

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO ESTATAL  
NUEVA ESPERANZA**

**PROYECTO DE INVESTIGACION TECNOLOGICA**

***"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN HORNO  
REACTIVADOR, UTILIZADO PARA LA FABRICACIÓN DE  
ZAPATOS EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO"***

**AUTORES:**

Ing. Saúl Linares Vértiz

**TRUJILLO – PERÚ  
2015**

## INDICE

Introducción	4
Marco Teórico	5
¿Qué es un horno eléctrico?	5
El Horno Reactivador	5
Microcontroladores	6
El LCD	15
El Triac	18
El Optoacoplador	20
El Regulador 7805	22
Sensor de Temperatura LM35	23
El Transistor	25
Análisis del Proyecto	27
Desarrollo del Proyecto	28
Diagrama de Bloques del Circuito	28
Diagrama Esquemático del Circuito	28
Funcionamiento del Circuito	29
Selección de Materiales	30
Diseño e Implementación del Circuito	33
Prueba de Funcionamiento y Detección de Fallas	34
Propuesta Económica	39
Conclusiones y Recomendaciones	41
Bibliografía	42
Anexos	43
Diagrama de Flujo del Programa para el PIC 16F877A	43
Programa para el PIC 16F877A	44

## I. INTRODUCCION

La industria del calzado actualmente pasa por un auge ya que se requiere a nivel mundial de este producto, nuestro país no es la excepción pues como pasamos por un crecimiento económico nuestra población adquiere estos productos en mayor frecuencia que antes.

En Trujillo se desarrolla con gran prosperidad la industria del calzado por lo que hoy en día existe un gran número de medianas y micro empresas que se dedican a la elaboración de calzado razón por la que se necesitan de maquinas que les ayuden en el avance de la producción, como por ejemplo hornos para el secado del pegamento ya que esta parte del proceso es la que mas tarda, pero por desgracia en el mercado local es muy difícil de encontrar estos hornos, Por eso proponemos el diseño de un prototipo con las características similares a las de un horno reactivador y con otras funciones que el usuario necesite.

Este proyecto va tener la función de secar el pegamento en un tiempo determinado que va ser controlado a través de un control automático que dispondrá el horno, en algunas productoras de zapatos utilizan otra forma de secado como por ejemplo mecheros, velas, con el cual se requiere más tiempo para el secado, estas formas no proporcionan el calor suficiente por lo que se tenía un pegado imperfecto y en algunos casos dañaba el producto.

## II. MARCO TEORICO

### II.1. ¿QUE ES UN HORNO ELÉCTRICO?:

Los hornos son electrodomésticos muy necesarios ya que sin ellos casi la totalidad de los platos que estamos acostumbrados a consumir no serían posibles; pero dentro de la gama de estos artefactos contamos con uno muy especial: el horno eléctrico.

Podemos definirlo como un dispositivo que calienta utilizando electricidad y que se utiliza no solo en la cocina sino que también en sitios en donde se produce la fabricación del calzado; el más sencillo de los hornos eléctricos es el de resistencia, en éste se genera calor haciendo pasar una corriente eléctrica por un componente “resistivo” que rodea al horno o aprovechando la resistencia eléctrica del material que se debe calentar.

### II.2. EL HORNO REACTIVADOR:

El horno reactivador de adhesivo para la fijación de suelas de calzado, que estando previsto para que en el interior del mismo se origina un calentamiento del ambiente para reactivar los adhesivos destinados a fijar las suelas al corte correspondiente de los calzados.

#### II.2.1. FUNCIONAMIENTO DEL HORNO:

Reactivador automático de pegante para suelas de zapatos, con unas resistencias de micrón que permiten el calentamiento más rápido del cuerpo del zapato.

Esta reactivación tiene la ventaja de evitar el ablandamiento excesivo de la suela en las suelas de PVC.

Características	Descripción
Dimensiones	45cm x 45cm x 100cm.
Peso neto	20Kg.
Peso bruto en caja	19Kg.
Temperatura	60C. Max.
Fuente de poder	220V - 60Hz.
Potencia	1.8Kw

Esta máquina es completamente automática y tiene panel de control que regula:

- Tiempo de reactivación
- Distancia central de la suela a resistencia de calor.
- Inclinación soporte de la suela
- Tiempo de reposo
- Temperatura superior

### II.3. MICROCONTROLADORES:

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los micro controladores se programan en Assembler y cada micro controlador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el micro controlador

maneja se le denomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo).

Los micro controladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida).

La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al micro controlador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

### **II.3.1. MEMORIAS:**

#### **II.3.1.1. MEMORIA DE PROGRAMA:**

Es aquella en donde se almacenen todas las instrucciones del programa de control, por ello es que también recibe el nombre de memoria de instrucciones. Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente.

Los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admiten cinco versiones diferentes:

##### **➤ ROM con máscara:**

Es una memoria no volátil de solo lectura cuyo contenido se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de «máscaras». Los altos costes de diseño e instrumental sólo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan series muy grandes.

➤ **EPROM:**

Es una memoria no volátil que puede ser borrada y gravada muchas veces.

Su grabación se realiza mediante un dispositivo físico gobernado desde un computador personal, que recibe el nombre de grabador. En la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente. Es interesante la memoria EPROM en la fase de diseño y depuración de los programas, pero su coste unitario es elevado.

➤ **OTP (Programable una vez):**

Es un modelo de memoria no volátil de solo lectura que sólo se puede grabar una vez por parte del usuario, utilizando el mismo procedimiento que con la memoria EPROM. Posteriormente no se puede borrar. Su bajo precio y la sencillez de la grabación aconsejan este tipo de memoria para prototipos finales y series de producción cortas.

➤ **EEPROM, E2EPROM O E<sup>2</sup>PROM:**

La grabación es similar a las memorias OTP y EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado, o sea, eléctricamente. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual la hace ideal en la enseñanza y en la creación de nuevos proyectos.

Aunque se garantiza 1.000.000 de ciclos de escritura/borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para

alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

➤ **FLASH:**

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas.

El borrado sólo es posible con bloques completos y no se puede realizar sobre posiciones concretas. En las FLASH se garantizan 1.000 ciclos de escritura-borrado.

Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como consecuencia del desgaste o cambios de piezas.

Por sus mejores prestaciones está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones.

### **II.3.1.2. MEMORIA DE DATOS:**

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene deba ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil.

Hay microcontroladores que también disponen como memoria de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma, un corte en el suministro de la alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que está disponible al reiniciarse el programa.



### II.3.2. MICROCONTROLADOR PIC 16F877A:

Este microcontrolador es fabricado por Microchip familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- Set de instrucciones reducido (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

#### II.3.2.1. CARACTERÍSTICAS:

En siguiente tabla de pueden observar las características más relevantes del dispositivo

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40

Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Hardware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-

### II.3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PUERTOS:

#### II.3.2.2.1. Puerto A:

- Puerto de e/s de 6 pines.
- RA0/AN0.
- RA1/AN1.
- RA2/AN2 y Vref-.
- RA3/AN3 y Vref+.
- RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI (Entrada de reloj del modulo Timer0).
- RA5/AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono).

**II.3.2.2.2. Puerto B:**

- Puerto e/s 8 pines.
- Resistencias pull-up programables.
- RB0 o Interrupción externa.
- RB4-7 o interrupción por cambio de flanco.
- RB5-RB7 y RB3 o programación y debugger in circuit.

**II.3.2.2.3. Puerto C:**

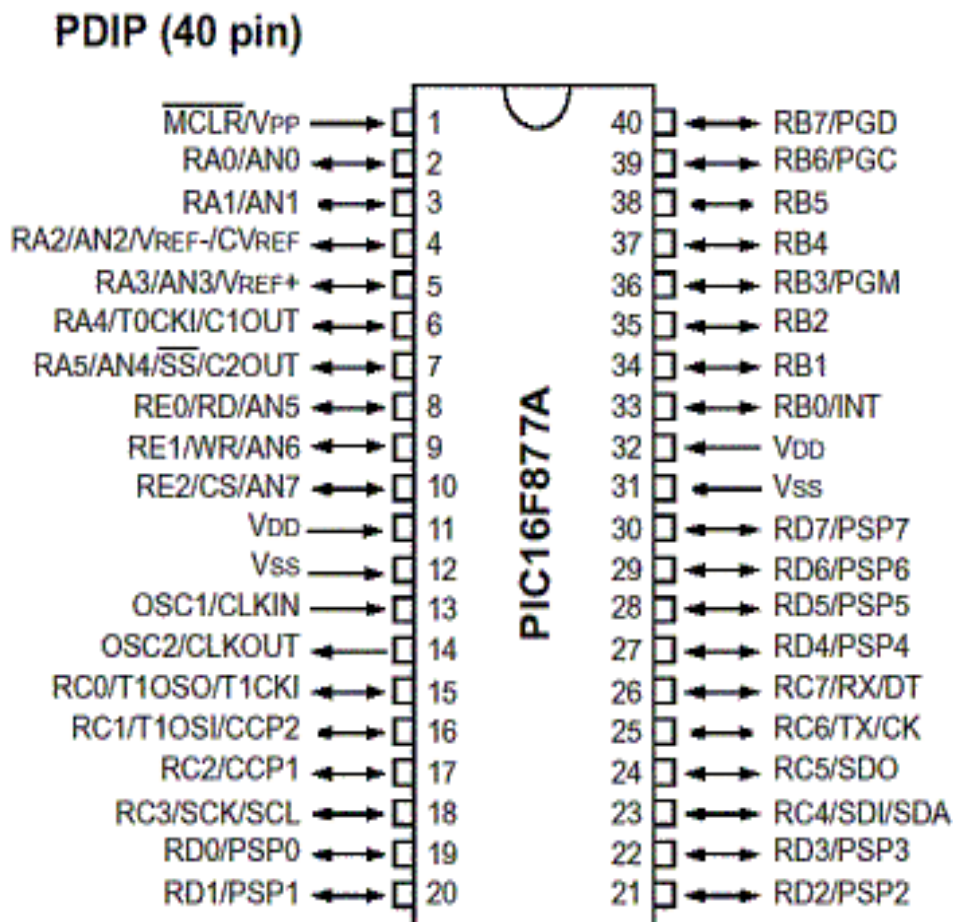
- Puerto e/s de 8 pines.
- RC0/T1OSO (Timer1 salida oscilador) y RC1/T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).
- RC1-RC2 o PWM/COMP/CAPT.
- RC1 o T1OSI (entrada osc timer1).
- RC3-4 o IIC.
- RC3-5 o SPI.
- RC6-7 o USART.

**II.3.2.2.4. Puerto D:**

- Puerto e/s de 8 pines.
- Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo).

**II.3.2.2.5. Puerto E:**

- Puerto de e/s de 3 pines.
- RE0/AN5 o Read de PPS.
- RE1/AN6 o Write de PPS.



### II.3.2.3. OSCILADOR:

Los PIC de rango medio permiten hasta 8 diferentes modos para el oscilador programando 3 bits de configuración del dispositivo denominado:

FOSC2, FOSC1 Y FOSC0. En algunos estos modos el usuario puede indicar que se genere o no una salida del oscilador (CLKOUT) a través de una patita de entrada/salida. Los modos de operación se muestran en la siguiente lista:

- **LP** : Baja frecuencia (bajo consumo de frecuencia).

- **XT** : Cristal / resonador cerámico externos, (media frecuencia).
- **HS** : Alta velocidad (baja potencia). Cristal/resonador.
- **EXTRC** : Resistencia / capacitor externos.
- **RC** : Resistencia / capacitor externos. (mismo que EXTRC con CLKOUT).
- **INTRC** : Resistencia / capacitor internos para 4 MHz.
- **INTRC** : Resistencia /capacitor internos para 4 MHz con CLKOUT.

Los tres modos LP, XT Y HS usan un cristal o resonador externo, la diferencia sin embargo es la ganancia de drivers externos, lo cual se ve el rango de frecuencia.

MODO	Frecuencia típica	Capacitores recomendados	
		C1	C2
LP	32 KHz	68 a100 pf	68 a100 pf
	200 KHz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
XT	100 KHz	68 a 150 pf	68 a 200 pf
	2 MHz	15 a 30 pf	15 a 30 pf
	4 MHz	15 a 30 pf	15 a 30 pf

### II.3.2.4. ¿POR QUE HEMOS ELEGIDO EL PIC 16F877A?:

- Tiene un gran almacenamiento de memoria EEPROM (256 bytes) y RAM (368 bytes).
- Tiene una gran variedad de entadas y/o salidas A, B, C, D, E.
- Es fácil de conseguir y barato

### II.4. El LCD:

Los módulos LCD (Display de Cristal Líquido), son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la maquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc.

El LCD permite la comunicación entre las máquinas y los humanos, este puede mostrar cualquier caracter ASCII, y consumen mucho menos que los displays de 7 segmentos, existen de varias presentaciones:

- De 2 líneas por 8 caracteres.
- De 2 líneas por 16 caracteres.
- De 2 líneas por 20 caracteres.
- De 4 líneas por 20 caracteres.
- De 4 líneas por 40 caracteres.

Pueden ser sin back light (14 pines) o con back light (16 pines, iluminado de pantalla). El LCD más popular es el 2x16, 2 líneas de 16 caracteres cada una.



La pantalla de cristal líquido o LCD (Liquid Crystal Display) es un dispositivo microcontrolado de visualización gráfico para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos), es este caso

Dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (píxeles), aunque los hay de otro número de filas y caracteres. Este dispositivo está gobernado internamente por un microcontrolador y regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente usado y esta información se basará en el manejo de este u otro LCD compatible

#### **II.4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:**

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres Kanji y Griegos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits.

#### **II.4.2. FUNCIONAMIENTO:**

Para comunicarse con la pantalla LCD podemos hacerlo por medio de sus patitas de entrada de dos maneras posibles, con bus de 4 bits o con bus de 8 bits, este último es el que explicare y la rutina también será para este. En la siguiente figura vemos las dos maneras posibles de conectar el LCD con un pic16F84:

- Conexionado con bus de 4 bits:
- Conexionado con bus de 8 bits:

Como puede apreciarse el control de contraste se realiza al dividir la alimentación de 5V con una resistencia variable de 10K. Las líneas de datos son triestado, esto indica que cuando el LCD no está habilitado sus entradas y salidas pasan a alta impedancia.

### II.4.3. DESCRIPCIÓN DE PINES:

La función de cada pin se detalla a continuación:

Pin	Símbolo	Descripción
1	$V_{SS}$	Tierra de alimentación GND
2	$V_{DD}$	Alimentación de 5+C.D.
3	$V_{EE}$	Ajuste de contraste del liquido (0a+5v)
4	$R_s$	selección del registro control /datos
5	R/W	Lectura/escritura en LCD R/W=0 modulo desconectado
6	E	Habilitación
7	D0	Bits de datos
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	A	Alimentación del back light
16	K	Tierra GND del back light



## II.5. EL TRIAC:

El Triac es un semiconductor, de la familia de los transistores. La diferencia con el tiristor convencional es que éste es unidireccional, es decir, funciona con corriente alterna en el sentido de polarización con medio semiciclo, y el Triac es bidireccional, funciona en los semiciclos positivos y negativos.

Entonces un tiristor o SCR, dará solo la mitad de voltaje a la carga, mientras que el Triac será todo el voltaje. De forma coloquial podría decirse que el Triac es un switch que se encarga de conmutar el paso de la corriente alterna a la carga. Su estructura interna se asemeja en cierto modo a la disposición que formarían dos SCR en anti paralelo.

Cuando el Triac conduce, hay un flujo de corriente con muy baja resistencia de un terminal hacia el otro, dependiendo esta de la polaridad del voltaje externo aplicado. Cuando el voltaje es más positivo en MT2, la corriente fluye de MT2 a MT1, en caso contrario fluye de MT1 a MT2. En ambos casos el Triac se comporta como un interruptor cerrado.

Cuando el Triac deja de conducir no existe flujo de corriente entre las terminales principales, sin importar la polaridad del voltaje externo aplicado, por tanto actúa como un interruptor abierto.

Se debe tener en cuenta que si se aplica una variación de tensión importante al Triac ( $dv/dt$ ), aún sin conducción previa, el Triac puede entrar en conducción directa.

### II.5.1. ESTRUCTURA 6 CAPAS DEL TRIAC:

La estructura contiene seis capas, como se indica en la figura aunque funciona siempre como un tiristor de cuatro capas. En sentido MT2-MT1 conduce a través de P1N1P2N2 y en sentido MT1-MT2 a través de P2N1P1N4. La capa N3 facilita el disparo con intensidad de puerta negativa. La complicación de su estructura lo hace más delicado que un tiristor en cuanto a  $di/dt$  y  $dv/dt$ , así como su capacidad para soportar sobre intensidades. Se fabrican para trabajar con corrientes de hasta unos 200 amperios eficaces y desde 400 a 1000 voltios de tensión de pico repetitivo.

Los Triac son fabricados para funcionar a frecuencias bajas, los fabricados para trabajar a frecuencias medias son denominados alternistores. En la figura se muestra el símbolo esquemático e identificación de las terminales de un Triac, la nomenclatura Ánodo 2 (A2) y Ánodo 1 (A1) pueden ser reemplazados por Terminal Principal 2 (MT2) y Terminal Principal 1 (MT1) respectivamente.

### II.5.2. METODOS DE DISPARO:

Como hemos dicho, el Triac posee dos ánodos denominados (MT1 y MT2) y una compuerta G. La polaridad de la compuerta G y la polaridad del ánodo 2, se miden con respecto al ánodo 1.

El Triac puede ser disparado en cualquiera de los dos cuadrantes I y III mediante la aplicación entre los terminales de compuerta G y MT1 de un impulso positivo o negativo. Esto le da una facilidad de empleo grande y simplifica mucho el circuito de disparo. Veamos cuáles son los fenómenos internos que tienen lugar en los cuatro modos posibles de disparo

## II.6. EL OPTOACOPLADOR:

El optoacoplador es un dispositivo que se compone de un diodo LED y un fototransistor, de manera que cuando el diodo LED emita luz, ilumine el fototransistor y conduzca. Estos dos elementos están acoplados de la forma más eficiente posible. La corriente de salida  $I_C$  del optoacoplador (corriente de colector del fototransistor) es proporcional a la corriente de entrada  $I_F$  (corriente en el diodo LED). La relación entre estas dos corrientes se llama razón de transferencia de corriente (CTR) y depende de la temperatura ambiente.

A mayor temperatura ambiente, la corriente de colector en el fototransistor es mayor para la misma corriente  $I_F$  (la corriente por el diodo LED).

La entrada (circuito del diodo) y la salida (circuito del fototransistor) están 100% aislados y la impedancia de entrada es muy grande ( $10^{13} \Omega$  típico)

El optoacoplador es un dispositivo sensible a la frecuencia, por ello si esta aumenta el CTR disminuye.

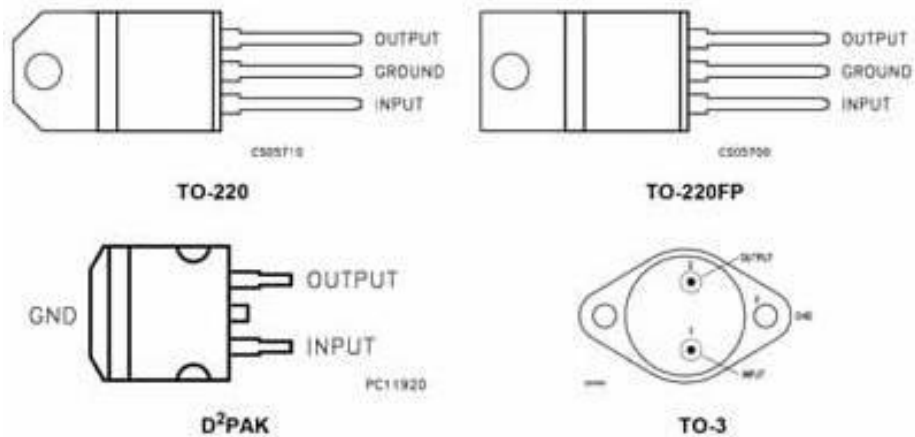
Este elemento puede sustituir a elementos electromecánicos como relés y conmutadores. De esta manera se eliminan los golpes, se mejora la velocidad de conmutación y casi no hay necesidad de mantenimiento.

## II.7. EL REGULADOR 7805:

El 7805 es el regulador de voltaje más común, y muy usado en diseños empotrados.

El 7805 es un regulador lineal hecho por varios fabricantes como “Fairchild”, o “ST Microelectronics”. Puede venir en varios tipos de encapsulados. Para corrientes de salida hasta de 1 amperio y existen dos tipos de encapsulados: TO-220 (vertical) y D-PAK (horizontal).

### II.7.1. ALGUMOS MODELOS DE REGULADORES:



Con un disipador apropiado esos tipos de reguladores LM78xx pueden proporcionar corrientes de más de 1A. Además incluyen protección por sobrecarga térmica, y contra cortocircuitos.

Si su diseño no excede los 100 mA de consumo puede elegir un regulador del tipo LM78L05. El mismo viene en presentaciones pequeñas y puede entregar corrientes de hasta 100 mA. Se consigue en tres principales tipos de encapsulados: SO-8, SOT-89 y TO-92.

### II.8. SENSOR DE TEMPERATURA LM35:

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: 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



- Menos de 60  $\mu\text{A}$  de consumo
- Bajo auto-calentamiento (0,08  $^{\circ}\text{C}$  en aire estático)
- Baja impedancia de salida, 0,1W para cargas de 1mA

### II.8.2. FUNCIONAMIENTO:

Como puede verse en el esquema, el sensor se alimenta por sus patitas 1 y 3 y estas corresponden a Vcc y Gnd respectivamente, la patita 2 es la salida del detector y la patita 4 es la salida que modula al led emisor externo. Mediante el potenciómetro P1 se varía la distancia a la que es detectado el objeto. Contra más baja sea la resistencia de este potenciómetro, más intensa será la luz emitida por el diodo de IR y por lo tanto mayor la distancia a la que puede detectar el objeto.

En el siguiente esquema vemos el simple circuito necesario para hacer funcionar al sensor.

### II.9. EL TRANSISTOR:

Un transistor es un componente eléctrico que puede cumplir dos funciones:

- Pueden utilizarse como interruptor, bloqueando o dejando pasar corriente a través del colector.
- Puede utilizarse como amplificador.

Consta de tres partes: el emisor, el colector y la base, y se clasifica en:

- **Transistores NPN:**

Se conectan uniendo el polo positivo al colector y a la base. Como su nombre indica, están formados mediante la unión de dos semiconductores N con un semiconductor P.

➤ **Transistores PNP:**

Se conectan uniendo el polo negativo al colector y a la base. Están formados mediante la unión de dos semiconductores P y un semiconductor N.

### III. ANALISIS DEL PROYECTO:

En la actualidad, la industria del calzado ha surgido significativamente en nuestra ciudad y es uno de las principales actividades económicas de Trujillo, por ello como alumnos de la carrera de electrónica industrial, hemos querido aplicar nuestros conocimientos y ayudar a los productores de calzado a realizar un trabajo más fácil y eficiente, centrándonos específicamente en el área de reactivación del pegamento del calzado, consistente en el secado del pegamento, normalmente a través de mecheros, velas o briquetas. Por esto, hemos decidido realizar un dispositivo electrónico que permita realizar este secado de una manera automática y eficiente, el cual consiste en un horno reactivador que se encargará de reactivar los adhesivos (pegamento) usados para pegar el la planta y el cuero del calzado.

Este horno reactivador estará conformado por dos sencillos circuitos, uno de potencia y uno de control, los cuales estarán conectados entre si.

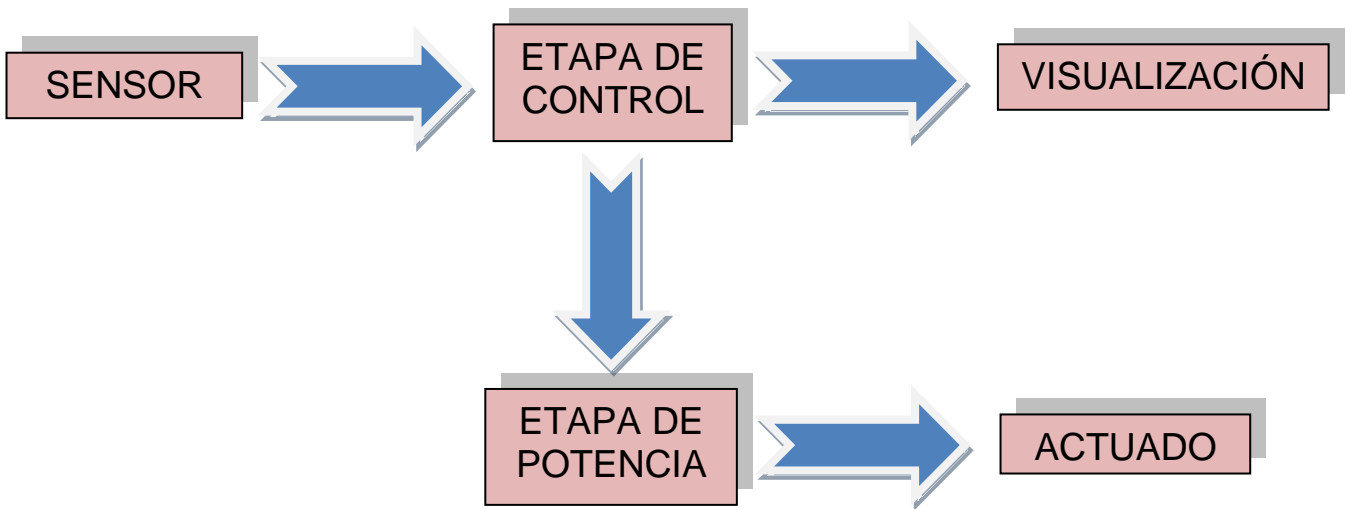
El circuito consistirá en dos resistencias calentadoras, que a través de la corriente de línea de 220 VAC calentarán el interior del horno, cuya temperatura será sensada por un sensor de temperatura, el cual llevará la información sensada al microcontrolador y este, teniendo un valor de referencia, lo comparará con el valor de la temperatura actual del horno. Si la temperatura actual es igual o inferior al valor de referencia, el microcontrolador enviará un 1 lógico en una de sus salidas hacia un optoacoplador, el cual a su vez enviará un pulso al gate de un triac ubicado en serie con la línea de 220 VAC, permitiendo que este conduzca y así el circuito siga funcionando de la misma manera, pero si la temperatura actual sobrepasa el valor de referencia, entonces el microcontrolador enviará un 0 lógico hacia el optoacoplador, ocasionando su desactivación, el cual a su vez dejará de enviar pulsos al gate del triac, provocando que este se habrá y deje de conducir. Al abrirse el triac las resistencias dejarán se recibir corriente y por tanto reducirán lentamente su temperatura. Cuando la temperatura emanada por las resistencias alcance nuevamente el valor de referencia el sensor y el microcontrolador permitirán nuevamente la activación del triac para mantener la temperatura del horno. Así el circuito trabajará automáticamente.



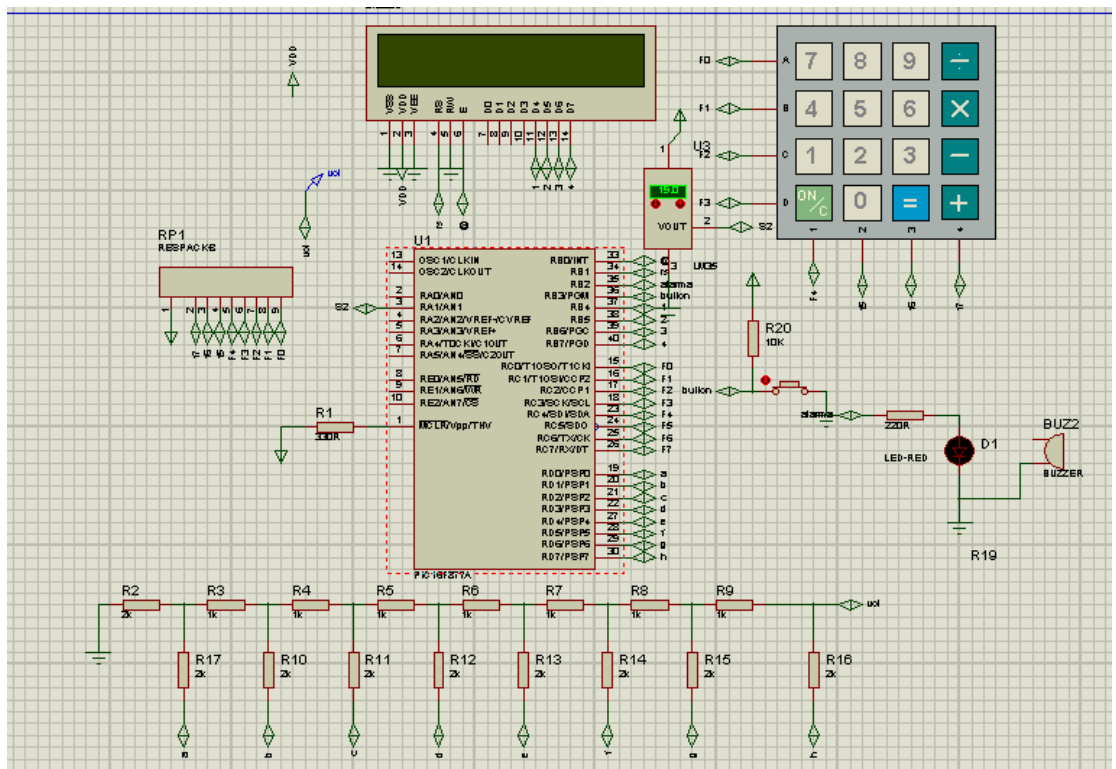
### IV. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el desarrollo de nuestro proyecto, realizamos una serie de pasos, los cuales de enumeran y explican a continuación:

#### IV.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO:



#### IV.2. DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO:



#### IV.3. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO:

El funcionamiento de nuestro circuito inicia con el trabajo del sensor LM35, que se encarga de sensar la temperatura a la que se encuentra la resistencia calentadora, la cual esta siendo energizada por la corriente de línea de 220 VAC.

El sensor convierte la temperatura sensada en corriente, y la entregada al microcontrolador por su compuerta RA0/AN0, el cual a través de su conversor analógico/digital convierte esta corriente en un valor binario y lo compara con un valor de referencia grabado previamente en el programa del microcontrolador.

En serie con la línea de 220 VAC, se encuentra un triac, cuyo gate está conectado a un optoacoplador que esta siendo controlado por el microcontrolador.

Si el valor entregado por el sensor es menor o igual al valor de referencia del microcontrolador, este envía un 1 por su salida RD1 hacia el ánodo del diodo led del optoacoplador, permitiendo que el optotriac conduzca y envíe una señal al gate del triac, haciendo que este conduzca y la resistencia caliente.

Si el valor entregado por el sensor es mayor al valor de referencia, entonces el microcontrolador envía un 0 lógico por su salida RD1, desactivando el optoacoplador, y al mismo tiempo quitando la señal que llegaba al gate, lo que ocasiona que el triac deje de conducir y la resistencia deje de recibir corriente, por tanto la temperatura del horno empezará a disminuir hasta regresar al valor adecuado para volver a activar el triac.

Se cuenta con un teclado que fácil de navegar conectados al microcontrolador a través de su pines en ese orden. Por medio de estos se puede programar la temperatura que se desee tener en el horno, así como el tiempo que debe de estar la plantilla en el interior.

A través del puerto B del microcontrolador se conecta un LCD, por el cual se visualiza la temperatura actual del horno y el tiempo programado.

La puerta del horno cuenta con un sensor que se activa cuando esta se cierra y envía una señal al microcontrolador para que este inicie la cuenta del tiempo programado.

#### **IV.4. SELECCIÓN DE MATERIALES:**

Para implementar nuestro circuito tuvimos que seleccionar cada componente a utilizar, para lo cual establecimos una serie de puntos a tener en cuenta:

##### **IV.4.1.MICROCONTROLADOR:**

- Se ingresarán señales analógicas.
- Se necesita un conversor A/D.
- Se desea que trabaje con 5 VDC.
- Su precio deberá ser accesible a nuestra economía.
- Deberá ser comercial en nuestro mercado.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se optó por utilizar el microcontrolador de la familia PIC16F877A.

##### **IV.4.2.SENSOR DE TEMPERATURA:**

- Sensor temperatura mayor a 80 °C.
- Convertir temperatura en señal eléctrica.
- Debe trabajar con 5 voltios DC.
- Su precio deberá ser accesible a nuestra economía.
- Deberá ser comercial en nuestro mercado.

Se optó, entonces por adquirir un sensor de temperatura LM35.

##### **IV.4.3.OPTOACOPLADOR:**

- Debe soportar temperaturas mayores a los 80 ° C.
- Debe trabajar con menos de 100 mA.
- Se desea que trabaje con 5 voltios DC.
- Su precio deberá ser accesible a nuestra economía.
- Deberá ser comercial en nuestro mercado.

Tomamos la decisión de utilizar el optoacoplador MOC 3011.

#### **IV.4.4.TRIAC:**

- Debe soportar no menos de 2 amperios en sus terminales MT1 y MT2.
- Debe soportar cargas de 220 VAC.
- Se desea trabajar con una temperatura máxima de 80 ° C.
- Su precio deberá ser accesible a nuestra economía.
- Deberá ser comercial en nuestro mercado.

Decidimos utilizar el Triac BTA12.

#### **IV.4.5.RESISTENCIA CALENTADORA:**

- Debe trabajar con 220 VAC.
- Debe soportar una temperatura no menor a 80 ° C.
- Se desea que el material de esta se aluminio para tener una mejor disipación de calor.
- Su precio deberá ser accesible a nuestra economía.
- Deberá ser comercial en nuestro mercado.

Luego de establecer los componentes a utilizar realizamos nuestra lista de materiales necesarios para la construcción de nuestro proyecto.

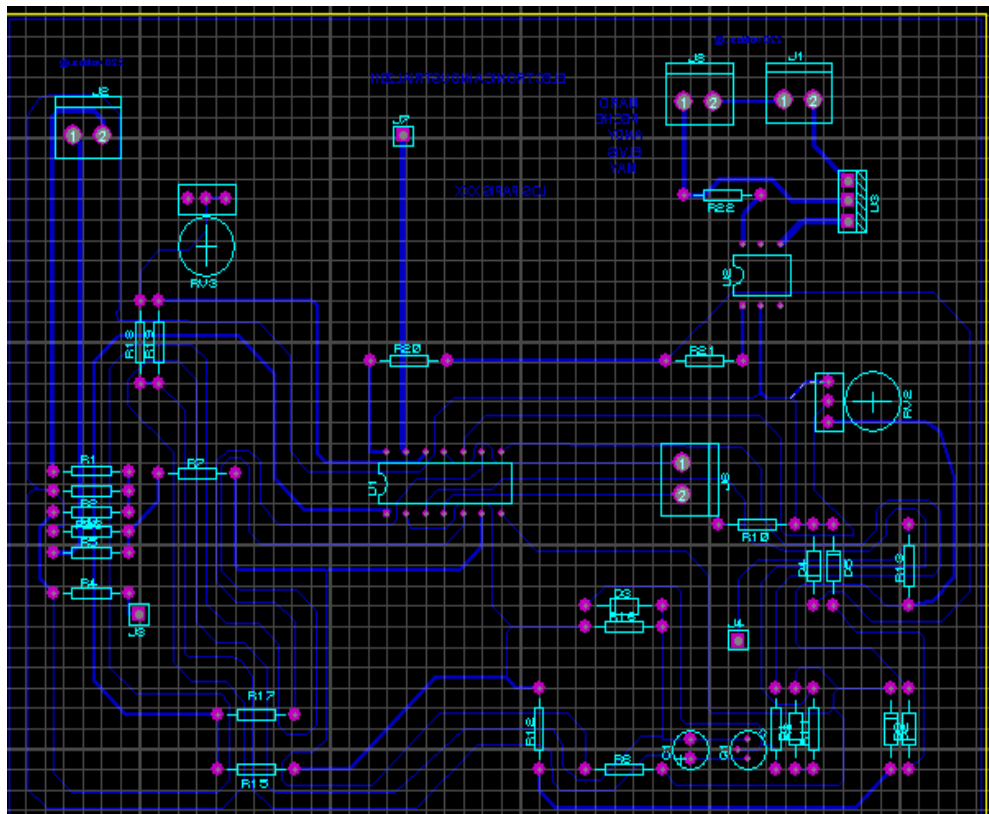
- Pic 16F877A
- Teclado
- 1 LCD
- 1 sensor de temperatura LM35.
- 1 optoacoplador MOC 3011.
- 1 Triac BTA12
- 2 transistor 3904.
- 1 regulador de voltaje 7805.
- 1 resistencia calentadora de aluminio de 220 VAC.
- 8 resistencias de 1.K  $\Omega$  y  $\frac{1}{2}$  vatio.
- 7 resistencias de 2.k  $\Omega$  y  $\frac{1}{2}$  vatio
- 2 resistencias de 330  $\Omega$  y  $\frac{1}{2}$  vatio.
- 1 cristal de 4MHz.
- 2 condensadores cerámicos de 22 pf.
- 1 potenciómetro de 50 K $\Omega$ .
- 1 puente de diodos encapsulado de 2 amperios.
- 1 disipador de calor.
- 1 base de integrado de 40 pines.
- 1 interruptor.
- 1 alarma de 12 voltios DC.
- 1 bakelita de 20 x 15 cm.
- 1 botella de ácido férrico.
- 1 chasis para horno.

#### **IV.5. DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL CIRCUITO:**

El proyecto se empezó a diseñar mediante el software PROTEUS comúnmente usado por todos los estudiantes de electrónica.

Se eligió este software debido a su flexibilidad y fácil manejo de herramientas en su entorno de.

Este entorno de trabajo a su vez se compone por 2 softwares: El ISIS para diseñar el circuito eléctrico, y el ARES para diseñar el circuito impreso.

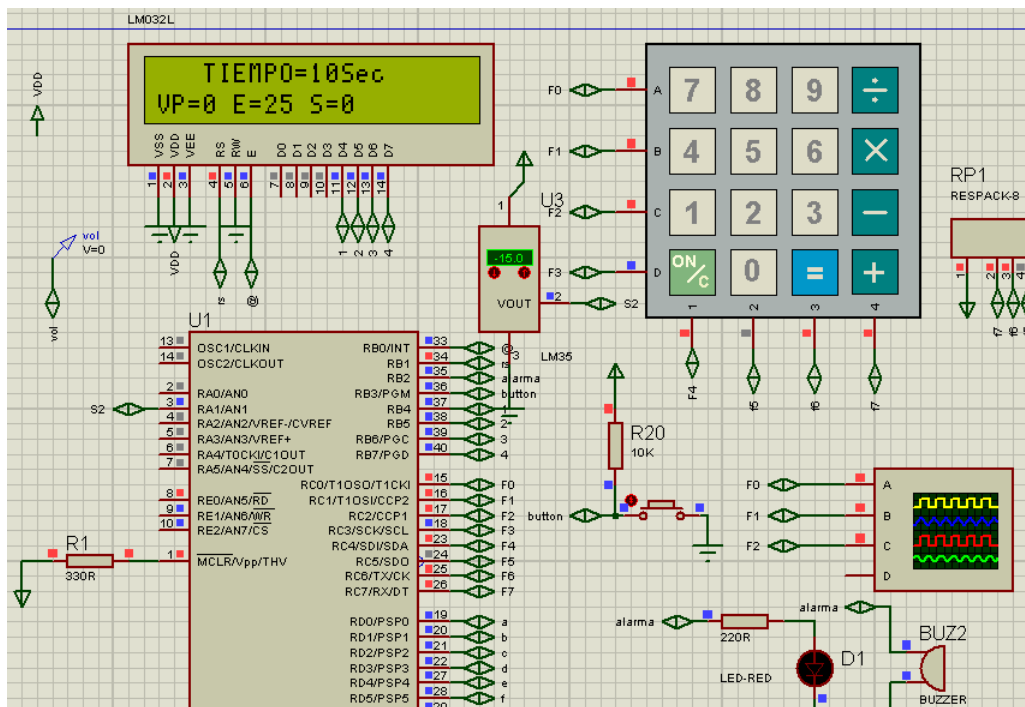


#### IV.6. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y DETECCIÓN DE FALLAS:

Teniendo listo el diseño de nuestro circuito, empezamos la construcción de este en un protoboard para comprobar su correcto funcionamiento.

Iniciamos con la conexión entre el sensor LM35, el microcontrolador PIC 16F877A y el LCD y sus componentes externos con los valores indicados ya en el esquemático.

Para esto realizamos primeramente el programa para el microcontrolador, el cual permitirá registrar los datos que envía el sensor y luego mostrarlos por el LCD.

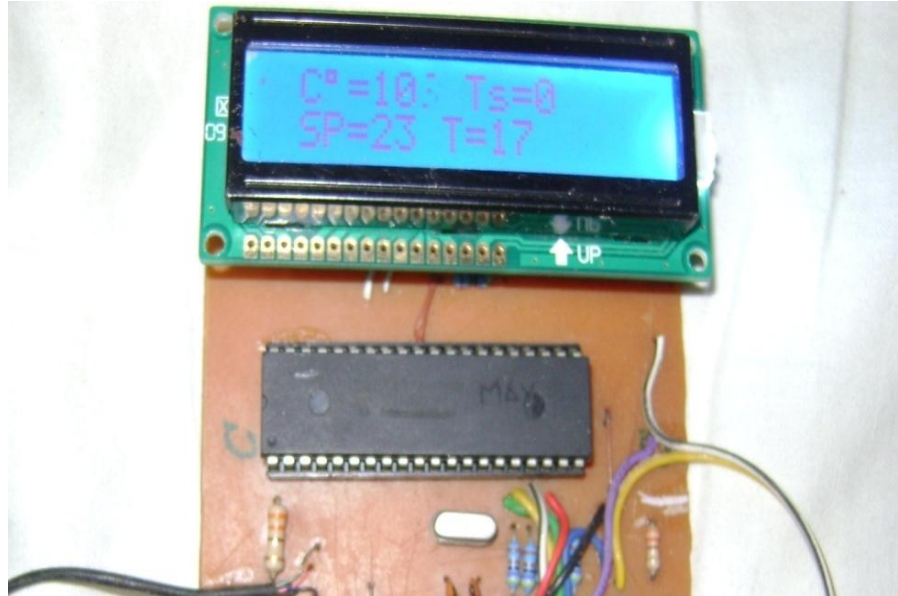


En esta parte del circuito se registro la siguiente falla:

- El LCD no mostraba los datos reales.

Para solucionar esta falla revisamos el programa del microcontrolador y nos encontramos con un error en los cálculos matemáticos realizados, por lo cual hicimos nuevamente el programa, realizando los cálculos con mayor precisión.

Como segundo paso realizamos la prueba de funcionamiento del optoacoplador MOC 3011 y del triac BTA12, gobernados por el microcontrolador.



Al implementar este circuito no encontramos ninguna falla, por lo cual continuamos con la siguiente etapa.

Luego de comprobar el funcionamiento de los dos circuitos anteriores, procedimos con la elaboración del circuito impreso con la ayuda del programa PROTEUS, como se mostro en el apartado “DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL CIRCUITO”.

Al realizar el circuito impreso le añadimos la conexión de una alarma que se encargara de avisar cuando el tiempo de secado ha culminado.

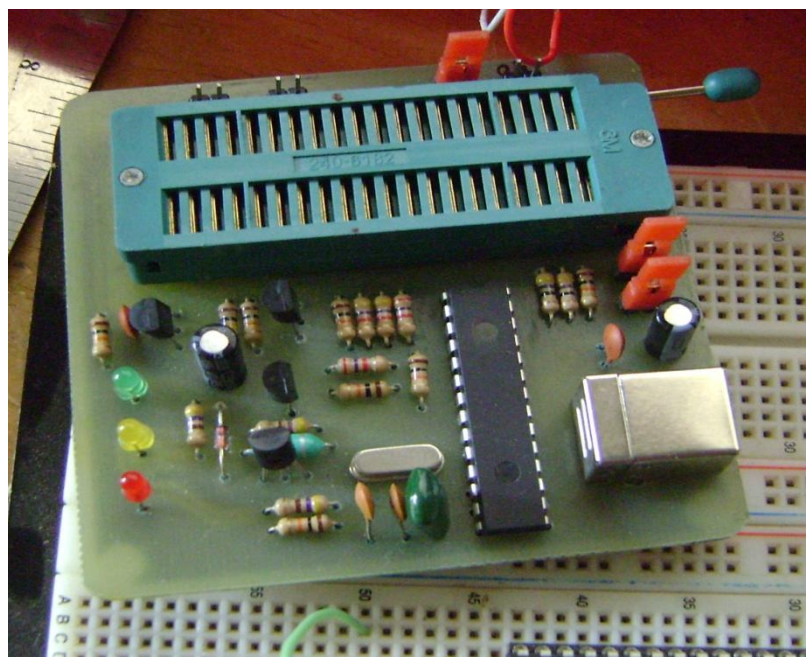
Una vez listo el circuito impreso en el programa PROTEUS, lo imprimimos y lo plasmamos en nuestra bakelita, con el uso de un plumón indeleble y el acido férrico.



Al tener lista ya nuestra bakelita, soldamos en ella todos los componentes en su lugar correspondiente.



Para quemar el programa en el microcontrolador utilizamos un



circuito quemador con conector tipo USB.

#### V. PROPUESTA ECONÓMICA:

Componente	Cantidad	Costo (s/.)
PIC 16F877A	1	15.00
Cristal de 4 MHz	1	1.00
Condensadores cerámicos de 22pf	1	0.40
Pulsadores	5	2.50
LCD 16 x 2	1	18.00
Potenciómetro 50k $\Omega$	1	0.50
Base para integrado	1	1.00
Base para LCD	1	1.00
Moc 3011	1	3.00
Triac BTA12	1	3.00
LM35	1	5.00
Regulador 7805	1	1.50
TL 084	1	1.80
Interruptor	1	1.00

Transistor 3904	1	1.00
Baquelita 20x15	1	3.00
Acido férrico	1	1.00
Alarma pequeña 12 v	1	2.00
Resistencias de 4.7 $\Omega$	8	1.00
330 $\Omega$	2	
Resistencia de micrón 100 watts	1	10.00
Chasis para el horno	1	50.00
	<b>TOTAL</b>	120.00

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### VI.1. CONCLUSIONES:

- Se logró implementar con éxito un horno reactivador de calzado.
- El uso en conjunto del sensor de temperatura y el microcontrolador PIC 16F877A es muy importante en este proyecto, porque de ellos depende el control de todo el sistema.

### VI.2. RECOMENDACIONES:

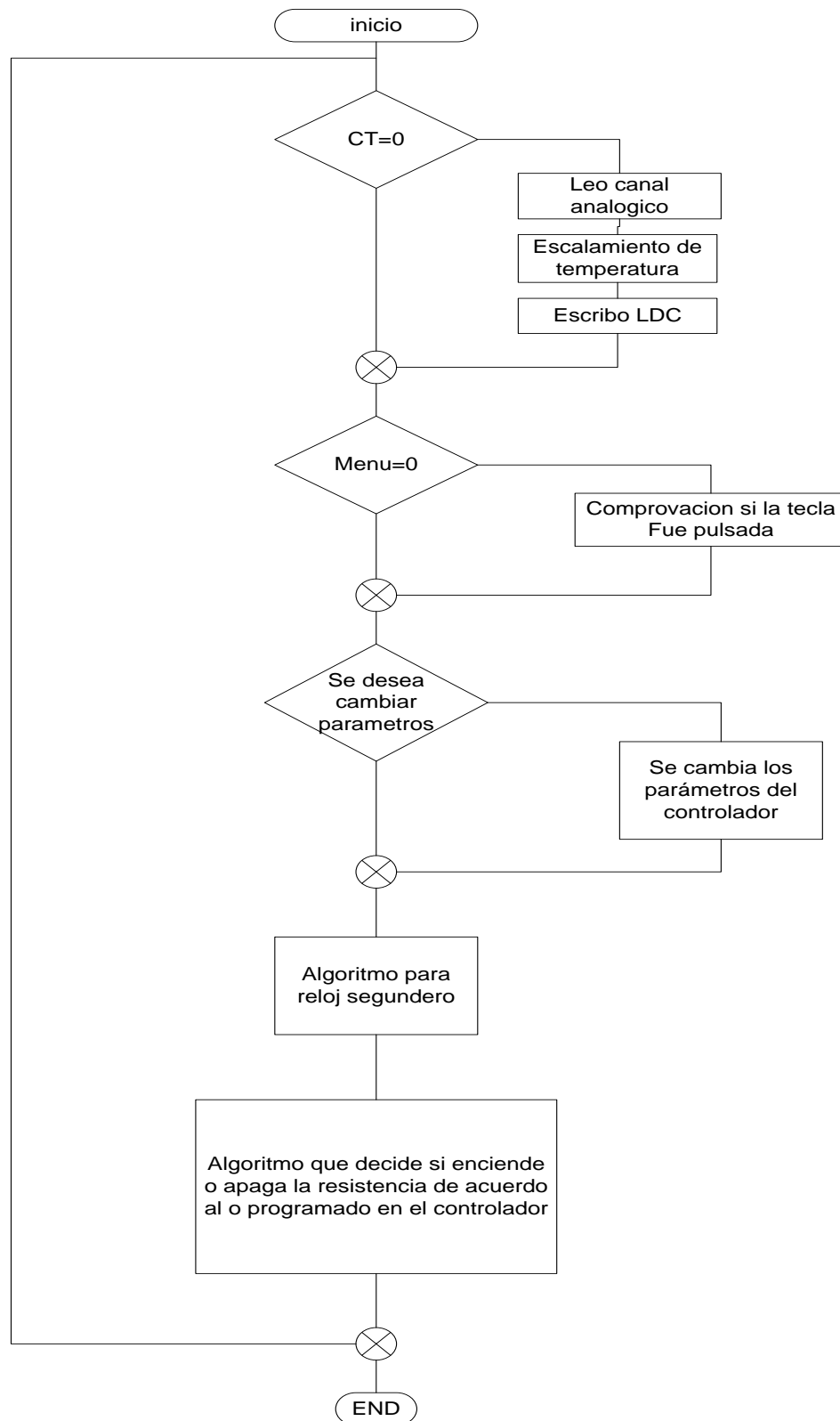
- Manipular esta máquina con las manos secas para evitar descargas eléctricas.
- Colocar el cable de puesta a tierra para evitar que se induzca electricidad en el chasis del horno.
- Siempre darle un mantenimiento preventivo para evitar daños y mantener el horno operativo.
- Revisar constantemente el estado de los cables, debido a que pueden quemarse con el tiempo debido a las altas temperaturas.

## VII. BIBLIOGRAFÍA:

- Micro controlador. (s.f.) Recuperado el 7 de mayo de 2011, de <http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm>
- A. Reyes Carlos. (2008). Microcontroladores. (3ª Edición). Ecuador: RISPERGRAF.

## VIII. ANEXOS:

### VIII.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DEL PIC 16F877A:



### VIII.2. PROGRAMA PARA EL PIC 16F877A:

```

DEFINE OSC 20
DEFINE ADC_BITS 8 ' Set number of bits in result
DEFINE ADC_CLOCK 3 ' Set clock source (rc = 3)
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 ' Set sampling time in microseconds

```

```
TRISA = $FF
ADCON1 = $2
TRISE=0
TRISD=0
trisb=8
```

```
DEFINE LCD_DREG PORTB
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 1
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 0
DEFINE LCD_BITS 4
DEFINE LCD_LINES 2
VP var byte
SP var byte
KP CON 100
KI CON 10
EMAX CON 100
EIMAX CON 100
PID VAR WORD
PROPORCIONAL VAR WORD
INTEGRAL VAR WORD
ERROR VAR BYTE
ERRORI VAR WORD
AUX VAR BYTE
INTEGRAL=0
AUX=0
PID=0
'XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
bo var byte
```

```
TRISC=$F0
F VAR BYTE
C VAR BYTE
reloj1 var byte
segundo var byte
S VAR BYTE [4]
AUX2 VAR BYTE
SS VAR BYTE
TECLA VAR BYTE
X VAR BYTE [16]
```

```

X[0]=1:X[1]=2:X[2]=3:X[3]=10
X[4]=4:X[5]=5:X[6]=6:X[7]=11
X[8]=7:X[9]=8:X[10]=9:X[11]=12
X[12]=14:X[13]=0:X[14]=15:X[15]=13
S[0]=%11111110
S[1]=%11111101
S[2]=%11111011
S[3]=%11110111
Y VAR BYTE [2]
Y[0]=20
AUX2=0
F=0
N VAR BYTE [3]
N[0]=0:N[1]=0:N[2]=0
I VAR BYTE
SELECTOR VAR BYTE
SELECTOR=0
TIEMP VAR BYTE
NUM VAR BYTE
'XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
LCDOUT $FE,2,"BIENVENIDO"

PORTb.2=0

INICIO:
  'ADCIN 0,SP '
  ADCIN 1,VP 'PORTA
'XXX PARA PROBAR XXXXXXXXXXXXX
' SP=30
'XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
  IF SP>VP THEN
    ERROR=SP-VP
    PROPORCIONAL=ERROR*KP/EMAX
    ERRORI=ERROR*KI/EIMAX
    AUX=AUX+ERRORI
    IF AUX>EIMAX THEN
      IF INTEGRAL>=AUX/EMAX THEN
        INTEGRAL=INTEGRAL-AUX/EIMAX
      ELSE
        INTEGRAL=0
      ENDIF
    AUX=AUX-(AUX/EIMAX)*EIMAX
  ENDIF

```



```

IF INTEGRAL>= PROPORCIONAL THEN
  PID=INTEGRAL-PROPORCIONAL
ELSE
  PID=0
ENDIF
ELSE
  ERROR=VP-SP
  PROPORCIONAL=ERROR*KP/EMAX
  ERRORI=ERROR*KI/EIMAX
  AUX=AUX+ERRORI
  IF AUX>EIMAX THEN
    INTEGRAL=INTEGRAL+AUX/EIMAX
    IF INTEGRAL>255 THEN
      INTEGRAL=255
    ENDIF
    AUX=AUX-(AUX/EIMAX)*EIMAX
  ENDIF
  PID=PROPORCIONAL+INTEGRAL
  IF PID>255 THEN
    PID=255
  ENDIF
ENDIF
PORTD=PID
PAUSE 10
' LCDOUT $FE,2,"PID",DEC PID," ERRORI=",DEC ERRORI," "
LCDOUT $FE,$C0,"VP=",DEC VP," E=",DEC ERROR," " ,"S=",DEC SEGUNDO," "
'XXXXXXXXXXXXXXXXXTECLADOXXXXXXXXXXXXXXXXX
Y[1]=Y[0]
GOSUB EXPLORA
Y[0]=TECLA
IF Y[0]<>Y[1] THEN
  IF Y[0]<>20 THEN
    portb.2=1  " "
    pause 100
    portb.2=0  " " teclado pitido
    IF X[TECLA]<10 THEN
      GOSUB NUMEROS
    ENDIF
    IF X[TECLA]=10 THEN
      GOSUB SETPOINT
    ENDIF
    IF X[TECLA]=11 THEN
      GOSUB TIEMPO
    ENDIF
  ENDIF

```

```

        IF X[TECLA]=12 THEN
            GOSUB OK
        ENDIF
        IF X[TECLA]=13 THEN
            GOSUB NUMEROS
        ENDIF
        IF X[TECLA]=14 THEN
            GOSUB NUMEROS
        ENDIF
        IF X[TECLA]=15 THEN
            GOSUB NUMEROS
        ENDIF

    ENDIF
ENDIF
'XXXXXrelojXXXXXXXXXX,.....'
if portb.3=1 then
    portb.2=0
endif
IF ERROR<4 THEN      "" para cambiar en cuanto de error empieza a contar
    if portb.3=0 then
        reloj1=reloj1+1
    endif
    if reloj1=80 then
        reloj1=0
        segundo=segundo+1
    endif

    if segundo>=tiemp then
        segundo=0
        PORTb.2=1
    ENDIF
ELSE
    SEGUNDO=0:RELOJ1=0
    portb.2=0
ENDIF

.....

GOTO INICIO

EXPLORA: ;EXPLORACION TECLADO
TECLA=20
FOR F=0 TO 3
    PORTC=S[F]

```

```

FOR C=0 TO 3
  AUX2=((($FF-PORTC)>>4) & $F
  SS=DCD C
  IF AUX2=SS THEN
    TECLA=4*F+C
    'LCDOUT $FE,2,dec X[TECLA]," "
  ENDIF
NEXT C
NEXT F
RETURN

```

NUMEROS:

```

N[2]=N[1]:N[1]=N[0]
N[0]=X[TECLA]
NUM=N[1]*10+N[0]
lcdout $fe,2
FOR I=0 TO 9
  LCDOUT $FE,$14
NEXT I
LCDOUT DEC N[1],DEC N[0]
RETURN

```

SETPOINT:

```

SELECTOR=1 ' 1234567890
LCDOUT $FE,2," SP="
FOR I=0 TO 1
  LCDOUT $FE,$14
NEXT I
LCDOUT 222,"C "
RETURN

```

TIEMPO:

```

SELECTOR=2 ' 1234567890
LCDOUT $FE,2," TIEMPO="
FOR I=0 TO 1
  LCDOUT $FE,$14
NEXT I
LCDOUT "Sec "
RETURN

```

OK:

```

SELECT CASE SELECTOR
CASE 1
  sp=NUM

```

```
CASE 2
  TIEMP=NUM
END SELECT
segundo=0: reloj1=0
PORTb.2=0
LCDOUT $FE,1,"sp=",DEC sp," tiempo=",DEC tiemp," "
RETURN
end
```