

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO-CAMPUS SUR**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**MENCIÓN SISTEMAS INDUSTRIALES**

**“DISEÑO Y DESAROLLO DE UN DISPLAY ROTATORIO PARA  
PUBLICIDAD EN BASE A LEDS MEDIANTE EL CONTROL DE  
LA POSICIÓN ANGULAR, PARA LA EMPRESA SILTTEC”**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO

AUTOR:

ANDRES MAURICIO BERMUDEZ NOGUERA

DIRECTOR:

ING. RODRIGO TUFIÑO

QUITO, JUNIO 2012

# DECLARACIÓN

Yo Andrés Mauricio Bermúdez Noguera declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de autoría propia que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Andrés Bermúdez Noguera

# **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Mauricio Bermúdez Noguera bajo mi dirección.

---

Ing. Rodrigo Tufiño  
DIRECTOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres José Bermúdez y Nancy Magdalena por darme todo el apoyo para culminar mis estudios.

Agradezco de manera muy especial a Dany López, Diana Valdivieso por toda su colaboración.

**ANDRES BERMUDEZ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres que me dieron todo el apoyo para obtener mi título de ingeniero.

**ANDRES BERMUDEZ**

## CONTENIDO

### PRESENTACIÓN

### RESUMEN

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 ALCANCE .....	3
1.3 SILTTEC.....	4
1.3.1 MISIÓN .....	4
1.3.2 VISIÓN.....	4
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>5</b>
<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>5</b>
2.1 MARKETING Y PUBLICIDAD .....	5
2.1.1 MARKETING.....	5
2.1.2 PUBLICIDAD.....	5
2.1.2.1 TENDENCIAS DE PUBLICIDAD EN EL MERCADO DE AVISOS LUMINOSO .....	6
2.2 DISPLAY ROTATORIOS .....	7
2.3 DIODOS LED.....	10
2.4 DIODO LED 598-8191-107F .....	17
2.5 MICROCONTROLADOR .....	18
2.6 ESTRUCTURA DE UN MICROCONTROLADOR.....	19
2.7 MICROCONTROLADOR XMEGA128A1 .....	20
2.8 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN .....	25
2.8.1 C Sharp .....	25
2.9 ENCODER .....	27
2.10 BINARIZACIÓN .....	28
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>30</b>
<b>DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>30</b>
3.1 DISEÑO MECÁNICO .....	30
3.2 DISEÑO ELECTRÓNICO .....	32
3.3 DISEÑO DEL PROGRAMA DEL COMPUTADOR.....	35
3.3.1 Diagramas de Casos de uso.....	35
3.3.2 Diagramas de clases.....	39
3.3.3 Diagramas de secuencias .....	41
3.3.4 Diagramas GUI .....	45
3.4 DISEÑO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR .....	47

3.5	DESARROLLO.....	53
3.6	IMPLEMENTACIÓN DE PARTES MECÁNICAS.....	55
3.7	IMPLEMENTACIÓN.....	59
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>65</b>
<b>ANÁLISIS .....</b>		<b>65</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO .....	65
4.2	PRECIO DE PRODUCCIÓN EN SERIE VS PRECIO DE PRODUCCIÓN UNITARIA.....	65
4.3	MATERIA PRIMA PROYECTADA .....	67
4.4	VENTAS PROYECTADAS .....	68
4.5	INDICADORES DEL PROYECTO .....	69
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>71</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	71
5.2	RECOMENDACIONES .....	72
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>73</b>
<b>ANEXO 1.....</b>		<b>79</b>
<b>ANEXO 2.....</b>		<b>80</b>
<b>ANEXO 3.....</b>		<b>81</b>
<b>ANEXO 4.....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXO 5.....</b>		<b>83</b>
<b>ANEXO 6.....</b>		<b>84</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPITULO 1

FIGURA 1.1: Logo de SILTTEC.....	4
----------------------------------	---

## CAPITULO 2

FIGURA 2.1: Barrido en la primera fila .....	7
FIGURA 2.2: Barrido en la segunda fila.....	8
FIGURA 2.3: Barrido en la tercera fila .....	8
FIGURA 2.4: Barrido en la cuarta fila .....	8
FIGURA 2.5: Barrido completo .....	8
FIGURA 2.6: Barrido polar 1 .....	9
FIGURA 2.7: Barrido polar 2 .....	9
FIGURA 2.8: Barrido polar 3 .....	9
FIGURA 2.9: Barrido polar completo.....	10
FIGURA 2.10: Display Rotarotio .....	10
FIGURA 2.11: Estructura de led .....	11
FIGURA 2.12: Reflexión de luz en el led .....	12
FIGURA 2.13: Pirámide truncada invertida (PTI) .....	12
FIGURA 2.14: PTI de un semiconductor de AlGaInP/GaP .....	13
FIGURA 2.15: Iluminación de letra corpóreas .....	14
FIGURA 2.16: Ensamblaje de displays y tableros electrónicos .....	14
FIGURA 2.17: Iluminación de ambientes .....	14
FIGURA 2.18: Iluminación de ambientes .....	15
FIGURA 2.19: Iluminación de ambientes .....	15
FIGURA 2.20: Iluminación de ambientes .....	15
FIGURA 2.21: Iluminación de show con leds .....	16
FIGURA 2.22: Luces de advertencia1 .....	16



FIGURA 2.23: Luces de advertencia2 .....	16
FIGURA 2.24: Lámparas .....	16
FIGURA 2.25: Características SMD del led 598-8191-107F .....	17
FIGURA 2.26: Voltaje directo vs Corriente directa (Ta=25°C) .....	18
FIGURA 2.27: Intensidad relativa vs Corriente directa (Ta=25°C) .....	18
FIGURA 2.28: AVR XMEGA128A1 .....	21
FIGURA 2.29: Señal análoga.....	22
FIGURA 2.30: Muestreo de señal análoga .....	22
FIGURA 2.31: Resolución de ADC .....	23
FIGURA 2.32: DAC (Conversor digital-Análogo) .....	23
FIGURA 2.33: Transmisión de datos.....	24
FIGURA 2.34: Timer .....	24
FIGURA 2.35: Índice de crecimiento de C sharp .....	25
FIGURA 2.36: Encoder .....	27
FIGURA 2.37: Tren de pulsos .....	27
FIGURA 2.38: Flanco de subida y bajada.....	28
FIGURA 2.39: Imagen en escala de grises .....	28
FIGURA 2.40: Imagen binarizada .....	29

### **CAPITULO 3**

FIGURA 3.1: Diseño de encoder .....	30
FIGURA 3.2: Diseño de pieza de centro.....	31
FIGURA 3.3: Diseño de piezas que soporte el encoder .....	31
FIGURA 3.4: Diseño de pieza de batería.....	32
FIGURA 3.5: Diagrama de bloques eléctrico .....	32
FIGURA 3.6: Diseño esquemático.....	33
FIGURA 3.7: Diseño del circuito impreso.....	34
FIGURA 3.8: Caso de uso #1.....	35
FIGURA 3.9: Caso de uso #2.....	36
FIGURA 3.10: Caso de uso #3.....	37

FIGURA 3.11: Caso de uso #4.....	3
FIGURA 3.12: Diagrama de clases.....	40
FIGURA 3.13: Secuencia #1.....	41
FIGURA 3.14: Secuencia #2.....	42
FIGURA 3.15: Secuencia #3.....	43
FIGURA 3.16: Secuencia #4.....	44
FIGURA 3.17: Frame – Menú principal .....	45
FIGURA 3.18: Frame – Configurar puerto .....	45
FIGURA 3.19: Frame – Imagen.....	46
FIGURA 3.20: Frame – Reloj .....	46
FIGURA 3.21: Interrupciones empleadas.....	47
FIGURA 3.22: Diagrama de flujo del programa principal (main) .....	48
FIGURA 3.23: Diagrama de flujo de la interrupción USART .....	49
FIGURA 3.24: Diagrama de flujo de la interrupción TIMER0.....	50
FIGURA 3.25: Diagrama de flujo de la interrupción TIMER1.....	51
FIGURA 3.26: Diagrama de flujo de la interrupción Externa.....	52
FIGURA 3.27: Encoder del aparato .....	53
FIGURA 3.28: Pieza de centro .....	53
FIGURA 3.29: Soporte del encoder .....	54
FIGURA 3.30: Sujetador de la batería .....	54
FIGURA 3.31: Circuito impreso .....	55
FIGURA 3.32: Ventilador.....	55
FIGURA 3.33: Ventilador con pieza de centro .....	56
FIGURA 3.34: Placa soldada .....	56
FIGURA 3.35: Baquelita con batería y su sujetador .....	57
FIGURA 3.36: Ventilador con soporte para encoder .....	57
FIGURA 3.37: Placa en el eje del ventilador .....	58
FIGURA 3.38: Unión de encoder fijo .....	58
FIGURA 3.39: Ventana Menú Principal .....	59
FIGURA 3.40: Ventana Puerto COM .....	59

FIGURA 3.41: Ventana Imagen-escoger imagen .....	60
FIGURA 3.42: Ventana de elección de imagen .....	60
FIGURA 3.43: Ventana Imagen-escalar .....	61
FIGURA 3.44: Ventana Imagen-binarizar .....	61
FIGURA 3.45: Ventana Imagen-crear matrices .....	62
FIGURA 3.46: Ventana Imagen-enviar .....	62
FIGURA 3.47: Ventana Imagen-regresar al menú .....	63
FIGURA 3.48: Aparato con imagen.....	63
FIGURA 3.49: Ventana reloj .....	64
FIGURA 3.50: Aparato con reloj análogo .....	64

## **CAPITULO 4**

FIGURA 4.1: Ventas proyectadas desde el 2012 al 2016 .....	68
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO 2

TABLA 2.1: Estructura de led .....	11
TABLA 2.2: Características del led 598-8191-107F.....	17
TABLA 2.3: Diferencias entre microcontroladores .....	20
TABLA 2.4: Posiciones de lenguajes usados.....	26

### CAPITULO 4

TABLA 4.1: Precio producto unitario.....	65
TABLA 4.2: Precio producto unitario en serie .....	66
TABLA 4.3: Materia prima proyectada .....	68
TABLA 4.4: Ventas anuales .....	69
TABLA 4.5: Indicadores.....	70
TABLA 4.6: TIR-VAN-C/B .....	70

## **RESUMEN**

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo el diseño y desarrollo de un display rotatorio monocromático, para desplegar imágenes pre-cargadas, las cuales pueden ser elegidas mediante una interfaz gráfica muy intuitiva cuyo diseño se detallará más adelante, además para su implementación se aprovecho las grandes ventajas que presenta el microcontrolador XMEGA128A1, en complemento se uso leds de alta luminosidad y piezas de acrílico cortadas con laser.

En el diseño de la interfaz grafica se realizaron varios diagramas los mismos que están distribuidos en Casos de usos, Clases, Lineal, Secuencias y GUI para explicar el funcionamiento de las ventanas que observara el usuario.

En la programación del AVR XMEGA128A1 se utilizaron las siguientes características que posee dicho microcontrolador como la interrupción USART, EXTERNA, TIMER 0, TIMER 1, habilitando los niveles de importancia de interrupciones, incluyendo la configuración el oscilador interno a 32MHZ para garantizar mayor velocidad en la ejecución del programa.

El display rotatorio está enfocado como una alternativa interesante e innovadora para aquellas empresas que se dedican a realizar publicidad o que requieran de ella. Es importante mencionar que la producción en serie de este dispositivo generara una reducción del costo de la materia prima y tiempo de ensamblaje de esta manera obtener una mayor utilidad, este beneficio se puede visualizar claramente en tablas obtenidas mediante cálculos financieros.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, ha aumentado el mercado competitivo en la industria electrónica razón por la cual, se ha creado la necesidad de diseñar e implementar sistemas que presenten mejores características por mencionar menor tamaño, bajos requerimientos de energía, pero sobre todo que muestre la facilidad para duplicar dicho sistema diseñado y de esta manera cumplir con los requerimientos específicos de usuario o cliente. Esto tiene repercusión en el costo, desempeño y seguridad en el diseño.

Este proyecto de tesis busca brindar una alternativa novedosa y atractiva para las empresas que hacen publicidad mediante la construcción de un display con leds, el cual presenta imágenes precargadas del anuncio o de la información deseada según la necesidad del cliente y su alcance adquisitivo.

Es importante mencionar que para la elaboración de este dispositivo se uso un microcontrolador AVR XMEGA 128, ya que muestra un alto rendimiento en donde el fabricante puede implementar y desarrollar múltiples aplicaciones optimizando recursos para hacerlo más económico.

La contribución de este proyecto será presentar un tema desde dos enfoques el tecnológico y el administrativo de tal forma que exista un punto de encuentro en la generación de un conocimiento común que se ha limitado a los profesionales de ingeniería electrónica.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Diseñar y desarrollar un display rotatorio para publicidad en base a diodos emisores de luz leds mediante el control de la posición angular para visualización de imágenes.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar y construir la estructura mecánica que mejor se ajuste a un display rotatorio con diodos leds.
- Diseñar e implementar un controlador electrónico basado en microcontrolador para el control de leds en base a la posición angular.
- Implementar un programa informático para cargar imágenes en el dispositivo desarrollado.
- Realizar un estudio costo-beneficio para determinar el valor real del producto en una producción en masa.

## **1.2 ALCANCE**

La innovación tecnológica es un factor importante en la sociedad actual. La publicidad y el marketing requieren de nuevas formas de expresión para llamar la atención de futuros clientes y una imagen que da la impresión visual de estar flotando en el aire es novedoso para quienes lo miran.

Una sincronización angular para la proyección de imágenes hace pocos años atrás técnicamente era difícil de generar, sin embargo en la actualidad, los microcontroladores permiten grandes velocidades de reacción y varias señales de entradas y salidas que hacen posible una sincronización armónica casi perfecta e imperceptible al ojo humano.

Un prototipo monocromático con leds, de un tamaño entre 10cm y 20cm de diámetro, que muestre imágenes previamente cargadas, sería suficiente para una pequeña sala de espera. Las personas se entretienen mirando el dispositivo mientras esperan a ser atendidas.

Con el estudio, diseño y construcción de este dispositivo se busca establecer los parámetros que indiquen cual es el mejor camino para realizar una producción en masa de un dispositivo electrónico innovador para la publicidad a costos atractivos para la empresa ecuatoriana.

Para la realización de este dispositivo trataremos los temas de control de motores de corriente continua de baja potencia, la programación de microcontroladores, la programación de interfaces gráficas para la computadora, protocolo de comunicación e indicadores de gestión.



### 1.3 SILTTEC

**SILTTEC** es una empresa establecida en la ciudad de Quito desde el año 2005, dedicada a brindar soluciones tecnológicas enfocada hacia el mercado empresarial ecuatoriano, su principal característica es la de diseñar, manufacturar e implementar todo tipo de soluciones con precios accesibles, excelente calidad en el producto con un alto agregado tecnológico y sobre todo un soporte post-venta muy eficiente hacia el cliente para satisfacer sus necesidades, todo esto con un solo objetivo ser una empresa líder en tecnología y de esta manera colaborar con el desarrollo del país.

#### 1.3.1 MISIÓN

“Ofrecer a las empresas una alternativa local en cuanto a soluciones tecnológicas se refiere. Manteniendo altos niveles de calidad, manufactura y soporte post-venta.”

#### 1.3.2 VISIÓN

“Llegar a ser una empresa reconocida a nivel nacional por su innovación tecnológica, calidad en sus productos, soporte técnico y precios accesibles.”



**Figura 1.1:** Logo de SILTTEC<sup>[Web7]</sup>

## **CAPÍTULO 2**

### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1 MARKETING Y PUBLICIDAD**

Para el desarrollo de este proyecto es importante tener claro dos conceptos esenciales Marketing y Publicidad, de esta manera obtener una visualización correcta hacia la comercialización y presentación del dispositivo como una herramienta destinada a impulsar un determinado producto o servicio y que esté al alcance de cualquier empresa ecuatoriana.

##### **2.1.1 MARKETING**

Es una disciplina que se encarga del análisis del mercado y comportamiento de los consumidores. Además analiza la gestión comercial de las empresas con el objetivo de captar, retener y fidelizar a los clientes a través de la satisfacción de sus necesidades.

El marketing centra sus actividades en el producto, precio, la plaza (distribución) y la publicidad para su promoción, usando una serie de técnicas y metodologías para conquistar al mercado. Las acciones de marketing pueden tener una visión de rentabilidad a corto o a largo plazo, ya que su gestión también supone la realización de inversiones en la relación de la empresa con los clientes, con los proveedores y hasta con sus propios empleados. Es importante no confundir marketing y publicidad, ya que esta abarca a la publicidad.

##### **2.1.2 PUBLICIDAD**

La publicidad es una técnica que se encarga de estudiar al público, utilizada por empresas, organizaciones no lucrativas, instituciones del estado y personas individuales, para dar a conocer un determinado mensaje relacionado con sus productos, servicios, ideas u otros, a un determinado grupo objetivo.

Es indispensable contar con un sin número de estrategias de promoción y cabe recalcar que la publicidad tiene un costo, el cual varía de acuerdo al medio que va a emplear para su comunicación, además debe ir dirigido no solamente a un público masivo sino a un segmento en particular y de esta manera cumplir con los objetivos de informar, recordar y persuadir.

#### **2.1.2.1 TENDENCIAS DE PUBLICIDAD EN EL MERCADO DE AVISOS LUMINOSO**

En múltiples ocasiones se ha presentado la necesidad de desplegar mensajes informativos o anuncios para promover productos o servicios, los mismos que deben ser lo suficientemente claros para que puedan ser vistos por toda la gente que se encuentre alrededor y para ello se ha utilizado distintas presentaciones manejando la más avanzada tecnología en despliegue de mensajes luminoso valiéndose de la electrónica moderna.

En la actualidad han surgido varios competidores que trabajan aprovechando las ventajas de luces de neón las mismas que quedaran en el pasado debido a que brindan pocas posibilidades de configuración, entre otras posibilidades electrónicas se encuentra la fibra óptica que garantizan alta seguridad pero aun están en desarrollo y su uso en avisos luminosos se ve limitado debido a su poco brillo, sin embargo en el caso de los leds ofrecen una solución más inmediata y entre sus ventajas está el hecho de que tienen una mayor duración.

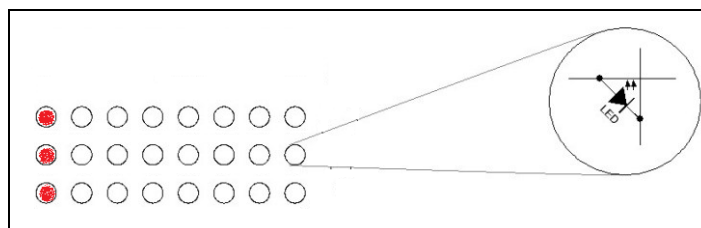
El display giratorio a base de leds es una nueva propuesta de publicidad para el despliegue de imágenes pre cargadas de acuerdo a los requerimientos de promoción, los beneficios que ofrece este dispositivo son los precios accesibles los mismos que estarían al alcance de las pequeñas, medianas y grandes empresas. Además es un producto que permitirá una presentación atractiva y llamativa del mensaje ya que se estaría haciendo uso de un recurso innovador e inusual en la publicidad sin necesidad de utilizar propagandas televisivas costosas e inaccesibles para muchas compañías que están en crecimiento.

El estudio de este proyecto de tesis a realizarse servirá de guía para aquellas personas que tengan la iniciativa de desarrollar su propia empresa y con ello diseñar y construir productos tecnológicos para la consiguiente comercialización, una vez realizado un estudio de mercado costo-beneficio para la respectiva producción en masa de dicho producto.

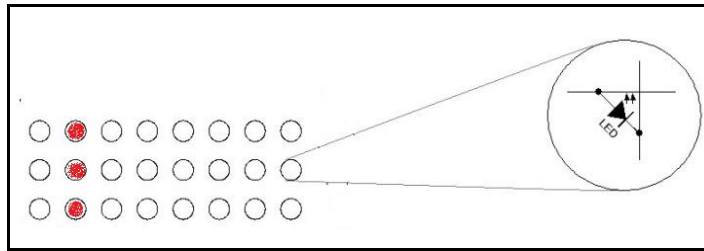
## 2.2 DISPLAY ROTATORIOS

En una matriz rectangular de leds cada led representa un pixel si la matriz fuera ideal todos los leds estarían prendidos para presentar una imagen, para usar menos recursos del microcontrolador lo que se hace es un barrido, el cual consiste en prender una sola fila de leds a la vez y pasando por todas las columnas de la matriz para presentar la misma imagen, este barrido tiene que realizarse a una velocidad imperceptible para el ojo humano, reduciendo la cantidad de pines del microcontrolador que controlan los leds.

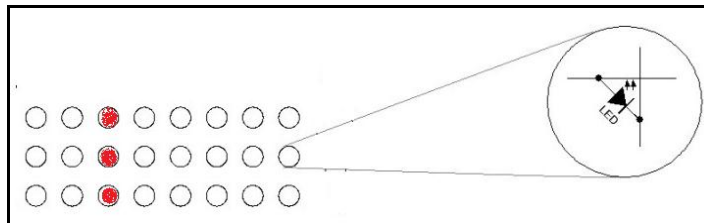
En las siguientes figuras se muestra como se prenden las filas de leds en una matriz 3x8, realizando el barrido hay que tomar en cuenta que se lo debe realizar a una velocidad imperceptible para el ojo humano es decir  $50 \times 10^{-3}$  seg como media, es el tiempo aproximado que tarda una imagen en desaparecer por el efecto que realizan los fotones de luz, obteniendo en la figura 2.5 el efecto deseado.



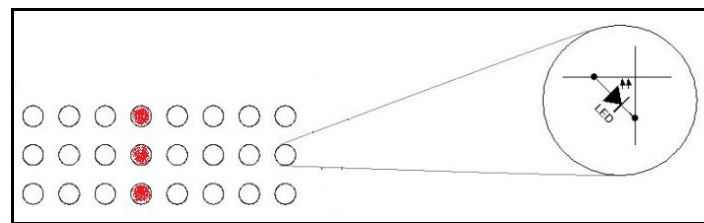
**Figura 2.1:** Barrido en la primera fila<sup>[Web9]</sup>



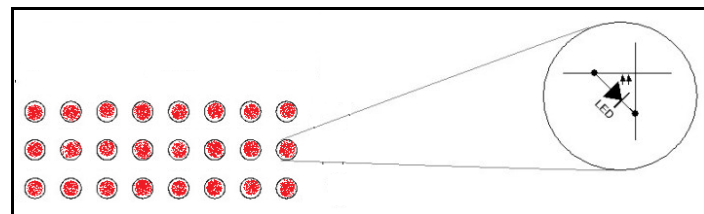
**Figura 2.2:** Barrido en la segunda fila<sup>[Web9]</sup>



**Figura 2.3:** Barrido en la tercera fila<sup>[Web9]</sup>



**Figura 2.4:** Barrido en la cuarta fila<sup>[Web9]</sup>

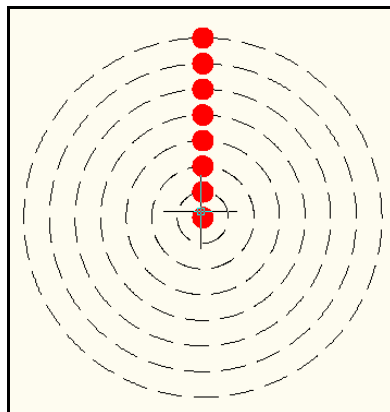


**Figura 2.5:** Barrido completo<sup>[Web9]</sup>

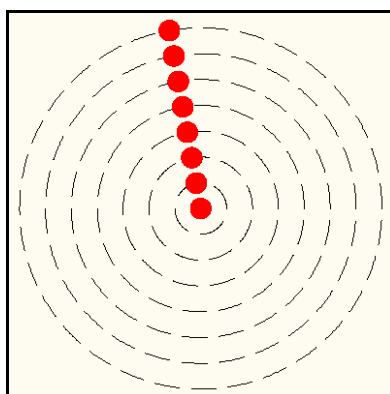
Los leds al no estar encendidos siempre pierden luminosidad, la cual debe ser compensada aumentando la corriente que llega a cada uno de ellos para así poder tener la misma intensidad luminosa.

En un display giratorio se usa una sola fila de leds que se mueven realizando el barrido de la matriz, en este caso es una matriz polar, a diferencia de la matriz rectangular que tiene columnas, la polar tiene posiciones angulares para realizar el barrido de la matriz.

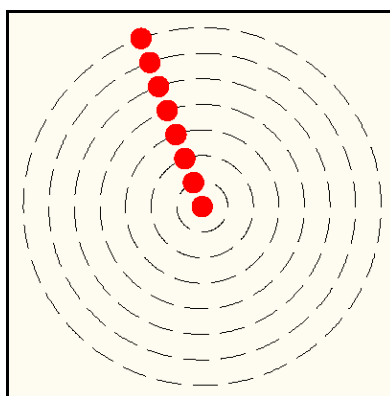
En las siguientes figuras se muestra el barrido de la matriz polar, en rojo los leds prendidos, su camino por la circunferencia a recorrer para realizar su barrido, obteniendo en la figura final el efecto deseado.



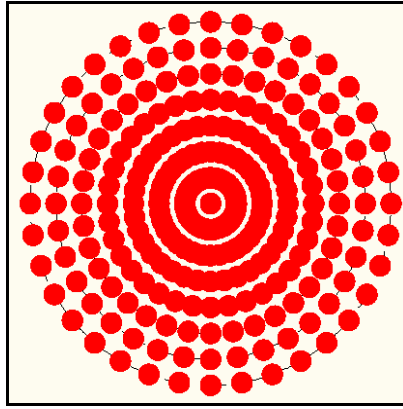
**Figura 2.6:** Barrido polar 1<sup>[Autor]</sup>



**Figura 2.7:** Barrido polar 2<sup>[Autor]</sup>



**Figura 2.8:** Barrido polar 3<sup>[Autor]</sup>



**Figura 2.9:** Barrido polar completo<sup>[Autor]</sup>

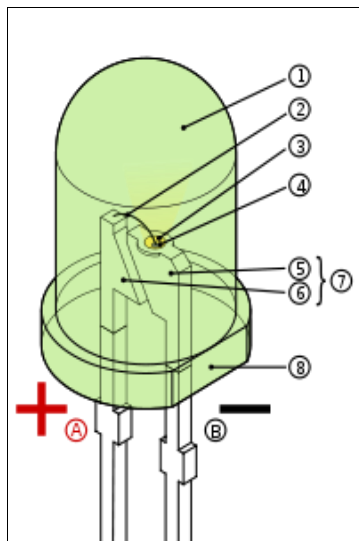
En el mercado Ecuatoriano no hay empresas que fabriquen este tipo de displays, además no se dedican a la importación de dichos dispositivos, ya que empresas extranjeras solo dan soporte en su territorio como son en México y Estados Unidos.



**Figura 2.10:** Display Rotatorio<sup>[Web10]</sup>

## 2.3 DIODOS LED

Los diodos led son dispositivos semiconductores emisores de luz. En los últimos años se han realizado varias investigaciones en el campo que han desencadenado muchas mejoras, puesto que actualmente se dispone de leds de alta luminosidad, larga vida útil, diferentes ángulos de proyección, variados colores, tipos y costos.



**Figura 2.11:** Estructura de led<sup>[Web2]</sup>

A	Ánodo
B	Cátodo
1	Caracasa/encapsula do epóxico
2	Banda de paso
3	Cavidad reflectora(chip)
4	Terminación del semiconductor  Superficie de separación.
5	Yunque
6	Plaqueta
8	Borde plano

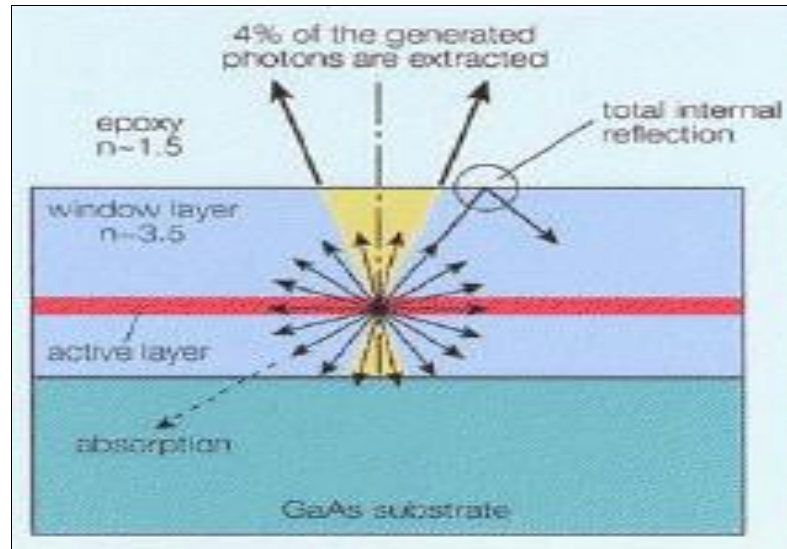
**Tabla 2.1-** Estructura de led<sup>[Web2]</sup>

Para obtener varios colores hay que tener una diferente composición del material con lo que se tiene un dopaje distinto y cambian los saltos en las bandas de energía. Con un dopaje de Aluminio, Indio, Galio y Fosforo (AlInGaP) se obtiene los colores rojo, naranja y amarillo. Con Indio y Nitrito de Galio (InGaN) se tiene los colores azul, verde y blanco.

El color blanco también se lo puede obtener mezclando los colores rojo, verde y azul en un mismo punto, este tipo de leds se los conoce como led RGB y también puede

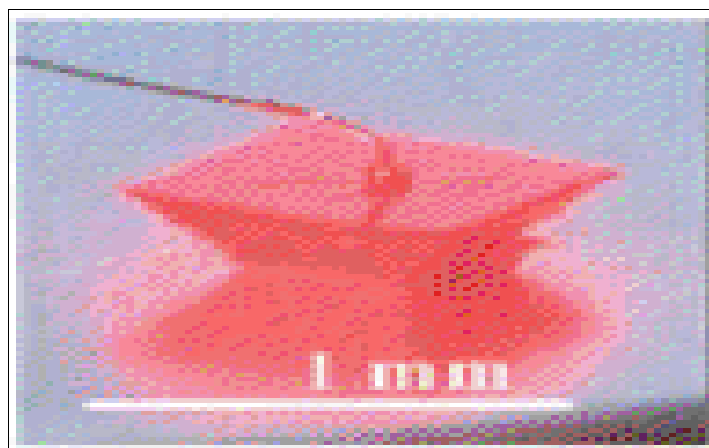


dar diferentes colores e intensidades de color gracias a un control por separado de los tres colores que están en el mismo punto; Este control se lo realiza a través de una “Modulación de Ancho de Pulso (PWM - Pulse Width Modulation).

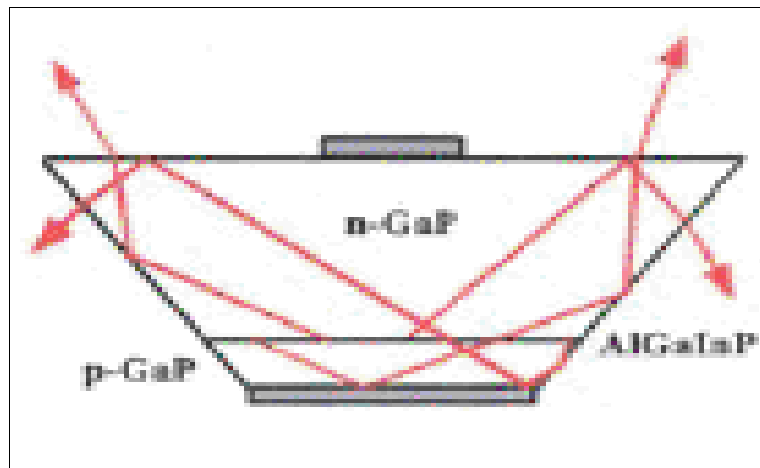


**Figura 2.12:** Reflexión de luz en el led<sup>[Web0]</sup>

Los ángulos de proyección de la luz del led dependen de la cavidad reflectora (chip), la cual es una pirámide truncada invertida (PTI), que ayuda a minimizar las reflexiones internas para que se pueda dar la mayor cantidad de luz al exterior, ya que los fotones van en todas las direcciones y son reflejados por la superficie de separación, la luz también se ve minimizada por el nivel de transparencia del encapsulado.



**Figura 2.13:** Pirámide truncada invertida (PTI)<sup>[Web0]</sup>



**Figura 2.14:** PTI de un semiconductor de AlGaInP/GaP<sup>[Web0]</sup>

En el mercado existe una diversidad de leds dependiendo de la aplicación, son de diferente tamaño, color, encapsulado (“Dispositivo de Agujeros Pasantes” (THD – Through Hole Device- “Dispositivo de Montaje Superficial” ( SMD - Surface Mount Device) ) y potencia de luz.

En el Ecuador los tipos de leds son limitados y costosos, pero en otros países como Estados Unidos hay gran variedad como los) THD que atraviesan el PCB, los SMD que se coloca sobre la superficie del circuito impreso, en las dos opciones anteriores hay diferentes ángulos de proyección(10°-120°), tamaños(ancho, largo y altura) los mismos que son estándares, formas(circular, rectangular), tipos (monocromáticos, rgb, alta luminosidad), longitud de onda(en nano metros), intensidad luminosa(en mili candelas), colores(azul, ámbar, verde, rojo), el precio varía dependiendo de la calidad y especificaciones técnicas que se requiera para el led (0.08ctvs – 6.00dólares).

Las aplicaciones pueden ser las siguientes:

- **Para la Iluminación de letras corpóreas**



**Figura 2.15:** Iluminación de letra corpóreas<sup>[Web1]</sup>

- **Ensamblaje de displays y tableros electrónicos**



**Figura 2.16:** Ensamblaje de displays y tableros electrónicos<sup>[Web1]</sup>

- **Iluminación de Ambientes**



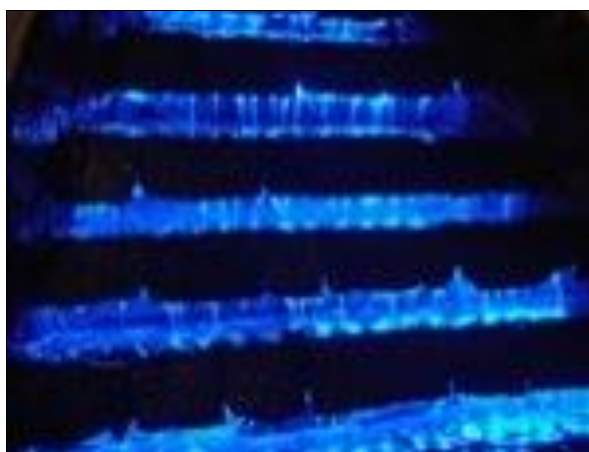
**Figura 2.17:** Iluminación de ambientes<sup>[Web1]</sup>



**Figura 2.18:** Iluminación de ambientes<sup>[Web1]</sup>



**Figura 2.19:** Iluminación de ambientes<sup>[Web1]</sup>



**Figura 2.20:** Iluminación de ambientes<sup>[Web1]</sup>

➤ **Iluminación de Shows con LEDs**



**Figura 2.21:** Iluminación de show con leds<sup>[Web1]</sup>

➤ **Luces de advertencia**

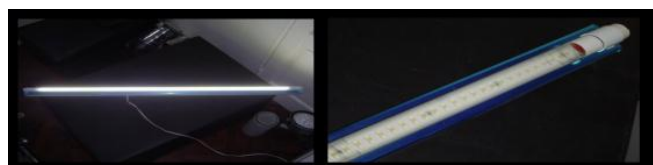


**Figura 2.22:** Luces de advertencia1<sup>[Web5]</sup>



**Figura 2.23:** Luces de advertencia2<sup>[Web5]</sup>

➤ **Lámparas**



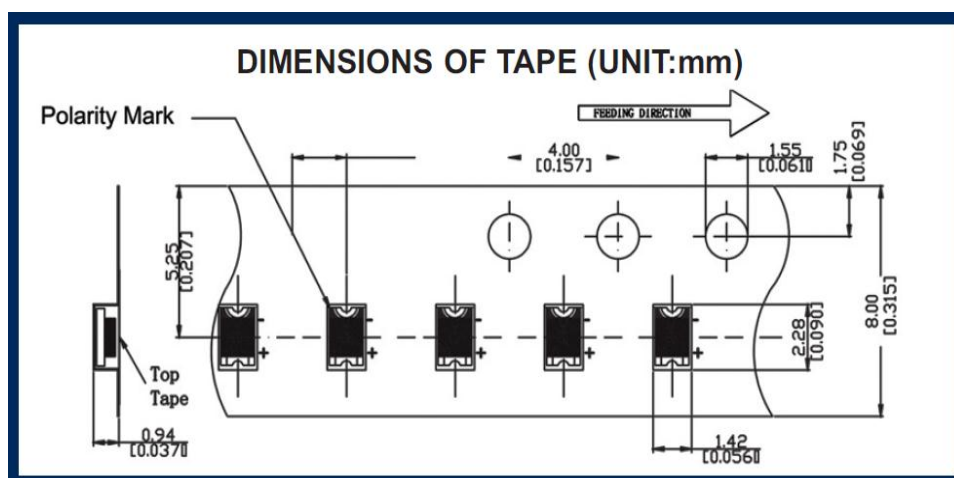
**Figura 2.24:** Lámparas<sup>[Web6]</sup>

## 2.4 Diodo LED 598-8191-107F

EL diodo led usado es SMD de alta luminosidad y presenta las siguientes características:

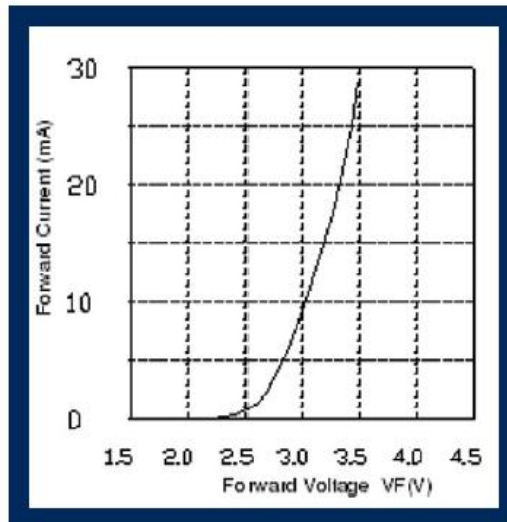
Led Nº	COLOR	COLOR DEL LENTE	INTENSIDAD LUMINOSA		
598-8191-107F	Azul	Claro	If= 20mA		
			MIN	TYP	MAX
			90	140	470
	InGaN	140°	VOLTAGE DIRECTO		
			If=20mA		
			MIN	TYP	MAX
			2.8	3.2	3.5

**Tabla 2.2-** Características del led 598-8191-107F<sup>[Anexo1]</sup>

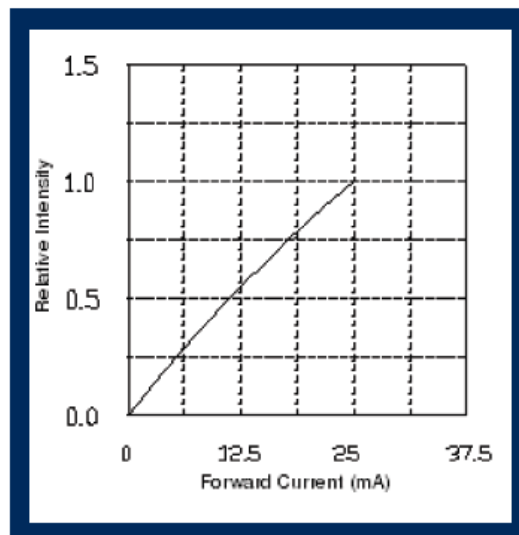


**Figura 2.25:** Características SMD del led 598-8191-107F<sup>[Anexo1]</sup>

En las siguientes figuras se muestra las variaciones de voltaje, corriente e intensidad luminosa.



**Figura 2.26:** Voltaje directo vs Corriente directa( $T_a=25^\circ\text{C}$ ) <sup>[Anexo1]</sup>



**Figura 2.27:** Intensidad relativa vs Corriente directa( $T_a=25^\circ\text{C}$ ) <sup>[Anexo1]</sup>

## 2.5 Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador pero con prestaciones limitadas, es importante mencionar que microprocesador y microcontrolador son diferentes porque un microprocesador es un sistema abierto con el que se puede construir una computadora con las características que se desee y acoplando los módulos

necesarios, un microcontrolador es un sistema cerrado con prestaciones limitadas que no se puede modificar.

Se utiliza los microcontroladores en casi todos los tipos de la industria, el hogar y transporte por ser fáciles de programar, reprogramables, su reducido tamaño y sus numerosos periféricos incluidos. Se los puede usar en computación (impresoras, escáner, teclado, web cam), electrodomésticos (lavadoras, microondas, cocina, televisión, equipo de sonido), sistemas de supervisión (alarmas y vigilancia, ascensores, calefacción, aire acondicionado), comunicación y transferencia de datos (celulares, radio base, satélites, modems), instrumentación y medicina (electrocardiógrafos, encefalografos, tomógrafos, horno, sistemas para florícolas), automatización (climatización, seguridad electrónica, automotriz).

## **2.6 Estructura de un microcontrolador**

El microcontrolador está formado por las siguientes partes:

- ✓ Unidad central de procesamiento (CPU)
- ✓ Memoria (donde están los datos y las instrucciones)
- ✓ Buses de direcciones (control de los datos)

El CPU está conectado por un solo bus a la memoria de datos e instrucciones del programa. En los microcontroladores antiguos, al tener un solo bus, se limita la velocidad del microcontrolador pero en la actualidad se tiene diferentes buses para la memoria de datos y la de instrucciones, con tamaños diferentes para cada bus obteniendo mayor velocidad, reduciendo la longitud del programa, además presenta la ventaja de acceder a las instrucciones y a los datos superponiéndose al tiempo de acceso de los datos, mejorando notablemente la velocidad de operación.



## 2.7 Microcontrolador XMEGA128A1

El microcontrolador usado para realizar el display es un XMEGA128A1, con una CPU de 8 bits , tienen un alto rendimiento, bajo consumo de energía, varios periféricos de entrada y salida, PLL, trabajan a altas velocidades que pueden ser proporcionadas con su oscilador RC interno hasta 32Mhz. Cuenta con 8 timers independientes de 16 bits, 78 interrupciones externas, 8 USART, 4 TWI(I2C), 12 SPI, 12 canales ADC de 12 bits, 4 canales DAC de 12 bits, 78 puertos de entrada/salida, el voltaje de operación va entre 1.6-3.6voltios, rango de temperatura (-40 a 80 °C).

Las PLL sirven para que una instrucción se realice en un ciclo de máquina mientras que en otros microcontroladores una instrucción se la realiza en cuatro ciclos de máquina. Una ventaja de entre otros microcontroladores es la posibilidad de elegir niveles de importancia en las interrupciones internas o externas.

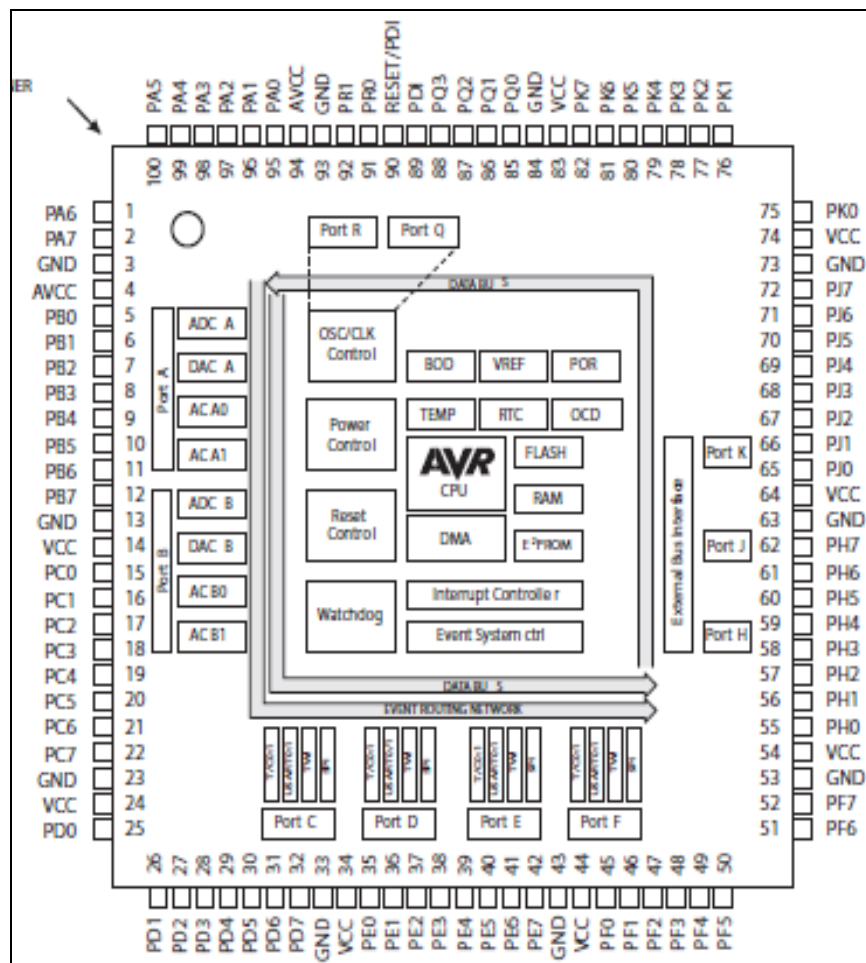
Por las características antes mencionadas es un microcontrolador con aplicaciones industriales y superior a los de su misma familia y a microcontroladores de otras marcas.

En la siguiente tabla se muestra claramente las diferencias con otro tipo de microcontroladores:

CARACTERISTICAS	PIC16F877	ATMEGA32	XMEGA128A1
Memoria Flash	8(Kbytes)	32(Kbytes)	128(Kbytes)
RAM	368(bytes)	2(K)	8(K)
EEPROM	256(bytes)	1(K)	2048(bytes)

**Tabla 2.3-** Diferencias entre microcontroladores<sup>[Web22]</sup>

A continuación en la figura 2.19 se muestra la distribución de pines del XMEGA128A1:

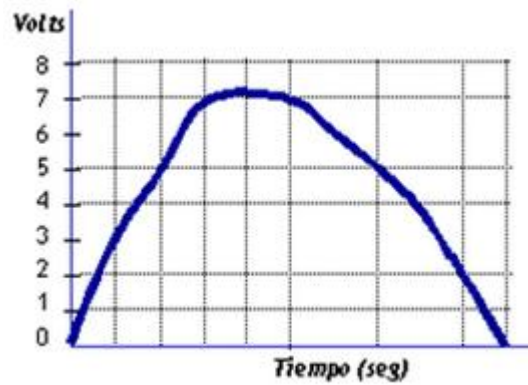


**Figura 2.28:** AVR XMEGA128A1<sup>[Web8]</sup>

**ADC (Conversor Análogo Digital):** transforma una señal análoga que tiene valores continuos, en una digital con valores discretos como son los binarios(cero y uno), se caracteriza por obtener una cantidad de muestras por segundo, esta actividad se la llama muestreo; la resolución del ADC es el numero de bit en que se puede transformar una voltaje de la señal.

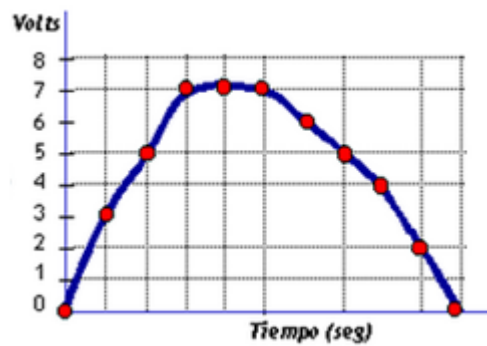
El muestreo del XMEGA es de dos millones de muestras por segundo, con una resolución de 12 bits.

En la figura se muestra una señal análoga.



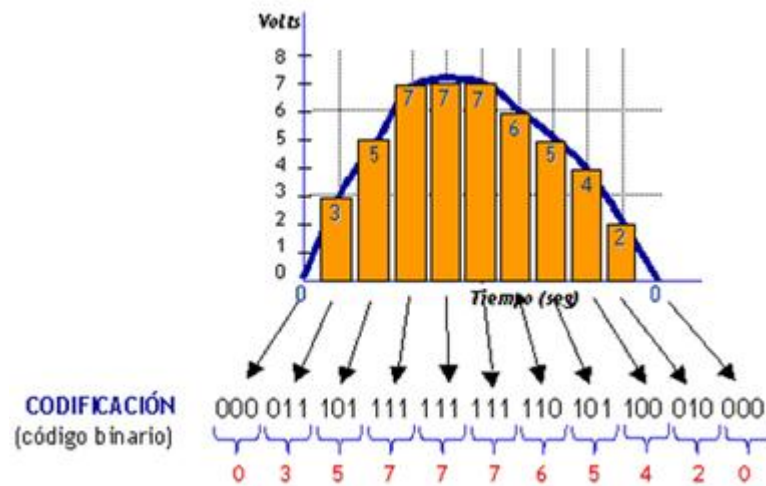
**Figura 2.29:** Señal análoga<sup>[Web6]</sup>

En la siguiente figura se detalla el muestreo de la señal análoga, con diez muestras por segundo.



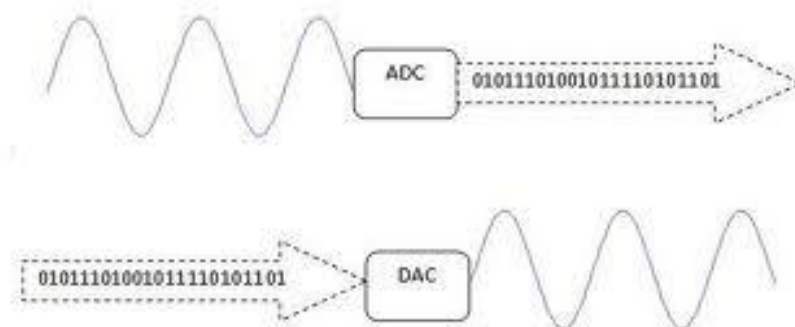
**Figura 2.30:** Muestreo de señal analógica<sup>[web16]</sup>

En la figura se muestra la resolución del ADC y los valores que se obtuvieron en cada muestra, con una resolución de tres bits.



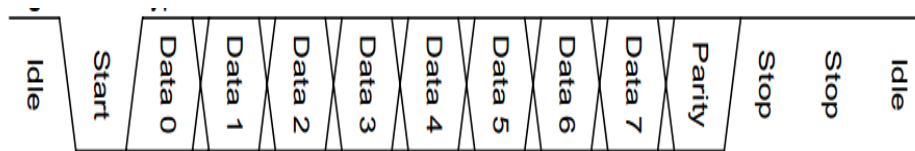
**Figura 2.31:** Resolución de ADC<sup>[web16]</sup>

**DAC (Convertor Digital-Análogo):** transforma una señal digital o binaria (cero y uno), a una señal analógica, teniendo el proceso inverso de un ADC como se muestra en la siguiente figura.



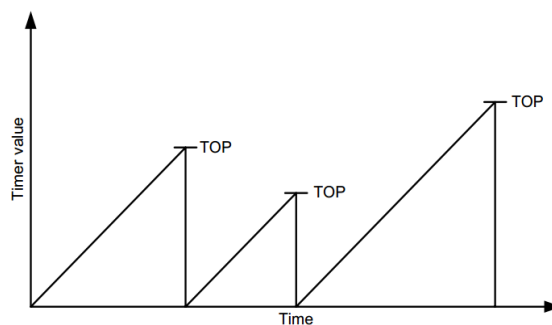
**Figura 2.32:** DAC(Convertor digital-Análogo)<sup>[web17]</sup>

**USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter):** es una comunicación estándar en la cual se mandan los datos de una manera específica, como son velocidades, bit de inicio, paridad y fin de trama como se muestra en la siguiente figura, un bit de inicio(start), los 8 datos, bit de paridad, bit de fin de la transmisión(stop), se puede transmitir y recibir datos al mismo tiempo.



**Figura 2.33:** Transmisión de datos<sup>[Web8]</sup>

**Timer/Counter:** son contadores que incrementan su valor en uno, después de un tiempo determinado, que depende del oscilador, puede ser modificado; el valor del timer se resetean cuando ha llegado a su máximo valor, tiene un tope variable, en el caso del XMEGA usado es un timer de 16 bits que puede variar entre (0-65536).



**Figura 2.34:** Timer<sup>[Web8]</sup>

**Interrupciones externas:** Son eventos que se generan al ser estimulada uno de los puertos de entrada del microcontrolador, sea como flanco de subida, flanco de bajada, o cuando permanece en un estado (5v o 1Logico) – (0v o 0Logico). En los XMEGA todos los puertos pueden actuar como interrupciones externas.

## 2.8 Lenguajes de programación

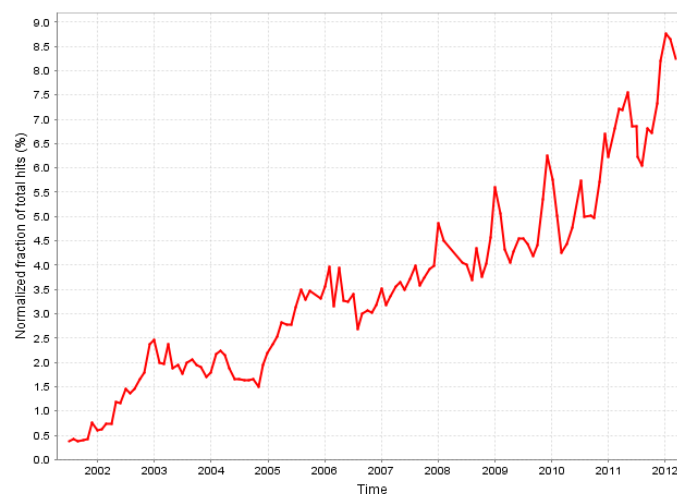
### 2.8.1 C Sharp

Es un lenguaje de propósito general diseñado por Microsoft para la plataforma “.Net” la misma que provee un conjunto de soluciones pre definidas para la programación de aplicaciones, creadas para la plataforma Windows.

A continuación se presenta las características que definen el lenguaje de programación C Sharp

- ✓ **Sencillez de uso:** elimina muchos elementos añadidos por otros lenguajes y que facilitan su uso y comprensión.
- ✓ **Modernidad:** incorpora elementos que se ha demostrado a lo largo del tiempo que son muy útiles para el programador, como tipos decimales o booleanos
- ✓ **Orientado a objetos:** las características básicas de programación orientada a objetos son encapsulación, herencia y polimorfismo.

A continuación se muestra el crecimiento que ha tenido el lenguaje C Sharp desde el 2001



**Figura 2.35:** Índice de crecimiento de C sharp<sup>[Web11]</sup>

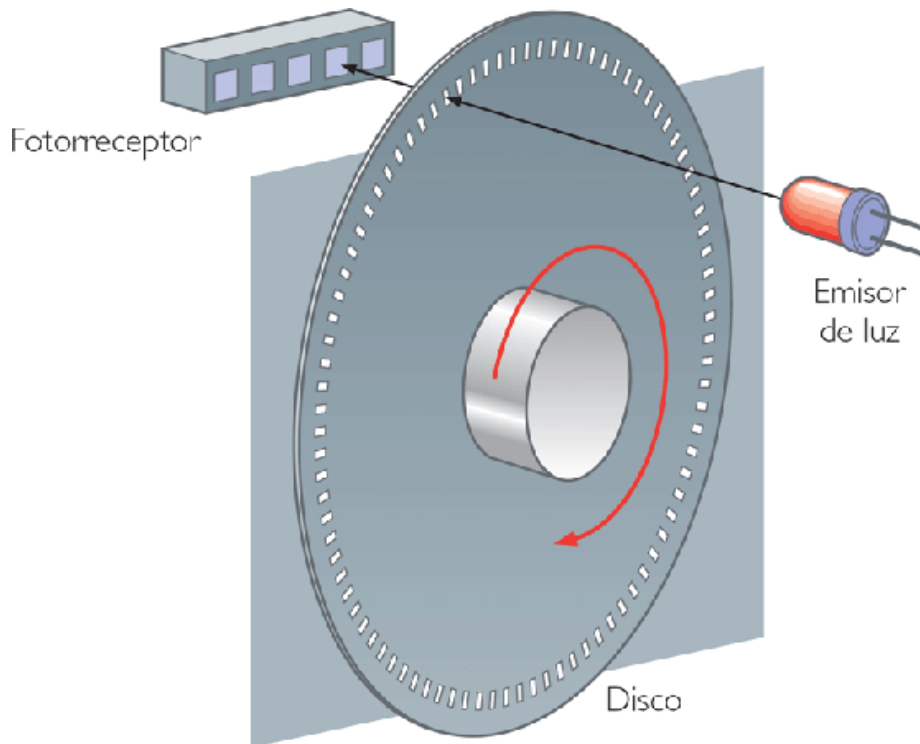
En la siguiente tabla se muestra las posiciones de los lenguajes de programación más utilizados, siendo “C Sharp” el tercero por debajo de “C” y “Java” que son más antiguos.

Position Mar 2012	Position Mar 2011	Delta in Position	Programming Language	Ratings Mar 2012	Delta Mar 2011	Status
1	1	=	<a href="#">Java</a>	17.110%	-2.60%	A
2	2	=	<a href="#">C</a>	17.087%	+1.82%	A
3	4	↑	<a href="#">C#</a>	8.244%	+1.03%	A
4	3	↓	<a href="#">C++</a>	8.047%	-0.71%	A
5	8	↑↑↑	<a href="#">Objective-C</a>	7.737%	+4.22%	A
6	5	↓	<a href="#">PHP</a>	5.555%	-1.01%	A
7	7	=	<a href="#">(Visual) Basic</a>	4.369%	-0.34%	A
8	10	↑↑	<a href="#">JavaScript</a>	3.386%	+1.52%	A
9	6	↓↓↓	<a href="#">Python</a>	3.291%	-2.45%	A
10	9	↓	<a href="#">Perl</a>	2.703%	+0.73%	A
11	13	↑↑	<a href="#">Delphi/Object Pascal</a>	1.727%	+0.73%	A
12	30	↑↑↑↑↑↑↑↑	<a href="#">PL/SQL</a>	1.418%	+1.01%	A
13	11	↓↓	<a href="#">Ruby</a>	1.413%	-0.09%	A
14	23	↑↑↑↑↑↑↑↑	<a href="#">Transact-SQL</a>	0.925%	+0.38%	A
15	15	=	<a href="#">Lisp</a>	0.922%	-0.01%	A
16	22	↑↑↑↑↑	<a href="#">Visual Basic .NET</a>	0.784%	+0.22%	A-
17	18	↑	<a href="#">Pascal</a>	0.771%	+0.07%	A
18	32	↑↑↑↑↑↑↑↑	<a href="#">Logo</a>	0.717%	+0.31%	A--
19	17	↓↓	<a href="#">Ada</a>	0.633%	-0.09%	B
20	19	↓	<a href="#">NXT-G</a>	0.604%	-0.04%	B

**Tabla 2.4-** Posiciones de lenguajes usados<sup>[Web12]</sup>

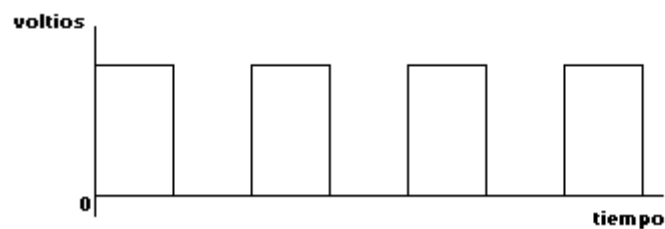
## 2.9 Encoder

Un encoder transforma una posición angular, dada por el giro sobre un eje, de un disco, a pulsos digitales mediante el cambio de estado lógico, cuando la emisión de luz se ve interrumpida y no llega al receptor, para obtener en una vuelta del disco, un tren de pulsos.



**Figura 2.36:** Encoder<sup>[Web13]</sup>

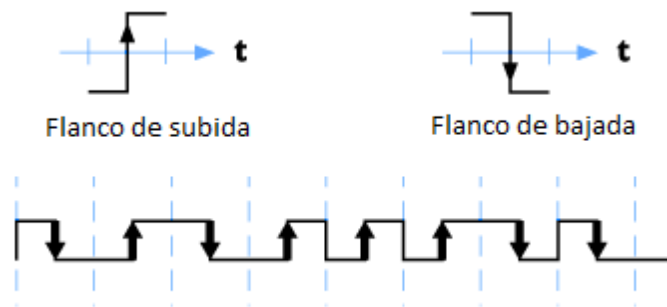
En la siguiente figura se muestra una parte del tren de pulsos el cual debe ser una señal cuadrada.



**Figura 2.37:** Tren de pulsos<sup>[Web18]</sup>



En la siguiente figura se muestra los flancos de subida y bajada que hay en un tren de pulsos.



**Figura 2.38:** Flanco de subida y bajada<sup>[Web20]</sup>

## 2.10 Binarización

La binarización consiste en obtener una imagen en la que se distingan dos únicos colores como blanco y negro, para que el pixel que se encuentre de color pase a blanco o negro, se aplica un umbral y los que estén sobre el umbral serán pixeles negros, mientras los que se encuentren debajo del umbral serán blancos, la escala de grises es diferente a la binarización ya que en la escala de grises se obtiene un tono de negro entre (0-255), el umbral se aplica sobre el tono en la escala de grises



**Figura 2.39:** Imagen en escala de grises<sup>[Web19]</sup>



**Figura 2.40:** Imagen binarizada<sup>[Web19]</sup>

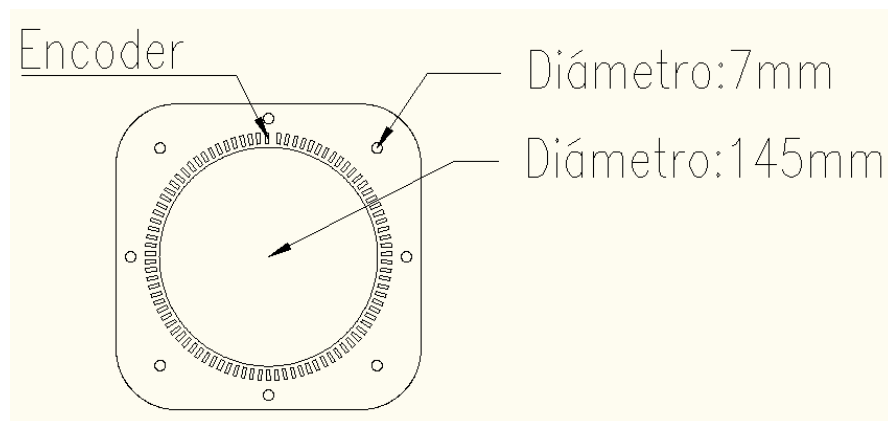
## CAPÍTULO 3

### DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describirá en detalle todas las ideas, procedimientos y diagramas mecánicos, eléctricos y software que se desarrollaron para obtener el display rotatorio.

#### 3.1 DISEÑO MECÁNICO

A continuación se muestra el encoder con sus medidas, las circunferencias de 7milímetros (mm) por las que pasaran los pernos que darán soporte al encoder, los agujeros del encoder están con una separación de 3,98 grados para obtener 180 pulsos que serán usados en la interrupción externa, mostrando el primer flanco, la circunferencia de 145mm es para dar espacio a que gire la placa electrónica con el sensor óptico.



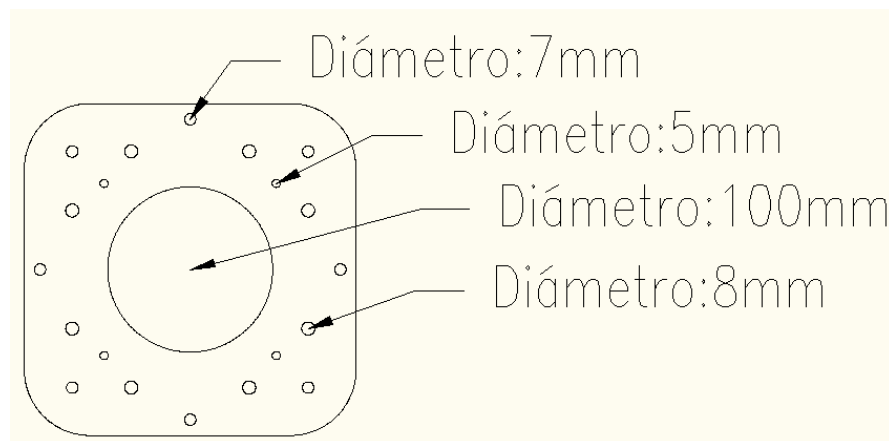
**Figura 3.1:** Diseño de encoder<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra la pieza de centro que ira unida con pegamento al eje que gira del ventilador, esta pieza servirá para obtener el centro de giro de la placa electrónica, junto a la pieza que sujeta la batería.



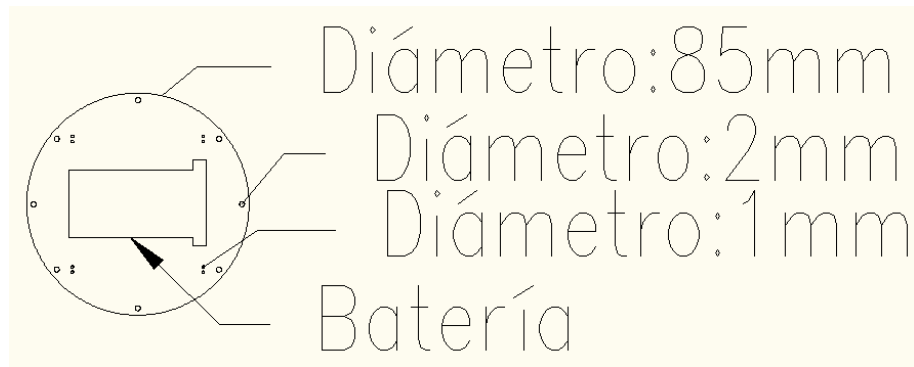
**Figura 3.2:** Diseño de pieza de centro<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra la pieza que dará soporte al encoder mediante las circunferencias de 7mm, los diámetros de 5mm son para sujetar esta pieza con la armadura del ventilador, los agujeros de 8mm colgar el aparato, el círculo central es para poder manipular las piezas de centro.



**Figura 3.3:** Diseño de piezas que soporte el encoder<sup>[Autor]</sup>

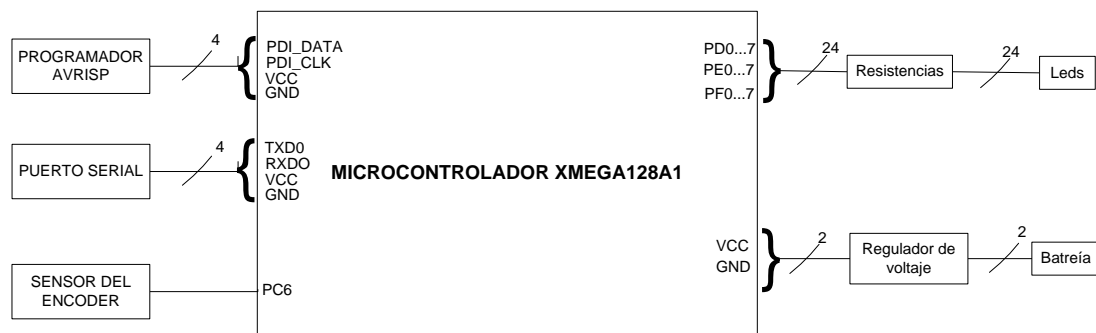
En la siguiente figura se muestra la pieza que sujetara la batería y junto con la pieza de centro darán el centro de giro de la placa electrónica, los diámetros de 2mm son los que se unirán en un lado a la pieza de centro, al otro junto con los agujeros de 1mm se une la placa.



**Figura 3.4:** Diseño de pieza de batería<sup>[Autor]</sup>

### 3.2 Diseño electrónico

En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques del diseño eléctrico, como los puertos del microcontrolador para controlar el encendido y el apagado de los leds, con sus resistencias para controlar la corriente que llega a los leds; la polarización del microcontrolador a 3.3voltios mediante el regulador de voltaje; cargar el programa mediante el protocolo PDI (Program and Debug Interface); transmitir los datos por el puerto USART; recibir los flancos del sensor del encoder en el puerto “C6”.

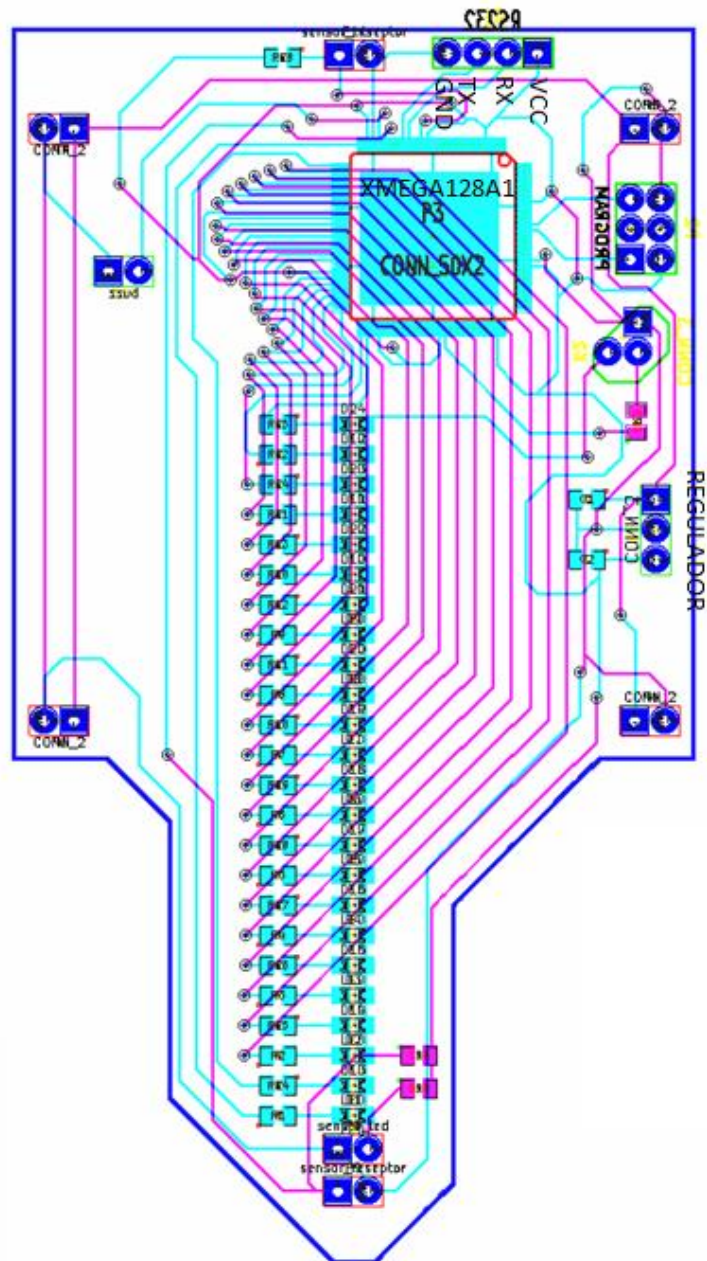


**Figura 3.5:** Diagrama de bloques eléctrico<sup>[Autor]</sup>

El diagrama esquemático está basado en las características de cada elemento como el microcontrolador XMEGA que tiene 100 pines, los leds con su ánodo y cátodo, el puerto serial con su transmisión, recepción de datos y la polarización, el sensor del encoder con el emisor y el receptor para ver los flancos, el regulador de voltaje de 3.3voltios a los que trabaja en microcontrolador.

**Figura 3.6:** Diseño esquemático<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra las características físicas (tamaños y formas) de los elementos utilizados como el microcontrolador que tiene un encapsulado LQFP (encapsulado de montaje superficial cuadrado plano de perfil bajo), los leds y las resistencias tienen el mismo encapsulado SM00805. Los leds se empiezan a ubicar desde donde será el centro hasta la parte más lejana donde lleguen, justo antes del sensor del encoder que se encuentra en la parte más lejana desde el centro.

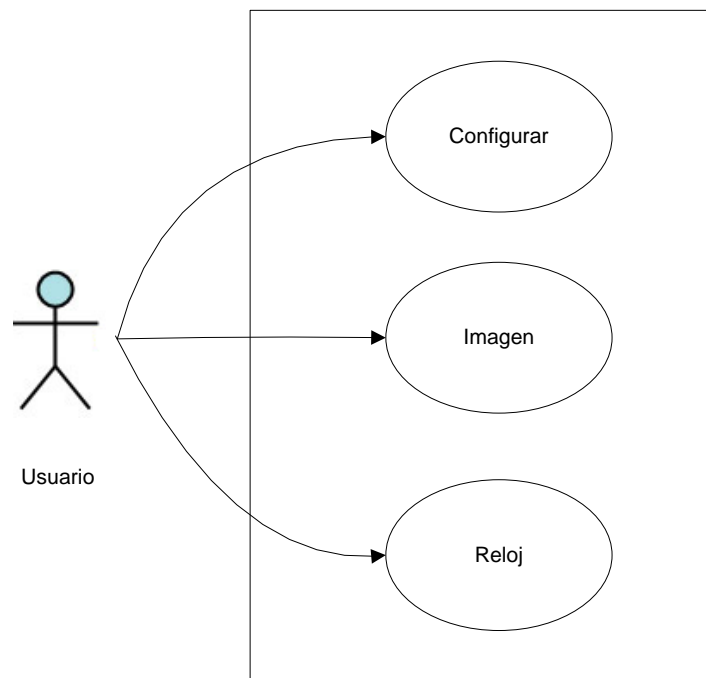


**Figura 3.7:** Diseño del circuito impreso<sup>[Autor]</sup>

### 3.3 Diseño del programa del computador

#### 3.3.1 Diagramas de Casos de uso

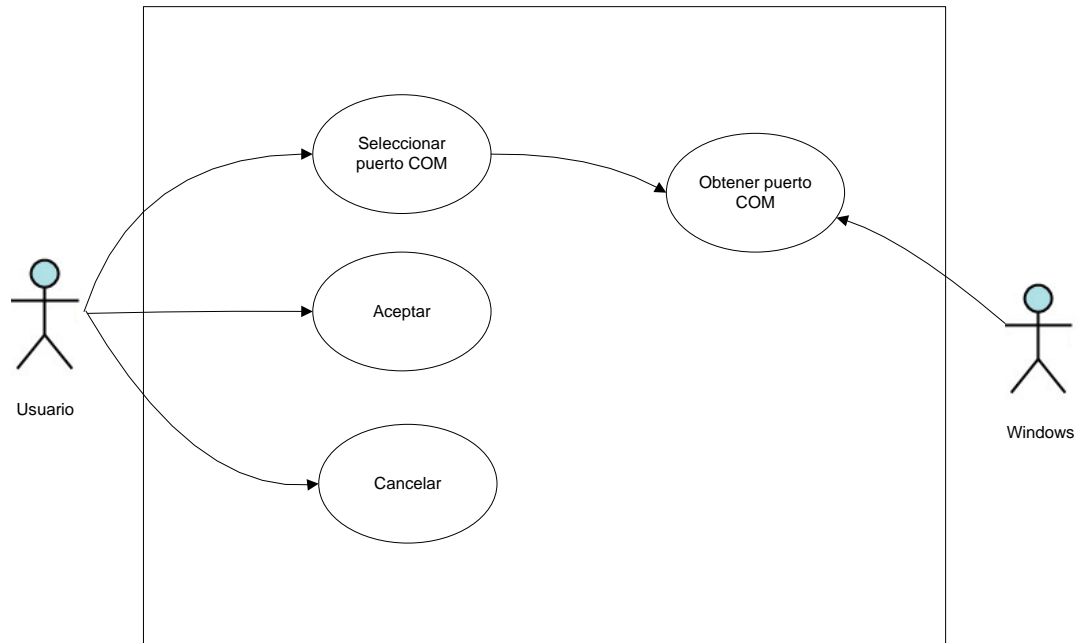
**Caso de Uso #1: Menú principal.-** El siguiente es el caso de usos del Menú principal, el cual representa las acciones que se van a realizar, como la selección del puerto COM, el envío de la imagen o la hora del reloj análogo que serán visualizados en el display.



**Figura 3.8:** Caso de uso #1<sup>[Autor]</sup>



**Caso de Uso #2: Escoger Puerto COM.-** El siguiente es el caso de usos para elegir el puerto COM, que va a ser utilizado para enviar los datos, tiene que ser un puerto existente para poder usarlo.



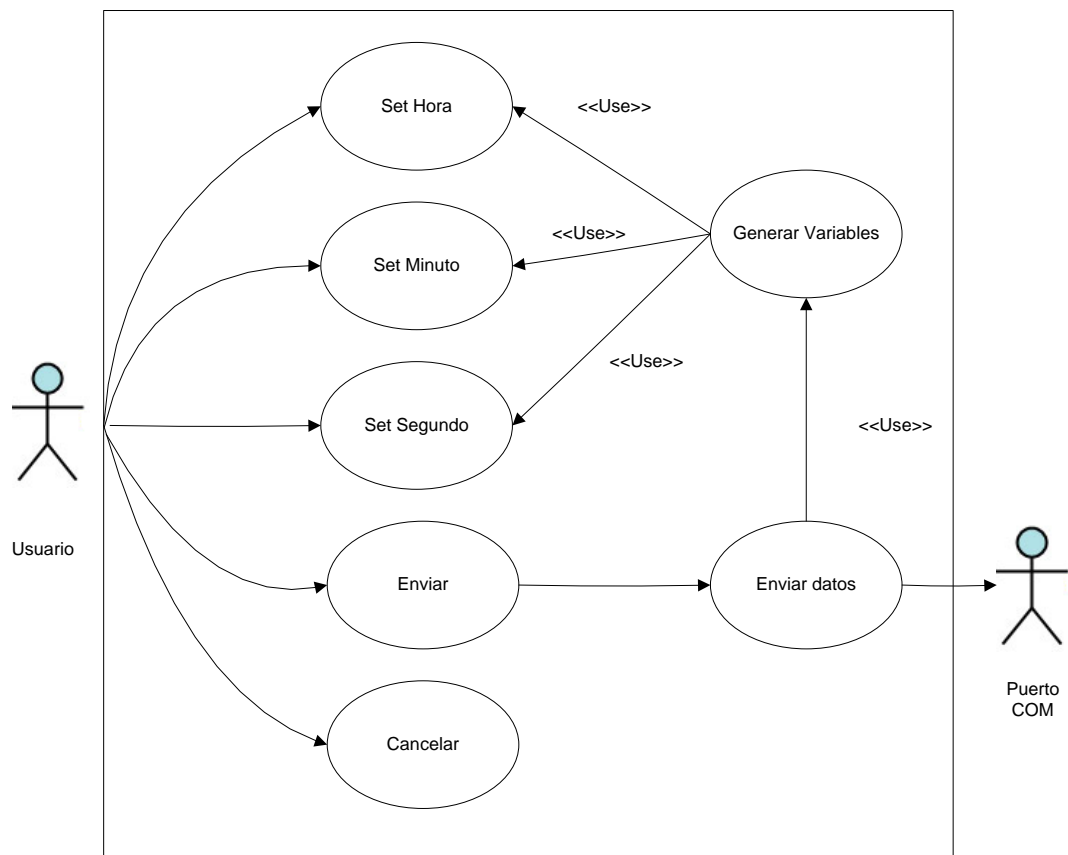
**Figura 3.9:** Caso de uso #2<sup>[Autor]</sup>

**Caso de Uso #3: Escoger Imagen.-** El siguiente es el caso de usos para escoger la imagen que va a ser utilizada y modificada, la cual va a ser transmitida al dispositivo.



**Figura 3.10:** Caso de uso #3<sup>[autor]</sup>

**Caso de Uso #4: Escoger Hora.-** El siguiente caso de usos es para escoger la hora que será transmitida al aparato como un reloj análogo.



**Figura 3.11:** Caso de uso #4<sup>[Autor]</sup>

### 3.3.2 Diagramas de clases

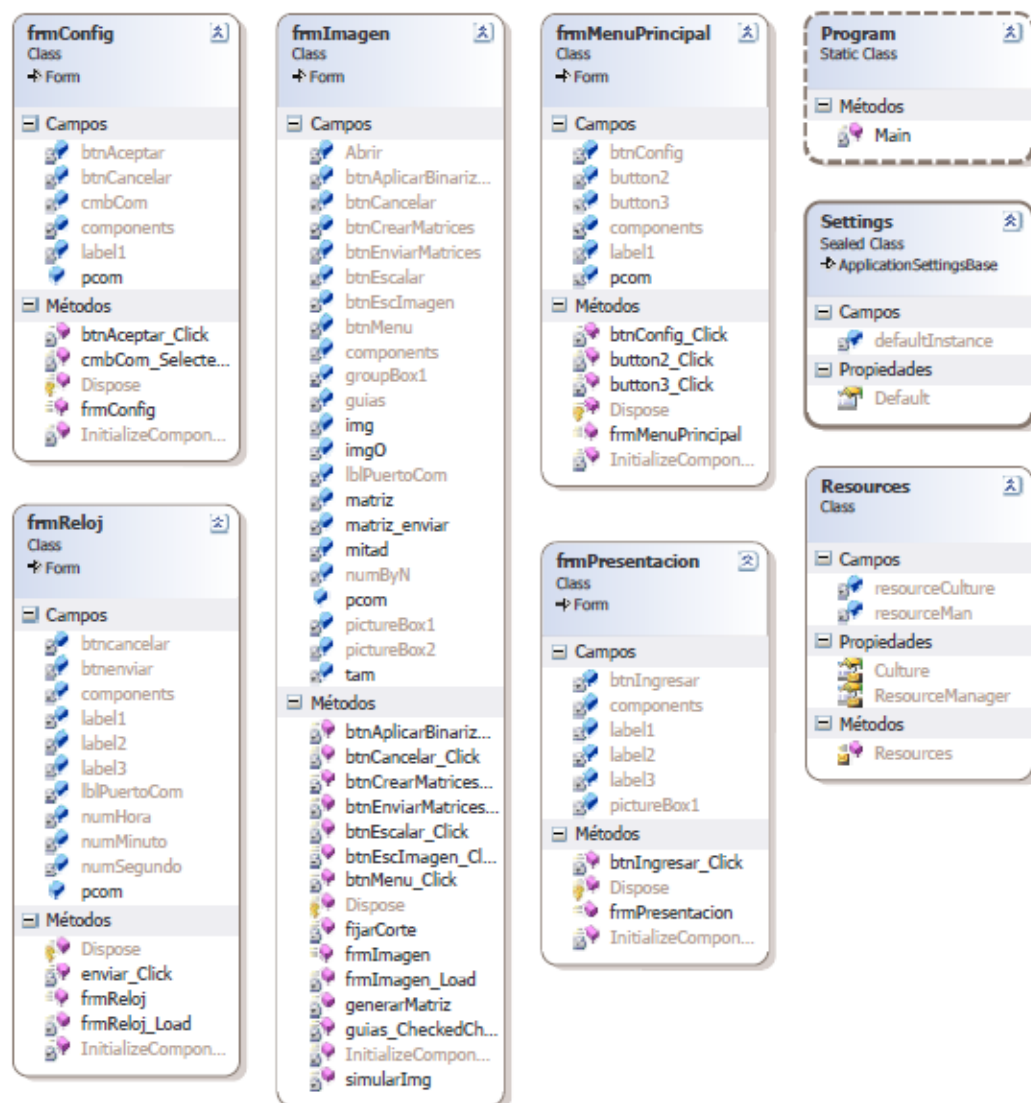
En la siguiente figura se muestra todas las clases que el programa posee, las cuales son usadas para cumplir con las clases de uso como:

**La clase “frmMenuPrincipal”:** contiene los métodos y variables que permiten al programa cumplir con el caso de uso #1,.

**La clase “frmConfig”:** contiene los métodos y variables para cumplir con el caso de uso #2.

**La clase “frmImagen”:** contiene los métodos y variables que permiten al programa cumplir con el caso de uso # 3.

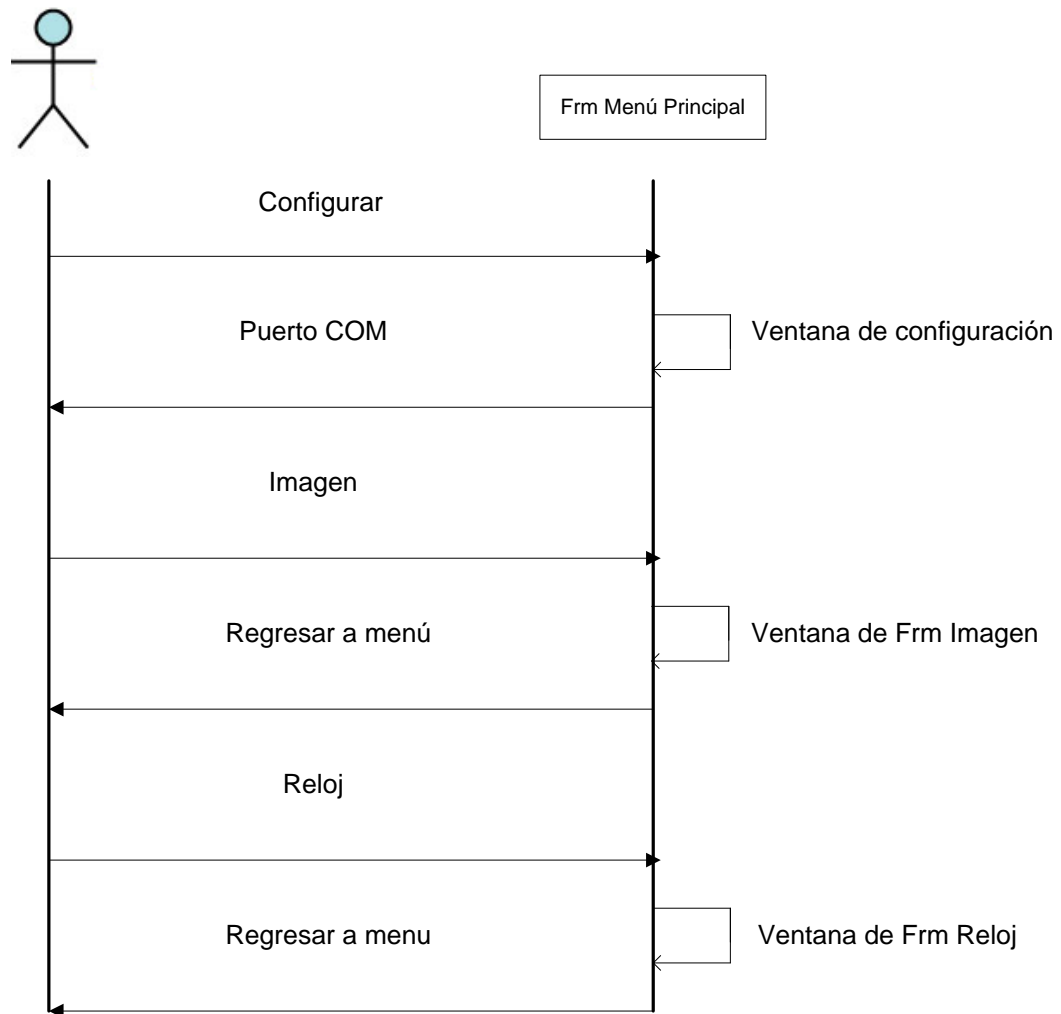
**La clase “frmReloj”:** contiene los métodos y variables que le permiten al programa cumplir con el caso de uso #4.



**Figura 3.12:** Diagrama de clases<sup>[Autor]</sup>

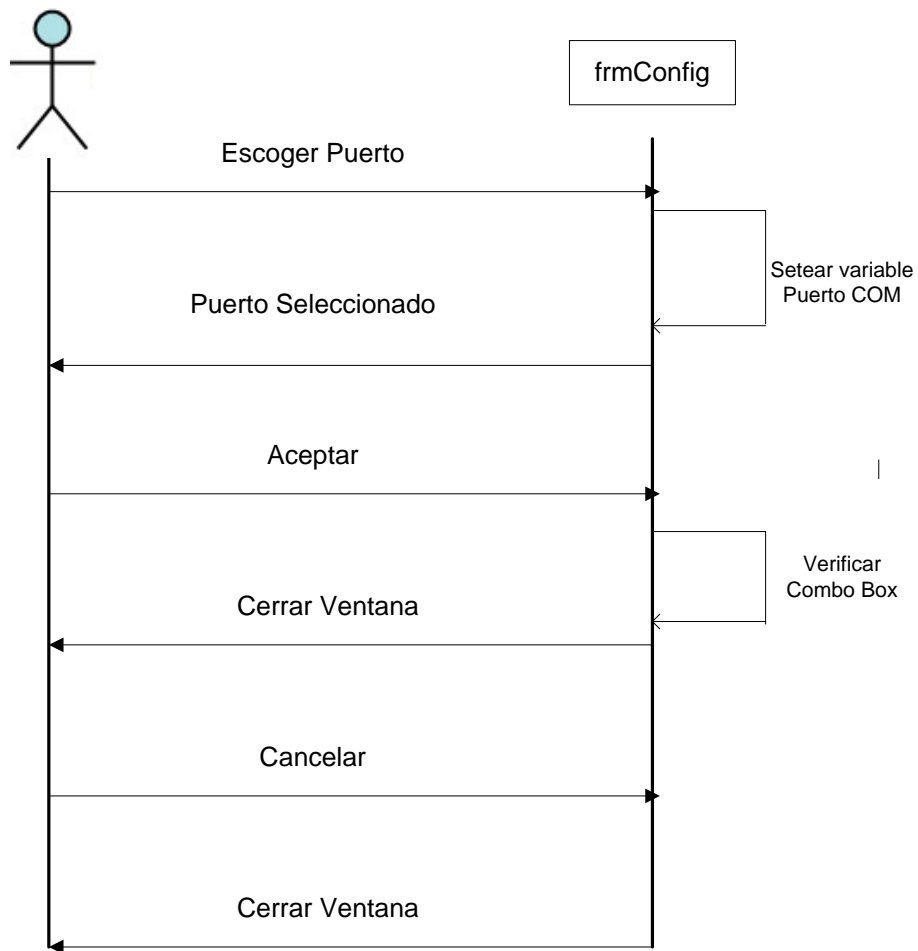
### 3.3.3 Diagramas de secuencias

**Secuencia #1: Menú principal.-** En la siguiente secuencia se muestra los pasos que va a seguir el usuario para seleccionar las opciones que se presentan en la ventana.



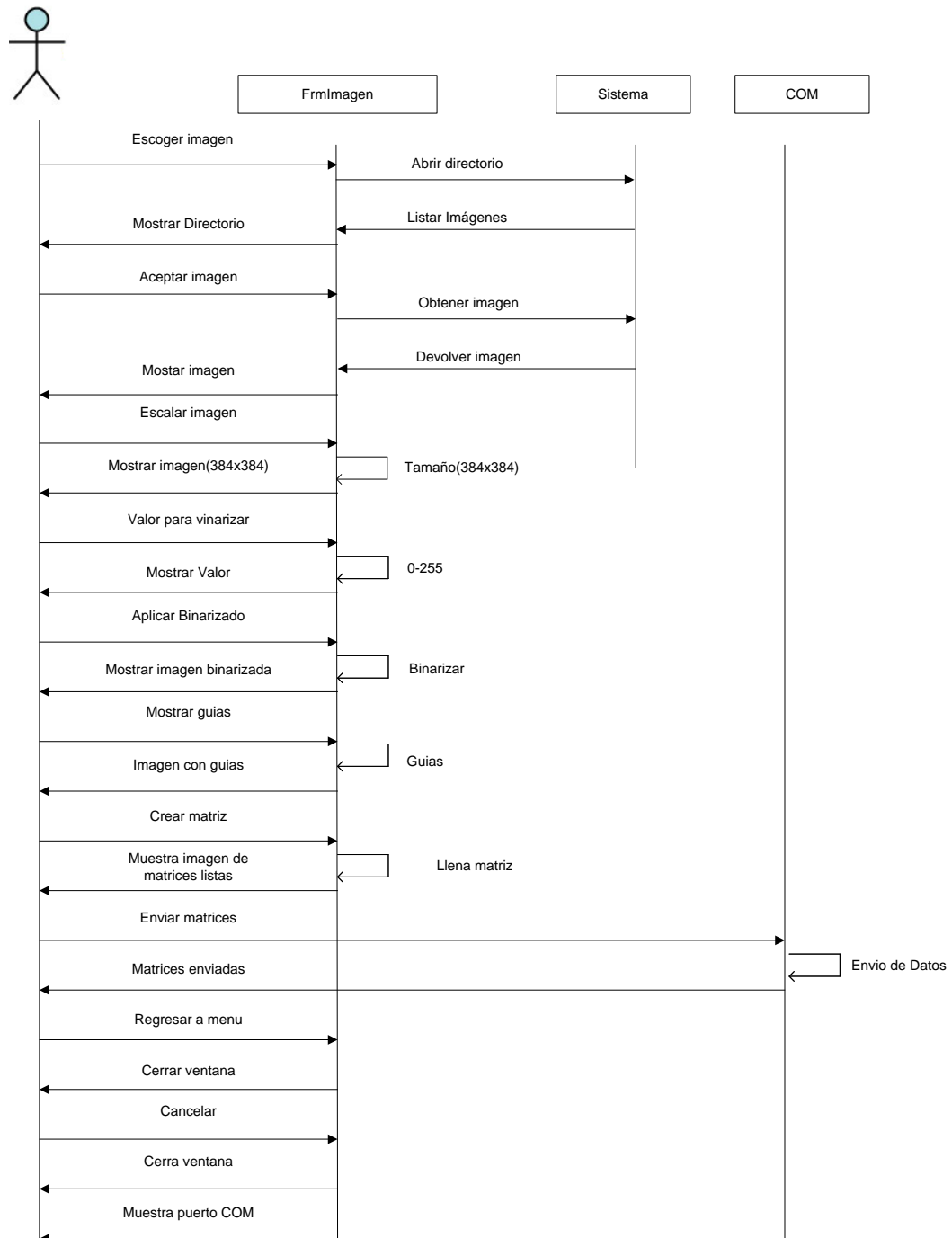
**Figura 3.13:** Secuencia #1<sup>[Autor]</sup>

**Secuencia #2: Escoger Puerto COM.-** En la siguiente secuencia se muestra los pasos que va a seguir el usuario para configurar el puerto COM.



**Figura 3.14:** Secuencia #2<sup>[Autor]</sup>

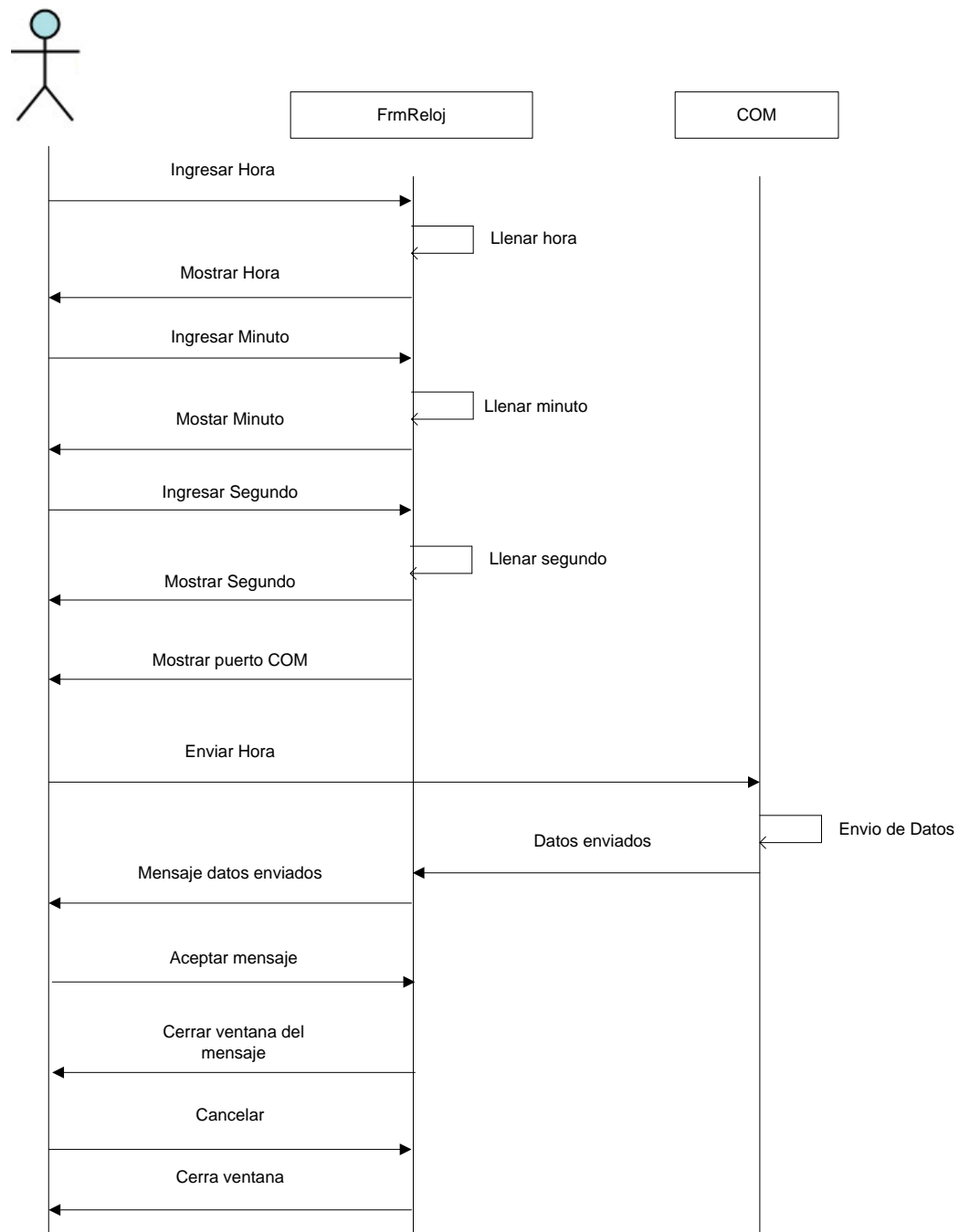
**Secuencia #3: Escoger Imagen.-** En esta secuencia se muestra los pasos que va a seguir el usuario para modificar y enviar la imagen, o regresar el menú principal



**Figura 3.15:** Secuencia #3<sup>[Autor]</sup>



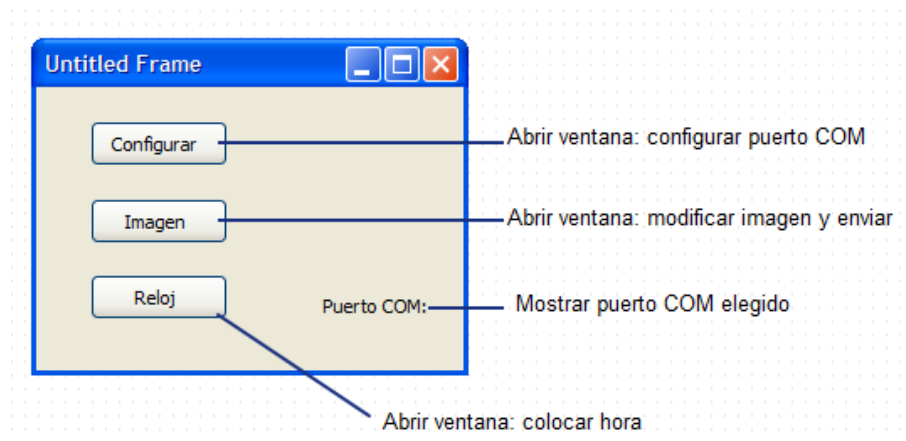
**Secuencia #4: Escoger Reloj.-** En esta secuencia se muestra las acciones que se pueden realizar para setear la hora que será enviada al dispositivo.



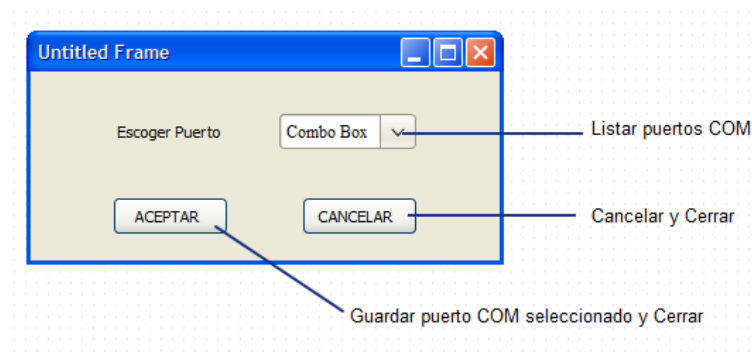
**Figura 3.16:** Secuencia #4<sup>[Autor]</sup>

### 3.3.4 Diagramas GUI

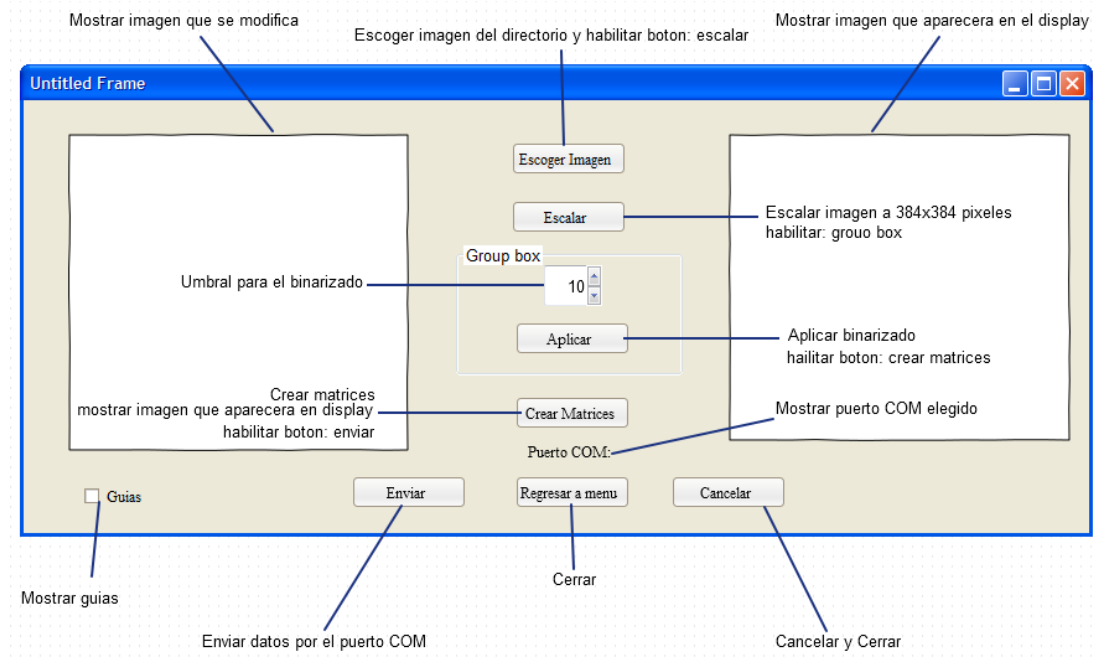
En las siguientes figuras se muestra las características de las ventanas que se usan para configurar el puerto, modificar la imagen y colocar la hora.



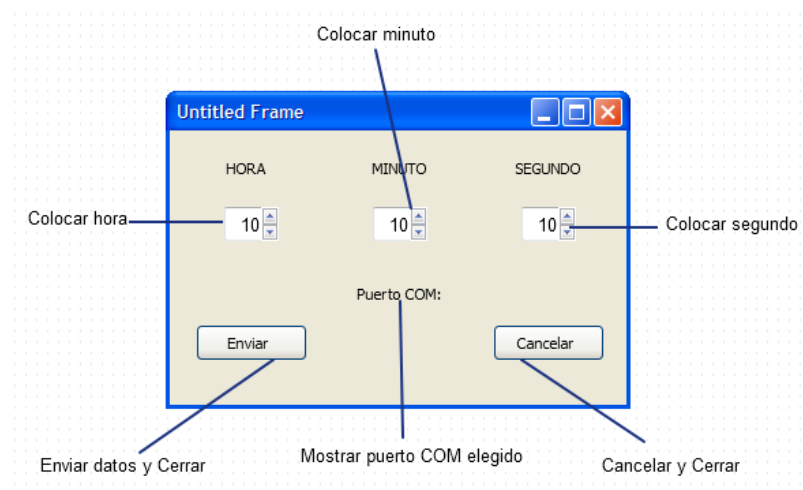
**Figura 3.17:** Frame – Menú principal<sup>[Autor]</sup>



**Figura 3.18:** Frame – Configurar puerto<sup>[autor]</sup>



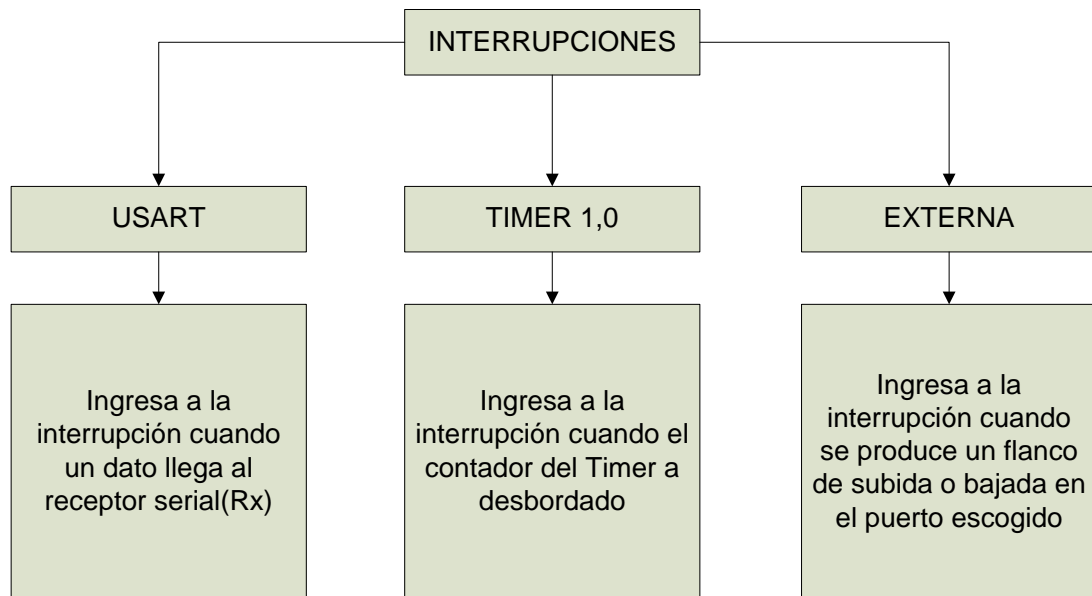
**Figura 3.19:** Frame – Imagen<sup>[Autor]</sup>



**Figura 3.20:** Frame – Reloj<sup>[Autor]</sup>

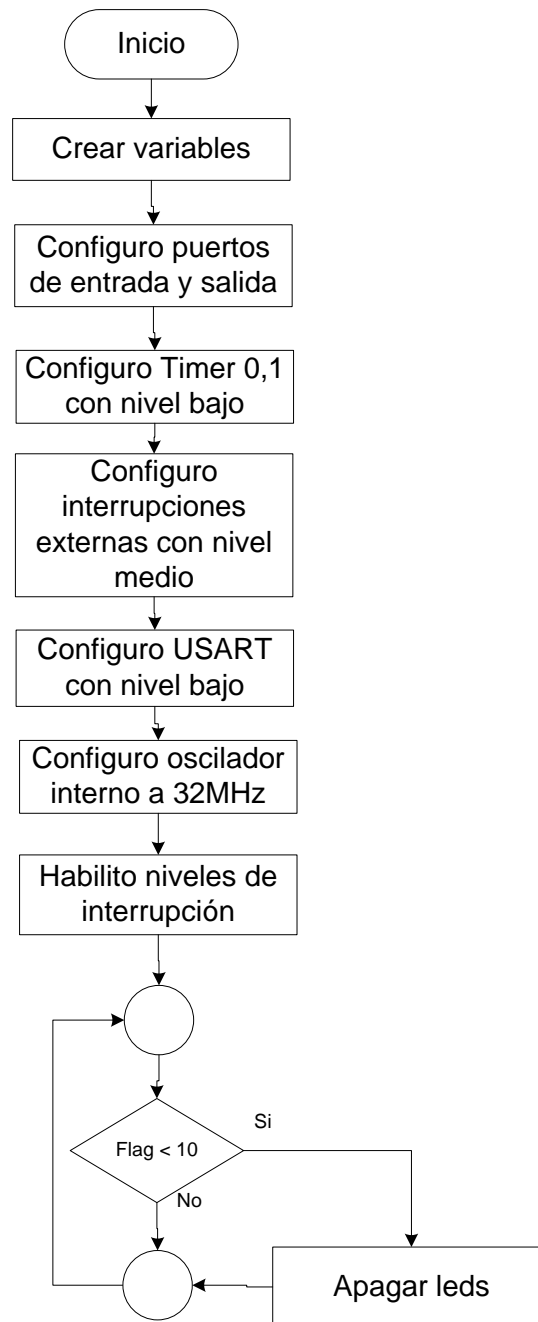
### 3.4 Diseño del programa del microcontrolador

La siguiente figura muestra las interrupciones empleadas, las interrupciones son procesos que funcionan independientemente al programa principal (Main).



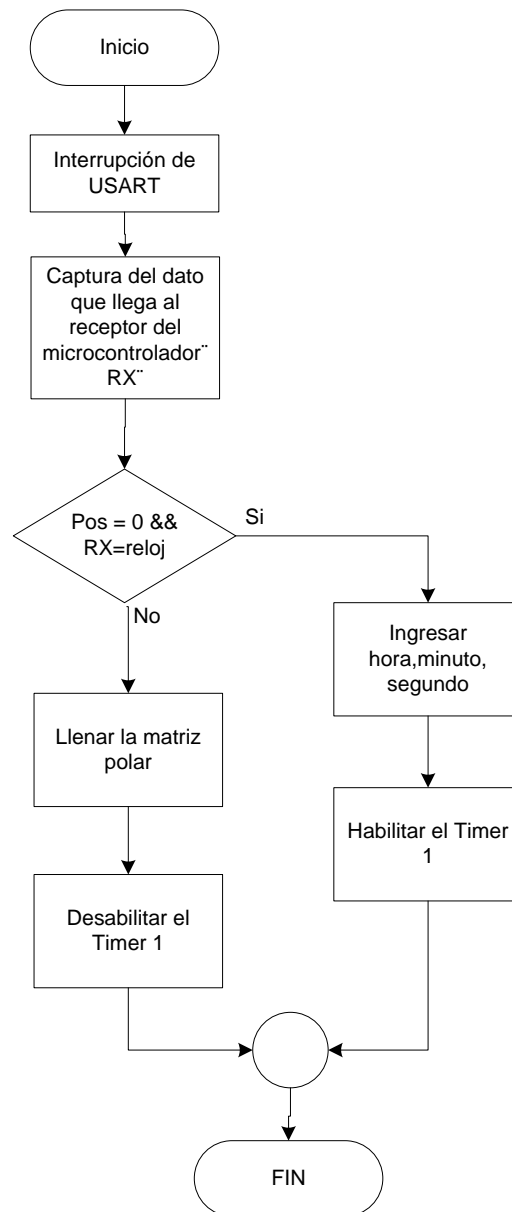
**Figura 3.21:** Interrupciones empleadas<sup>[Autor]</sup>

**Programa Principal.-** En el siguiente flujo grama se muestra la creación de las variables y la configuración de las herramientas que se va a usar para que el dispositivo funcione, como interrupciones externas, timers, USART, niveles de interrupción, en el bucle infinito hay una variable (flag), la cual nos permite saber si el motor está girando o no, para no desperdiciar energía y apagar los leds mientras el motor este parado.



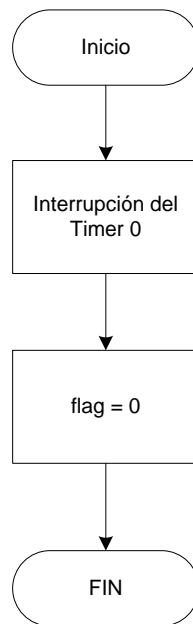
**Figura 3.22:** Diagrama de flujo del programa principal (main)<sup>[autor]</sup>

**Interrupción USART.-** En el siguiente flujo grama se muestra la interrupción del USART, a la cual entra cada vez que recibe un dato, por lo que se captura el primer dato que llega para ser comparado y escoger llenar los vectores de la matriz polar de la imagen o dar valor a la hora que se mostrara en el reloj análogo, el timer 1 se habilita cuando se escogió la opción del reloj.



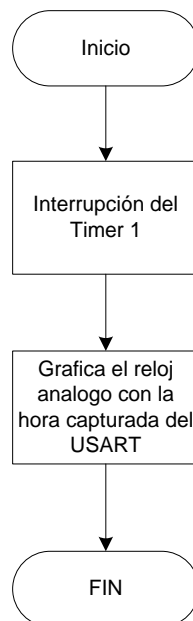
**Figura 3.23:** Diagrama de flujo de la interrupción USART<sup>[Autor]</sup>

**Interrupción TIMER0.-** En el siguiente flujo grama se muestra la interrupción del timer 0, en la cual entra cada vez que el contador del timer 0 desborda, si esto sucede la variable flag se iguala a cero para indicar que el motor no está girando o gira demasiado lento.



**Figura 3.24:** Diagrama de flujo de la interrupción TIMER0<sup>[Autor]</sup>

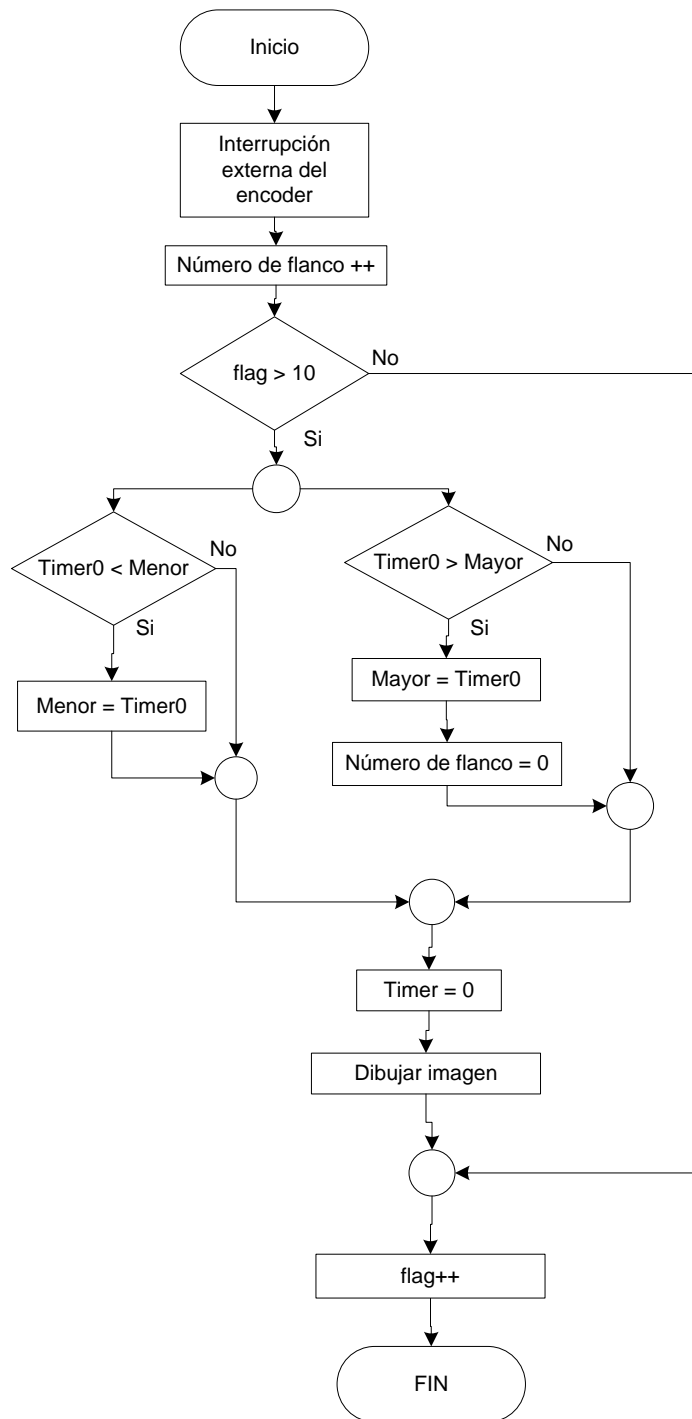
**Interrupción TIMER1.-** En el siguiente flujo grama se muestra la interrupción del timer 1, en la cual entra al igual que la interrupción del timer 0, cuando su contador a desbordado, cada vez que entra a esta interrupción la hora cambia, por lo que se calculo para que entre a esta interrupción cada segundo.



**Figura 3.25:** Diagrama de flujo de la interrupción TIMER1<sup>[Autor]</sup>

**Interrupción Externa.-** En el siguiente flujo grama se muestra la interrupción externa, a la cual entra cada vez que haya un flanco de subida o de bajada, para saber donde se empieza a dibujar usaremos una variable llamada “Número de flanco”, en esta interrupción es donde aumenta en valor de la variable “flag”, cuando la variable “flag” sea mayor que un número establecido, el contador del timer 0 se compara con dos variables “Menor” y “Mayor” para definir el primer flanco, ya que en el encoder hay una región más grande que las demás por lo que obtendríamos un número mayor y otro menor, cada vez que encuentre un número mayor el “número de flanco” se iguala a cero para comenzar a dibujar desde el primer flanco, después de la comparación con el menor y el mayor se resetea el contador del timer 0, se dibuja el vector de la matriz polar en el número de flanco que se encuentre.

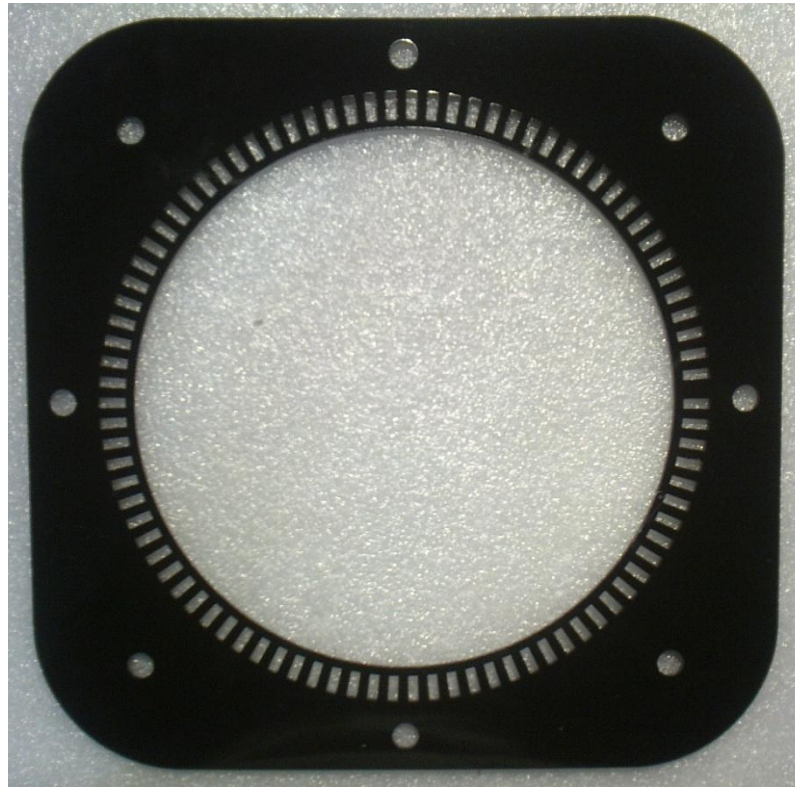




**Figura 3.26:** Diagrama de flujo de la interrupción Externa<sup>[Autor]</sup>

### 3.5 Desarrollo

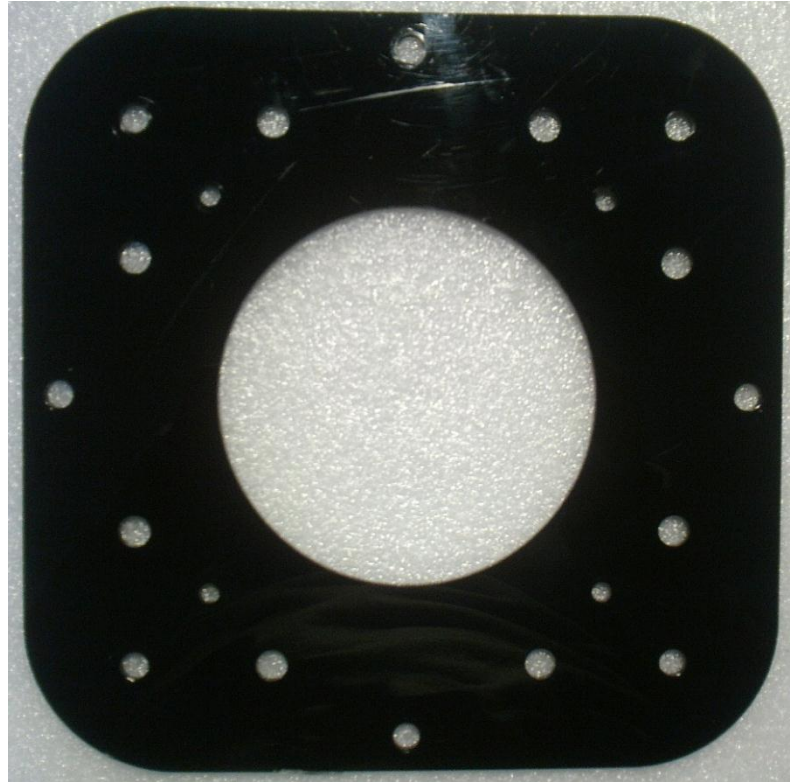
En las siguientes figuras se muestra las piezas mecánicas y eléctricas, que fueron realizadas en acrílico las piezas mecánicas y en baquelita la parte eléctrica.



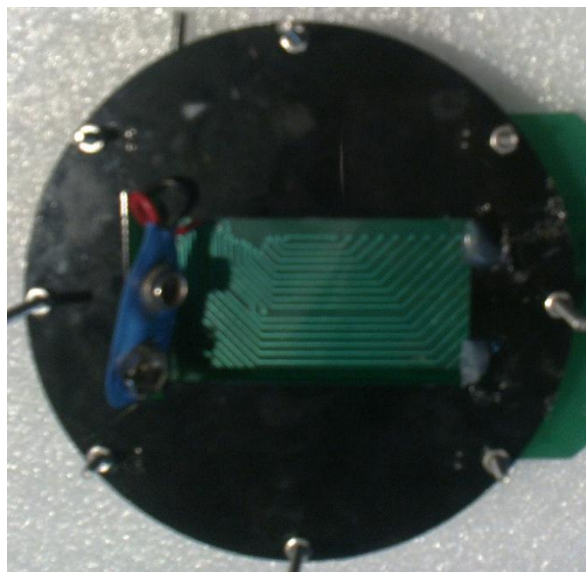
**Figura 3.27:** Encoder del aparato<sup>[Autor]</sup>



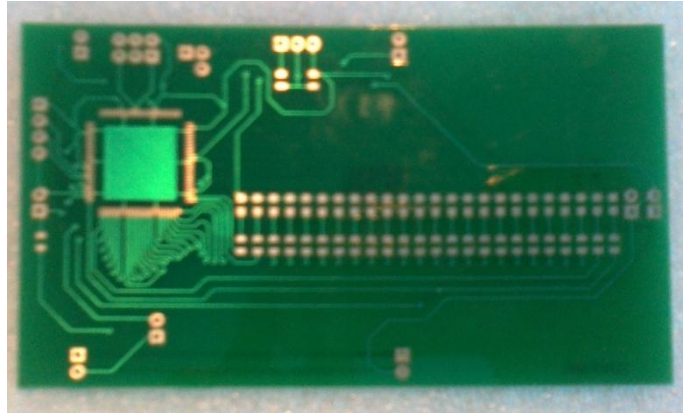
**Figura 3.28:** Pieza de centro<sup>[Autor]</sup>



**Figura 3.29:** Soporte del encoder<sup>[Autor]</sup>



**Figura 3.30:** Sujetador de la batería<sup>[Autor]</sup>



**Figura 3.31:** Circuito impreso<sup>[Autor]</sup>

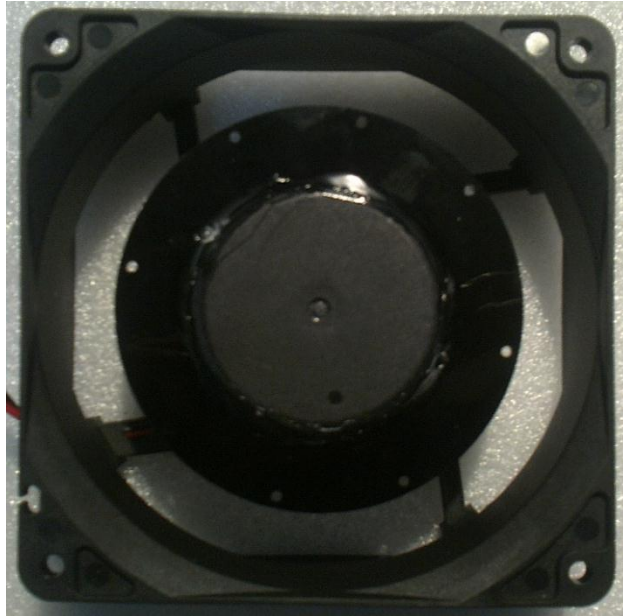
### 3.6 Implementación de partes mecánicas

Se procede a quitar las aspas del ventilador para poder unir la pieza de centro con el eje en movimiento del motor.



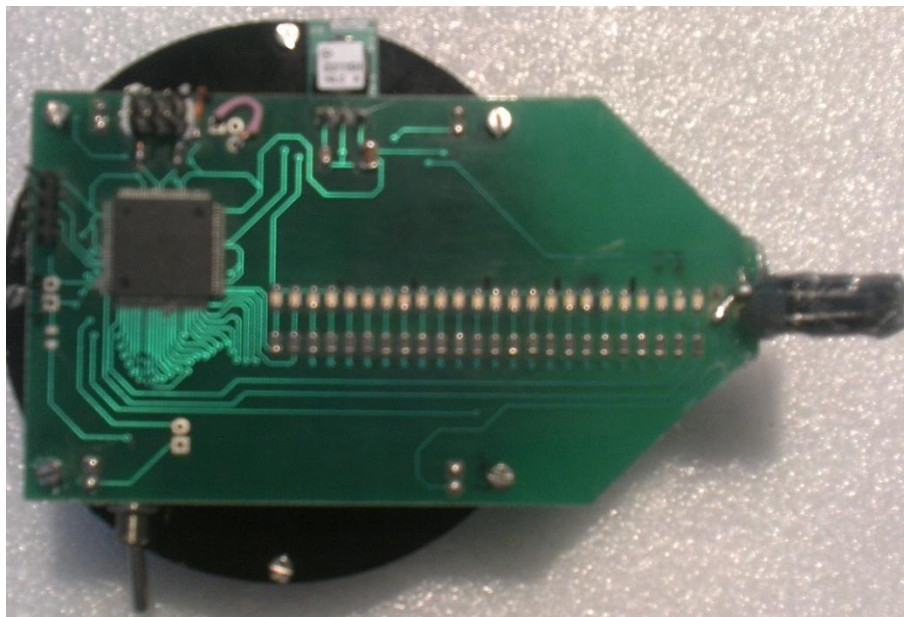
**Figura 3.32:** Ventilador<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra el ventilador sin sus aspas, y ya está colocada la pieza de centro que ayuda a que los leds estén en un radio de la circunferencia y el momento de girar podamos observar una imagen bien centrada.



**Figura 3.33:** Ventilador con pieza de centro<sup>[Autor]</sup>

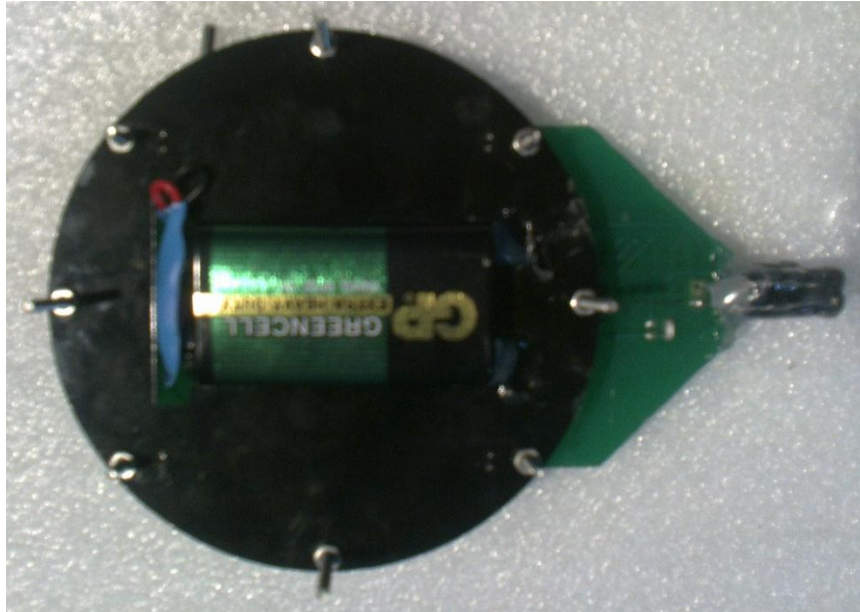
En la siguiente imagen podemos observar la placa electrónica con todos sus elementos soldados.



**Figura 3.34:** Placa soldada<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura podemos observar al sujetador de la batería con la batería y unidos con la placa soldada, se unen mediante tornillos y tuercas.





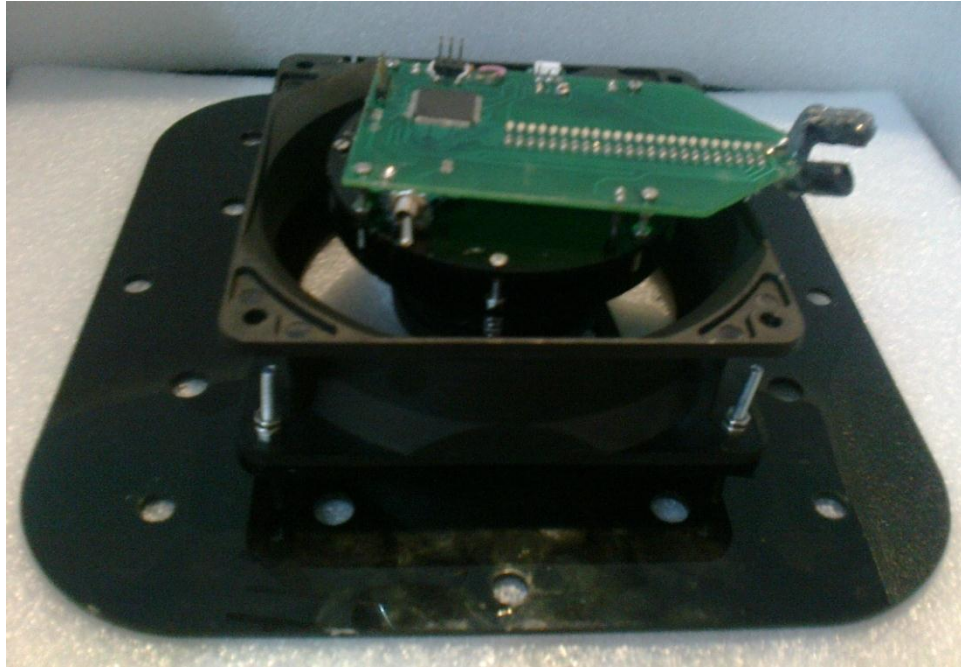
**Figura 3.35:** Baquelita con batería y su sujetador<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra la unión del ventilador que es el tronco de aparato y el soporte del encoder.



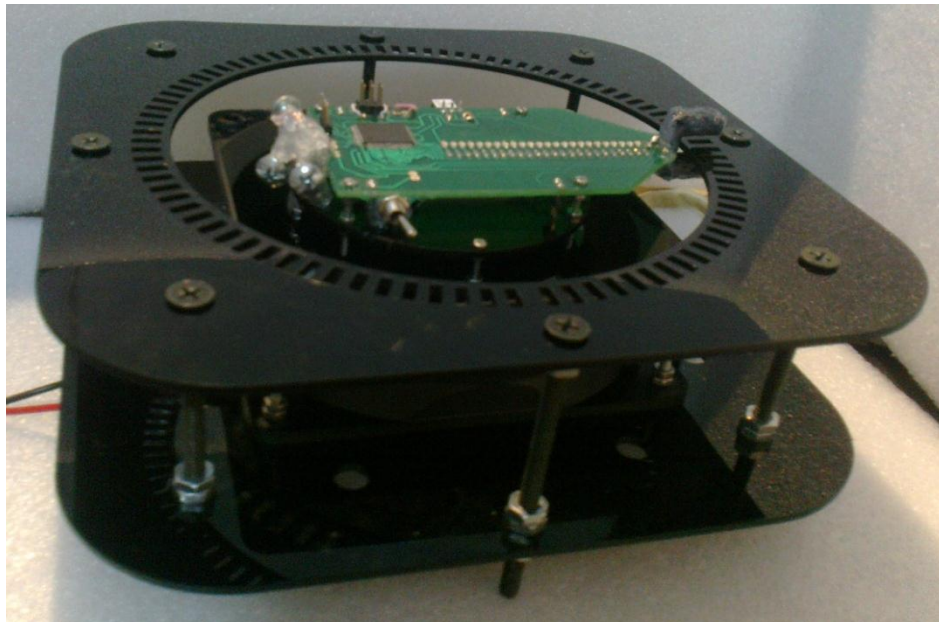
**Figura 3.36:** Ventilador con soporte para encoder<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se ha colocado la placa con la pieza de centro en este momento podemos darnos cuenta que al girar el led mas cercano al centro gira sobre su propio eje.



**Figura 3.37:** Placa en el eje del ventilador<sup>[Autor]</sup>

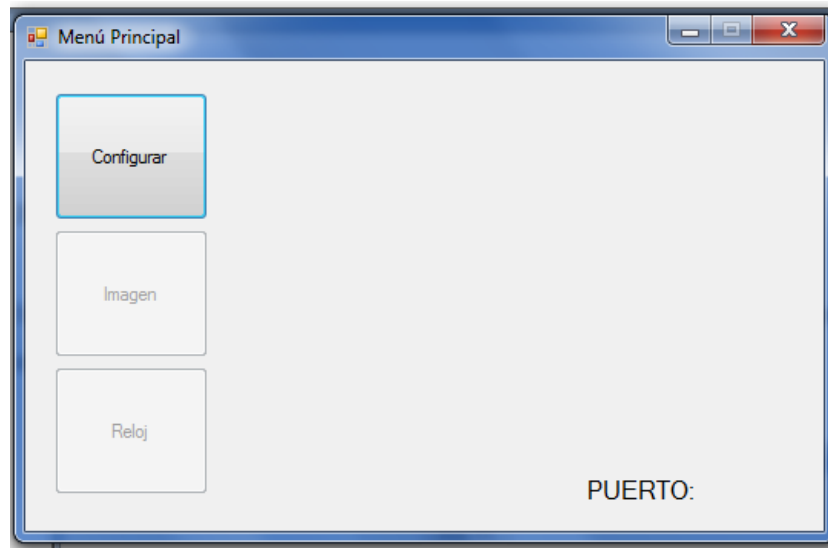
En la siguiente figura se muestra la unión del encoder fijo, podemos comprobar dibujando una línea recta en el diámetro del encoder para comprobar que el centro está bien.



**Figura 3.38:** Unión de encoder fijo<sup>[Autor]</sup>

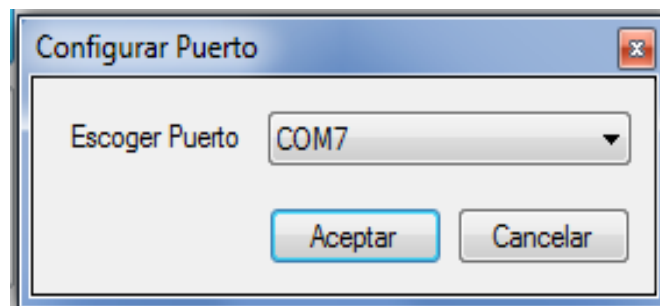
### 3.7 Implementación

Se muestra las características de la interfaz gráfica, para que se habiliten los botones de imagen y reloj tiene que haber escogido un puerto COM.



**Figura 3.39:** Ventana Menú Principal<sup>[Autor]</sup>

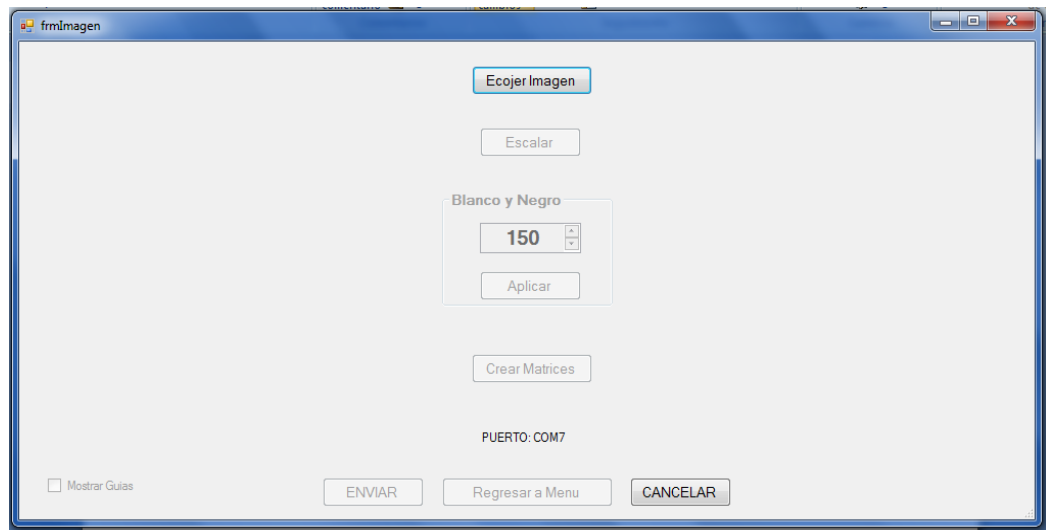
En la siguiente figura se muestra la ventana en la que se selecciona el puerto COM.



**Figura 3.40:** Ventana Puerto COM<sup>[Autor]</sup>

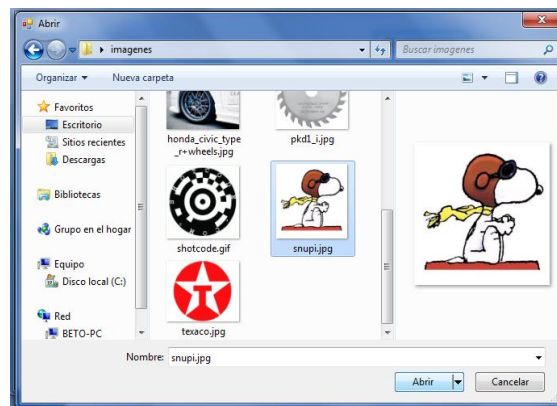


En la siguiente imagen se muestra que se escogió la ventana imagen y los botones que están habilitados para poder realizar alguna acción.



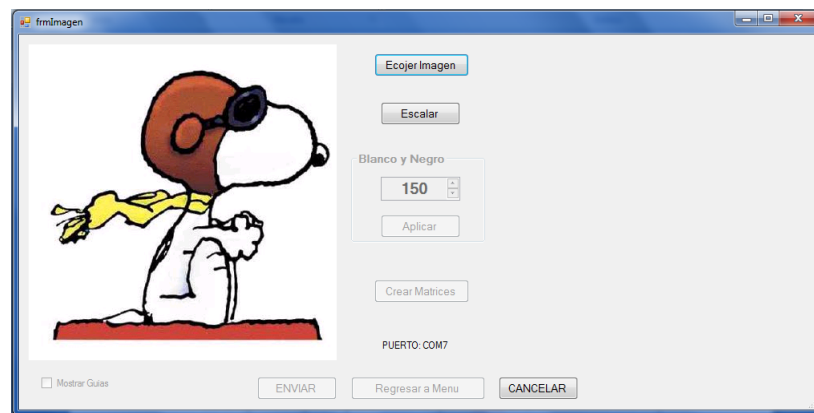
**Figura 3.41:** Ventana Imagen-escoger imagen<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra las imágenes que se puede elegir.



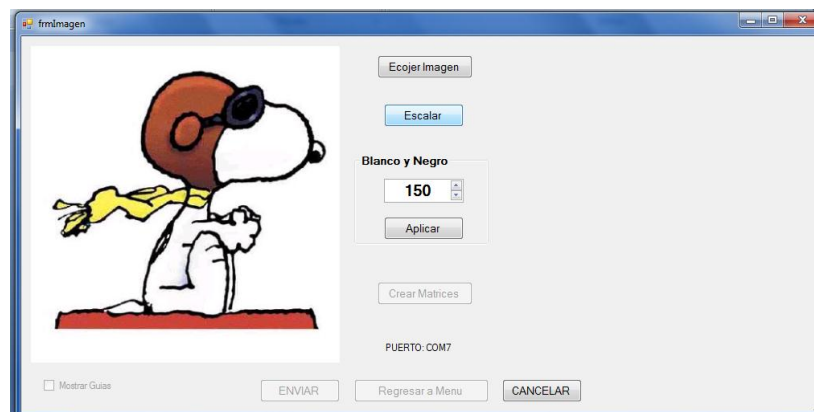
**Figura 3.42:** Ventana de elección de imagen<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente imagen se muestra el botón Escalar habilitado y la imagen que se escogió.



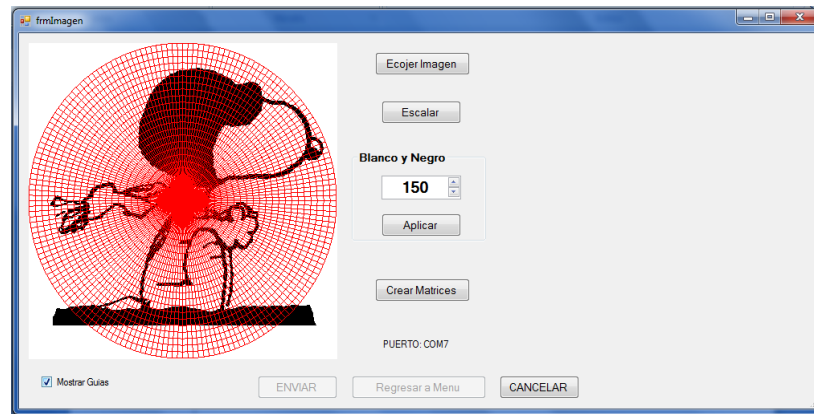
**Figura 3.43:** Ventana Imagen-escalar<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente imagen se muestra la imagen escalada al tamaño predefinido (384x384 pixeles), se escala la imagen para no tener que procesar tantos pixeles, ya que con formatos mas grandes se demora mas en realizar las tareas que siguen.



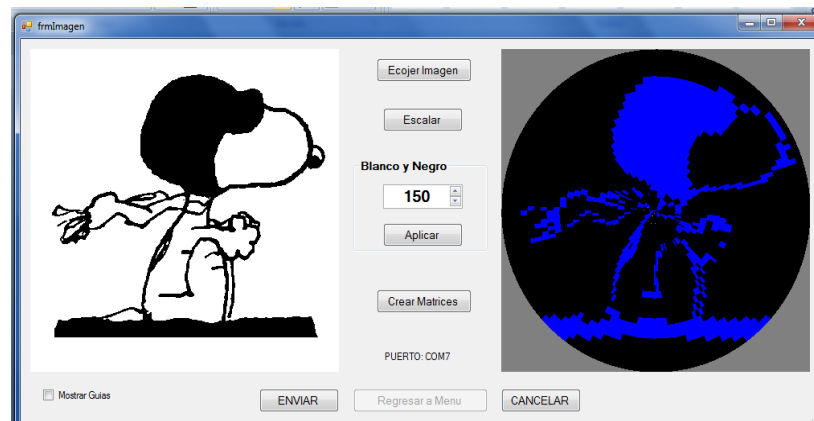
**Figura 3.44:** Ventana Imagen-binarizar<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra el binarizado que se realizó sobre la imagen con un valor de 150, puede ser cambiado entre (0-255) para obtener un tono más blanco o negro, teniendo como el máximo tono en negro 255, se habilitan las guías, que nos sirven para tener una idea de los leds que se van a prender.



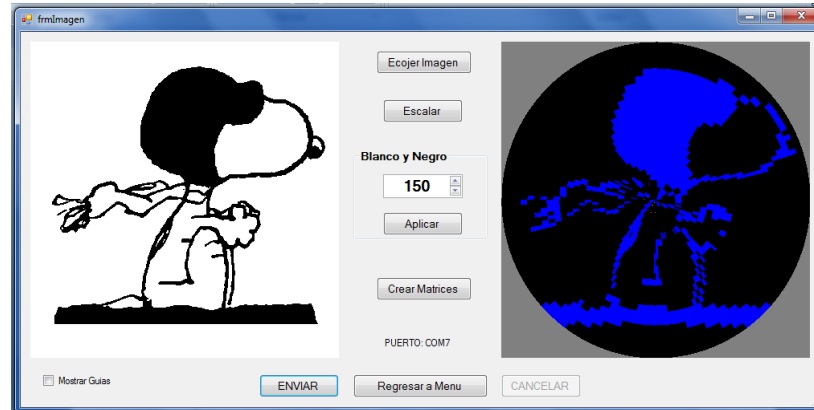
**Figura 3.45:** Ventana Imagen-crear matrices<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra que se crearon las matrices y la imagen que saldrá en el display, hasta este punto se puede cancelar la acción y regresar al menú con el botón cancelar.



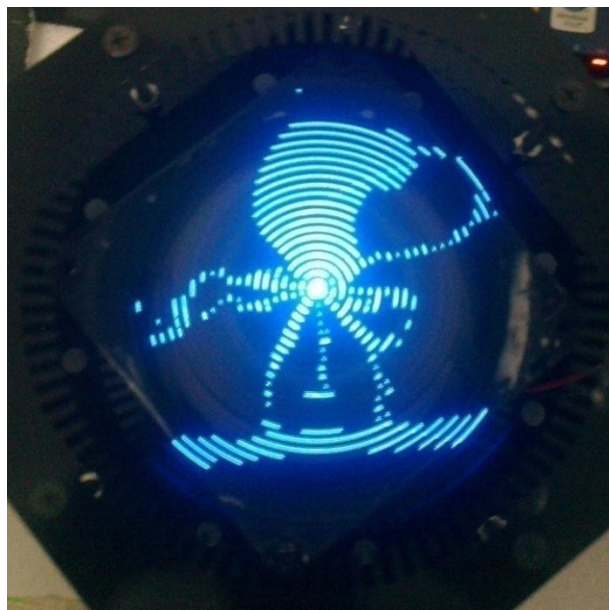
**Figura 3.46:** Ventana Imagen-enviar<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra que los datos ya fueron enviados, deshabilitando el botón cancelar y habilitando el botón para regresar al menú, se queda activa la ventana para comparar la imagen del computador con la del display.



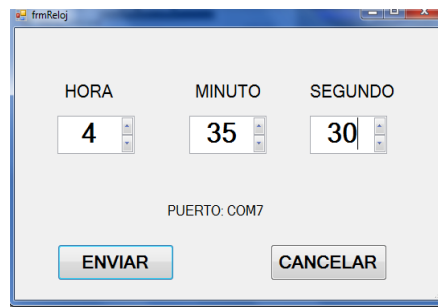
**Figura 3.47:** Ventana Imagen-regresar al menú<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra la imagen que se obtuvo con el display giratorio



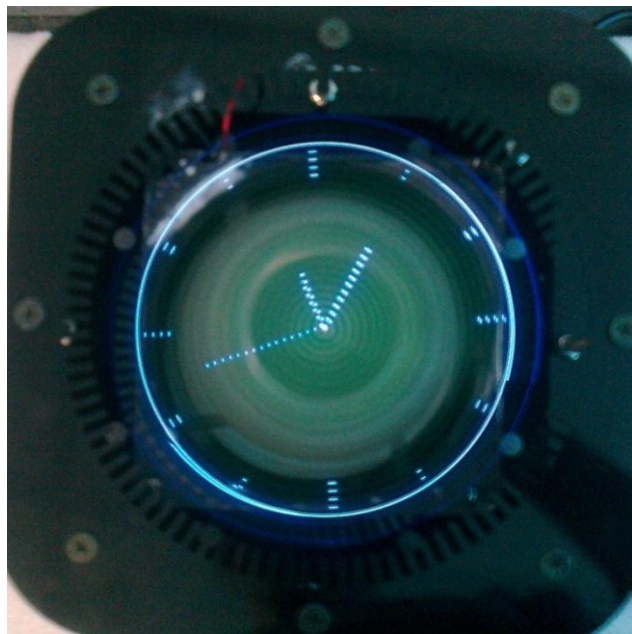
**Figura 3.48:** Aparato con imagen<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra que se ha escogido la opción reloj del menú principal, configurando la hora que será enviada al aparato.



**Figura 3.49:** Ventana reloj<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente figura se muestra el reloj analógico que se obtuvo con el display rotatorio.



**Figura 3.50:** Aparato con reloj analógico<sup>[Autor]</sup>

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS

#### 4.1 Características del dispositivo

- Interfaz de usuario para ingresar hora o imagen.
- Fuente de alimentación: 110 voltios AC y batería de 9 voltios DC.
- Temperatura de funcionamiento: 0°C...+60°C.
- 30 minutos de funcionamiento continuo.

#### 4.2 Precio de producción en serie vs Precio de producción unitaria

En la siguiente tabla se muestra el precio que tienen los materiales para realizar un solo dispositivo.

MATERIA PRIMA			
Detalle	Cantidad	COSTO (\$)	Total (\$)
Ventilador	1	6,50	6,50
Acrílico	1	15,00	15,00
Led	24	0,70	16,80
Microcontrolador	1	8,00	8,00
Resistencia	24	0,05	1,20
Tornillo 3/16	8	0,10	0,80
Tuerca 3/16	80	0,03	2,40
Tornillo pequeño	8	0,05	0,40
Regulador 110V	1	10,00	10,00
Tuerca pequeña	40	0,03	1,20
Baquelita	1	45,55	45,55
Swich	2	0,34	0,68
Batería 9v	1	1,15	1,15
Regulador 3.3v	1	7,00	7,00
Sensor de paso	1	3,37	3,37
estaño	1	1,80	1,80
<b>TOTAL</b>			<b>121,85</b>

**Tabla 4.1-** Precio producto unitario<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente tabla se muestra el precio que tienen los materiales cuando se realiza una producción en serie, obteniendo una significativa disminución del costo de un dispositivo, estos valores son los que se utilizara para posteriores cálculos. Con la producción en serie se tiene un ahorro del 51,3% por unidad.

MATERIA PRIMA			
Detalle	Cantidad	COSTO (\$)	Total (\$)
Ventilador	1	4,00	4,00
Acrílico	1	10,00	10,00
Led	24	0,30	7,20
Microcontrolador	1	8,00	8,00
Resistencia	24	0,05	1,20
Tornillo 3/16	8	0,10	0,80
Tuerca 3/16	80	0,03	2,40
Tornillo pequeño	8	0,05	0,40
Regulador 110V	1	7,00	7,00
Tuerca pequeña	40	0,03	1,20
Baquelita	1	5,00	5,00
Swich	2	0,34	0,68
Batería 9v	1	1,15	1,15
Regulador 3.3v	1	7,00	7,00
Sensor de paso	1	1,50	1,50
estaño	1	1,80	1,80
<b>TOTAL</b>			<b>59,33</b>

**Tabla 4.2-** Precio producto unitario en serie<sup>[Autor]</sup>

Los precios unitarios de la materia prima que se utilizara en la producción en serie son de empresas como “MOUSER” ([www.mouser.com](http://www.mouser.com)), “CREACION PUBLICITARIA” (Dir: Juan J. Paz y Miño Y Jaime Chiriboga “sector el aeropuerto”, telf.: 3301022), “Shenzhen L.B.T Electronics Co., Ltd”( 4th floor,NO.52 ,Xiangyin Road,Xiang qian cun,Nan lian,Longgang district, Shenzhen city,Guangdong Province,China Zip Code : 518000).

### 4.3 Materia prima proyectada

En las siguientes tablas se muestra la materia prima necesaria para realizar la cantidad de aparatos que se tiene proyectados vender anualmente, en los años indicados. El costo total incluye gastos administrativos como publicidad, arriendo, internet, agua, luz, teléfono; sueldo mensual en nómina, para las personas que realicen este producto.

2012			
DETALLE	COSTO UNTARIO	UNIDADES	COSTO TOTAL ANUAL
DISPOSITIVO	59,33	240,00	14.239,20
NÓMINA			8547,1667
GASTO			3.008,66
TOTAL ACUMULADO			25.795,03
2013			
DETALLE	COSTO UNTARIO	UNIDADES	COSTO TOTAL ANUAL
DISPOSITIVO	61,52	264,00	16.241,09
NÓMINA			13513,46489
GASTO			3.110,63
TOTAL ACUMULADO			32.865,19
2014			
DETALLE	COSTO UNTARIO	UNIDADES	COSTO TOTAL ANUAL
DISPOSITIVO	63,78	264,00	16.838,76
NÓMINA			18859,13902
GASTO			3.216,70
TOTAL ACUMULADO			38.914,60
2015			
DETALLE	COSTO UNTARIO	UNIDADES	COSTO TOTAL ANUAL
DISPOSITIVO	66,22	264,00	17.482,00
NÓMINA			19383,42309
GASTO			3.321,51
TOTAL ACUMULADO			40.186,93

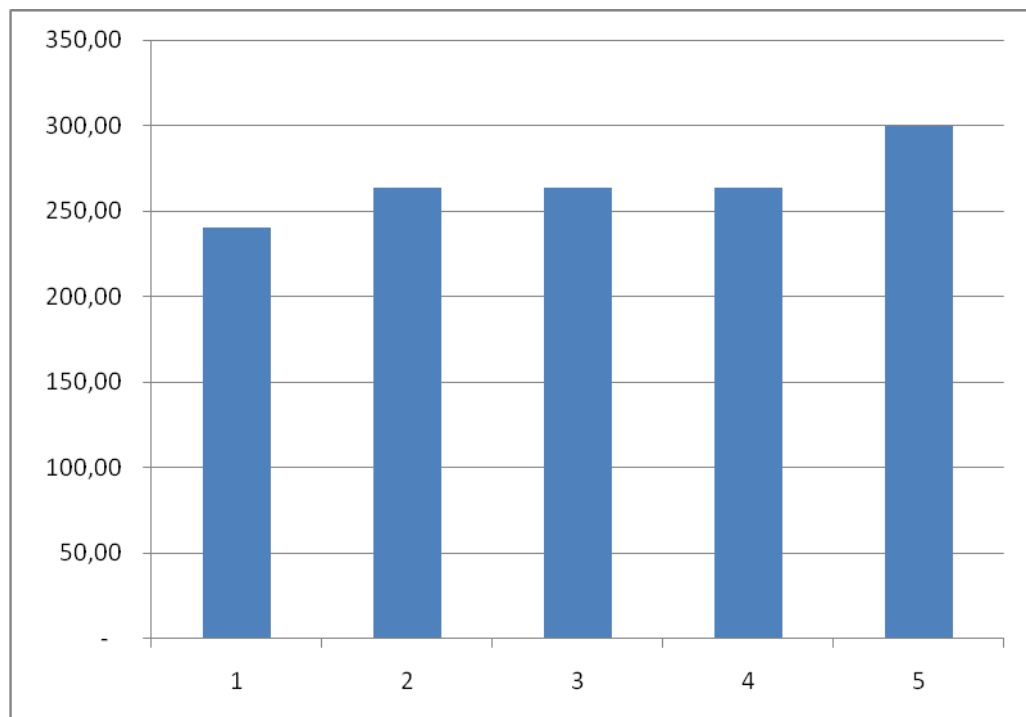


2016			
DETALLE	COSTO UNTARIO	UNIDADES	COSTO TOTAL ANUAL
DISPOSITIVO	68,06	300,00	20.418,18
NÓMINA			19873,82369
GASTO			3.428,54
TOTAL ACUMULADO			43.720,55

**Tabla 4.3-** Materia prima proyectada<sup>[Autor]</sup>

#### 4.4 Ventas proyectadas

En la siguiente grafica se muestra la cantidad de productos que se proyecta vender en cada año desde el 2012 al 2016.



**Figura 4.1:** Ventas proyectadas desde el 2012 al 2016<sup>[Autor]</sup>

En las siguientes tablas se muestra el precio al que se va a vender el producto, la cantidad de unidades que se venderá anualmente y el total de los ingresos al vender el producto.

AÑO	UNIDADES	PRECIO UNTARIO	VENTAS TOTALES
2012	240,00	180,00	43.200,00
2013	264,00	150,00	39.600,00
2014	264,00	150,00	39.600,00
2015	264,00	160,00	42.240,00
2016	300,00	160,00	48.000,00

**Tabla 4.4-** Ventas anuales<sup>[Autor]</sup>

#### 4.5 Indicadores del proyecto

En las siguientes tablas se muestra el aporte que se ha realizado inicialmente, el cual será cubierto en su 80% en el primer año, el 20% restante se lo cubrirá hasta mediados le próximo año, obteniendo como utilidad lo de los años siguientes.

CONCEPTO	Inversión Inicial	Año 1 2012	Año 2 2013	Año 3 2014
<b>INGRESOS</b>				
Aporte de Accionistas	<b>20.000</b>			
Total Ingresos		43.200	39.600	39.600
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>20.000</b>	<b>43.200</b>	<b>39.600</b>	<b>39.600</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>25.795,03</b>	<b>31.000,00</b>	<b>35.000,00</b>
<b>SALDO FINAL</b>	-20.000	17.405	8.600	4.600
CONCEPTO	Año 4 2015	Año 5 2016		
<b>INGRESOS</b>				

Aporte de Accionistas		
Total Ingresos	42.240	48.000
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>42.240</b>	<b>48.000</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>40.000,00</b>	<b>45.000,00</b>
<b>SALDO FINAL</b>	2.240	3.000

**Tabla 4.5-** Indicadores<sup>[Autor]</sup>

En la siguiente tabla se muestra la tasa interna de retorno (TIR), el cual muestra si el proyecto es viable o no, en el caso del display rotatorio si es viable. El valor actual neto (VAN) indica, la utilidad con respecto a la inversión hecha. La relación del costo beneficio (C/B) indica el beneficio con respecto al costo que tiene el producto.

<b>VALOR ACTUAL NETO</b>	<b>9.515</b>
<b>RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)</b>	<b>47,57%</b>
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>	<b>38,41%</b>

**Tabla 4.6-** TIR-VAN-C/B<sup>[Autor]</sup>

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Se escogió un motor DC de ventilador para la movilidad del sistema ya que su velocidad de giro permite la visualización de la imagen deseada, sin embargo se requiere realizar una corrección de posición inicial al finalizar cada vuelta mediante una sección del encoder la cual es el doble de tamaño que las demás, superando el periodo de giro inconstante.

El sensor del encoder no genera una señal puramente cuadrada, sino una señal cuadrada distorsionada, por ese motivo el tiempo entre flancos no resulta constante, afectando directamente en la visualización de la imagen, teniendo un nivel bajo de entre (0-1,1voltios) y un nivel alto entre (1,6-3,3voltios) para los flancos.

Se produce un ahorro de energía por el bajo consumo del microcontrolador XMEGA128A1 que trabaja a 3,3voltios y su velocidad a 32Mhz internos, por lo que procesa con mayor velocidad las variables de entrada (encoder) y salida (leds y receptor serial) y teniendo niveles de prioridad al manejar las interrupciones.

El programa desarrollado en .NET genera la imagen que se desee enviar al dispositivo en base a la imagen del computador, generando la matriz polar mediante un conteo de los pixeles q sean negros en un área determinada. También es posible establecer la hora para el modo de funcionamiento de reloj análogo.

La producción en serie abarata el precio del producto final y reduce los tiempos de manufactura. Realizando una producción de 300 unidades se produce un ahorro del 51,3% de los costos, en comparación de la producción del prototipo.

El análisis de las ventas proyectadas, los costos y la inversión inicial permitió mostrar que es viable y factible realizar la producción en serie del prototipo

## **5.2 Recomendaciones**

Con un mando inalámbrico se evitaría conectar cables al dispositivo para cambiar las imágenes que se deseen visualizar en el mismo. El protocolo para la comunicación podría ser wifi o bluetooth.

Se obtendría una mejor definición de la imagen colocando un mayor número de leds en la fila, y que sean de tipo RGB (Red, Green, Blue), con ello se podría visualizar imágenes en color.

Usando un motor más potente se podría escalar a tamaños mas grandes el dispositivo, y con otra forma de alimentar la palca en movimiento se superaría la limitación que tiene la batería, al agotarse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Web0]

Título: Tecnología LED y su uso en luces de señalización.

Descripción: Nos da una descripción bastante buena de las características de los leds.

URL:[http://www.iala-ism.org/chapo/publications/documentspdf/doc\\_160\\_sp.pdf](http://www.iala-ism.org/chapo/publications/documentspdf/doc_160_sp.pdf)

Fecha: 14/10/2011

[Web1]

Título: Tecnología led(página 2)

Descripción: hay imágenes muy buenas sobre las aplicaciones del led.

URL:<http://www.monografias.com/trabajos82/tecnologia-led/tecnologia-led2.shtml>

Fecha: 14/10/2011

[Web2]

Título: Led

Descripción: hay una imagen que describe muy bien la estructura del led.

URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

Fecha: 14/10/2011

[Web3]

Título: Digi-Key CORPORATION

Descripción: Tienda de Estados Unidos para escoger las características de los leds y comprar.

URL:<http://search.digikey.com/us/en/cat/optoelectronics/leds-75ma-discrete/524729?k=%20led%20high%20ligh>

Fecha: 14/10/2011

[Web4]

Título: MOUSER ELECTRONIC

Descripción: Tienda de Estados Unidos para escoger las características de los leds y comprar.

URL:[http://www.mouser.com/Optoelectronics/LED-Lighting/High-Power-LEDs/High-Power-LEDs-Single-Color/\\_/N-8usfn?Keyword=led&FS=True](http://www.mouser.com/Optoelectronics/LED-Lighting/High-Power-LEDs/High-Power-LEDs-Single-Color/_/N-8usfn?Keyword=led&FS=True)

Fecha: 14/10/2011

[Web5]

Título: Catálogo de productos Hella

Descripción: Productos de seguridad y advertencia que usan leds.

URL: [http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/SpecialOE/Folletos\\_torretas\\_2006.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/SpecialOE/Folletos_torretas_2006.pdf)

Fecha: 14/10/2011

[Web6]

Título: La iluminación del futuro

Descripción: diferentes tipos de productos que usan leds.

URL: <http://www.iluminacionled.com.ar/productos.htm>

Fecha: 14/10/2011

[Web7]

Título: SILTEC

Descripción: Misión, visión y logo de SILTTEC

URL: <http://www.silttec.com/>

Fecha: 23/03/2012

[Web8]

Título: Atmel

Descripción: información de microcontrolador

URL: <http://www.atmel.com/>

Fecha: 28/03/2012

[Web9]

Título: Matriz 8x8

Descripción: Imagen de matriz de led

URL: <http://www.neoteo.com/matriz-de-led-8x8>

Fecha: 23/03/2012

[Web10]

Título: Ojo humano

Descripción: Tiempo de retención de una imagen con el ojo humano

URL: <http://www.siste.com.ar/serv021.htm>

Fecha: 23/03/2012

[Web11]

Título: The C# Programming Language

Descripción: Crecimiento de utilización de C Sharp

URL: [http://www.tiobe.com/index.php/paperinfo/tpci/C\\_.html](http://www.tiobe.com/index.php/paperinfo/tpci/C_.html)

Fecha: 23/03/2012

[Web12]

Título: TIOBE Programming Community Index for March 2012

Descripción: tabla de posiciones de lenguajes de programación

URL: <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>

Fecha: 23/03/2012

[Web13]

Título: Encoder óptico

Descripción: Imagen de encoder

URL: [http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/graficos-encoder-optico.html?x1=20070821klpinginf\\_48.Ees&x=20070821klpinginf\\_92.Kes&x2=20070821klpinginf\\_89.Kes](http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/graficos-encoder-optico.html?x1=20070821klpinginf_48.Ees&x=20070821klpinginf_92.Kes&x2=20070821klpinginf_89.Kes)

Fecha: 23/03/2012

[Web14]

Título: Instrumentación industrial

Descripción: información de encoder

URL: [http://www.vignola.cl/pdf\\_secciones/04/4-20-41.pdf](http://www.vignola.cl/pdf_secciones/04/4-20-41.pdf)

Fecha: 23/03/2012

[Web15]

Título: Encoder incremental



Descripción: información de encoder

URL: <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderIncrementales.pdf>

Fecha: 23/03/2012

[Web16]

Título: Conversión Analogo-Digital (ADC)

Descripción: Imágenes de conversión análogo/digital

URL: <http://www.eveliux.com/mx/conversion-analogico-digital-adc.php>

Fecha: 28/03/2012

[Web17]

Título: INFORMAZIONE

Descripción: Imagen de conversión digital/análoga

URL: [http://www.territorioscuola.com/wikipedia/es.wikipedia.php?title=Convertidor\\_digital-anal%C3%B3gico](http://www.territorioscuola.com/wikipedia/es.wikipedia.php?title=Convertidor_digital-anal%C3%B3gico)

Fecha: 28/03/2012

[Web18]

Título: Pulso de reloj

Descripción: Imagen de tren de pulsos

URL: <http://www.hispavila.com/3ds/lecciones/lecc2.htm>

Fecha: 29/03/2012

[Web19]

Título: Binarización de imágenes

Descripción: Imagen e escala de grises y binarizada

URL: <http://jc-info.blogspot.com/2009/03/binarizacion-de-imagenes-codigo.html>

Fecha: 29/03/2012

[Web20]

Título: Protocolo fieldbus

Descripción: Imagen de flancos

URL: <http://www.monografias.com/trabajos82/protocolo-fieldbus/protocolo-fieldbus2.shtml>

Fecha: 29/03/2012

[Web21]

Título: Revisando el XMEGA

Descripción: Información del XMEGA

URL: <http://ucsystem.blogspot.com/2011/09/titulo-de-la-entradac.html>

Fecha: 29/03/2012

[Web22]

ANTONIO J., “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PISPLAY ROTATORIO RGB PROGRAMABLE CON INTERFASE INALAMBRICA SIRC Y CONTROL A TRAVES DE TECLADO REMOTO ABC2”, ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO, CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA, 2006.

[Web23]

Título: Que es un microcontrolador

Descripción: descripción de microcontrolador

URL: [http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/books/edu/WAMv1\\_1Spanish.pdf](http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/books/edu/WAMv1_1Spanish.pdf)

Fecha: 29/03/2012

[Web24]

Título: Viva publicidad

Descripción: conceptos de publicidad

URL: [http://www.vivapublicidad.net/catalogo%5CVIVA\\_Productos\\_POP.pdf](http://www.vivapublicidad.net/catalogo%5CVIVA_Productos_POP.pdf)

Fecha: 29/03/2012

[Web25]

Título: Los microcontroladores

Descripción: descripción de microcontroladores

URL: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/microcontroladores-tecnologia-construccion-economia-conocimiento/microcontroladores-tecnologia-construccion-economia-conocimiento.pdf>

Fecha: 29/03/2012

[Web26]

Título: Concepto de publicidad winz

Descripción: conceptos de publicidad

URL: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/marketing1.htm>

Fecha: 29/03/2012

[Web27]

Título: Concepto de publicidad

Descripción: Conceptos de publicidad

URL: <http://www.promonegocios.net/publicidad/concepto-publicidad.html>

Fecha: 29/03/2012

[Web28]

Fundamentos de Marketing, Sexta Edición, de Philip Kotler y Gary Armstrong, Pág. 470.

[Web29]

Fundamentos de Marketing, 13a Edición, de Stanton, Etzel y Walker, Pág. 569.

[Autor]

Andres Bermudez

## **ANEXO 1**

## **ANEXO 2**

## **ANEXO 3**

## **ANEXO 4**

## **ANEXO 5**



## **ANEXO 6**