



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN MEDIANTE UNA COLUMNA DE LEDs DE ALTA POTENCIA CONFIGURABLE DESDE ORDENADOR

Alumno: Antonio Guillén Quero

Tutor: Ángel Gaspar González Rodríguez
Dpto: Ingeniería Electrónica y Automática

Junio, 2018



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Electrónica y Automática

Don Ángel Gaspar González Rodríguez, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Sistema de visualización mediante una columna de led de alta potencia configurable desde ordenador, que presenta Antonio Guillén Quero, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2018

El alumno:

Antonio Guillén Quero

Los tutores:

GONZALEZ
RODRIGUEZ
ANGEL GASPAR
- 26014077L

Firmado digitalmente
por GONZALEZ
RODRIGUEZ ANGEL
GASPAR - 26014077L
Fecha: 2018.06.18
12:27:09 +02'00'

Ángel Gaspar González Rodríguez

ÍNDICE

MEMORIA	6
1. OBJETO	6
2. ALCANCE	6
3. ANTECEDENTES	6
4. NORMAS Y REFERENCIAS	6
4.1.BIBLIOGRAFIA.....	6
4.2. SOFTWARE UTILIZADO	7
5. CONCEPTOS DE PARTIDA	7
5.1.CONVERSOR USB A RS-232	7
5.2. SEÑAL PWM	8
5.3. FAMILIA MICROCONTROLADORES 8051	8
5.4. LEDS RGB	9
6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	9
7. COMPARATIVA DE POSIBLES SOLUCIONES	10
8. CIRCUITO CONVERSOR A SEÑALES TTL.....	10
9. CIRCUITO DE CONTROL.....	11
10. CIRCUITO GENERADOR DE SEÑAL PWM.....	13
10.1. POTENCIOMETRO DIGITAL	13
10.2. TEMPORIZADOR 555.....	15
11. CIRCUITO DE ILUMINACIÓN.....	16
12. HMI CONTROLADOR DEL SISTEMA A TRAVES DE PC.....	18
12.1. PROGRAMACIÓN HMI	19
13. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR	22
14. REALIZACIÓN DE LAS PCB	27
15. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	28
15.1. GENERADOR PWM.....	28
15.2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN	30
16. RESULTADOS FINALES	31
ANEXOS.....	32
1. SIMULACIÓN.....	32
1.1. SIMULACIÓN COMUNICACIÓN SERIE	32
1.2. SIMULACIÓN GENERADOR SEÑAL PWM.....	36
PRESUPUESTO	39
PLANOS.....	40
1. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA DE CONTROL	40

2. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA GENERADOR SEÑAL PWM	40
3. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA DE ILUMINACIÓN	40
4. PLANO LAYOUT SISTEMA DE CONTROL	40
5. PLANO LAYOUT SISTEMA GENERADOR SEÑAL PWM	40
6. PLANO LAYOUT SISTEMA DE ILUMINACIÓN	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Señal PWM	8
Ilustración 2: Led RGB cátodo común	9
Ilustración 3: MAX232	11
Ilustración 4: AT89S52	12
Ilustración 5: Circuito de control	12
Ilustración 6: Generador de señal PWM	13
Ilustración 7: Potenciómetro digital	14
Ilustración 8: Temporizador 555	16
Ilustración 9: Led RGB	16
Ilustración 10: Mosfet canal N	17
Ilustración 11: Circuito de iluminación	18
Ilustración 12: Aplicación de control	18
Ilustración 13: Combobox Cmbport	19
Ilustración 14: Función buscapuerto ()	19
Ilustración 15: Programación Botón conectar	20
Ilustración 16: Programación Botón desconectar	20
Ilustración 17: Label de estado de la conexión	21
Ilustración 18: Botonera de la aplicación	21
Ilustración 19: Programación Botón de acción	21
Ilustración 20: Declaración variables y bibliotecas	22
Ilustración 21: Programa principal	23
Ilustración 22: Programación Función Subida ()	24
Ilustración 23: Interrupción serie	25
Ilustración 24: Flujograma de la programación	26
Ilustración 25: Eagle 9.0.0	27
Ilustración 26: PCB	27
Ilustración 27: Generador PWM con potenciómetro manual	28
Ilustración 28: Conexión Generador PWM	29
Ilustración 29: Características eléctricas led RGB	30
Ilustración 30: Montaje final	31
Ilustración 31: Simulación Proteus	32
Ilustración 32: Simulación Proteus	33
Ilustración 33: Simulación Proteus	33
Ilustración 34: Virtual Serial Port	34
Ilustración 35: Simulación Proteus	34
Ilustración 36: Simulación Proteus	35
Ilustración 37: Simulación Proteus	35
Ilustración 38: Simulación Orcad	36
Ilustración 39: Señal PWM Max ancho de pulso	37
Ilustración 40: Simulación Orcad	37
Ilustración 41: Señal PWM MIN ancho de pulso	38
Ilustración 42: Simulación Orcad	38
Ilustración 43: Señal PWM mitad del ancho de pulso	39

MEMORIA

1. OBJETO

El objetivo de este proyecto es el diseño y realización de un prototipo para controlar unos leds de alta potencia a través de un ordenador por una aplicación también diseñada.

2. ALCANCE

El alcance consiste en, mediante una aplicación diseñada por ordenador tener control total de unos leds de alta potencia controlados por un microcontrolador que estará comunicado a su vez por puerto serie con el ordenador, para utilizarlo principalmente en la industrial como sistema de visualización para los trabajadores.

3. ANTECEDENTES

Este proyecto ha sido realizado ante la necesidad de evitar riesgos laborales de los trabajadores en las industrias mediante un sistema de iluminación de leds de alta potencia.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1.BIBLIOGRAFIA

Principios de electrónica. Edición: 7ª ed.. Autor: Malvino, Albert Paul. Editorial: Madrid [etc.]: McGraw-Hill, D.L. 2010.

Electrónica. Edición: 2ª ed. Autor: Hambley, Allan R.. Editorial: Madrid [etc.]: Pearson: Prentice Hall, 2008.

Programación en C para 8051: aspectos prácticos y ejercicios. Edición: 1ª ed.. Autor: González Rodríguez, Ángel Gaspar 1970-. Editorial: Jaén: Publicaciones de la Universidad de Jaén, 2010.

Problemas resueltos de microcontroladores 8051 y PIC16F84. Edición: -. Autor: González Rodríguez, Ángel Gaspar. Editorial: Jaén: Universidad de Jaén, Servicio de Publicaciones, 2009.

Microcontroller projects in C for the 8051 [Recurso electrónico]. Edición: -.
Autor: Ibrahim, Dogan.. Editorial: Oxford ; Boston : Newnes, 2000.

Microsoft visual basic net lenguajes y aplicaciones.Edición:2.Autor: Ceballos
Sierra, Fco Javier. 2006.

4.2. SOFTWARE UTILIZADO

Los principales softwares utilizados son los siguientes:

Eagle versión 9.0.0, desarrollado por Autodesk. Software utilizado para diseñar y desarrollar PCBs.

Keil Uvision5, desarrollado por ARM Keil, utilizado para realizar la programación del microcontrolador AT89s52.

Proteus Desing 8, desarrollado por Labcenter Electronics, utilizado para la simulación de la comunicación puerto serie.

Visual Studio 2017, desarrollado por Microsoft, utilizado para realización de la aplicación de control desde ordenador.

Microsoft Word 2017, desarrollado por Microsoft, utilizado para la redacción del proyecto.

Orcad 17.2, desarrollado por Cadence Desing Systems, para la simulación de circuitos electrónicos.

Inventor 2017, desarrollado por Autodesk, para el diseño del cajetín.

Presto 2012.01 desarrollado por RIB Madrid, para el desarrollo del presupuesto del proyecto.

5. CONCEPTOS DE PARTIDA

5.1.CONVERSOR USB A RS-232

Lo que hacen estos adaptadores es emular un puerto serie mediante el puerto USB.

Estos adaptadores vienen con un software que una vez instalado crea un puerto serie virtual a través del puerto USB. De esta manera se puede intercambiar información entre PC y un dispositivo externo que utilice el protocolo RS-232 mediante el puerto USB.

Lo que hacen estos adaptadores es emular un puerto serie mediante el puerto USB. Estos adaptadores vienen con un software que una vez instalado crea un puerto serie virtual a través del puerto USB.

Aunque el puerto COM no es la única interfaz de comunicación que admite la transmisión de datos en serie, el término “puerto serie” se refiere a las interfaces basadas en un protocolo de comunicación RS-232.

5.2. SEÑAL PWM

La modulación por ancho o de pulso (o en inglés pulse width modulation PWM) es un tipo de señal de voltaje utilizada para enviar información o para modificar la cantidad de energía que se envía a una carga. Este tipo de señales son muy utilizadas en circuitos digitales que necesitan emular una señal analógica.

Este tipo de señales son de tipo cuadrada o sinusoidales como podemos observar en la Ilustración 1 en las cuales se le cambia el ancho relativo respecto al período de la misma, el resultado de este cambio es llamado ciclo de trabajo.

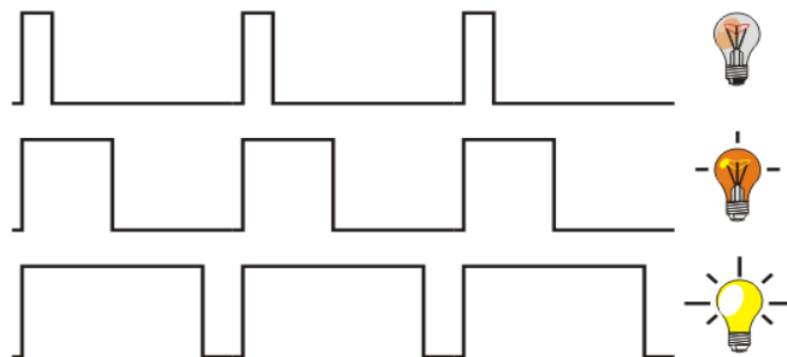


Ilustración 1: Señal PWM

5.3. FAMILIA MICROCONTROLADORES 8051

Estas familias de microcontroladores están basadas en la Arquitectura Harvard, es decir, existen espacios de direcciones separados para código y datos. Aunque originalmente fue diseñada para aplicaciones simples, se permite direccionar 64KB de ROM externa y 64KB de RAM por medio de líneas separadas chip select para programa y datos.

5.4. LEDS RGB

Los leds RGB son tres leds en un mismo encapsulado, compuestos de los 3 colores primarios rojo, verde y azul, que al variar la intensidad de corriente de cada led podemos obtener una gran variedad de colores.

Estos 3 leds que comparten el mismo encapsulado también lo hacen compartiendo el mismo cátodo, por lo que se suelen llamar leds de cátodo común como podemos observar en la Ilustración 2.

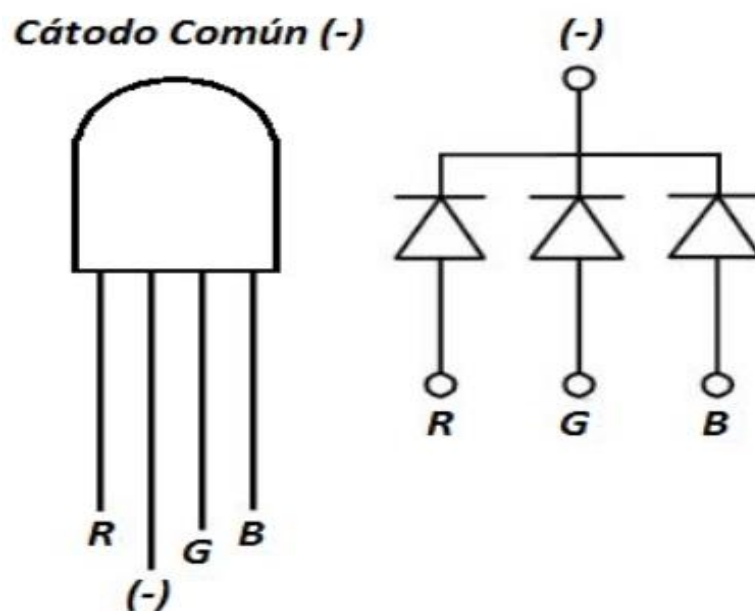


Ilustración 2: Led RGB cátodo común

6. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos es un obtener un sistema de visualización de leds de alta potencia controlados desde PC.

Por tanto, hay que crear un circuito generador de señales PWM controlados por un microcontrolador 'AT89S52' que a su vez esta comunicado por puerto serie con el ordenador donde a través de una aplicación diseñada podremos controlar el ancho de pulso de la señal PWM y así tener el control del brillo de los leds.

7. COMPARATIVA DE POSIBLES SOLUCIONES

Ante los requisitos del proyecto, para el control desde ordenador se ha optado por diseñar una aplicación en Visual Studio 2017 ejecutable desde ordenador para conectar desde puerto serie la aplicación diseñada para controlar un microcontrolador. Aunque se podría utilizar otros softwares para comunicarse por puerto serie y enviar datos como por ejemplo el Hyperterminal.

Para la obtención de señales PWM se ha optado por utilizar una solución más bien hardware, utilizando un temporizador 555 controlado a su vez por un potenciómetro digital a través de pulsos ejecutados por el microcontrolador, con este sistema podemos cambiar el ancho del pulso de la señal PWM para tener control directo del brillo de los leds. También podíamos haber optado por utilizar una solución más software programando el microcontrolador a través de interrupciones para obtener una señal PWM o también cambiar de microcontrolador y haber utilizado un microcontrolador más potente con salidas PWM ya incorporadas.

Para la parte de control de la iluminación hemos utilizado unos mosfet canal N como interruptor a través de la base donde llevamos la señal PWM antes nombrada, para esta parte también se pensó utilizar una puerta AND llevando la señal PWM a la puerta lógica y una señal de activación desde el microcontrolador.

8. CIRCUITO CONVERSOR A SEÑALES TTL

En cuanto al circuito de conversión hemos utilizado un MAX232 board, que ya incluye el circuito de acondicionamiento del MAX232, el DB9 hembra para poder conectar el PC y 6 pines para hacer una interfaz con un microcontrolador.

El MAX232 es un circuito integrado que convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL de circuitos lógicos. Además, sirve como Interfax de transmisión y recepción de datos por comunicación por puerto serie.

MEMORIA

Todos los componentes necesarios están marcados en la placa sin tener que necesitar esquemas adicionales como podemos observar en la Ilustración 3.



Ilustración 3: MAX232

9. CIRCUITO DE CONTROL

En este circuito tendremos un microcontrolador 'AT89S52' como elemento principal que es el encargado de gestionar la información que le llega a través de la comunicación serie que se realiza desde PC conectada mediante unos jumpers.

Este dispositivo debe estar alimentado a 5V por la patilla Vcc y puesta a tierra las patillas de GND. Además, consta de 32 líneas de E / S, temporizador Watchdog, dos punteros de datos, tres temporizadores / contadores de 16 bits, una arquitectura de interrupción de seis niveles y seis vectores, un puerto en serie dúplex completo, oscilador en el chip, y circuito de reloj.

De esta información detalla destacar que nosotros solo vamos utilizar 9 salidas de las 32 que tiene disponible, 6 de ellas serán para controlar los potenciómetros digitales que usaremos para controlar el ancho de pulso de la señal PWM. Como tendremos 3 potenciómetros digitales y cada uno necesita 2 señales de control tendremos un total de 6 salidas, mientras que las otras 3 la utilizaremos para controlar si tenemos una señal PWM o no a través del reset del temporizador 555.

Este microcontrolador consta de unos circuitos secundarios que también debemos de montar los cuales son para utilizar el reset y el oscilador externo como ver en la Ilustración 4.

MEMORIA

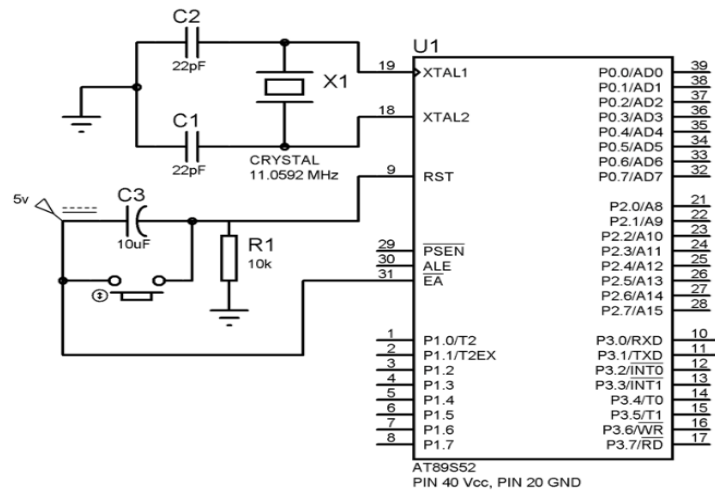


Ilustración 4: AT89S52

Finalmente, nuestro circuito de control quedaría como podemos observar en la Ilustración 5 formado por los circuitos secundarios antes nombrados y varios jumpers para poder conectar nuestras salidas al circuito generador de PWM y también para conectar la comunicación serie que viene desde el circuito conversor a tensiones TTL.

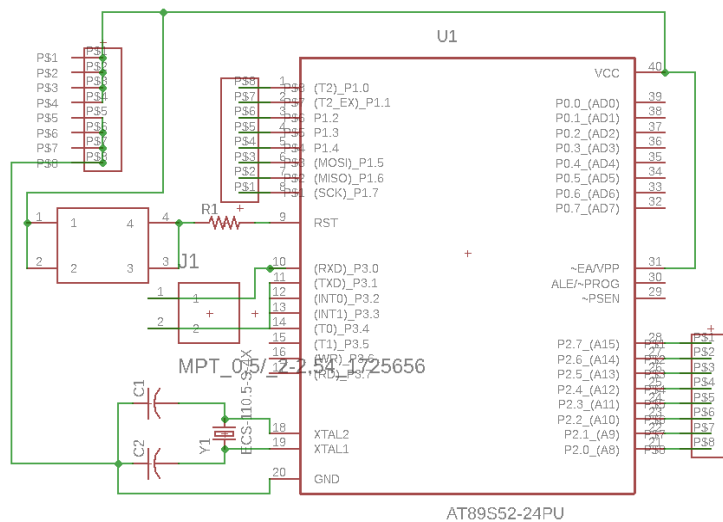


Ilustración 5: Circuito de control

10. CIRCUITO GENERADOR DE SEÑAL PWM

En este circuito hemos optado por utilizar un temporizador 555 que nos va a generar una señal PWM la cual vamos a ir variando su ancho de pulso conectando un potenciómetro digital al temporizador 555 como podemos observar en la Ilustración 6.

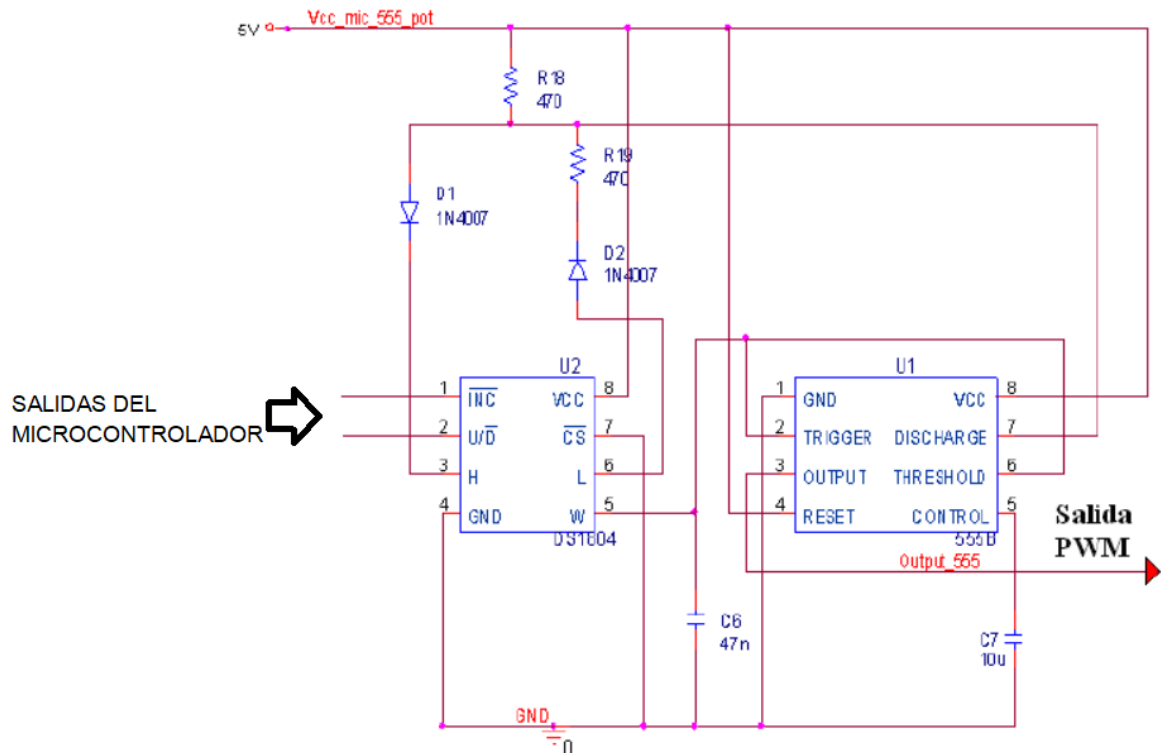


Ilustración 6: Generador de señal PWM

10.1. POTENCIOMETRO DIGITAL

Se llama potenciómetro digital a un circuito integrado cuyo funcionamiento simula el de un potenciómetro analógico. Se componen de un divisor resistivo de $n+1$ resistencias, con sus n puntos intermedios conectados a un multiplexor analógico que selecciona la salida. Se manejan mediante un dispositivo controlador capaz de posicionar el potenciómetro al valor de una resistencia exacta.

Por otro lado, tendremos el interfaz de comunicación con nuestro microcontrolador, el potenciómetro digital estará regido por su propio protocolo de comunicación (SPI, I²C...) en nuestro caso utilizaremos el protocolo de subida y bajada.

MEMORIA

La interfaz subida/bajada es la más intuitiva y fácil de utilizar. Esta interfaz tiene las siguientes líneas de comunicación: CS, INC y U/D .

- El terminal **CS** (Chip Select), sirve para conectar o desconectar el dispositivo con el que se desea establecer la comunicación, si está a nivel alto el dispositivo estará desactivado y si está a nivel bajo activado.
- El terminal **INC**, incrementará un contador de 7 bits que será guardada en una memoria no volátil.
- Por último, el terminal **U/D** decidirá si el incremento en el terminal INC se realizará ascendente, si está activo a nivel alto o descendente, si está activo a nivel bajo.

Esta interfaz utiliza un dispositivo maestro y otro esclavo según la función que desempeñen.

- Maestro: será el encargado de iniciar una transferencia, generando señales de comunicación.
- Esclavo: es un dispositivo conectado al bus controlado por el maestro a través de la línea selectora Chip Select.

El potenciómetro digital elegido es el DS1804 de 10Kohm. El potenciómetro DS1804 es un potenciómetro de 100 posiciones seleccionables desde un microcontrolador. La posición del potenciómetro es controlada mediante el interfaz Subida/Bajada, que como ya se ha explicado anteriormente utiliza tres líneas de comunicación.

Para la explicación de sus pines que podemos observar en la Ilustración 7 vamos a utilizar una tabla resumiendo la utilidad de cada uno.

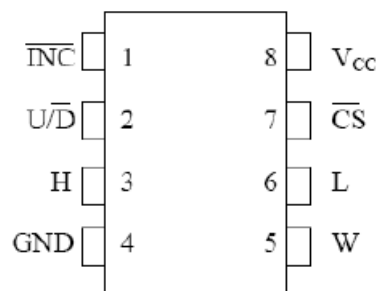


Ilustración 7: Potenciómetro digital

PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	INC	Controla el movimiento terminal móvil
2.	U/D	Elección de subida o bajada
3.	H	Terminal resistivo alto
4.	Gnd	Se conecta a masa
5.	W	Terminal móvil controlado por la señales de control
6.	L	Terminal resistivo bajo
7.	CS	Pin selector
8.	Vcc	Tensión de alimentación 5V

El funcionamiento principal que va tener este potenciómetro digital principalmente es controlar a partir de sus pines resistivos variables a través del terminal móvil es controlar el ancho de pulso de la señal generada por el temporizador 555.

10.2. TEMPORIZADOR 555.

El temporizador 555 es un circuito integrado con el que se puede realizar varias funciones, de las cuales una de las más importantes es la que vamos a utilizar en el proyecto, que es generar un tren de pulsos de frecuencia determinada PWM o modulación por ancho de pulso.

Este circuito integrado está formado por 8 pines como podemos observar en la Ilustración 8, donde se va a definir brevemente cada uno:

- **PIN 1:** Masa (Gnd). En ella se conecta el polo negativo de la fuente de alimentación
- **PIN 2:** Entrada de disparo (Trigger). Es la entrada del circuito, por ella se introducen las señales de excitación.
- **PIN 3:** Salida (Output). Cuando esta activada proporciona una tensión aproximadamente igual a la de alimentación.
- **PIN 4:** Reset. Permite la interrupción del ciclo de trabajo.
- **PIN 5:** Tensión de control (Control Voltaje). Esta tensión debe ser $1/3$ de la alimentación
- **PIN 6:** Umbral (Threshold). Esta tensión debe ser $2/3$ de la de alimentación, que permite finalizar el ciclo de trabajo.

MEMORIA

- **PIN 7:** Descarga (Discharge). En este pin se conecta el condensador exterior que fija la duración de la temporización.
- **PIN 8:** Alimentación (Vcc). Conexión de 4.5V a 16V.

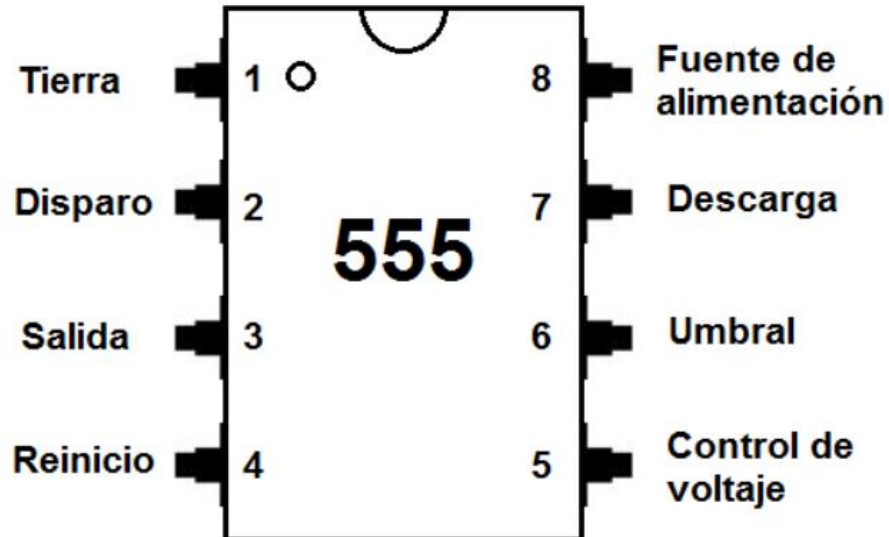


Ilustración 8: Temporizador 555

11. CIRCUITO DE ILUMINACIÓN

El principal componente de este circuito son los leds RGB que se puede observar en la Ilustración 9 que van a variar su brillo y color dependiendo de la señal PWM que tenga en el momento.

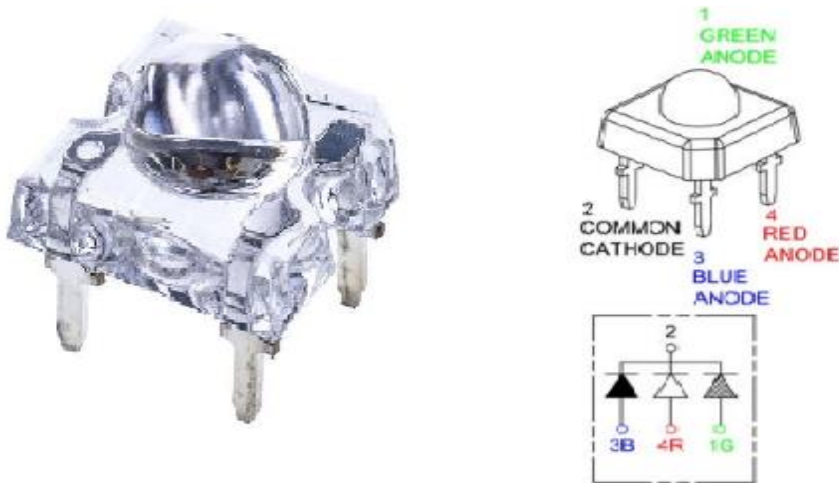


Ilustración 9: Led RGB

MEMORIA

Para alimentar este circuito y hacer llegar las señales PWM utilizaremos 5 jumpers hembra de paso 2.54mm, de los cuales 2 serán para Vcc y Gnd y los 3 restantes serán para las 3 señales PWM una para cada color.

Para la alimentación de los leds vamos a utilizar un Mosfet canal N (IRF540) como se puede observar en la Ilustración 10.

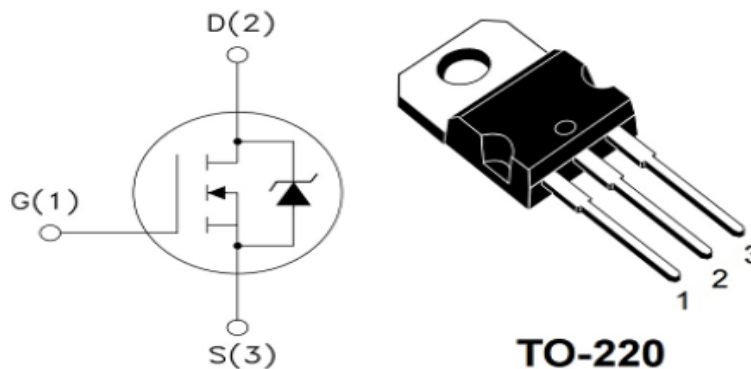


Ilustración 10: Mosfet canal N

Este semiconductor escogido para suministrar la corriente de alimentación a los leds RGB tiene las principales ventajas:

- Dispositivo controlado por tensión, lo que quiere decir que para que circule corriente hacia los leds es necesario aplicar una tensión positiva a la puerta (G), que será suministrada por la señal PWM cuando esta se encuentra a nivel alto (5v).
- Dispositivo extremadamente veloz, capaz de conmutar a la frecuencia de trabajo de la señal PWM.

Finalmente, el circuito de iluminación como podemos observar en la Ilustración 11 queda confeccionado por 4 componentes, los leds RGB, las resistencias acompañantes a los leds, los Mosfet 'IRF540' y los jumpers hembras para connexionar el circuito.

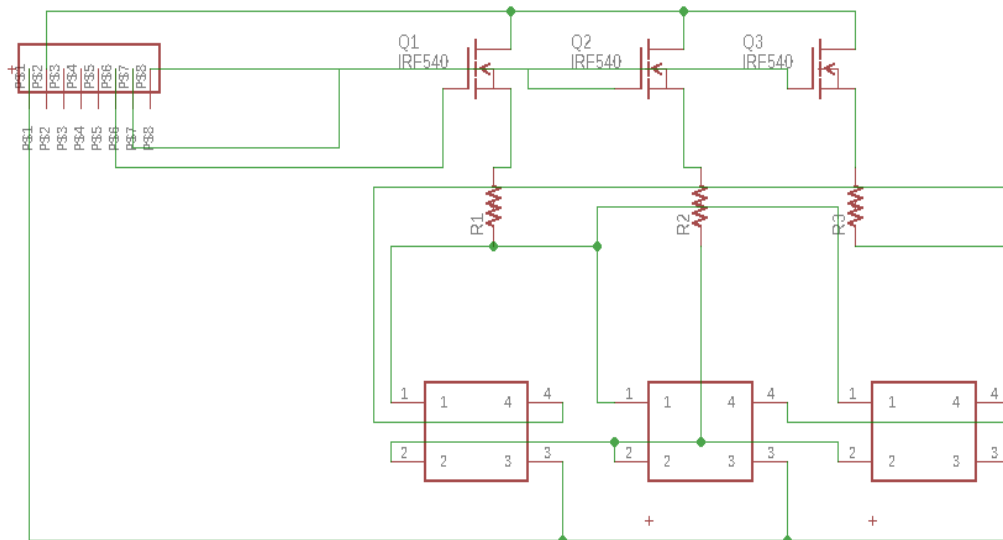


Ilustración 11: Circuito de iluminación

12. HMI CONTROLADOR DEL SISTEMA A TRAVES DE PC

Para el diseño de nuestra aplicación en ordenador o HMI que se puede observar en la Ilustración 12 se ha utilizado Microsoft Visual Studio 2017 como software para su diseño y programación.



Ilustración 12: Aplicación de control

12.1. PROGRAMACIÓN HMI

Para la programación del HMI hemos utilizado un lenguaje específico del software utilizado para su diseño en este caso ha sido Visual Basic.net, aunque se podría haber utilizados otros lenguajes como C, C++...

En la Ilustración 12 se puede observar todos los botones, label, text... que se van a definir y ver la programación que conllevan, además de programación de elementos que no se observa a simple vista como puede ser la configuración de la comunicación serie.

- **Cmbport:** es un ComboBox que se puede observar en la Ilustración 13 donde a través de una función creada buscapuerto que se puede elegir el puerto con el que se quiere trabajar.

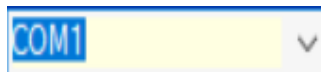


Ilustración 13: Combobox Cmbport

Este elemento conlleva una programación que se puede observar en la Ilustración 14 donde se puede ver como en la función buscapuerto() añadimos los puertos buscados al CmbPort.

```

8      Private Sub buscapuerto()
9          Try
10             cmbPort.Items.Clear()
11             For Each puerto As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
12                 cmbPort.Items.Add(puerto)
13             Next
14             If cmbPort.Items.Count > 0 Then
15                 cmbPort.SelectedIndex = 0
16             Else
17                 MsgBox("NO HAY PUERTOS DISPONIBLES")
18             End If
19
20
21         Catch ex As Exception
22             MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical)
23         End Try
24     End Sub

```

Ilustración 14: Función buscapuerto ()

- **Btconectar:** botón donde una vez elegido el puerto con el que se va a trabajar se determina las propiedades de comunicación serie que se van a utilizar como se puede observar en la Ilustración 15 donde se puede ver la programación del botón.

```

26 Private Sub btnconectar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles btnconectar.C
27     Try
28         With sppuerto
29             .BaudRate = 9600
30             .DataBits = 8
31             .Parity = IO.Ports.Parity.None
32             .StopBits = 1
33             .PortName = cmbPort.Text
34             .Open()
35
36             If .IsOpen Then
37                 lblestado.Text = "Conectado"
38             Else
39                 MsgBox("Conexion Fallida", MsgBoxStyle.Critical)
40             End If
41
42         End With
43     Catch ex As Exception
44         MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical)
45     End Try
46 End Sub
47

```

Ilustración 15: Programación Botón conectar

- **Btdesconectar:** botón donde únicamente se cierra la comunicación con el puerto que este seleccionado, como se puede observar en la Ilustración 16 donde se puede observar la programación del botón.

```

49 Private Sub btndesconectar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles btndesconectar.Click
50     sppuerto.Close()
51     lblestado.Text = "Desconectado"
52 End Sub

```

Ilustración 16: Programación Botón desconectar

- **Lblestado:** label que esta ocultado y aparece cuando iniciamos la conexión con el puerto e indica el estado de conexión con el puerto como se puede observar en la Ilustración 17 donde se puede observar su programación.

```

36  If .IsOpen Then
37      lblEstado.Text = "Conectado"
38  Else
39      MsgBox("Conexion Fallida", MsgBoxStyle.Critical)
40  End If

```

Ilustración 17: Label de estado de la conexión

- **Botones de color e intensidad:** botones que se pueden observar en la Ilustración 18 que manda por puerto serie un char que el microcontrolador tratara de entender para ejecutar una acción.

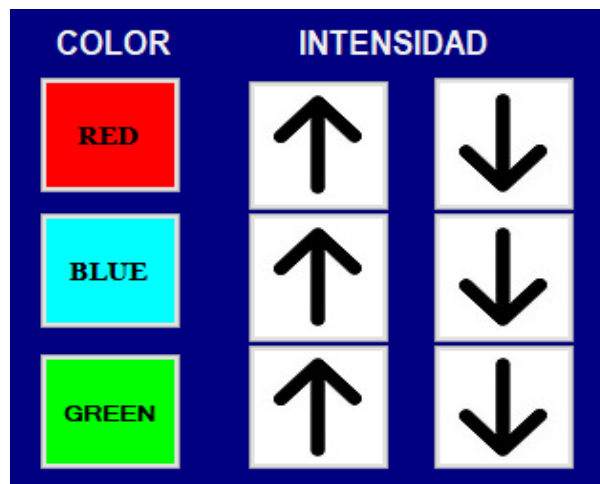


Ilustración 18: Botonera de la aplicación

Este elemento conlleva una programación que se puede observar en la Ilustración 19 donde se puede ver la programación de uno de los botones.

```

68  Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
69      If sppuerto.IsOpen Then
70          sppuerto.Write("r")
71      Else
72          MsgBox("No estas conectado", MsgBoxStyle.Critical)
73      End If
74  End Sub

```

Ilustración 19: Programación Botón de acción

13. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Para la programación del microcontrolador se ha utilizado Keil Uvision 5 un software freeware donde el lenguaje utilizado para programar es C.

En este apartado vamos a dividir la programación del microcontrolador por bloques para ir viendo su programación y explicando su funcionalidad paso por paso.

- **Declaración de librerías y variables globales:** en esta parte de la programación que se puede observar en la Ilustración 20 vamos a declarar la librería que utiliza el microcontrolador AT89S52 que incluye la declaración de registros internos y puertos, además de la declaración de variables que luego se van a utilizar en el programa principal, funciones e interrupción de la comunicación serie.

```
#include <at89x52.h>
//#include <REG51.H>

sbit red=P2^1;
sbit blue=P2^2;
sbit green=P2^3;

void bajada (void);
void subida (void);
void subidared (void);
void bajadared (void);
void subidagre (void);
void bajadagre(void);
char sele;
int c;
int i;
```

Ilustración 20: Declaración variables y bibliotecas

- **Programa Principal 'main':** en esta parte del código que se puede observar en la Ilustración 21 vamos a configurar los registros para habilitar la interrupción puerto serie y luego entrara en un bucle que no va a parar de repetirse 'while (1)' donde a través de una variable global (**sele**) que va a ir cambiando su valor dependiendo de los datos que llegue por puerto serie que llamara una función para realizar una operación.

```

void main()
{
    //HABILITAMOS LA INTERRUPCIÓN PUERTO SERIE
    IE = 0x90;
    TMOD=0x20;
    TL1 = 0xFD;
    TH1 = 0xFD;

    SCON=0x50;
    TR1=1;

    while(1){
        if(sele=='s'){
            subida();
            sele='o';
        }
        if(sele=='d'){
            bajada();
            sele='o';
        }
        if(sele=='a'){
            subidared();
            sele='o';
        }
        if(sele=='b'){
            bajadared();
            sele='o';
        }
        if(sele=='j'){
            subidagre();
            sele='o';
        }
        if(sele=='p'){
            bajadagre();
            sele='o';
        }
    }
}

```

Ilustración 21: Programa principal

- **Función aumentar o disminuir el ancho del pulso de la señal PWM:** en esta función que se puede observar en la Ilustración 22 tenemos el puerto 2_7 a 1 que lo llevaremos a una patilla del potenciómetro digital con lo que produciremos un aumento positivo del valor de la resistencia y luego con la subida y bajada del puerto 1_7 que ira a otra patilla del potenciómetro digital que producirá un aumento de la posición resistiva, esta operación al estar en bucle que da 15 vueltas lo que proporciona cada vez que se llama a esta función es el aumento o decremento del 15% de la posición resistiva del potenciómetro ya que tiene 100 posiciones, que afecta directamente al ancho de la señal PWM.

```
void subida(void)
{
    P2_7=1; //los incrementos producidos serán de subida
    while(c<=15)
    {
        P1_7=1; //incrementa el terminal móvil del potenciómetro cuando
        P1_7=0; //se produce una transición de alto a bajo en este pin

        c++;
        for(i=0;i<3000;i++);

    }

    c=0;
}
```

Ilustración 22: Programación Función Subida ()

- **Byte_recibido Interrupt 4:** en esta interrupción que se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** cada vez que llegue algo por el puerto serie se asignara lo que haya llegado al Buffer a una variable '**caracter**' y dependiendo del valor que tenga esa variable asignaremos un valor a otra variable global '**sele**' que luego se utilizara en el programa principal. Por ultimo tambien se debe poner a 0 la variable '**RI**' que nos indica que se ha recibido algo por el puerto serie.

```

void byte_Recibido(void) interrupt 4
{
    char character;
    if(RI==1)
    {
        character = SBUF;
        if ((character=='r')||(character=='R'))
            red = !red;
        if ((character=='g')||(character=='G'))
            green = !green;
        if ((character=='b')||(character=='B'))
            blue = !blue;
        if ((character=='s')||(character=='S'))
            //subida();
            sele='s';
        if ((character=='d')||(character=='D'))
            //bajada();
            sele='d';
        if ((character=='a')||(character=='A'))
            // subidared();
            sele='a';
        if ((character=='b')||(character=='b'))
            //bajadared();
            sele='b';
        if ((character=='j')||(character=='J'))
            //subidagre();
            sele='j';
        if ((character=='p')||(character=='P'))
            //bajadagre();
            sele='p';

        RI = 0;
    }
}

```

Ilustración 23: Interrupción serie

Además de todas las ilustraciones de código y la explicación de cada uno de los bloques que se ha dividido la programación del microcontrolador también se puede observar como en la Ilustración 24 se ha desarrollado el programa y el orden que sigue en un flujograma que ayuda bastante a entender la programación.

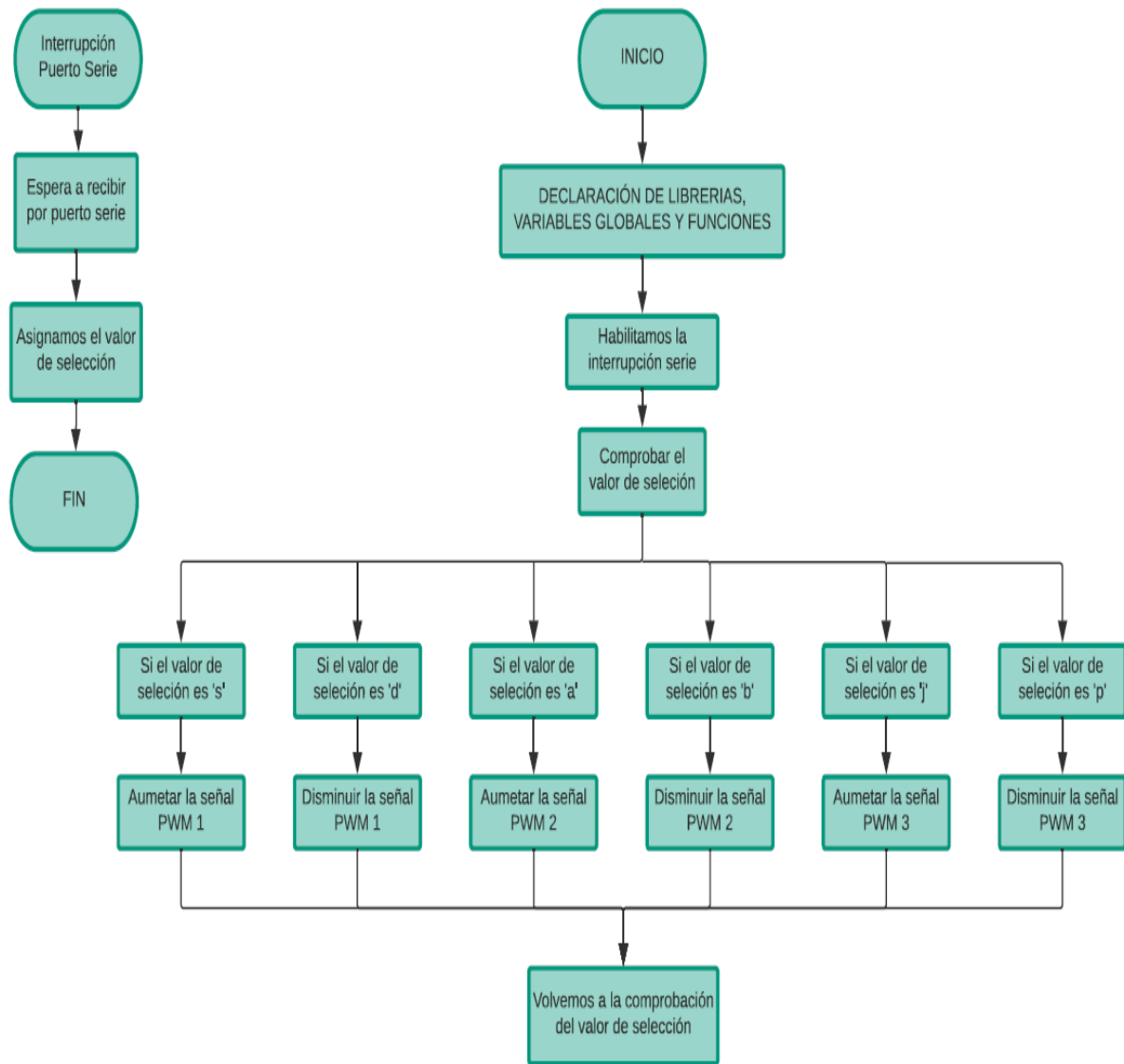


Ilustración 24: Flujograma de la programación

14. REALIZACIÓN DE LAS PCB

Para la realización de las PCB usadas en el proyecto se ha optado por utilizar un software freeware EAGLE 9.0.0 que se puede observar en la Ilustración 25 bastante potente que permite diseñar PCB fácilmente, además de facilitar el diseño de componentes que no tienen esquemático o footprint y añadir nuevas librerías.

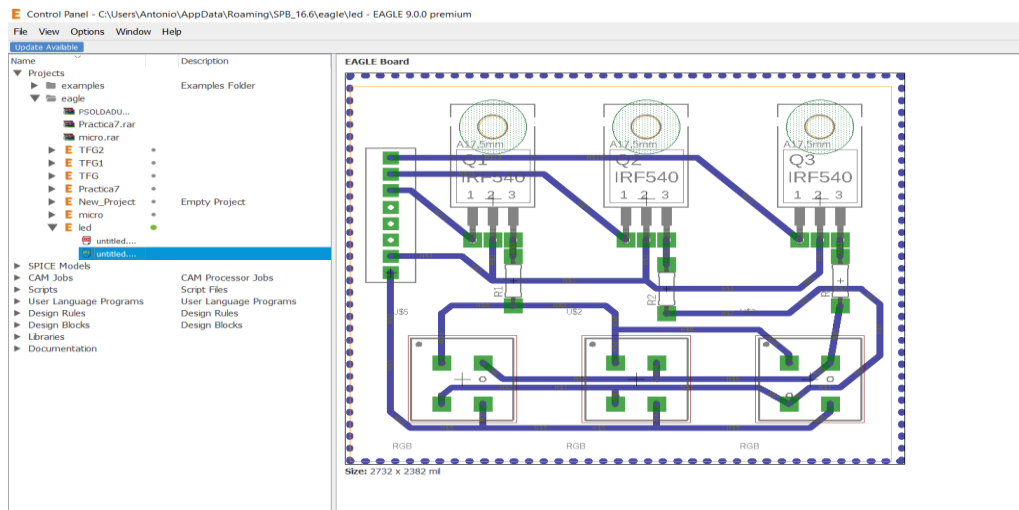


Ilustración 25: Eagle 9.0.0

Una vez que se tiene el diseño terminado se imprime en papel de diapositiva en negro sin transparencias para a través de una maquina aplicando vacío y luz ultravioleta entre la impresión y la placa fotosensible plasmemos nuestro diseño en la placa, una vez que ya tenemos el diseño en la placa la atacamos con químicos para que estos se coman el cobre que se utiliza y deje solo las pistas y pads que se han diseñado. Después de esto se limpian los restos de químicos utilizados con alcohol, dejando la PCB terminada como se puede observar en la Ilustración 26.

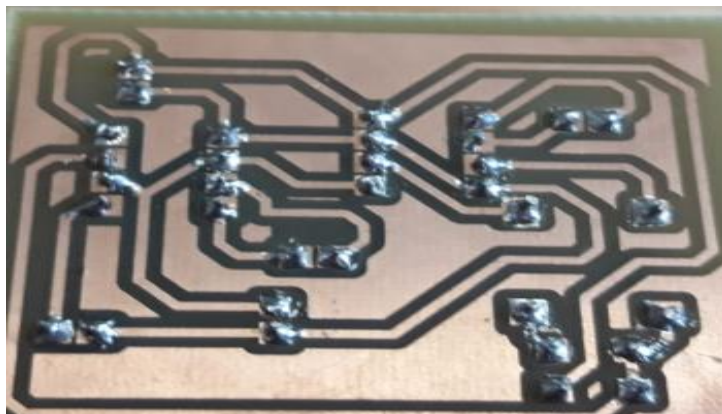


Ilustración 26: PCB

15. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este apartado vamos a justificar el por qué se han utilizado valores de componentes como por ejemplo las resistencias de limitación de intensidad para los leds...

15.1. GENERADOR PWM

Para la obtención de una señal PWM se ha optado por la utilización del LM555 cuyo funcionamiento depende únicamente de los componentes pasivos externos que se le conectan. Para producir una señal cuadrada de periodo constante y ciclo de trabajo variable por un potenciómetro se puede observar la Ilustración 27.

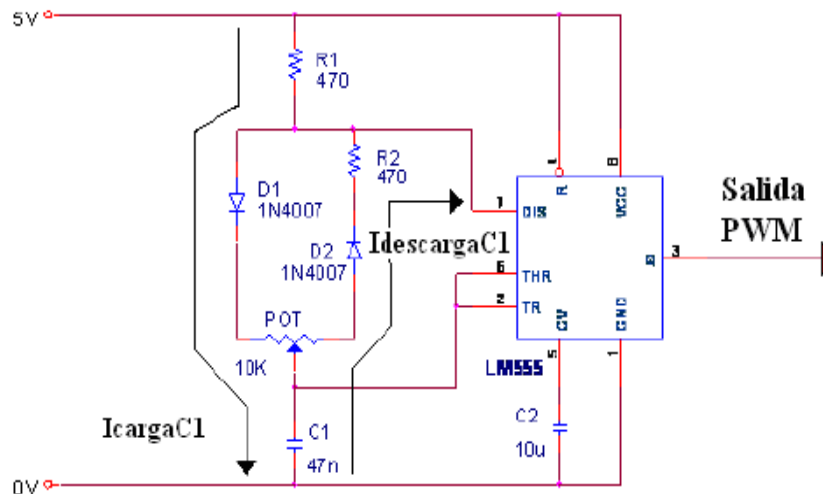


Ilustración 27: Generador PWM con potenciómetro manual

Para la configuración del LM555 como generador de señal PWM de periodo constante es necesario utilizar dos diodos, uniendo el cátodo de uno y el ánodo del otro con un potenciómetro, de esta manera se controla la carga y descarga del condensador C1.

La corriente de carga parte de Vcc que atraviesa R1 y pasa por D1 ya que por D2 no puede pasar, una vez que pasa por D1 pasa por una parte de la resistencia variable del potenciómetro cargando C1. En el periodo de descarga la corriente pasa por D2 que atraviesa R2 y su vez ira a masa por el PIN 7 del LM555.

15.2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para la iluminación se han utilizado diodos leds RGB, cada led usualmente tiene un voltaje alimentación específico y para determinar la corriente del circuito que debe pasar por el led se debe calcular una resistencia a partir de la ley de OHM para evitar riesgos de quemar el led.

En nuestro proyecto tenemos un diodo led RGB por lo que se tiene tres resistencias que se calculan a partir de las propiedades que se pueden observar en la Ilustración 29.

Emitting Color	Forward Voltage (V) ¹			Recommend Forward Current (mA)	Reverse Current (μA) V _R =5V	Dominant Wavelength (nm) ²		Luminous Intensity (mcd) ³		Viewing Angle 2 Θ ½ (deg)
	MIN	TYP	MAX	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	TYP	TYP
Red	2.2	2.6	3.0	50	10	620	635	3000	4000	45
Blue	3.4	3.8	4.4	50	10	460	470	200	400	45
Green	3.4	3.8	4.4	50	10	515	525	4000	5000	45

Ilustración 29: Características eléctricas led RGB

Como podemos observar la tensión directa varía del color rojo respecto del azul y verde por lo que debemos calcular dos resistencias diferentes partiendo desde la ley de OHM.

$$V = I \cdot R$$

Si despejamos R de la ecuación general de la ley de OHM y V se escribe como la tensión con la que vamos a alimentar el circuito menos la tensión que consume el led en directa se puede despejar la resistencia que nos asegura que el led no sufra daño.

$$R_{BLUE Y GREEN} = \frac{V_{CC} - V}{I_{LED}} = \frac{7 - 3.8}{50 \cdot 10^{-3}} = 64\Omega$$

$$R_{RED} = \frac{V_{CC} - V}{I_{LED}} = \frac{7 - 2.6}{50 \cdot 10^{-3}} = 88\Omega$$

Los valores calculados de resistencias no son comerciales por lo que utilizando valores comerciales de las resistencias son:

$$R_{BLUE Y GREEN} = 68\Omega$$

$$R_{RED} = 100\Omega$$

16. RESULTADOS FINALES

Como resultado final como se puede observar en la Ilustración 30 se ha realizado la fabricación de las PCB para cada circuito, la programación de la aplicación para el control de los leds a través del puerto serie, la programación del microcontrolador para desarrollar una comunicación serie entre el ordenador y el sistema de iluminación desarrollado y la conexión entre los distintos circuitos a través de los jumpers de las propias PCB y unos cables conectores. Los circuitos diseñados y desarrollados en PCB son los siguientes:

- Circuito conversor a señales TTL.
- Circuito de control.
- Circuito generador de señal PWM.
- Circuito de iluminación.

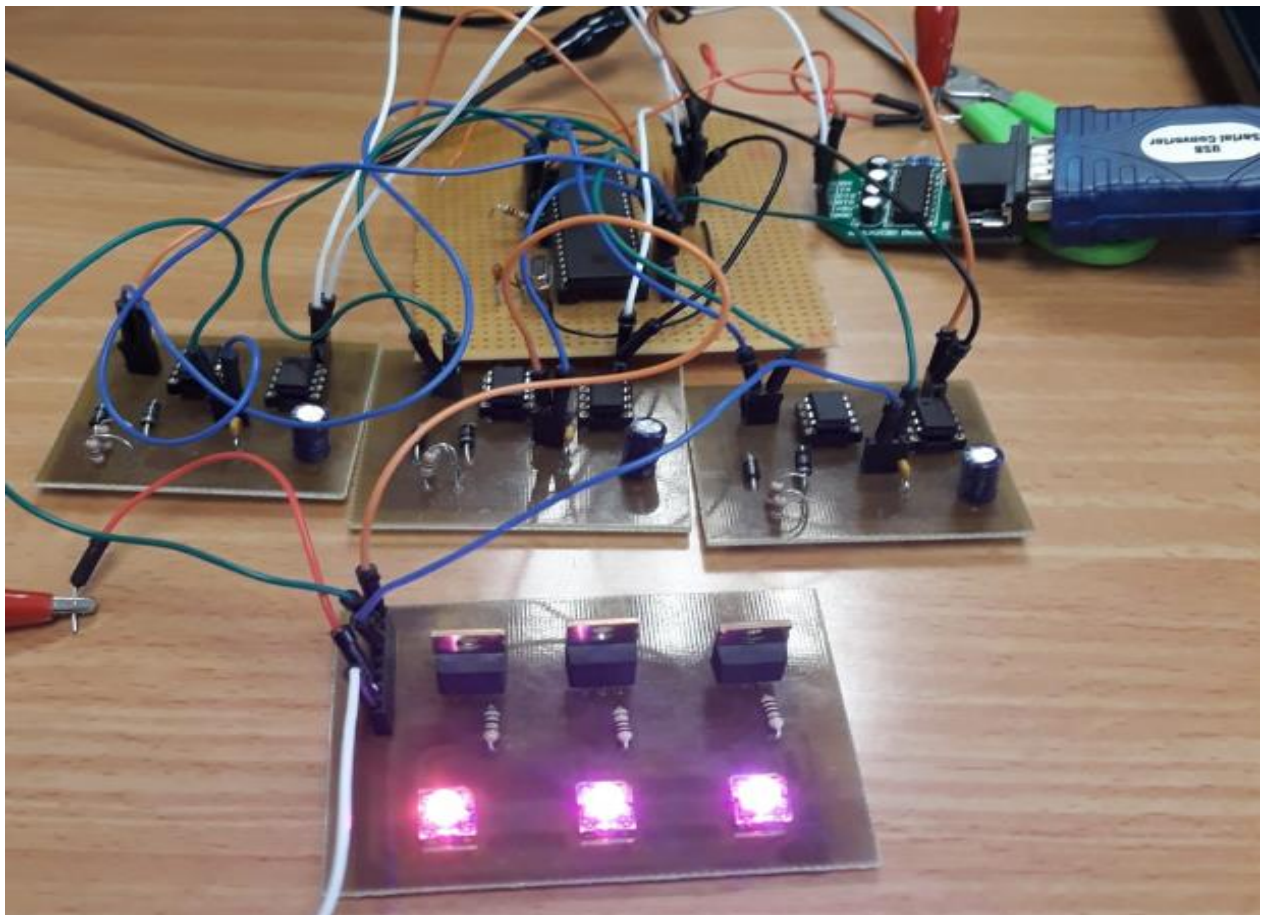


Ilustración 30: Montaje final

ANEXOS

1. SIMULACIÓN

1.1. SIMULACIÓN COMUNICACIÓN SERIE

Lo primero que vamos a hacer es enlazar 4 programas a la vez para conseguir una perfecta comunicación serial simulada, los 4 programas utilizados son Proteus, Virtual Serial Port, Uvison keil 5 Y Microsoft visual Studio. Para entender la simulación vamos a seguir unos pasos a seguir.

- 1º paso: abrimos Proteus y agregamos el circuito que se puede observar en la Ilustración 31 que queremos simular, en nuestro caso será una comunicación serie a través de un microcontrolador para poder controlar unos leds a través de la aplicación diseñada en Microsoft Visual Studio.

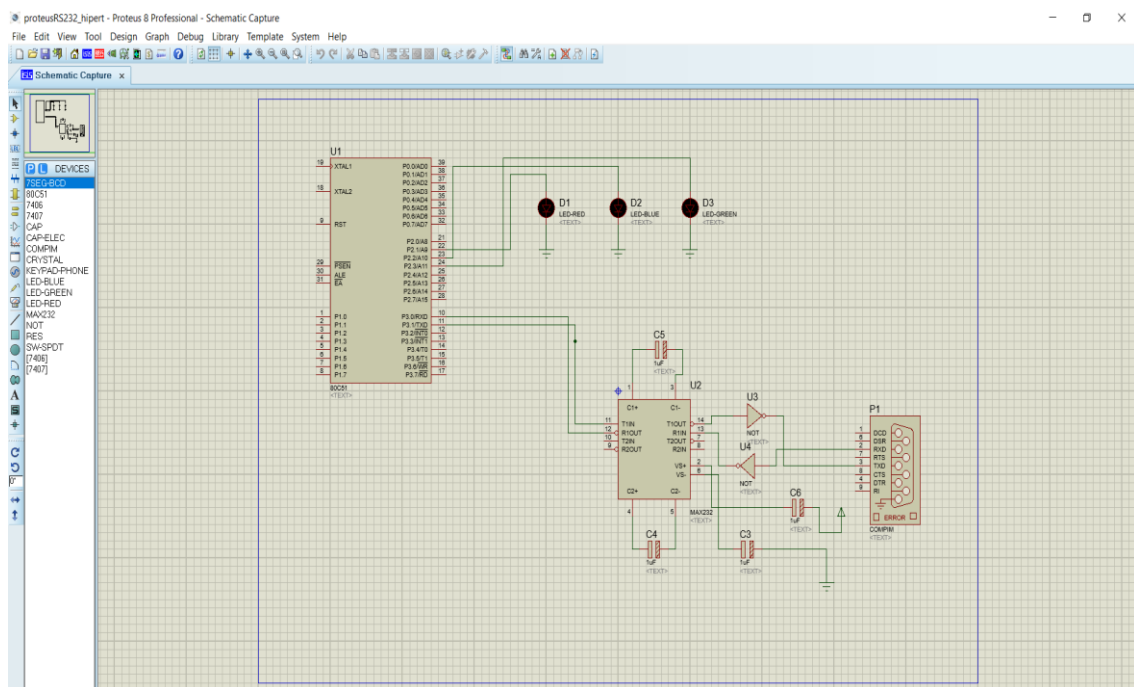


Ilustración 31: Simulación Proteus

- 2º paso: habilitar la opción de monitor de depuración remota que se puede observar en la Ilustración 32 Ilustración 32 para que el microcontrolador responda con el código diseñado en Keil 5, el cual también debemos elegir donde lo vamos a depurar el código donde en nuestro caso elegiremos Proteus que se puede observar en la Ilustración 33.

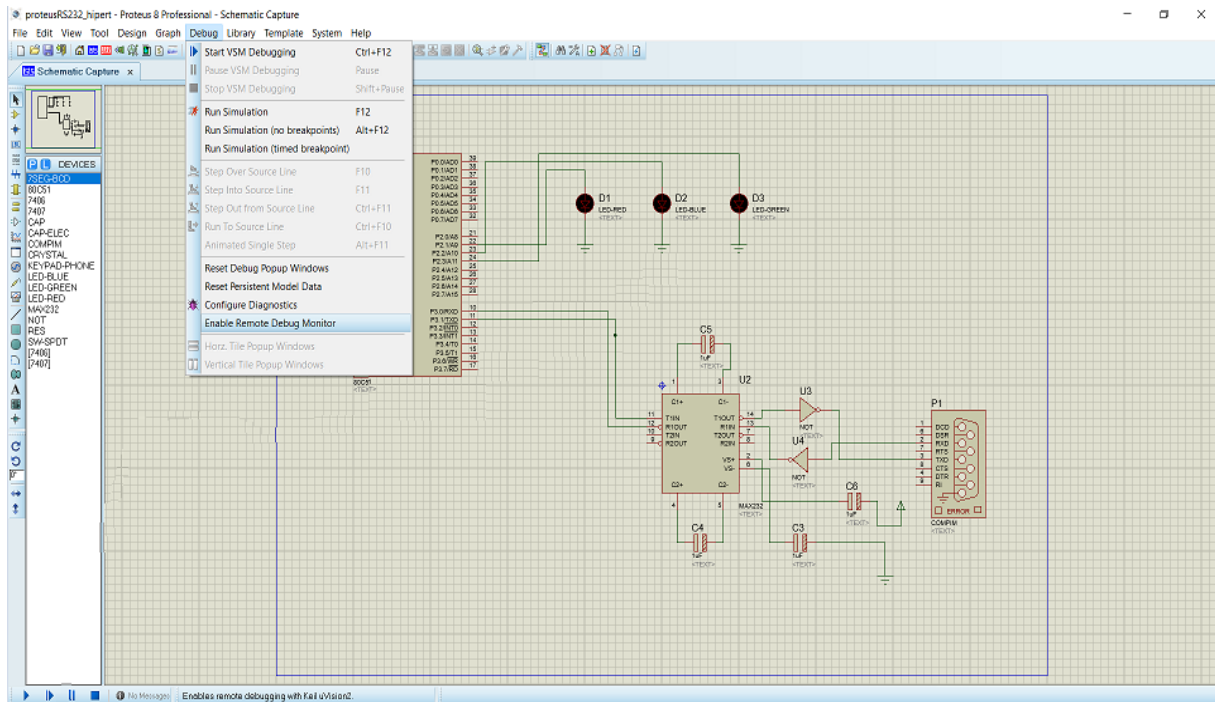


Ilustración 32: Simulación Proteus

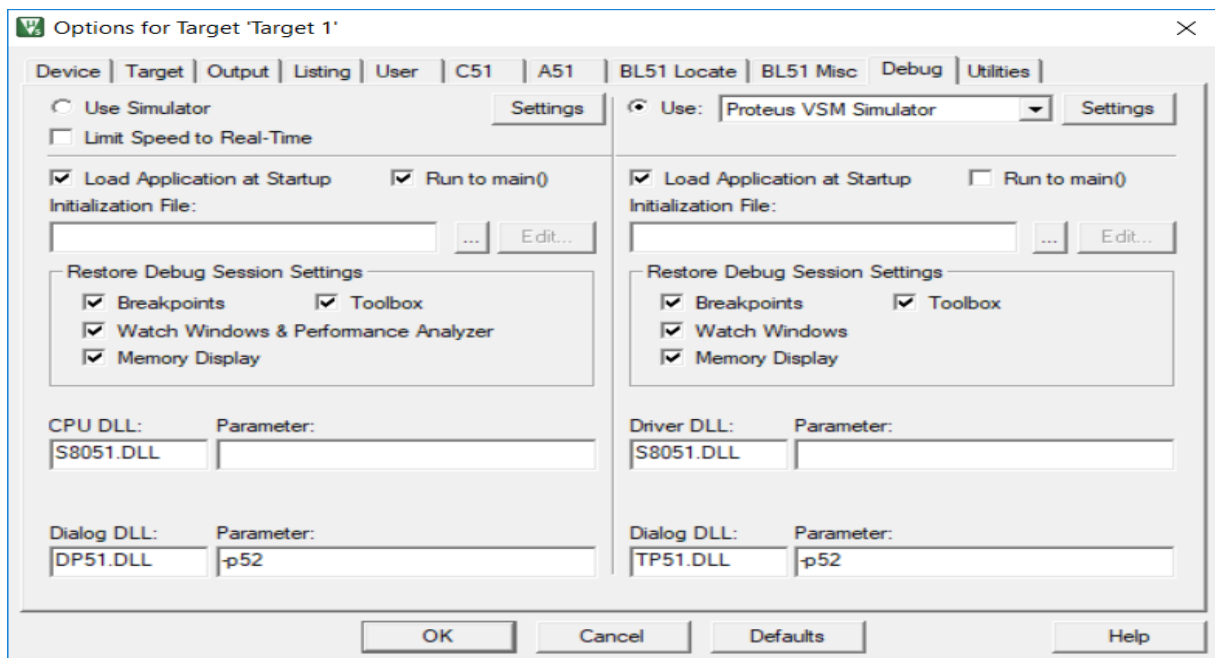


Ilustración 33: Simulación Proteus

- 3º paso: crear con Virtual Serial Port una pareja de dispositivos que consiste en dos puertos serie virtuales conectados lógicamente entre ellos como se puede observar en la Ilustración 34.

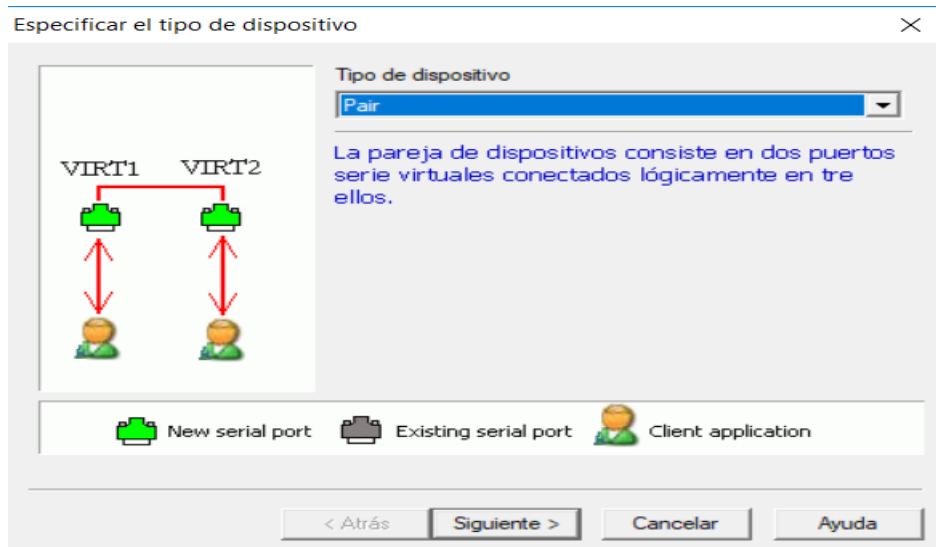


Ilustración 34: Virtual Serial Port

- 4º paso: Lanzamos el programa en el Keil 5 y la aplicación diseñada para controlar a través de puerto serie.
- 5º paso: una vez que tenemos los puertos virtuales creados elegimos en Proteus un puerto y en la aplicación realizada en Microsoft Visual Studio elegimos el otro para que estén conectados entre sí como se puede observar en la Ilustración 35.

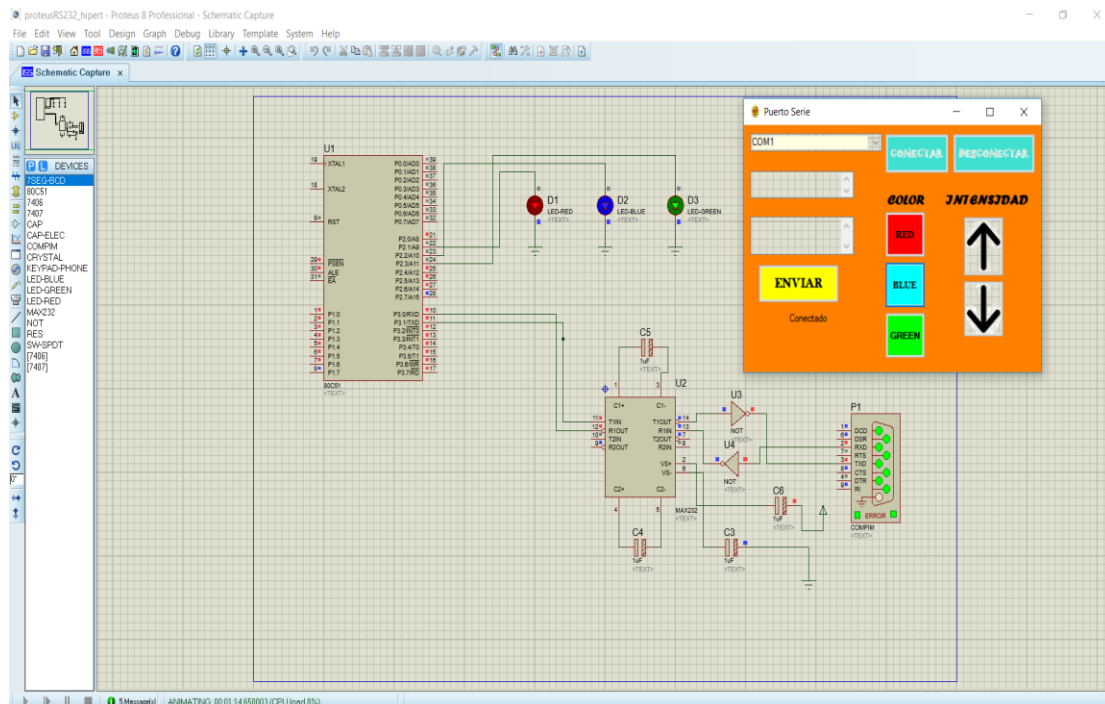


Ilustración 35: Simulación Proteus

ANEXOS

- Una vez que tenemos hecha la conexión vamos a poner varios ejemplos del control de los leds.

Apagar todos los leds como se puede observar la Ilustración 36.

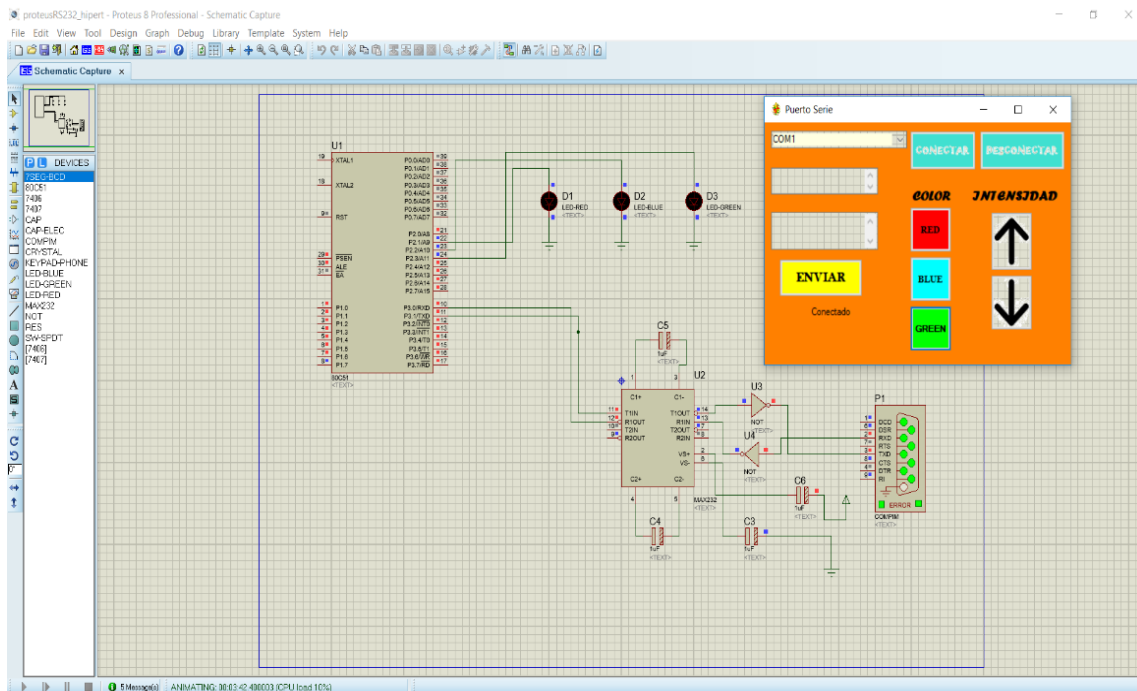


Ilustración 36: Simulación Proteus

Encender todos los leds menos el del medio como se puede observar la Ilustración 37.

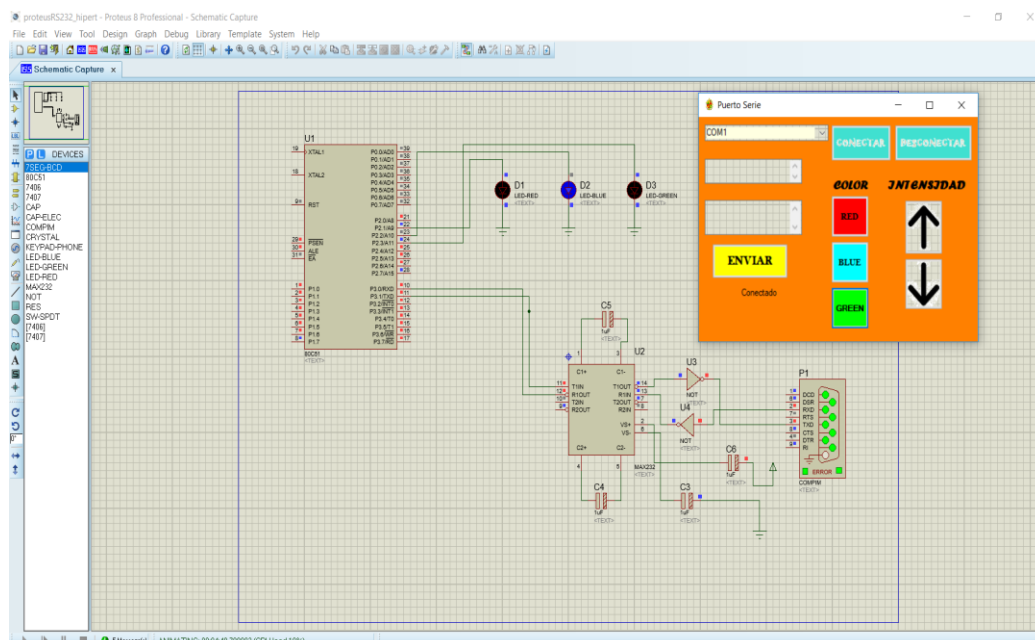


Ilustración 37: Simulación Proteus

1.2. SIMULACIÓN GENERADOR SEÑAL PWM

Para la simulación de este circuito electrónico se ha utilizado como software Orcad 17.2 donde una vez diseñado el esquemático del circuito se puede simular en varios perfiles, en nuestro caso el perfil de simulación se va a editar para ver la señal en el dominio del tiempo y así poder observar el ancho del pulso de la señal PWM.

En esta simulación se ha optado por utilizar un potenciómetro manual debido a la facilidad de implementar el esquemático y cambiar la posición de este para así controlar a través el ancho del pulso.

Para esta simulación se han simulado tres casos diferentes cambiando la posición del potenciómetro al máximo, mínimo y justo en el medio para observar como el ancho de la señal PWM cambia debido a la posición del potenciómetro.

- 1º Caso: posición del potenciómetro al máximo y máximo ancho de la señal PWM como se puede observar en la Ilustración 38 e Ilustración 39.

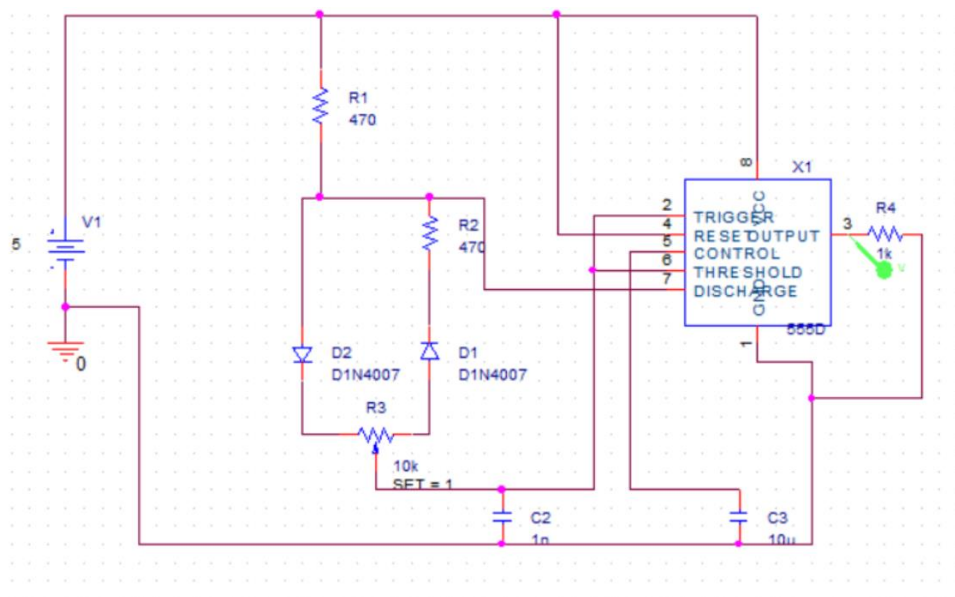


Ilustración 38: Simulación Orcad

ANEXOS

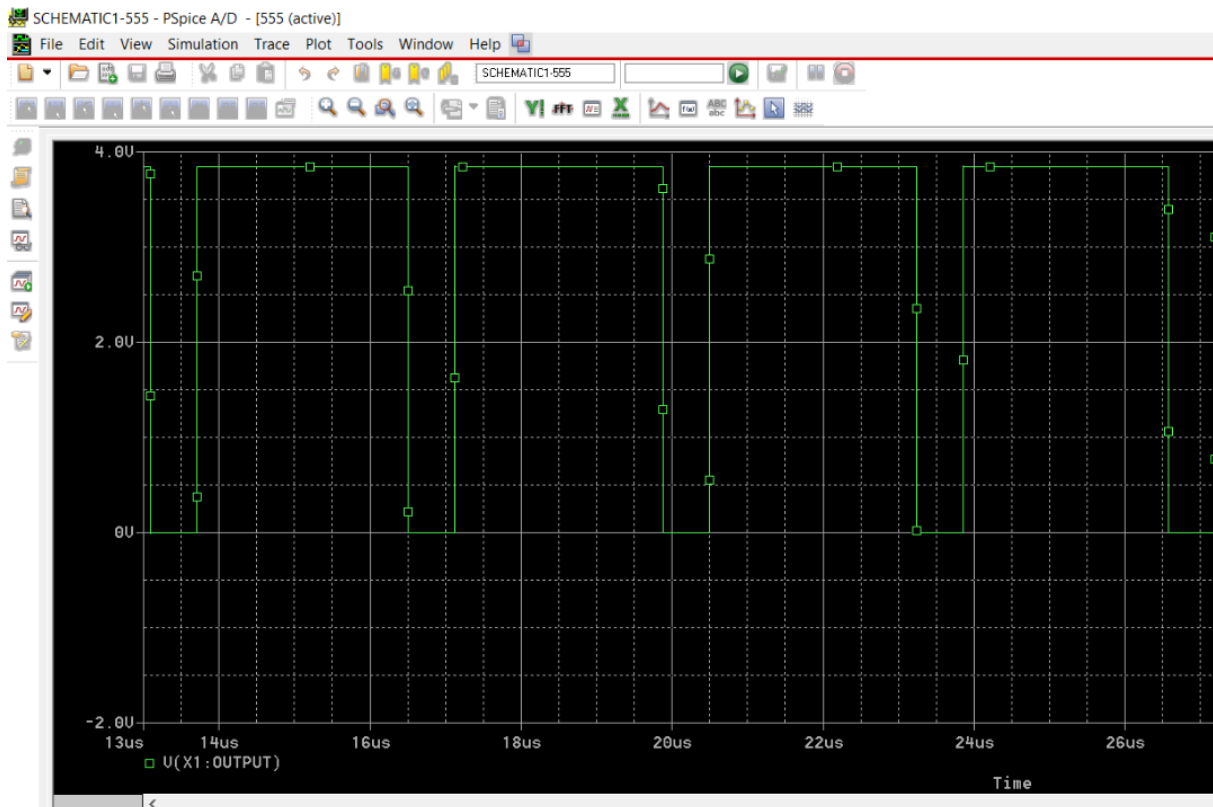


Ilustración 39: Señal PWM Max ancho de pulso

- 2º Caso: posición del potenciómetro al mínimo y mínimo ancho de la señal PWM como se puede observar en la Ilustración 40 e Ilustración 41 .

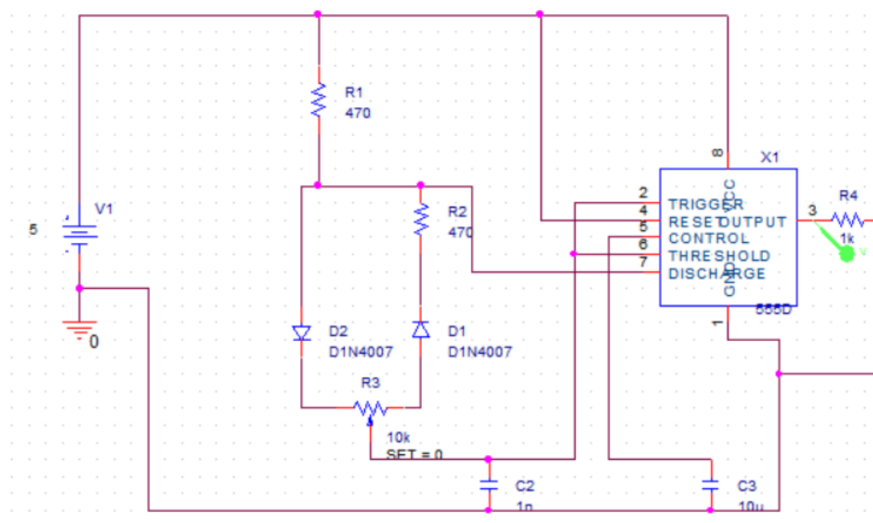


Ilustración 40: Simulación Orcad

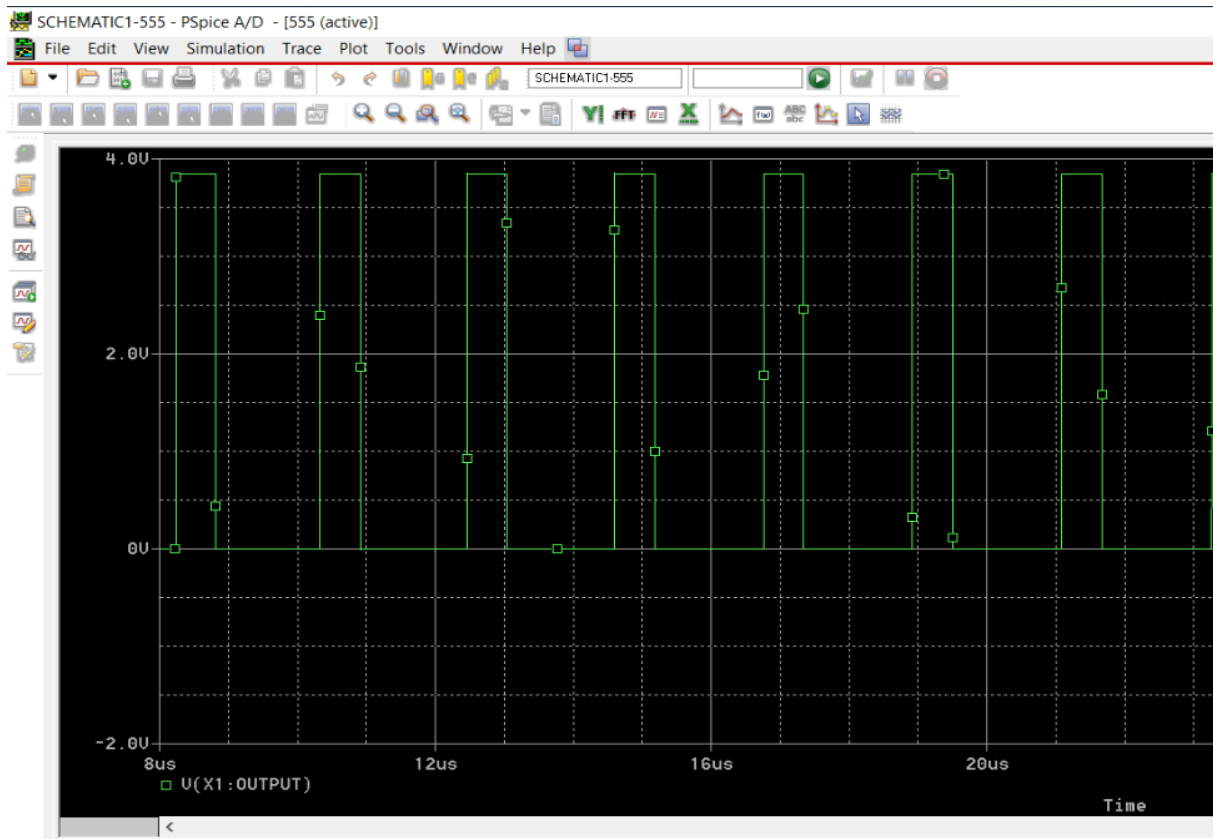


Ilustración 41: Señal PWM MIN ancho de pulso

- 3º Caso: posición del potenciómetro justo en el medio y la mitad del ancho de la señal PWM como se puede observar en la Ilustración 42 e Ilustración 43.

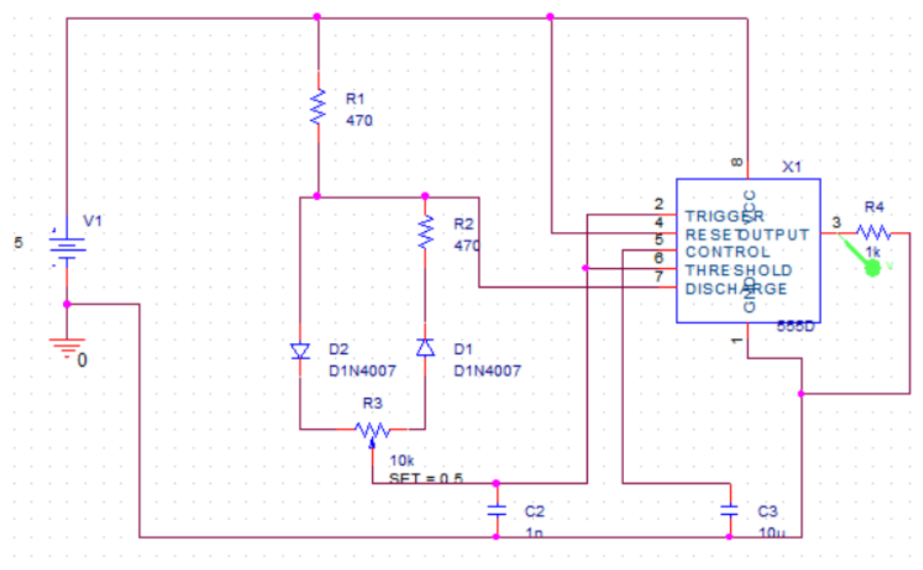


Ilustración 42: Simulación Orcad

PRESUPUESTO

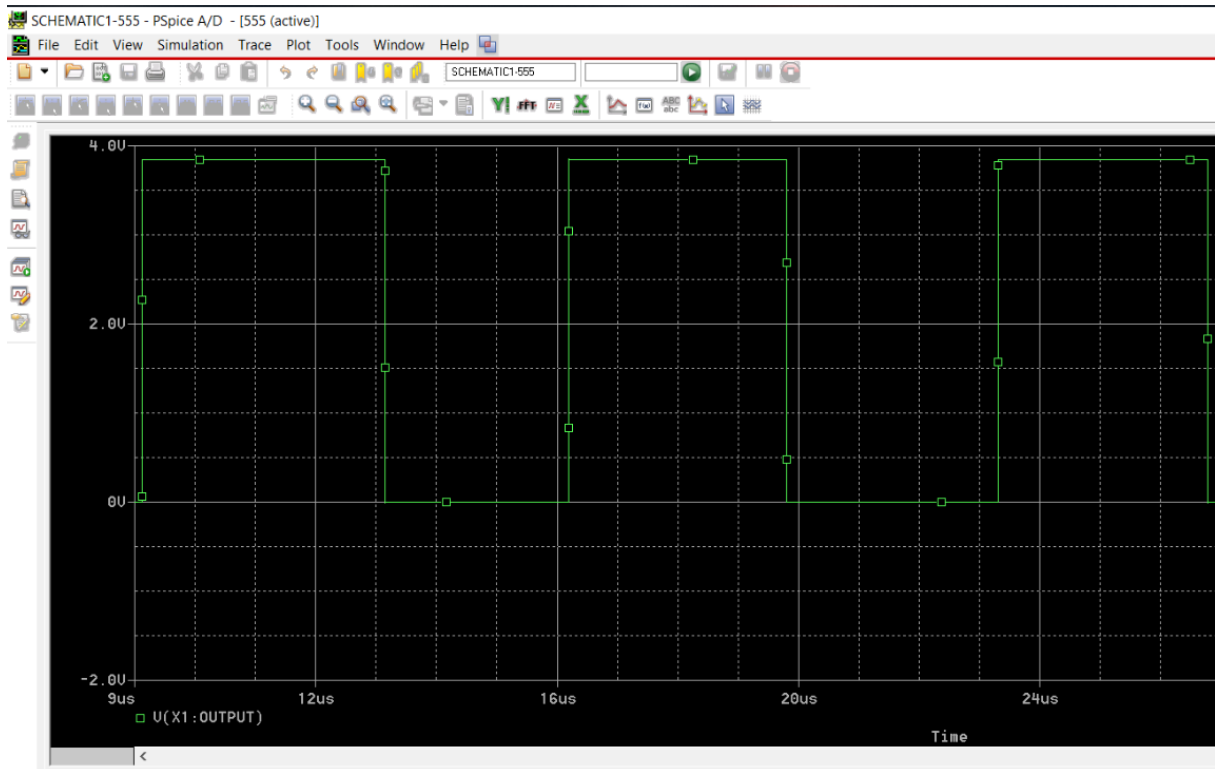


Ilustración 43: Señal PWM mitad del ancho de pulso

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia controlado desde ordenador			
U01	u MAX232 BOARD			
	Descomposición:			
	PS01 1 MAX232	1,000	7,28	7,28
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	7,28	7,28
U02	u PCB GENERADOR PWM			
	Descomposición:			
	PS02 u D1N4007	2,000	0,05	0,10
	PS03 u Resistencia fija	2,000	0,13	0,26
	PS04 u Potenciómetro digital DS1804-10Kohm	1,000	2,19	2,19
	PS05 u LM555	1,000	0,65	0,65
	PS06 u Conector hembra 2 pines paso 2.54mm	3,000	0,27	0,81
	MO01 h Ingeniero Electrónico	3,000	11,00	33,00
	PS13 u Placa Fotorresistente, AB16, Doble Cara, FR4, Grosor del Cobre 35µm, 160 x 100 x 1.6mm	1,000	5,68	5,68
	Total cantidades alzadas	3,00		
		3,00	42,69	128,07
U03	u PCB MICROCONTROLADOR			
	Descomposición:			
	PS08 u Stripboard	1,000	4,35	4,35
	PS09 u MICROCONTROLADOR AT89S52	1,000	2,48	2,48
	PS10 u Conector hembra 8 pines paso 2.54	3,000	2,25	6,75
	PS03 u Resistencia fija	1,000	0,13	0,13
	PS11 u Condensador cerámico 22 pf	2,000	1,16	2,32
	PS12 u Cristal 11.0592 MHz	1,000	0,40	0,40
	PS06 u Conector hembra 2 pines paso 2.54mm	1,000	0,27	0,27
	MO01 h Ingeniero Electrónico	2,000	11,00	22,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	38,70	38,70
U04	u PCB SISTEMA DE ILUMINACIÓN			
	Descomposición:			
	PS13 u Placa Fotorresistente, AB16, Doble Cara, FR4, Grosor del Cobre 35µm, 160 x 100 x 1.6mm	1,000	5,68	5,68
	PS03 u Resistencia fija	3,000	0,13	0,39
	PS10 u Conector hembra 8 pines paso 2.54	1,000	2,25	2,25
	PS14 u MOSFET IRF540	3,000	1,32	3,96
	PS15 u LED Bivar, 4 pines, Montaje en orificio pasante Tri-color, Azul, Verde, Rojo, 45°, Serie Orca R, Super Flux	3,000	3,69	11,07
	MO01 h Ingeniero Electrónico	3,000	11,00	33,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	56,35	56,35
U05	u CONVERTOR USB A RS-232			
	Descomposición:			
	PS16 u Latiguillo Mixto KVM, 100mm, USB macho a RS232 macho, Blanco	1,000	12,19	12,19
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	12,19	12,19
U06	u DISEÑO APLICACIÓN DESDE PC PARA CONTROLAR UN SISTEMA DE VISUALIZACIÓN			
	Descomposición:			
	MO01 h Ingeniero Electrónico	6,000	11,00	66,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	66,00	66,00
	TOTAL 1			308,59
	TOTAL			308,59

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia controlado desde ordenador	308,59	100,00
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	308,59	
	13,00 % Beneficio industrial	40,12	
	Suma	40,12	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	348,71	
	21% IVA	73,23	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	421,94	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

, 26 de junio 2018.

PRESUPUESTO, DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia controlado desde ordenador			
U01	u MAX232 BOARD			
	Descomposición:			
	PS01 1 MAX232	1,000	7,28	7,28
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	7,28	7,28
U02	u PCB GENERADOR PWM			
	Descomposición:			
	PS02 u D1N4007	2,000	0,05	0,10
	PS03 u Resistencia fija	2,000	0,13	0,26
	PS04 u Potenciómetro digital DS1804-10Kohm	1,000	2,19	2,19
	PS05 u LM555	1,000	0,65	0,65
	PS06 u Conector hembra 2 pines paso 2.54mm	3,000	0,27	0,81
	PS13 u Placa Fotorresistente, AB16, Doble Cara, FR4, Grosor del Cobre 35µm, 160 x 100 x 1.6mm	1,000	5,68	5,68
	Total cantidades alzadas	3,00		
		3,00	9,69	29,07
U03	u PCB MICROCONTROLADOR			
	Descomposición:			
	PS08 u Stripboard	1,000	4,35	4,35
	PS09 u MICROCONTROLADOR AT89S52	1,000	2,48	2,48
	PS10 u Conector hembra 8 pines paso 2.54	3,000	2,25	6,75
	PS03 u Resistencia fija	1,000	0,13	0,13
	PS11 u Condensador cerámico 22 pf	2,000	1,16	2,32
	PS12 u Cristal 11.0592 MHz	1,000	0,40	0,40
	PS06 u Conector hembra 2 pines paso 2.54mm	1,000	0,27	0,27
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	16,70	16,70
U04	u PCB SISTEMA DE ILUMINACIÓN			
	Descomposición:			
	PS13 u Placa Fotorresistente, AB16, Doble Cara, FR4, Grosor del Cobre 35µm, 160 x 100 x 1.6mm	1,000	5,68	5,68
	PS03 u Resistencia fija	3,000	0,13	0,39
	PS10 u Conector hembra 8 pines paso 2.54	1,000	2,25	2,25
	PS14 u MOSFET IRF540	3,000	1,32	3,96
	PS15 u LED Bivar, 4 pines, Montaje en orificio pasante Tri-color, Azul, Verde, Rojo, 45°, Serie Orca R, Super Flux	3,000	3,69	11,07
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	23,35	23,35
U05	u CONVERSION USB A RS-232			
	Descomposición:			
	PS16 u Latiguillo Mixto KVM, 100mm, USB macho a RS232 macho, Blanco	1,000	12,19	12,19
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	12,19	12,19
TOTAL 1				88,59
TOTAL				88,59

RESUMEN DE PRESUPUESTO

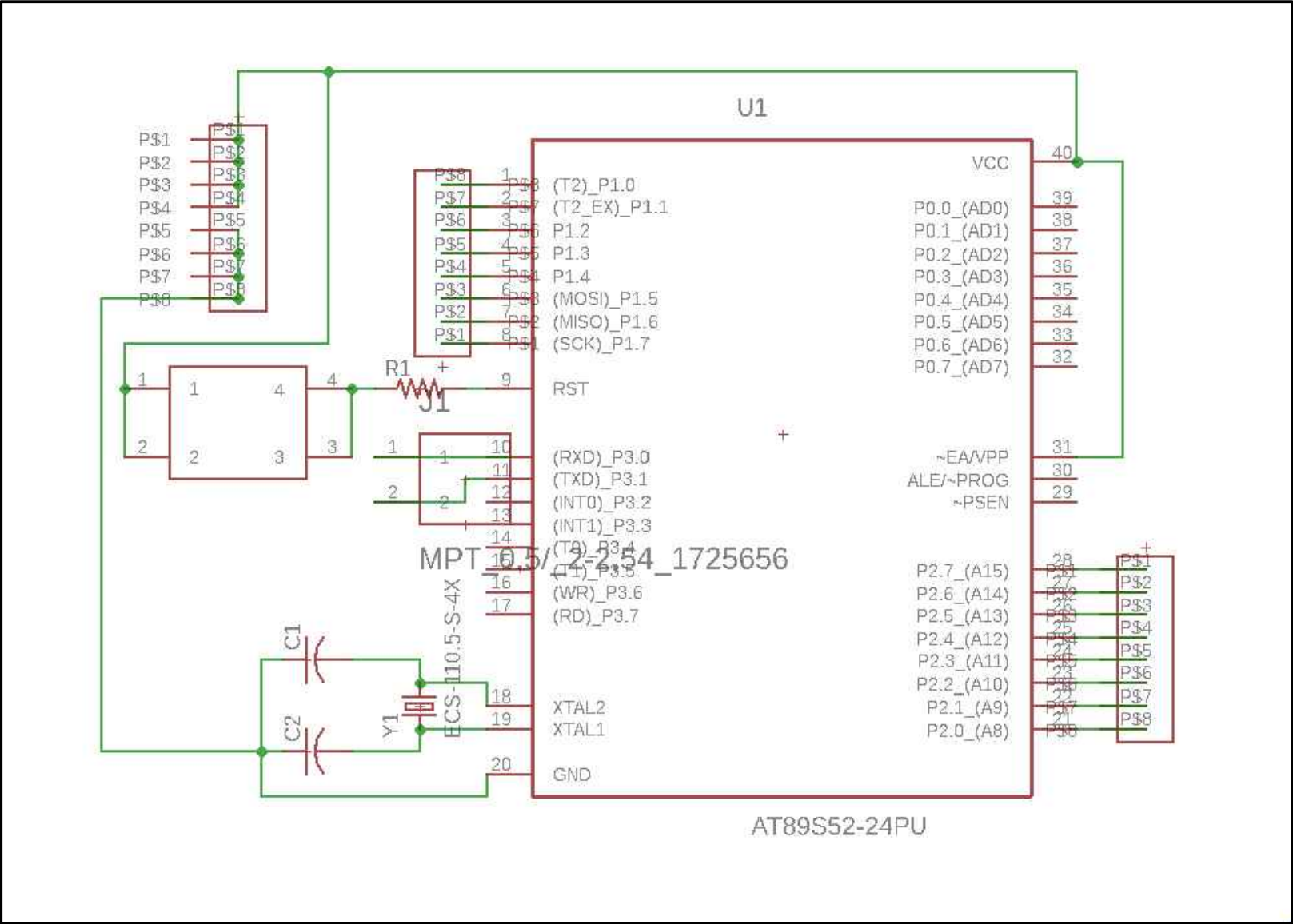
CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia controlado desde ordenador	88,59	100,00
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	88,59	
	21% IVA	18,60	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	107,19	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

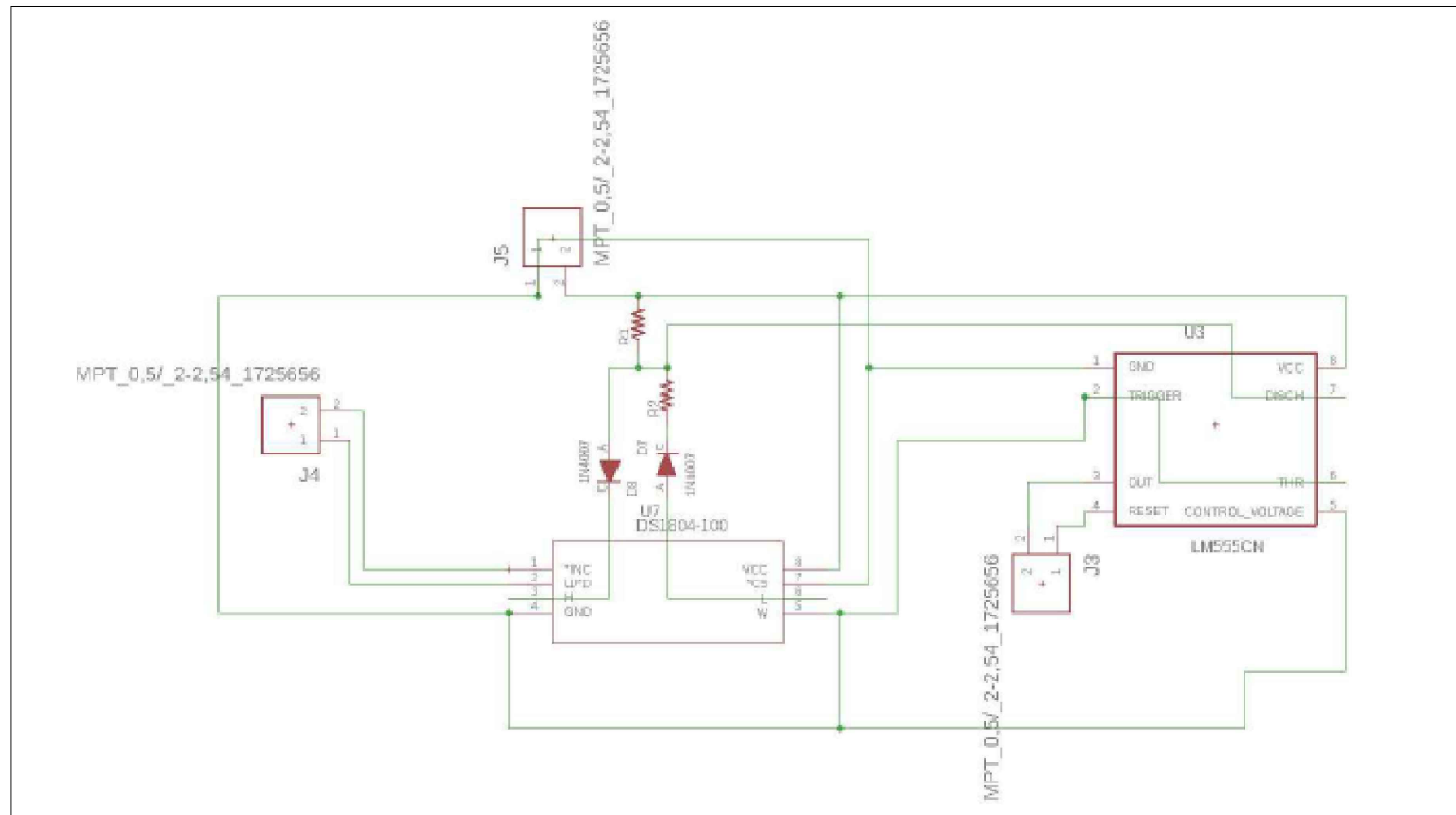
, 26 de junio 2018.

PLANOS

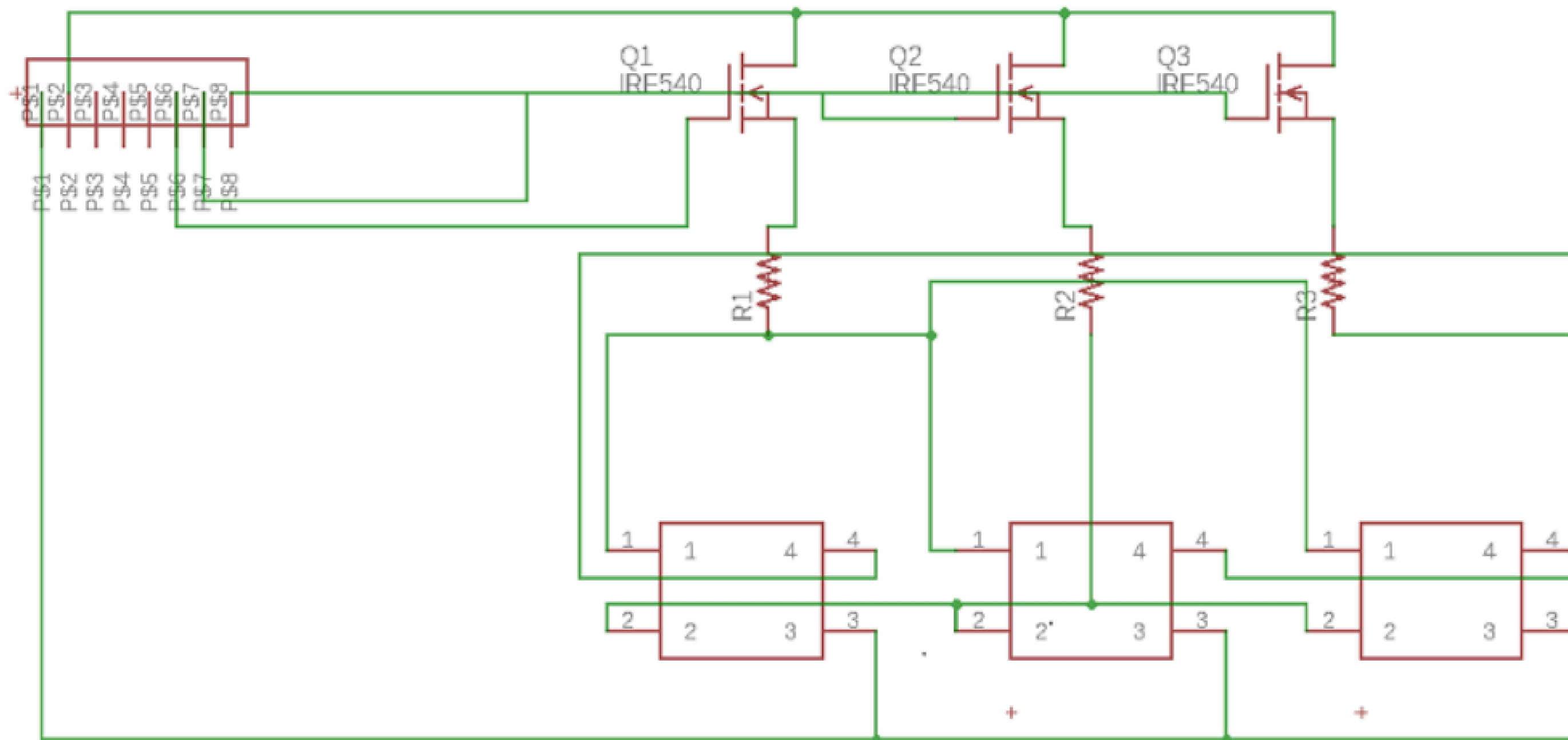
- 1. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA DE CONTROL**
- 2. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA GENERADOR SEÑAL PWM**
- 3. PLANO ESQUEMÁTICO SISTEMA DE ILUMINACIÓN**
- 4. PLANO LAYOUT SISTEMA DE CONTROL**
- 5. PLANO LAYOUT SISTEMA GENERADOR SEÑAL PWM**
- 6. PLANO LAYOUT SISTEMA DE ILUMINACIÓN**



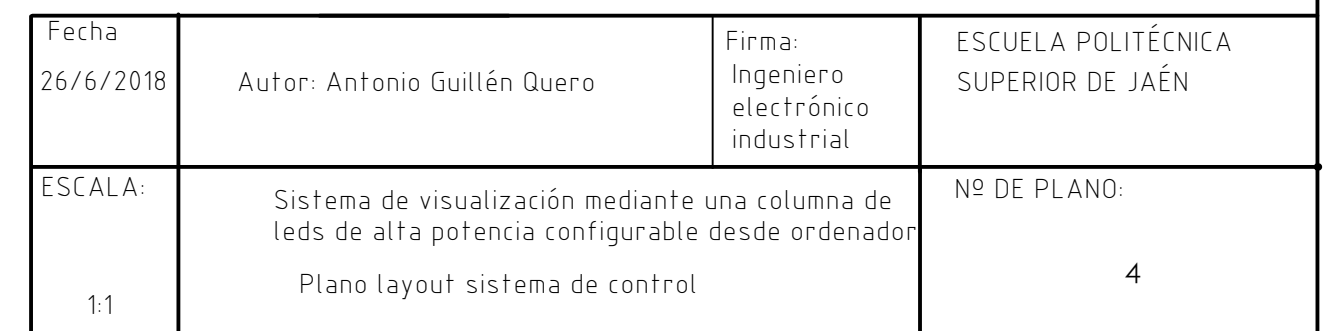
Fecha 26/6/2018	Autor: Antonio Guillén Quero	Firma: Ingeniero electrónico industrial	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
ESCALA: 1:1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia configurable desde ordenador Plano esquemático sistema de control	Nº DE PLANO: 1	

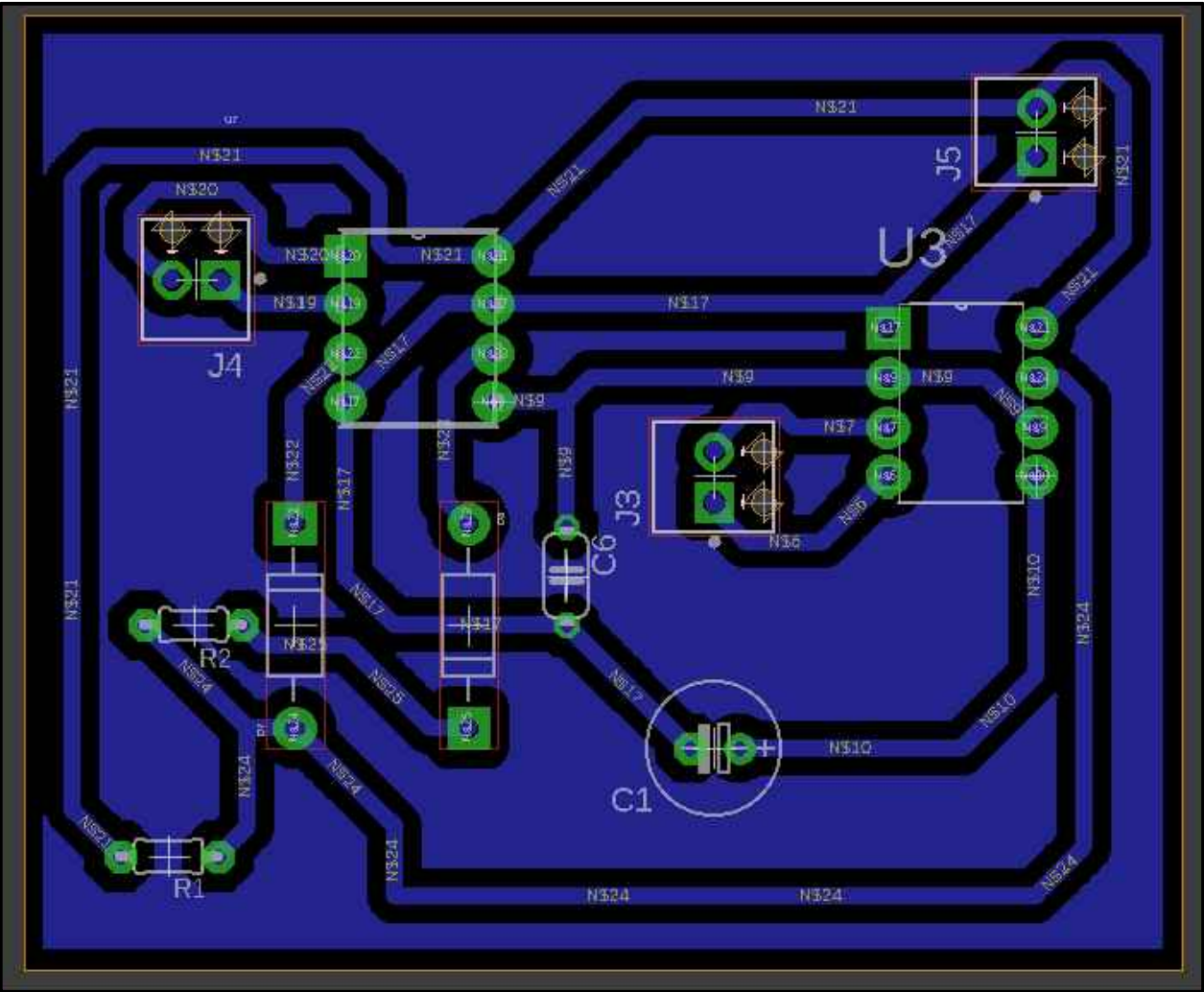


Fecha 26/6/2018	Autor: Antonio Guillén Quero	Firma: Ingeniero electrónico industrial	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
ESCALA: 1:1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia configurable desde ordenador Plano esquemático sistema generador de PWM		Nº DE PLANO: 2

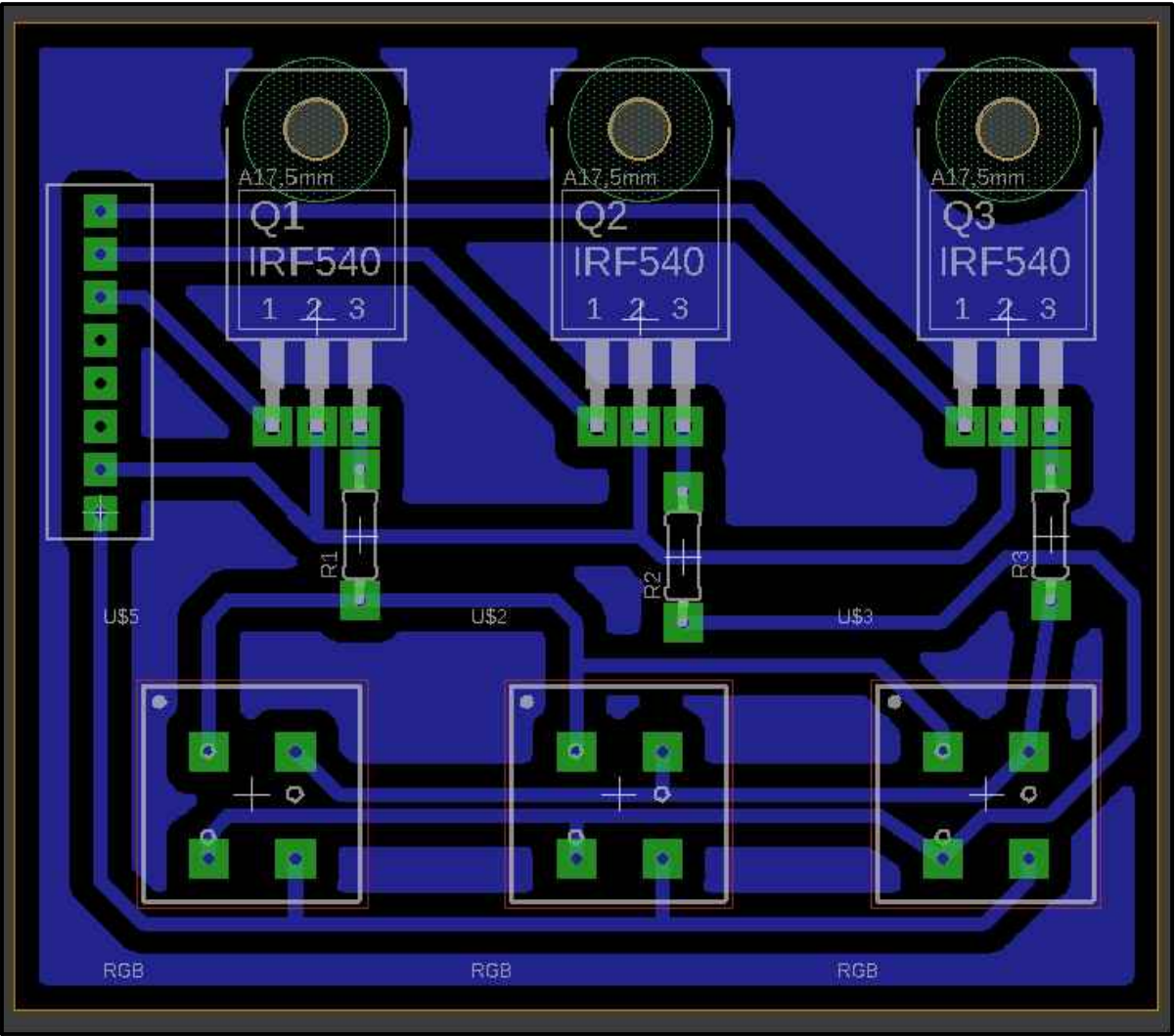


Fecha 26/6/2018	Autor: Antonio Guillén Quero	Firma: Ingeniero electrónico industrial	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
ESCALA: 1:1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia configurable desde ordenador Plano esquemático Sistema de iluminación		Nº DE PLANO: 3





Fecha 26/6/2018	Autor: Antonio Guillén Quero	Firma: Ingeniero electrónico industrial	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
ESCALA: 1:1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia configurable desde ordenador Plano layout sistema generador de PWM	Nº DE PLANO: 5	



Fecha 26/6/2018	Autor: Antonio Guillén Quero	Firma: Ingeniero electrónico industrial	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
ESCALA: 1:1	Sistema de visualización mediante una columna de leds de alta potencia configurable desde ordenador Plano layout Sistema de iluminación		Nº DE PLANO: 6