

**DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA UNA  
LUMINARIA LED**

**MARIO HARVEY HOLGUÍN SARRAZOLA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TENCLOGÍA MECATRÓNICA  
MEDELLÍN**

**2014**

**DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA UNA  
LUMINARIA LED**

**MARIO HARVEY HOLGUÍN SARRAZOLA**

**Trabajo de grado para optar por el título  
de Tecnólogo en Mecatrónica**

**Asesor**

**Carlos Alberto Valencia Hernández  
Ingeniero de instrumentación y control**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TENCOLOGÍA MECATRÓNICA  
MEDELLÍN**

**2014**

## CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	8
1. EL PROBLEMA	9
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACION	10
3. OBETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. REFERENTES TEÓRICOS	12
4.1 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	12
4.2 SENSORES	12
4.3 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES BIUETOOTH	13
4.4. LUMINARIA LED RGB	15
4.5 MICROCONTROLADORES	15
4.6 CONVERSIÓN ANÁLOGA/DIGITAL	16
4.7 MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO (PWM)	17
5 METODOLOGÍA	18
5.1 TIPO DE PROYECTO	18
5.2 MÉTODO	18
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	18
5.3.1 Fuentes Primarias	18
5.3.2 Fuentes Secundarias	18
6. RESULTADOS	19
7 CONCLUSIONES	32
8 RECOMENDACIONES	33

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>34</b>
<b>CIBERGRAFÍA</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>36</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1. Descripción LED-RGB	15
Figura 2. Señal PWM	17
Figura 3. Imagen DSPIC30F4013	19
Figura 4. Diseño del plano de la tarjeta de adquisición de datos	21
Figura 5. Diseño final de la tarjeta de adquisición de datos	22
Figura 6. Aplicación Android Donde Se Realiza La Trama De Datos	23
Figura 7. Prueba de lámpara en color blanco validado con programa Paint	25
Figura 8. Prueba de programa con simulador de paint para el color rojo	26
Figura 9. Prueba de programa con simulador de paint para el color Azul	27
Figura 10. Prueba de programa con simulador de paint para el color Verde	28
Figura 11. Prueba de programa con simulador de paint para Amarillo	29
Figura 12. Prueba de programa con simulador de paint para el color violeta	30

## LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A hojas de datos LM35	36
Anexo B hojas de datos Microcontrolador DSPIC30f4013	40
Anexo C hojas de datos Luminarias	46
Anexo D hojas de datos del módulo Bluetooth HC05	46

## RESUMEN

Mediante este trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación **“CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS DEILUMINACIÓN LED PARA USO EN PAISAJES URBANOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN”** inscrito en la dirección operativa de investigación DOI y apoyado por los grupos de investigación GiiEN, GARPES y el semillero SIA. Se desarrolló una propuesta de diseño para la tarjeta de adquisición de datos para una luminaria LED. En esta investigación el núcleo de la tarjeta de Adquisición de datos fue de tecnología DSPIC (Digital Signal Conroller) la luminaria que se empleó, fue de tecnología LED-RGB, donde se implementó comunicación inalámbrica bluetooth desde el celular tanto para los cambios de colores como para la activación del control de iluminación basado en un sensor de temperatura y/o de intensidad lumínica modificando los colores de la luminaria RGB LED, las señales de los sensores son análogas por lo tanto se utilizó el módulo de conversión análoga/digital del DSPIC.

Para el control de la luminaria se empleó la técnica de modificar el ciclo de trabajo en una onda cuadrada (PWM-Modulación por Ancho de Pulso), para manipular y analizar con más facilidad el comportamiento dinámico de la luminaria LED.

## INTRODUCCIÓN

El fin del diseño de una tarjeta de adquisición de datos es obtener la capacidad de adquirir y procesar múltiples variables. Estas son monitoreadas y/o registradas en innumerables sistemas de indicación como pantallas lcd, pantallas gráficas, computadores, Smartphone entre otros, normalmente la tarjeta de adquisición de datos se apoya en sensores ya sea de salida analógica o digital para censar las variables de interés como por ejemplo sensor de temperatura, sensores de gas, sensores de vibración, sensores ópticos, sensores laser, entre otros.

Las tarjetas de adquisición de datos son empleadas en múltiples tareas como por ejemplo: controlar una iluminaria, controlar accesos directos con teclado electrónico, controlar sistemas de elevadores, o cualquier aplicación industrial.

Durante el transcurso de este proyecto se realizaran toma adquisición de datos con varios sensores, protocolos de comunicación con interfaz de usuario y aplicación de este sistema a una luminaria led.

## **1 EL PROBLEMA**

El desarrollo de la tecnología LED es una de las más recientes propuestas en la Iluminación, si bien hay muchas empresas dedicadas a la iluminación, ofrecen Productos de tecnología cerrada, los cuales no se pueden adaptar a las condiciones de Luz y temperatura con interfaz de comunicación desde un celular o cualquier dispositivo de comunicaciones que coordine su funcionamiento como la variación de sus colores, el control autónomo sensorizado y funcionamiento más avanzado e inteligente. Las luminarias comerciales que interactúan con estas variables son muy costosas y de tecnología cerrada, haciendo difícil su adaptación a Proyectos de tecnología abierta o en aplicaciones a medida del cliente.

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible implementar un control de iluminación para una luminaria LED-RGB que tome en cuenta la temperatura y la intensidad de luz, manipular colores manualmente, coordinadas desde una interfaz inalámbrica desde un celular?

## **2 JUSTIFICACIÓN**

Esta tarjeta de adquisición de datos para una luminaria led tendrá como beneficiarios en general a los docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo; en particular a los pertenecientes a la carrera de Sistemas Mecatrónicos y al grupo de investigación en automatización y robótica pedagógica (GARPE). En el cual se utilizará como una herramienta pedagógica y servirá como modelo de investigación e innovación.

Por último servirá para subsanar el requisito de presentación del trabajo de grado en tecnología en Sistemas Mecatrónicos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una tarjeta de adquisición de datos para una luminaria led

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Diseñar un sistema electrónico de tarjeta de adquisición de datos.

Crear protocolo de comunicaciones en interfaz de usuario para la tarjeta de adquisición de datos.

Implementar sistema de adquisición de datos en luminaria led.

## 4. REFERENTES TEÓRICOS

### 4.1 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Una tarjeta de adquisición de datos es aquella donde podemos tomar diferentes clases de muestras de señales analógicas y digitales del mundo real, para ser leídas por un sistema de cómputo.

Una tarjeta de adquisición de datos puede tomar información de diferentes tipos de sensores, y medir diferentes tipos de variables como: temperatura, nivel de luminosidad, nivel de ruido, frecuencia, voltaje, entre otros.

### 4.2 SENSORES

Los sensores, básicamente, transforman o reproducen un determinado fenómeno físico (pueden ser también químicos o bien fisicoquímicos) en una “señal” que puede ser una unidad de medida (como en el caso de los termómetros o barómetros), en sonidos (como los sistemas de seguridad por alarma) o en acciones específicas (por ejemplo, cuando abrimos la puerta de un cajero automático mediante el ingreso de una tarjeta magnética). Este proceso se conoce en el ámbito de las ciencias como transducción, lo que constituye en la conversión de un dato en una información en un “lenguaje” diferente. Así, un clásico termómetro de mercurio se fundamenta en la dilatación del metal líquido en una columna, que motiva su desplazamiento a lo largo de una regla graduada: el “dato” surge de la dilatación, la “información” es la temperatura y el “transductor” es la columna cuantificada.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Definición de Sensor » Concepto en Definición ABC. (n.d.). Retrieved November 14, 2014, from <http://www.definicionabc.com/motor/sensor.php>

Un sensor de temperatura es un dispositivo capaz de interpretar señales de cambio de temperaturas y transformar esta información en señales eléctricas y enviándola a otro dispositivo para ser interpretada.<sup>2</sup>

El LM35 es un sensor de temperatura integrado de precisión, cuya tensión de salida es linealmente proporcional a temperatura en °C (grados centígrados). El LM35 por lo tanto tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineal calibrada en grados Kelvin: que el usuario no está obligado a restar una gran tensión constante para obtener grados centígrados. El LM35 no requiere ninguna calibración externa o ajuste para proporcionar una precisión típica de  $\pm 1.4$  °C a temperatura ambiente y  $\pm 3.4$  °C a lo largo de su rango de temperatura (de -55 a 150 °C). El dispositivo se ajusta y calibra durante el proceso de producción. La baja impedancia de salida, la salida lineal y la precisa calibración inherente, permiten la creación de circuitos de lectura o control especialmente sencillos. El LM35 puede funcionar con alimentación simple o alimentación doble (+ y -).<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Diapositivas de sensor de temperatura. jeison torres, diego diaz, jho... (n.d.). Retrieved November 14, 2014, from <http://es.slideshare.net/josueacerov/diapositivas-de-sensor-de-temperatura-jeison-torres-diego-diaz-jhonatan-mio>

<sup>3</sup> LM35 -- Sensor de temperatura de precisión en grados centígrados -- Página de electrónica de Carlos Díaz. (n.d.). Retrieved from <http://electronica.webcindario.com/componentes/lm35.htm>

Sus principales características son:

Calibrado directamente en	° Celsius (centígrados).
Factor Lineal	+ 10,0 mV / °C, factor de escala.
0,5 ° C	exactitud (a +25 ° C).
Trazados para el plano	-55 ° a +150 ° C gama.
Adecuado	para aplicaciones remotas
Bajo costo.	
Opera	de 4 a 30 voltios.
Menos	de 60 µA de corriente.
Bajo calentamiento espontáneo,	0,08 ° C en aire inmóvil.

Un sensor fotocelda es el que detecta los cambios de luminosidad y entrega variación en su valor resistivo, en oscuridad total puede tomar valores de 1M.

#### **4.3 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES BLUETOOTH HC05**

Un protocolo de comunicación bluetooth es un sistema de transmisión de datos en forma inalámbrica de bajo consumo de energía, los módulos que poseen esta tecnología se pueden configurar como transmisor o receptor; su protocolo de comunicación WPAN: Mireles Personal Area Network IEEE802.15 posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos de radiofrecuencia en la banda de 2.4GHz y manejan una tasa de transferencia de datos de 1Mbs.

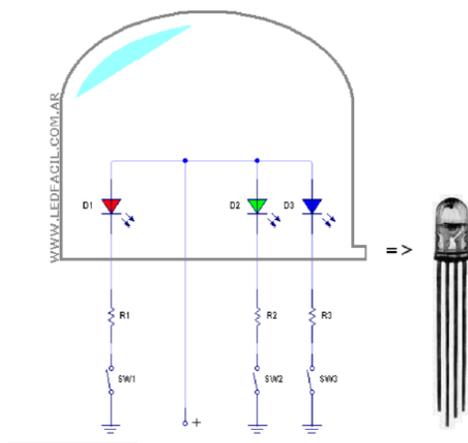
Sus principales características son:

Categoría de producto:	Bluetooth / Módulos 802.15.4
Conector de tipo antena:	Chip
Banda de frecuencia:	2.4 GHz
Velocidad de transmisión de datos:	1.3 Mbps
Sensibilidad:	102 dBm
Voltaje de alimentación operativo:	3.3 V to 6 V
Alcance	10 Metros

#### 4.4. LUMINARIA LED RGB

Un led RGB es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, este representa tres colores de luz primarios. R=Rojo, G=verde, B= azul, estos colores pueden variar notablemente al recibir un ancho de pulso PWM. Cada color se va a generar con cambios estroboscópicos.

Figura 1. Descripción LED-RGB



## **4.5 MICROCONTROLADORES**

Los microcontroladores son elementos semiconductores que sirven para procesar información, almacenar y enviar órdenes de control hacia los periféricos. a este se le envían las instrucciones desde una computadora indicando el funcionamiento de los periféricos externos. El microcontrolador posee diferentes puertos entre ellos están los puertos analógicos que pueden ser utilizados por ejemplo en la conexión de sensores, los puertos digitales que se pueden programar como entradas y salidas, los puertos de comunicación externa RS232, los puertos Timer que sirven para conectar reloj o mediciones de variables de pulsos y por último los puertos PWM que se implementan para la generación de anchos de pulsos aplicados a variación de velocidad de motores o variación de luminosidad de luminarias.

## **4.6 CONVERSIÓN ANÁLOGA/DIGITAL**

Un convertidor analógico-digital (CAD) es un circuito electrónico integrado cuya salida es la palabra digital resultado de convertir la señal analógica de entrada.

La conversión a digital se realiza en dos fases: cuantificación y codificación, durante la primera se muestrea la entrada y a cada valor analógico obtenido se asigna un valor o estado, que depende del número de bits del CAD. El valor cuantificado se codifica en binario en una palabra digital, cuyo número de bits depende de las líneas de salida del CAD. Estos dos procesos determinan el diseño del circuito integrado. En la práctica, el proceso de conversión está sujeto a numerosas limitaciones resultado de los procesos de fabricación, las más relevantes son el tiempo de conversión y la finitud del número de estados de salida. La conversión involucra un tiempo y en consecuencia, supone una incertidumbre que limita la velocidad máxima de la entrada. Los valores discretos del proceso de cuantificación llevan consigo un error y una limitación de resolución del circuito. La elección del CAD en un diseño

electrónico dependerá de la adaptación de sus rasgos a los requerimientos de la aplicación.

#### 4.7 MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO (PWM)

La modulación por ancho de pulso (PWM) es una técnica en la cual se varia la potencia de una señal periódica modificando su ciclo de encendido (ciclo de dureza) con respecto a un periodo predeterminado. Se emplea en algunos casos para la simulación de salidas analógicas con puertos digitales digital.. El parámetro fundamental de una modulación PWM es la frecuencia (o su inverso el periodo) de modulación. En los PIC dicha frecuencia es programable (con ciertas limitaciones) en base a varias variables: La frecuencia del oscilador principal  $F_{osc}$ , el pre-scaler (PRE) o divisor previo del timer TMR2 que puede tomar los valores 1:1, 1:4 o 1:16, el registro PR2 (0-255) asociado al timer TMR2.

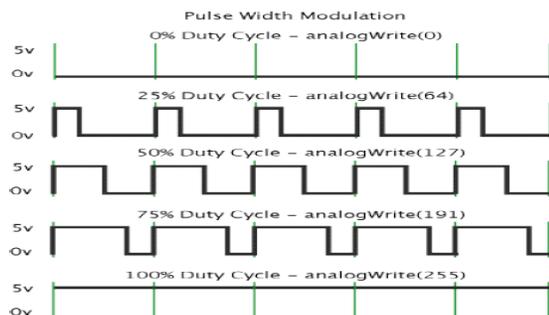
La frecuencia PWM responde a la fórmula:

$$F_{pwm} = F_{osc} / [4 \times PRE \times (PR2+1)].$$

O lo que es lo mismo, el periodo del PWM será el inverso de dicha frecuencia:

$$T_{pwm} = [ (PR2+1) \times 4 \times PRE ] \times T_{osc}.$$

Figura 2. Señal PWM



## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 TIPO DE PROYECTO**

Diseño de una tarjeta de adquisición de datos para una luminaria Led.

### **5.2 MÉTODO**

Se implementara método científico basado en la experimentación y observación, recopilación de datos en el diseño de la tarjeta de adquisición de datos.

### **5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

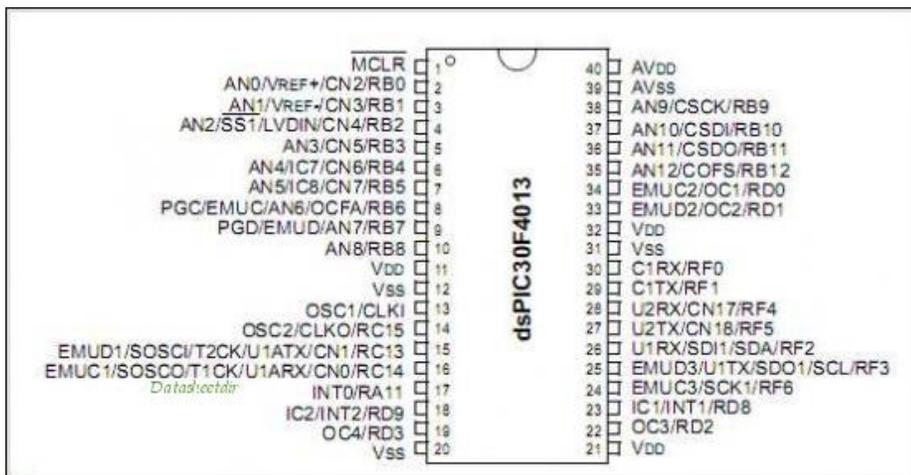
**5.3.1 Fuentes Primarias.** Se hizo este proyecto porque es la contribución con el plan de trabajo del grupo de investigación GARPE y para conocer el funcionamiento del diseño de la tarjeta de adquisición de datos para la luminaria LED RGB.

**5.3.2 Fuentes Secundarias** Se complementó el trabajo de grado con internet y Libros.

## 6 RESULTADOS DEL PROYECTO

Para el diseño del sistema de adquisición de datos existen una variedad de plataformas embebidas como los microcontroladores Atmega, Texas instruments, Motorola, microchip, pero en este caso se ha elegido el DSPIC DSPIC30F4013 debido a sus características técnicas como la presencia de un módulo con 4 PWM necesarios para la activación de cada uno de los colores que componen una luminaria RGB. Además posee una CPU de 120MHz la cual le permite manejar una velocidad de procesamiento de 30Mbs suficientes para la implementación de una comunicación serial de alta velocidad con su módulo UART integrado al igual que una alta frecuencia de muestreo para la adquisición de datos y procesamiento de las señales de los diferentes periféricos externos.

Figura 3. Imagen DSPIC30F4013



La Tarjeta adquisición de datos tiene un DSPIC cuya resolución del conversor A/D es de 12 bits pero se emplearon 10 para facilitar el procesamiento de los datos; lo que quiere decir que la señal que está entrando de 0 a 5v puede convertirse en 1024

$$\text{Resolución} = (V_{\text{ref}+} - V_{\text{ref}-}) / 1024 = V_{\text{ref}} / 1024$$

RESOLUCIÓN=5V/1024

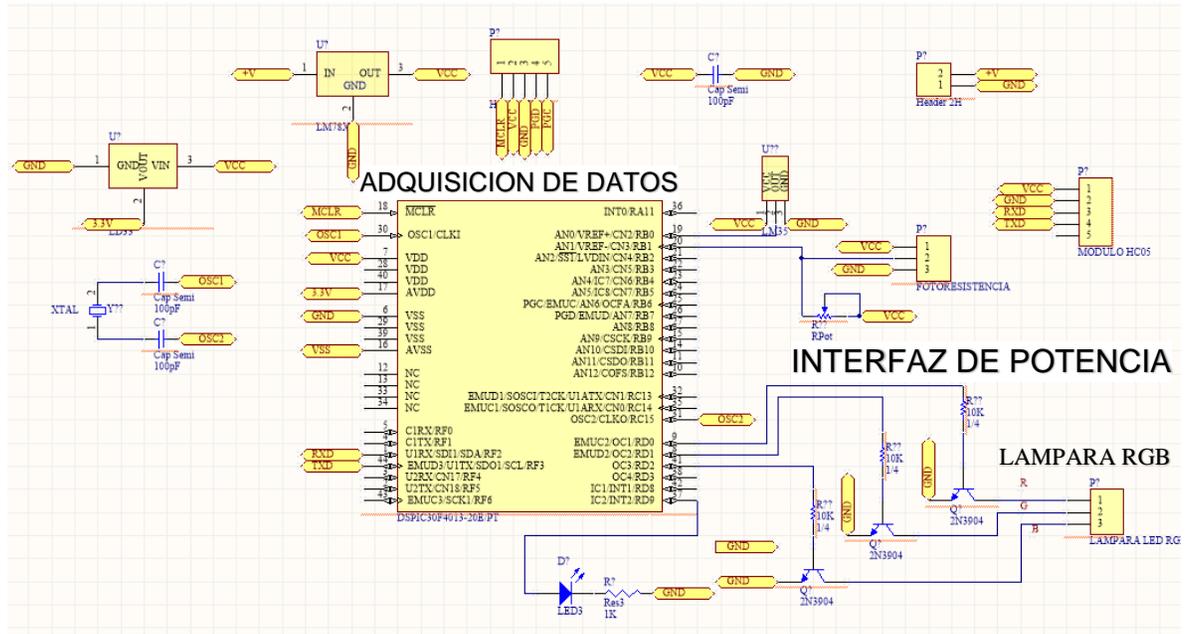
RESOLUCIÓN=0.0048.

Donde la referencia (Vref) es tomada de la alimentación del circuito (GND).

Por lo tanto la resolución del conversor analógico digital es de 10 bits es decir que cada 4.8mV aproximadamente se efectuará un cambio de 0 a 1024. Este valor se utiliza para hacer el cambio de intensidad de luz y la escalización de temperatura del LM35 que cuenta con una resolución de 1°C por cada 10mv, es decir, que se tendrán cambio por cada 0.4°C.

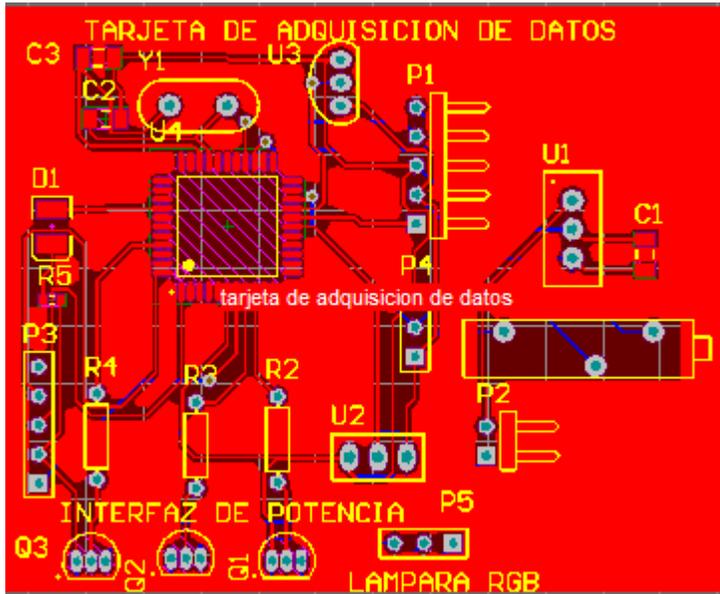
El funcionamiento del circuito en general es el siguiente: el módulo bluetooth HC05 recibe las órdenes del celular en lenguaje ASCII, este modulo los transmite al Microcontrolador con el protocolo RS232 a los pines RF2 Y RF3, para habilitar el muestreo de las señales de los sensores LM35 y la fotorresistencia. igualmente también se reviven los comandos de activación de los PWMs de los pines RD0, RD1 y RD2, estos se unen con una interfaz de potencia que posee 3 transistores TIP122, donde cada puerto es conectado directamente a cada base de cada transistor por medio de una resistencia.

Figura 4. Diseño del plano de la tarjeta de adquisición de datos



El diseño se va a realizar con el software Altium Designer, el cual se emplea para diseño electrónico y simulación de PCBs. Este software fue elegido para este proyecto debido a sus múltiples ventajas dentro de las que se encuentran, autorouting con pocos márgenes de error, cumplimiento estricto de normas, permite la impresión del diseño en negativo, visualización avanzada en 3D, no posee errores en la conexión de componentes, visualización profunda y marcación en PCB, diseño en todas las capas, adquisición de componentes manejando interfaz con página web etc.

Figura 5. Diseño final de la tarjeta de adquisición de datos

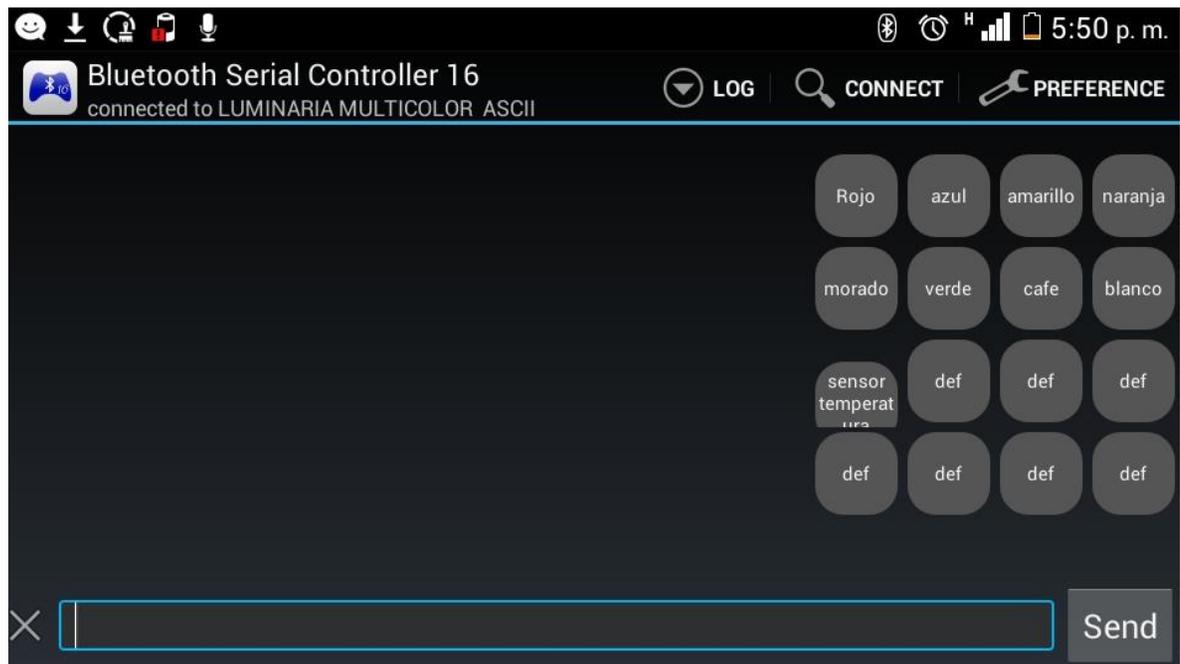


Protocolo de comunicaciones en interfaz de usuario como RS485, RS232, TCP, SPI. En este trabajo se va utilizar como interfaz de usuario un módulo bluetooth, es aquel que me permite la comunicación de forma inalámbrica con dispositivos electrónicos externos. Se eligió en este caso el módulo bluetooth HC 05 porque este posee un alcance de 10mts, su bajo consumo de 5 voltios, es reprogramable con comandos AT. Permite una comunicación de 2.4GHz, 1Mbps de transferencia logrando una comunicación fluida a buen alcance y bajo consumo en interfaz de usuario entre smartfone y tarjeta de adquisición de datos.

Hablando de la interfaz de usuario esta se activa desde el celular abriendo la aplicación Android llamada "Bluetooth serial controller 16" pulsando las teclas marcadas con código ASCII en la pantalla dispuestas de la siguiente forma: Rojo (código 15), azul (código 16), amarillo (código 17), naranja (código 18), violeta

(código 19), verde (código 20), café (código 21), blanco (código 22) y código 23 para habilitar funcionamiento independiente del sensor de temperatura.

Figura 6. Aplicación Android donde se realiza la trama de datos



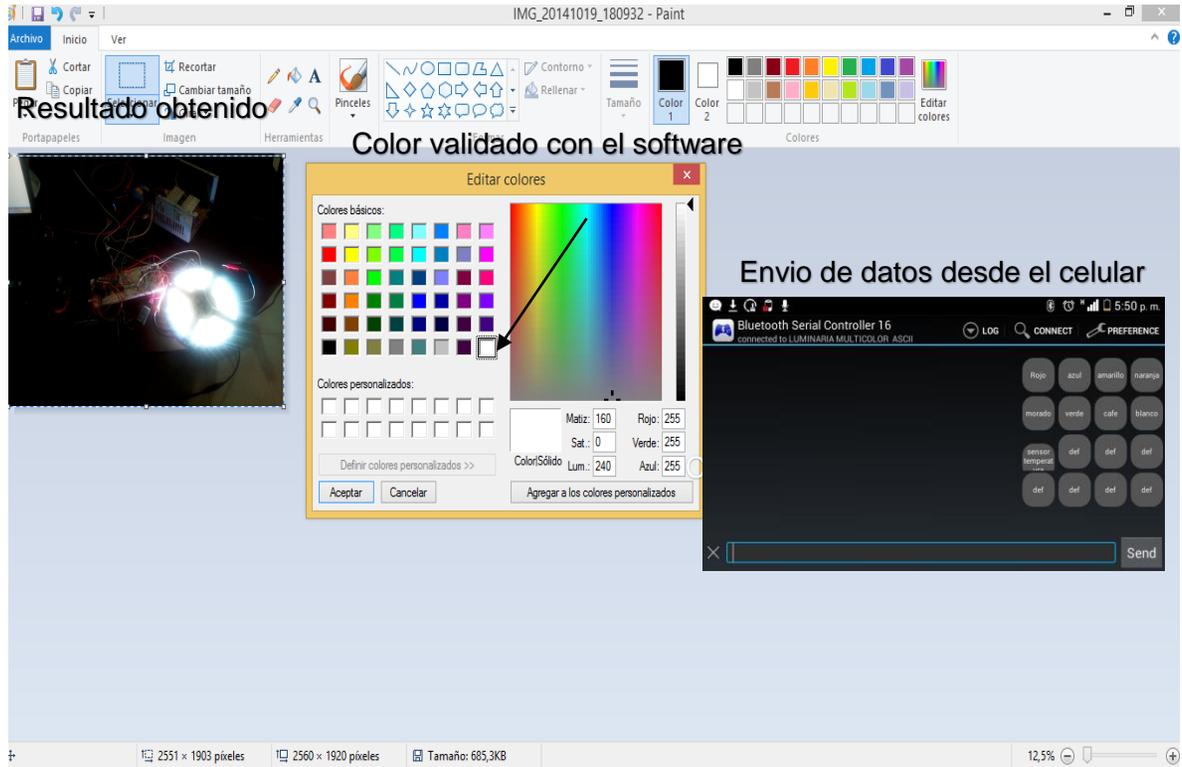
El bluetooth está conectado al puerto RS232, este es una comunicación serial maneja voltajes de 5v y una velocidad de transferencia 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 baut/s 8 bits.

Para probar el sistema se realizaron pruebas de la tarjeta adquisición de datos en la luminaria, para ello se realiza el montaje en board de la tarjeta de adquisición de datos con la interfaz de potencia se conecta el módulo bluetooth, se realiza la trama de datos desde el celular obturando las teclas respectivas de cada color, enviando datos hasta 20Mts un poco más de la distancia mostrada en las características del celular y después se le realiza mediciones con el multímetro en las salidas del

Microcontrolador RD0, RD1, RD2 y se mide las frecuencias de salida y PWM de cada puerto. Después se mostrara los resultados con la activación desde el celular que se les realizaron a los sensores. Para probar el sistema se realizaron pruebas en un modelo de la tarjeta adquisición de datos montada en board y conectada una interfaz de potencia, la cual a su vez, se conecta a una luminaria led que consiste en una cintilla de 100 leds comercial; para activar la luminaria se transmite la trama de datos desde el celular obturando las teclas respectivas de cada color, enviando datos hasta 20Mts un poco más de la distancia mostrada en las características del celular y después se le realiza mediciones con el multímetro en las salidas del Microcontrolador, es decir en los pines RD0, RD1, RD2 y se mide las frecuencias de salida y PWM de cada puerto. Más adelante se mostrará los resultados con la activación del procesamiento de las señales de los sensores de temperatura intensidad lumínica desde el mismo software.

Para validar los colores observados en la lámpara led RGB se implementó el software de Microsoft Paint que nos permitirá comparar el porcentaje PWM y el color respectivo de la lámpara por tecla pulsada desde el celular.

Figura 7. Prueba de lámpara en color blanco validado con programa Paint

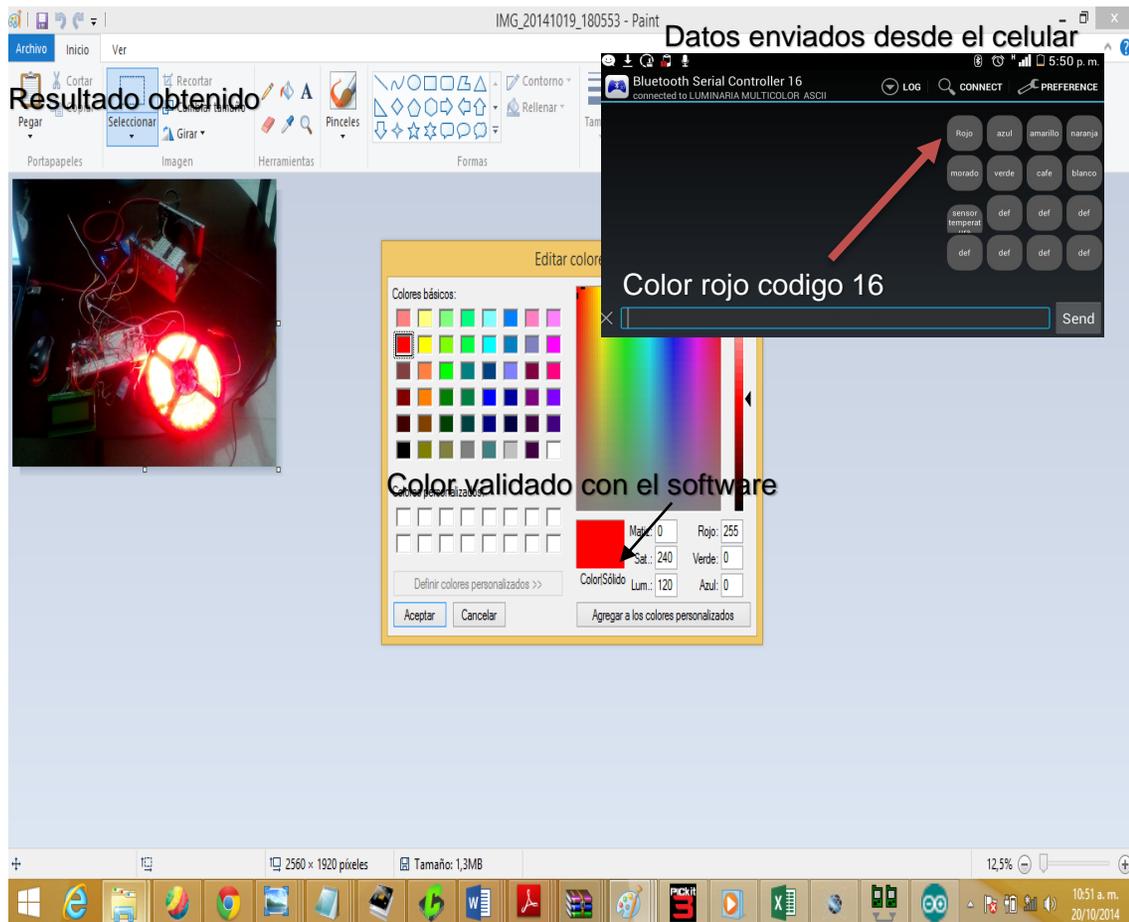


Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs

Código ACII enviado desde el celular: 15

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=100%, G/RD1=100%, B/RD2=100%

Figura 8. Prueba de programa con simulador de paint para el color rojo



Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs

Código ACII enviado desde el celular: 16

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=100%, G/RD1=0%, B/RD2=0%

Figura 9. Prueba de programa con simulador de paint para el color Azul

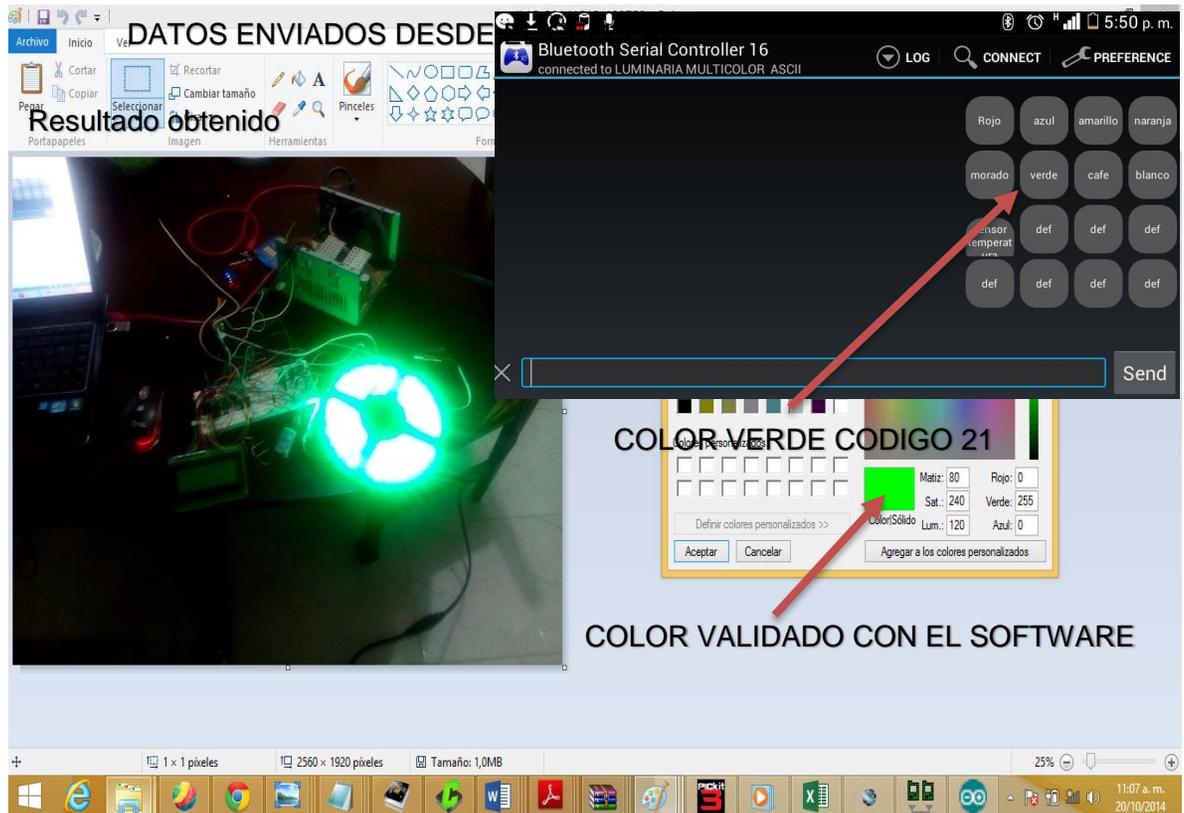


Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs

Código ACII enviado desde el celular: 17

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=0%, G/RD1=0%, B/RD2=100%

Figura 10. Prueba de programa con simulador de paint para el color Verde

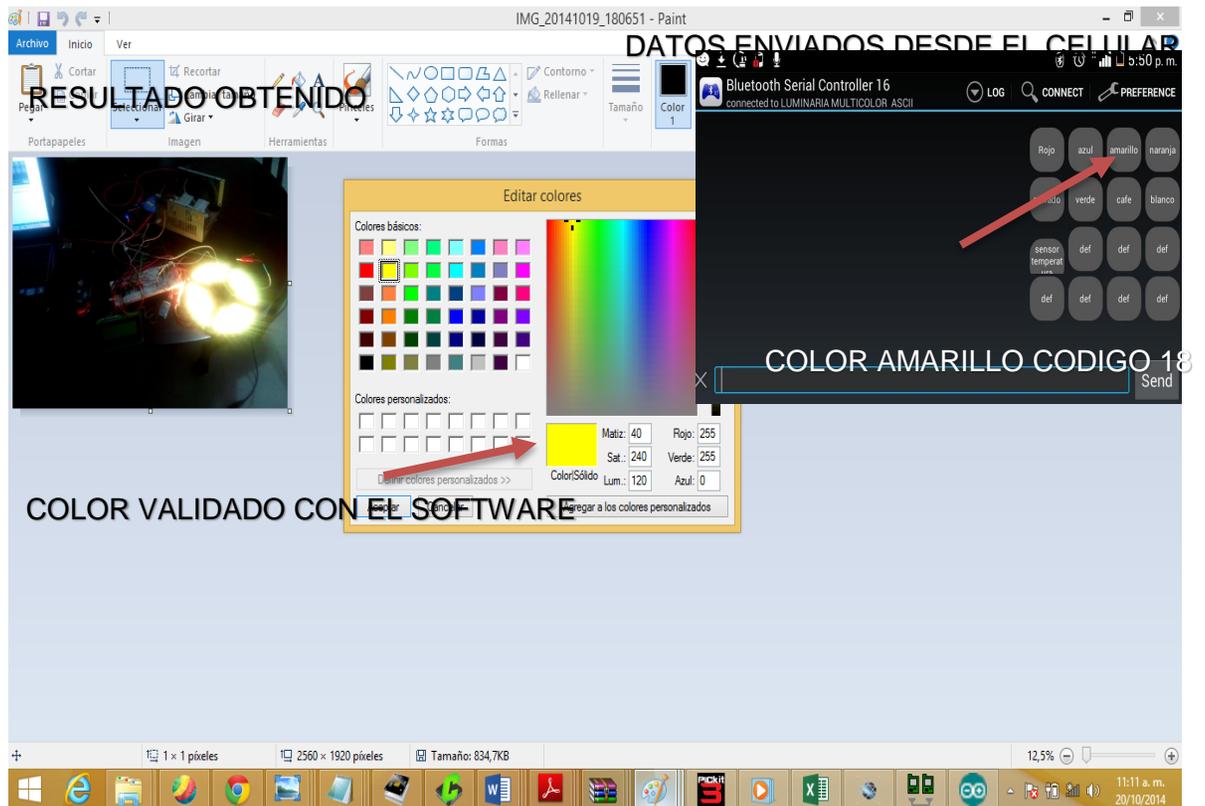


Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs

Código ASCII enviado desde el celular: 21

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=0%, G/RD1=100%, B/RD2=0%

Figura 11. Prueba de programa con simulador de paint para el color Amarillo

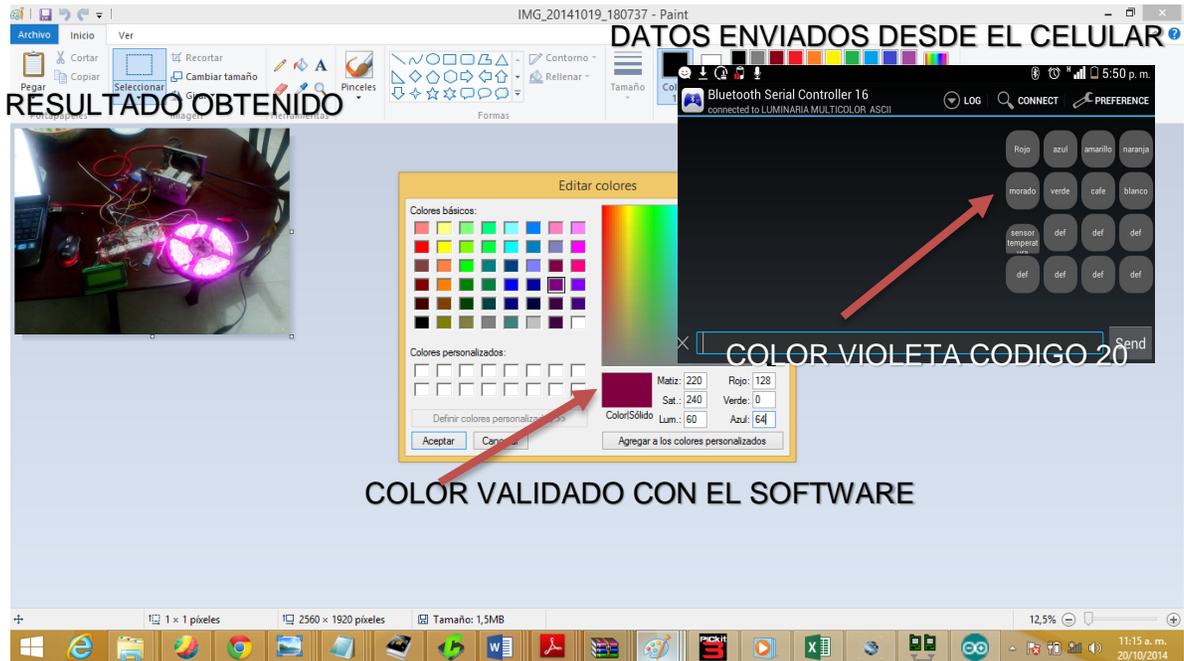


Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs

Código ACII enviado desde el celular: 18

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=100%, G/RD1=100%, B/RD2=0%

Figura 12. Prueba de programa con simulador de paint para el color violeta



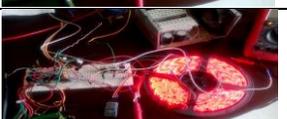
Alcance de mando desde el celular: 20Mtrs aproximadamente

Código ASCII enviado desde el celular: 20

PWM Duty% de salida en el micro: R/RD0=75%, G/RD1=0%, B/RD2=64%.

A continuación se mostrarán las pruebas de activación del sensor de temperatura desde el celular: el Microcontrolador habilita el funcionamiento del sensor LM35 para lograr que a diferentes cambios de temperatura la luminaria led varíe su color. A temperatura baja los colores presentes serán fríos como el azul y el marrón y a temperatura alta los colores de la luminaria serán cálidos como rojo y amarillo. En la siguiente tabla se puede apreciar el resultado de las mediciones hechas con el multímetro en la escala de Duty% realizado a las tres líneas PWM que se dirigen a la tarjeta de potencia determinando así los equivalentes de colores por PWM de salida a través de la variación de temperatura.

Tabla1 Datos tomados del sensor de temperatura para la cinta LED-RGB

TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS TOMADOS POR LM 35	TIPO DE PWM DUTY% TOMADOS EN LA SALIDA DEL MICROCONTROLADOR CON EL MULTIMETRO	COLORES OBTEENIDOS EN LA LAMPARA	IMÁGENES DE LOS DIFERENTES COLORES DE LAS LUMINARIAS COHERENTES CON LA SALIDA PWM MEDIDA
20° a 24°	SALIDA ROJO 50% - SALIDA VERDE 0% - AZUL 50%	MORADO	
24° a 27°	SALIDA ROJO 75% - SALIDA VERDE 75% - AZUL 75%	GRIS	
27° a 28°	SALIDA ROJO 0% - SALIDA VERDE 0% - SALIDA AZUL 100%	AZUL OSCURO	
28° a 29°	SALIDA ROJO 75% - SALIDA VERDE 100% - SALIDA AZUL 100%	VERDE	
29° a 30°	SALIDA ROJO 75% - SALIDA VERDE 100% - SALIDA AZUL 100%	AZUL CLARO	
30° a 31°	SALIDA ROJO 100% - SALIDA VERDE 100% - AZUL 0%	AMARILLO	
31° a 34°	SALIDA ROJO 100% - SALIDA VERDE 0% - SALIDA AZUL 100%	NARANJA	
34° a 38°	SALIDA ROJO 75% - SALIDA VERDE 0% - SALIDA AZUL 0%	ROJO	

## **7 CONCLUSIONES**

Gracias a la configuración del prototipo y las variaciones del PWM es posible generar 16581375 colores diferentes en la luminaria RGB.

Una señal inalámbrica en formato ASCII puede ser captada por la comunicación serial de la tarjeta de adquisición de datos, convertir la señal en forma PWM y ser expresadas como un color en la luminaria led RGB.

Es muy importante la elección del Microcontrolador adecuado para que los pulsos PWM sean adecuados a los colores emitidos por las luminarias, igualmente se debe tener en cuenta la velocidad de transferencia adecuada entre el modulo bluetooth y el Microcontrolador.

Es posible controlar una luminaria led comercial empleando un controlador con comunicación inalámbrica desde un dispositivo móvil desarrollado por personal sin relación con su casa productora.

## **8 RECOMENDACIONES**

Se recomienda para futuras mejoras la implementación de un sistema con miras a aumentar las distancias en el módulo bluetooth que superen los 20 mtrs.

El circuito se encuentra diseñado para una distancia de 20 metros de línea de vista se debe evitar los obstáculos para que la señal bluetooth pueda operar adecuadamente.

El circuito está diseñado para operar una luminaria de 180 w, por lo tanto la fuente no debe ser capaz de suministrar dicha potencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Forrest M. Mins III, Notas de Electrónica

T. Instruments, "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors." 2013.

J. J. G. de la Rosa, Conversión Analógica/Digital.

P. A. S., "Introducción Al Microcontrolador." 2004.

## CIBERGRAFÍA

[http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n\\_de\\_dato](http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n_de_dato)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n_de_datos)

<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/MQ-2.pdf>

<http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php>

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Sensor-De-Temperatura-Lm35/33391.html>

[http://perso.wanadoo.es/luis\\_ju/sensor/senldr.html](http://perso.wanadoo.es/luis_ju/sensor/senldr.html)

<http://www.mouser.co/ProductDetail/Digi-International/XBP24-Z7SIT-004/?qs=SPcb8RUGbpje79CJPYI7DA==>

<http://www.definicionabc.com/motor/sensor.php>

<http://es.slideshare.net/josueacerov/diapositivas-de-sensor-de-temperatura-jeison-torres-diego-diaz-jhonatan-mio>

<http://electronica.webcindario.com/componentes/lm35.htm>

## LM35

### Sensor De Temperatura Precisión En Centígrados

El valor de salida de voltaje del LM35 es linealmente proporcional a los valores de temperatura en Celsius. Este es calibrado en Kelvin, este no requiere calibración externa, este posee un rango de temperatura de funcionamiento entre -55 y 150 grados es de fácil uso con fuente de poder a 5V y su salida es de baja impedancia.

#### Características

Calibrado directamente en celcius  
 10mV por centigrado  
 Rango de -55 a 150 grados  
 Salida de baja impedancia  
 Opera con 5 V

#### Typical Applications

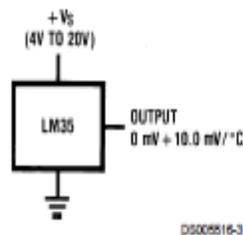
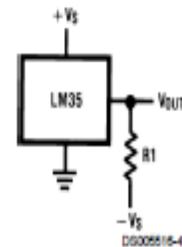


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



Choose  $R_1 = -V_S/50 \mu A$   
 $V_{OUT} = +1,500 \text{ mV at } +150^\circ C$   
 $= +250 \text{ mV at } +25^\circ C$   
 $= -550 \text{ mV at } -55^\circ C$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

## Diagramas de conexión LM35

### Connection Diagrams

**TO-46  
Metal Can Package\***



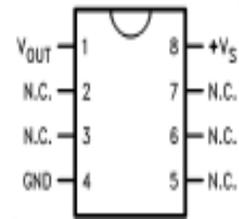
**BOTTOM VIEW**  
DS000516-1

\*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH

See NS Package Number H03H

**SO-8  
Small Outline Molded Package**



DS000516-21

N.C. = No Connection

**Top View**  
Order Number LM35DM  
See NS Package Number M08A

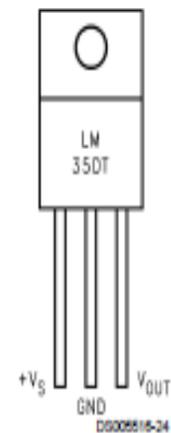
**TO-92  
Plastic Package**



**BOTTOM VIEW**  
DS000516-2

Order Number LM35CZ,  
LM35CAZ or LM35DZ  
See NS Package Number Z03A

**TO-220  
Plastic Package\***



DS000516-24

\*Tab is connected to the negative pin (GND).

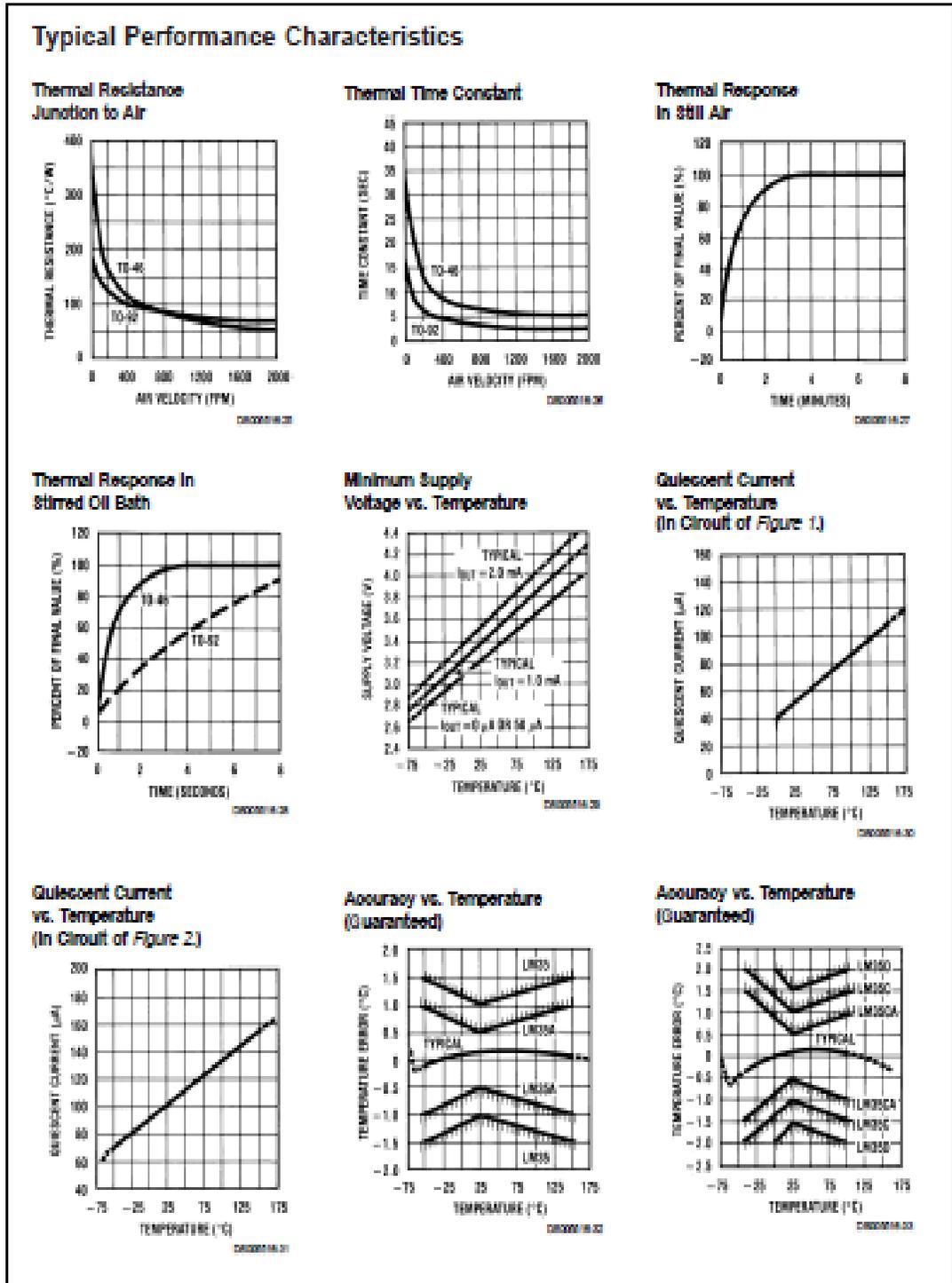
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT  
See NS Package Number TA03F

## Rangos de Trabajo del LM35

Absolute Maximum Ratings (Note 10)		TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)		260°C				
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.		SO Package (Note 12)						
		Vapor Phase (60 seconds)		215°C				
		Infrared (15 seconds)		230°C				
		ESD Susceptibility (Note 11)		2500V				
		Specified Operating Temperature Range: $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$						
		(Note 2)						
		LM35, LM35A		-55°C to +150°C				
		LM35C, LM35CA		-40°C to +110°C				
		LM35D		0°C to +100°C				
Supply Voltage	+35V to -0.2V							
Output Voltage	+6V to -1.0V							
Output Current	10 mA							
Storage Temp.:								
TO-46 Package,	-60°C to +180°C							
TO-92 Package,	-60°C to +150°C							
SO-8 Package,	-65°C to +150°C							
TO-220 Package,	-65°C to +150°C							
Lead Temp.:								
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C							
<b>Electrical Characteristics</b> (Notes 1, 5)								
Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tected Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tected Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$		$\pm 0.2$	$\pm 0.5$		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	$\pm 0.3$			$\pm 0.3$		$\pm 1.0$	°C
	$T_A = T_{MAX}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		°C
	$T_A = T_{MIN}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$		$\pm 1.5$	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$\pm 0.18$		$\pm 0.35$	$\pm 0.16$		$\pm 0.3$	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	+10.0	+9.8, +10.1		+10.0		+9.8, +10.1	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $I_{OL} < 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		mV/mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$\pm 0.6$		$\pm 3.0$	$\pm 0.6$		$\pm 3.0$	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01$	$\pm 0.05$		$\pm 0.01$	$\pm 0.05$		mV/V
	$4V < V_{IN} < 30V$	$\pm 0.02$		$\pm 0.1$	$\pm 0.02$		$\pm 0.1$	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_{IN} = +5V, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA
	$V_{IN} = +5V$	106		131	91		114	μA
	$V_{IN} = +30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA
	$V_{IN} = +30V$	106.6		133	91.6		118	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V < V_{IN} < 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
	$4V < V_{IN} < 30V$	0.6		2.0	0.6		2.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.38		+0.6	+0.38		+0.6	μA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_A = T_{MAX}$ , for 1000 hours	$\pm 0.08$			$\pm 0.08$			°C

# Curva de caracterización del LM35



**Architecture:** 16 bit  
**Program Memory (Flash):** 48 kB (16 kWords)  
**RAM:** 2048 byte  
**EEPROM:** 1024 byte  
**Pin:** 40 (Pin I/O: 30)  
**Max. CPU frequency:** 120 MHz (30 MIPS)  
**Internal Oscillator:** 7.37 MHz, 512 kHz

**Peripherals:**

**A/D Converter:** 1 (13 channels)  
**CCP Module:** 4x Std. PWM, 4x Input Capture  
**Timers:** 5x 16-bit, 2x 32-bit  
**Comm. Peripherals:** 2x UART, 1x SPI, 1x I2C

**Connectivity:**

**CAN:** 1x CAN  
**LIN:** NO  
**IRDA:** No

**System Mgmt Features:**

**BOR=PBOR, LVD=LVD, POR=Yes, WDT=Yes**  
**Hardware RTCC:** No  
**nanoWatt:** Yes

**Debug/Development Features:**

**ICSP=Yes, JTAG=No, ICD=Yes**

**Temperature:** -40 to 125 °C

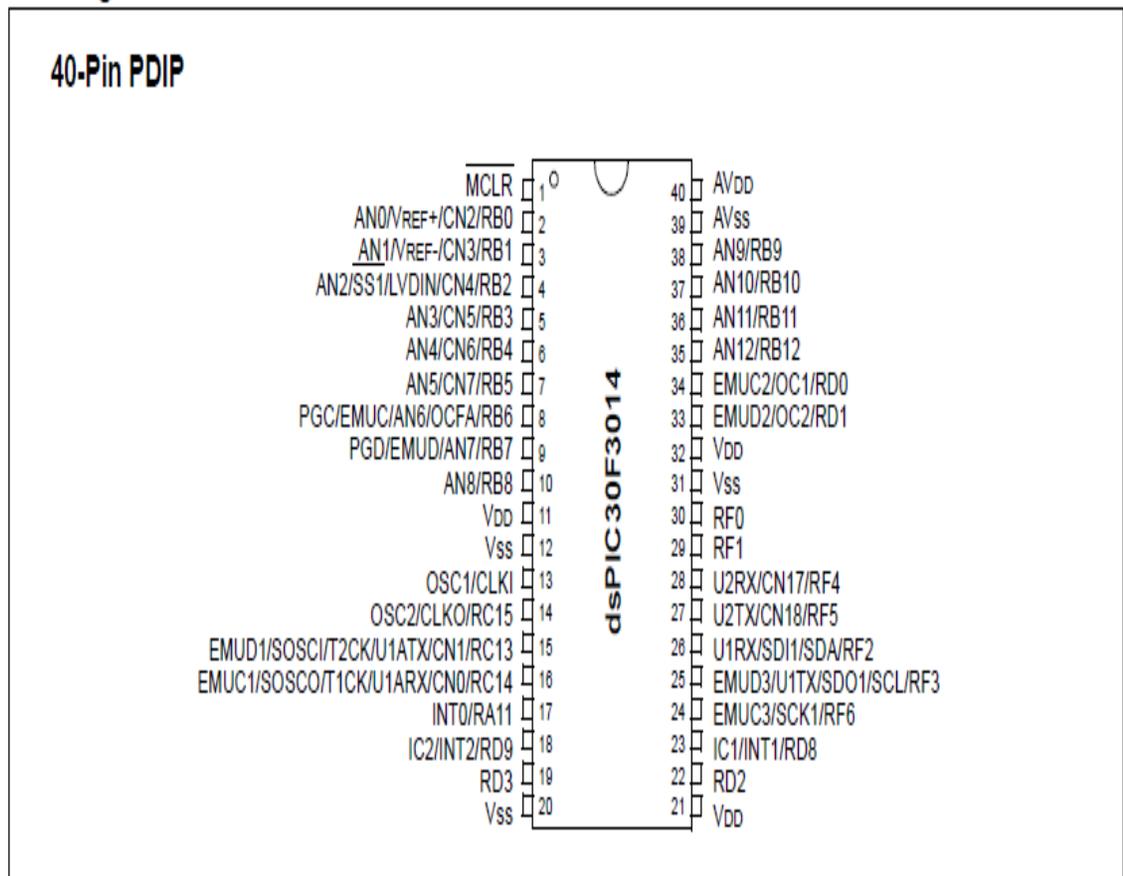
**Voltage:** 2.5V - 5.5V

**Package:** 40/PDIP, 44/QFN, 44/TQFP

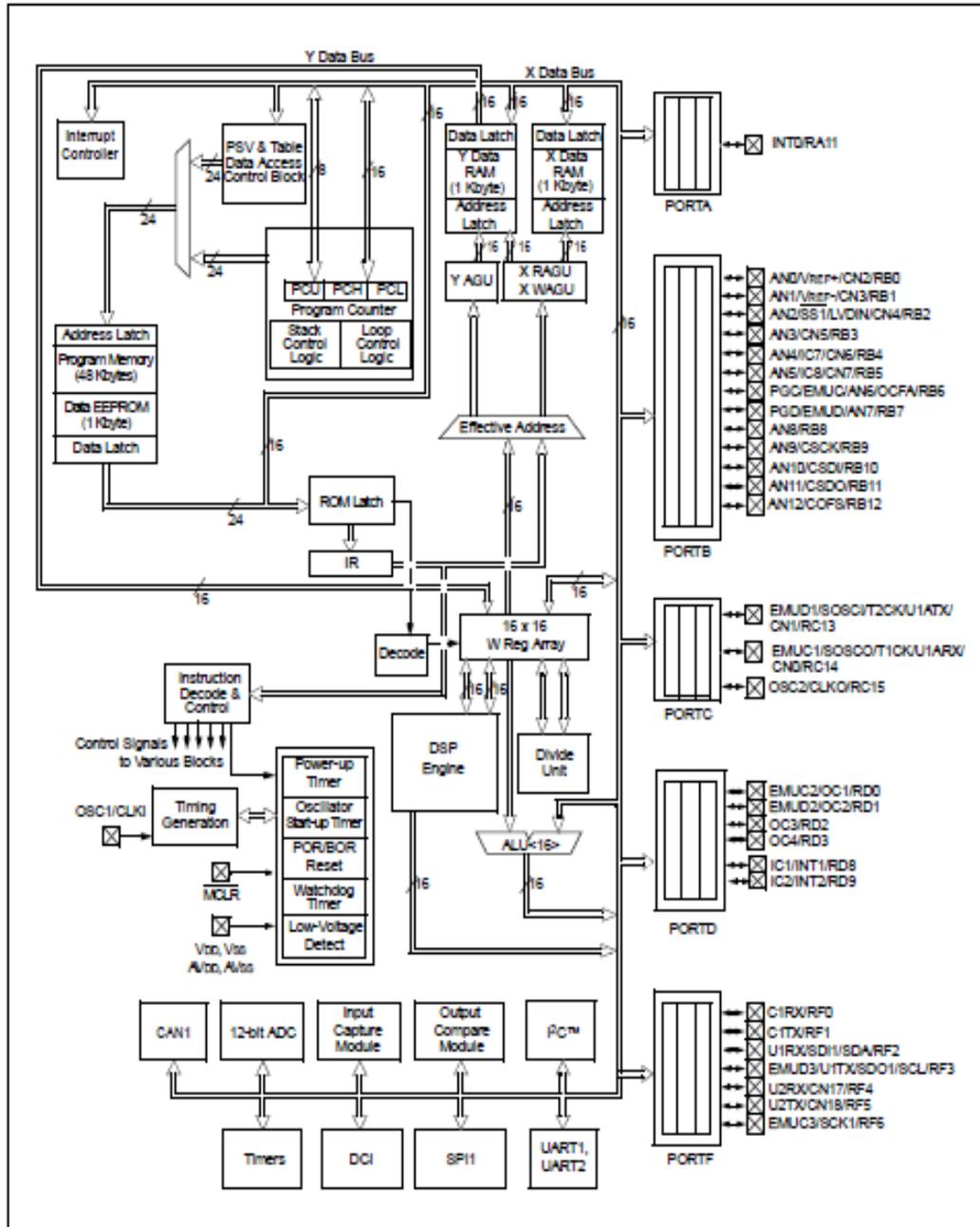
## Diagrama esquemático del Microcontrolador DSPIC30f4013

Device	Pins	Program Memory		SRAM Bytes	EEPROM Bytes	Timer 16-bit	Input Cap	Output Comp/ Std PWM	Codec Interface	A/D 12-bit 200 Ksps	UART	SPI	I <sup>2</sup> C™	CAN
		Bytes	Instructions											
dsPIC30F3014	40/44	24K	8K	2048	1024	3	2	2	-	13 ch	2	1	1	0
dsPIC30F4013	40/44	48K	16K	2048	1024	5	4	4	AC'97, I <sup>2</sup> S	13 ch	2	1	1	1

## Pin Diagrams



# Arquitectura del microcontrolador DSPIC 30F4013



## Descripciones de los pines del DSPIC30F4013

Pin Name	Pin Type	Buffer Type	Description
AN0-AN12	I	Analog	Analog input channels. AN6 and AN7 are also used for device programming data and clock inputs, respectively.
AVDD	P	P	Positive supply for analog module.
AVSS	P	P	Ground reference for analog module.
CLKI	I	ST/CMOS	External clock source input. Always associated with OSC1 pin function.
CLKO	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. Optionally functions as CLKO in RC and EC modes. Always associated with OSC2 pin function.
CN0-CN7, CN17-CN18	I	ST	Input change notification inputs. Can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs.
COFS	I/O	ST	Data Converter Interface Frame Synchronization pin.
CSCK	I/O	ST	Data Converter Interface Serial Clock input/output pin.
CSDI	I	ST	Data Converter Interface Serial data input pin.
CSDO	O	—	Data Converter Interface Serial data output pin.
C1RX	I	ST	CAN1 bus receive pin.
C1TX	O	—	CAN1 bus transmit pin.
EMUD	I/O	ST	ICD Primary Communication Channel data input/output pin.
EMUC	I/O	ST	ICD Primary Communication Channel clock input/output pin.
EMUD1	I/O	ST	ICD Secondary Communication Channel data input/output pin.
EMUC1	I/O	ST	ICD Secondary Communication Channel clock input/output pin.
EMUD2	I/O	ST	ICD Tertiary Communication Channel data input/output pin.
EMUC2	I/O	ST	ICD Tertiary Communication Channel clock input/output pin.
EMUD3	I/O	ST	ICD Quaternary Communication Channel data input/output pin.
EMUC3	I/O	ST	ICD Quaternary Communication Channel clock input/output pin.
IC1, IC2, IC7, IC8	I	ST	Capture inputs 1, 2, 7 and 8.
INT0	I	ST	External interrupt 0.
INT1	I	ST	External interrupt 1.
INT2	I	ST	External interrupt 2.
LVDIN	I	Analog	Low-Voltage Detect Reference Voltage Input pin.
MCLR	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active-low Reset to the device.
OCFA	I	ST	Compare Fault A input (for Compare channels 1, 2, 3 and 4).
OC1-OC4	O	—	Compare outputs 1 through 4.
OSC1	I	ST/CMOS	Oscillator crystal input. ST buffer when configured in RC mode; CMOS otherwise.
OSC2	I/O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. Optionally functions as CLKO in RC and EC modes.
PGD	I/O	ST	In-Circuit Serial Programming™ data input/output pin.
PGC	I	ST	In-Circuit Serial Programming clock input pin.

**Legend:** CMOS = CMOS compatible input or output      Analog = Analog input  
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels      O = Output  
 I = Input      P = Power

Continuacion de la tabla de descripcion de pines DSPIC30f4013

Pin Name	Pin Type	Buffer Type	Description
RA11	I/O	ST	PORTA is a bidirectional I/O port.
RB0-RB12	I/O	ST	PORTB is a bidirectional I/O port.
RC13-RC15	I/O	ST	PORTC is a bidirectional I/O port.
RD0-RD3, RD8, RD9	I/O	ST	PORTD is a bidirectional I/O port.
RF0-RF5	I/O	ST	PORTF is a bidirectional I/O port.
SCK1	I/O	ST	Synchronous serial clock input/output for SPI1.
SDI1	I	ST	SPI1 data in.
SDO1	O	—	SPI1 data out.
SS1	I	ST	SPI1 slave synchronization.
SCL	I/O	ST	Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C™.
SDA	I/O	ST	Synchronous serial data input/output for I <sup>2</sup> C.
SOSCO	O	—	32 kHz low-power oscillator crystal output.
SOSCI	I	ST/CMOS	32 kHz low-power oscillator crystal input. ST buffer when configured in RC mode; CMOS otherwise.
T1CK	I	ST	Timer1 external clock input.
T2CK	I	ST	Timer2 external clock input.
U1RX	I	ST	UART1 receive.
U1TX	O	—	UART1 transmit.
U1ARX	I	ST	UART1 alternate receive.
U1ATX	O	—	UART1 alternate transmit.
V <sub>DD</sub>	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
V <sub>SS</sub>	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VREF+	I	Analog	Analog voltage reference (high) input.
VREF-	I	Analog	Analog voltage reference (low) input.

Legend: CMOS = CMOS compatible input or output      Analog = Analog input  
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels      O = Output  
 I = Input      P = Power

## Anexo C hojas de datos Luminarias

<b>Datos Lumínicos</b>						
Potencia	Equivalencia	Protección IP	Lúmenes	Eficiencia	Vida Útil	Dimensiones
10W	150W	IP65	1110 Lm 975 Lm 876 Lm	110 Lm/W 95 Lm/W 85 Lm/W	50.000 Hrs 35.000 Hrs 25.000 Hrs	Alto:85mm Ancho:115mm Profundo:82mm
20W	230W	IP65	2200 Lm 1900 Lm 1700 Lm	110 Lm/W 95 Lm/W 85 Lm/W	50.000 Hrs 35.000 Hrs 25.000 Hrs	Alto:140mm Ancho:180mm Profundo:97mm
30W	400W	IP65	3300 Lm 2850 Lm 2550 Lm	110 Lm/W 95 Lm/W 85 Lm/W	50.000 Hrs 35.000 Hrs 25.000 Hrs	Alto:189mm Ancho:226mm Profundo:126mm
50W	600W	IP65	5500 Lm 4750 Lm 4250 Lm	110 Lm/W 95 Lm/W 85 Lm/W	50.000 Hrs 35.000 Hrs 25.000 Hrs	Alto:234mm Ancho:286mm Profundo:150mm
<b>Datos Eléctricos</b>				<b>Otros Lumínicos</b>		
Factor Potencia	Armónicos	Voltaje	Temperatura Operación	IRC	Temperatura de Color	Angulo de Apertura
>95%	THD <12%	85-265VCA	-40 a 55°C	<80Ra	2000-10.000K Opcional	120°
<b>Características</b>						
Funcionamiento Sensor, Temporizador y Fococelda	Dimerización	Opción RGB Con Control Remoto	Opción DMX Con Control Remoto	CHIP		
Si, *Dispositivo Sensor, Temporizador y Fococelda Adicional	Si, *Dispositivo de Atenuación Adicional Opcional	Si, *Dispositivo de Control Adicional	Si, *Dispositivo de Control Adicional	EPISTAR		

## Anexo D hojas de datos del módulo Bluetooth HC05

Este módulo es compatible HC 04 y HC-06. HC-03 y HC en modo maestro esclavo, en este se maneja funciones de AT pueden ser utilizados, como restablecer el nombre de Bluetooth (sólo el esclavista), cambiar el nombre restablecer la velocidad de transmisión y comprobar el número de versión. El conjunto de comandos de H y Hc son más flexible de Hc-04 y HC-06, en general, el Bluetooth de HC-03 y HC-05 se recomienda para el usuario Estas son las principales parámetros de fábrica de HC-05 y HC.06. Preste atención a las diferencias.

HC-05	HC-06
Master and slave mode can be switched	Master and slave mode can't be switched
Bluetooth name: HC-05	Bluetooth name: linvor
Password:1234	Password:1234

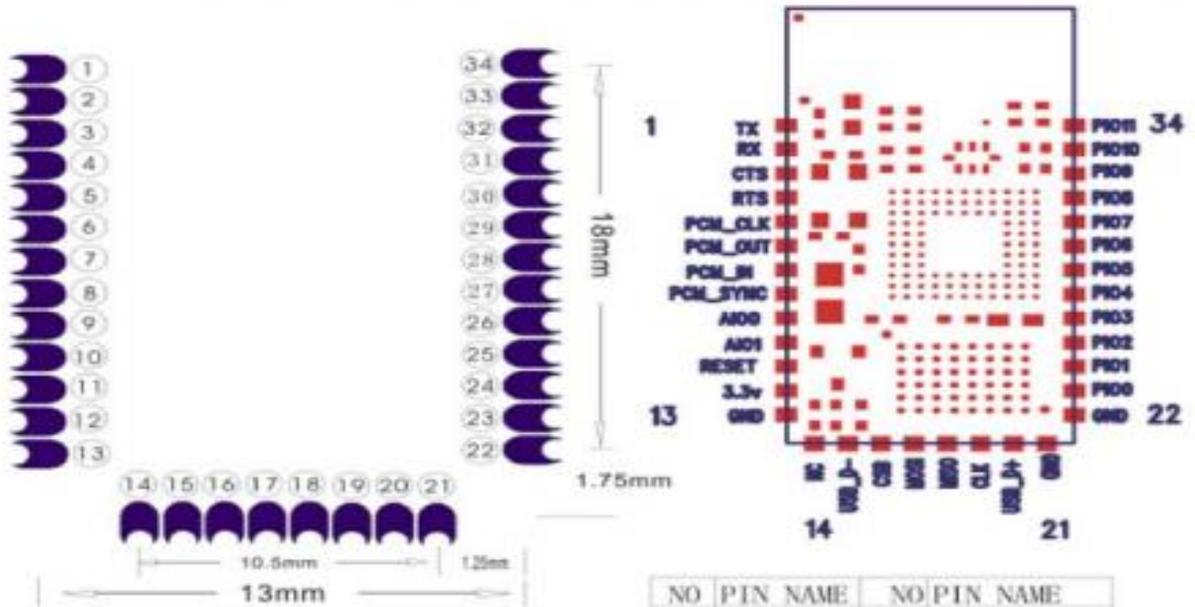
Información de paquete Las definiciones PIN de HC-03, pero el tamaño del paquete Hc 04. y Hc.06 son una especie de es el mismo: 15mm 2.35mm 25mm.

Pines de conexión del módulo HC05

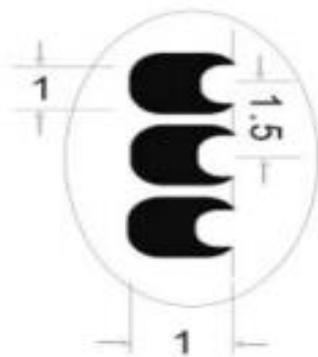
LINVOR BLUE T  
www.linvor.com

LV-BC-2.0

单位: mm



NO	PIN NAME	NO	PIN NAME
1	TX	20	USB D+
2	RX	21	GND
3	CTS	22	GND
4	RTS	23	PI00
5	PCM CLK	24	PI01
6	PCM OUT	25	PI02
7	PCM IN	26	PI03
8	PCM SYNC	27	PI04
9	AIO0	28	PI05
10	AIO1	29	PI06
11	RESET	30	PI07
12	3.3V	31	PI08
13	GND	32	PI09
14	NC	33	PI010
15	USB D-	34	PI011
16	CSB		
17	MOSI		
18	MISO		
19	CLK		



PCB Layout 请参考实物