

SISTEMA ELECTRONICO PARA VISUALIZACIÓN DE MENSAJES  
MEDIANTE PERSISTENCE OF VISION

*Asesor*

Diego Acero

*Estudiante*

Lina Marcela Saldarriaga Cardona cód.: 2007103061

Trabajo de grado para Optar al título de:

LICENCIADO EN ELECTRÓNICA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C.

2015

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---


**FIRMA DEL DIRECTOR**

---

**JURADO**

---

**JURADO.**

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 46	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Sistema electrónico para visualización de mensajes mediante persistence of vision
<b>Autor(es)</b>	Saldarriaga Cardona, Lina Marcela
<b>Director</b>	Diego Acero
<b>Publicación</b>	Bogotá Universidad Pedagógica Nacional. 2015, 46 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	Persistence of visión, Publicidad, Leds, sistema electrónico, visualización.

<b>2. Descripción</b>
<p>Trabajo de grado presentado para obtener el título de Licenciado en Electrónica, en el cual se propone el diseño de un sistema electrónico que permite la visualización de letras, palabras o mensajes en una rueda de bicicleta en movimiento. Sus aplicaciones pueden ser de uso publicitario o de entretenimiento personal. El sistema está formado por el hardware, donde se evidencian todos los componentes que forman la estructura física del proyecto y el código de programación.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</p> <p>Facultad de ingeniería Electrónica</p> <p>Proyecto de grado para la obtención de del título en ingeniería electrónica</p>

TITULO: "Diseño e implementación de un display rotativo RGB programable con interface inalámbrica SIRC y control a través de teclado remoto ABC2".

AUTOR: Antonio Javier Ruales Ríos.

QUITO-ECUADOR.

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE VILANOVA I AL GELTRU

UPC- UNICERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA

TÍTULO: "Diseño e implementación de un visualizador tipo led rotativo"

AUTORA: Sonia Sánchez Fernández

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones,

Esp. Sistemas Electrónico

#### 4. Contenidos

Marco teórico: Publicidad, Persistence of visión, descripción de los componentes, desarrollo del proyecto, pruebas del prototipo, conclusiones.

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema P.O.V de manera radial a las ruedas de una bicicleta para mostrar palabras y mensajes predeterminados.

Objetivos Específicos

Incorporar los elementos que sean requeridos para dar el soporte necesario al prototipo de visualización de palabras y mensajes propuesto.

Realizar una interfaz, en hardware y software, en la cual se visualizan palabras y mensajes predeterminados mediante P.O.V.

Evaluar el proceso de construcción para concluir el prototipo de manera funcional y estética.

#### 5. Metodología

FASE DE INICIO: En esta fase se centra en las actividades tales como el modelamiento de lo que se quiere hacer y los requisitos del mismo.

FASE DE ELABORACIÓN: Se centra en la base del diseño, modelamiento de la organización, análisis, y una parte de implementación orientada a la base de la construcción.

FASE DE CONSTRUCCION: Construcción del producto, en esta fase se redefine el diseño e implementación y se procede con pruebas, por medio de iteraciones hasta que se termine la

nueva implementación.

**FASE TRANSICIÓN:** En ésta última fase se comprueba que el producto cumpla con todos los requerimientos.

## 6. Conclusiones

La estructura donde se pone a prueba el prototipo debe ser estable, puesto que de esto depende que la rueda gire de forma constante y se pueda visualizar bien las palabras y letras. Teniendo en cuenta que la retina retiene las imágenes por un corto periodo de tiempo, la frecuencia debe ser la adecuada para obtener una buena resolución de lo que se observa. Además sino se tiene una velocidad constante no se puede visualizar bien.

El prototipo está ubicado en la rueda de una bicicleta, por lo cual en el momento de hacer pruebas se logran resultados por medio de ensayo error. Surge entonces la necesidad de diseñar un software que permita simular el giro de la rueda y el resultado de la imagen que se visualizara correspondiente al código establecido.

En futuras aplicaciones es recomendable que el diseño de los pcb se hagan teniendo como prioridad la forma y tamaño de la rueda. En lo posible diseñar un único pcb que contenga todos los componentes necesarios, al igual que un sistema alimentación liviano y funcional. Así mismo este pcb debe permitir que el microcontrolador sea programado sin necesidad de extraerlo para evitar daños, tanto en el micro como en los demás elementos.

Debido a la alta luminosidad de los leds es recomendable bajar la intensidad de estos, puesto que se dificulta tener una imagen clara de lo que se está visualizando, ya sea por medio de cámaras fotográficas o el mismo ojo.

<b>Elaborado por:</b>	Lina Marcela Saldarriaga Cardona
<b>Revisado por:</b>	Diego Acero

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	11	09	2015
--	----	----	------

## Índice general

NOTA DE ACEPTACIÓN .....	2
RESUMEN ANALITICO ESTRUCTURAL (RAE) .....	3
TABLA DE CONTENIDO .....	5
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	7
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo Genera.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
<b>2. MARCO TEORICO</b>	
2.1 PUBLICIDAD.....	11
2.2 SEGURIDAD DE LOS CICLISTAS... ..	13
2.3 PERSISTENCE OF VISION.....	14
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE QUE ES P.O.V.....	15
2.4 LED´S.....	16
2.5 MICROCONTROLADORES.....	18
2.5.1 PIC 18F4685.....	18

2.6 INTEGRADOS ULN2803.....	19
2.7 EFECTO HALL.....	20
<b>3. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	
3.1 DESARROLLO DEL HARDWARE .....	20
3.1.1 DISEÑO DEL PCB DE LOS LEDS.....	21
3.1.2 DISEÑO DEL PCB DEL PIC.....	23
3.1.3 DISEÑO DEL PCB DE LA ETAPA DE POTENCIA.....	24
3.2 HARDWARE FINAL.....	25
3.3 ALIMENTACIÓN DEL CIRCUITO.....	26
<b>4. DESARROLLO DEL CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>5. PRUEBAS.....</b>	<b>31</b>
5.1 PRUEBAS DISEÑO DEL PCB INICIA.....	31
5.2 PRUEBAS CON LOS PCB FINALES.....	32
5.2.1 PRUEBAS FINALES DE LOS PCB EN LA ESTRCUTURA.....	33
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>37</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## Índice de ilustraciones

	Pag.
<i>Ilustración 1:</i> Aviso con leds.....	12
<i>Ilustración 2:</i> Secuencia de movimiento.....	13
<i>Ilustración 3:</i> Mapa conceptual sobre P.O.V.....	15
<i>Ilustración 4:</i> Esquema diodo led.....	16
<i>Ilustración 5:</i> Pic 18F4685.....	18
<i>Ilustración 6:</i> Esquema Pic 18F4685.....	18
<i>Ilustración 7:</i> Esquema integrado ULN2803.....	19
<i>Ilustración 8:</i> Efecto Hall.....	20
<i>Ilustración 9:</i> Pcb leds prototipo final.....	21
<i>Ilustración 10:</i> Pcb leds prototipo inicial.....	21
<i>Ilustración 11:</i> Diseño pcb Pic.....	22
<i>Ilustración 12:</i> Pcb Pic.....	22
<i>Ilustración 13:</i> Pcb etapa de potencia.....	23
<i>Ilustración 14:</i> Pcb hardware final.....	24
<i>Ilustración 15:</i> Batería de 4.5 voltios.....	26
<i>Ilustración 16:</i> Proceso para carga de batería.....	26



<b><i>Ilustración 17:</i></b> Batería 4,5V en el prototipo.....	27
<b><i>Ilustración 18:</i></b> Diagrama código de programación.....	28
<b><i>Ilustración 19:</i></b> Código Hexadecimal de la letra A.....	29
<b><i>Ilustración 20:</i></b> Diagrama ubicación sensor hall.....	30
<b><i>Ilustración 21:</i></b> Circuito sensor hall.....	30
<b><i>Ilustración 22:</i></b> Primer pcb del proyecto.....	31
<b><i>Ilustración 23:</i></b> Prueba inicial de los pcb.....	32
<b><i>Ilustración 24:</i></b> Prototipo final en la estructura.....	33
<b><i>Ilustración 25:</i></b> Prototipo final.....	33
<b><i>Ilustración 26:</i></b> Visualización letra A.....	34
<b><i>Ilustración 27:</i></b> Letras Y & A, palabra What?.....	34
<b><i>Ilustración 28:</i></b> Visualización de otras letras.....	35

### **Índice de tablas**

<b><i>Tabla 1:</i></b> Especificaciones diodo led.....	17
<b><i>Tabla 2:</i></b> Especificaciones Pic 18f4685.....	20

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Identificación del problema**

Actualmente se hace evidente el uso masivo de la bicicleta para la recreación y el esparcimiento al aire libre, al igual que su uso como objeto facilitador a la hora de movilizarse por la ciudad. El reducido espacio que se ha designado para dichas actividades, el gran flujo de automóviles y demás elementos a los que se ven expuestas las personas que prefieren este medio de transporte, trae consigo riesgos para la integridad física del ciclista y demás personas que lo rodean, ya que elementos, como reflectores en chalecos y pedales; usados para hacer visible al ciclista y a la bicicleta; en horas de la noche, son poco eficientes dado su tamaño y ubicación.

El uso de herramientas como volantes, vallas y aplicaciones para vehículos motorizados que se usan en la calles y parques para informar a las personas sobre salud, eventos deportivos y publicidad para impulsar algún objeto o servicio, hace evidente el nicho existente y la oportunidad de aplicación de una propuesta nueva en este campo; puesto que si se usan técnicas de información dinámicas que generen en los transeúntes curiosidad e impacto, se logra que los mensajes sean tenidos en cuenta para una posterior participación y consumo de dichos eventos, objetos y servicios.

### **1.2 Justificación**

Al desarrollar un dispositivo que permita generar palabras con una resolución adecuada aplicable al campo de la publicidad y la seguridad vial, se entregará a la sociedad un nuevo instrumento que luego de un estudio de viabilidad comercial puede llegar a ser

producto de consumo con aplicaciones en la recreación, estética, seguridad y publicidad. Las opciones que ofrece éste dispositivo y las modificaciones a las que puede estar sujeto, permiten que sea versátil y atractivo con una amplia gamma de aplicaciones.

Existen algunos dispositivos que se prestan para éste propósito como el uso de los publik, los cuales varían en funcionalidad y tamaño, estos aprovechan el principio que posee nuestra visión de retener una imagen por una décima de segundo antes de desaparecer, éste fenómeno es aprovechado por nuestro cerebro que enlaza estas imágenes para tomar referencias de movimiento en un objeto a éste fenómeno se le conoce como P.O.V (Persistence Of Vision).

De esta manera se plantea la elaboración de un P.O.V en las ruedas de una bicicleta. Como referencia podemos mencionar que los publik que conocemos se componen de una matriz de LED'S que por medio de un sistema digital, hace posible escribir un mensaje o generar una imagen almacenados previamente en una memoria, siendo cada LED un pixel que conforma el mensaje, estas matrices están conformadas por un gran número de LED'S. Para generar el mensaje en la rueda de la bicicleta será necesario una o varias tiras de LED'S orientadas radialmente en ella y se aprovecha el giro de la rueda para generar el patrón con el cual se visualiza la imagen o mensaje.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo General***

- Diseñar e implementar un sistema P.O.V de manera radial a las ruedas de una bicicleta para mostrar palabras y mensajes predeterminados.

### *1.3.2 Objetivos Específicos*

- Incorporar los elementos que sean requeridos para dar el soporte necesario al prototipo de visualización de palabras y mensajes propuesto.
- Realizar una interfaz, en hardware y software, en la cual se visualizan palabras y mensajes predeterminados mediante P.O.V.
- Evaluar el proceso de construcción para concluir el prototipo de manera funcional y estética.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Publicidad**

La publicidad es una forma de comunicación que se define como una transmisión de información personal y remunerada, efectuada a través de un medio de comunicación, dirigida a un público objetivo, en la que se identifica al emisor, con una finalidad determinada, que de forma inmediata o no, trata de estimular la demanda de un producto o de cambiar la opinión o el comportamiento del consumidor (Santesmases, 1999). Generalmente se suele utilizar los medios de comunicación de masas como canales de transmisión.

En cuanto a los objetivos de la publicidad, podemos resumirlos en tres aspectos (Esteban, 1997; García Eceda, 2000; Santesmases, 1999):

1. Informar: transmitir un conocimiento (sobre las características de la empresa o del producto, usos, dar a conocer una marca o producto, crear notoriedad de la marca...).
2. Persuadir: convencer, motivar, inducir al público a adquirir el producto que satisfará su necesidad (atraer nuevos compradores, incrementar la frecuencia del uso, aumentar la cantidad comprada, provocar preferencia de marca,...).
- 3.-Recordar que perdure en la mente de los consumidores y se consiga la fidelidad del cliente (recordar la existencia y ventajas del producto, dónde pueden adquirir los productos, crear una demanda reforzada que asegure la fidelidad hacia una marca y

proporcione la compra repetitiva, mantener la fidelidad de los clientes, ...).<sup>1</sup>

Actualmente se hace uso de dispositivos compuestos por leds en la publicidad. Estos hacen parte de los anuncios que utilizan desde pequeños negocios hasta grandes empresas en el momento de ofrecer sus productos o servicios. Es común encontrar en los paraderos de buses paneles con avisos publicitarios, las rutas de los buses relojes y avisos de las tiendas o droguerías.



*Ilustración 1 Avisos con leds*

## 2.2 Seguridad de los ciclistas

---

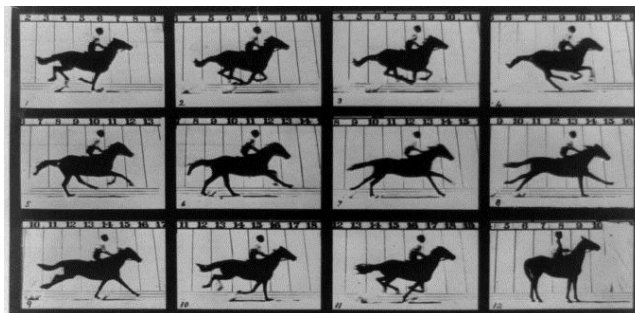
<sup>1</sup> La publicidad del siglo XXI Universidad de Extremadura pag. Tomado de <http://www.bocc.ubi.pt/pag/galan-hernandez-publicidad-siglo-xxi.pdf>

Según las normas de seguridad vial de un ciclista en la noche debe usar una prenda reflectante, una luz blanca o amarilla delantera y una luz intermitente trasera. Existen varios elementos que hacen visible a un ciclista en la noche como pintura reflectante la cual es aplicada en la bicicleta, en los cascos, bolsos o sobre la ropa; cintas de material reflectante puestas en las piernas juntos a los tobillos o en chalecos, también hay elementos compuestos por leds ubicados en la parte trasera de los cascos y en el sillín.

Los componentes principales de este proyecto son los leds y además están ubicados sobre el rin de una rueda de bicicleta, por lo que se vuelve un elemento útil en el momento de hacer visible un ciclista en dicha circunstancia. Además de esto y volviendo a la publicidad se convierte en un medio publicitario e informativo dependiendo de las palabras o mensajes que se puedan visualizar en la rueda.

### 2.3 Persistence of vision

Este fenómeno fue descubierto por el físico Joseph Plateau, consiste en que el sistema visual humano en el momento de observar una imagen la retiene solo por 1 milisegundo en la retina y desaparece. El cine es fundamentado sobre esta teoría, se usan varias imágenes mostradas una tras otra lo cual genera la sensación de movimiento.

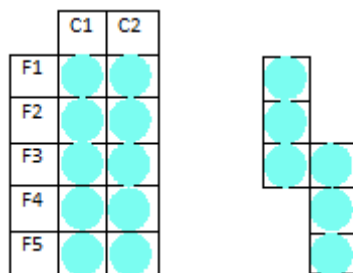


*Ilustración 2 Secuencia de movimiento*

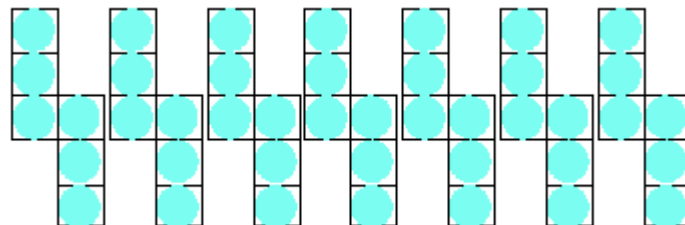
Gracias a esto sucede, por ejemplo que el ojo observe una luz que se mueve rápidamente de un punto fijo a otro y el cerebro lo perciba como una línea luminosa entre los dos puntos.

Para efectos de este proyecto se tiene no solo una luz, sino 16 leds programados a una frecuencia determinada lo cual permite que el observador vea una imagen en la cual cada led se convierte en un pixel.

De forma básica, si se tienen 10 leds y se programan para que solo seis de ellos se enciendan de la siguiente forma:



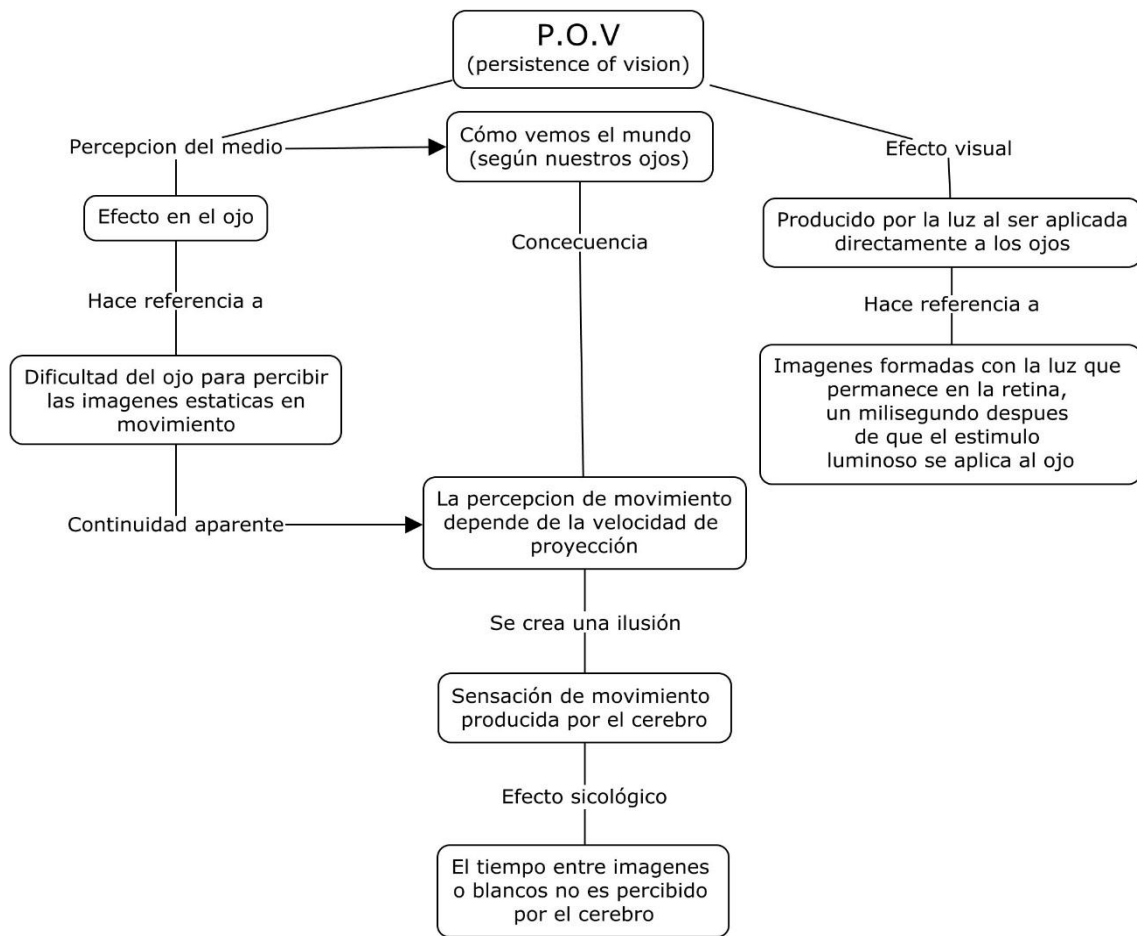
Y además se le proporciona desplazamiento horizontal, quien observa verá una secuencia aproximadamente como esta:





Partiendo de este principio se hace uso de una estructura de leds y de programación que permita visualizar una letra o palabra en las ruedas de la bicicleta a medida que esta gira.

### 2.3.1 Descripción de lo que es p.o.v



*Ilustración 3 Mapa conceptual sobre el concepto de persistence of visión.*

### 2.4 Led

Un LED es un componente electrónico que tiene como principal función convertir la energía eléctrica en luz. Es un diodo, por lo tanto tiene polaridad, la parte negativa corresponde al cátodo y la parte positiva al ánodo.

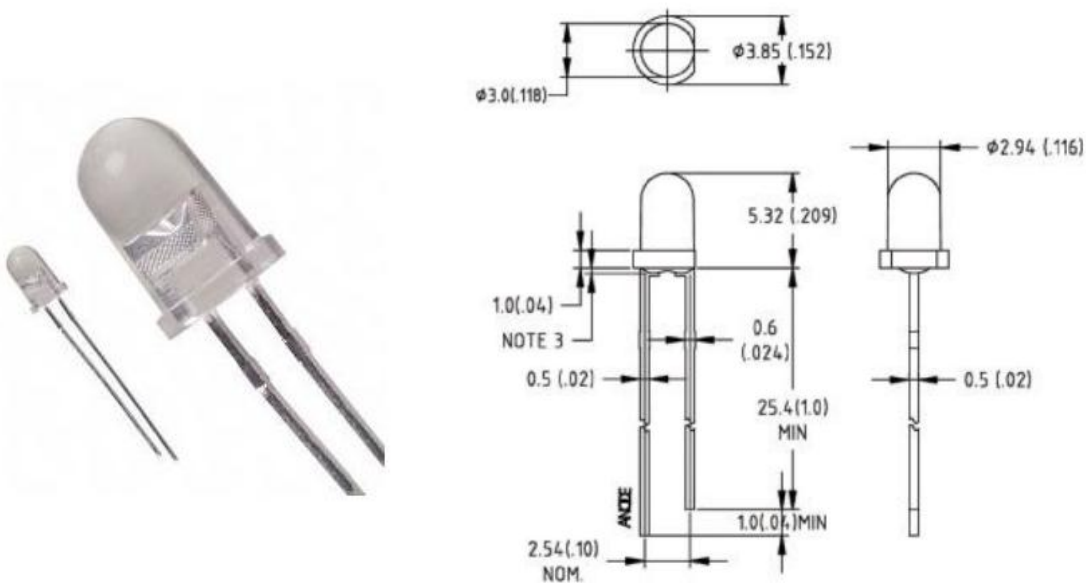
La longitud de onda de la luz emitida y por tanto el color, depende básicamente de la composición química del material semiconductor utilizado. Cuando los electrones portadores de la electricidad atraviesan el diodo se libera energía en forma de fotones.

La luz emitida puede ser visible, infrarroja o casi ultravioleta.

En un principio solo se tenían de color rojo, verde y amarillo, con la aparición del led azul y ultravioleta se dio paso a la luz blanca. El led de luz blanca proporciona alta luminosidad, lo cual lo hace útil en varios sistemas de iluminación.

El tamaño en que son fabricados permite usarlos en circuitos electrónicos pequeños, son de alta fiabilidad y durabilidad, puesto que son resistentes a vibraciones e impactos y tienen un tiempo de encendido y apagado menor a 1 milisegundo.

### Package Dimension:



#### Ilustración 4 Esquema Diodo Led

### Especificaciones técnicas

Tabla 1  
*Especificaciones técnicas del diodo led*

Potencia disipada	100 mW
Corriente directa	100 mA
Corriente continua	35 mA
Voltaje	5 V
Temperatura de operación	Entre -40°C y 80 °C
Temperatura a la que se puede someter el componente cuando se está soldando	260°C por 5 segundos

La tecnología led tiene aplicaciones tanto industriales como en elementos de uso cotidiano. Se puede encontrar implementada tanto en juguetes como en pantallas gigantes utilizadas para fines publicitarios, informativos o decorativos.

Esta tecnología se usa en gran parte del sector electrónico, debido a su bajo consumo de energía eléctrica, tamaño y se pueden implementar en elementos que requieran de programación.

### 2.5 Microcontroladores

Los PIC's son microcontroladores de microchip® que pueden ser programados para el control de un sistema.

Están compuestos, entre otras cosas, por una memoria interna, unidad aritmética y lógica, puertos de entrada y de salida, los cuales pueden ser modificados según lo

requiera el programador; oscilador, dispositivos auxiliares como Timer programables, módulos para el control de periféricos. Perro guardián (Watchdog), que es un contador que se decrementa y cuando llega a cero resetea el micro. Convertidores Analógico Digitales CAD y convertidor Digitales Analógico CDA.

Para este proyecto se hace uso de los microcontroladores de Micropchip®. En estos los buses de programación y de memoria están separados, lo cual mejora la velocidad de procesamiento.

### 2.5.1 Pic 18F4685

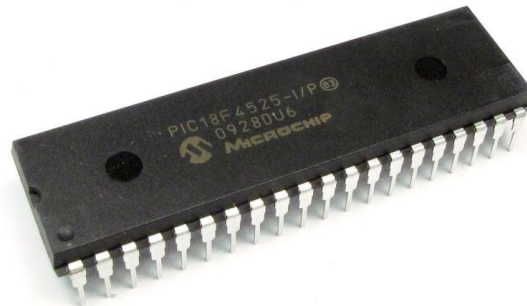


Ilustración 5 PIC 18F4685

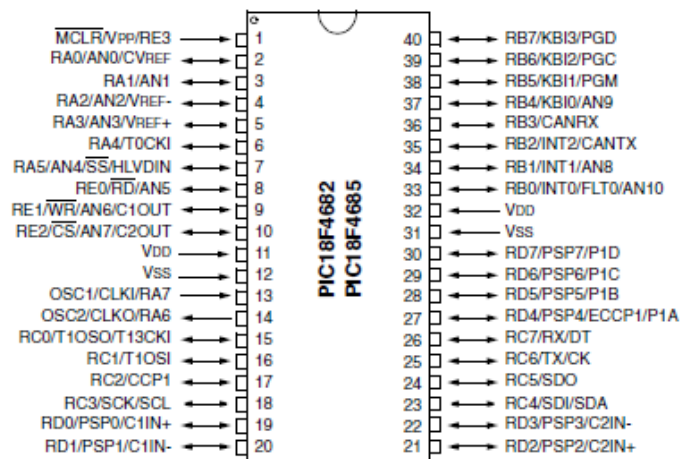


Ilustración 6 Esquema PIC 18F468

### Especificaciones técnicas

Tabla 2  
Especificaciones técnicas pic 18F46885

Memoria RAM	3328 bytes
Memoria FLASH	96K
Memoria SRAM	3328 bytes
Memoria EEPROM	1K bytes
Canales de conversor A/D	11 de 10 bits
Puertos Entrada y salida	A,B,C,D
Timers	4

## 2.6 Integrados ULN2803

Estos integrados se implementan en la etapa de potencia, están compuestos por ocho pares de transistores npn en configuración Darlington, los cuales cuentan con salidas de alto voltaje.

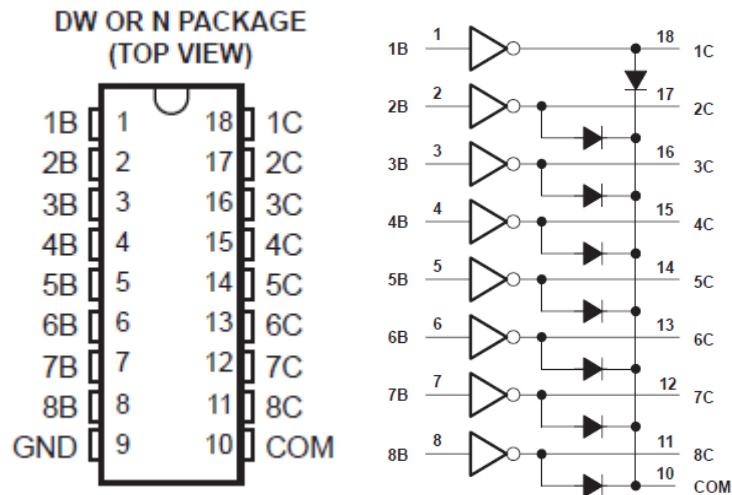
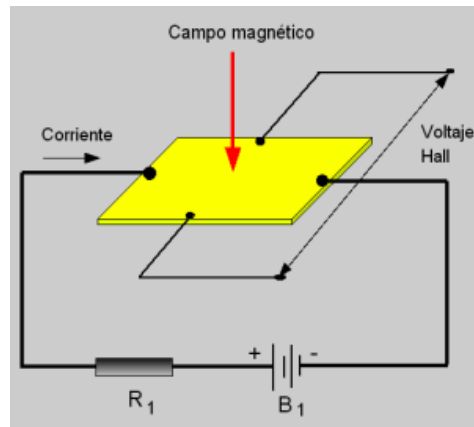


Ilustración 7 Esquema integrados ULN2803

## 2.7 Efecto hall

El efecto hall fue descubierto en 1879 por el físico estadounidense Edwin Herbert Hall. Consiste en la aparición de un campo eléctrico en un conductor cuando lo atraviesa un campo magnético. La siguiente imagen explica dicho fenómeno.



*Ilustración 8* Efecto Hall

Los sensores de efecto hall funcionan de acuerdo a este fenómeno. Dentro de las aplicaciones de este encontramos: encendido electrónico de autos y motos, medición de velocidad, sensado de posición, sistema de alarma en puertas y ventanas para detectar la apertura de estas.

### **3 Desarrollo del proyecto**

#### **3.1 Desarrollo del hardware**

En esta fase se desarrolla el diseño y fabricación de las partes que componen el sistema, como lo son la estructura para posicionar la rueda, los circuitos encargados de los Leds, el PIC y el sensor de efecto Hall.

La estructura para posicionar la rueda está fabricada en acero, consta de una base de 110 cm de largo por 22,5 cm de ancho, sostiene la rueda y el pedal con piñón, por lo cual simula la parte trasera de una bicicleta.

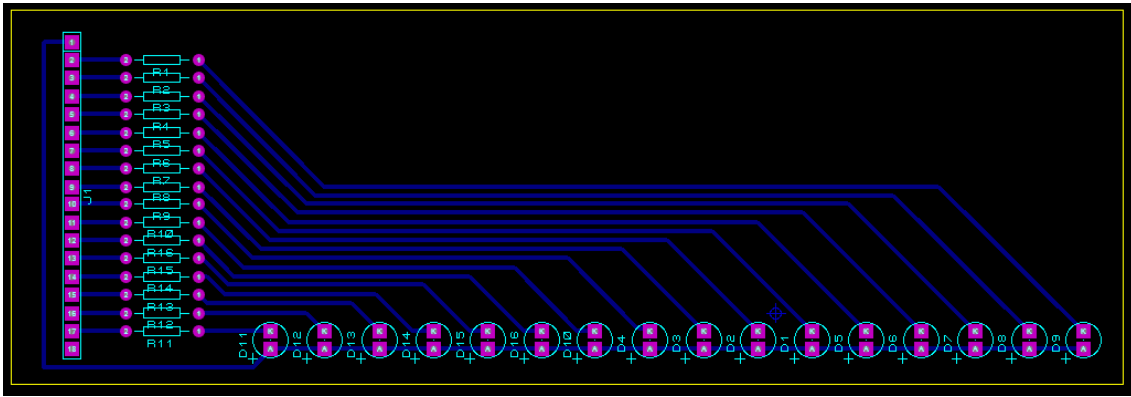
### **3.1.1 Diseño pcb de leds**

Se diseña un pcb de 16,5 cm de largo por 5,5 cm de ancho teniendo como referencia la medida del radio de la rueda que se va a usar, es decir que la dirección y tamaño de los radios de la rueda marcan la posición donde se debe colocar el pcb.

Para el diseño de la placa se hace una prueba en placa de fibra de vidrio con el cual se obtiene una mayor resistencia y flexibilidad en el momento en que la rueda de la bicicleta está en movimiento, esto teniendo en cuenta que para lograr la visualización dicho movimiento debe ser constante.

Se tienen 16 leds de chorro y luz blanca de 5mm. Los leds de chorro permiten una mayor iluminación por lo cual se tendrá una mejor resolución, tiene larga vida útil, bajo consumo de energía y para el objetivo del proyecto se usan solo de luz blanca, puesto que solo se visualizaran letras, palabras o mensajes.

El pcb es diseñado en proteus, para esto tenemos en cuenta los componentes que se van a usar: 16 leds, 16 resistencias de 100 ohm y una regleta de 18 pines de los cuales 16 son para la entrada de los leds, uno para Vcc y por ultimo uno para tierra.



*Ilustración 9* Diseño PCB de Leds

A continuación se muestra dos de los diseños que se hicieron, el de la parte superior es el diseño final que se usa en el prototipo y el de la parte inferior se usó en las primeras pruebas, se cambió debido a que el pcb no era de fibra de vidrio y era de mayor tamaño por lo cual ocupaba más espacio en la rueda.



*Ilustración 9* PCB leds del prototipo final

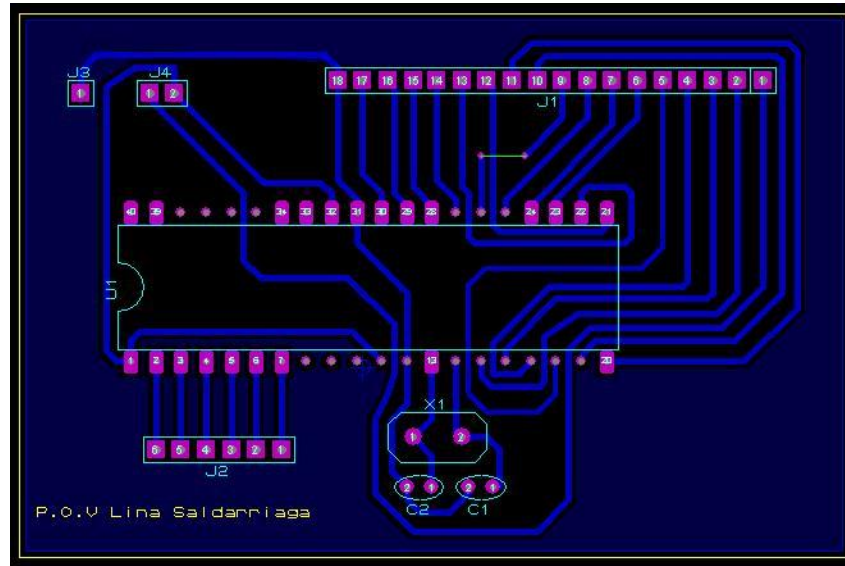




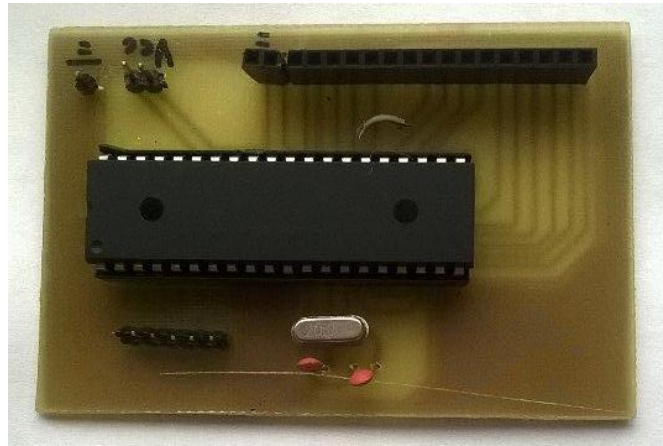
*Ilustración 10* PCB leds prototipo inicial

### 3.1.2 Diseño pcb del pic

La segunda parte del circuito está compuesta por un PIC 18F4685, este pcb incluye los componentes necesarios para el funcionamiento correcto del PIC, como son un cristal de 20M y dos condensadores de 10 nF, además de una regleta de 18 pines, 16 correspondientes a las salidas del pic (puertos C y D) las cuales van conectadas a los 16 leds, uno para Vcc y el otro para tierra; una regleta de 6 pines para conectar las entradas al pic (puerto A) , una regleta de dos pines para la alimentación de 5V y una de un pin para la tierra.



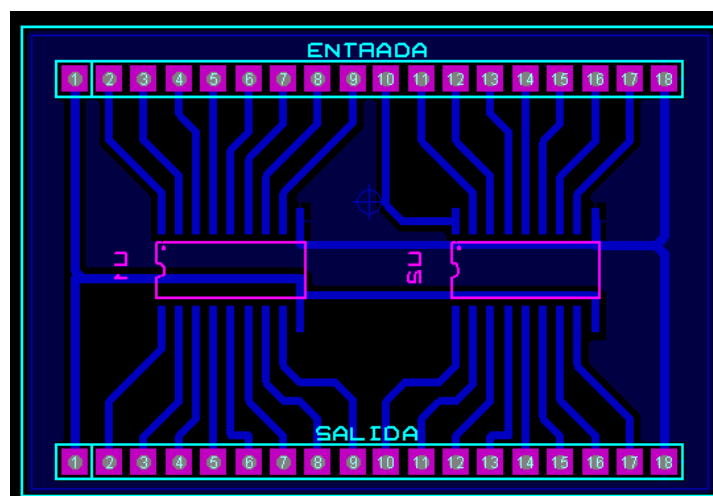
*Ilustración 11* Diseño PCB PIC



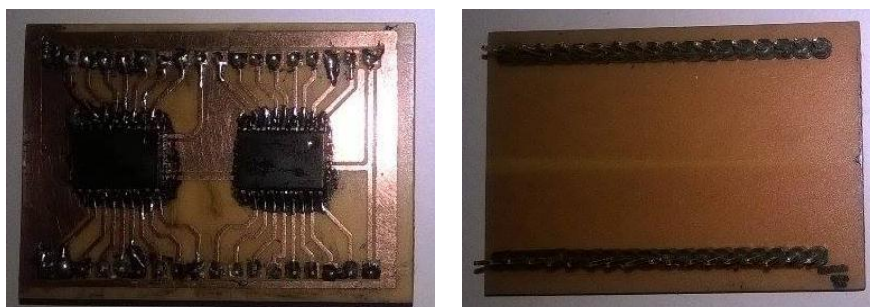
*Ilustración 12* PCB PIC

### 3.1.3 Diseño pcb de la etapa de potencia

La etapa de potencia está compuesta por dos integrados ULN2803 de montaje superficial que permiten aislar el PIC de cualquier corto que se pueda producir en el los leds.



*Ilustración 13 Diseño PCB Etapa de Potencia*



*Ilustración 14 PCB Etapa de potencia*

### 3.2 Hardware final

La unión de los pcb realizados forma el hardware final. Están conectados por medio de cables similares a los cables de bus de datos que se encuentran, por ejemplo en el cableado de la torre de un computador.



*Ilustración 14 PCB Hardware final*

### 3.3 Alimentación del circuito

La alimentación es proporcionada a todo el circuito, es decir a los tres pcb que componen el prototipo y el sensor de efecto hall, por medio de una batería recargable extraída de un computador portátil.



*Ilustración 105Batería de 4,5 V*

Esta batería entrega 4,5 voltios, lo cual es ideal puesto que el microcontrolador no debe alimentarse con más de 5 voltios. Su carga se hace usando un cargador de celular de 5v y se conecta con la ayuda de dos caimanes, como lo muestra la imagen.



*Ilustración 16 Proceso para cargar la batería*

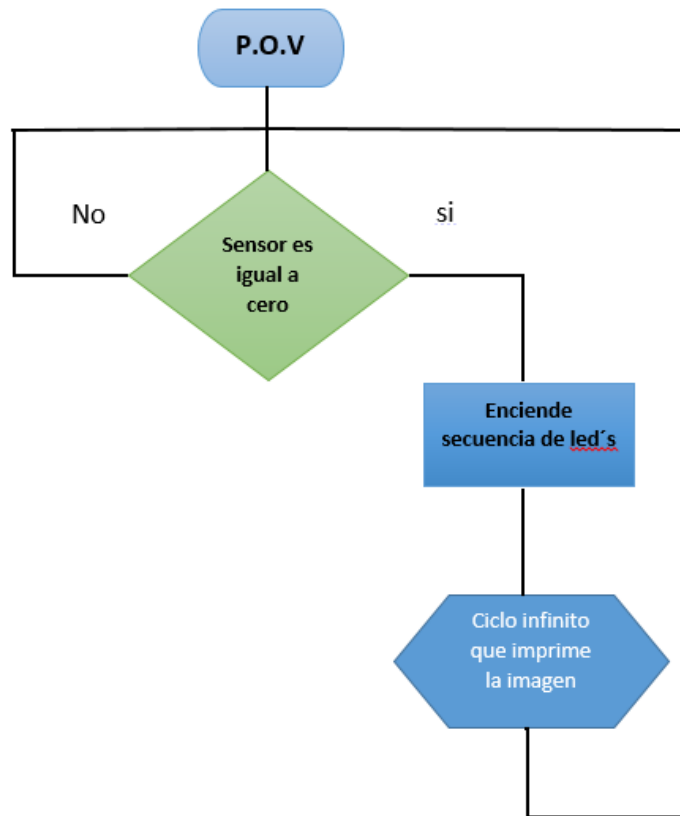
La batería está ubicada en el rin de la bicicleta cerca al PCB del PIC, puesto que es en este donde se tiene la alimentación principal de todo el circuito. Inicialmente se había utilizado 4 pilas AA no recargable pero el costo y la vida de las pilas no eran apropiadas para la realización y prueba del prototipo. Teniendo en cuenta que las baterías de computadores portátiles proporcionan el amperaje adecuado para alimentar un gran sistema de circuitos electrónicos, se decide hacer uso de esta, además de la ventaja de poder recargarse cuando así lo requiera.



*Ilustración 17* Batería de 4,5V en el prototipo

#### **4. Desarrollo del código de programación**

En el siguiente diagrama se explica de forma general el código de programación. Los leds inicialmente están encendidos, pero se activa la secuencia previamente programada cada vez que el sensor pasa por el imán imprimiendo la palabra o frase que esta predeterminada en el código, esto se observa a medida que la rueda gira.



*Ilustración 18* Diagrama de programación

Se habilitan las interrupciones globales para usar la interrupción del TMR0, esto permite leer la señal (cero lógico) que ingresa por el sensor al pasar por el imán, Cuando éste pasa se imprime la imagen que se programó previamente. Se hace dos delay; uno que permiten generar un tiempo de espera entre letras y el otro entre columnas.

Los datos correspondientes a cada letra están en hexadecimal, con ayuda de Excel se obtienen tanto en hexadecimal como en binario como lo muestra la siguiente imagen.

0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1

BINARIO (puerto C)	000000	000011	111110	110000	111110	000011	000000
BINARIO (puerto D)	011111	111000	011000	011000	011000	111000	011111
HEXADECIMAL (puerto C)	000	003	03E	030	03E	003	000
HEXADECIMAL (puerto D)	01F	038	018	018	018	038	01F

*Ilustración 19* Códigos hexadecimal de la letra A

Los puertos del micro controlador designados como salidas son PUERTO C (8 pines) Y PUERTO B (8 pines) en total hay 16 pines y cada uno va a un led. Se les asigna inicialmente un código en binario que permita formar cada letra, se enciende con 1 y está apagado si hay un 0, esto se hace solo para ver la forma que tendrán las letras en el momento de ser proyectas en la rueda de la bicicleta.

Estos 16 leds se puede decir que son en realidad 16 pixeles formando una imagen, una letra en este caso, debido al efecto de persistencia en la retina que ya fue explicado con anterioridad.

Para tener una idea de cómo se forma una letra en la rueda mientras está gira, imaginemos que los 16 leds forman una columna de pixeles que se encienden y se apagan durante una corta fracción de tiempo mientras la rueda da un primer giro, en el segundo giro ocurre los mismo solo que esta vez dicha columna se ha desplazado a la



derecha, la persistencia en la retina hace que se vean todas las columnas al mismo tiempo.

Durante el giro de la rueda el sensor de efecto hall entrega al pic un 1 lógico y cuando detecta el campo magnético al pasar por el imán entrega un 0 lógico. Para efectos de este proyecto el sensor está ubicado en la rueda, específicamente sujeto sobre el rin y gira constantemente con ella y el imán se encuentra sujeto en la base metálica.

Imán ■

Sensor Hall ■

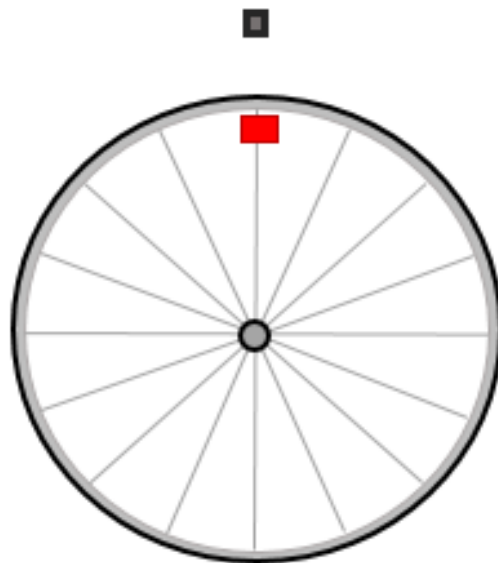


Ilustración 20 Diagrama Ubicación del sensor Hall

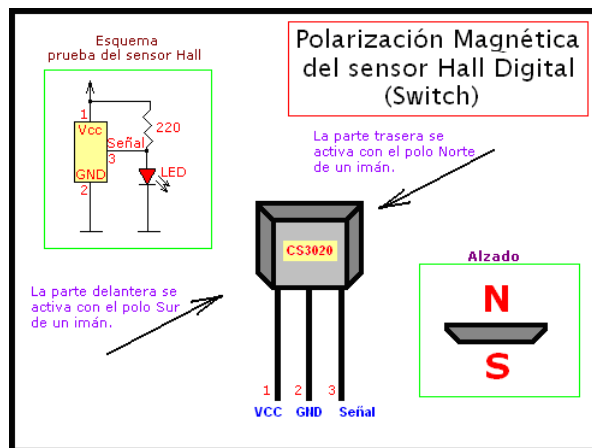


Ilustración 2111 Circuito sensor Hall

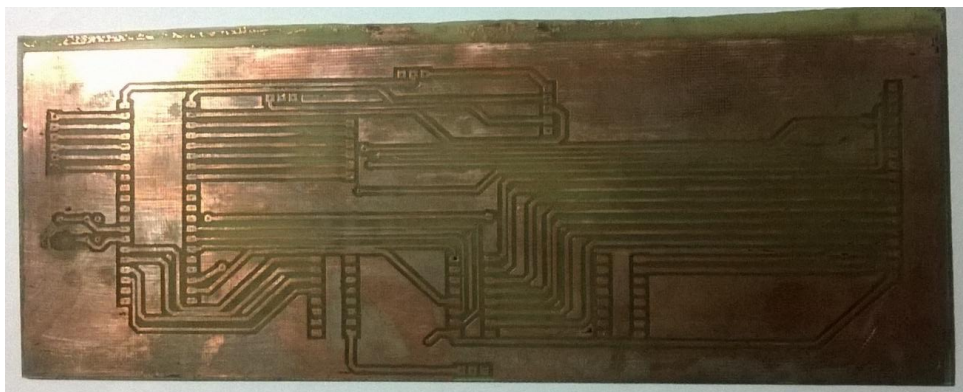
Este sensor de efecto hall activa la secuencia de programación de los 16 leds, puesto que estos se encienden tan pronto como son alimentados por la batería y permanecen así hasta que el pic detecta la señal enviada por el sensor y hace la interrupción que permite la ejecución del código predeterminado para cada letra.

## 5. Pruebas

En esta parte se describen las pruebas de diseños, elementos y demás que se hicieron desde el inicio para el desarrollo del prototipo final.

### 5.1 Prueba diseño pcb inicial

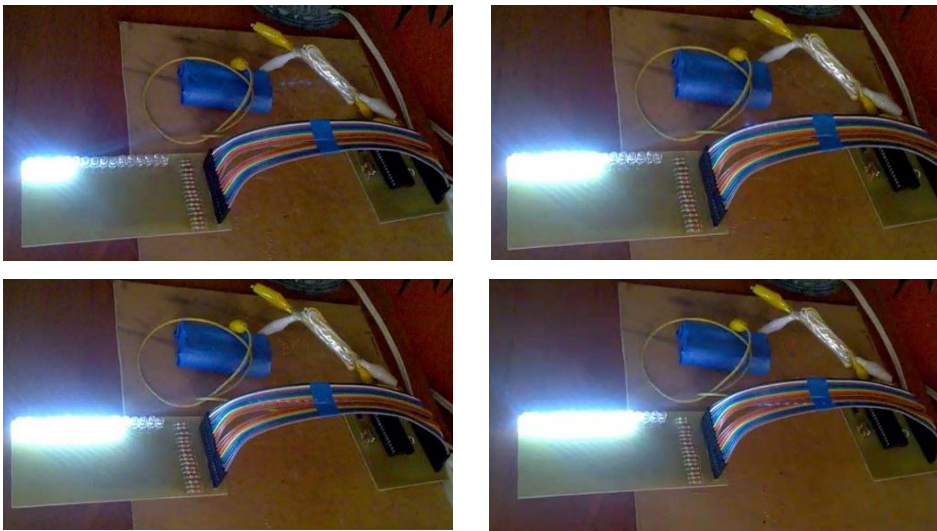
El diseño del pcb inicial incluía todos los componentes, con el fin de hacer eficiente la implementación de este, por lo tanto lo único externo al pcb era el cableado para la alimentación y la batería. No se hizo uso de este puesto que por contener muchos componentes se debía diseñar a doble cara, lo cual complicaba el proceso de fijado de los componentes.



*Ilustración 22* Primer pcb del proyecto

## 5.2 Prueba con los pcb finales

Las primeras pruebas se realizan a los PCB de los Leds y el PIC, para lo cual se programa una secuencia que permita encender uno a uno los 16 leds y luego apagarlos de igual forma, a un tiempo determinado.



*Ilustración 23* Prueba inicial de los pcb

Esto se hace con el objetivo de establecer los parámetros que se deben tener en cuenta en el momento de programar el microcontrolador que se está usando. Además de examinar el correcto funcionamiento de todos los componentes.

### 5.2.1 Pruebas finales de los pcb en la estructura metálica

Inicialmente se prueba que la rueda gire con todos los componentes puestos en ella y no haya ningún tipo de obstáculo que le impida girar correctamente, ni que alguno estos

elementos se desprendan con facilidad, puesto que como ya se mencionó la rueda debe estar girando.



*Ilustración 24* Prototipo final en la estructura



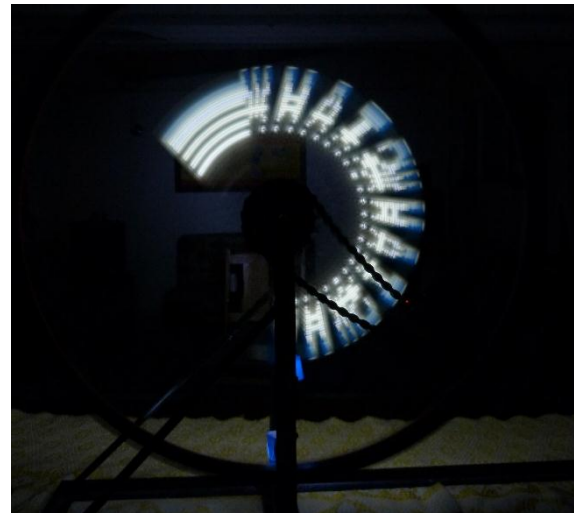
*Ilustración 25* Prototipo final

Una vez hecho esto se programa el microcontrolador con el código correspondiente a la letra A, y se obtiene el resultado que muestra la imagen.

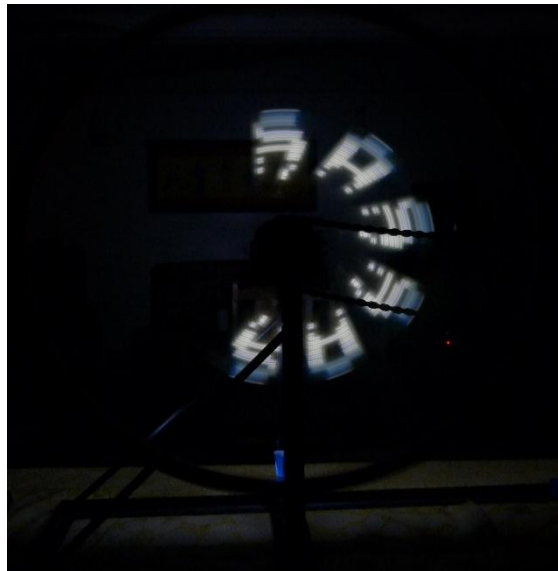
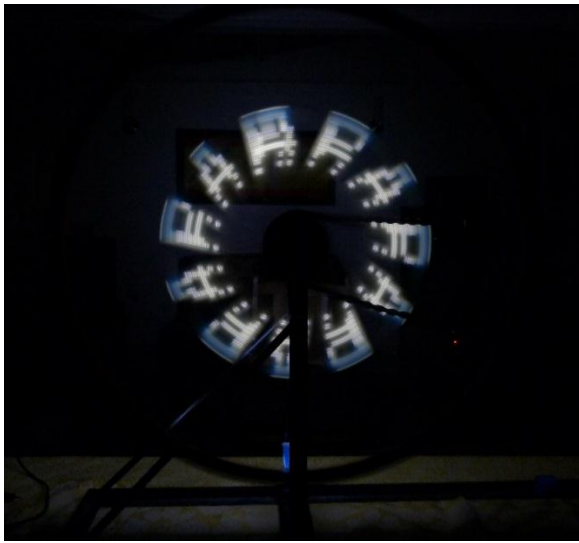


*Ilustración 26* Letra A

Muestras finales de diferentes letras y palabras.



*Ilustración 27* Izq: Letras Y & A Der: palabra What?



*Ilustración 28* Visualización de otras letras

## 6. Conclusiones

- La estructura donde se pone a prueba el prototipo debe ser estable, puesto que de esto depende que la rueda gire de forma constante y se pueda visualizar bien las palabras y letras. Teniendo en cuenta que la retina retiene las imágenes por un corto periodo de tiempo, la frecuencia debe ser la adecuada para obtener una buena resolución de lo que se observa. Además sino se tiene una velocidad constante no se puede visualizar bien.
- El prototipo está ubicado en la rueda de una bicicleta, por lo cual en el momento de hacer pruebas se logran resultados por medio de ensayo error. Surge entonces la necesidad de diseñar un software que permita simular el giro de la rueda y el resultado de la imagen que se visualizara correspondiente al código establecido.
- En futuras aplicaciones es recomendable que el diseño de los pcb se hagan teniendo como prioridad la forma y tamaño de la rueda. En lo posible diseñar un único pcb que contenga todos los componentes necesarios, al igual que un sistema alimentación liviano y funcional. Así mismo este pcb debe permitir que el microcontrolador sea programado sin necesidad de extraerlo para evitar daños, tanto en el micro como en los demás elementos.
- Debido a la alta luminosidad de los leds es recomendable bajar la intensidad de estos, puesto que se dificulta tener una imagen clara de lo que se está visualizando, ya sea por medio de cámaras fotográficas o el mismo ojo.

## **7. Referencias**

García, Eduardo (2008). *Compilador C CCS y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*. México: Alfa Omega..

Data Sheet Pic 18F4685, Microchip®

Data Sheet ULN 28003 Darlington Transistor Array, Texas Instruments®.

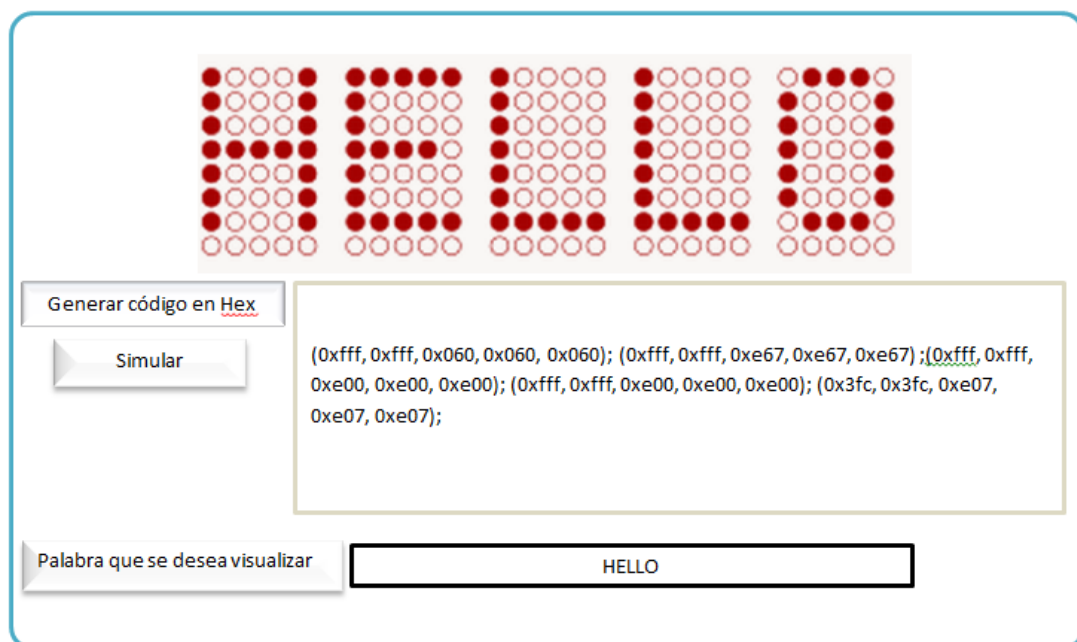


## ANEXOS

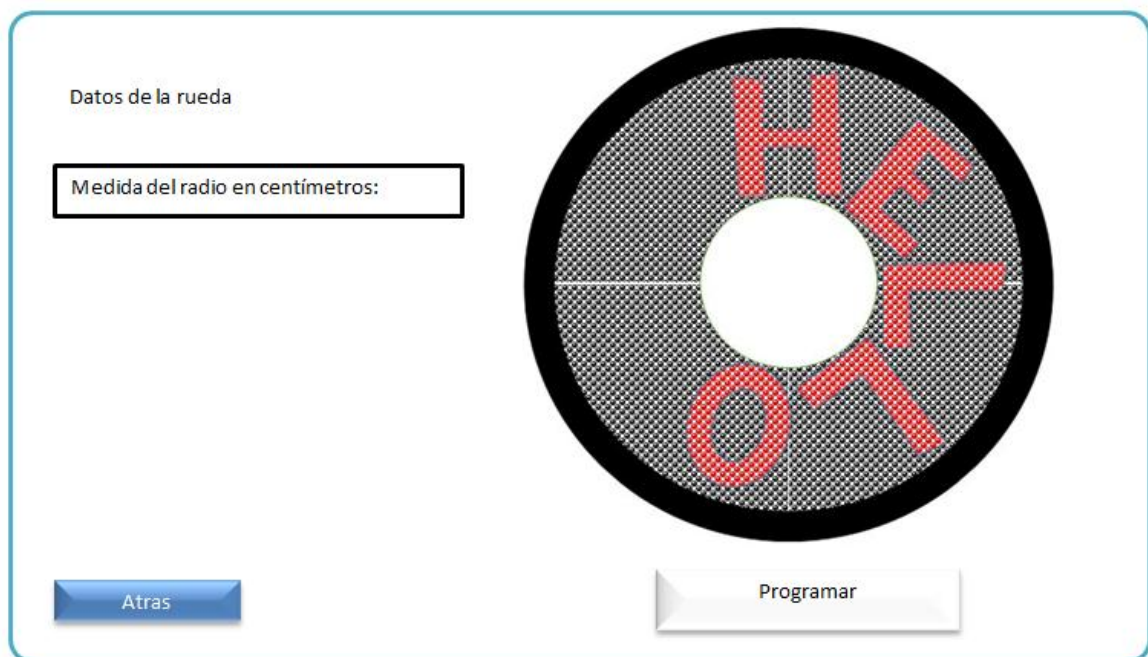
### PROPUESTA INTERFAZ PARA GENERAR MENSAJES MEDIANTE POV

Para la interfaz de POV se va a tener una plataforma formada por dos ventanas, una donde se escribe la palabra o mensaje que se desea visualizar y otra donde se ve la forma que tomara dicha palabra o mensaje cuando se programe y se proyecte en la rueda.

La primera ventana está formada por un cuadro de texto que permite escribir la palabra que se quiere ver, estas se pueden escribir en cualquier idioma que tenga los mismos caracteres del idioma español; cuando se escribe determinada palabra, esta aparecerá en la parte de arriba de la ventana formando una matriz de pixeles. A continuación se debe usar el botón “Generar código en Hex”, el cual como su nombre lo indica es el que permite generar el código correspondiente a cada letra en hexadecimal y en forma de matriz, el código de cada letra esta en paréntesis y separadas unas de otras por una coma. Finalmente esta el botón que permite simular, este nos llevara a la segunda ventana.



Cuando le damos en la opción simular de la primer ventana, nos llevara a la segunda ventana, donde se podrá observar la ubicación del mensaje en la rueda. Se debe ingresar la medida del radio de la rueda donde se va a implementar el POV, con el fin de darle mayor precisión a la ubicación de los mensajes, por ejemplo una llanta de gran medida supondrá mayor espacio (diámetro) para desarrollar un mensaje más largo que una llanta con un diámetro más pequeño, es por eso que se podrá establecer las diferencias entre esas medidas y agrandar o dejar más pequeño el mensaje y si es preciso hacer uso de otros pcb con diferente número de leds.



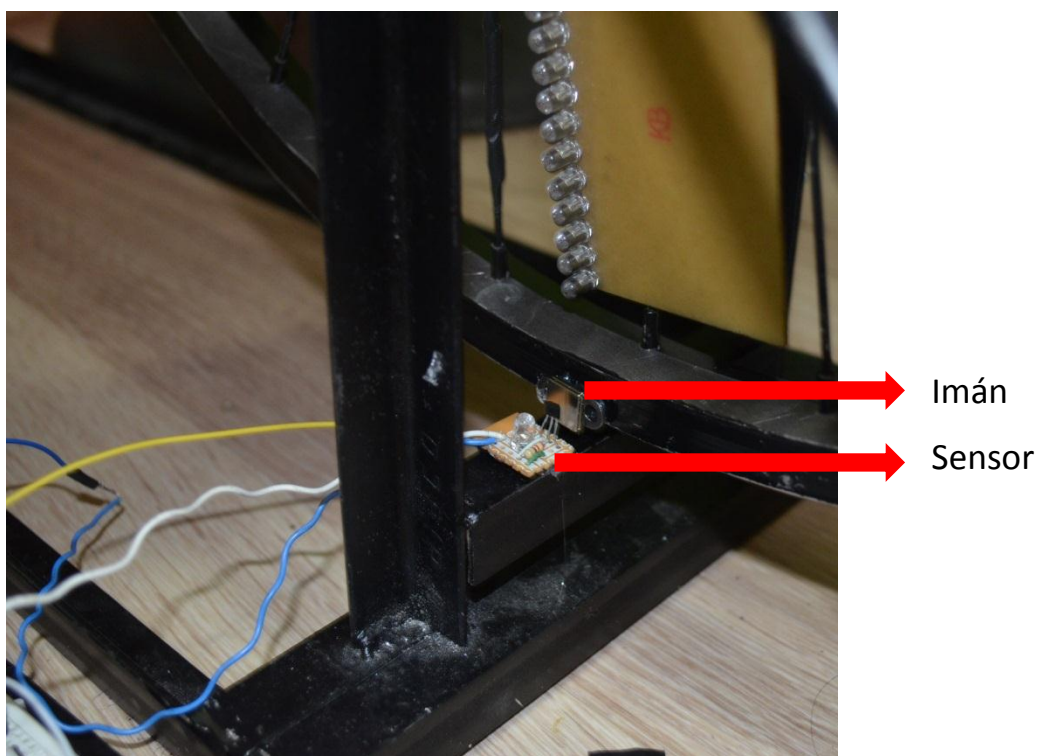
El botón atrás se usa en caso de que se desee regresar a la primer ventana y visualizar palabras o mensajes diferentes. Por último el botón programar, como su nombre lo indica es quien generaría el archivo con el código que se debe programar.

Para el desarrollo de la interfaz descrita anteriormente se propone usar lenguaje HTML. Pero se propone también crear un programa que permita exportar el archivo generado a

otros lenguajes de programación como CCS o Arduino, dado el uso que se le dio en el proyecto.

#### VELOCIDAD DE GIRO DE LA RUEDA

Para calcular la velocidad del giro de la rueda se hace uso de Arduino. Se deja el sensor fijo en la base metálica y a la rueda se le pone un imán que es el encargado de enviar la señal al sensor cada vez que la rueda da una vuelta y pasa por este.



*Ilustración 12 Ubicación del sensor para medir velocidad de giro*

Cuando se obtiene la velocidad de giro de la rueda, se compara con la velocidad de giro que tiene esta en el momento que permite visualizar las palabras de forma correcta.

```
COM3 (Arduino Uno)
Velocidad Angular: 1.88rad/s
Velocidad Lineal: 0.07 m/s

Velocidad Angular: 2.51rad/s
Velocidad Lineal: 0.10 m/s

Velocidad Angular: 2.51rad/s
Velocidad Lineal: 0.10 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.77rad/s
Velocidad Lineal: 0.15 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s
```

```
COM3 (Arduino Uno)
Velocidad Angular: 0.00rad/s
Velocidad Lineal: 0.00 m/s

Velocidad Angular: 1.26rad/s
Velocidad Lineal: 0.05 m/s

Velocidad Angular: 2.51rad/s
Velocidad Lineal: 0.10 m/s

Velocidad Angular: 2.51rad/s
Velocidad Lineal: 0.10 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 3.14rad/s
Velocidad Lineal: 0.12 m/s

Velocidad Angular: 2.51rad/s
Velocidad Lineal: 0.10 m/s
```

*Ilustración 13 Datos visualizados en el monitor serie de Arduino.*

En la imagen anterior se observan la velocidad arrojada, en el lado izquierdo cuando se está visualizando el mensaje, en el lado derecho cuando la rueda está sola, es decir cuando solo se estaba calculando la velocidad de giro.

La velocidad que permite ver de forma constante las palabras es:

Velocidad Angular= 3,24rad/s

Velocidad Lineal= 0,12m/s

Con estos datos podemos hallar el periodo T y la frecuencia F.

El programa internamente calcula las Rpm, haciendo uso de un método llamado getRPM, para posteriormente calcular la velocidad angular y la velocidad lineal.

Sabemos que la velocidad angular  $\omega$  es igual a:

$$\omega = \frac{Rpm * 2\pi}{60} \text{ rad/s}$$

Y la velocidad lineal es igual a:

$v = \omega * R$  Donde R es el radio de la rueda en metros.

Entonces:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{3,14} = 2$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Hz}$$

Es decir que la rueda se demora en dar una vuelta dos segundos y que la velocidad mínima a la que debe girar la rueda para visualizar los mensajes es de 0,12 m/s.

En el siguiente diagrama se explica la estructura de la programación.

