



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CARRERA:** ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA:** Diseño e implementación de una lámpara con tecnología touch screen y luces con tecnología led en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito.

**AUTOR:** Daniel Ricardo Lema Moya

**TUTOR:** Ing. José Robles Salazar Mg.

Año 2014

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declara que los contenidos de este trabajo de titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D. M., Octubre 2014

AUTOR

---

Sr. Daniel Ricardo Lema Moya  
CC.: 1717667560

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación de carrera certifico:

Que el trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÁMPARA CON TECNOLOGÍA TOUCH SCREEN Y LUCES CON TECNOLOGÍA LED EN EL TALLER DE ARTESANÍAS LOCURAS COUNTRY UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO.”, presentado por el Sr. Daniel Ricardo Lema Moya, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requerimientos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., Octubre 2014

TUTOR

---

Ing. José Robles Salazar Mg.

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el trabajo de titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D. M., Octubre 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

---

PRESIDENTE

---

MIEMBRO 1

---

MIEMBRO 2

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterna gratitud para quienes jamás me permitieron vivir equivocado.

Daniel Ricardo Lema Moya

## **DEDICATORIA**

Detrás de cada línea de llegada, hay una de partida.

Detrás de cada logro, hay otro desafío.

Sigue aunque todos esperen que abandones.

No dejes que se oxide el hierro que hay en ti.

¡No te detengas jamás!

Dedicado a todo aquel que lleva dentro de sí, el deseo ferviente de superación personal, que lo lleve a alcanzar la excelencia, no solamente en el entorno laboral, sino también en su vida personal, ya que un buen profesional es sinónimo de un excelente ser humano.

Daniel Ricardo Lema Moya

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
CAPÍTULO I	3
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	3
1.1. Introducción	3
1.2. Marco Teórico	3
1.2.1. Tecnología LED	3
1.2.2. Diodos LED	3
1.2.3. Funcionamiento del diodo LED	3
1.2.4. Diodos RGB	4
1.2.5. El modelo RGB	5
1.2.6. Características y partes	6
1.2.7. Modulación PWM	7
1.2.8. Tecnología Touch Screen	7
1.2.9. Historia	8
1.2.10. Tipos de pantallas	8
1.2.11. Microcontrolador	9
1.3. Marco Conceptual	9
1.3.1. Características del diodo LED	9
1.3.1.1. Ventajas de la iluminación led	10
1.3.1.2. Desventajas de la iluminación led	11
1.3.2. Pantallas Táctiles Resistivas:	12
1.3.2.1. Ventajas de las pantallas touch	12
1.3.2.2. Desventajas de las pantallas touch	13
1.3.3. Microcontrolador STM32F42	13

CAPÍTULO II	15
<b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO</b>	15
2.1.    Introducción	15
2.2.    Descripción	15
2.3.    Definición del problema	15
2.4.    Justificación de los objetivos	16
2.5.    Hipótesis o idea a defender	17
2.6.    Marco metodológico	17
2.7.    Resultados esperados	19
CAPÍTULO III	20
<b>PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	20
3.1.    Introducción	20
3.2.    Propuesta de solución del problema	20
3.2.1.    Diseño de la etapa mecánica	22
3.2.1.1.    Diseño mecánico decorativo	23
3.2.1.2.    Diseño mecánico de funcionalidades	24
3.2.1.3.    Diseño mecánico del pedestal para sujetar la pantalla de iluminación	25
3.2.1.4.    Diseño mecánico de la pantalla de iluminación	26
3.2.1.5.    Diseño mecánico de la estructura para la matriz electrónica RGB	27
3.2.1.6.    Diseño mecánico de la estructura para el microcontrolador	28
3.2.1.7.    Diseño mecánico de la estructura para la pantalla táctil	29
3.2.1.8.    Diseño mecánico para el cable de alimentación	30
3.2.2.    Diseño de la etapa electrónica	31
3.2.2.1.    Diseño de la etapa de hardware	31
3.2.2.2.    Diseño de software	33
3.3.    Montaje del proyecto	35
3.3.1.    Implementación de la placa del módulo STM32F427	35
3.3.2.    Diagramas PCB de la matriz de diodos RGB	35
3.3.3.    Programación de la lámpara con tecnología LED y TOUCH SCREEN	37
3.3.4.    Pruebas de montaje del proyecto	38
3.4.    Implementación del sistema	40
3.5.    Evaluación técnica	42
3.6.    Pruebas de funcionamiento	43
3.7.    Análisis de resultados	46
3.7.1.    Análisis de resultados de la evaluación técnica	46
3.7.2.    Análisis de resultados de la variación de colores	46
3.7.3.    Análisis de resultados variación de tonalidades de color puro	46



3.7.4. Análisis de resultados variación de tonalidades de color mezclado	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Evaluación técnica .....	42
Tabla 3.2 Variación de colores.....	43
Tabla 3.3 Tonalidad de color puro .....	44
Tabla 3.4 Tonalidad de color mezclado .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Funcionamiento diodo LED.....	4
Figura 1.2 Diodo RGB.....	5
Figura 1.3 Funcionamiento diodo LED.....	5
Figura 1.4 Diodo LED RGB.....	6
Figura 1.5 Modulación PWM.....	7
Figura 1.6 Partes del diodo LED .....	10
Figura 1.7 Pantalla táctil resistiva .....	12
Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema a implementarse.....	20
Figura 3.2 Diseño de la etapa mecánica.....	22
Figura 3.3 Diseño mecánico decorativo .....	23
Figura 3.4 Diseño mecánico de funcionalidades.....	24
Figura 3.5 Diseño mecánico del pedestal para sujetar la pantalla de iluminación.....	25
Figura 3.6 Diseño mecánico de la pantalla de iluminación.....	26
Figura 3.7 Diseño mecánico de la estructura para la matriz electrónica RGB.....	27
Figura 3.8 Diseño mecánico de la estructura para el módulo del microcontrolador .....	28
Figura 3.9 Diseño mecánico de la estructura para la pantalla táctil .....	29
Figura 3.10 Diseño mecánico para el cable de alimentación .....	30
Figura 3.11 Diseño de la etapa de hardware .....	31
Figura 3.12 Diseño de la etapa de iluminación .....	32
Figura 3.13 Módulo STM32F426 .....	35
Figura 3.14 Diagrama PCB matriz RGB.....	36
Figura 3.15 Placa matriz RGB .....	36
Figura 3.16 Entorno de programación.....	37
Figura 3.17 Pruebas iniciales.....	38
Figura 3.18 Pruebas finales .....	38
Figura 3.19 Resultados iniciales .....	39
Figura 3.20 Resultados finales.....	39
Figura 3.21 Montaje del proyecto.....	40
Figura 3.22 Implementación del sistema.....	41

## INTRODUCCIÓN

En la provincia de Pichincha sector sur de la ciudad de Quito, barrio Los Andes, se encuentra ubicado en el taller artesanal Locuras Country, fundada en el año 2004 por la Señora Liz Mariela Moya Pantosin, propietaria del negocio. El taller se dedica principalmente a la fabricación de artesanías elaboradas totalmente a mano, en donde se destacan dos líneas importantes de producción; la pintura en tela y la pintura en tableros de fibra de densidad media, Medium Density Fiberboard, por sus siglas en inglés (MDF), que son el mejor sustituto de la madera por sus diversas aplicaciones y propiedades amigables con el ambiente.

El taller artesanal Locuras Country cuenta con una gama extensa de artesanías en MDF como son: accesorios para cocina, accesorios y adornos para sala, accesorios para dormitorios de adultos y niños, dentro de los cuales como producto principal está la elaboración de lámparas para velador.

A través de los años el hombre ha presentado un cambio en su forma de vida; los conocimientos científicos y tecnológicos que se han logrado acumular y aplicar han sido para su beneficio, y han cambiado su modo de vivir y consumir.

Existe una notable diferencia con el hombre de hace algunas décadas atrás y el hombre moderno, esta diferencia se ha dado debido al desarrollo de la ciencia, que está estrechamente relacionada con las innovaciones tecnológicas, es por eso que se amplía el uso de aplicaciones tecnológicas desde la forma en la que el ser humano se comunica, hasta la inserción de tecnología en los hogares. El taller artesanal Locuras Country ha decidido fusionar el arte que elabora manualmente con la tecnología dentro de su línea de accesorios para dormitorios de adultos y niños, en donde como producto principal está la elaboración de lámparas para velador, al realizar esta implementación los productos finales lograrán ser tecnológicamente atractivos al cliente y aumentará la rentabilidad de la empresa; pero lamentablemente no cuentan con una lámpara con la tecnología necesaria en la cual se apliquen conceptos de encendido táctil que replacen los sistemas mecánicos convencionales, y les gustaría la inclusión de tecnología LED que es amigable con el ambiente para reemplazar las lámparas incandescentes.

## **Objetivo general**

- Diseñar e Implementar una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito.

## **Objetivos específicos**

- Estudiar los diferentes elementos y dispositivos electrónicos que permitirán realizar la implementación de una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito.
- Diseñar una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito, tomando en consideración las especificaciones tanto técnicas, mecánicas y decorativas que requiere el proyecto.
- Realizar la implementación de una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito, utilizando los componentes necesarios para el correcto funcionamiento y desempeño del sistema electrónico.
- Verificar el funcionamiento adecuado del sistema electrónico de la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. **Introducción**

Es sumamente necesario el estudio de los conocimientos base para el entendimiento y comprensión de la implementación del proyecto, que hace énfasis en la tecnología touch screen y la tecnología LED de tipo RGB.

### 1.2. **Marco Teórico**

#### 1.2.1. **Tecnología LED**

La tecnología LED es un sistema de iluminación que presenta muchas ventajas sobre los sistemas convencionales de iluminación actual, es duradero, de bajo consumo, flexible y ecológico.

Actualmente todos los grandes fabricantes de sistemas de iluminación apuestan por esta tecnología que será la principal fuente de luz del futuro. Cada año aparecen en el mercado LED con características mejoradas, son más eficientes, luminosos, seguros, cómodos de usar y, paralelamente a un costo más económico.

La tecnología LED es actualmente la más ecológica de todas las posibles fuentes de luz artificial, en comparación con todos los sistemas existentes para iluminación es el sistema que menos energía consume.

#### 1.2.2. **Diodos LED**

Viene del inglés L.E.D (Light Emitting Diode) traducido como diodo emisor de luz. Se trata de un cuerpo semiconductor sólido de gran resistencia que al recibir una corriente eléctrica de muy baja intensidad, emite luz de forma eficiente y con alto rendimiento.

El color, determinado por la longitud de onda, tiene dependencia del material semiconductor que se utiliza en la construcción de los diodos, variando desde el ultravioleta, hasta el infrarrojo.

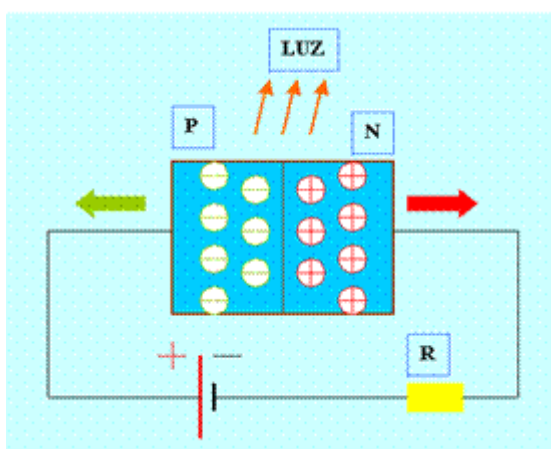
#### 1.2.3. **Funcionamiento del diodo LED**

El funcionamiento se describe a continuación:

Cuando un electrón va desde la banda de conducción hasta la banda de valencia, pierde su energía, dicha energía se transforma en potencia desperdiciada, calor por ejemplo.

Cuando se polariza directamente al diodo LED se consigue que por la unión (PN), se inyecten huecos en el material tipo N y electrones en el material tipo P, de esta manera los huecos de la zona P se desplazan hasta la zona N y los electrones de la zona N van hacia la zona P, produciendo una inyección de portadores minoritarios.

En la figura 1.1 se muestra la polarización directa de un diodo y su funcionamiento físico.

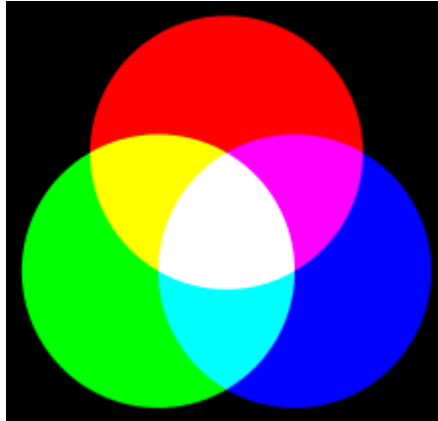


**Figura 1.1** Funcionamiento diodo LED

**Fuente:** (Iluminet, 2013)

#### 1.2.4. Diodos RGB

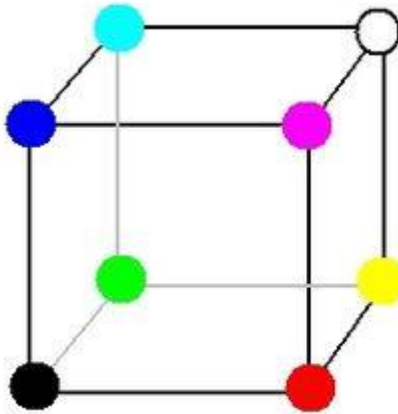
Las siglas RGB en inglés pertenecen a los colores, red, green y blue, que en español corresponde a los colores rojo, verde y azul; el modelo RGB es basado en la síntesis aditiva, con lo cual es posible representar un color con la mezcla por adición de los colores primarios



**Figura 1.2** Diodo RGB

**Fuente:** (Iluminet, 2013)

En la figura 1.3 se puede observar un cubo RGB, que indica los colores primarios y los secundarios formados por este modelo, y donde también se indica el color blanco que es la mezcla de los tres colores primarios, y de manera opuesta se encuentra el negro que es la ausencia de los tres colores primarios en este modelo, el color cian es secundario y se obtiene de la mezcla del verde y el azul, el magenta se obtiene de la mezcla del rojo y el azul, el amarillo se obtiene de la mezcla del rojo y del verde.



**Figura 1.3** Funcionamiento diodo LED

**Fuente:** (Iluminet, 2013)

#### 1.2.5. El modelo RGB

Es conocido como un espacio de color aditivo, debido a que cuando la luz de dos fuentes de diferentes frecuencias viajan juntas, con respecto al



punto de vista del observador, entonces estos dos colores son sumados y forman un nuevo color según lo expuesto.

Los colores, rojo, verde y azul, fueron asignados como primarios debido a que estos corresponden a los tres tipos de conos sensitivos de la retina del ojo humano, y éstos son en las siguientes medidas; 65% sensible al color rojo, 33% sensible al color verde y 2% sensible al color azul.

#### 1.2.6. Características y partes

Un led RGB es un pequeño diodo emisor de luz que está formado internamente por tres led de similares características pero de distintos colores, rojo, verde y azul, siendo éste el led que ha revolucionado en la actualidad, a tal punto que ya se permiten aplicaciones en una gran parte del sector comercial.

Estos nuevos led tienen grandes atributos y ventajas sobre otros sistemas de iluminación, los cuales se nombra a continuación:

- Bajo consumo de energía
- Alta eficiencia del color
- Vida útil extremadamente larga
- Pequeñas dimensiones
- Alta resistencia al impacto y a las vibraciones
- Ausencia de radiaciones IR/UV
- Poca generación de calor
- Distribución direccional de la luz

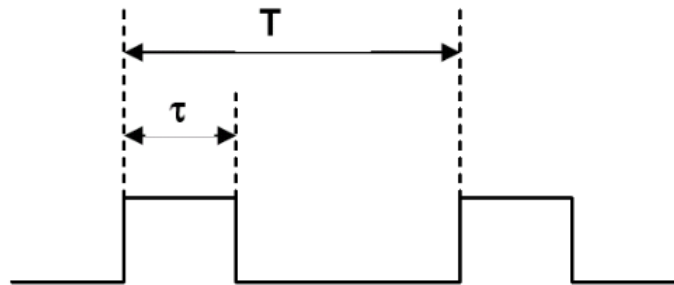


**Figura 1.4** Diodo LED RGB

**Fuente:** (Illuminet, 2013)

### 1.2.7. Modulación PWM

Una señal PWM (Modulador de Ancho de Pulso) es una onda cuadrada de periodo constante ( $T$ ) y ancho de pulso variable ( $t$ ). En una señal PWM se trabaja con relaciones de trabajo, que representan el ancho de pulso con respecto al periodo. Lo que hace básicamente un PWM es variar el “ancho de pulso” de manera que el tiempo en alto disminuya o aumente y en proporción inversa, el tiempo de baja aumente o disminuya, pero eso sí manteniendo el periodo ( $T$ ) constante.



**Figura 1.5** Modulación PWM

**Fuente:** (Iluminet, 2013)

### 1.2.8. Tecnología Touch Screen

Una pantalla táctil es aquella que mediante un toque sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, a su vez permite visualizar los resultados introducidos previamente, actuando como un periférico de entrada de datos y salida de datos.

El contacto en la pantalla táctil se lo puede realizar por medio de un lápiz óptico u otras herramientas que sirven para el mismo propósito. En la actualidad hay pantallas táctiles de diferentes tipos que sirven para un sin número de aplicaciones sobre todo en los dispositivos modernos.com son LCD, monitores y televisores CRT, teléfonos celulares, etc.

### 1.2.9. **Historia**

Las pantallas táctiles se hicieron populares por su uso en dispositivos de la industria, ordenadores públicos (como exposiciones de museos, pantallas de información, cajeros automáticos de bancos, etc.) donde los teclados y los ratones no permiten una interacción satisfactoria, intuitiva, rápida, o exacta del usuario. (Wikimedia Inc., 2014)

Desde finales del siglo XX y especialmente en los comienzos del XXI alcanzan un uso habitual en la mayoría de los dispositivos con pantalla: monitores de computadora, teléfonos móviles, tabletas, etc.

La gran mayoría de las tecnologías de pantalla táctil significativas fueron patentadas durante las décadas de 1970 y 1980 y actualmente han expirado. Este hecho ha permitido que desde entonces los diseños de productos y componentes que utilizan dichas tecnologías no estén sujetos al pago de regalías, lo que ha permitido que los dispositivos táctiles se hayan extendido más fácilmente. (Wikimedia Inc., 2014)

Con la creciente aceptación de multitud de productos con una pantalla táctil integrada, el costo marginal de esta tecnología ha sido rutinariamente absorbido en los productos que las incorporan haciendo que prácticamente desaparezca. Como ocurre habitualmente con cualquier tecnología, el hardware y el software asociado a las pantallas táctiles ha alcanzado un punto de madurez suficiente después de más de tres décadas de desarrollo, lo que le ha permitido que actualmente tengan grado muy alto de fiabilidad. Como tal, las pantallas táctiles pueden hallarse en la actualidad en aviones, automóviles, consolas, sistemas de control de maquinaria y dispositivos de mano de cualquier tipo. (Wikimedia Inc., 2014)

### 1.2.10. **Tipos de pantallas**

Según la tecnología que requiera la aplicación, existen dos tipos principales de pantallas táctiles, las resistivas y las capacitivas.

### 1.2.11. **Microcontrolador**

El microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración de periféricos que contiene las partes funcionales de un computador.

- CPU (Central Processor Unit o Unidad de Procesamiento Central).
- Memorias volátiles (RAM), para datos.
- Memorias no volátiles (ROM, PROM, EPROM), para escribir el programa.
- Líneas de entrada y salida para comunicarse con el mundo exterior.
- Algunos periféricos (comunicación serial, temporizador, conversor A/D, etc.).

Es decir, el microcontrolador es un computador integrado en un sólo circuito integrado (chip).

Integra todos los elementos antes mencionados en un sólo dispositivo (circuito integrado), para el desarrollo de aplicaciones importantes en la industria debido a que logra economizar tiempo, espacio y materiales.

## 1.3. **Marco Conceptual**

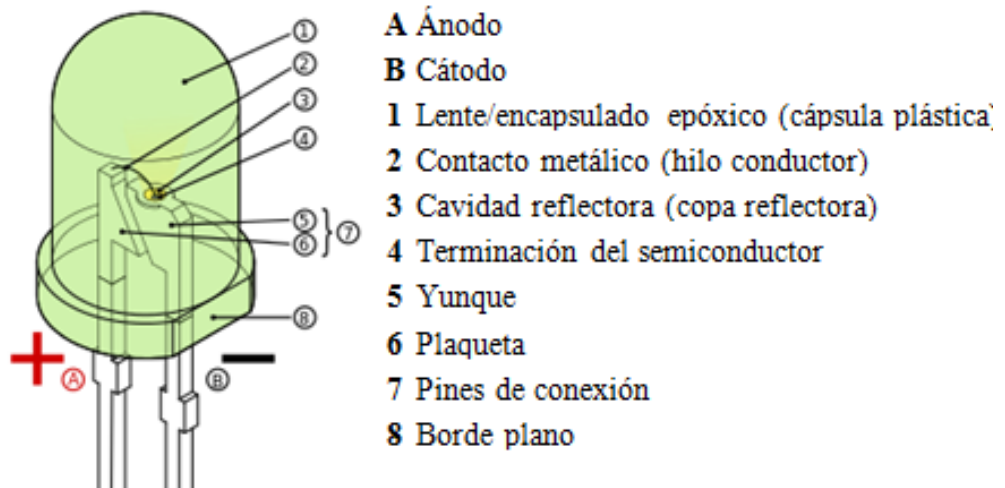
### 1.3.1. **Características del diodo LED**

Para obtener la intensidad de luz requerida es necesario escoger correctamente la corriente que debe circular por el led.

Se debe tener en cuenta que el voltaje de operación está en el rango de 1,8 V a 3,8 V aproximadamente, dicho rango está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emitirá el diodo.

Los valores generales de corriente de polarización para un led están entre los 10 mA y los 40 mA.

La tecnología de iluminación LED se encuentra posesionada en el mercado actual, razón por la cual se puede incorporar LED en la mayoría de los dispositivos de iluminación como son: iluminación para casas, oficinas, luces de semáforos, iluminación de automóviles, teléfonos celulares, entre otros.



**Figura 1.6** Partes del diodo LED

**Fuente:** (Scribd Inc, 2014)

Para obtener la intensidad de luz adecuada es necesario escoger correctamente la corriente que debe circular por el led.

Se debe tener en cuenta que el voltaje de operación está en el rango de 1,8 V a 3,8 V aproximadamente, dicho rango está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emitirá el diodo.

Los valores generales de corriente de polarización para un led están entre los 10 mA y los 40 mA.

La tecnología de iluminación LED se encuentra posesionada en el mercado actual, razón por la cual se puede incorporar LED en la mayoría de los dispositivos de iluminación como son: iluminación para casas, oficinas, luces de semáforos, iluminación de automóviles, teléfonos celulares, entre otros. Debido a su reducido tamaño, alta luminosidad luz y la capacidad para variar sus colores, son cada vez más usados. Además, con respecto a la iluminación tradicional de lámparas incandescentes o fluorescentes los led tienen varias ventajas que los convierte el sustituto ideal en la iluminación en los hogares e industrias.

#### 1.3.1.1. **Ventajas de la iluminación led**

**Mayor eficacia energética.** Los LED consumen menor cantidad de electricidad, razón por la cual el ahorro en los pagos mensuales es considerable, sobre todo al usar la iluminación LED de forma permanente.

**Mayor vida útil.** La vida útil de una lámpara LED está alrededor de las 40000 horas en comparación a las 2000 horas que ofrece una bombilla o foco. Siendo así la iluminación LED muy superior en rendimiento a las bombillas incandescentes actuales.

**Amigables con el ambiente.** Las bombillas o focos incandescentes están elaborados a base de tungsteno y los fluorescentes a base de mercurio, ambos son productos tóxicos que pueden ocasionar contaminación y daños en el ser humano al ser inhalados por accidente. Los LED son reciclables y de una textura sólida que no genera contaminación.

**No generan calor.** Al contrario de las bombillas normalmente usadas, los LED no generan calor, lo que evita el desperdicio de energía y potencia, permitiendo su uso en lugares en donde el calor generado sea perjudicial.

**Bajo mantenimiento.** La larga vida de los LED evita el mantenimiento periódico.

#### 1.3.1.2. Desventajas de la iluminación led

**Ángulo de iluminación.** A diferencia de las lámparas incandescentes, la iluminación del LED es mucho más directiva, para que iluminen lateralmente los fabricantes se ven en la necesidad de realizar diseños con varios LEDs lo que causa el encarecimiento de la lámpara, pero que poco a poco se está solucionando este inconveniente con lentes que dispersan la luz en varias direcciones.

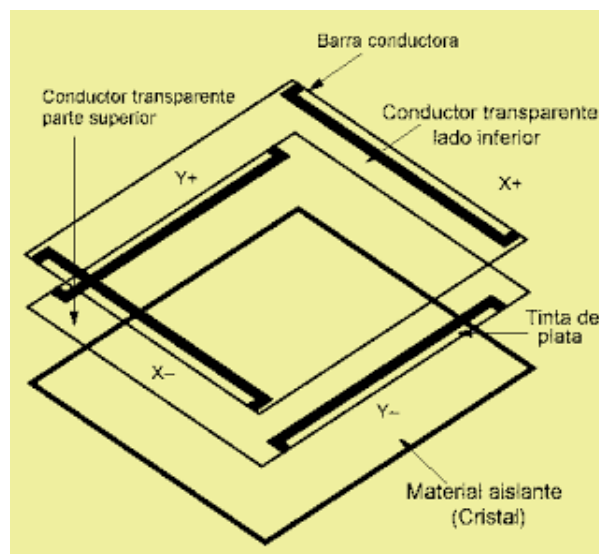
**Mayor eficiencia para la luz blanca** El LED presenta mayor luminosidad cuando emite luz de color blanca, para obtener luz más amarilla tienen que ser mezclada con otro color dando como resultado la disminución de su rendimiento lumínico ligeramente.

**Intensidad lumínica** Su intensidad lumínica va disminuyendo con el paso del tiempo, la intensidad de luz va disminuyendo a medida que el LED alcanza su vida prevista de 25000 horas, reduciendo su intensidad al 70% menos que la original.

### 1.3.2. Pantallas Táctiles Resistivas:

Son la más utilizadas debido a su bajo costo, entre sus características principales se tiene; no les afectan el polvo ni el agua de mar, además de contar con una gran precisión, pueden ser usadas con un lápiz plástico o puntero, o simplemente con el dedo.

Sin embargo, poseen menor brillo y son más gruesas, razón por la cual están siendo sustituidas para su uso en los dispositivos móviles que necesitan menor tamaño y peso, además de necesitar mayor brillo por la posibilidad de estar expuestos a la luz directa del sol.



**Figura 1.7** Pantalla táctil resistiva

**Fuente:** (Yanni Capuzzi, 2011)

#### 1.3.2.1. Ventajas de las pantallas touch

- Facilidad de uso.
- Sistema intuitivo para manejar cualquier elemento electrónico.
- Amplia gama de sectores en la cual puede ser aplicada dicha tecnología.
- Disminución del uso de periféricos de entrada como teclados, mouse, etc.

### 1.3.2.2. **Desventajas de las pantallas touch**

- Dependiendo del tamaño de la pantalla, el tamaño de los dedos de la persona que la usa puede convertirse en un problema.
- Delicadas al sol y a la suciedad.
- Fragilidad ante golpes

### 1.3.3. **Microcontrolador STM32F42**

El microcontrolador STM32F427, es un dispositivo basado en la tecnología ARM de alto rendimiento, cuenta con una arquitectura RISC, Ordenador con Conjunto Reducido de Instrucciones (Reduced Instruction Set Computer), desarrollada por ARM Holdings. La arquitectura ARM es el conjunto de instrucciones de 32 bits mayormente utilizado en el mercado. Desarrollada originalmente por Acorn Computers para el uso en ordenadores portátiles, los primeros productos basados en ARM eran los módulos Acorn Archimedes, lanzados en 1987.

La simplicidad de los procesadores ARM los convierte en ideales para aplicaciones de baja potencia. Como resultado, se han convertido en los más utilizados en el mercado de la electrónica para dispositivos móviles, se encuentran embebidos en microprocesadores y microcontroladores pequeños, de bajo consumo y relativamente bajo costo económico. En el año 2005, cerca del 98% de los más de mil millones de teléfonos celulares utilizaban al menos un procesador ARM. Desde el año 2009, los procesadores ARM fueron aproximadamente el 90% de todos los procesadores RISC de 32 bits integrados y se utilizaron ampliamente en la electrónica de consumo masivo, incluyendo los PDA, tablets, teléfonos inteligentes o smartphones, videojuegos, calculadoras, reproductores digitales de música, etc.

Las línea STM32F427 está diseñada para aplicaciones médicas, industriales y de consumo donde se requiere un alto nivel de integración y rendimiento, contiene además memorias y periféricos incrustadas que hacen posible que el módulo apenas alcance un tamaño de 10 x 10 centímetros de longitud.

No utiliza estados de espera debido a su acelerador ART ST. Las instrucciones de DSP y la unidad de punto flotante ayudan en la ampliación de la gama de aplicaciones direccionables.



Para mayor eficiencia en la parte energética se utiliza los procesos de acelerador ART y el escalado de energía dinámica que juntos permiten un óptimo consumo de corriente tanto en modo de ejecución como en modo de parada, alcanzando los 260 mA a 180 MHz. En modo de parada, el consumo de energía es de 100  $\mu$ A, esto es 3 veces menor en comparación con modelos anteriores.

El STM32F427 cuenta con un procesador ARM FPU de última generación para sistemas embebidos. Fue desarrollado para proporcionar una plataforma de bajo costo que satisface las necesidades de aplicaciones MCU, con un recuento de pin reducido y bajo consumo de energía, mientras que la entrega de excepcional rendimiento computacional y una respuesta avanzada a las interrupciones.

El ARM  $\text{\textcircled{R}}$  corteza  $\text{\textcircled{R}}$ -M4 con núcleo de FPU es un procesador RISC de 32 bits que ofrece excepcional código de la eficiencia, la entrega de la de alto rendimiento que se espera de un núcleo ARM en la memoria tamaño asocia generalmente con 8 - y los dispositivos de 16 bits.

El procesador es compatible con una serie de instrucciones DSP que permiten el procesamiento de señales eficiente y ejecución del algoritmo complejo.

Su FPU precisión simple (unidad de coma flotante) se acelera el desarrollo de software mediante el uso de herramientas de desarrollo de metalenguaje, evitando la saturación.

La familia STM32F42x es compatible con todas las herramientas ARM y software. El diagrama de bloques general de la familia STM32F42x. Cortex-M4 con núcleo de FPU es compatible a nivel binario con el núcleo Cortex-M3. El diagrama de bloques del dispositivo se lo puede encontrar en el ANEXO N $^{\circ}$  1.

## CAPÍTULO II

### DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

#### 2.1. Introducción

Se trata la temática necesaria para la correcta resolución del problema realizando énfasis en los requerimientos tanto mecánicos como electrónicos y aquellos recursos e insumos que serán necesarios para realizar el proyecto de la manera más adecuada.

#### 2.2. Descripción

El presente proyecto se trata de la elaboración de una lámpara con tecnología touch screen y luces con tecnología led, la misma que controlará la intensidad de las luces y el juego de colores de los diodos led de tipo RGB, mediante la pantalla touch screen en la que se tendrá los botones necesarios para realizar dichas operaciones, utilizando un sistema de control basado en un microcontrolador.

#### 2.3. Definición del problema

##### **Problema Principal**

En el taller de artesanías LOCURAS COUNTRY, no existe una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED.

##### **Problemas Secundarios**

¿Se puede estudiar los diferentes elementos y dispositivos electrónicos que permitirán realizar la implementación de una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito?

¿Se puede diseñar una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en

la ciudad de Quito, tomando en consideración las especificaciones tanto técnicas, mecánicas y decorativas que requiere el proyecto?

¿Se puede realizar la implementación de una lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito, utilizando los componentes necesarios para el correcto funcionamiento y desempeño del sistema electrónico?

¿Se puede verificar el funcionamiento adecuado del sistema electrónico de la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED?

#### 2.4. **Justificación de los objetivos**

Al realizar el estudio de los diferentes elementos y dispositivos electrónicos que permitan realizar la implementación de la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED se contará con todas las herramientas adecuadas y los elementos o dispositivos electrónicos necesarios para iniciar la implementación optimizando los recursos existentes.

Cuando se diseñe la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED, se tomará en consideración las especificaciones técnicas en las cuales se enfatiza los beneficios en la eficiencia de consumo energético y la mayor vida útil que permite la tecnología led en comparación con las lámpara incandescentes, además de la capacidad y características de iluminación direccional que presentan los led hace posible que la lámpara ilumine la zona requerida a diferencia de los incandescentes que están diseñados para abarcar toda el área de iluminación, otra consideración importante a tomar en cuenta en la tecnología led es su bajo impacto ambiental a diferencia de los focos incandescentes y fluorescentes debido a que contienen pequeñas cantidades de mercurio en su interior que puede causar envenenamiento al romperse. Los diodos led no contienen mercurio o gases perjudiciales para la salud y debido a su tamaño compacto son más duraderos que los fluorescentes, en cuanto a las consideraciones de tipo decorativo se ha tomado en cuenta las prestaciones de servicios para que aparte de ser un

producto tecnológicamente atractivo cuente con un valor agregado de utilidad.

Al realizar la implementación de la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED, se utilizarán los componentes electrónicos necesarios que se adapten a la estructura tanto mecánica como decorativa de la lámpara, en donde se usarán elementos electrónicos con tecnología de montaje superficial, es decir de tipo SMD (Surface Mount Device), por sus siglas en el idioma inglés, para optimizar el espacio reducido que se tiene en el área de la pantalla de iluminación y así cumplir con la especificaciones estéticas que son fundamentales para el producto sea vistoso y atractivo.

Al realizar las pruebas de verificación en el funcionamiento del sistema electrónico de la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED, se ha tomado en cuenta la verificación exhaustiva en los dos puntos principales de funcionamiento, en cuanto a las luces led se ha encendido el sistema por largos períodos de tiempo para verificar su estabilidad y en lo referente a la pantalla touch se ha logrado controlar adecuadamente la luces mediante los pulsadores de tipo táctil.

## 2.5. **Hipótesis o idea a defender**

Cuando se implemente la lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED en el taller de artesanías Locuras Country ubicada en la ciudad de Quito se logrará obtener un menor consumo energético.

### **Variables**

- Dependiente: Lámpara con tecnología TOUCH SCREEN y luces con tecnología LED.
- Independiente: Consumo energético.

## 2.6. **Marco metodológico**

El presente proyecto se dividió por etapas, y cada una utilizó un método de investigación como sigue:

En la primera etapa que hace referencia a la recopilación de toda la información necesaria para realizar el proyecto, utilizando el método de análisis y síntesis.

En la segunda etapa del proyecto se realiza el diseño, en donde se utilizó el método de modelación, para realizar de forma adecuada el planteamiento y la esquematización del proyecto y que además se adapte a los requerimientos solicitados.

En la tercera etapa que es la de elaboración o implementación, se utilizó el método experimental, para realizar las diferentes pruebas de construcción y verificación del correcto funcionamiento del proyecto.

Al iniciar el proceso investigativo se utilizó una entrevista con preguntas abiertas como técnica de investigación, la cual fue realizada a la propietaria del Taller de Artesanías LOCURAS COUNTRY dentro de las instalaciones del mismo ubicadas al sur de la ciudad de Quito. El formato utilizado en la entrevista es el siguiente:

### **ENTREVISTA TALLER ARTESANAL LOCURAS COUNTRY UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**Entrevistado:**

**Entrevistador:**

**Fecha:**

**Entrevistador:** ¿Por qué decidió implementar la tecnología led y la tecnología táctil en sus lámparas decorativas?

**Entrevistado:**

**Entrevistador:** ¿Cree usted que va a mejorar sus productos con la implementación de tecnología táctil y tecnología led?

**Entrevistado:**

**Entrevistador:** ¿Cree usted que la tecnología led y la táctil podrá reemplazar a las lámparas de luz incandescente y con encendido mecánico?

**Entrevistado:**

**Entrevistador:** ¿Le gustaría tener un sistema tecnológico de luces led y encendido táctil para ser implementado en nuevos diseños de lámpara decorativas?

**Entrevistado:**

La entrevista se la puede visualizar en el ANEXO N° 2, y los resultados se los presenta a continuación.

### **Interpretación de resultados**

Se debe tomar en cuenta que los avances tecnológicos de hoy en día hacen posible obtener productos que predominan sobre otros que no llevan tecnología o presentan ciertos mecanismos que parecerían obsoletos en comparación con las tendencias tecnológicas actuales, al implementar tecnología, tanto led como táctil dentro de la lámpara de fabricación artesanal la propietaria del taller LOCURAS COUNTRY piensa que al fusionar el arte que se elabora manualmente con la tecnología se logrará obtener un producto novedoso y tecnológicamente innovador, mejorando sus productos y haciéndolos competitivos en el mercado por las prestaciones de ahorro de energía que presentan las luces de tipo led y las pantallas de tipo táctil que se han convertido en una tendencia por su uso en la mayorías de dispositivos modernos, reemplazando a los mecanismos de encendido e iluminación hasta ahora utilizados por el taller artesanal, contando con una base tecnológica para ser implementada en varios modelos personalizados de lámparas decorativas.

#### **2.7. Resultados esperados**

Una vez que el proyecto esté implementado servirá para elevar la calidad de los productos terminados en el taller de artesanías LOCURAS COUNTRY, obteniendo así mayor eficiencia en el consumo energético de sus lámparas decorativas, mediante la inclusión de tecnología de punta y vanguardista, como son las luces de tipo led RGB para la parte de iluminación, y la tecnología táctil que se utilizará para el control de la intensidad luminosa y para la mezcla de colores de las luces tipo led RGB, y por consiguiente se logrará satisfacer las necesidades tanto del mercado nacional como internacional.

Además puede servir como base tecnológica para ser implementada en otros diseños y estructuras de lámparas decorativas dentro de la extensa línea de producción con que la empresa cuenta, para impulsar sus diferentes motivos decorativos y personalizados. Este proyecto puede servir también como tema de consulta para estudiantes y profesionales que estén interesados en realizar implementaciones con dicha tecnología.

## CAPÍTULO III

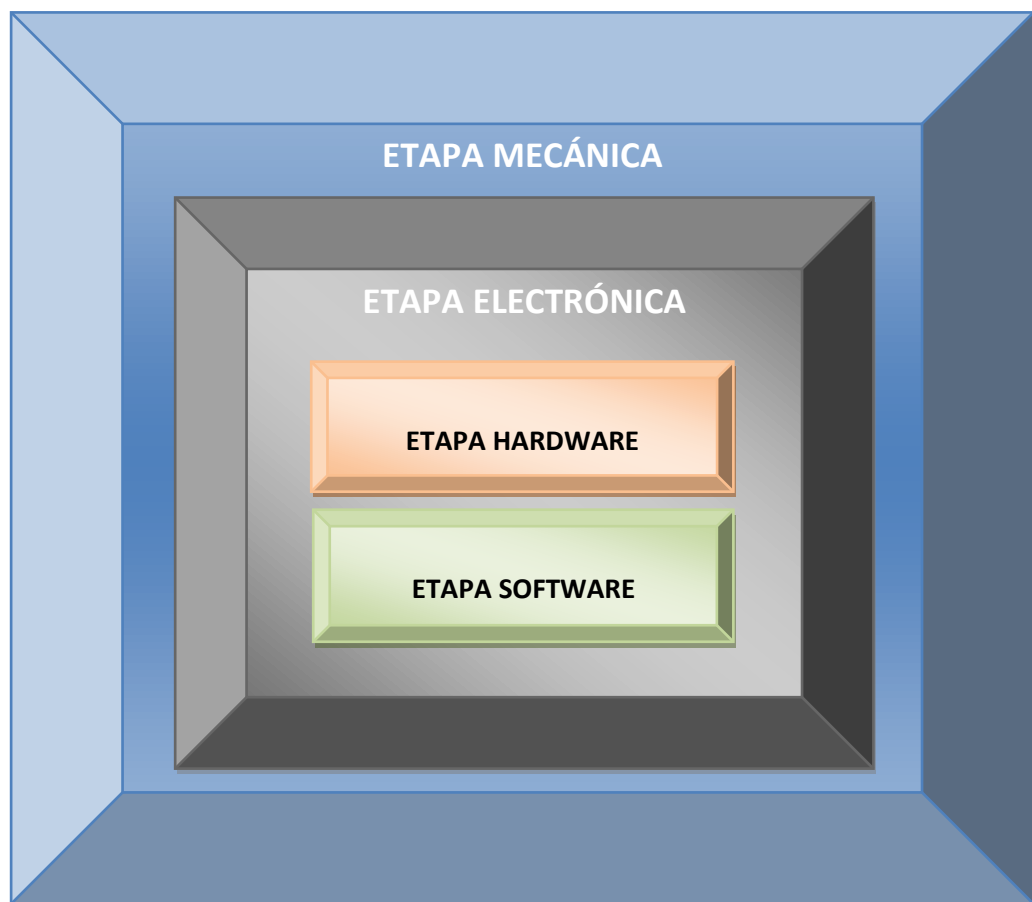
### PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Introducción

Se tratará la temática necesaria para la correcta resolución del problema identificando los requerimientos tanto mecánicos como electrónicos y aquellos recursos e insumos que serán necesarios para realizar el proyecto de la manera más eficiente.

#### 3.2. Propuesta de solución del problema

A continuación el diagrama general de bloques planteado para la solución del problema.



**Figura 3.1** Diagrama de bloques del sistema a implementarse

**Fuente:** Investigador

## **Etapa Mecánica**

La etapa mecánica servirá para alojar todos los componentes electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Se analizó la estructura para que la lámpara con tecnología touch y LED logre el correcto funcionamiento, desempeño y funcionalidad según los requerimientos del proyecto.

Se realizó el análisis de los requerimientos establecidos para la elaboración de la lámpara con tecnología touch screen y luces con tecnología led, los mismos que se detalla a continuación:

- Tipo de la estructura: Estructura para lámpara de velador
- Tipo de material predominante: Tablero de fibra de densidad media (MDF)
- Microprocesador: STM32F427
- Dimensiones de pantalla touch screen: 6 cm x 5 cm
- Tipo de iluminación : Iluminación con tecnología RGB
- Programación necesaria para el funcionamiento
- Diseño de pantalla táctil: Botones para control de luces
- Diseño mecánico funcional y utilitario

## **Etapa Electrónica**

La etapa electrónica se dividirá en etapa de hardware y software.

### **Etapa de Hardware**

La etapa de hardware se refiere a todos los elementos electrónicos necesarios para formar la circuitería con la cual se logrará realizar el control de las luces led RGB.



### Etapa de Software

La etapa de software facilitará realizar las instrucciones para programar el microcontrolador, esto hará posible la ejecución de las tareas necesarias para que el sistema funcione correctamente.

#### 3.2.1. Diseño de la etapa mecánica

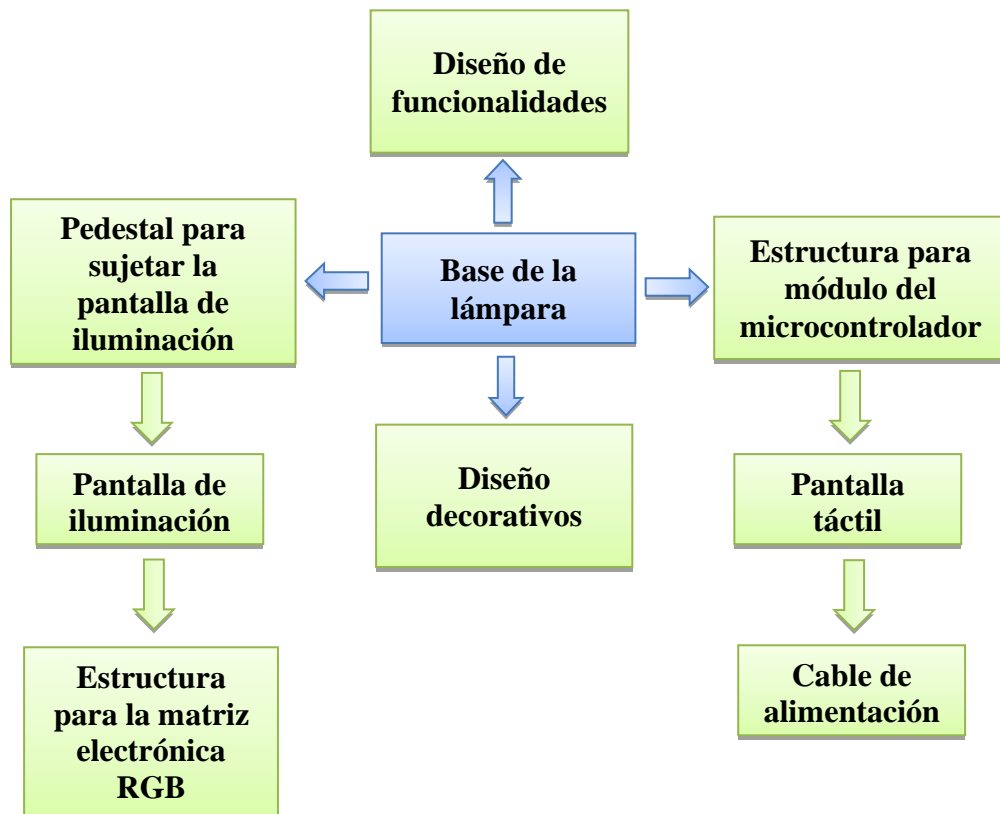


Figura 3.2 Diseño de la etapa mecánica

Fuente: Investigador

### 3.2.1.1. Diseño mecánico decorativo



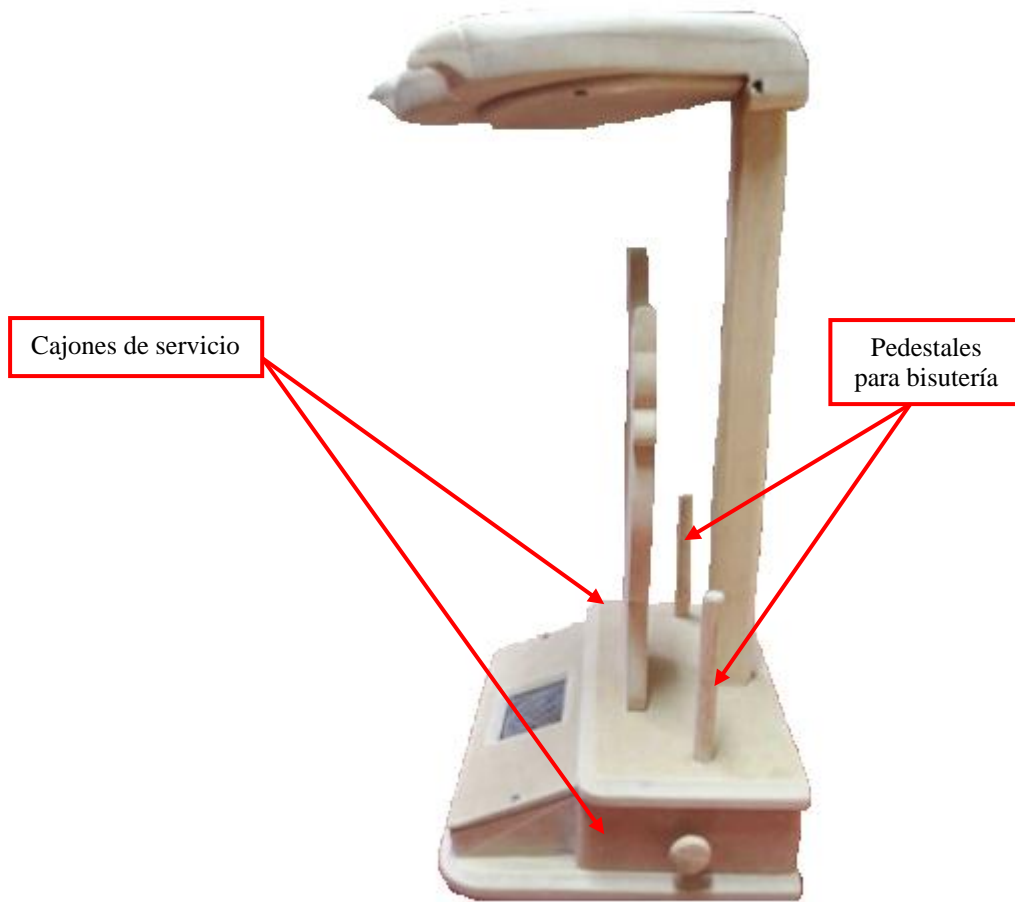
Imagen decorativa  
"GATA"

**Figura 3.3** Diseño mecánico decorativo

**Fuente:** Investigador

El diseño escogido para la elaboración de la lámpara corresponde al producto o imagen decorativa con mayor venta en el taller de artesanías LOCURAS COUNTRY, " la gata ", la misma que cuenta con una estructura para la iluminación en forma de garra o pata de gato que va acorde y en combinación del diseño del proyecto.

### 3.2.1.2. Diseño mecánico de funcionalidades



**Figura 3.4** Diseño mecánico de funcionalidades

**Fuente:** Investigador

Se ha realizado el diseño de la parte mecánica tomando en cuenta las funcionalidades requeridas para el proyecto, en este caso se ha incluido dos cajones de servicio en los costados de la lámpara, mismo que servirán para almacenar diferentes objetos por parte del cliente final.

Además se ha incluido dos pedestales pequeños para el almacenaje de bisutería.

### 3.2.1.3. Diseño mecánico del pedestal para sujetar la pantalla de iluminación



**Figura 3.5** Diseño mecánico del pedestal para sujetar la pantalla de iluminación

**Fuente:** Investigador

El pedestal para sujetar la pantalla de iluminación se lo ha diseñado de manera que cuide la estética del proyecto, además por su interior se encuentren los cables que posibilitan las conexiones de los dispositivos y elementos electrónicos, en la parte superior del pedestal se encuentran los cables para la conexión con la la matriz electrónica de diodos RGB y en la parte inferior se encuentran los cables de conexión con el módulo del microcontrolador.

#### 3.2.1.4. Diseño mecánico de la pantalla de iluminación

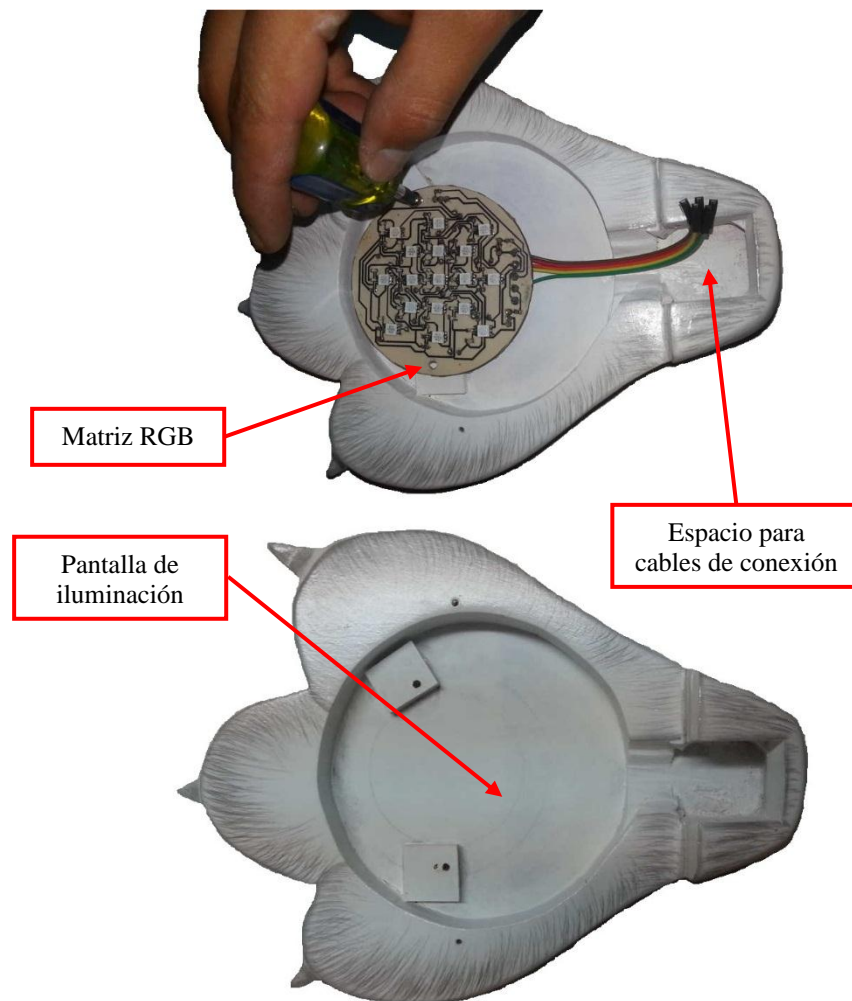


**Figura 3.6** Diseño mecánico de la pantalla de iluminación

**Fuente:** Investigador

La pantalla de iluminación se ha diseñado en forma de garra o pata de gato para mantener la armonía con la imagen decorativa del proyecto, dentro de la pantalla de iluminación se instalará la matriz electrónica de diodos RGB.

### 3.2.1.5. Diseño mecánico de la estructura para la matriz electrónica RGB

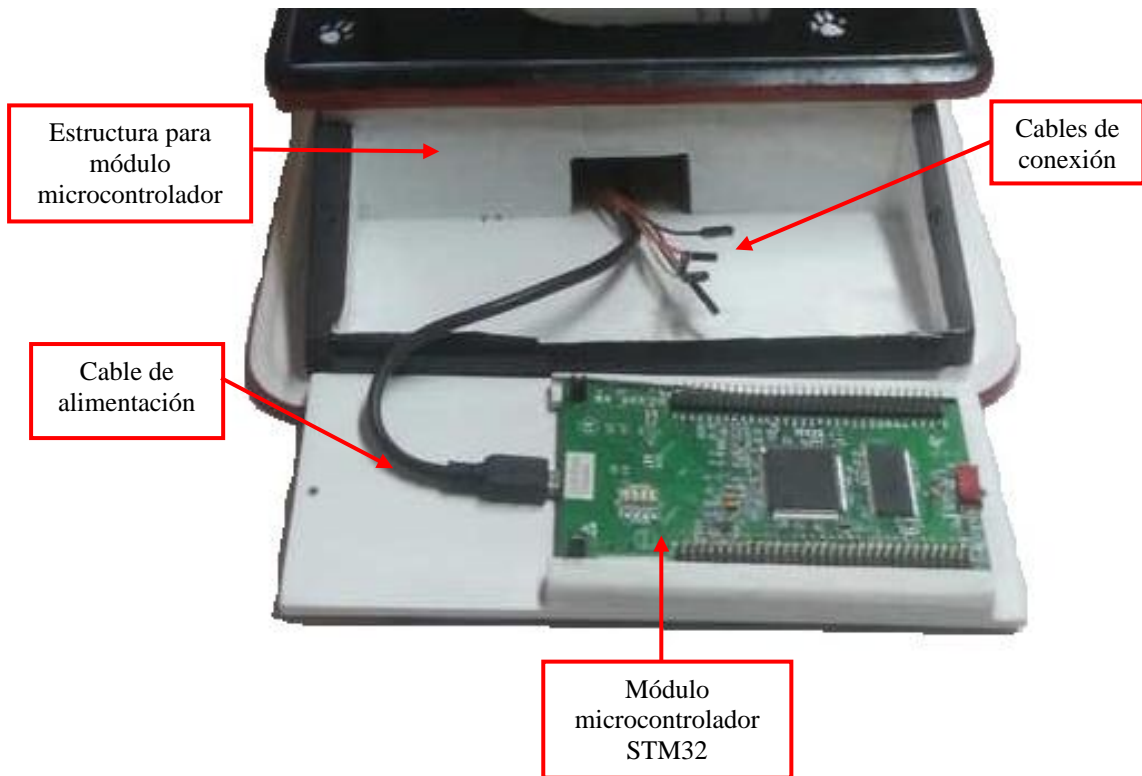


**Figura 3.7** Diseño mecánico de la estructura para la matriz electrónica RGB

**Fuente:** Investigador

El diseño mecánico de la estructura que contiene a la matriz de diodos led RGB es de forma circular, adaptándose a la forma de la matriz, en la parte posterior de la estructura se cuenta con una cavidad para almacenar los cables de conexión que unen a la matriz con el módulo del microcontrolador.

### 3.2.1.6. Diseño mecánico de la estructura para el módulo del microcontrolador

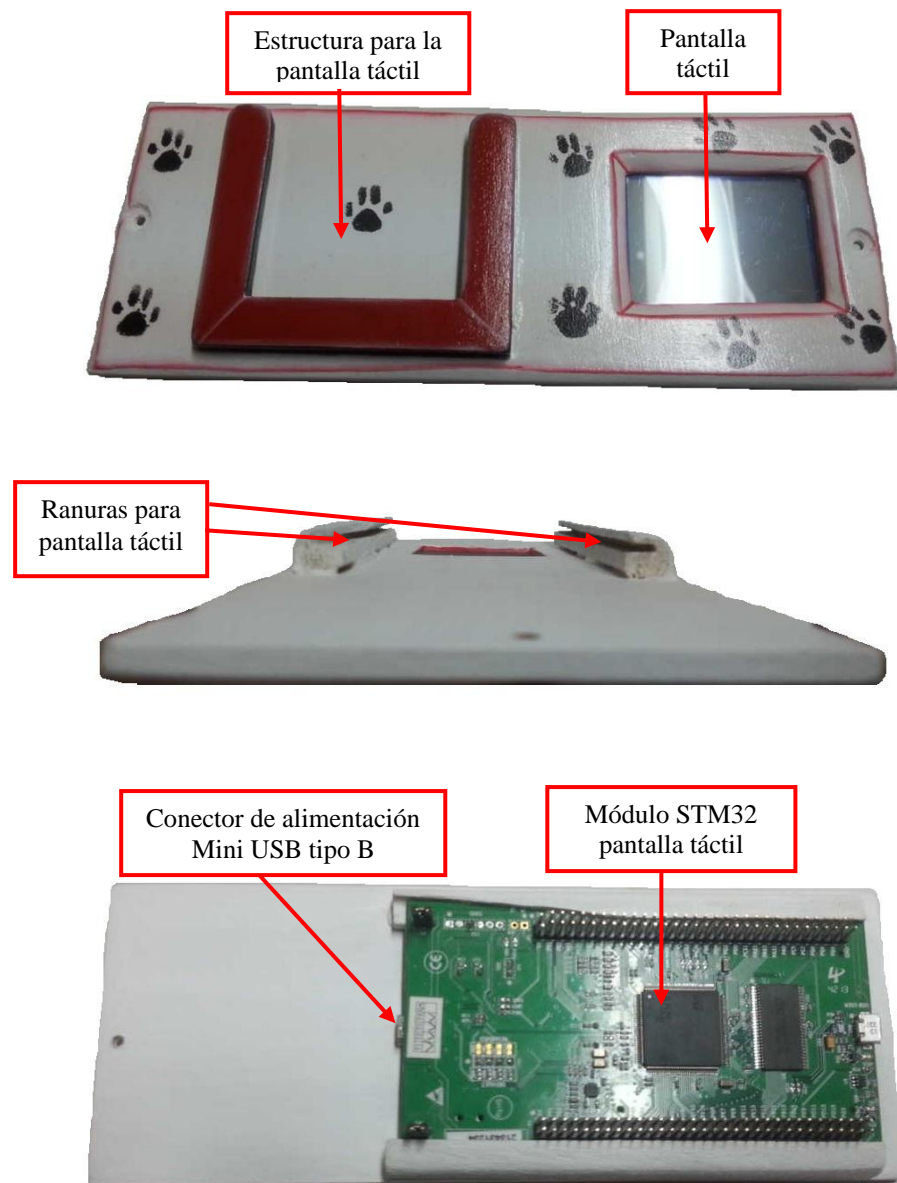


**Figura 3.8** Diseño mecánico de la estructura para el módulo del microcontrolador

**Fuente:** Investigador

El diseño mecánico de la estructura para el módulo del microcontrolador es de forma rectangular, similar al módulo STM32, la estructura está diseñada con un ángulo de inclinación de aproximadamente 45° para permitir la correcta visualización de la pantalla táctil. Dentro de la estructura se cuenta con el espacio suficiente para el cable de alimentación y los cables de conexión a la matriz de diodos led RGB.

### 3.2.1.7. Diseño mecánico de la estructura para la pantalla táctil



**Figura 3.9** Diseño mecánico de la estructura para la pantalla táctil

**Fuente:** Investigador

La estructura en la que está ubicada la pantalla táctil ha sido diseñada en madera de forma rectangular, se la ha insertado en ranuras ubicadas a los costados de la estructura para facilitar su movilidad en caso de requerirlo, la pantalla está ubicada al costado derecho de la estructura, debido a que el costado izquierdo ha sido reservado para el conector de alimentación.



### 3.2.1.8. Diseño mecánico para el cable de alimentación



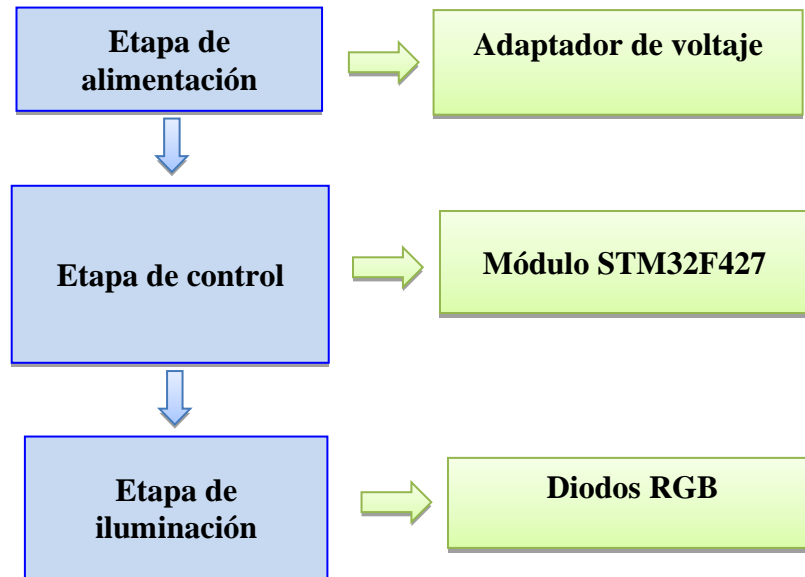
**Figura 3.10** Diseño mecánico para el cable de alimentación

**Fuente:** Investigador

Se ha tomado en cuenta la estética para la alimentación de energía del proyecto, se ha colocado en la parte posterior de la lámpara una abertura por la cual ingresará el cable de alimentación al sistema.

### 3.2.2. Diseño de la etapa electrónica

#### 3.2.2.1. Diseño de la etapa de hardware



**Figura 3.11** Diseño de la etapa de hardware

**Fuente:** Investigador

#### **Etapa de alimentación**

La etapa de alimentación se diseñara con el fin de proporcionar la energía necesaria a los elementos que conforman la parte electrónica para obtener el correcto funcionamiento del sistema.

#### **Etapa de control**

Para diseñar la etapa de control se realizó la investigación de la programación del módulo de microcontrolador STM32F427 que actúa como bloque principal del proyecto, para lograr la precisión en el control se utilizará la modulación por ancho de pulso PWM (Pulse Wide Modulation), en donde al aplicar una señal de PWM a cada uno de los tres diodos led, se puede regular la intensidad luminosa de los mismos de una manera fiable y eficaz, para posteriormente obtener las combinaciones de colores, además se realizará un análisis de la parte de activación y control del

sistema control mediante la pantalla tipo touch, la misma que permitirá el adecuado manejo de las luces antes mencionadas.

### Etapa de iluminación

Al aplicar una señal de PWM al led se cuenta con la oportunidad de variar su intensidad luminosa de 0 al 100% y de esta manera se forma el color blanco y cualquier color deseado según lo antes explicado.

El concepto más adecuado para la parte lumínica del proyecto se lo puede definir en qué se puede obtener cualquier color del modelo RGB; a la vez que se tendría un control sobre cada una de las variaciones de colores.

### Diagrama circuital de la matriz RGB

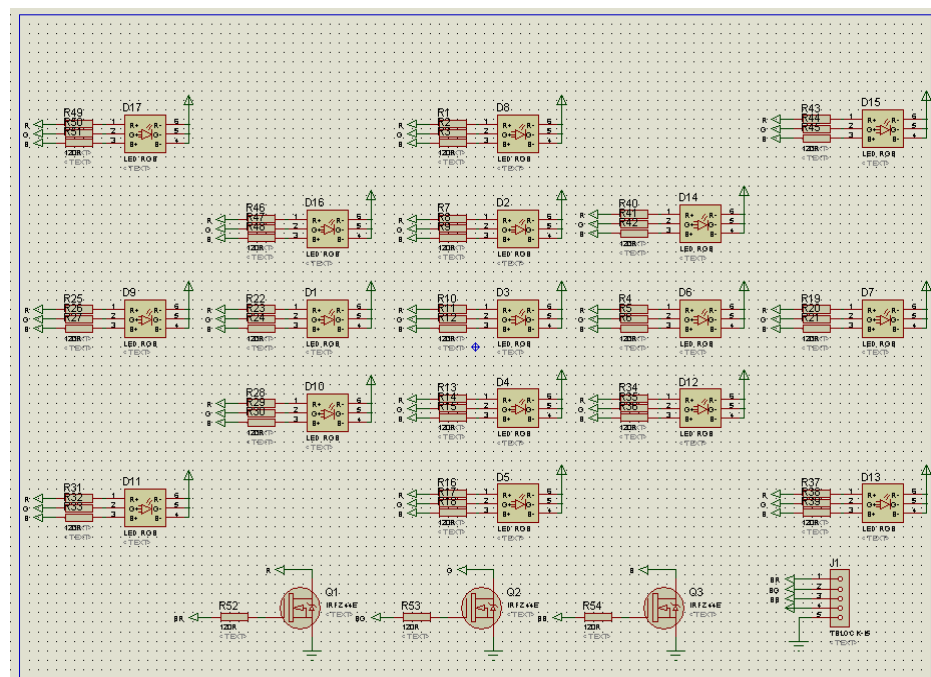


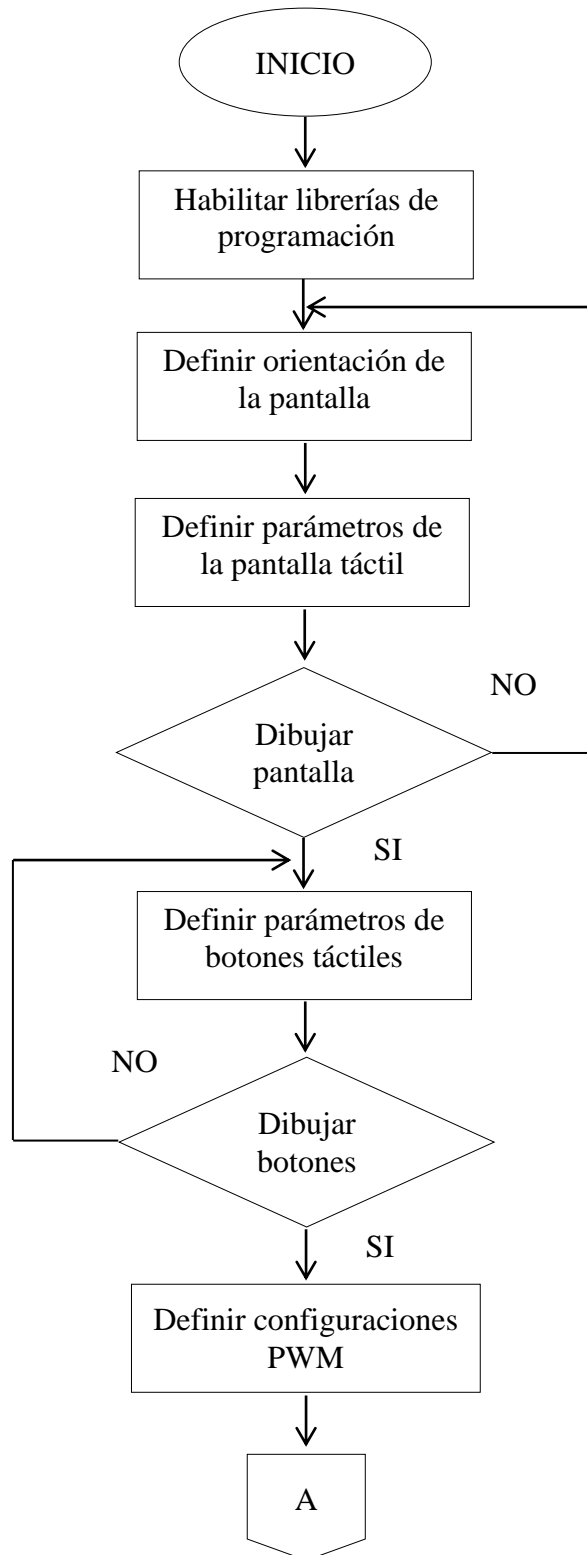
Figura 3.12 Diseño de la etapa de iluminación

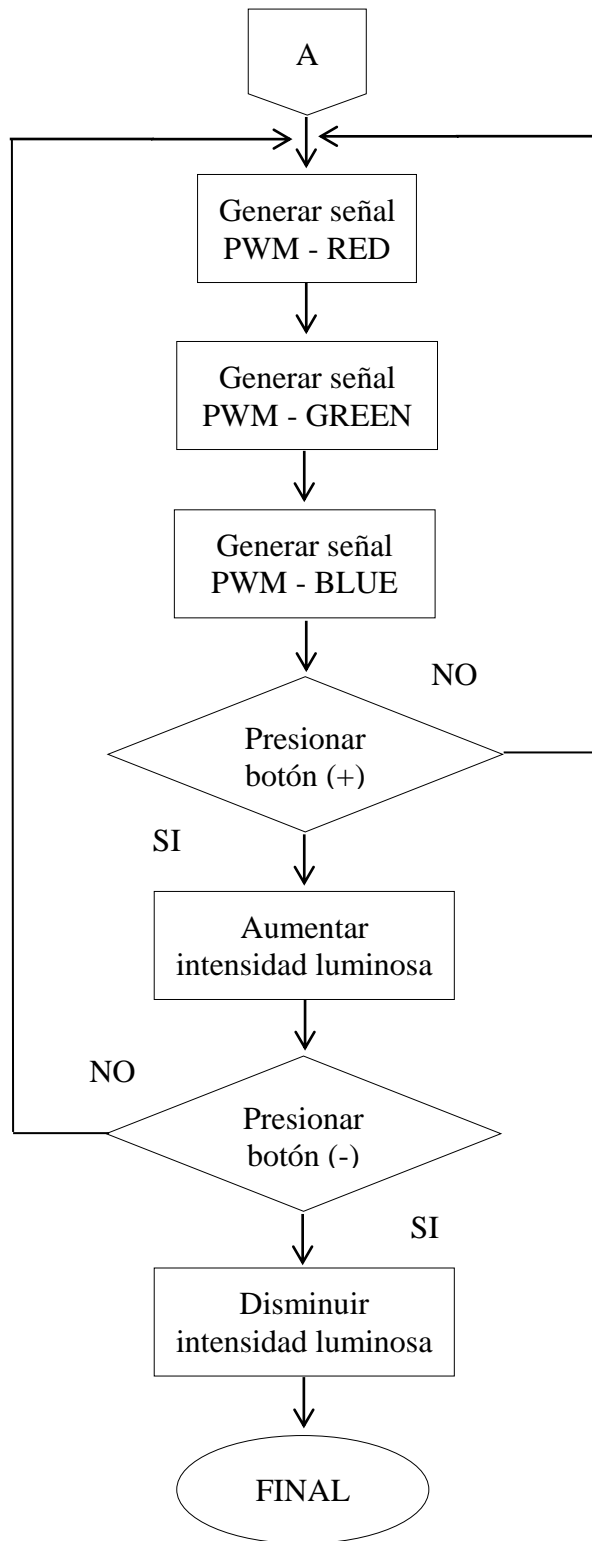
Fuente: Investigador

En el diagrama circuital de la matriz RGB se pueden observar los 17 diodos led tipo RGB que proporcionan la iluminación para la lámpara, dentro de led encapsulado, se encuentra tres diodos de diferente color, rojo, verde y azul, los cuales son independientemente activados por el transistor Mosfet que realiza la modulación por ancho de pulso (PWM), necesario para controlar de la intensidad luminosa de cada diodo LED.

### 3.2.2.2. Diseño de software

A continuación se presenta el diagrama de flujo para la programación de la lámpara con tecnología táctil y led RGB.

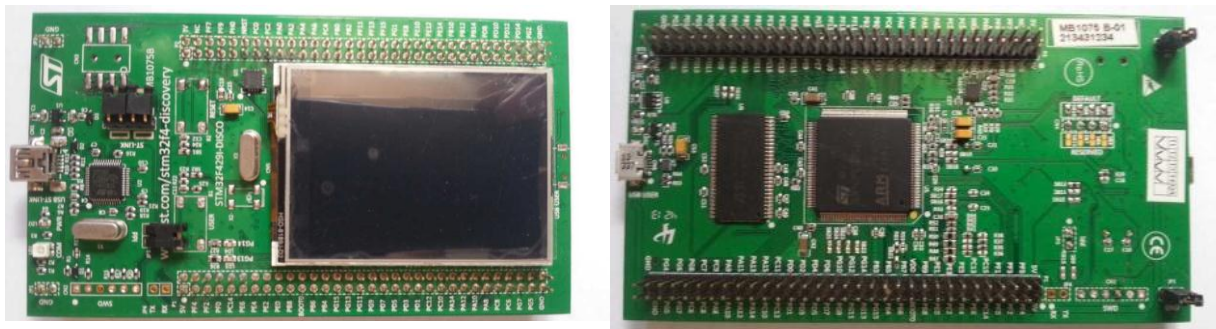




### 3.3. Montaje del proyecto

#### 3.3.1. Implementación de la placa del módulo STM32F427

El módulo STM32F427 cuenta con todos los elementos necesarios para realizar la etapa de control del control del proyecto, no son necesarios elementos externos salvo para la etapa de iluminación LED que se explicará más adelante, el módulo STM32F427 cuenta con la pantalla táctil y toda la circuitería necesaria para elaborar el diseño de los pulsadores táctiles que controlarán la intensidad y el juego de las luces LED.

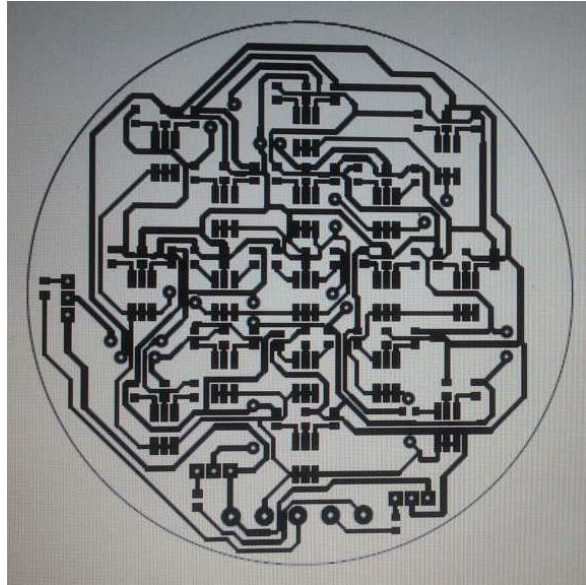


**Figura 3.13** Módulo STM32F426

**Fuente:** Investigador

#### 3.3.2. Diagramas PCB de la matriz de diodos RGB

El diagrama PCB se lo ha realizado con ayuda del Software de modelación electrónica PROTEUS PROFESSIONAL en donde se encuentran todos los elementos electrónicos para modelar y diseñar los circuitos y diagramas PCB requeridos.

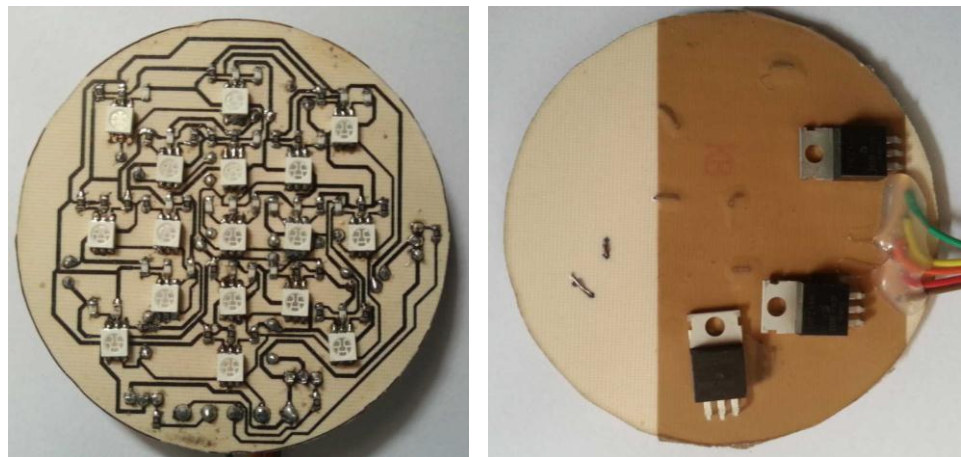


**Figura 3.14** Diagrama PCB matriz RGB

**Fuente:** Investigador

### **Placa matriz de diodos RGB**

La placa de diodos LED RGB se ha elaborado acorde a la necesidad de iluminación requerida en el proyecto, se ha logrado alcanzar la iluminación adecuada con el uso de 17 diodos LED tipo RGB de 1 watio cada uno, la potencia del conjunto de diodos LED es suficiente para iluminar el área deseada.



**Figura 3.15** Placa matriz RGB

**Fuente:** Investigador

### 3.3.3. Programación de la lámpara con tecnología LED y TOUCH SCREEN

El entorno de programación o software utilizado como compilador para el módulo microcontrolador STM32F427 es el Keil MDK-ARM Versión 5, que es una herramienta que contiene todas las aplicaciones y librerías necesarias para el diseño de la programación del proyecto.

Se lo puede encontrar en forma gratuita en la página WEB del fabricante (Keil MDK-ARM, 2013).

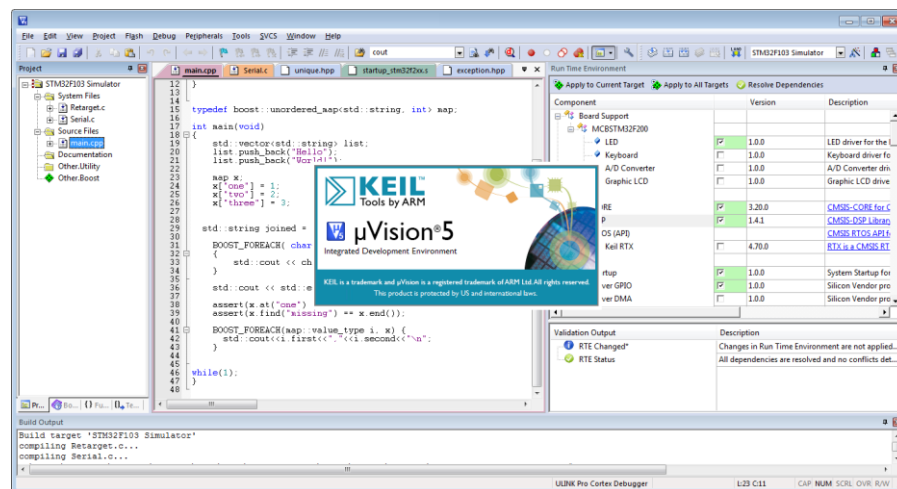


Figura 3.16 Entorno de programación

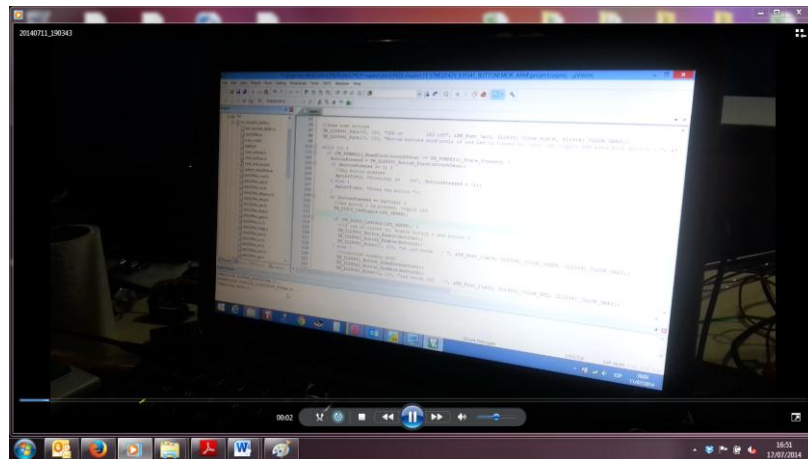
Fuente: (KEIL-ARM, 2013)

La programación de la lámpara con tecnología LED y TOUCH SCREEN se la tiene disponible en el ANEXO N° 3.



### 3.3.4. Pruebas de montaje del proyecto

Se han realizado pruebas iniciales de programación, en las cuales se ha tenido problemas con las librerías necesarias para el módulo STM32F427, debido a esto el software no puede reconocer todos los elementos del hardware necesarios para los requerimiento del proyecto.



**Figura 3.17** Pruebas iniciales

**Fuente:** Investigador

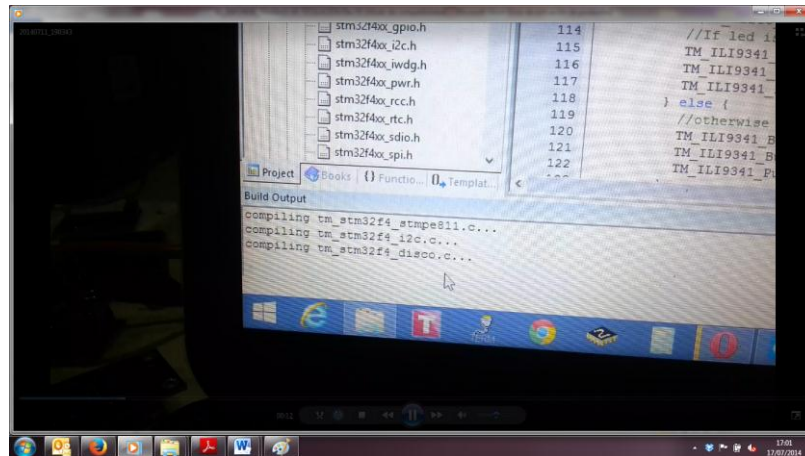
Se han realizado pruebas iniciales de los pulsadores táctiles que controlarán las luces LED RGB, en esta etapa debido a las librerías faltantes no se ha logrado controlar adecuadamente la intensidad de las luces y tampoco se ha logrado la mezcla adecuada de colores.



**Figura 3.18** Pruebas finales

**Fuente:** Investigador

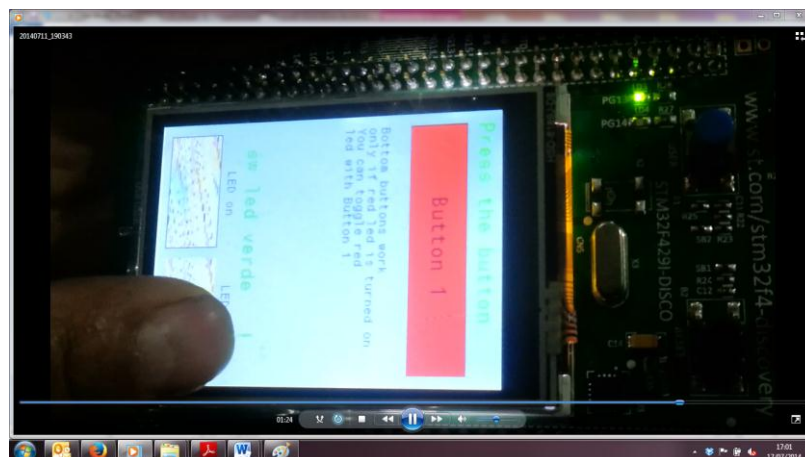
Una vez instaladas las librerías necesarias, se ha logrado que el entorno de programación reconozca el módulo STM32F427, aprovechando las características necesarias para la elaboración de la programación y el control para las luces de los diodos LED RGB.



**Figura 3.19** Resultados iniciales

Fuente: Investigador

Se ha logrado diseñar y elaborar los pulsadores tipo táctil necesarios para el control de la intensidad de las luces y el juego de colores.



**Figura 3.20** Resultados finales

Fuente: (Investigador)

### 3.4. Implementación del sistema

La lámpara cuenta con los siguientes elementos:

- Pantalla Táctil
- Cable de alimentación
- Adaptador de voltaje
- Matriz de diodos LED RGB; la matriz se encuentra dentro de la pantalla para diodos LED.
- Pantalla para diodos LED
- Pantalla para difuminar la luz LED
- Pedestal para sujeción de pantalla
- Diseños decorativos
- Cajones de servicio

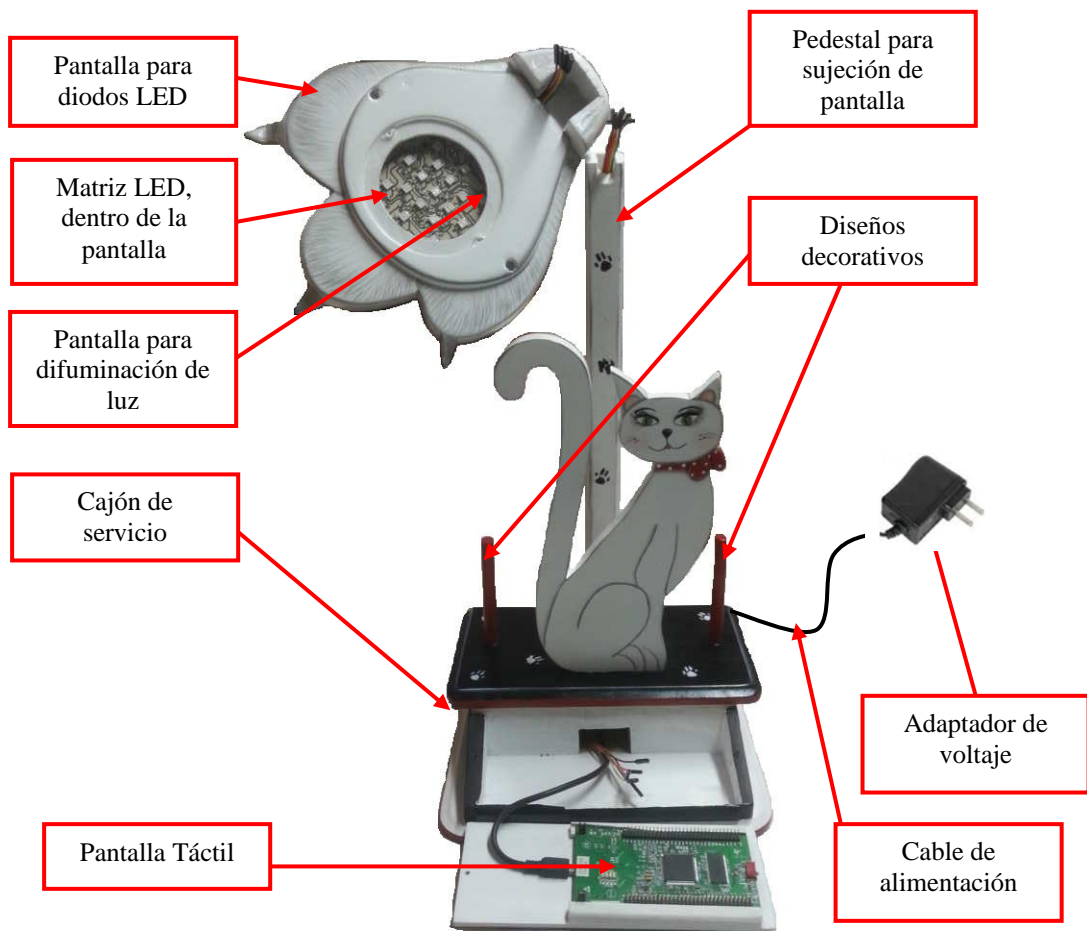


Figura 3.21 Montaje del proyecto

Fuente: Investigador

A continuación se presenta el sistema electrónico implementado conjuntamente con el sistema mecánico.



**Figura 3.22** Implementación del sistema

**Fuente:** Investigador

### 3.5. Evaluación técnica

EVALUACIÓN TÉCNICA		
PROCEDIMIENTO	FUNCIONAMIENTO	
	CORRECTO	INCORRECTO
Encendido de la lámpara	✓	
Activación de la pantalla touch screen	✓	
Visualización del menú principal	✓	
Encendido de las luces LED	✓	
Encendido de luces RED	✓	
Encendido de luces GREEN	✓	
Encendido de luces BLUE	✓	
Activación del Mezcla de colores	✓	

**Tabla 3.1** Evaluación técnica

**Fuente:** Investigador

### 3.6. Pruebas de funcionamiento

VARIACIÓN DE COLORES										
ITEM	Pulsadores táctiles								Resultados	
	Luz Blanca ON	Apagado OFF	Aumentar RED	Disminuir RED	Aumentar GREEN	Disminuir GREEN	Aumentar BLUE	Disminuir BLUE	COLORES RESULTANTES	OBSERVACIONES
1	1 pulso								Blanco	
2	20 pulsos								Blanco	
3		1 pulso							Ninguno	
4		20 pulsos							Ninguno	
5			1 pulso						Rojo	
6			20 pulsos						Rojo	
7				1 pulso					Ninguno	
8				20 pulsos					Ninguno	
9					1 pulso				Verde	
10					20 pulsos				Verde	
11						1 pulso			Ninguno	
12						20 pulsos			Ninguno	
13							1 pulso		Azul	
14							20 pulsos		Azul	
15								1 pulso	Ninguno	
16								20 pulsos	Ninguno	
17			1 pulso		1 pulso		1 pulso		Blanco	
18			20 pulsos		20 pulsos		20 pulsos		Blanco	
19				1 pulso		1 pulso		1 pulso	Ninguno	
20				20 pulsos		20 pulsos		20 pulsos	Ninguno	
21			1 pulso		1 pulso				Amarillo	
22			20 pulsos		20 pulsos				Amarillo	
23			1 pulso				1 pulso		Lila	
24			20 pulsos				20 pulsos		Lila	
25					1 pulso		1 pulso		Turquesa	
26					20 pulsos		20 pulsos		Turquesa	
27			10 pulsos		5 pulsos				Anaranjado	
28			5 pulsos		10 pulsos				Verde Claro	
29			10 pulsos				5 pulsos		Rosado	
30			5 pulsos				10 pulsos		Purpura	
31					10 pulsos		5 pulsos		Verde Agua	
32					5 pulsos		10 pulsos		Azul violeta	

**\*IMPORTANTE:**  
Después de cada prueba de variación de color ,apagar el sistema (OFF) para iniciar una nueva prueba.

**Tabla 3.2** Variación de colores

Fuente: Investigador

TONALIDAD DE COLOR PURO		
ITEM	COLOR ROJO	
	Aumentar RED	TONALIDAD RESULTANTE
1	1 pulso	
2	2 pulsos	
3	3 pulsos	
4	4 pulsos	
5	5 pulsos	
6	6 pulsos	
7	7 pulsos	
8	8 pulsos	
9	9 pulsos	
10	10 pulsos	
11	11 pulsos	
12	12 pulsos	
13	13 pulsos	
14	14 pulsos	
15	15 pulsos	
16	16 pulsos	
17	17 pulsos	
18	18 pulsos	
19	19 pulsos	
20	20 pulsos	

**Tabla 3.3** Tonalidad de color puro

**Fuente:** Investigador

<b>TONALIDAD DE COLOR MEZCLADO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>COLOR AMARILLO</b>		
	<b>Aumentar RED</b>	<b>Aumentar GREEN</b>	<b>TONALIDAD RESULTANTE</b>
1	1 pulso	1 pulso	
2	2 pulsos	2 pulsos	
3	3 pulsos	3 pulsos	
4	4 pulsos	4 pulsos	
5	5 pulsos	5 pulsos	
6	6 pulsos	6 pulsos	
7	7 pulsos	7 pulsos	
8	8 pulsos	8 pulsos	
9	9 pulsos	9 pulsos	
10	10 pulsos	10 pulsos	
11	11 pulsos	11 pulsos	
12	12 pulsos	12 pulsos	
13	13 pulsos	13 pulsos	
14	14 pulsos	14 pulsos	
15	15 pulsos	15 pulsos	
16	16 pulsos	16 pulsos	
17	17 pulsos	17 pulsos	
18	18 pulsos	18 pulsos	
19	19 pulsos	19 pulsos	
20	20 pulsos	20 pulsos	

**Tabla 3.4** Tonalidad de color mezclado

**Fuente:** Investigador



### **3.7. Análisis de resultados**

#### **3.7.1. Análisis de resultados de la evaluación técnica**

Al realizar la evaluación técnica se obtuvo los siguientes resultados.

El encendido de la lámpara se lo realizó correctamente, posteriormente se logró visualizar la activación de la pantalla touch screen para mostrar el menú principal de los pulsadores que se encuentran en la pantalla táctil.

A continuación se realizó el encendido de las luces LED para los colores rojo, verde y azul sin ningún inconveniente, para continuar se procedió a la activación de la mezcla de colores en donde se obtuvo los resultados esperados.

#### **3.7.2. Análisis de resultados de la variación de colores**

Se realizaron un total de 32 pruebas para verificar la variación de colores de la lámpara, en las pruebas se demostró que dando cierta cantidad de pulsos en la pantalla táctil se obtuvieron diferentes colores en la matriz RGB. Por ejemplo, en la prueba número 1 se realizó la pulsación del botón ON (luz blanca) el cual enciende simultáneamente las luces de color rojo, verde y azul obteniendo luz de color blanco, en la prueba número 22 se pulso 20 veces los colores rojo y verde, dando como color resultante el amarillo.

Posteriormente se realizaron pruebas aplicaron pulsos a los diferentes botones táctiles y se obtuvo como resultado una gama extensa de colores.

#### **3.7.3. Análisis de resultados de la variación de tonalidades de color puro**

Para realizar esta prueba se ha tomado como referencia el color rojo, en donde se pulsó de 1 a 20 veces el botón táctil aumentando la intensidad de la luminosidad y por consiguiente variando la tonalidad resultante del color rojo.

#### **3.7.4. Análisis de resultados de la variación de tonalidades de color mezclado**

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la variación de tonalidades de los colores mezclados, se realizó el cambio de la intensidad de la luminosidad en los colores azul y verde, aumentando pulsaciones proporcionales en los botones táctiles de dicho colores y por consiguiente aumentando la tonalidad resultante del color amarillo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El módulo STM32F427 tiene los suficientes periféricos de entrada y salida para realizar el proyecto.
- Es necesario contar con todas las librerías de programación para el módulo STM32F427 debido a que sin ellas no se logra el correcto funcionamiento del dispositivo.
- Es sumamente importante mantener los niveles de voltaje y corriente adecuados en el módulo del microcontrolador STM32F427 para obtener la correcta iluminación, combinación de colores y el funcionamiento de la pantalla táctil.
- La tecnología de montaje superficial (SMD) permite un ahorro de espacio significativo en el montaje de los elementos electrónicos sobre la placa electrónica, reduciendo el tamaño de la matriz RGB para colocarla en la pantalla de iluminación.
- El conjunto de diodos Led que conforman la matriz RGB proporcionan la iluminación adecuada para la lámpara de velador.
- Se realizaron las pruebas necesarias de funcionamiento y se comprobó la estabilidad del sistema de iluminación y el control mediante la pantalla táctil.

## RECOMENDACIONES

- Evitar la manipulación del sistema electrónico y mecánico cuando se encuentre en funcionamiento.
- Realizar un mantenimiento preventivo cada dos años con el fin de verificar que los componentes electrónicos se encuentren en buen estado.
- Diseñar un nuevo menú en la pantalla táctil que incluya la visualización de un calendario electrónico.
- Mejorar el entorno de programación en la pantalla táctil para incluir mayores prestaciones en el producto, como por ejemplo un reloj despertador.
- Renovar el diseño de la pantalla de iluminación para tener la posibilidad de realizar movimientos tanto horizontales como verticales.

## BIBLIOGRAFÍA

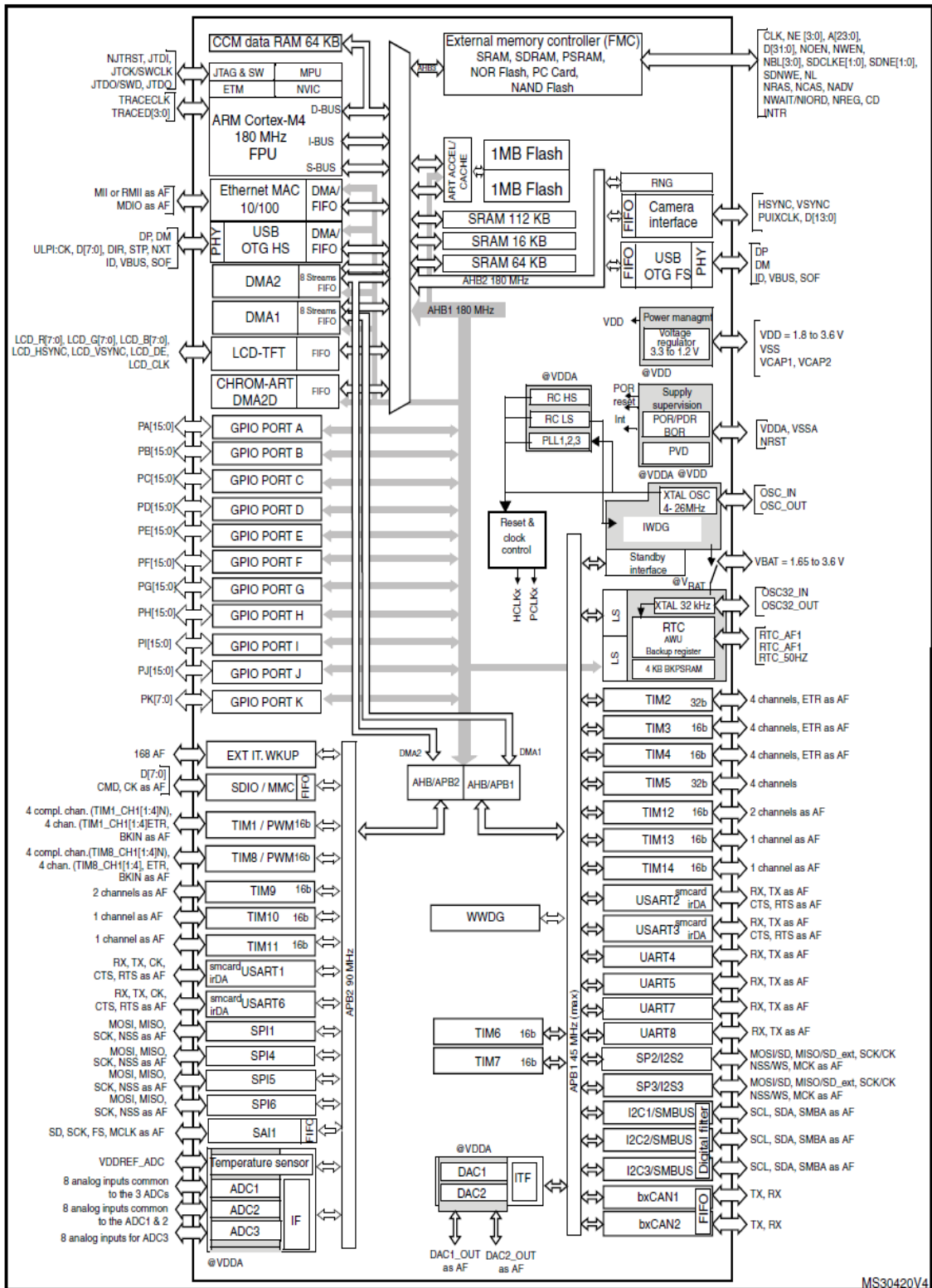
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades (2013). Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional del buen vivir 2013 – 2017
- Lic. Yanni Capuzzi, (2011). Tecnología Touch Screen. <http://touchscreensune.blogspot.com/2007/07/c-como-funcionan.html>
- Iluminet, (2013). Tecnología LED. <http://www.iluminet.com/9-ventajas-de-tec-led/>
- Carlos Reyes, (2008). Microchip. Microcontroladores PIC
- León W. Couch, (2008). Pearson Education. Sistemas de Comunicaciones Digitales y Analógicos
- Johanna Vega, (2010). Universidad Politécnica Salesiana. El futuro de la iluminación a base de LEDES
- Cnet Tom Krazit, (2010). ARMed for the living room. [http://news.cnet.com/ARMed-for-the-living-room/2100-1006\\_3-6056729.html](http://news.cnet.com/ARMed-for-the-living-room/2100-1006_3-6056729.html)
- ARM, (2013). KEIL tools by ARM, <http://www2.keil.com/mdk5/install>
- Neoteo, (2010). IRFZ44N: El MOS-FET de batalla para PWMI, <http://www.neoteo.com/irfz44n-el-mos-fet-de-batalla-para-pwm/>
- Robert L Boylestad, (sexta edición). Teoría de circuitos.

# **ANEXOS**

# **ANEXO N°1**

Diagrama de bloques del módulo STM32F427

# DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MÓDULO STM32F427





## **ANEXO N°2**

Entrevista taller artesanal Locuras Country



## ENTREVISTA TALLER ARTESANAL LOCURAS COUNTRY UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**Entrevistado:** Sra. Liz Mariela Moya

**Entrevistador:** Daniel Lema

**Fecha:** 28-Agosto-2014

**Entrevistador:** ¿Por qué decidió implentar la tecnología led y la tecnología táctil en sus lámparas decorativas?

**Entrevistado:** Debido a que los productos resultantes serán más novedosos e innovadores.

**Entrevistador:** ¿Cree usted que va a mejorar sus productos con la implementación de tecnología táctil y tecnología led?

**Entrevistado:** Si debido a que se logrará fusionar el arte que se elabora manualmente con la tecnología y así lograr así acogida con los clientes aprovechando la eficiencia de la iluminación de tipo led.

**Entrevistador:** ¿Cree usted que la tecnología led y la táctil podrá reemplazar a las lámparas de luz incandescente y con encendido mecánico?

**Entrevistado:** Si porque cada día nos damos cuenta que la tecnología está avanzando y debemos mejorar nuestros productos

**Entrevistador:** ¿Le gustaría tener un sistema tecnológico de luces led y encendido táctil para ser implementado en nuevos diseños de lámpara decorativas?

**Entrevistado:** Si, con esto se podría complacer a los clientes con diseños personalizados.

## **ANEXO N°3**

Programación de la lámpara con tecnología LED y TOUCH SCREEN

## PROGRAMACIÓN DE LA LÁMPARA CON TECNOLOGÍA LED Y TOUCH SCREEN

```
/**
 *      Lampara TOUCH – LED RGB
 *
 */
#include "stm32f4xx.h"
#include "defines.h"
#include "tm_stm32f4_ili9341.h"
#include "tm_stm32f4_stmpe811.h"
#include "tm_stm32f4_ili9341_button.h"
#include "tm_stm32f4_disco.h"
#include "button_back.h"
#include <stdio.h>

//
TIM_TimeBaseInitTypeDef TIM_TimeBaseStructure;
TIM_OCInitTypeDef TIM_OCInitStructure;

/* Private define -----*/
/* Private macro -----*/
/* Private variables -----*/
uint16_t CCR1_Val = 0;
uint16_t CCR2_Val = 0;
uint16_t CCR3_Val = 0;
//uint16_t CCR4_Val = 87;
uint16_t PrescalerValue = 0;
uint16_t led_r=1;
uint16_t led_g=1;
uint16_t led_b=1;

/* Private function prototypes -----*/
void TIM_Config(void);

/* Private functions -----*/

/**
 * @brief Main program
 * @param None
 * @retval None
 */
//
int main(void) {

    //TM_STMPE811_TouchData instance
    TM_STMPE811_TouchData touchData;
    //TM_ILI9341_Button_t instance
    TM_ILI9341_Button_t button;
    int8_t buttonPressed, button1, button2, button3, button4, button5, button6,
    button7, button8;
    char str[30];
    //Initialize system
```

```

SystemInit();

//Initialize onboard leds
TM_DISCO_LedInit();

//Initialize LCD
TM_ILI9341_Init();
//Fill LCD with gray color
TM_ILI9341_Fill(ILI9341_COLOR_GRAY);
//Select orientation
TM_ILI9341_Rotate(TM_ILI9341_Orientation_Landscape_2);

//Select touch screen orientation
touchData.orientation = TM_STMPE811_Orientation_Landscape_2;

////////////////////////////////////TM_ILI9341_Puts(45, 190, "UNIVERSIDAD
ISRAEL", &TM_Font_11x18, ILI9341_COLOR_BLACK, ILI9341_COLOR_GRAY);
//TM_ILI9341_Puts(45, 220, "DANIEL LEMA", &TM_Font_11x18,
ILI9341_COLOR_BLACK, ILI9341_COLOR_GRAY);
////////////////////////////////////
//Initialize Touch
TM_STMPE811_Init();

//BOTON ROJO +
button.x = 10;
button.y = 5;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_RED;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "RED+";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button1 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);

//BOTON ROJO -
button.x = 160;
button.y = 5;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_RED;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "RED-";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button2 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);

//BOTON VERDE +
button.x = 10;
button.y = 65;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_GREEN;

```

```
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "GREEN+";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button3 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);
```

```
//BOTON VERDE -
button.x = 160;
button.y = 65;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_GREEN;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "GREEN-";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button4 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);
```

```
//BOTON AZUL +
button.x = 10;
button.y = 125;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_BLUE;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "BLUE+";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button5 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);
```

```
//BOTON AZUL -
button.x = 160;
button.y = 125;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_BLUE;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "BLUE-";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button6 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);
```

```
//BOTON ONOFF -
button.x = 10;
button.y = 185;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_WHITE;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.label = "ON";
button.color = ILI9341_COLOR_BLACK;
```

```

button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button7 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);

//BOTON BLANCO
button.x = 160;
button.y = 185;
button.width = 140;
button.height = 50;
button.background = ILI9341_COLOR_BLACK;
button.borderColor = ILI9341_COLOR_WHITE;
button.label = "OFF";
button.color = ILI9341_COLOR_WHITE;
button.font = &TM_Font_11x18;
//Add button
button8 = TM_ILI9341_Button_Add(&button);

//Draw buttons
TM_ILI9341_Button_DrawAll();

TIM_Config();
RCC_TIMCLKPresConfig(RCC_TIMPrescActivated);
/* Compute the prescaler value */
PrescalerValue = (uint16_t) (SystemCoreClock / 21000000) - 1;

/* Time base configuration */
TIM_TimeBaseStructure.TIM_Period = 100;
TIM_TimeBaseStructure.TIM_Prescaler = PrescalerValue;
TIM_TimeBaseStructure.TIM_ClockDivision = 0;
TIM_TimeBaseStructure.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;

TIM_TimeBaseInit(TIM3, &TIM_TimeBaseStructure);

/* PWM1 Mode configuration: Channel1 */
TIM_OCInitStructure.TIM_OCMode = TIM_OCMode_PWM1;
TIM_OCInitStructure.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
TIM_OCInitStructure.TIM_Pulse = CCR1_Val;
TIM_OCInitStructure.TIM_OCPolarity = TIM_OCPolarity_High;

TIM_OC1Init(TIM3, &TIM_OCInitStructure);

TIM_OC1PreloadConfig(TIM3, TIM_OCPreload_Enable);

/* PWM1 Mode configuration: Channel2 */
TIM_OCInitStructure.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
TIM_OCInitStructure.TIM_Pulse = CCR2_Val;

TIM_OC2Init(TIM3, &TIM_OCInitStructure);

TIM_OC2PreloadConfig(TIM3, TIM_OCPreload_Enable);

/* PWM1 Mode configuration: Channel3 */
TIM_OCInitStructure.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
TIM_OCInitStructure.TIM_Pulse = CCR3_Val;

```

```

TIM_OC3Init(TIM3, &TIM_OCInitStructure);

TIM_OC3PreloadConfig(TIM3, TIM_OCPreload_Enable);

/* PWM1 Mode configuration: Channel4 */
//TIM_OCInitStructure.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
//TIM_OCInitStructure.TIM_Pulse = CCR4_Val;

//TIM_OC4Init(TIM3, &TIM_OCInitStructure);

//TIM_OC4PreloadConfig(TIM3, TIM_OCPreload_Enable);

TIM_ARRPreloadConfig(TIM3, ENABLE);

/* TIM4 enable counter */
TIM_Cmd(TIM3, ENABLE);

    while (1) {
        //a=a+1;
        //if(a==700)
        //{
//
        //    a=0;
        //}
        //TIM3->CCR1 = a;
        //TIM3->CCR2 = a;
        //TIM3->CCR3 = a;
        //TIM3->CCR4 = a;

        if (TM_STMPE811_ReadTouch(&touchData) ==
TM_STMPE811_State_Pressed) {
buttonPressed = TM_ILI9341_Button_Touch(&touchData);
//if (buttonPressed >= 0) {
//    //Any button pressed
//    sprintf(str, "Presionar sw  %d", (buttonPressed + 1));
//} else {
//    sprintf(str, "Press the button ");
//}
if (buttonPressed == button1)
{
    TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_r=led_r+1;
if (led_r>100)
{
led_r=100;
}
    TIM3->CCR1 = led_r;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button2)
{
    TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_r=led_r-1;
if (led_r<1)

```



```

{
led_r=1;
}
TIM3->CCR1 = led_r;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button3)
{
TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_g=led_g+1;
if (led_g>100)
{
led_g=100;
}
TIM3->CCR2 = led_g;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button4)
{
TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_g=led_g-1;
if (led_g<1)
{
led_g=1;
}
TIM3->CCR2 = led_g;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button5)
{
TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_b=led_b+1;
if (led_b>100)
{
led_b=100;
}
TIM3->CCR3 = led_b;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button6)
{
TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
led_b=led_b-1;
if (led_b<1)
{
led_b=1;
}
TIM3->CCR3 = led_b;
Delaysms(10);
}

```

```

if (buttonPressed == button7)
{
    TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
    led_r=100;
led_g=100;
led_b=100;
TIM3->CCR1 = led_r;
TIM3->CCR2 = led_g;
TIM3->CCR3 = led_b;
Delaysms(10);
}

if (buttonPressed == button8)
{
    TM_DISCO_LedToggle(LED_GREEN);
    led_r=1;
led_g=1;
led_b=1;
TIM3->CCR1 = led_r;
TIM3->CCR2 = led_g;
TIM3->CCR3 = led_b;
Delaysms(10);
Delaysms(10);
}
} //TM_ILI9341_Puts(10, 5, str, &TM_Font_11x18, ILI9341_COLOR_GREEN,
ILI9341_COLOR_GRAY);
}
}

//
void TIM_Config(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;

    /* TIM4 clock enable */
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM3, ENABLE);

    /* GPIOD clock enable */
    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOC, ENABLE);

    /* GPIOD Configuration: TIM4 CH1 (PD12), TIM4 CH2 (PD13), TIM4 CH3 (PD14) and
TIM4 CH4 (PD15) */
    //GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_6 | GPIO_Pin_7 | GPIO_Pin_8 |
GPIO_Pin_9;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_6 | GPIO_Pin_7 | GPIO_Pin_8;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP ;
    GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStructure);

    /* Connect TIM4 pins to AF2 */
    GPIO_PinAFConfig(GPIOC, GPIO_PinSource6, GPIO_AF_TIM3);
    GPIO_PinAFConfig(GPIOC, GPIO_PinSource7, GPIO_AF_TIM3);
    GPIO_PinAFConfig(GPIOC, GPIO_PinSource8, GPIO_AF_TIM3);
}

```

```
//GPIO_PinAFConfig(GPIOC, GPIO_PinSource9, GPIO_AF_TIM3);  
}
```

```
#ifdef USE_FULL_ASSERT
```

```
    while (1)  
    {  
    }  
} #endif
```

```
/**  
 * @}  
 */
```

```
/**  
 * @}  
 */
```

# **ANEXO N°4**

Certificado taller artesanal LOCURAS COUNTRY

# **ANEXO N°5**

Costos del proyecto

## COSTOS DEL PROYECTO

<b>MATERIALES</b>			
	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Módulo STM32F429	1	45 \$	45 \$
Elementos electrónicos	1	30 \$	30 \$
Lámpara	1	45 \$	45 \$
<b>TOTAL</b>			120 \$

**Fuente:** Investigador

<b>OTROS GASTOS</b>	
Servicios profesionales y mano de obra	700 \$
Transporte	40 \$
Impresiones	40 \$
Otros gastos	10 \$
<b>TOTAL</b>	<b>790 \$</b>

**Fuente:** Investigador

<b>COSTOS TOTALES</b>	
Materiales	120 \$
Otros gastos	790 \$
<b>TOTAL</b>	<b>910 \$</b>

**Fuente:** Investigador