



UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
LABORATORIO ELECTRÓNICA INDUSTRIAL I

LUIS LEONARDO RIVERA ABAÚNZA
SEBASTIÁN CASTELLANOS

SEMÁFORO SEMICONTROLADO UTILIZANDO TRIACS Y OPTO ACOPLADORES

RESUMEN : En la electrónica una de las más importantes e interesantes áreas con una amplia difusión hoy día es la automatización y el control no sólo porque en el presente tiene una aplicación en casi todos los campos sino porque permite crear una cantidad ilimitada de modelos al igual que una inmensa variedad de aplicaciones prácticas. Se puede utilizar en el hogar, en el colegio, en la industria, en el comercio, en la investigación, en fin, en todos los campos del conocimiento y del quehacer humano puede haber una aplicación de la automatización y el control.

Además de ello nos permite esta práctica acercarnos a los problemas de la vida real en los cuales se aplican los elementos de potencia para el control que hemos visto en clase y se vinculan con etapas de lógica o etapas digitales anteriores lo que nos lleva a utilizar acoplamientos que protejan estas etapas pero nos permitan trabajar con potencia..

ABSTRACT: *One of most important and interesting areas with wide diffusion on electronics at today is automation and control because of its applications in almost all fields of technology and daily life, in addition, its unlimited capability for creating models and practical applications. It is possible to apply it at home, industry, business, school, research, finally, at the whole human knowledge.*

Besides, we can on through this practice get closer to the real life issues in which we use all the elements and tools that we have learned at class and vinculate previous logic or digital stages with next power stages using

adequated coupling elements to protect them all.

Palabras clave: TRIAC, opto acoplador, BT136, DIAC.

OBJETIVOS

- Desarrollar un proyecto de la vida real con aplicación útil que funcione inteligentemente y se pueda reprogramar.
- Mediante el uso de pocos recursos económicos y de hardware lograr cumplir con el primer objetivo de manera eficaz y eficiente.
- Aplicar elementos de potencia y elaborar los cálculos de diseño para poder seleccionar los componentes más idóneos para su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

Muchos sistemas digitales controlan a otros sistemas o realizan funciones de control tales que deben ser interconectados a una etapa de manejo de potencia, con base en TIRISTORES (triacs, SCR, etc.) para actuar sobre cargas resistivas o inductivas en sistemas de iluminación, o en procesos industriales o en control de velocidad de motores, entre otros.

El manejo de potencia, es decir la manipulación de altas corrientes, de hasta varios centenares de amperios, implica el tener consideraciones de seguridad eléctrica para los operarios y de protección para el sistema digital.

Es deseable que la interconexión entre ambas etapas (la digital y la de potencia) se haga por un medio de acoplamiento que permita aislar eléctricamente los dos sistemas. Esto se puede lograr con los dispositivos llamados OPTOACOPLADORES, mediante los cuales se obtiene un acoplamiento óptico y, al mismo tiempo, un aislamiento eléctrico. Por ello también se les conoce como OPTO AISLADORES. El acoplamiento se efectúa en el rango del espectro infra-rojo a partir de dispositivos emisores de luz, usualmente IRED (infra-rojo) LEDs (diodos emisores de luz), actuando como emisores y utilizando dispositivos detectores de luz (opto detectores), actuando como receptores.

La razón fundamental para llevar a cabo acoplamiento óptico y aislamiento eléctrico es por protección de la etapa o sistema digital ya que si ocurre un corto en la etapa de potencia, o cualquier otro tipo de anomalía eléctrica, el OPTOACOPLADOR protege toda la circuitería digital de control. El sistema digital puede variar entre un sistema discreto o un sistema de mayor integración (en escalas SSI, MSI, VLI o VLSI) o un sistema integrado programable a nivel de memorias (EPROM o EEPROM) o a nivel de dispositivos programables "inteligentes" (microprocesadores, microcontroladores, dispositivos lógicos programables, arreglos lógicos programables, controladores lógicos programables o computadores).

CONDICIONES DE DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO

Antes de entrar en la etapa de diseño tuvimos en cuenta que nuestro proyecto cumpliera con las siguientes especificaciones:

- Debe estar alimentado de la red eléctrica.
- Reprogramable.
- Deberá soportar condiciones de uso real, como voltaje de la red y temporizaciones.
- Se deberán usar lámparas de potencia y los dispositivos necesarios para operar esta parte del circuito, ya sean

tiristores, TRIAC's o cualquier otro elemento adecuado.

- Los tiempos deben ser reales.
- El circuito de control y lógica debe ser eficiente, sencillo de programar, de fácil consecución sus elementos y económico.
- El diseño del programa debe ser eficiente y utilizar conceptos planteados en la teoría. Además debe tener se en cuenta el uso de memoria.
- El lenguaje a utilizar debe permitir hacer ajustes fáciles al código en cualquier etapa del proyecto.
- La alimentación de este circuito de control se debe obtener también de la red.

MÉTODO DE DISEÑO

Al comenzar a trabajar en el proyecto lo primordial fue definir el proyecto, luego los materiales a utilizar y después el lenguaje a utilizar para programar el PIC.

Después de tener definido el proyecto, nuestros siguientes pasos fueron los siguientes:

- a. Definir el tipo de semáforo a diseñar: peatonal, doble salida, sencillo. Esto con el fin de definir los elementos necesarios para su construcción.
- b. Escoger el tipo de TRIAC's y opto acopladores a emplear, teniendo en cuenta la corriente y el modo de operación, si transistorizados o con DIAC.
- c. Elegir entre los diferentes tipos de MOC30XX el que se adaptase a las condiciones de diseño nuestras.
- d. Elegir los reguladores, puente o zéner a utilizar para proporcionar Vcc al micro y al circuito de la lógica.
- e. Escogimos entonces el PIC, que no es otro más que el que utilizamos durante el semestre en las diferentes aplicaciones.
- f. Definimos el lenguaje a utilizar para el proyecto.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN

- a. Escogimos un semáforo para vehículos sencillo de un solo sentido (aunque en la programación se dejó la posibilidad de habilitar otro desde el mismo PIC en sentido contrario), por la facilidad del diseño y por el costo de los materiales. También, con el fin de dejar el semáforo como elemento de educación para los niños de un preescolar de la ciudad se pensó que era más viable hacerlo lo más simple posible sin obviar nada de los componentes electrónicos tanto de control como de programación.
- b. Se escogió el TRIAC BT136 por su capacidad de soportar niveles altos de tensión (hasta 600V) y una corriente considerable (4 A) ya que deben ir conectados directamente a la red. Se decidió utilizar un opto acoplador con detector de cruce por cero para hacer la transición entre estados menos brusca.

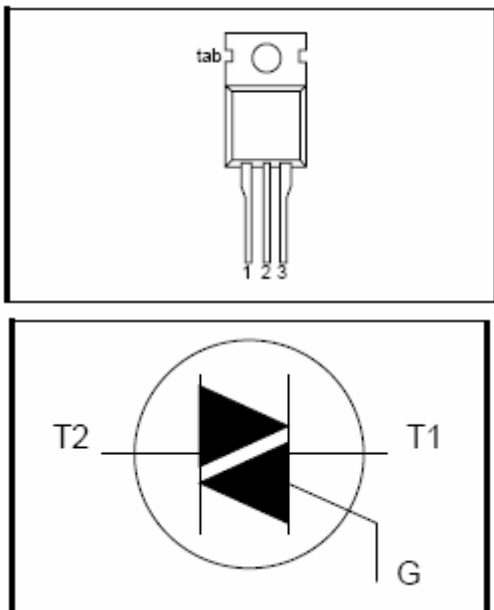


FIGURA 1. TRIAC utilizado en el proyecto (BT136) y distribución de pines.

- c. Se utilizó el MOC3041 además de porque tiene una capacidad de soportar el voltaje AC hasta 115V, lo cual es suficiente para nuestra aplicación, sino por su detector de cruce por cero y su configuración con

snubber (aunque este no fue necesario de utilizar al final) para recortar los picos de corriente y proteger el circuito de control del de potencia.

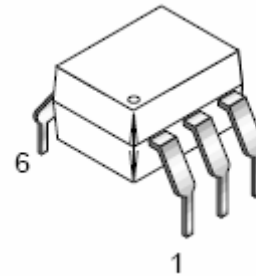


FIGURA 2. Presentación del encapsulado del MOC3041 con detector de cruce por cero.

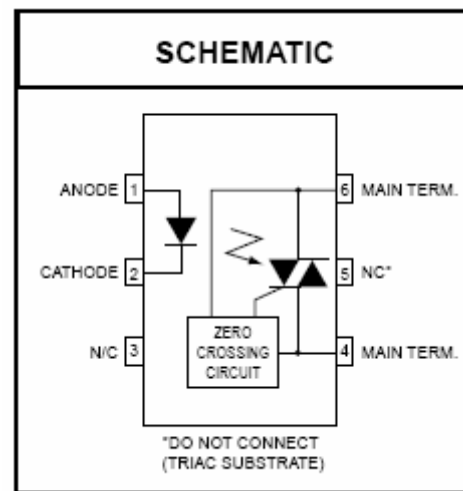


FIGURA 3. Distribución interna de componentes y asignación de pines del MOC3041.

- d. Elegimos una configuración de fuente con un puente de potencia y luego sólo con un diodo zéner y una resistencia de potencia para brindarnos el Vcc para el PIC. Esto lo hicimos utilizando los siguientes cálculos y teniendo en cuenta que el rizado era mínimo, lo cual no afectaba la operación del micro:

$$R = \frac{(V_{in} - V_{sal})}{I_{total} + I_{zener}}$$

$$R = \frac{(170 - 5.1)}{14mA + 5mA}$$

$$R = 8678.94\Omega$$

$$Potencia \Rightarrow P = I^2 * R$$

$$P = (19mA)^2 * 8678.94$$

$$P = 3.2W$$

- e. La corriente del circuito de control la medimos utilizando una fuente normal y aplicamos las fórmulas del zéner. Utilizamos un zéner de 5.1. y una resistencia de potencia de 8.2K y 5W, para asegurarnos.
- f. Utilizamos el PIC 16F877A no sólo porque es el de más fácil consecución y mejor precio sino porque es el que presenta las mejores prestaciones dentro de su rango.

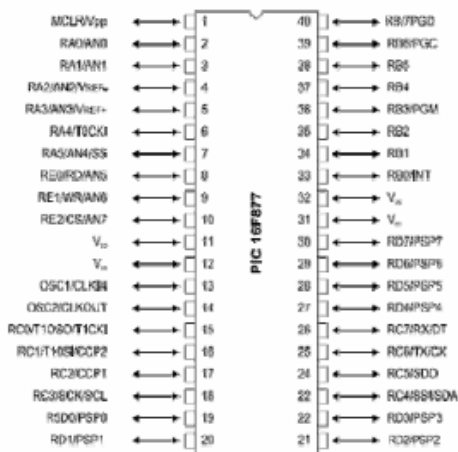
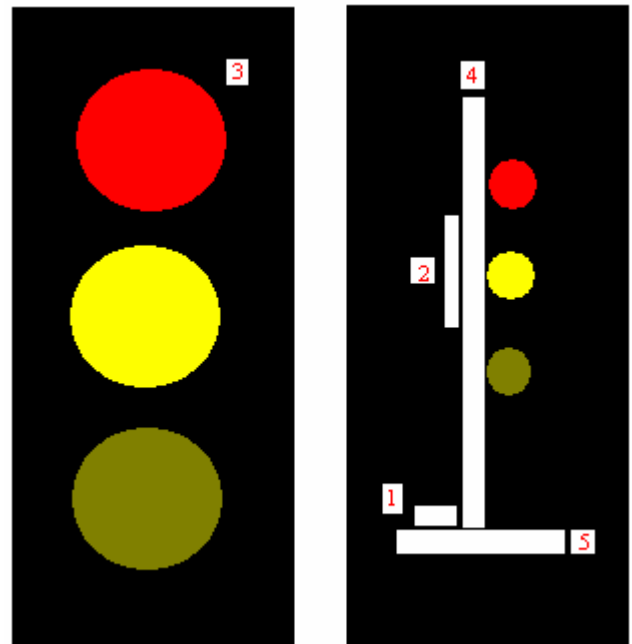


Figura 4. PIC 16f877A.

- g. Por último, la elección del lenguaje a utilizar para programar el PIC, fue crítica puesto que en la materia hemos venido trabajando en lenguaje C y es muy fácil trabajar con él por su alto

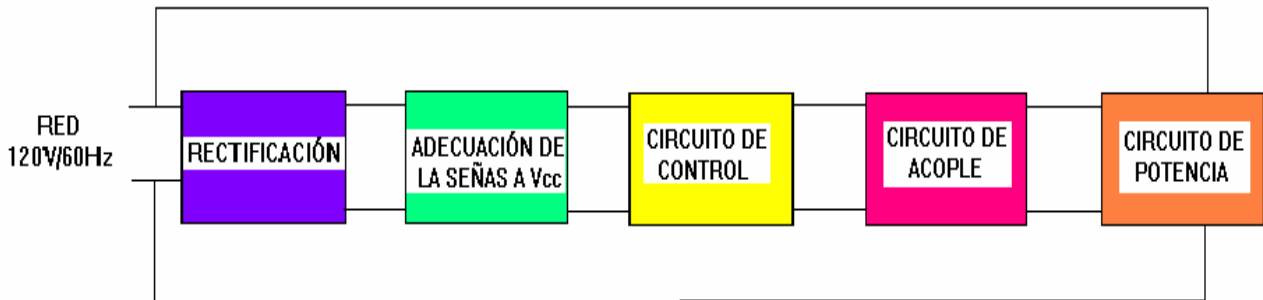
nivel. Sin embargo, como debíamos estar haciendo modificaciones constantes sobre las temporizaciones y otras variables del programa, optamos por el ASSEMBLER que nos permite acceder más fácilmente a estas.

DIAGRAMA SEMÁFORO



1. PIC 16F877A, BT136 (TRIAC), MOC3041 (opto acoplador).
2. Puente de potencia, resistencia de potencia, zéner 5.1., regleta.
3. Lámparas de 120V/100W.
4. Asta central.
5. Soporte y anclaje.

DIAGRAMA DE BLOQUES



CONCLUSIONES

- Siempre que se vaya a interconectar un sistema digital cualquiera a un sistema de potencia, es necesario hacer un adecuado acoplamiento, para garantizar un aislamiento eléctrico. De no hacerlo se corren enormes riesgos que se traducirán en problemas de seguridad eléctrica, daños costosos en los sistemas de control digitales y perjuicios al proceso de producción sobre el cual se está operando.
- El análisis y perfecta medición de los parámetros de potencia fue de vital importancia para el diseño de la fuente zéner y para la protección del circuito de control, aunque el opto acoplador asume esa función.
- El opto acoplador es un dispositivo relativamente simple, muy fácil de usar, con una amplia variedad de tipos de acoplamiento y de muy bajo costo. Por ello lo más sensato es utilizarlo cuando se va a controlar potencia.
- Nos queda con marcado interés la conclusión casi obvia de tener en cuenta los imprevistos a la hora de realizar cualquier montaje pues, aunque la electrónica digital es en sí bastante precisa al contrario de la analógica, siempre hay inconvenientes y retrasos, generalmente debidos al factor humano.
- También como en estos proyectos se combinan factores analógicos, mecánicos y digitales, esta confluencia hace aún más crítico el tiempo de preparación de los proyectos. Por ejemplo para el presente la falla en un TRIAC y un MOC y su no tan fácil consecución en Ibagué para reponerlos.
- Por último, al ir desarrollando el proyecto nos dimos cuenta de que hay muchísimas aproximaciones a un mismo problema y que es necesario tener en cuenta sobre todos dos aspectos: mínimo número de componentes y costos. Teniendo en cuenta estos factores se puede llevar a cabo un trabajo eficiente, sin tener en cuenta estos ítems se puede llevar a cabo un trabajo sólo eficaz. También en el presente proyecto se tuvo muy en cuenta la accesibilidad al programa para realizar cambios rápidos en las temporizaciones.

ANEXO 1. PROGRAMA EN ASSEMBLER

```
*****
;
;*
;* SEMÁFORO SEMICONTROLADO CON PICF877A Y TRIACS PARA LA ETAPA DE POTENCIA *
;* LUIS LEONARDO RIVERA ABAUNZA *
;* SEBASTIÁN CASTELLÁNOS *
;*
;*
;*
;*
;* MICRO: PIC 16F877A *
;* OSCILADOR: 4 MHz *
;*
*****
;
;
;
;
; LIST p=16F877A
; #INCLUDE "p16F877A.inc"
;
; _CONFIG 3F71
;
; ERRORLEVEL -302
;
; ***** DECLARACIÓN DE VARIABLES *****
;
; CBLOCK 20
;
; ENDC
;
;
; PORTA EQU 0x05
; PORTE EQU 0x09
; STATUS EQU 0x03
; TIEMPO1 EQU 0x20
; TIEMPO2 EQU 0x21
; TIEMPO3 EQU 0x22
; TIEMPO4 EQU 0x23
;
;
; ORG 00 ; VECTOR DE RESET
; GOTO INICIO
; ORG 05 ; DÓNDE SE COMIENZA A ENSAMBLAR
;
; *****
;
;
; MACROS Y PROCEDIMIENTOS
;
; *****
;
; RETARDO1 ; RETARDO DE 20s
; MOVLW D'2' ; 20s =( 3*2*150*150*150)*1us
; MOVWF TIEMPO4
;
; CUATRO
; MOVLW D'150'
; MOVWF TIEMPO3
;
; TRES
; MOVLW D'150'
; MOVWF TIEMPO2
;
; DOS
; MOVLW D'150'
```

```

MOVWF    TIEMPO1

UNO
DECFSZ   TIEMPO1,1
GOTO     UNO
DECFSZ   TIEMPO2,1
GOTO     DOS
DECFSZ   TIEMPO3,1
GOTO     TRES
DECFSZ   TIEMPO4,1
GOTO     CUATRO
RETURN

```

```

RETARDO2                                ; RETARDO DE 4s
MOVLW    D'153'                          ; 4s = (3*153*49*170)*1us
MOVWF    TIEMPO3

```

```

TRES1
MOVLW    D'49'
MOVWF    TIEMPO2

```

```

DOS1
MOVLW    D'170'
MOVWF    TIEMPO1

```

```

UNO1
DECFSZ   TIEMPO1,1
GOTO     UNO1
DECFSZ   TIEMPO2,1
GOTO     DOS1
DECFSZ   TIEMPO3,1
GOTO     TRES1
RETURN

```

```

;*****
;
;*
;
;*
;
;*
;
;*****
;
;
;
;
;
;

```

PROGRAMA PRINCIPAL

INICIO

```

BSF      STATUS,5
MOVLW    B'00000110'
MOVLW    B'00000000'
MOVWF    PORTA
MOVLW    B'00000000'
MOVWF    PORTE
BCF      STATUS,5

```

```

T1
MOVLW    B'00000001'
MOVWF    PORTA
MOVLW    B'11111110'
MOVWF    PORTE
CALL     RETARDO1

```

```

T2
MOVLW    B'00000010'

```

```
MOVWF    PORTA
MOVLW    B'11111101'
MOVWF    PORTE
CALL     RETARDO2
```

T3

```
MOVLW    B'00000100'
MOVWF    PORTA
MOVLW    B'11111011'
MOVWF    PORTE
CALL     RETARDO1
```

T4

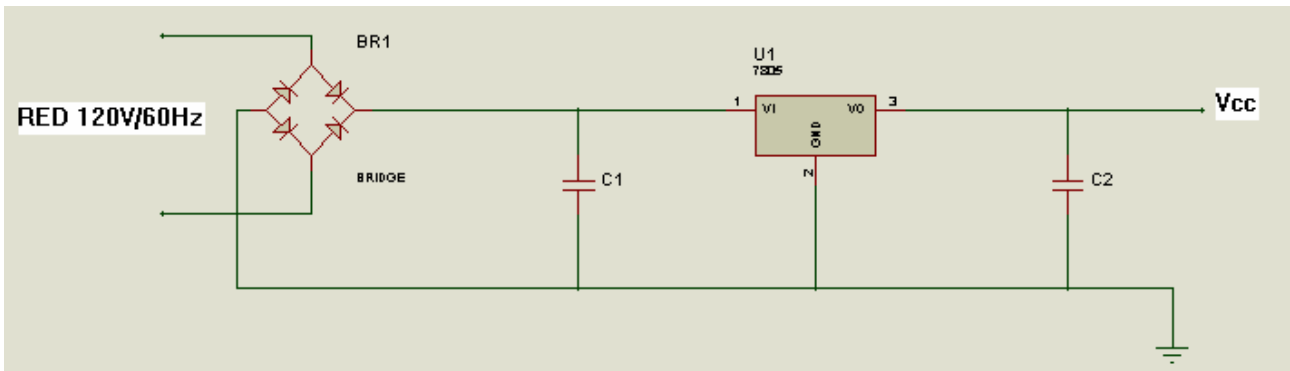
```
MOVLW    B'00000010'
MOVWF    PORTA
MOVLW    B'11111101'
MOVWF    PORTE
CALL     RETARDO2
GOTO     T1
END
```

;

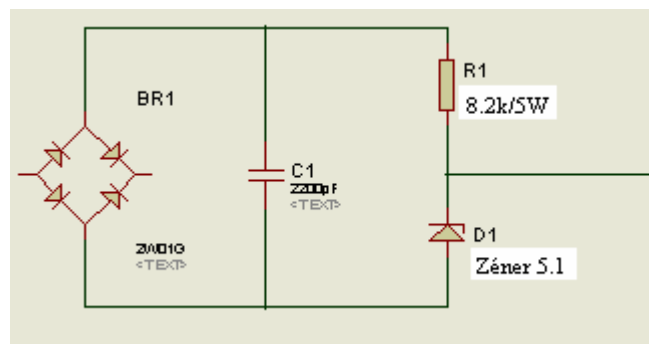
END

ANEXO 2. CIRCUITOS MONTADOS

CIRCUITO DE RECTIFICACIÓN Y ADECUACIÓN DE LA SEÑAL (REGULACIÓN)

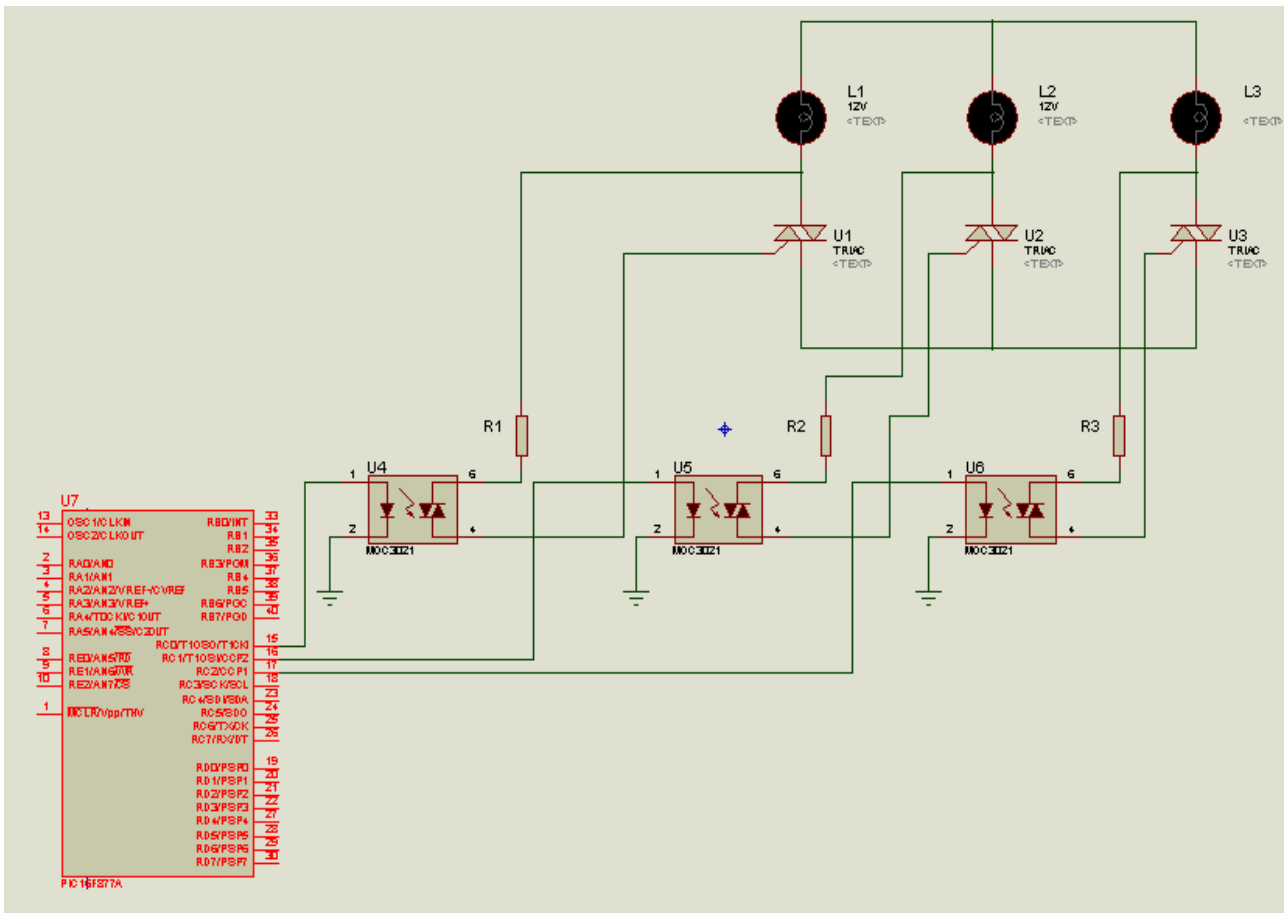


En este circuito luego se prescindió del LM7805 y se ubicó en su lugar un zéner y una resistencia de potencia que proveían el Vcc del micro sin importar el rizo que era de 0.05% (Tolerable). El circuito que montamos finalmente quedó de la siguiente manera:

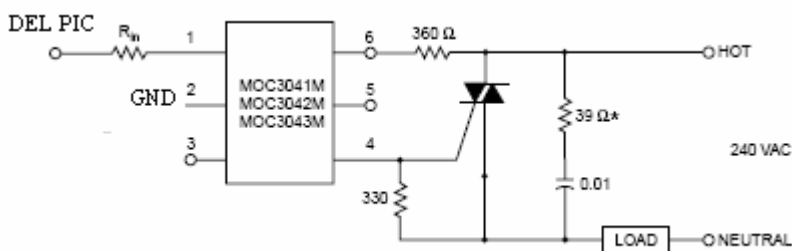


Zéner usado.

CIRCUITOS DE CONTROL, ACOPLE Y POTENCIA



Los pines de salida del PIC fueron 2 (RA0), 3(RA1) y 4(RA2).



$$R_{in} = V \text{ del PIC} / I_{MOC}$$

Tanto el voltaje que sale del PIC como la corriente del MOC, se obtuvieron de los parámetros del DATASHEET de cada uno.

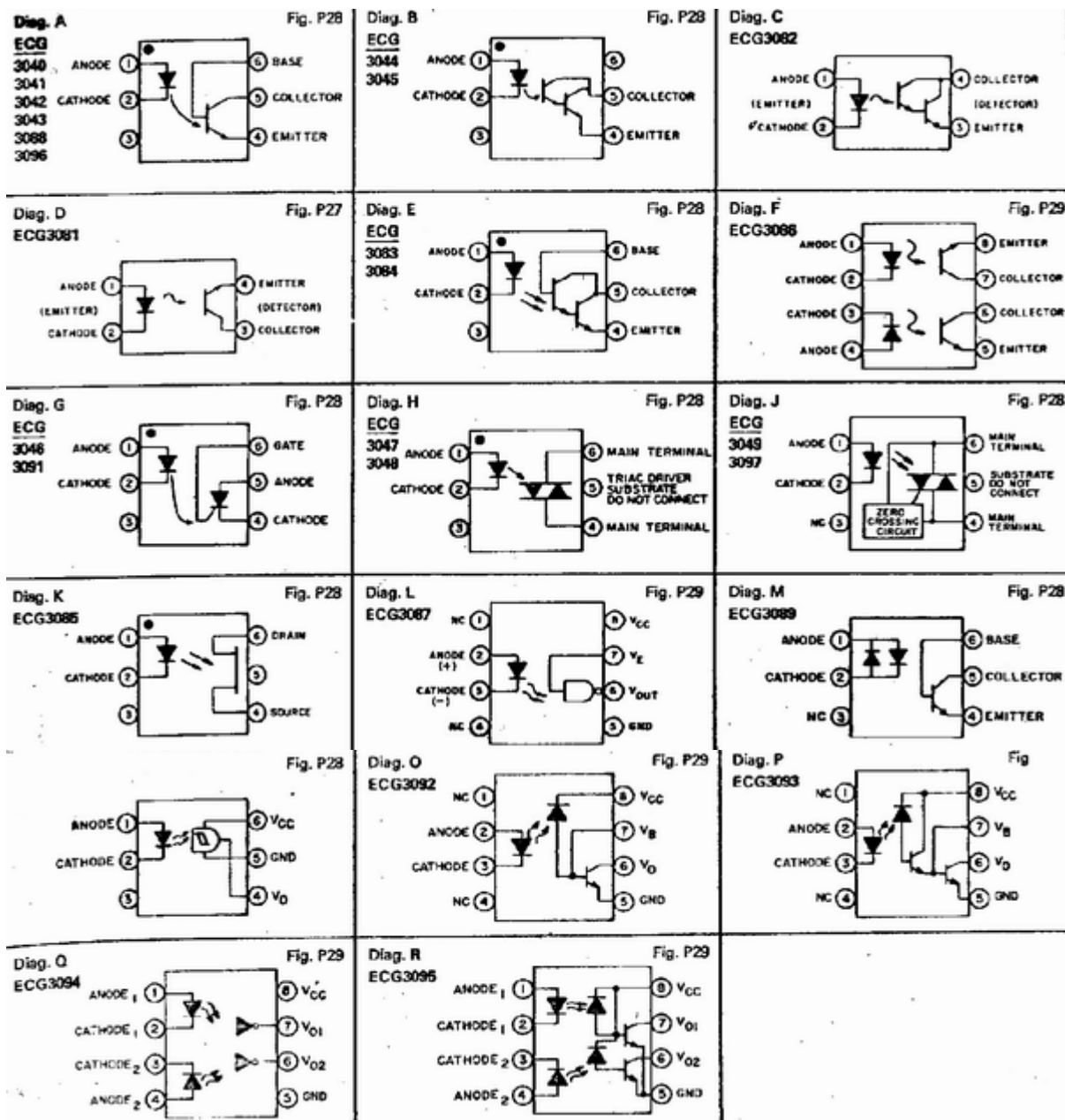
$$R_{in} = 5V / 15mA$$

$$R_{in} = 330 \text{ Ohmios}$$

Las demás resistencias y componentes del circuito se eligieron teniendo en cuenta las brindadas por los DATASHEET de los diferentes dispositivos.

ANEXO 3. OPTO ACOPLADORES

Vemos algunos dispositivos OPTO AISLADORES, extraídos del manual de reemplazos ECG (para dispositivos semiconductores), en donde se pueden apreciar varios tipos de elementos de OPTOACOPLAMIENTO: por fototransistor, fotodarlington, fotoSCR, fotoTRIAC, fotoFET, etc. Todos ellos se estudian en la teoría de la opto electrónica con dispositivos semiconductores basados en Silicio (Si) o Germanio (Ge).



ANEXO 4. BIBLIOGRAFÍA

* Boylestad Robert y Nashelsky Louis. **Electrónica. Teoría de Circuitos.** Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1998.

* **Manual de reemplazos ECG.** Silvania, USA, 2000

* Acoplamiento óptico. Ing. Nelson Rúa Ceballos. Decano de las tecnologías en Electrónica y en Mantenimiento de equipo biomédico.

* nelsonrua@itm.edu.co

* www.MONOGRAFIAS.COM

