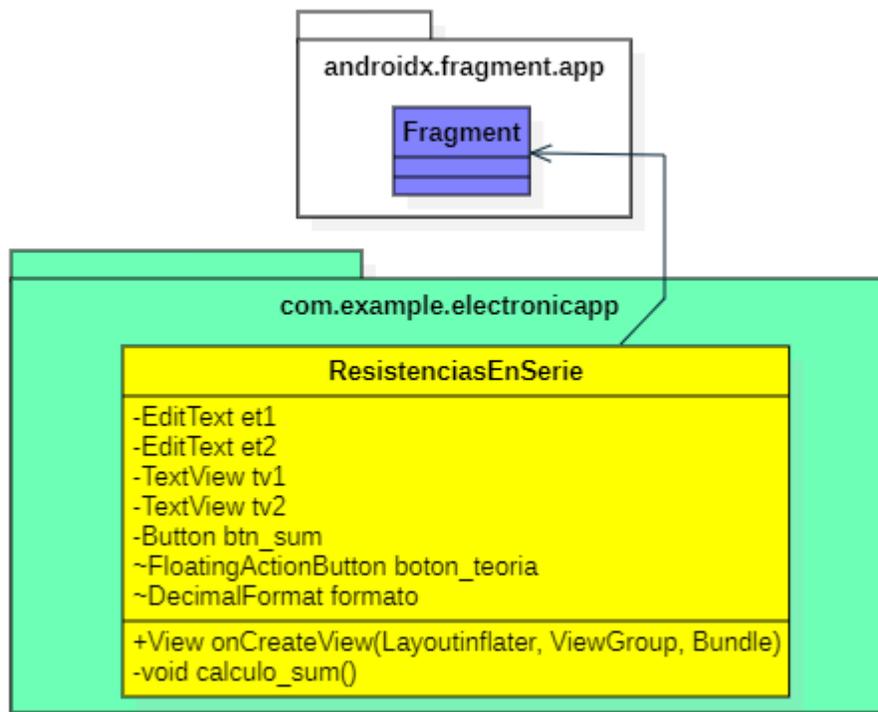


Figura 24. Diagrama de clase, fragmento resistencias en serie, fuente: autor

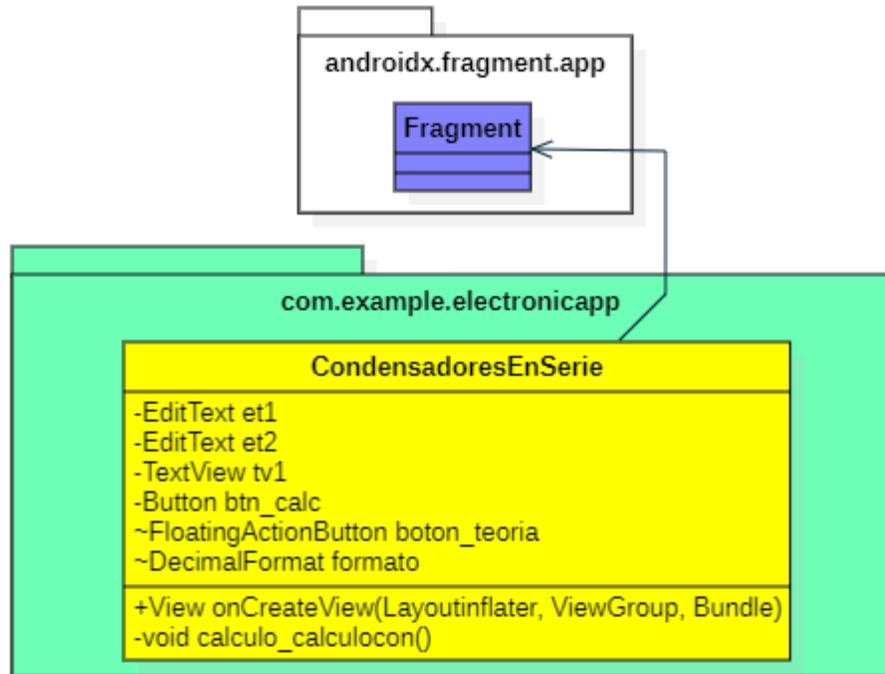


Figura 25. Diagrama de clase, fragmento condensadores en serie, fuente: autor

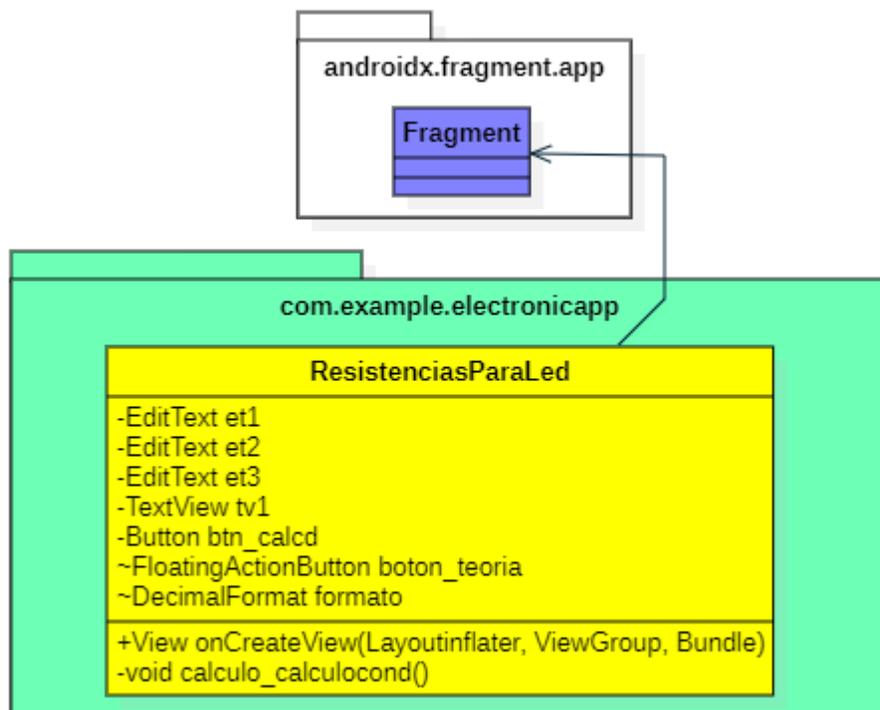


Figura 26. Diagrama de clase fragmento resistencias para led, fuente: autor

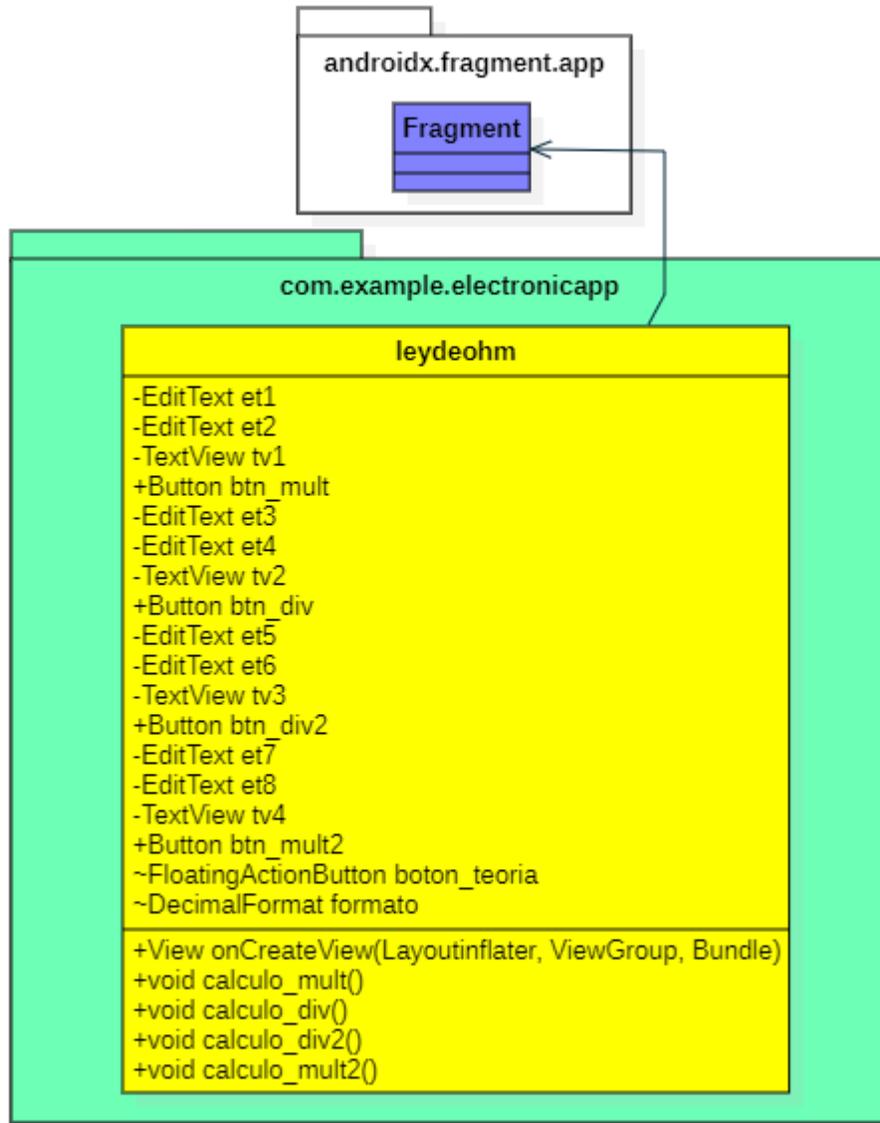


Figura 27. Diagrama de clase fragmento resistencias para led, fuente: autor

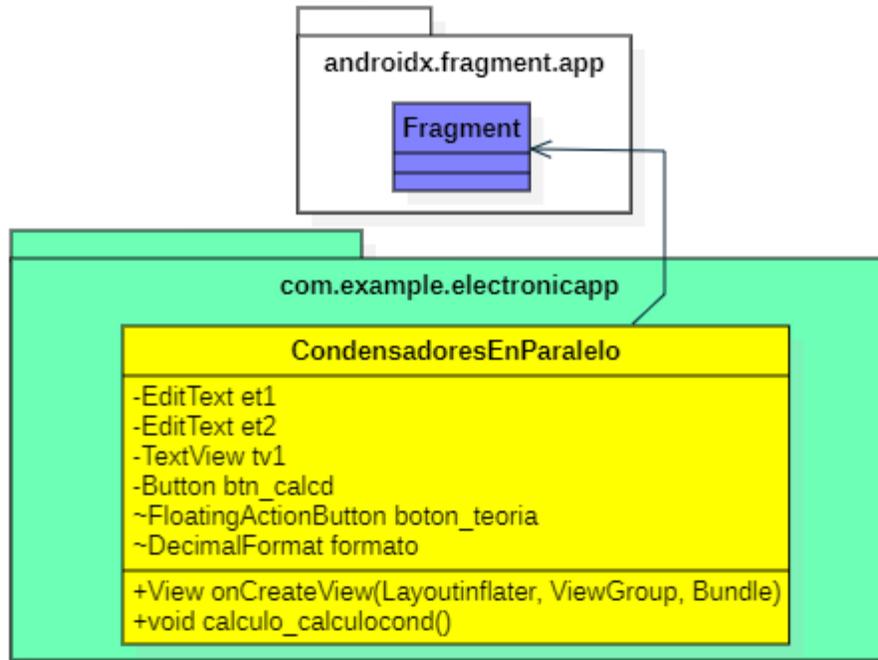


Figura 28. Diagrama de clase, fragmento condensadores en paralelo, fuente: autor

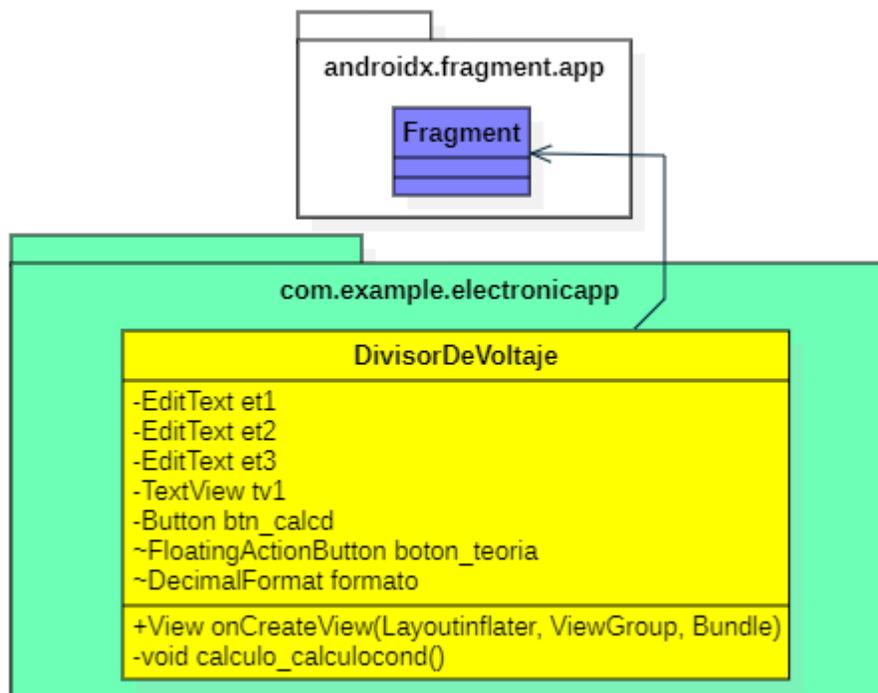


Figura 29. Diagrama de clase, fragmento divisor de voltaje, fuente: autor

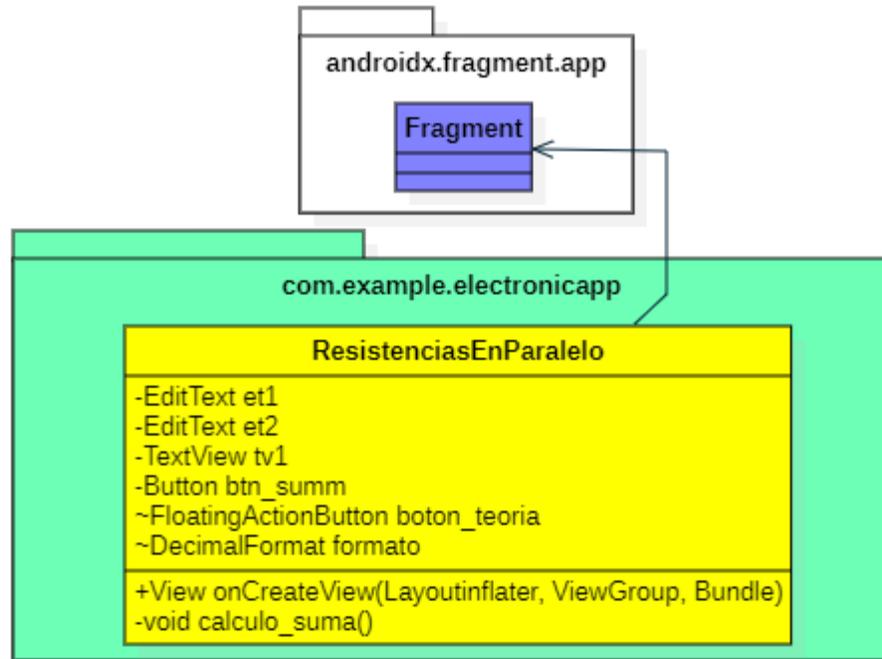


Figura 30. Diagrama de clase, fragmento resistencias en paralelo, fuente: autor

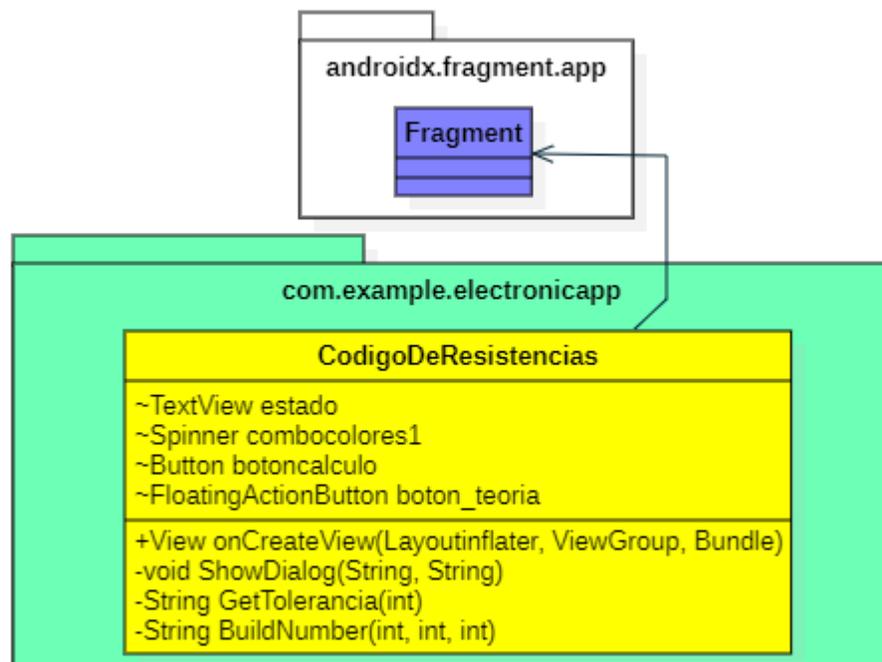


Figura 31. Diagrama de clase, fragmento código de resistencias, fuente: autor

Validación del Aplicativo

Para la validación de la aplicación móvil se diseñó un formulario, de tal manera que, cada estudiante la instalara y usara, dejando plasmado su opinión acerca de esta, a través de la siguiente encuesta:

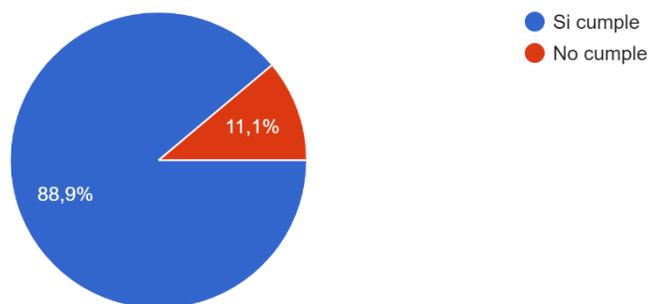


Figura 32. Cumplimiento del objetivo del App, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

En la Figura 41 se observa con un 88,9 %, que los estudiantes aprueban el objetivo del aplicativo, en dar una solución rápida y efectiva conforme a las necesidades requeridas, una vez instalada y probada, con respecto a un 11.1 %, donde indica que no cumple con este objetivo.

Eficiencia

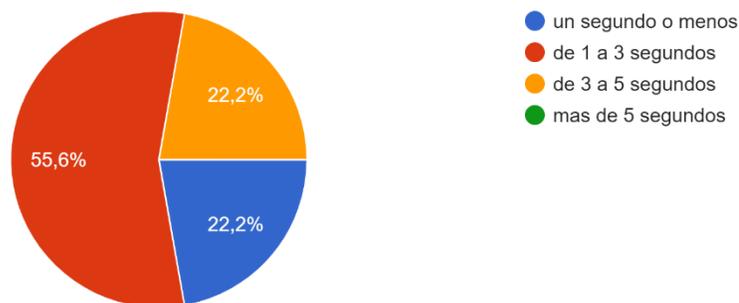


Figura 33. Esfuerzo mental utilizado, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

En la figura 42 se observa que, un 55.6 % de los estudiantes utilizó un esfuerzo mental en función del tiempo tomado para completar una tarea entre uno y tres segundos, siguiendo con un tiempo de tres a cinco segundos, con un 22.2 %, y, por último, en menos de un segundo, también con un 22.2 %, demostrando que el aplicativo ejecuta rápidamente entre transiciones y procesamiento lógico.

Satisfacción

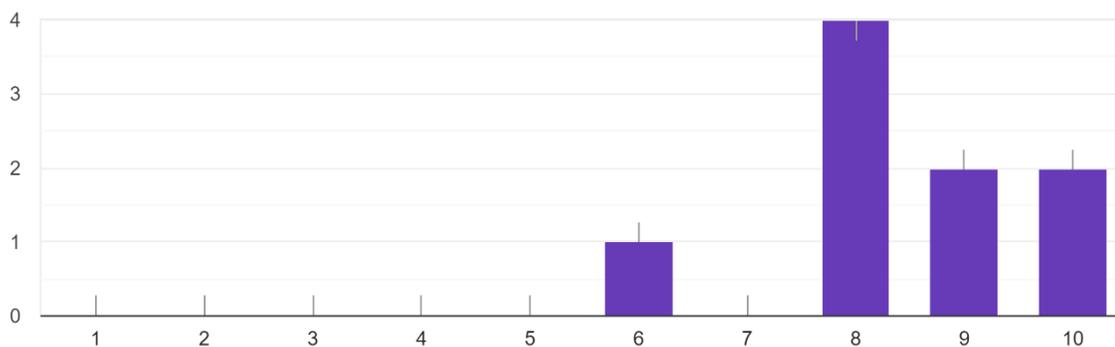


Figura 34. Escala de satisfacción del App, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Independientemente del tiempo que le tomó a los estudiantes en realizar una tarea dentro del aplicativo en una escala del uno al diez (uno como insatisfecho y diez como muy satisfecho) en la escala del nueve y el diez quedaron muy satisfechos con un 22.2 % para cada una, siguiendo con la escala del ocho; con 44.4 % los estudiantes quedaron satisfechos, y por último en la escala del seis; el 11.1 % de los encuestados calificaron por encima de la mitad de la escala, lo que en conclusión demuestra que, en general se queda satisfecho con la aplicación, como indica la Figura 43.

Facilidad de Manejo

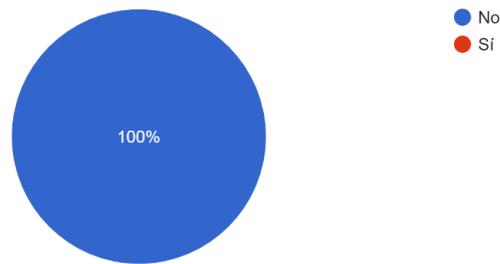


Figura 35. Dificultad de manejo del App, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Con un 100 % de calificación, los estudiantes cuando abrieron por primera vez la aplicación, no tuvieron ninguna dificultad, indicando, que no se generaron errores al iniciarla, como se observa en la Figura 44.

Satisfacción de Necesidades Psicológicas

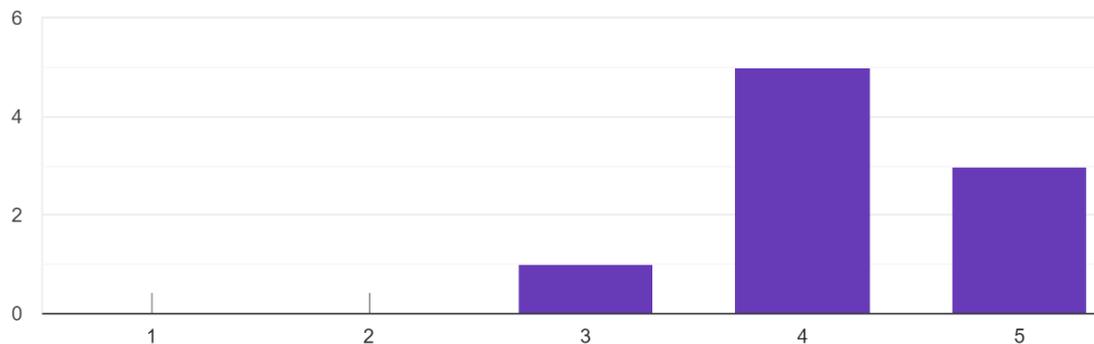


Figura 36. Escala de porcentaje para el estudio de temas, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Para la satisfacción de las necesidades psicológicas de los estudiantes en el estudio de temas, con una escala del uno al cinco, el 11.1 % califico en la escala de 3, seguido con el mayor porcentaje de un 55,6 %, y la puntuación más alta con un 33.3 %, observando que tiene buena aceptación para el estudio de temas cuando sea necesario.

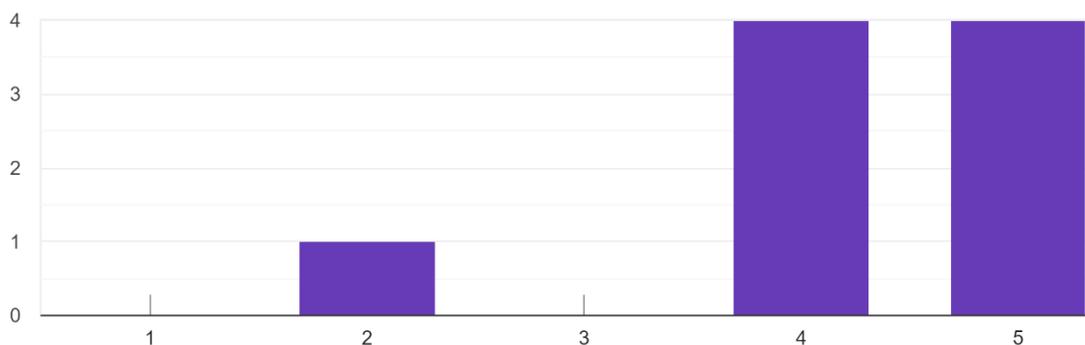


Figura 37. Escala de porcentaje del App como aprendizaje, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Siguiendo con la misma escala, como se observa en la Figura 46, la aplicación se utiliza para el refuerzo del aprendizaje, con un 44.4 %, puntuando con cinco, con este mismo porcentaje, pero en la escala del cuatro, y finalmente con una puntuación de dos, con una valoración de 11.1 %, demostrando de manera general que, las temáticas incluidas en el aplicativo refuerzan el aprendizaje.

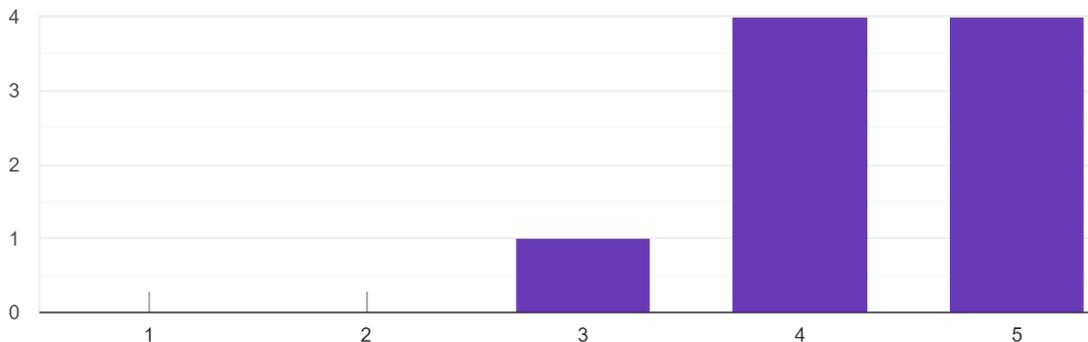


Figura 38. Escala de porcentaje en comparación con resultados, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Utilizar la aplicación para comparar un resultado teórico previo, la utilizarían el 44.4 % de los estudiantes, con una puntuación máxima, seguido, con el mismo porcentaje, pero con una puntuación de cuatro, y posteriormente, el 11.1 % de los estudiantes puntuaron con tres, lo que indica que la gran parte de los estudiantes compararían un valor teórico con el resultado arrojado en la aplicación, como lo demuestra la Figura 47.

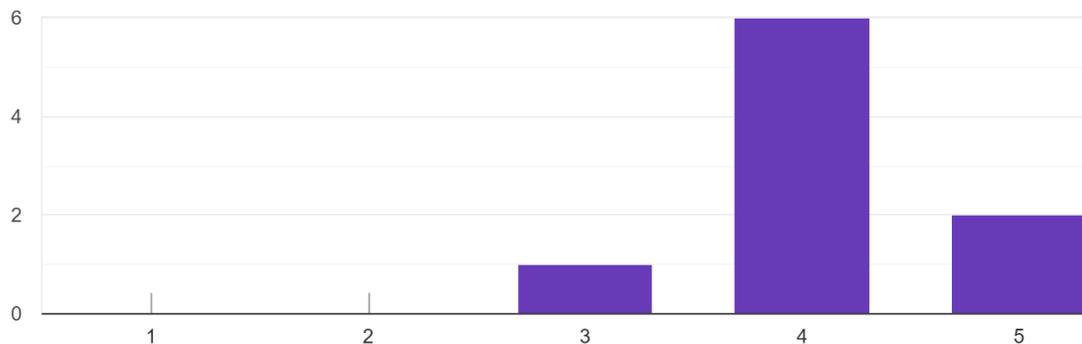


Figura 39. Escala de porcentaje para el uso del App sin importar el contexto, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

En cuanto a su utilización sin importar la hora o lugar, el 22.2 % puntúan en la escala máxima de cinco, seguido de un 66.7 % en la escala del cuatro, llevándose la mayoría de porcentaje, y por último el 11.1 % en la escala del tres, de manera general, los estudiantes utilizarían el aplicativo sin importar donde se encuentren, indicado en la Figura 48.

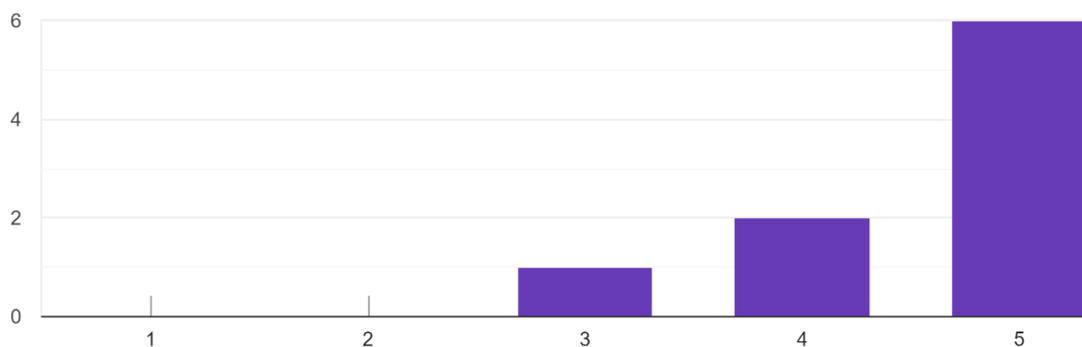


Figura 40. Escala de porcentaje para usar la App sin Internet, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Puntuando con la escala máxima de cinco, el 66.7 % de los estudiantes eligen la aplicación porque no es necesario tener conexión a internet para usarla, seguido con la escala del cuatro y con un 22.2 %, y, por último, el 11.1 % de los estudiantes puntuaron con tres, esto quiere decir que, la mayor parte de los estudiantes puntuó alto, debido a que los resultados que arroja el aplicativo son instantáneos y esta no contiene bases de datos almacenados en la nube, como lo demuestra la Figura 49.

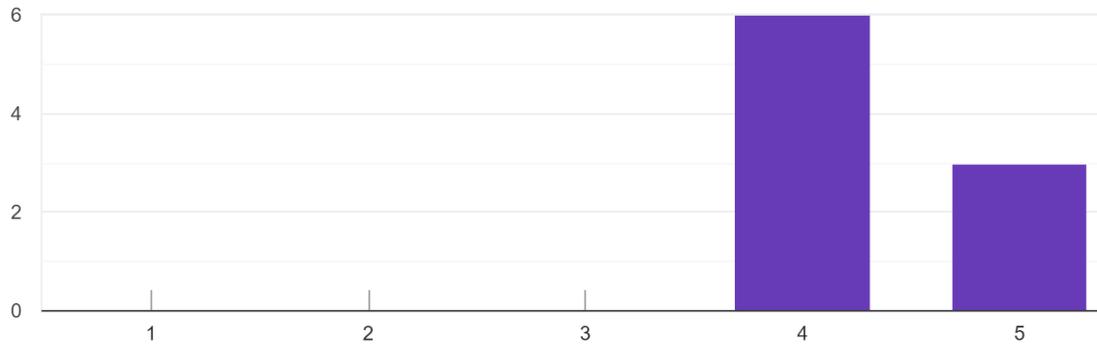


Figura 41. Escala de porcentaje para usar la App sin presencia de docente, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

En la Figura 50, se observa en la escala del cinco y con un porcentaje de 33.3 %, que los estudiantes la utilizarían cuando el docente no está presente por si se genera alguna duda, seguido con una puntuación de cuatro, el 66.7 de los estudiantes, demostrando así, que el aplicativo, puede resolver en gran porcentaje algunas de sus dudas.

Atractivo Visual

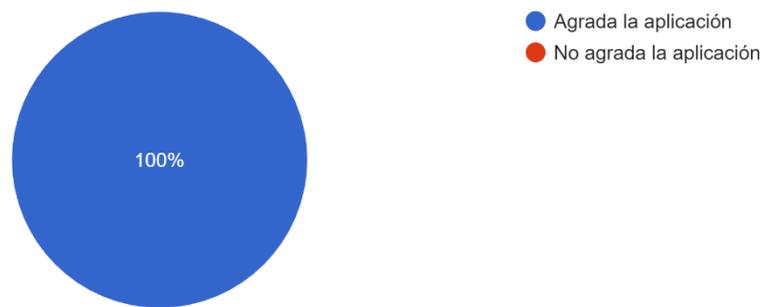


Figura 42. Resultado agrado hacia la App, fuente: encuesta aplicada a los estudiantes del área de electrónica básica de la Universidad de Boyacá, 2021.

Con un 100 % de los estudiantes indicaron que les agrada la aplicación en general, esto se debe a la sencilla interfaz diseñada, como se observa en la Figura 51.

Conclusiones

Es indispensable la creación de un plan de marcha o la especificación de los requisitos, que fueron necesarios para el desarrollo del aplicativo, con esto, se trabajó optimizando el tiempo necesario para la finalización del proyecto, de esta manera, se establecieron las opiniones por parte de los estudiantes, quienes fueron actores fundamentales del problema, satisfaciendo así sus necesidades, además, la utilización de los formularios o encuestas formaron un eje fundamental como herramienta para el conocimiento de los comentarios o sugerencias, cumpliéndolas a cabalidad.

Para la creación del aplicativo móvil es fundamental el diseño de su interfaz gráfica, el software seleccionado hizo posible el ordenamiento, la personalización o navegación entre sus distintas opciones, con esto, los *wireframes* sirven como herramienta importante para la creación del programa, y por supuesto, que dicho diseño óptimo, se pensó para la comodidad del estudiante a la hora de usarse.

La programación orientada a objetos es relevante para la creación de esta aplicación móvil, ya que permitió establecer un orden adecuado en cuanto a las características de cada funcionalidad incluida en esta, cómo son la asignación de identificación a cada clase, así como también, el estableciendo de sus atributos y sus métodos, y mediante los casos de uso y diagramas UML, dando a conocer de manera general cuál es su estructura o relación con otros componentes.

Con la finalización del desarrollo del aplicativo, se realizó nuevamente un estudio diagnóstico a los estudiantes, lo anterior tuvo una gran importancia, ya que se aprobaron en gran medida las soluciones a dichas necesidades, así como también, se evaluaron parámetros esenciales en cuanto a la usabilidad en distintos factores, como: objetivo último del aplicativo, la fluidez, el esfuerzo mental, atracción, entre otras.

Gracias a la creación de los aplicativos móviles se solventaron muchas de las necesidades que tiene el ser humano, dónde hoy por hoy, se convierten en herramientas esenciales de trabajo, simplificando de esta manera, procesos que conllevan al gasto de energía tanto física como mental, además, las herramientas de desarrollo para este tipo de programas son cada vez más fáciles de manejar, logrando de esta manera tener la tecnología a nuestro favor y alcance de todos.

Referencias

- Albornoz, M. C. (2014, octubre). Diseño de interfaz gráfica de estudiante. *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Recuperado de <https://cutt.ly/mA8r30H>
- Bellas, F. G., Unanue, R. M., & Fernández, V. D. F. (2016). Lenguajes de programación y procesadores. *Centro de Estudios Ramón Areces*. Recuperado de <https://cutt.ly/PA8tbwh>
- Benbourahla, N. (2015). Android 5: Principios del desarrollo de aplicaciones Java. *Eni*. Recuperado de <https://cutt.ly/xA8tJtY>
- Cadavieco, J. F., Sevillano, M., & Amador, M. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (41), 197-210. Recuperado de <https://cutt.ly/YA8t08K>
- Delía, L. N. (2017). *Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de <https://cutt.ly/oA8yoID>
- Escribano Álvarez, D. (2016). *Desarrollo de un diagrama de casos de uso mediante el software ArgoUML*. Recuperado de <https://cutt.ly/RA8yznB>
- Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20-35. Recuperado de <https://cutt.ly/cA8yWii>
- Goytia, L. L., & González, Á. G. (2014). Programación orientada a objetos C++ y Java. *Grupo Editorial Patria*. Recuperado de <https://cutt.ly/sA8uTDA>
- Hohensee, B. (2014). Introducción a Android Studio. Incluye proyectos reales y el código fuente. *Babelcube Inc*. Recuperado de <https://cutt.ly/rA8uJcJ>
- Novikova, A.P. y Abarov, R.V. (2019). *El uso de herramientas de creación de prototipos en el funcionamiento de modelos de simulación* (Tesis doctoral). Universidad Bielorrusa, Rusia. Recuperado de <https://cutt.ly/RA8pUAd>
- Pérez García, M. Á. (2014). Instrumentación electrónica. *Paraninfo*. Recuperado de <https://cutt.ly/aA8p1Ln>
- Rodríguez, R., Hidalgo, L. T., & Escalona, L. G. (2010). Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas. *Ciencias Holguín*, 11(1). Recuperado de <https://cutt.ly/YA8aheP>

- Rojas Basilio, R. C., & Ferrer Santos, Y. B. (2018). Empleo de DFD para el diseño de diagramas de flujo para mejorar los aprendizajes constructivistas en el área de educación para el trabajo de los alumnos del quinto año de la Institución Educativa Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco. *Chaupimarca*. Recuperado de <https://cutt.ly/6A8ac9H>
- Soriano, F. (2017). Diagramas. *Astrágalo: cultura de la arquitectura y la ciudad*, (22), 163-167. Recuperado de <https://cutt.ly/QA8a3NG>
- Yoc Ortiz, B. C. (2018). *Mejora en el diseño de la aplicación móvil" Guía USAC" aplicando el modelo UX (Experiencia del usuario)* (Tesis doctoral). Universidad de San Carlos, Guatemala. Recuperado de <https://cutt.ly/SA8slAc>