



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TERMÓMETRO  
ELECTRÓNICO DIGITAL BASADO EN LA TECNOLOGÍA DE LOS  
MICROCONTROLADORES”**

**INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del título de:  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN EN  
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentado por:  
**ABRAHAM EDUARDO COLLANTES MENDOZA**

Guayaquil – Ecuador

AÑO: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría para llegar a estas instancias, a mis Padres por su apoyo y aliento incondicional, al Ing. Miguel Yapur Director de Tesis, por impartir sus conocimientos y brindarme su colaboración durante mis años en la ESPOL y principalmente en la realización de este trabajo final.

## **DEDICATORIA**

A Dios por su infinita misericordia, amor y cuidado, a mis padres y hermanos por su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida, en especial en los años de estudio con sacrificio y arduo trabajo en la ESPOL.

**Abraham Eduardo Collantes Mendoza.**

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

-----

Ing. Miguel Yapur

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

-----

Ing. Carlos Salazar

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Informe, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

-----  
Abraham Eduardo Collantes Mendoza.

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla el diseño y la construcción de un termómetro electrónico digital, cuya función es medir la temperatura corporal, para lo cual se necesita de un sensor que varíe su resistencia eléctrica en función de la temperatura a la que es sometido; en este caso se usará el sensor LM35.

El sensor entrega una señal analógica, por lo que es necesario un microcontrolador que convierta la señal analógica en señal digital, para así poder visualizarla mediante un display digital.

Además de convertir la señal analógica a digital, el microcontrolador tiene la función de tomar los datos de dos sensores y realizar la diferencia de sus lecturas, para mostrarlos en el mismo display, lo cual puede aplicarse para medir la temperatura en dos partes distintas del cuerpo humano, y a su vez hallar la diferencia de temperaturas.

## ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPÍTULO 1	
1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS.	
1.1.1 Definición.- .....	1
1.1.2 Historia.....	2
1.1.3 Escalas de Temperatura. ....	5
1.1.4 Tipos de Termómetros. ....	6
1.2 Temperatura Corporal.....	15
1.2.1 Definición.- .....	15
1.2.2 Temperatura Corporal Normal.....	16
1.2.3 Temperatura Corporal Anormal.....	17
1.2.4 Métodos para medir la Temperatura Corporal.....	18

1.2.5 Factores que afectan la Temperatura Corporal. ....	21
1.2.6 Aplicación de la toma de la temperatura en dos partes del cuerpo.	23
2.1. Introducción .....	25
2.2. Diagrama de bloques del circuito del TED. ....	26
2.3. Componentes del circuito del TED.....	27
2.4. Etapa de Sensado. ....	28
2.5. Etapa de Procesamiento Digital.....	30
2.6. Etapa de Visualización.....	34
2.7. Alimentación. ....	35
3.1. Construcción del Prototipo.....	36
3.1.1 Construcción del Circuito Eléctrico. ....	36
3.1.2. Esquema General del TED.....	42
3.1.3 PCB del circuito.....	43
3.1.4 Prototipo Completo.....	47
4.1. Simulación en Proteus 8.0. ....	49
4.2. Ensamblado en Protoboard. ....	49
4.3. Prototipo Final. ....	51



4.3.1. Mediciones corporales. ....	51
4.3.1.1 Resultados y análisis.....	52
4.3.2. Mediciones comparativas entre dos gradientes distintos de temperatura.....	56
4.3.2.1 Resultados y análisis.....	56
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	58
ANEXO A.....	61
ANEXO B.....	67
BIBLIOGRAFÍA .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 TERMÓMETRO DE MERCURIO.....	7
FIGURA 1.2 TERMÓMETRO DE RESISTENCIA.....	7
FIGURA 1.3 TERMÓMETRO DE CONTACTO.....	8
FIGURA 1.4 TERMÓMETRO SIN CONTACTO.....	9
FIGURA 1.5 PIRÓMETRO ÓPTICO.....	10
FIGURA1.6 PIRÓMETRO DE RADIACIÓN TOTAL.....	11
FIGURA1.7 PIRÓMETRO DE INFRARROJOS.....	12
FIGURA1.8 PIRÓMETRO FOTOELÉCTRICO.....	12
FIGURA1.9 TERMÓMETRO DE GAS.....	13
FIGURA1.10 TERMÓMETRO DIGITAL.....	14
FIGURA1.11 TOMA ORAL DE LA TEMPERATURA.....	18
FIGURA1.12 TOMA RECTAL DE LA TEMPERATURA.....	19
FIGURA1.13 TOMA AXIAL DE LA TEMPERATURA.....	20
FIGURA1.14 TOMA EN EL OÍDO DE LA TEMPERATURA.....	20
FIGURA1.15 TOMA EN LA PIEL DE TEMPERATURA.....	21
FIGURA 2.1 ETAPA ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL.....	26
FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TED.....	26
FIGURA 2.3 SENSOR ML35.....	29
FIGURA 2.4 CRISTAL DE 4MHZ.....	31

FIGURA 2.5 PIC 16F877 .....	32
FIGURA 2.6 DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC16F877.....	33
FIGURA 2.7 LCD YB1602A .....	34
FIGURA 3.1 SENSOR LM35.....	37
FIGURA 3.2 CONFIGURACIÓN DE SENSOR. ....	37
FIGURA 3.3 CONFIGURACIÓN DE SENSORES. ....	38
FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA.....	39
FIGURA 3.5 PROCESAMIENTO DIGITAL. ....	40
FIGURA 3.6 ENSAMBLADOR PICBASIC PRO.....	40
FIGURA 3.7 IDENTIFICACIÓN DE LOS TERMINALES DEL DISPLAY.....	41
FIGURA 3.8 DIAGRAMA GENERAL DEL TED. ....	43
FIGURA 3.9 DISEÑO DEL PCB. ....	44
FIGURA 3.10 PCB IMPRESO.....	44
FIGURA 3.11 DISEÑO E IMPRESIÓN DEL PCB. ....	45
FIGURA 3.12 ELEMENTOS MONTADOS EN PLACA. ....	45
FIGURA 3.13 PLACA MONTADA EN EL CHASIS. ....	46
FIGURA 3.14 PROTOTIPO ENSAMBLADO. ....	46
FIGURA 3.15 PROTOTIPO LISTO. ....	47
FIGURA 3.16 PROTOTIPO ENCENDIDO. ....	47
FIGURA 4.1 SIMULACIÓN EN PROTEUS 8.0.....	49
FIGURA 4.2 PRUEBA FÍSICA EN PROTOBOARD CON UN SENSOR.....	50

FIGURA 4.3 PRUEBA FÍSICA EN PROTOBOARD CON DOS SENSOR. ....50

FIGURA 4.4 PRUEBA FÍSICA TOMA DE LA TEMPERATURA EN DOS GRADIENTES  
DISTINTOS.....56

FIGURA 4.5 PRUEBA FÍSICA DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS  $T_1 < T_2$ .....57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. COMPARATIVA DE SENSORES DE TEMPERATURA.....	28
Tabla 2. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 5 AÑOS DE EDAD.....	52
Tabla 3. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 10 AÑOS DE EDAD.....	52
Tabla 4. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 14 AÑOS DE EDAD.....	53
Tabla 5. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 26 AÑOS DE EDAD.....	54
Tabla 6. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 43 AÑOS DE EDAD.....	54
Tabla 7. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 54 AÑOS DE EDAD.....	55

## ABREVIATURAS

A/D	Analógico/digital.
BIT	Digito Binario.
CCP	Compression Control Protocol.
DC	Corriente Directa.
E/S	Entrada/Salida.
LCD	Liquid Crystal Display.
PC	Computadora personal.
PCB	Placa de circuito impreso.
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio.
RISC	Computador con conjunto de Instrucciones Reducidas.
TED	Termómetro Electrónico Digital.
TDC	Termómetro Digital Comercial.
TM	Termómetro de Mercurio.

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados Centígrados
°F	Grados Fahrenheit
°K	Grados Kelvin
°R	Grados Réaumur
KΩ	Kilo-ohmios
mA	mili-Amperios
mm	milímetros
mV	mili-Voltios
MHz	Mega-Hertz
pF	pico-Faradios
V	Voltios
VDC	Voltios Corriente Directa
VAC	Voltios Corriente Alterna
W	Vatios

## **INTRODUCCIÓN**

El presente documento describe el diseño y construcción de un termómetro electrónico digital (TED), el cual tiene como función medir la temperatura corporal, así como también la temperatura de dos partes del cuerpo humano y visualizar la diferencia entre ellas.

El Capítulo 1 estudia los conceptos básicos y la introducción de la historia del termómetro, la temperatura corporal, las causas que la afectan y los métodos para medirla.

El capítulo 2 estudia el diseño y la construcción de un termómetro electrónico digital (TED), con enfoque en la descripción de los elementos utilizados.

El capítulo 3 analiza la construcción de cada una de las etapas del TED.



El capítulo 4 presenta los resultados, las simulaciones, los prototipos ensamblados en protoboard, y los resultados de la comparativa con un termómetro de mercurio y con un termómetro digital comercial.

# CAPÍTULO 1

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

### 1.1 Termómetro.

#### 1.1.1 Definición.-

En primer lugar se va a determinar el origen etimológico del término “termómetro”. En este sentido podemos establecer que aquel está compuesto de dos vocablos claramente definidos: la palabra griega *thermos*, que se puede traducir como “caliente”, y el término griego *metron*, que es sinónimo de “medida” [1].

Un termómetro es un instrumento que permite medir la temperatura. Los más populares constan de un bulbo de vidrio que incluye un pequeño tubo capilar; éste contiene mercurio (u otro material con

alto coeficiente de dilatación), que se dilata de acuerdo a la temperatura y permite medirla sobre una escala graduada [1].

### **1.1.2 Historia.**

El termoscopio que Galileo Galilei inventó en 1592 está considerado como el antecesor del termómetro. Este dispositivo contaba con una bola de vidrio hueca y un tubo soldado a ella y permitía medir los cambios de temperatura a partir de la contracción o dilatación de una masa de aire.

Al incorporar la graduación numérica al termoscopio, surgió el termómetro. En 1714, Gabriel Fahrenheit creó el mencionado termómetro de mercurio. Este científico también es el creador de la escala termométrica Fahrenheit, que se convirtió en la unidad de temperatura en el sistema anglosajón de unidades. La escala más común, de todas formas, es Celsius, bautizada en honor a Anders Celsius.

El pirómetro, por otra parte, es un termómetro que permite medir la temperatura de una sustancia sin estar en contacto con ella. Se basa en la distribución de la radiación térmica.

No obstante, existen otros muchos tipos de termómetros. Así como, por ejemplo, están los digitales que se han convertido en los más utilizados en los hogares ya que son sencillos, rápidos y no contaminan. Esta última razón se explica por el hecho de que no contienen en su interior mercurio.

De la misma forma, tampoco se debe pasar por alto la existencia de los termómetros clínicos. Éstos pueden ser de dos clases, digitales o de mercurio, y son los que se emplean en los distintos centros de salud para medir la temperatura corporal de los pacientes.

A todos éstos se pueden añadir los termómetros de máximas, que se encargan de registrar las temperaturas máximas; los de mínimas, que hacen lo propio con las temperaturas más bajas; y los diferenciales. Estos últimos se emplean para poder llevar a

cabo la medición de lo que son diferencias pequeñas de temperatura.

También están los termómetros de cocina, que tienen una gran utilidad pues sirven para determinar la temperatura a la que se encuentran determinados alimentos. Ello servirá de ayuda, en muchos casos, a saber si un plato que se ha realizado necesita estar más tiempo en el horno o ya se halla en el punto justo.

Existen otros tipos de termómetros que funcionan a partir de la resistencia eléctrica, de la fuerza electromotriz o de los cambios que experimenta un gas, por ejemplo.

Los termómetros tienen múltiples usos. La amplia variedad de instrumentos tiene su lógica de acuerdo a las distintas utilidades del dispositivo. Hay termómetros que se usan en la producción industrial y que deben soportar temperaturas muy altas. Los clásicos termómetros de mercurio, en cambio, se utilizan para determinar la fiebre [1].

### 1.1.3 Escalas de Temperatura.

En el mundo la escala más utilizada es la de grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), nombrada Celsius desde 1948 en honor a Anders Celsius (1701-1744). El cero ( $0^{\circ}\text{C}$ ) grados es el punto de congelación y el punto de ebullición es en los cien ( $100^{\circ}\text{C}$ ) grados a 1 atmósfera de presión.

Otras escalas termométricas son:

- Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), fue propuesta por Daniel Gabriel Fahrenheit en la revista *Philosophical Transactions* (Londres, 33, 78, 1724). El grado Fahrenheit es la unidad de temperatura en el sistema anglosajón de unidades, utilizado principalmente en Estados Unidos. Su relación con la escala Celsius es:

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32 ; ^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9. \quad (1.1)$$

- Réaumur ( $^{\circ}\text{R}$ ), actualmente en desuso. Se debe a René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) Su relación con la escala Celsius es:  $0^{\circ}\text{R} = 0^{\circ}\text{C}$  (1.2),  $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{C} \times 4/5$  (1.3),  $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{R} \times 5/4$  (1.4).

- Kelvin ( $T_K$ ) o *temperatura absoluta*, es la escala de temperatura del Sistema Internacional de Unidades. Aunque la magnitud de una unidad Kelvin ( $^{\circ}K$ ) coincide con un grado Celsius ( $^{\circ}C$ ), el cero absoluto se encuentra a  $-273,15^{\circ}C$  y es inalcanzable según el tercer principio de la termodinámica. Su relación con la escala Celsius es:  $T_K = ^{\circ}C + 273,15$  (1.5) [2].

#### 1.1.4 Tipos de Termómetros.

Para medir la temperatura existen varios tipos de termómetros, a continuación algunos de los más usados.

##### **Termómetro de Mercurio (líquido).**

Los termómetros de mercurio son los más conocidos, y antes los más usados pero debido a su peligrosidad por contener sustancias nocivas se ha cambiado el mercurio por alcohol. Generalmente son de vidrio sellado. La medición de temperatura se observa en una escala incluida en el mismo termómetro cuando el nivel del

líquido (mercurio o alcohol) que hay en su interior se dilata/contrae debido al cambio de temperatura [3].



FIGURA 1.1 Termómetro de mercurio (Líquido) [3].

### **Termómetro de Resistencia.**

La toma de temperatura se basa en un alambre que va ligado a una resistencia eléctrica que cambia en función de la temperatura este alambre es de platino. La toma de temperatura es lenta con este Termómetro, pero preciso. Su uso se da en tomas de temperatura en exteriores [3].

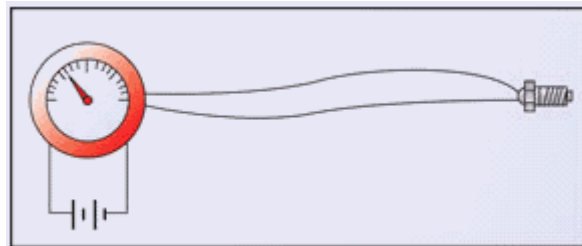


FIGURA 1.2 Termómetro de Resistencia [3].



### Termopar (Par Térmico).

Es un termómetro que mide temperatura por medio de una resistencia eléctrica que produce un voltaje el cual varía en función de la temperatura de conexión. La toma de temperatura es de forma rápida, se lo usa en los laboratorios. Un termopar o termocupla es utilizado para medir temperatura basada en la fuerza electromotriz que se genera al calentar la unión de dos metales diferentes [3].

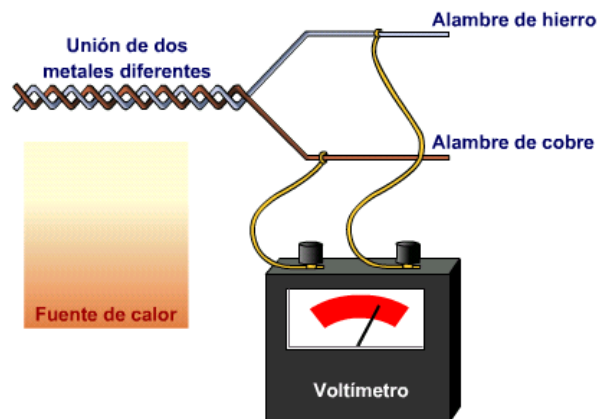


FIGURA 1.3 TERMÓMETRO DE CONTACTO [3].

### **Pirómetro (Termómetro sin contacto).**

Es lo último en medición de temperatura se basa en la radiación de calor que desprenden los objetos. Se llaman también termómetros infrarrojos y se utilizan, para medir temperaturas elevadas, objetos en movimiento o que estén a distancia. La ventaja de este tipo de termómetros es que no se requiere tocar el objeto y se conoce al instante la temperatura en la pantalla. Son utilizados en fundiciones, fábricas de vidrio, hornos para cocción de cerámica etc. Existen varios tipos según su funcionamiento:



FIGURA 1.4 TERMÓMETRO SIN CONTACTO [3].

**Pirómetro óptico.**

Se basa en la ley de distribución de la radiación térmica, la ley de Wien, según dice, que el color de la radiación varía con la temperatura. El color de la radiación de la superficie a medir se compara con el color emitido por un filamento que se ajusta con un reóstato calibrado. Se utilizan para medir temperaturas elevadas, desde 700 °C hasta 3.200 °C, a las cuales se irradia suficiente energía en el espectro visible para permitir la medición óptica



FIGURA 1.5 PIRÓMETRO ÓPTICO [3].

### **Pirómetro de radiación total.**

Se fundamenta en la ley de Stefan-Boltzmann, la cual cita, “la intensidad de energía emitida por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta”.



FIGURA1.6 PIRÓMETRO DE RADIACIÓN TOTAL [3].

### **Pirómetro de infrarrojos.**

Mediante un sensor fotorresistivo capta la radiación infrarroja, filtrada por una lente, que da lugar a una corriente eléctrica a partir de la cual se calcula la temperatura mediante un circuito electrónico. Pueden medir desde temperaturas inferiores a 0 °C hasta valores superiores a 2.000 °C.



FIGURA1.7 PIRÓMETRO DE INFRARROJOS [3].

### **Pirómetro fotoeléctrico.**

Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico, por el cual se liberan electrones de semiconductores cristalinos cuando incide sobre ellos la radiación térmica.



FIGURA1.8 PIRÓMETRO FOTOELÉCTRICO [3].

### Termómetro de Gas.

Su funcionamiento se puede dar a volumen constante o a presión constante, debido a su tamaño y precio se utilizan como termómetros patrón en laboratorios con el objetivo de calibrar otros termómetros, ya que son precisos en la medición de temperatura.

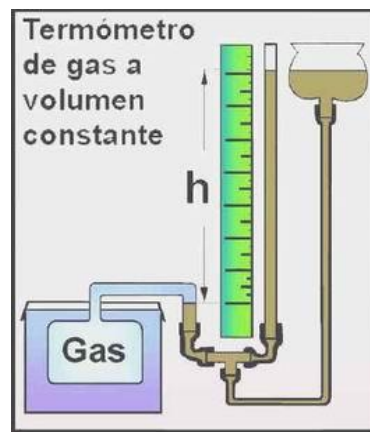


FIGURA 1.9 TERMÓMETRO DE GAS [8].

### Termómetro Digital.

Se mide la temperatura mediante un circuito electrónico, luego se envía la información a un microchip que la procesa y la muestra en un display digital. Son comunes para aplicaciones diversas en el hogar, industria, por ser económicos, rápidos, precisos y de fácil uso.



FIGURA1.10 TERMÓMETRO DIGITAL [3].

### **Termómetros especiales.**

En ciertos parámetros la medición demanda de termómetros especiales a continuación se presenta algunos de ellos:

#### **Termómetro de globo.**

Es de mercurio y tiene el bulbo dentro de una esfera metal hueca, pintada de negro humo. La esfera absorbe la radiación de objetos del entorno más calientes que el aire y emite radiación hacia los más fríos. Sirve para medir temperatura radiante y se utiliza para comprobar las condiciones de comodidad de las personas.

**Termómetro de bulbo húmedo.**

Sirve para medir humedad relativa, punto de rocío y tensión de vapor. Se llama de bulbo húmedo porque de su bulbo o depósito parte un pedazo delgado de algodón que lo comunica con un depósito de agua. Este depósito se coloca al lado y más bajo que el bulbo, de forma que por capilaridad está continuamente mojado.

**Termómetro de máximas y mínimas.**

Se usa para saber la temperatura más alta y más baja del día, es un aparato con dos instrumentos. Existen termómetros individuales de máxima o de mínima para usos especiales de laboratorio [3].

**1.2 Temperatura Corporal.****1.2.1 Definición.-**

La temperatura corporal es una medida de la capacidad del cuerpo para generar y liberarse del calor. El cuerpo mantiene muy bien su temperatura dentro de límites reducidos y seguros, a pesar de las grandes variaciones de temperatura en el exterior del cuerpo.



Cuando se tiene demasiado calor, los vasos sanguíneos en la superficie de la piel se expanden (dilatan), para llevar el exceso de calor a la superficie de la piel. Se puede comenzar a sudar y la evaporación del sudor ayuda a mantener fresco el cuerpo. Cuando se tiene demasiado frío, los vasos sanguíneos se estrechan (contraen), de manera que se reduce el flujo de sangre hacia la piel para conservar el calor del cuerpo.

Es posible que se comience a temblar, lo cual es una contracción involuntaria y rápida de los músculos. Esta actividad adicional de los músculos ayuda a generar más calor. Bajo condiciones normales, esto mantiene la temperatura corporal dentro de límites reducidos y seguros.

### **1.2.2 Temperatura Corporal Normal.**

La temperatura promedio normal es 98.6°F (37°C). La temperatura también varía durante el día, siendo usualmente la más baja temprano en la mañana, y subiendo hasta 1 °F (0.6 °C) temprano

en la noche. La temperatura también puede aumentar 1 °F (0.6 °C) o más, si se hace ejercicio en un día caluroso.

La temperatura corporal de una mujer varía típicamente en 1 °F (0.6 °C) o más durante su ciclo menstrual, alcanzando su pico alrededor del momento de la ovulación.

### **1.2.3 Temperatura Corporal Anormal.**

- Temperatura oral, en el oído (timpánica), rectal o de la arteria temporal
  - Fiebre: 100.4°F (38°C) a 103.9°F (39.9°C).
  - Fiebre alta: 104°F (40°C) o más.
  
- Temperatura en las axilas.
  - Fiebre: 99.4°F (37.4°C) a 102.9°F (39.4°C)
  - Fiebre alta: 103°F (39.5°C) o más
  
- Temperatura baja.

Una temperatura rectal o en el oído de menos de 97°F (36.1°C) significa una temperatura corporal baja (hipotermia).

#### 1.2.4 Métodos para medir la Temperatura Corporal.

La temperatura corporal se puede medir en muchos lugares del cuerpo. La boca, el oído, la axila y el recto son los lugares más comúnmente utilizados. También puede medirse la temperatura sobre la frente [4].

- **Oral**

Se puede tomar la temperatura en la boca utilizando un termómetro clásico, digital o algo más moderno usando una sonda electrónica.



FIGURA1.11 TOMA ORAL DE LA TEMPERATURA [9].

- **Rectal**

Se toma la temperaturas en el recto (se puede utilizar un termómetro de mercurio o digital), suele ser de 0,5 a 0,7° F más altas que la que se toma en la boca.



FIGURA1.12 TOMA RECTAL DE LA TEMPERATURA [10].

- **Axilar**

Se puede tomar la temperatura debajo del brazo usando un termómetro digital o de mercurio. La temperatura de esta zona suele ser de 0,3 a 0,4°F más baja que la tomada en la boca.



FIGURA1.13 TOMA AXIAL DE LA TEMPERATURA [11].

- **En El Oído**

La temperatura del tímpano se puede medir con un termómetro especial, que toma la temperatura central del cuerpo como la temperatura de los órganos internos.



FIGURA1.14 TOMA EN EL OÍDO DE LA TEMPERATURA [12].

- **Por La Piel.**

Generalmente en la frente se puede medir la temperatura en la piel con un termómetro especial [5].



FIGURA1.15 TOMA EN LA PIEL DE LA TEMPERATURA [13].

### 1.2.5 Factores que afectan la Temperatura Corporal.

Existen diferentes factores que pueden modificar la temperatura corporal, por lo que es necesario prestar atención al momento de determinar la causa:

- **La edad.**

El recién nacido presenta problemas de regulación de la temperatura debido a su inmadurez, de tal modo que le afectan mucho los cambios externos. En el anciano la temperatura corporal suele estar disminuida (36 °C).

- **La hora del día.**

A lo largo de la jornada las variaciones de la temperatura suelen ser inferiores a 1.5 °C. La temperatura máxima del organismo se alcanza entre las 18 y las 22 horas y la mínima entre las 2 y las 4 horas. Este ritmo circadiano es muy constante y se mantiene incluso en los pacientes febriles.

- **Sexo.**

En la segunda mitad del ciclo, desde la ovulación hasta la menstruación, la temperatura se puede elevar entre 0.3-0.5 °C.

- **El ejercicio físico.**

La actividad muscular incrementa transitoriamente la temperatura corporal.

- **El estrés.**

Las emociones intensas como el enojo o la ira activan el sistema nervioso autónomo, pudiendo aumentar la temperatura.

- Los tratamientos farmacológicos.
- Las enfermedades.
- La temperatura ambiente y la ropa que se lleve puesta.
- La ingesta reciente de alimentos calientes o fríos, el haberse fumado un cigarrillo, la aplicación de un enema y la humedad de la axila o su fricción (por el ejemplo al secarla) Pueden afectar el valor de la temperatura oral, rectal y axilar respectivamente, por lo que se ha de esperar unos 15 minutos antes de tomar la constante. Si la axila está húmeda, se procederá a secarla mediante toques [6].

#### **1.2.6 Aplicación de la toma de la temperatura en dos partes del cuerpo.**

La aplicación de la toma de temperatura en dos partes del cuerpo se da en el monitoreo de la temperatura bucal y axilar en pacientes tuberculosos pulmonares, según estudios realizados en este tipo de pacientes.



El estudio indica lo inexacto que es tomar la temperatura bucal en esta clase de pacientes, por lo que se debe monitorear al mismo tiempo la temperatura axial del paciente para obtener una temperatura real y precisa [7].

## **CAPÍTULO 2**

### **DISEÑO Y ELEMENTOS DEL TED.**

#### **2.1. Introducción**

Este capítulo se enfoca en el diseño y la construcción del TED, analizando cada etapa, iniciando por la etapa de sensado, procesamiento digital y visualización de resultados.

Para la visualización se deberá convertir la señal analógica a digital para lo cual se utiliza un microcontrolador, que obtiene el sensado de dos temperaturas en tiempo real y resta los datos obtenidos sin necesidad de circuitería adicional.

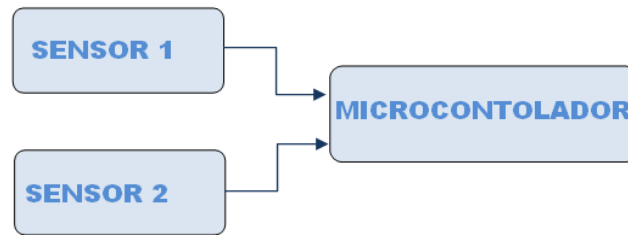


FIGURA 2.1 ETAPA DE ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL

## 2.2. Diagrama de bloques del circuito del TED.

La figura 2.2 muestra el diagrama de bloques del circuito del TED, está conformado por los siguientes bloques:

- Sensado
- Conversión A/D
- Visualización



FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TED.

### **2.3. Componentes del circuito del TED.**

Se Procede a describir el funcionamiento y los principios básicos de cada uno de los elementos más relevantes que conforman el circuito.

El termómetro electrónico digital trabaja usando un tipo de sensor sensible a la temperatura; en este caso se usará el sensor LM35, el cual varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura a la que es sometido.

El sensor entrega una señal analógica, por lo que es necesario un microcontrolador que convierta la señal analógica en señal digital para así poder visualizarla mediante un display.

Además de convertir la señal analógica a digital, el microcontrolador tiene la función de tomar los datos de dos sensores y realizar la diferencia de sus lecturas, para mostrarlos por medio del display.

## 2.4. Etapa de Sensado.

Esta etapa se encarga de recoger los valores provenientes del paciente para su posterior procesamiento digital. En la siguiente tabla se compara algunos sensores de temperatura y se visualiza las ventajas del sensor elegido en este caso (LM35) en comparación a otros sensores.

Tabla 1. COMPARATIVA DE SENSORES DE TEMPERATURA.

Sensor	Voltaje de alimentación (V)	Corriente de consumo	Relación voltaje - temperatura	Rango de temperatura (°C)	Costo	Acondicionamiento para el microcontrolador
LM335	2.98	400 $\mu$ A – 5 mA	10 mV / °K	1 - 200	\$ 11.00	No
LM35	4 – 30	10 mA	10 mV / °C	-55 150	\$ 22.00	Si
LT1025CN	4 – 36	80 $\mu$ A	60.9 $\mu$ V / °C	-55 125	\$ 99.00	No
AD590	4 – 30	298.2 $\mu$ A	1 $\mu$ A /°K	-55 - 150	\$ 221.00	Si

### ML35

Sensor de temperatura muy preciso, en el que su tensión de salida depende linealmente de la temperatura en grados centígrados. Este dispositivo no necesita algún tipo de configuración o ajuste externo para brindar una precisión de  $\pm 1,4$  °C a temperatura ambiente y de  $\pm 3.4$  °C dentro del rango de -55 a 150 °C en el cual opera. La calibración se da al instante de su fabricación. El funcionamiento de este dispositivo es



- Consume menos de 60 $\mu$ A.
- Posee bajo auto-calentamiento (0,08 °C en aire estático).
- Presenta baja impedancia de salida, 0,1W para cargas de 1mA.
- Es de bajo costo.

## **2.5. Etapa de Procesamiento Digital.**

Esta etapa consta de un microcontrolador que es un elemento electrónico básicamente formado por un procesador, bancos de memoria, interfaces de entrada y salida.

El microcontrolador es el encargado de procesar las señales analógicas provenientes de los sensores a señal digital para su visualización en el display.

Además facilita la obtención de datos de dos sensores simultáneamente y resta sus valores para luego mostrar la diferencia en el display.

**Cristal de 4MHz**

El cristal de cuarzo determina la frecuencia del circuito y estabiliza la señal para poder visualizarla, funciona como un oscilador estable en los circuitos electrónicos, transmitiendo una frecuencia del mismo valor.



FIGURA 2.4 CRISTAL DE 4MHZ.

**Características:**

- Su presentación es de cuarzo con encapsulado metálico.
- Su frecuencia de oscilación 4MHz.

**PIC 16F877A**

Microcontrolador de tipo RISC fabricado por Microchip technology inc. Es un circuito integrado programable mediante una PC, consta con varias



funciones, para este caso se resalta la de conversor A/D, operaciones matemáticas con datos obtenidos mediante su programación y la facilidad para mostrar datos en dispositivos visuales.

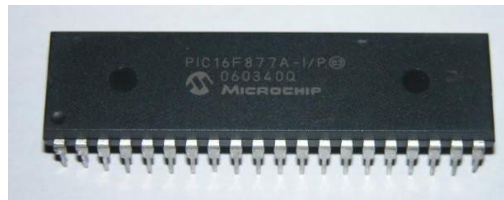


FIGURA 2.5 PIC 16F877.

### **Características:**

Las características más importantes son:

- Cuenta con amplia memoria para programa y datos.
- Cuenta con memoria FLASH reprogramable de 14 bits, ya que se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la F en el modelo).
- Cuenta con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo, ya que presenta Set de instrucciones reducidas (tipo RISC).
- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Su frecuencia máxima es de 20MHz.
- Cuenta con 368 posiciones RAM de datos.
- Cuenta con 256 posiciones EEPROM de datos.

- Cuenta con 14 interruptores.
- Cuenta con 3 Timers.
- Cuenta con 2 módulos CCP.
- Presenta 40 pines.
- Presenta puertos E/S A, B, C, D.
- Tiene 35 juegos de instrucciones.
- La longitud de instrucción es de 14bits.

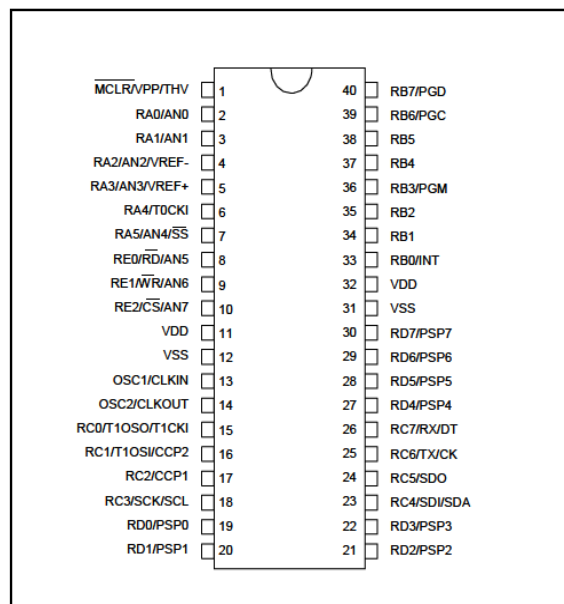


FIGURA 2.6 DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC16F877 [15].

## 2.6. Etapa de Visualización.

Para la visualización de los datos obtenidos de los sensores, se necesita un dispositivo gráfico el cual debe tener compatibilidad con el microprocesador para su manejo directo, en este caso se eligió un display, para mostrar los datos sensados.

### Display LCD de 16x2.

Es una pantalla delgada de cristal líquido que nos permite visualizar los datos obtenidos del sensor luego de su conversión en datos digitales.

Cuenta 16 pines para su configuración.

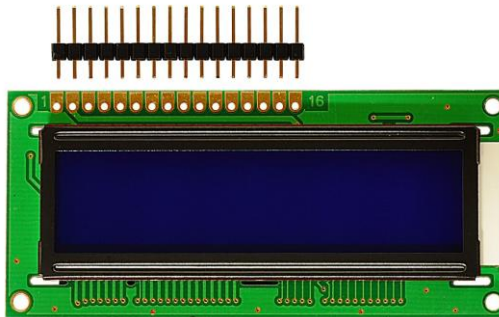


FIGURA 2.7 LCD YB1602A.

### Características.

Las principales son:

- Su Tamaño es: 84x44x14mm.
- EL Color de presentación es: Azul.
- Cuenta con 16 x 2 líneas, número de Caracteres (62x18mm).
- Voltaje de operación: 5V DC.

## **2.7. Alimentación.**

Para la alimentación del circuito se usará un adaptador de corriente 115VAC a 5VDC ya que la mayoría de los elementos operan en este rango, en especial el display que trabaja con 5VDC y el microcontrolador que tiene un voltaje de operación de hasta 5.5VDC.

## **CAPÍTULO 3**

### **CONSTRUCCIÓN DEL TED.**

#### **3.1. Construcción del Prototipo.**

En este capítulo se describe la construcción de cada una de las partes del prototipo como el circuito eléctrico, el circuito Impreso y el montaje en el chasis.

##### **3.1.1 Construcción del Circuito Eléctrico.**

El prototipo está formado de diferentes etapas con funciones específicas, estas están construidas por elementos electrónicos y de programación, a continuación se detalla los elementos que lo integran dando a conocer sus funciones y estructuras para su desempeño.



El sensor LM35 está construido para trabajar en un rango de temperatura, donde la escala requerida para la medición es cubierta en su totalidad, por lo tanto no son necesarios elementos externos para su funcionamiento, necesitando únicamente una fuente de alimentación, en este caso se coloca un pequeño filtro por seguridad, formado por el paralelo de una resistencia de  $10K\Omega$  y un capacitor de  $120p$  para cada sensor.

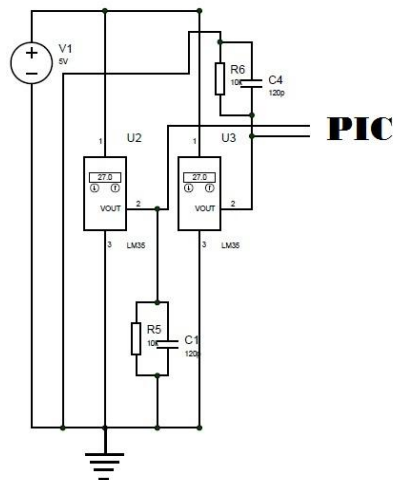


FIGURA 3.3 CONFIGURACIÓN DE SENSORES.

La medición de la Temperatura corporal es directa como se muestra en la figura 3.4, dada por tres fases: la medición de la temperatura del paciente, el procesamiento de los datos en el

microcontrolador y el despliegue de la información mostrado en el display.

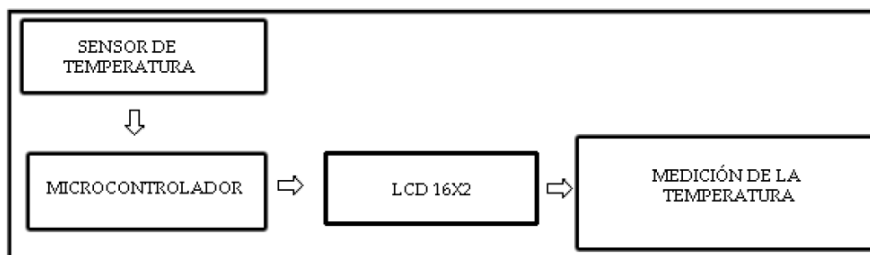


FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA.

Los datos recolectados por el sensor LM35 son enviados a un convertidor analógico digital de 10 bits, anclado a un rango de voltaje de 0 a 5 V.

### **Diseño y Construcción de la etapa de procesamiento digital.**

El procesamiento digital se lleva a cabo por el microcontrolador PIC16F877A, este es el encargado de controlar las diferentes etapas de la medición, el muestreo de los datos entregados de los sensores al convertidor analógico digital, así como la diferencia entre las temperaturas tomadas de los sensores, la interpretación de los voltajes y la visualización de los datos en el display para ello, la programación es muy importante, la cual se realizó en el compilador PICBASIC PRO.



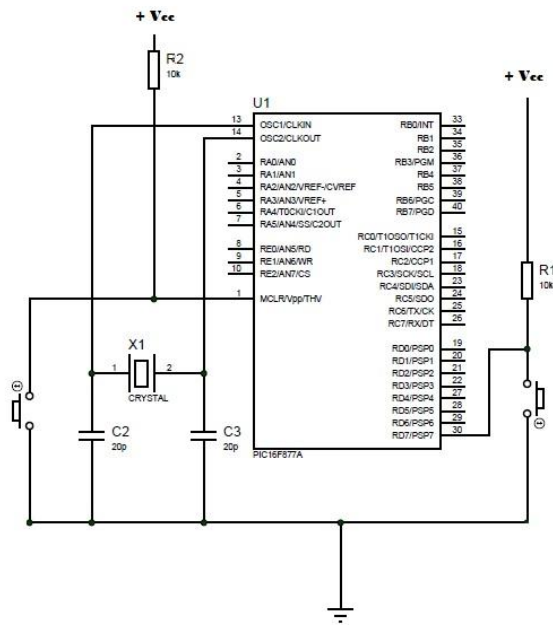


FIGURA 3.5 PROCESAMIENTO DIGITAL.

```

55 LCDOUT $FE, 1          'INICIALIZO EL DISPLAY
56 LCDOUT $FE, $80, "T1:" 'ESCRIBO EN SEGUNDA FILA
57 LCDOUT $FE, $C0, "T2:"
58
59
60 WHILE (1)
61
62
63 ' LCDOUT $FE, $83, DEC C1 DIG 2, DEC C1 DIG 1, ",", "DEC C1 DIG 0, "°C"
64
65 ADCIN 0, T1            'GUARDO EL VALOR DE LA TEMPERATURA TOMADA
66 C1=T1*489
67 C1=DIV32 100          'DISCRIMINO LOS DOS DIGITOS LSB
68
69 ADCIN 1, T2
70 C2=T2*489
71 C2=DIV32 100
72 PAUSE 100
73
74 IF C1>C2 THEN
75   x=C1-C2
76   n=0

```

FIGURA 3.6 ENSAMBLADOR PICBASIC PRO.

### Diseño y Construcción de la etapa de visualización.

Para la visualización de la medición de la temperatura se requiere de un elemento gráfico, en este caso se selecciona un display de cristal líquido.

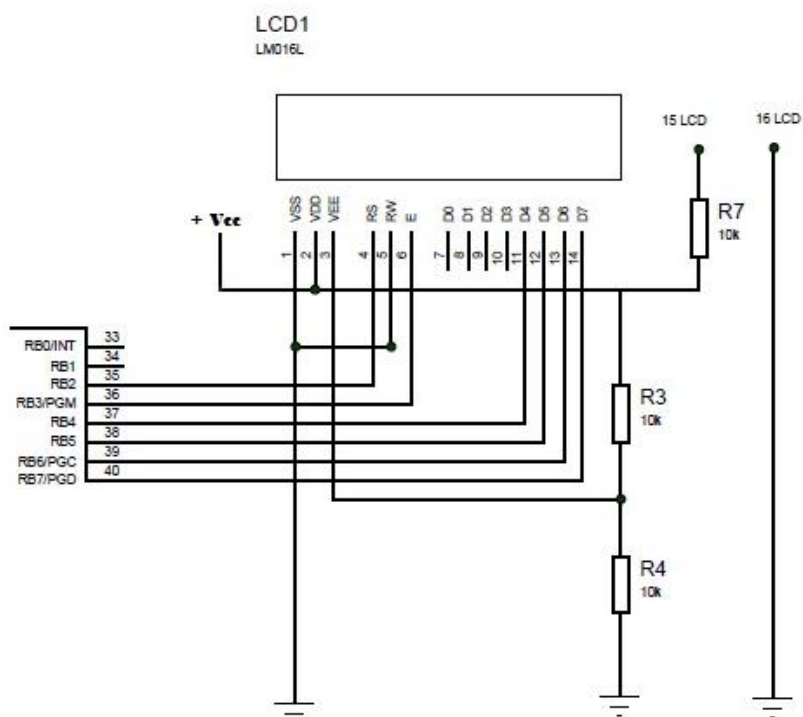


FIGURA 3.7 IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DEL DISPLAY.

El display cuenta con los terminales 1 y 2 para la alimentación de su correcto funcionamiento, el terminal 3 para el ajuste del

contraste, donde se ha fijado un contraste óptimo mediante el arreglo con resistencias de  $10k\Omega$ , el terminal 5 permite leer o escribir y al ser conectado a tierra (0V) queda habilitado para escritura, los terminales 4, 6, 11, 12, 13, 14 son conectados al microcontrolador para la transferencia de información que se muestra en la pantalla, los terminales 15 y 16 es la fuente de alimentación de retroiluminación LED.

### **Alimentación del equipo**

Para la alimentación del circuito se utilizó un adaptador de voltaje debido a que proporciona el voltaje deseado de +5 VDC, el cual es necesario para el buen funcionamiento del sistema, ya que todos los elementos que componen el circuito trabajan correctamente con este voltaje, evitando así daños por sobrecarga.

### **3.1.2. Esquema General del TED.**

En el siguiente esquema se presenta todas las etapas del circuito, para su posterior diseño de placa y montaje de elementos.



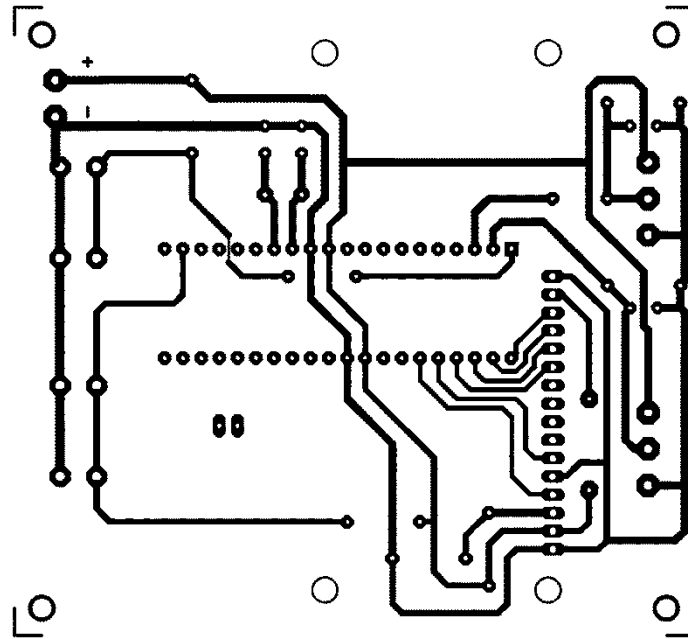


FIGURA 3.9 DISEÑO DEL PCB.

A continuación se presenta el PCB listo y los elementos montados en el circuito impreso.

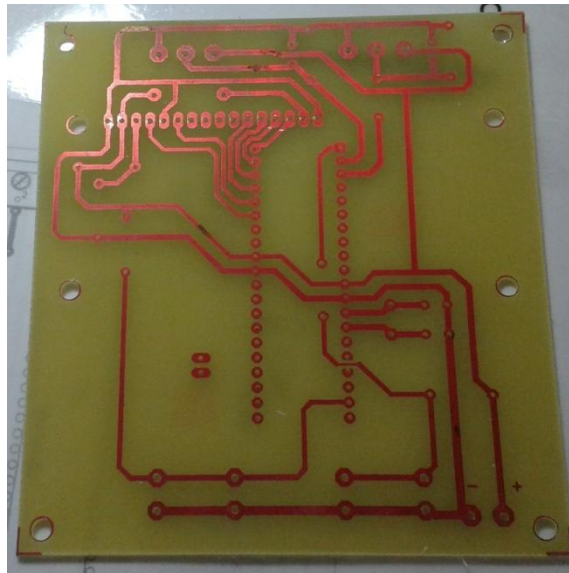


FIGURA 3.10 PCB IMPRESO.

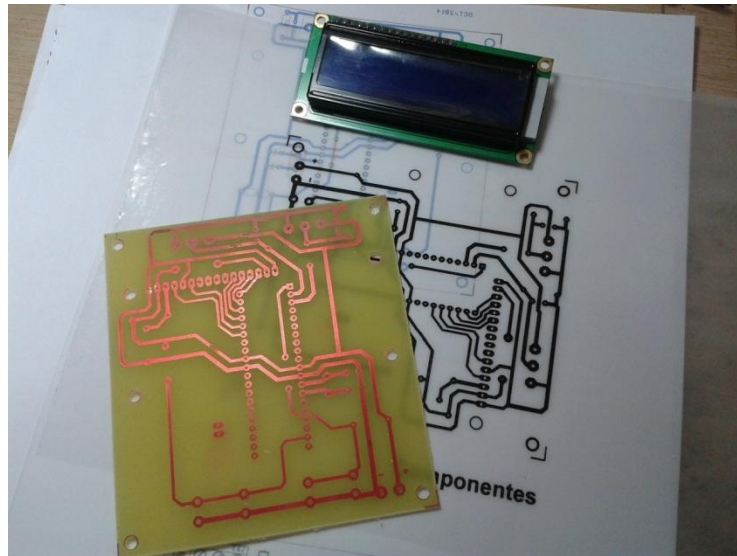


FIGURA 3.11 DISEÑO E IMPRESIÓN DEL PCB.

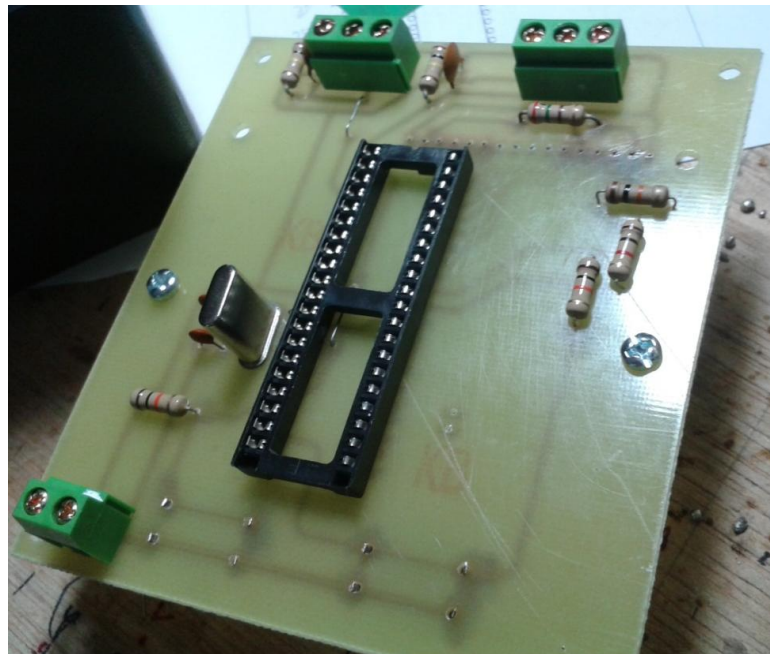


FIGURA 3.12 ELEMENTOS MONTADOS EN PLACA.

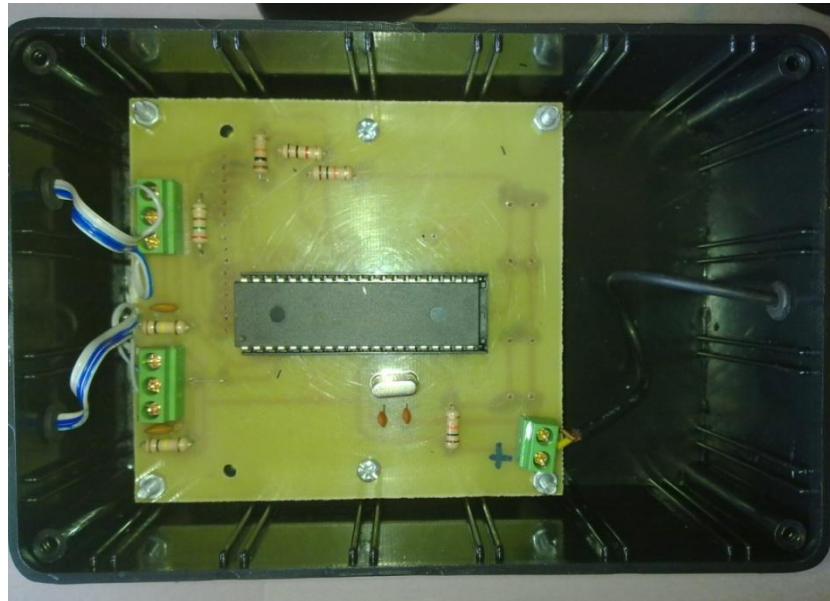


FIGURA 3.13 PLACA MONTADA EN EL CHASIS.

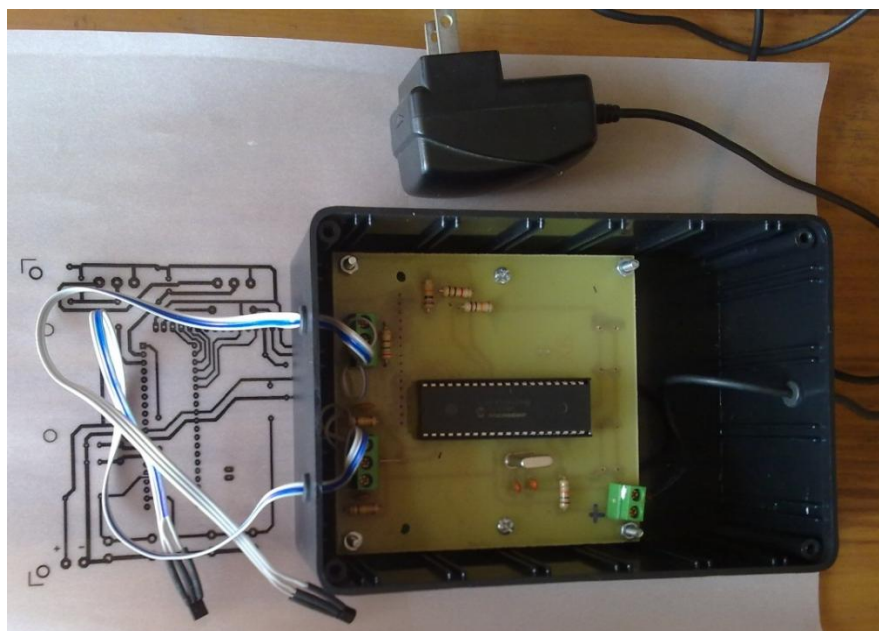


FIGURA 3.14 PROTOTIPO ENSAMBLADO.



### 3.1.4 Prototipo Completo.

A continuación se presenta el equipo completo, es decir, el prototipo armado y listo para su uso.

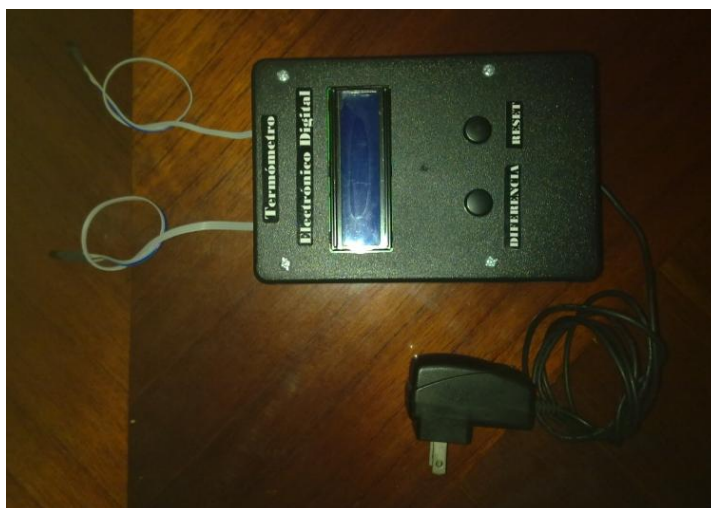


FIGURA 3.15 PROTOTIPO LISTO.

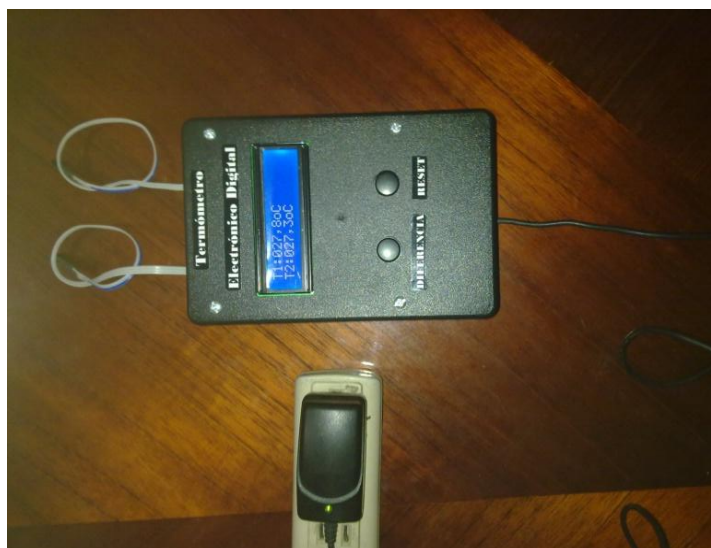


FIGURA 3.16 PROTOTIPO ENCENDIDO.



## **CAPÍTULO 4**

### **GRÁFICAS Y RESULTADOS.**

En este capítulo se presentan las pruebas realizadas y los resultados obtenidos del prototipo, para comprobar su fiabilidad con respecto a su funcionamiento.

Se inician las pruebas con la simulación del prototipo en sus diferentes etapas con la finalidad de observar el comportamiento ideal del circuito eléctrico; luego se procede a realizar una prueba del circuito en protoboard con un sensor, y enseguida con los dos sensores de temperatura, para al final obtener el circuito funcionando correctamente antes de ensamblarlo; y por último, las pruebas físicas del prototipo ensamblado y listo para su uso.

#### 4.1. Simulación en Proteus 8.0.

Se presenta la simulación realizada en el programa Proteus 8.0 donde se simula todas las etapas del circuito con la finalidad de observar su funcionamiento ideal, además se verifica con claridad el perfecto funcionamiento de la programación del PIC.

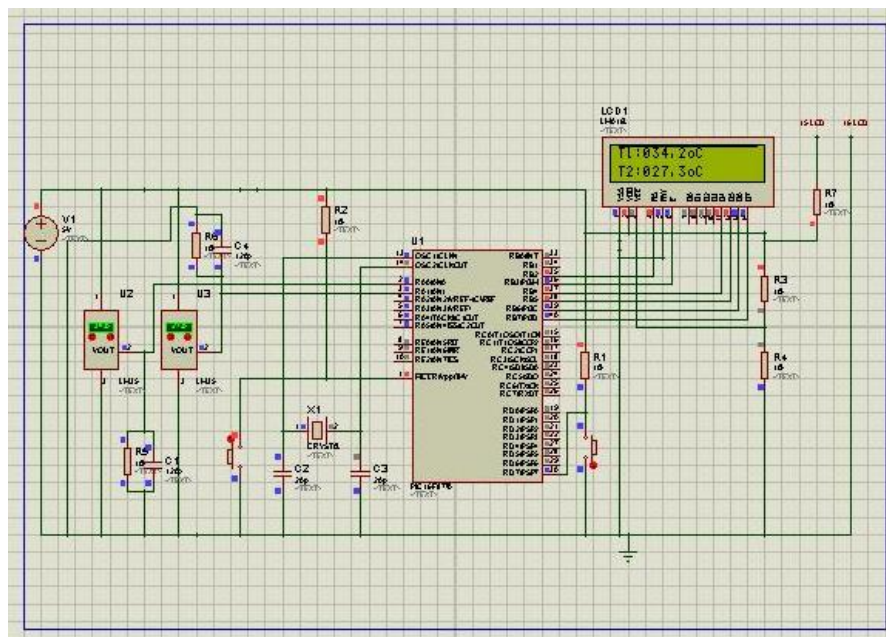


FIGURA 4.1 SIMULACIÓN EN PROTEUS 8.0.

#### 4.2. Ensamblado en Protoboard.

Una vez realizada la simulación en Proteus, se procede a ensamblar el circuito en un protoboard para verificar su funcionamiento en forma

física, primero con un solo sensor luego con los dos sensores como se muestra en las figuras a continuación.

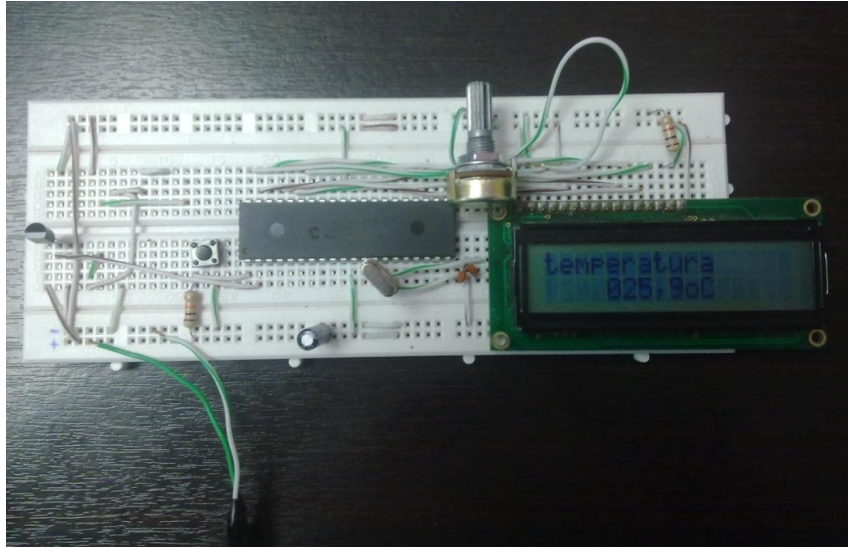


FIGURA 4.2 PRUEBA FÍSICA EN PROTOBOARD CON UN SENSOR.

La prueba del prototipo con un solo sensor ensamblado en protoboard, permite observar el funcionamiento real del sensor, y verificar el trabajo general del circuito.

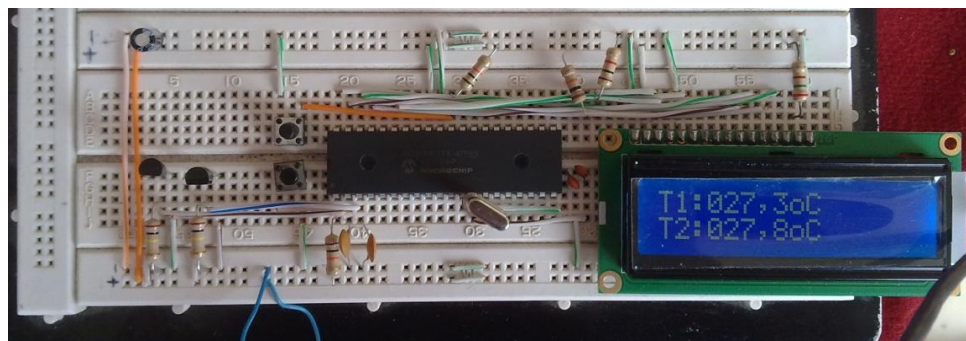


FIGURA 4.3 PRUEBA FÍSICA EN PROTOBOARD CON DOS SENSOR.

EL ensamble del prototipo con dos sensores permitie definir el funcionamiento correcto de cada elemento y etapa del circuito, definir el contraste del display, para proceder al ensamble en la tarjeta PCB.

### **4.3. Prototipo Final.**

Las pruebas del prototipo listo se basan en la medición de la temperatura corporal utilizando el TED, así como la medición de dos ambientes con temperaturas distintas y el correcto funcionamiento del prototipo, al mostrar las temperaturas medidas y la diferencia en el display.

#### **4.3.1. Mediciones corporales.**

En las siguientes tablas se presentan las pruebas registradas al comparar el TED con un termómetro de mercurio (TM) y un termómetro digital comercial (TDC); los datos de las tablas, son el resultado de múltiples pruebas tomadas de forma axial, en varias personas de edades y sexo diferentes.

#### 4.3.1.1 Resultados y análisis.

Datos medidos en una persona de sexo masculino de 5 años de edad.

Tabla 2. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 5 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
36,1	36,2	36,2
35,6	36,2	35,7
36,2	36,5	36,1
36,6	36,6	36,5
35,6	36,4	35,7

Datos medidos en una persona de sexo femenino de 10 años de edad.

Tabla 3. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 10 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
35,6	35,9	36,1
36,1	36,6	36,0

36,1	35,7	36,1
36,6	36,6	36,5
36,1	36,4	36,4

Datos medidos en una persona de sexo femenino de 14 años de edad.

Tabla 4. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 14 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
37,1	37,1	36,9
37,1	36,6	36,8
36,6	36,8	36,9
37,1	36,8	36,9
37,1	36,8	36,8

Datos medidos en una persona de sexo masculino de 26 años de edad.

Tabla 5. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 26 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
35,6	36,2	35,7
36,1	36,2	36,2
35,6	36,4	35,7
36,1	36,6	36,1
36,6	36,6	36,5

Datos medidos en una persona de sexo masculino de 43 años de edad.

Tabla 6. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO MASCULINO DE 43 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
36,1	35,5	36,1
36,1	35,9	36,1
36,1	36,1	35,9
36,6	36,2	36,4
36,6	36,4	36,3

Datos medidos en una persona de sexo femenino de 54 años de edad.

Tabla 7. COMPARATIVA MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL PERSONA DE SEXO FEMENINO DE 54 AÑOS DE EDAD.

Medición de Temperatura en °C		
TED	TDC	TM
35,2	34,8	35,2
35,6	35,4	35,7
35,2	35,4	35,1
35,6	35,5	35,7
35,2	36,1	35,6

Como se aprecian los datos de las tablas, los resultados del TED son óptimos ya que en relación al termómetro de mercurio en la mayoría de los casos la diferencia es de 0.1 °C, y en relación al TDC tienen una diferencia entre 0.1 a 0.8 °C, demostrando que existe un menor error con relación al termómetro más confiable como es el termómetro de mercurio. Con esto se prueba la confiabilidad en la toma de la temperatura corporal.



#### 4.3.2. Mediciones comparativas entre dos gradientes distintos de temperatura.

Esta prueba consiste en tomar la temperatura de dos ambientes distintos en el mismo instante, para obtener la diferencia de los datos obtenidos.

##### 4.3.2.1 Resultados y análisis.



FIGURA 4.4 PRUEBA FÍSICA DE LA TOMA DE TEMPERATURA EN DOS GRADIENTES DISTINTOS.

Como se puede observar en la figura 4.4 se muestra la temperatura del congelador, y al mismo tiempo la temperatura

en el exterior del congelador, en este caso el termómetro 1 está en el interior del congelador siendo de temperatura más baja o de temperatura menor que el termómetro 2 que se encuentra en el exterior del congelador, en la figura se observa la diferencia entre las dos temperaturas.



FIGURA 4.5 PRUEBA FÍSICA DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS  $T_1 < T_2$ .

En la figura 4.5 se observa la diferencia entre las dos temperaturas, indicando en el display que  $T_1 < T_2$  debido a que la temperatura en el interior del congelador es menor que al exterior, demostrando así el correcto funcionamiento del TED en la toma de temperaturas de dos gradientes distintos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto, se concluye lo siguiente:

1. EL TED es un instrumento fácil de usar por cualquier persona sin necesidad de tener conocimientos profundos de electrónica o medicina por la simplicidad de su estructura y funcionamiento.
2. Para la medición de la temperatura corporal se encuentra apropiado el sensor LM35 por su rápida respuesta y su sensibilidad debido a su confirmación durante las pruebas realizadas, acoplándose a lo requerido desde el inicio de las pruebas.

3. El microcontrolador es una pieza esencial ya que no solo facilita una circuitería sencilla para la construcción del TED, como también brinda soluciones para adaptar nuevas aplicaciones mediante su programación, como realizar la diferencia de dos gradientes distintos de temperatura y mostrarlo en el display en tiempo real.
  
4. EL prototipo se realizó con elementos de fácil acceso en el mercado local y relativamente económicos, que permite su construcción y uso sin hacer uso de una gran inversión económica.
  
5. Se lo puede usar tanto en medicina como en cualquier aplicación industrial.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda trabajar con una alimentación fija dentro del rango de operación debido a la sensibilidad de los elementos ya que una sobre carga podría quemarlos.
2. El uso del PIC en este proyecto es de gran importancia, se recomienda chequear la programación ya que básicamente de ello depende el buen funcionamiento del TED.
3. EL correcto funcionamiento del circuito depende de algunos factores entre ellos la calidad de los elementos, el aislamiento de los mismos, así como la sensibilidad del sensor. Por lo que se recomienda elegir elementos de buena calidad, como también ser cuidadoso en el trato con los sensores.

**ANEXO A**  
CODIGO DEL MICROCONTROLADOR.

```
define OSC 4

DEFINE LCD_DREG PORTB

DEFINE LCD_DBIT 4      'rb4, rb5, rb6, rb7 manejan datos al LCD

DEFINE LCD_RSREG PORTB

DEFINE LCD_RSBIT 2     ' rb2 es el bit RS

DEFINE LCD_EREG PORTB

DEFINE LCD_EBIT 3      ' RB3 ES EL BIT E

DEFINE ADC_BITS 10     'FIJO EL NUMERO DE BITS DEL RESULTADO
DE LA CONVERSION

DEFINE ADC_CLOCK 3     'FIJO EL RELOJ DE LA CONVERSION A 3

DEFINE ADC_SAMPLEUS 100  'FIJO EL TIEMPO DE MUESTREO EN 50us

TRISA=3                'QUEDA COMO ENTRADA EL PUERTO RA0 y RA1

'ADCON0=%11000001     'TRABAJA LA ENTRADA RA0

ADCON0=%11001001      'TRABAJA LA ENTRADA RA1

ADCON1=%10000100      'EL PUERTO A ES CONVERSION, LOS DEMAS
SON DIGITALES

T1 VAR WORD
```

**T2 VAR WORD**

**C1 VAR WORD**

**C2 VAR WORD**

**x var word           'muestro la diferencia de temperaturas**

**k var byte**

**un var byte**

**de var byte**

**ce var byte**

**mi var byte**

**n var byte**

**PORTB=0**

**T1=0**

**T2=0**

**C1=0**

**C2=0**

**un=0**

**de=0**

**ce=0**

**mi=0**

**n=0**



```

PAUSE 200          'TIEMPO PARA QUE ARRANQUE EL DISPLAY
LCDOUT $FE,1      'INICIALIZO EL DISPLAY
LCDOUT $FE,$80,"T1:" 'ESCRIBO EN SEGUNDA FILA
LCDOUT $FE,$C0,"T2:"
while(1)
    ' LCDOUT $FE,$83,DEC C1 DIG 2, DEC C1 DIG 1,"",DEC C1 DIG 0,"°C"
    ADCIN 0,T1          'GUARDO EL VALOR DE LA TEMPERATURA
TOMADA
    C1=T1*489
    C1=DIV32 100      'DISCRIMINO LOS DOS DIGITOS LSB
    ADCIN 1,T2
    C2=T2*489
    C2=DIV32 100
    PAUSE 100
    if c1>c2 then
        x=c1-c2
        n=0
    else
        x=c2-c1
        n=1

```

```
endif
un= x dig 0
de= x dig 1
ce= x dig 2
mi= x dig 3
trisd.7=1
while(portd.7==0)
    pause 200
    lcdout $fe,1
    lcdout $fe,$80,"Diferencia Temp:"

    if n==0 then
        lcdout $fe,$c0,"T1>T2:"
    else
        lcdout $fe,$c0,"T1<T2:"
    endif
endif
LCDOUT $fe,$c6,dec mi, dec ce, dec de, ",",dec un,"oC"
for k=0 to 5
    pause 500
next
```

```
wend

trisd.7=0

x=x

LCDOUT $FE,1          'INICIALIZO EL DISPLAY

LCDOUT $FE,$80,"T1:"  'ESCRIBO EN SEGUNDA FILA

LCDOUT $FE,$C0,"T2:"

' LCDOUT $FE,$C3,DEC C1 DIG 3,DEC C1 DIG 2,DEC C1 DIG 1,",",DEC C1
DIG 0,"oC"

LCDOUT $FE,$83,DEC C1 DIG 3,DEC C1 DIG 2,DEC C1 DIG 1,",",DEC C1
DIG 0,"oC"

LCDOUT $FE,$c3,DEC C2 DIG 3,DEC C2 DIG 2,DEC C2 DIG 1,",",DEC C2
DIG 0,"oC" for k=0 to 5

    pause 110

next

wend

END
```

## **ANEXO B**

Hojas de Datos de los principales elementos del circuito.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Yanover Julian, Definición de Termómetro, <http://definicion.de/termometro/>, fecha de consulta enero 2015.
- [2] Wikimedia Foundation, Inc., Termómetro, <http://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro>, fecha de consulta febrero 2015.
- [3] Google Inc., Tipos de termómetros, <http://etermicacsj.blogspot.com/p/tipos-de-termometros.html>, fecha de consulta febrero 2015.
- [4] University of Wisconsin Hospitals and Clinics Authority, Temperatura corporal, <http://www.uwhealth.org/spanishhealth/topic/medicaltest/temperatura-corporal/hw198785.html>, fecha de consulta febrero 2015.
- [5] NewYork-Presbyterian Hospital, Emergencias No-Traumáticas, <http://nyp.org/espanol/library/nontrauma/vital.html>, fecha de consulta febrero 2015.
- [6] Elsevier Espana SL, Determinación de la temperatura corporal, <http://www.fisterra.com/ayuda-en-consulta/tecnicas-atencion-primaria/determinacion-temperatura-corporal/>, fecha de consulta febrero 2015.
- [7] Consorci De Serveis Universitaris De Catalunya, Nota sobre el valor clínico de las temperaturas bucal y axilar en los tuberculosos pulmonares, <http://www.raco.cat/index.php/TreballsSCBiologia/article/viewFile/222056/302860>, fecha de consulta marzo 2015.

- [8] Google Inc., <http://termometroensi.blogspot.com/p/clases-de-termometro.html>, fecha de consulta enero 2015.
- [9] Aranxaxu Saglimbeni, <http://www.diarioellatino.com/primeros-auxilios-para-la-fiebre>, fecha de consulta enero 2015.
- [10] Automattic, Inc., <https://farmaecologica.wordpress.com/tag/temperatura-rectal/>, fecha de consulta enero 2015.
- [11] Ricardo Plascencia-Martinez, <http://enfermeria.me/signos-vitales/>, fecha de consulta enero 2015.
- [12] Nicolas Verdier, <http://es.paperblog.com/como-tomar-la-temperatura-a-tu-bebe-2402295>, fecha de consulta enero 2015.
- [13] Garrido García Jesús, <http://www.mipediatraonline.com/la-fiebre-en-ninos-y-bebes/>, fecha de consulta enero 2015.
- [14] trastejant.es ,  
[http://www.trastejant.es/tutoriales/electronica/sensordetemperatura\\_lm35.html](http://www.trastejant.es/tutoriales/electronica/sensordetemperatura_lm35.html),  
fecha de consulta enero 2015.
- [15] Universidad Tecnologica de Pereira  
<http://www.utp.edu.co/~eduque/arquitect/PIC16F877.pdf>, fecha de consulta  
enero 2015.
- [16] Domain Admin, <https://ardubasic.wordpress.com/tag/comunicacion-serie-2/>,  
fecha de consulta enero 2015.