

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD ADMINISTRACIÓN FINANZAS E INFORMÁTICA**  
**(F.A.F.I)**



**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y GESTIÓN  
EMPRESARIAL**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD**

**TEMA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA  
AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE UN ACUARIO DE  
PECES TROPICALES**

**EGRESADOS:**

**CRISTOPHER MANUEL SALINAS ARTEAGA  
YITZAHAK JULIANO VILLARES NICOLA**

**DIRECTOR:**

ING. JOSE SANDOYA VILLAFUERTE M. A. E.

**LECTOR:**

ING. WELLINGTON MALIZA Ms.

**AÑO 2013**

**CERTIFICACION**

Ing. José Sandoya Villafuerte en calidad de Director de Tesis cuyo título es: Implementación de Módulos Didácticos para Laboratorio de Experimentación de Electrónica y Electricidad.

De autoría Cristopher Salinas Arteaga y Yitzahak Villares Nicola, quienes han cumplido con todos los requerimientos en la elaboración del proyecto, considero que el informe final de tesis reúne los requerimientos establecidos por la Universidad Técnica de Babahoyo, el mismo debe ser presentado para la sustentación privada correspondiente ante el Tribunal designado por la Universidad.

**Ing. José Sandoya Villafuerte M. A. E.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios y mi querido abuelo q está a su lado, a mis padres Sr. Alex Salinas Erazo y Sra. Lcda. Lucy Arteaga Avilés; a mi abuela Lcda. Elisa Erazo Arguello, y como no a mi querida esposa Obst Yuli Méndez Rodríguez quienes fueron pilares fundamentales para la culminación de esta tesis.

A mis catedráticos que son parte de mi título profesional y como no agradecer a mi Director y Lector de tesis.

Agradezco a todos los que confiaron en mí.

**Cristopher Salinas Arteaga**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de grado a Dios, a mis padres, hermanas, abuelos, familia en general. A mi esposa e hijos Christopher & Yareth esperando que estos últimos tomen este trabajo como un ejemplo de vida y a mis amigos.

## **Christopher Salinas Arteaga**

### **AGRADECIMIENTO**

Gracias a **Dios**.

A mi madre, **Gina Nicola Tapia**, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quien debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

A mi esposa y mi hijo a toda mi familia, amigos y todas aquellas personas que han sido importantes para mi durante todo este tiempo. A todos mis maestros que aportaron a mi formación. Para quienes me enseñaron más que el saber científico, a quienes me enseñaron a ser lo que no se aprende en salón de clase y a compartir el conocimiento con los demás.

A mi amigo y compañero de tesis, que me enseñó a salir adelante para la culminación del trabajo y a nuestro director de tesis, por su confianza y apoyo en nuestra investigación.

A todos . . .

G R A C I A S

**Yitzahak Villares Nicola**

### **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mi madre, mi abuelita, mi esposa y en especial a mi querido y amado hijo Matthew. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi madre, mi abuela y mi esposa quienes a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora y por ellos tengo la fuerza de seguir adelante. Los amo con mi vida.

**Yitzahak Villares Nicola**

### **DECLARACION DE AUTORIA DE LA TESIS**

Los resultados y propuestas expuestos en el actual proyecto de tesis son de nuestra total exclusividad y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Técnica de Babahoyo.

**Cristopher Salinas Arteaga & Yitzahak Villares Nicola**

## INDICE

<b>CAPITULO I</b>	<b>Pág.</b>
1. MARCO REFERENCIAL.....	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CIENTIFICO.....	19
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2 DELIMITACIÓN.....	19
1.2.1 OBJETO DE ESTUDIO.....	19
1.2.2. CAMPOS DE ACCIÓN.....	19
1.3. OBJETIVOS.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	20

## **CAPITULO II**

2	MARCO TEORICO.....	23
2.1.	METODOLOGIA DEL PROBLEMA.....	23
2.2.	ALCANCE DEL PROYECTO.....	23
2.3.	DEFINICIONES BASICAS.....	24
2.3.1.	ACUARIO.....	24
2.3.1.1.	TIPOS DE ACUARIO.....	25
2.3.1.1.1.	ACUARIO DE AGUA FRIA.....	25
2.3.1.1.2.	ACUARIO TROPICAL.....	25
2.3.2.	CARACTERISTICAS DE UN ACUARIO.....	25
2.3.2.1.	DIMENSIONES QUE DEBE TENER EL ACUARIO.....	27
2.3.2.2.	FERMENTACIÓN Y PUTREFACCIÓN.....	28
2.3.2.3.	EL AGUA.....	28
2.4.	LA AIRECIÓN.....	29
2.4.1.	AIREADORES.....	30
2.4.2.	FILTRACIÓN.....	31
2.5.	TEMPERATURA.....	32
2.5.1.	COLOCACIÓN CALENTADOR.....	33
2.6.	ILUMUNACIÓN.....	34
2.6.1.	POSICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	34
2.7.	ESPECIES DE PECES.....	36
2.7.1.	ANDINO CARA VIEJA.....	36
2.7.2.	PEZ OSCAR.....	37
2.7.3.	CHAME.....	37
2.7.4.	ESCALAR.....	38
2.7.5.	GUPPY.....	38

2.9. PROPUESTA DE DISEÑO.....	39
-------------------------------	----

### **CAPITULO III**

3 DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA.....	42
3.1 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ACONDICIONADORES DE SEÑAL.....	43
3.1.1 DISEÑO DEL MODULO ACONDICIONADOR PARA EL SENSOR DE TEMPERATURA.....	43
3.1.1.1. SENSOR DE TEMPERATURA.....	44
3.1.1.2. APLICACIONES TIPICAS.....	45
3.1.2. ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN.....	46
3.1.2.1. SENSOR DE PRESIÓN.....	47
3.1.2.2. DISEÑO DEL AMPLIFICADOR.....	49
3.1.3. DISEÑO DEL CIRCUITO AMPLIFICADOR.....	52
3.1.4. FUNCIÓN DE ATMEGA8.....	55
3.2. DISEÑO DEL MODULO DE CONTROL.....	58
3.2.1. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL PARA LOS CALENTADORES DE PECERA.....	59
3.2.1.1. SELECCIÓN DE CALENTADORES.....	59
3.2.3. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN.....	63
3.2.4. DISEÑO DEL CONTROL PARA LA SIRENA.....	65
3.2.5. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL LCD.....	68
3.2.5.1. CARACTERISTICAS PRINCIPALES.....	69
3.2.5.2. DESCRIPCIÓN DEL MODULO.....	71
3.2.5.2.1. FUNCIONAMIENTO.....	71
3.2.5.2.2. DISEÑO DEL MODULO.....	72

## CAPITULO IV

4. DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA.....	75
4.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA8 PARA LOS MODULOS DE ACONDICIONAMIENTO.....	75
4.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA8 PARA MODULO DE CONTROL.....	78
4.3 INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA (HMI).....	82
4.3.1. DESARROLLO DE LA HMI.....	83
4.3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	84
4.3.2.1. MENÚ PRINCIPAL.....	85
4.3.2.2. MENÚ SELECCIÓN TEMPERATURA.....	85
4.3.2.3. MENÚ SIRENA.....	86

## CAPITULO V

5. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	89
5.1. PRUEBAS EN LOS MODULOS DE ACONDICIONAMIENTO.....	89
5.1.1. PRUEBAS DEL ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	90
5.1.2. PRUEBAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN.....	93
5.3 DETALLES DE COSTOS DEL PROYECTO.....	96
6. CONCLUSIONES.....	99
7. RECOMENDACIONES.....	101
8. BIBLIOGRAFIA.....	102
9. LINKOGRAFIA.....	103
10. ANEXOS.....	104

## **INDICE DE TABLAS**

TABLA 1 RANGO DE TEMPERATURAS EN EL ACUARIO.....	29
TABLA 2 TAMAÑO DEL ACUARIO VS. VELOCIDAD DE FLUJO.....	31
TABLA 3 OPERACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN.....	49
TABLA 4.....	57
TABLA 5.....	60
TABLA 6.....	64
TABLA 7.....	65
TABLA 8.....	66
TABLA 9.....	70
TABLA 10.....	72
TABLA 11.....	91
TABLA 12.....	93
TABLA 13.....	94
TABLA 14.....	97
TABLA 15.....	98

## RESUMEN EJECUTIVO

En el Acuario de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), hay varias peceras, en las cuales se realizan mediciones de temperatura y presión de forma natural, con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera de esta forma.

En consecuencia, el objetivo del presente proyecto es diseñar el control automático de cada una de las tres peceras, así como la supervisión de las variables indicadas, incluyendo PH (El pH es una medida de [acidez](#) o [alcalinidad](#) de una [disolución](#). El pH indica la concentración de iones [hidronio](#)  $[H_3O^+]$  presentes en determinadas sustancias), todo desde un solo sitio de control.

Para conseguir el objetivo propuesto se diseñó un sistema automatizado basado en microprocesadores para la obtención de datos de los sensores de temperatura PH y presión de cada una de las peceras, que luego de ser procesados, permite que se efectúen las correcciones del casco.

Para la interacción entre el usuario y el sistema se diseñó una interfaz hombre-máquina (HMI) por medio de cual se visualiza la temperatura, PH y la presión de aire que ingresa a los filtros de cada pecera, y se guardan los históricos de las variables mencionadas.

Los resultados obtenidos de la prueba correspondiente en el funcionamiento del sistema, las variables sensadas de temperatura, PH y presión de aire en el sistema, presenta un margen de error de desviación de más o menos 0.2 °c, más o menos 0.4, unidades de PH y más o menos 0.1 PSI (Se denomina PSI “[presión](#)” a la [magnitud](#) que relaciona la [fuerza](#) aplicada a una [superficie](#) y el [área](#) de la misma (solo aplicada a [fluidos](#)). La presión se mide con [manómetros](#) o [barómetros](#) según el caso), respectivamente, márgenes que no afectan a que se acelere el proceso biológico del agua, la determinación de la alcalinidad o acidez del agua a la que está sometido el pez en la pecera, y a que se deteriore el estado natural del agua donde viven los peces, respectivamente.

### EXECUTIVE SUMMARY

At the Aquarium of the Polytechnic School of the Coast (Repository), there are several fish tanks, in which pressure and temperature measurements are made naturally , causing inconvenience and errors that usually occur when operating this way.

Consequently, the objective of this project is to design automatic control of each of the three tanks, as well as supervision of the indicated variables, including pH (pH is a measure of acidity or alkalinity of a solution. The pH indicates the hydronium ion concentration  $[H_3O^+]$  present in certain substances), all from one control site.

To achieve the aim in an automated microprocessor-based system for obtaining data from temperature sensors and pressure PH of each of the tanks, which after being processed, allows corrections are effected hull design.

For the interaction between the user and the system with a human machine interface (HMI ) through which the temperature , pH and pressure air entering each tank filter design is visualized , and saved the historic variables.

The results of the matching test in the system operation, the sensed variables of temperature, pH and the air pressure in the system has a margin of error of

deviation of plus or minus 0.2 ° C, plus or minus 0.4 units of PH and about 0.1 PSI ( PSI is called " pressure " to the extent that it relates the force applied to a surface area the same ( only applied to fluids.) Pressure is measured with manometers, barometers as appropriate), respectively, margins not affecting the biological process water accelerates the determination of the alkalinity or acidity of the water that is under the fish in the tank, as the natural state of water where fish live deteriorate, respectively.

## INTRODUCCION

La emoción e interés que despierta el recrear un ambiente acuático dentro del acuario como forma de relajación con lleva al mantenimiento y cuidados generando una gran cantidad de tiempo invertido para mantener en óptimas condiciones de vida a los peces, debido a que se deben realizar ciertas tareas diarias periódicas como la medición de temperatura , encender y apagar la lámparas a diario y monitorear la presión de aire que ingresa a la pecera, con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera en forma manual, además es necesario tener un conocimiento de las condiciones naturales de vida de cada especie para su normal desarrollo, por lo cual se ha visto en la necesidad de desarrollar e implementar, un equipo que posee un micro controlador que se encarga de evaluar el nivel de temperatura dentro del acuario a través de un sensor, el cual controlara el encendido y apagado de un termostato eléctrico sumergible, el micro controlador a través de una interface visual hombre maquina mediante una pantalla de cristal líquido (LCD) nos indica la temperatura , el usuario puede acceder a través de un teclado a menús que permiten interactuar con la memoria del micro controlador y cambiar los rangos de temperatura dentro del programa de acuerdo al tipo de especie de pez , ingresando a un menú de usuario a través de la pantalla LCD, se monitorea el

aire que ingresa a la pecera mediante un sensor de presión que envía una señal al micro controlador que generara una señal de alarma, en caso de ausencia de aire.

Mediante un timer digital se controla el horario de encendido y apagado de la lámpara controlando el ciclo de día y noche que necesita el pez para su normal desarrollo y reproducción.

Este proyecto de titulación constituye un aporte para todos los amantes de la acuarofilia disminuyendo el tiempo de mantenimiento del acuario y mejorando las condiciones naturales de las especies que habitan el acuario.

## **CAPITULO I**

En la actualidad existe una gran afición por el mundo de la acuarofilia, debido a la emoción que despierta el recrear un ambiente acuático dentro del acuario, pero el mantenimiento y cuidados del acuario genera, que con lleve una gran cantidad de tiempo invertido para mantener en óptimas condiciones de vida a los peces, debido a que se debe realizar mediciones de temperatura , encender y apagar las lámparas a diario, monitorear la presión de aire que ingresa a la pecera con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera en forma manual, además de un conocimiento de las condiciones naturales de vida de cada especie para su normal desarrollo.

Es por esto que hemos realizado una investigación minuciosa sobre un sistema automatizado capaz de medir y regular variaciones de temperatura existentes del acuario y la iluminación dentro del mismo.

El control y supervisión de ciertos parámetros del acuario nos permitirá realizar un mantenimiento adecuado para mejorar las condiciones naturales de vida de los peces.

## **CAPITULO II**

En la actualidad para el mantenimiento adecuado de un acuario se realizan mediciones de temperatura y presión de forma manual y periódica, con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera de esta forma.

Por lo mismo, se ha creído indispensable automatizar el control automático de ciertos parámetros de la pecera para supervisar y monitorear desde un sitio de control.

Con el objetivo indicado, el presente proyecto es de temperatura y presión los mismos que serán procesados para que el personal encargado efectúe las correcciones del caso.

Además permitirá la interacción entre el usuario y el sistema a través de la implementación de una interfaz Hombre-Máquina (HMI) mediante una LCD en la cual se visualizará la temperatura y la presión de aire que ingresa a la pecera.

El sistema automatizado tiene como finalidad mejorar las condiciones de vida de cada una de las especies de peces que habitan en el acuario de peces tropicales, reducir el tiempo necesario para el mantenimiento de la pecera, y ayudar a mantener la excelente imagen del acuario.

### **CAPITULO III**

En este capítulo se realiza el diseño y construcción del hardware necesario para este proyecto, incluyendo los criterios de selección de cada uno de los elementos utilizados en los circuitos del módulo de acondicionamiento y control, diagramas esquemáticos de cada parte del diseño final, diagramas de la tarjeta implementada.

Para un mejor entendimiento del alcance de este trabajo, en la Figura 3.1 se muestra en el diagrama de bloques, la estructura del diseño propuesto de un sistema automatizado para el control del Acuario.

La función del módulo de control es recoger la información que envía el módulo de acondicionamiento de la pecera, las variables de temperatura, presión

suministrada por los sensores, y actuar en consecuencia, además envía al LCD la información receptada de dichas variables para que sean interpretadas por el usuario.

También se utilizará un timer programable que se encargará de realizar ciertas tareas periódicas como encender y apagar la luz de la pecera, dependiendo el tipo de pez que habita en la misma.

Cada sensor mide su variable, la cual va un acondicionamiento que entrega una señal digital para el caso del sensor de temperatura, un rango de voltaje que va desde 0V a 5V para el caso del sensor de presión. Dichas señales son interpretadas por el microprocesador ATMEGA 8 para convertirlas a rango de valores que pueden ser interpretados por el usuario.

#### **CAPITULO IV**

Buscando dar soporte al hardware del sistema automatizado para el control del acuario, en este capítulo se diseña el software de soporte del sistema que ofrezca herramientas para la comunicación y visualización.

El desarrollo del software para la Interfaz Hombre-Máquina (HMI) para los microprocesadores se utilizó el programa BASCOM-AVR.

La programación, diagramas de flujo y manejo del software desarrollado, para la HMI y para el microprocesador ATMEGA8 del módulo de control y para el módulo de acondicionamiento, se describen a continuación:

#### **CAPITULO V**

Diseñado el hardware y software del sistema automatizado de control del acuario descrito en los capítulos anteriores, en este capítulo se describe las pruebas y resultados obtenidos en los circuitos diseñados e implementados, tanto para el módulo de control como para los módulos de acondicionamiento

Las pruebas que se realizaron con los módulos de acondicionamiento diseñados son las siguientes:

- Pruebas del acondicionamiento del sensor de temperatura.
- Pruebas del acondicionamiento del sensor de presión.

Las pruebas que se realizaron con el módulo de control diseñado son las siguientes:

- Pruebas de funcionamiento de los calentadores.
- Pruebas de funcionamiento de las lámparas fluorescentes.

# CAPÍTULO I

## **1 MARCO REFERENCIAL**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CIENTIFICO**

En la actualidad existe una gran afición por el mundo de la acuarofilia, debido a la emoción que despierta el recrear un ambiente acuático dentro del acuario, pero el mantenimiento y cuidados del acuario genera, que con lleve una gran cantidad de tiempo invertido para mantener en óptimas condiciones de vida a los peces, debido a que se debe realizar mediciones de temperatura , encender y apagar las lámparas a diario, monitorear la presión de aire que ingresa a la pecera con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera en forma manual, además de un conocimiento de las condiciones naturales de vida de cada especie para su normal desarrollo.

Es por esto que hemos realizado una investigación minuciosa sobre un sistema automatizado capaz de medir y regular variaciones de temperatura existentes del acuario y la iluminación dentro del mismo.

El control y supervisión de ciertos parámetros del acuario nos permitirá realizar un mantenimiento adecuado para mejorar las condiciones naturales de vida de los peces.

#### **1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible el diseño e implementación de un prototipo del sistema automatizado para el control de un acuario de peces tropicales?

### **1.2 DELIMITACIÓN**

**1.2.1 OBJETO DE ESTUDIO:** Es desarrollar conocimientos e inquietudes sobre la electrónica.

**1.2.2 CAMPO DE ACCION:** Se tomara como campo de acción el manejo de los microcontroladores.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementación de un sistema de control automatizado para el control de un acuario de peces tropicales.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar el sistema de acuerdo a las condiciones naturales de vida de las diferentes especies de peces que habitan en el acuario.
- Realizar el sistema automatizado para el control del acuario, empleando una interfaz desarrollada en un programa, que ofrezca herramientas para la comunicación y visualización.
- Realizar la automatización del acuario mediante un algoritmo de control que permiten la interacción entre el usuario y el sistema, permitiendo el control y monitoreo del sistema en todo momento.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Los procesos de electricidad y electrónica hoy en día constituyen uno de los aspectos más importantes de las organizaciones. El hecho de realizar este proyecto, un sistema automatizado para el control de un acuario el cual estará constituido por un equipo que posee un microcontrolador que se encarga de evaluar el nivel de temperatura dentro del acuario a través de un sensor, el cual controla el encendido y apagado de un termostato eléctrico sumergible, el microcontrolador a través de una interface visual hombre maquina a través de una pantalla de cristal líquido (LCD) nos indica la temperatura, hora y fecha actual , el

usuario puede acceder a través de un teclado a menús que permiten interactuar con la memoria del microcontrolador y cambiar los rangos de temperatura dentro del programa de acuerdo el tipo de especie de pez , ingresando a un menú de usuario a través de la pantalla LCD, a través de un timer que controla el horario de encendido y apagado de las lámpara fluorescente controlando el ciclo de día y noche que necesita el pez para su normal desarrollo y reproducción, también se monitoreara el aire que ingresa a la pecera mediante un sensor de presión que envía una señal al microcontrolador que generara una señal de alarma, en caso de ausencia de aire.

# CAPÍTULO II

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 METODOLOGIA DEL PROYECTO**

En la actualidad para el mantenimiento adecuado de un acuario se realizan mediciones de temperatura y presión de forma manual y periódica, con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera de esta forma.

Por lo mismo, se ha creído indispensable automatizar el control automático de ciertos parámetros de la pecera para supervisar y monitorear desde un sitio de control.

Con el objetivo indicado, el presente proyecto es de temperatura y presión los mismos que serán procesados para que el personal encargado efectúe las correcciones del caso.

Además permitirá la interacción entre el usuario y el sistema a través de la implementación de una interfaz Hombre-Máquina (HMI) mediante una LCD en la cual se visualizará la temperatura y la presión de aire que ingresa a la pecera.

El sistema automatizado tiene como finalidad mejorar las condiciones de vida de cada una de las especies de peces que habitan en el acuario de peces tropicales, reducir el tiempo necesario para el mantenimiento de la pecera, y ayudar a mantener la excelente imagen del acuario.

### **2.2 ALCANCE DEL PROYECTO**

En concordancia con los requerimientos del usuario, se estudiarán las condiciones naturales de vida de las diferentes especies de peces que habitan en la pecera, para determinar la temperatura que favorezcan aun normal desarrollo de los peces.

Se diseñará e implementará un módulo de control que recogerá la información de las variables de temperatura y presión suministrada por los sensores.

También a través de un timer digital que se encargará de realizar ciertas tareas periódicas como encender y apagar las luces de la pecera durante el día.

El módulo de control de temperatura tomará el valor del sensor de temperatura para manejar al calentador sumergible de la pecera, el cual requiere un control distinto pues cada pecera posee un área superficial y galonaje diferente.

El sistema deberá permitir, por otro lado, supervisar la oxigenación de cada pecera. Igualmente, si el nivel de oxígeno baja de un cierto valor, deberá generar una señal de alarma.

No se medirá el oxígeno del agua, por su costo, sino que se sensorará el estado de los motores de circulación del agua, mediante la presión de aire que ingresa a la pecera

El sistema de control mediante un timer digital deberá permitir controlar la iluminación de la pecera ajustando el tiempo de iluminación dependiendo del tipo de pez que se encuentre en la pecera.

Se desarrollará una HMI que en forma “amigable” permita supervisar el estado de la pecera para que el usuario interactúe con el sistema y efectúe las correcciones del caso; Finalmente se hará un detalle de costos del proyecto

## **2.3 DEFINICIONES BÁSICAS**

### **2.3.1 ACUARIO**

Es un recipiente capaz de contener agua, con al menos una de sus caras de algún material transparente, generalmente de vidrio o plástico, dotado de los componentes mecánicos que hacen posible la recreación de ambientes subacuáticos de agua dulce, marina y albergar vida correspondiente a esos ambientes, como peces y plantas como se indica en la figura 2.1.



**Figura 2.1** Acuario.

### **2.3.1.1 TIPOS DE ACUARIO**

#### **2.3.1.1.1 ACUARIO DE AGUA FRÍA**

La temperatura oscila entre 16° y 20 °C aproximadamente, no necesita calefacción. Se utiliza sobre todo para albergar peces exóticos, resistentes a temperaturas bajas como por ejemplo: tilapias, carpas,.. etc.

#### **2.3.1.1.2 ACUARIO TROPICAL**

El agua es calentada por un sistema de termorregulación. La temperatura fluctúa entre 21° y 28 °C. Aproximadamente, gracias al uso de resistencias eléctricas, y es regulada por un termostato sumergible.

### **2.3.2 CARACTERÍSTICAS DE UN ACUARIO**

Puesto que los peces tienen como medio natural de existencia el agua, es obvio que el primer paso hacia el acuarismo es adquirir, o construir, el recipiente que ha de contener el líquido en cuestión.

El papel que desempeña el acuario en la decoración moderna es importantísimo, aporta una serie de características destacables, no fácilmente reunidas por otros elementos; a saber: color, luz atracción dinámica. Más aún, estas características son tan notables que, en algunos casos, constituye un difícil problema lograr un correcto equilibrio en el ambiente donde se ha efectuado la instalación sin que la mirada se desvíe constantemente hacia el acuario, convertido en espectáculo.

Desde el punto de vista del aficionado acuarista, los aspectos de índole funcional son los que nos interesan, pero teniendo siempre en cuenta que los problemas estéticos no deben, en modo alguno, perturbar los funcionales, puesto que el acuario constituye, antes que otra cosa, la vivienda ocasional de los peces y, en consecuencia, debe ofrecer a estos comodidad para su desplazamiento y crecimiento. Solo así podrán mantenerse peces sanos, activos, vistosos y aptos para la reproducción.

Considerando al interior del acuario, este obviamente no está constituido tan solo por el recipiente de vidrio, sino que incluye los siguientes ítems:

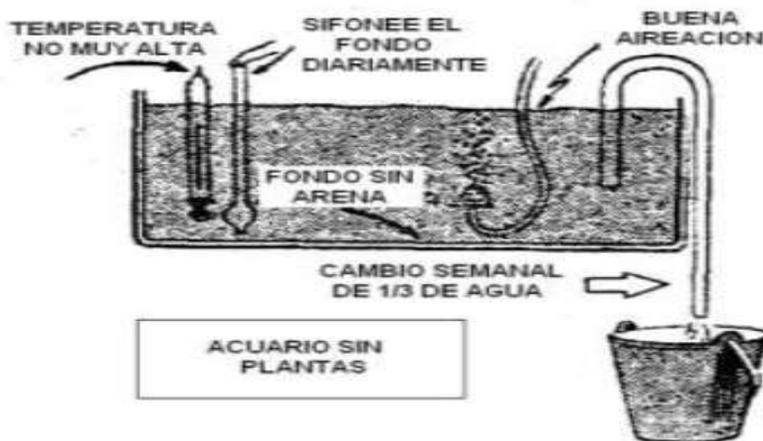
1. Agua
2. Arena o piedras
3. Artefactos de calefacción
4. Termómetros
5. Aireadores y filtros

Todo esto dentro del envase de vidrio. Por fuera se debe mencionar el sistema de iluminación y las bombas de aire como se indica en la Figura 2.2.

Los peces se mantienen sanos y fuertes, sin plantas en el acuario, a condición de que se cumplan estrictamente los siguientes requisitos.

1. Fondo sin arena y sumamente limpio.
2. Acuario más bien bajo y ancho, para ofrecer gran superficie de absorción de aire.

3. Buena aireación para desprender el anhídrido carbónico y distribuir el oxígeno por toda la masa de agua.
4. Cambio semanal de 1/3 del agua, por otra fresca.
5. No elevar excesivamente la temperatura del agua, ni exponer el acuario al sol directo ni a mucha luz.



**Figura 2.2** Acuario sin plantas.

### 2.3.2.1 DIMENSIONES QUE DEBE TENER EL ACUARIO

En principio, cuanto exista espacio disponible, si se construye un acuario grande los peces tendrán más libertad de movimiento y los filtros, calentadores y termostatos restarán, proporcionalmente, menos espacio útil. Asimismo, será posible introducir más variedad de especies. Las peleas entre peces serán menores, puesto que la agresividad de muchos peces disminuye en ambientes grandes; a su vez, los peces más chicos dispondrán de espacio para ocultarse. Al mismo tiempo, la temperatura del agua será más estable, puesto que el enfriamiento será más lento que un acuario pequeño, donde la relación entre la masa de agua y las superficies que están en contacto con el aire es mucho menor.

### **2.3.2.2 FERMENTACION Y PUTREFACCION**

Algo que es necesario tener en cuenta, en relación con las dimensiones del acuario, es que las materias fecales de los peces son transformadas en fertilizantes orgánicos por las bacterias, que siempre existen. Si el acuario es grande, la concentración de materias fecales y orina será pequeña, pero si el volumen es reducido, entonces la concentración de los residuos será muy grande, lo que producirá el aumento de la cantidad de bacterias formadas, como las bacterias respiran, se reducirá el oxígeno disponible para los peces. Además, el agua se tornará lechosa y despedirá mal olor, debido a que la reducción del oxígeno favorece la proliferación de las bacterias anaerobias que producen la fermentación y putrefacción.

### **2.3.2.3 EL AGUA**

El agua representa para el pez lo que el aire para el resto de animales; o sea, el medio donde nace, vive, se reproduce y muere. Por lo tanto el agua debe ofrecer determinadas características para que el ciclo de vital se realice en óptimas condiciones. Pero estas características son distintas según las regiones del globo terrestre, dependiendo de la naturaleza del terreno sobre el cual corre el líquido, dado que este se disuelve sustancias orgánicas y minerales que incorpora.

Adicionalmente, se tiene que agregar algo muy importante. Los peces requieren luz y calor adecuados para su crecimiento. Esto nos lleva, a establecer que el agua que se vierte dentro del recipiente deberá ser elevada a la temperatura considerada normal para el acuario armado. Esto dependerá de la especie de pez que habite el acuario como se indica en la Tabla 2.1.

ACUARIO	TEMPERATURA(°C)
Agua Fría	16-20
Agua Templada	21-24
Agua Caliente	25-28

**Tabla 2.1** Rango de temperaturas en el acuario.

## 2.4 LA AIREACIÓN

La aireación tiene un único objeto, agitar el agua para que entre oxígeno y se desprenda el anhídrido carbónico. En forma secundaria, las ondulaciones producidas en la superficie dan lugar a un aumento de la misma, permitiendo un mayor intercambio gaseoso, con salida de anhídrido carbónico y absorción de oxígeno.

La agitación del agua evita que el anhídrido carbónico, que es más liviano que el oxígeno, se deposite en las capas superiores, impidiendo la absorción del segundo.

Las burbujas de aire, desprendidas por el aparato aireador, aportan mayor cantidad de oxígeno como hasta hace poco se suponía, partiendo de la base de que aquellas aumentan las superficies en contacto con el aire. Lo que sucede es que el movimiento de la superficie del agua provoca el desprendimiento de anhídrido carbónico. La agitación del líquido produce el desprendimiento rápido del aire inyectado.

El síntoma más evidente de que la aireación está resultando necesaria, se tiene cuando los peces permanecen aplicados contra la superficie del agua, boqueando desesperadamente en busca de oxígeno que les falta y que el anhídrido carbónico acumulado impide llegar fácilmente. Con la aireación el anhídrido carbónico se desprende más fácilmente y el oxígeno es distribuido por toda la masa de agua.

La falta de oxígeno, o su mala distribución, permite la proliferación de las bacterias anaerobias, que para respirar descomponen la materia orgánica, liberando oxígeno y produciendo fermentaciones y putrefacciones.

La aireación tiene otras funciones:

- a) Mezclar las capas de agua a distintas temperaturas de calentamiento.
- b) Destrucción de la película de aceite en la superficie.
- c) Evitar la sobresaturación de oxígeno, mantenimiento el equilibrio normal de la presión gaseosa. Esto se manifiesta cuando un acuario tiene muchas plantas o una superabundancia de algas.

#### 2.4.1 AIREADORES

Son aparatos versátiles que se utilizan para activar los filtros de caja internos, filtros de esponja, filtros debajo de grava, piedras de aire proveen oxigenación al mover el agua bajo la superficie su función principal es introducir aire del ambiente en el acuario como se indica en la Figura 2.3.

Los aparatos aireadores no actúan inyectando oxígeno en el agua, sino agitando esta con la superficie del aire y desprendiendo anhídrido carbónico al ambiente, en la Tabla 2.2 se indica los tipos de aireadores que se encuentran en el mercado y su criterio de selección de acuerdo a sus especificaciones.



**Figura 2.3** Bomba sumergible para Acuario

Tamaño del acuario LITROS	Velocidad de flujo (GPH)	Velocidad de flujo (LPH)
19-76	100	378,5
38-114	150	567,8
76-189	200	757,1
151-265	300	1135,6
227-416	500	1892,7

**Tabla 2.2** Tamaño del acuario vs. Velocidad de Flujo

#### 2.4.2 FILTRACIÓN

Es vital que el agua del acuario circule, al realizar este proceso se quitan las impurezas y esté biológicamente depurada, se utiliza una bomba de agua, que abastezca correctamente a las masas de filtración, asegurando la filtración mecánica, y la desintoxicación biológica, por la acción de bacterias o de materiales absorbentes.

El filtrado continuo del agua tiene la ventaja adicional de producir corrientes en el líquido, con lo que se distribuye mejor el oxígeno en toda su masa, Así se evita la proliferación de bacterias anaerobias y la putrefacción consiguiente.

## 2.5 TEMPERATURA

Todo acuario con peces tropicales debe calentarse para elevar la temperatura del agua hasta el valor que requieren los peces en ella contenidos, de acuerdo con su naturaleza. La temperatura regula el proceso metabólico del pez, pudiendo establecerse que cuanto mayor sea la temperatura del cuerpo más elevado será el régimen metabólico y más hambriento estará el pez. Por lo tanto, en un acuario de agua caliente, el pez consumirá más energía.

Por lo expuesto debe cuidarse para no superar la temperatura normal requerida por el pez, según su especie, ya que ello representará una seria pérdida de energía y su rápido debilitamiento orgánico. Se considera que a 27 °C la mayor parte de los peces alcanzan su máximo consumo de oxígeno y apetito.

Los peces están adaptados a las variaciones de temperatura en su medio natural, pero dentro de ciertos rangos. Con esto se quiere decir que no deben permitirse cambios bruscos, pues en este caso podrían producirse resfríos y afecciones de la vejiga natatoria, con trastornos del equilibrio.

Una variación de 3 °C hacia abajo puede producir un serio “shock”, enfriamiento y enfermedades. Así, un cambio lento no debe ser mayor de 3 °C por hora pero no pasando nunca de 3 °C hacia abajo y 8 °C hacia arriba. Un pez joven es menos sensible que los adultos a los cambios bruscos de temperatura. Las fluctuaciones del día a la noche no deben ser superiores a 3 o 4 °C.

El sistema de calentamiento está provisto generalmente de un termostato que regulado, permitirá mantener constante la temperatura del líquido en el acuario a los valores deseados el cual se indica en la Figura 2.4.

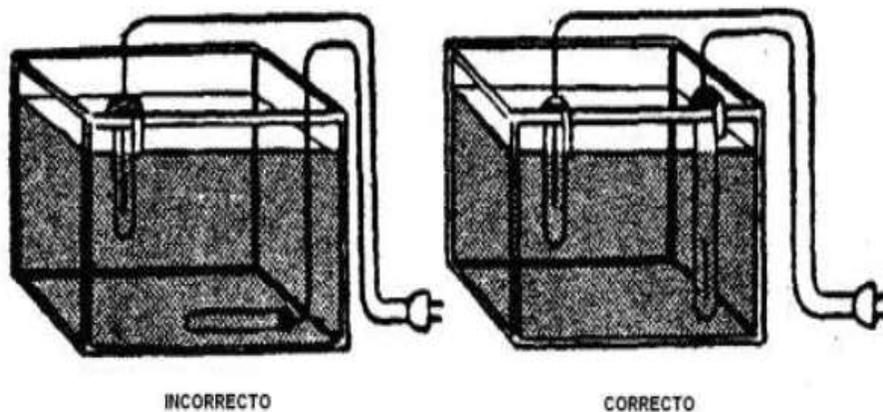


### 2.5.1 COLOCACIÓN CALENTADOR

El calentador debe actuar sobre todo el volumen del líquido, por lo tanto, debe abandonarse la difundida costumbre de disponer el artefacto en la parte superior; Por el contrario, cuanto más cerca del fondo está el calentador, mejor se calentará la masa total de agua, puesto que el líquido caliente siendo menos denso que el frío, tendrá a ascender, produciendo al mismo tiempo corriente en el interior del acuario.

Pero colocar el calentador en la parte inferior, no significa apoyarlo sobre el fondo puesto que con el tiempo se cubrirá con un sedimento calcáreo, el que actuará de material aislante térmico. Una buena idea consiste en disponer al calentador cerca de la salida de un aireador, en esa forma el calor se propagará rápidamente al resto del acuario, conducido por la corriente de aire impulsado como se indica en la Figura 2.5.

Para que la superficie superior del agua no se enfríe rápidamente es necesario colocar una tapa de vidrio.



**Figura 2.5** Colocación correcta del calentador de agua de un acuario.

## 2.6 ILUMINACIÓN

El acuario constituye un motivo de decoración, por lo mismo debe estar iluminado de modo tal que permita observar bien a los peces, su estado de salud, su colorido y darles un biorritmo diario

Pero no solo ese es el fin primordial de la iluminación sino que a falta de luz solar se debe suplir la misma, mediante luz artificial no ultravioleta.

La falta de luz favorece la reproducción de las bacterias anaerobias. El resultado de una falta de iluminación será, por lo tanto, peces débiles y descoloridos, agua amarillenta y mal oliente.

La calidad de la luz es importante, ya que contribuye entre otros factores al crecimiento sano de los peces como se indica en la Figura 2.6.

Por estas razones se debe iluminar el acuario por medio de lámparas controladas por un temporizador para iluminar durante unas 6 a 8 horas.



**Figura 2.6** Lámparas dentro del acuario.

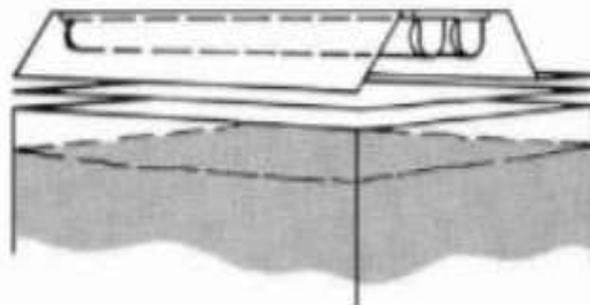
### 2.6.1 POSICIÓN DE ILUMINACIÓN

Las lámparas deben colocarse encima del acuario, pero ahí es posible elegir dos posiciones, según que es lo que se desea destacar.

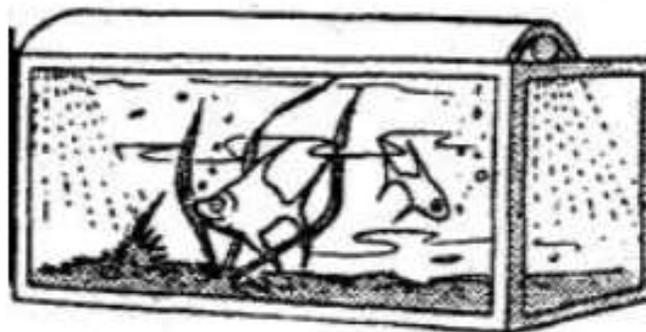
Lámpara bien al frente: deja el fondo en penumbra y otorga sentido de profundidad. Es más decorativa, pero las plantas resultan menos iluminadas y tienden a inclinarse hacia adelante.

Lámpara hacia la parte posterior: excelente iluminación de las plantas, pero se pierde en vistosidad y el acuario parece reducido en sus dimensiones antero-posterior.

Se debe tener cuidado de no colocar las lámparas demasiado cerca de la tapa de vidrio como se indica en la Figura 2.7., pues el calor la romperá, además de recalentar el agua del acuario de forma peligrosa e incontrolable. Tampoco muy lejos, porque la iluminación decrece en proporción al cuadrado de la distancia.



**Figura 2.7** Posición de lámparas en Acuario.



**Figura 2.8** Iluminación desde la parte superior de un Acuario.

## 2.7 ESPECIES DE PECES

Los peces son animales vertebrados acuáticos, generalmente recubiertos en su mayoría por escamas, placas óseas y desnudas, aletas, que permiten su desplazamiento en el medio acuático.

Los peces son abundantes tanto en agua salada como en agua dulce, pudiéndose encontrar especies desde los arroyos de montaña, así como en lo más profundo del océano., Los peces tropicales necesitan menos oxígeno que los de agua fría.

### 2.7.1 ANDINO CARA VIEJA (*Aequidens rirculatus*)



**Figura 2.9** Andino Cara Vieja

#### **Condiciones Ambientales:**

- Temperatura: 20.0 °C - 25.0 °C
- Agua: Blanda y ligeramente básica; pH 6.5-7.5
- Comportamiento: comunitario
- Origen: Panamá, Colombia, Ecuador, Perú.

## 2.7.2 PEZ OSCAR



**Figura 2.10** Pez Oscar

### Condiciones Ambientales:

- Temperatura: 24.0 °C - 28.0 °C
- Agua: Blanda y de básica a ligeramente básica; pH 6.5-7.5.
- Comportamiento: Agresivo
- Origen: Brasil, Paraguay.

## 2.7.3 CHAME (*Dormitator maculatus*)



**Figura 2.11** Chame: (*Dormitator Maculatus*)

### Condiciones Ambientales:

- Temperatura: 21° a 30°C con un promedio de 26°C.
- Agua pH: varía desde 6,4 a 9,4
- Comportamiento: comunitario.
- Origen: Norte América, Ecuador, Perú.

## 2.7.4 ESCALAR



**Figura 2.12** Escalar

### Condiciones Ambientales:

- Temperatura: entre 25 y 28° C con un promedio de 26°C.
- Agua pH: varía entre 25 y 28° C.
- Comportamiento: Comunitario.
- Origen: América del Sur.

## 2.7.5 GUPPY (*Poecilia reticulata*)



**Figura 2.13** GUPPY (*POECILIA RETICULATA*)

### Condiciones Ambientales

- Temperatura: 24-28°C
- Agua: PH 7.0 a 8.0 (ligeramente alcalino)
- Comportamiento: Comunitario.
- Origen: América del Sur.

## 2.9 PROPUESTA DE DISEÑO

Una vez estudiado las condiciones naturales de vida en un acuario de peces tropicales, y las diferentes características que presenta cada pez se procede al diseño conceptual del sistema automatizado para el control del acuario como se indica en el diagrama de bloques de la Figura 2.14.

Es evidente que las variables a sensor son temperatura y presión de la pecera.

Cada sensor de temperatura y presión deberá medir diferentes valores por lo que su acondicionamiento probablemente será diferente.

**Bloque A:** Se encuentra el sensor de temperatura y presión en el acuario.

**Bloque B:** Se encuentra el modulo de acondicionamiento que cumplirá las siguientes tareas:

Recoger la señal entregada en voltios o milivoltios (mV) del sensor de temperatura y presión. Para cada sensor se diseñará su propio acondicionamiento.

Una vez que la señal sea acondicionada, se la ingresará al conversor análogo digital del microprocesador ATMEGA 8, para que dicha señal sea procesada y puesta en un formato de valores numéricos entendibles para el ser humano.

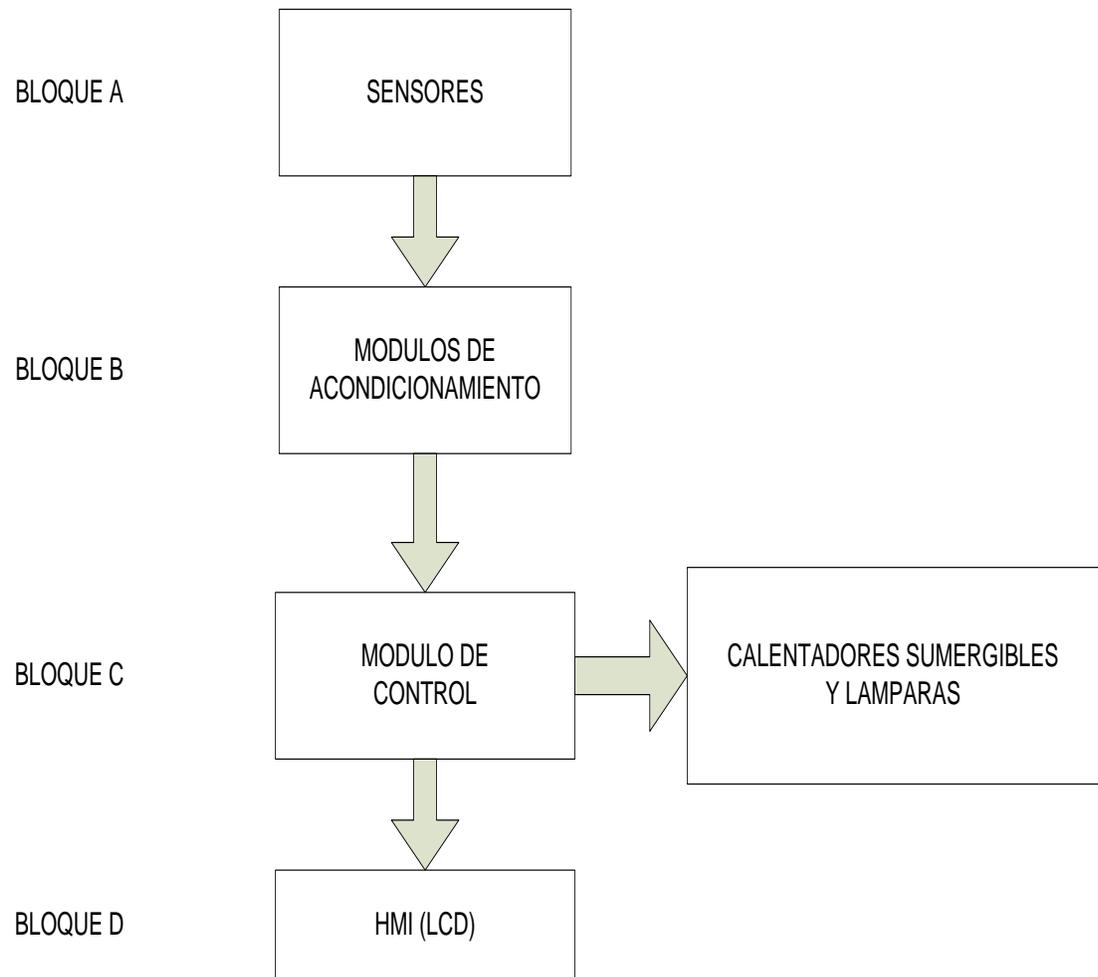
**Bloque C:** Se encuentra el modulo de control, que cumplirá con las siguientes funciones:

Recibir las señales transmitidas por el modulo de acondicionamiento, procesarlas y actuar en consecuencia.

Tomará el valor del sensor de temperatura para manejar al calentador sumergible dentro de la pecera, a través del timer programable se encargará de realizar ciertas tareas periódicas como encender y apagar las luces de la pecera.

Si el nivel de presión de aire de la pecera baja de un cierto valor programado, deberá generar una señal de alarma.

**Bloque D:** Permitirá visualizar el sistema mediante la HMI, y tener acceso para supervisar las variables de temperatura y presión de aire dentro de la pecera.



**Figura 2.14** Diagrama de bloques del sistema automatizado para el control del Acuario.

# CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA

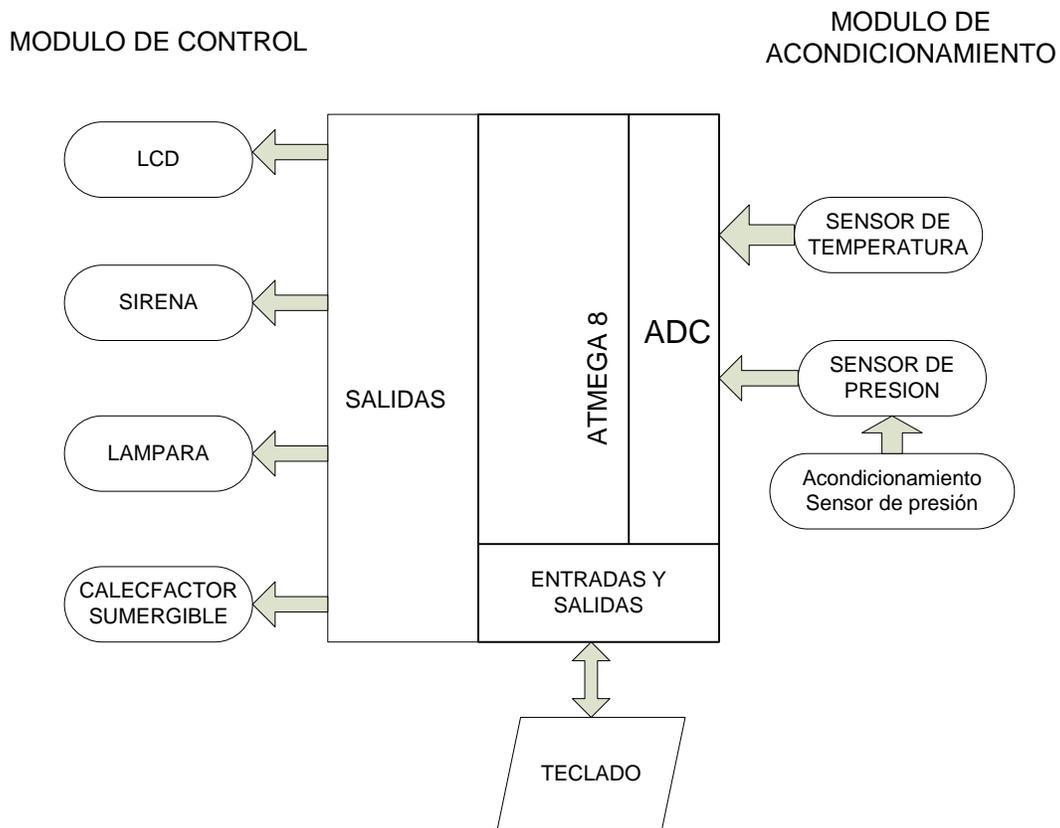
En este capítulo se realiza el diseño y construcción del hardware necesario para este proyecto, incluyendo los criterios de selección de cada uno de los elementos utilizados en los circuitos del modulo de acondicionamiento y control, diagramas esquemáticos de cada parte del diseño final, diagramas de la tarjeta implementada.

Para un mejor entendimiento del alcance de este trabajo, en la Figura 3.1 se muestra en el diagrama de bloques, la estructura del diseño propuesto de un sistema automatizado para el control del Acuario.

La función del modulo de control es recoger la información que envía el módulo de acondicionamiento de la pecera, las variables de temperatura, presión suministrada por los sensores, y actuar en consecuencia, además envía al LCD la información receptada de dichas variables para que sean interpretadas por el usuario.

También se utilizará un timer programable que se encargará de realizar ciertas tareas periódicas como encender y apagar la luz de la pecera, dependiendo el tipo de pez que habita en la misma.

Cada sensor mide su variable, la cual va un acondicionamiento que entrega una señal digital para el caso del sensor de temperatura, un rango de voltaje que va desde 0V a 5V para el caso del sensor de presión. Dichas señales son interpretadas por el microprocesador ATMEGA 8 para convertirlas a rango de valores que pueden ser interpretados por el usuario.



**Figura 3.1** Diagrama de bloques del sistema propuesto para el control automatizado del Acuario.

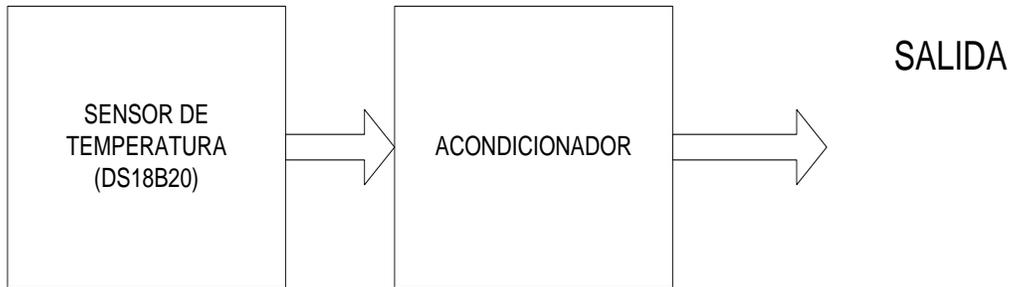
### 3.1 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ACONDICIONADORES DE SEÑAL

En el diagrama de bloques de la Figura 3.1 se muestra el sistema de automatización del módulo de acondicionamiento de señal con sus respectivos componentes.

A continuación se realiza una explicación del diseño realizado en el acondicionador de señal de temperatura y presión.

### 3.1.1 DISEÑO DEL MODULO ACONDICIONADOR PARA EL SENSOR DE TEMPERATURA.

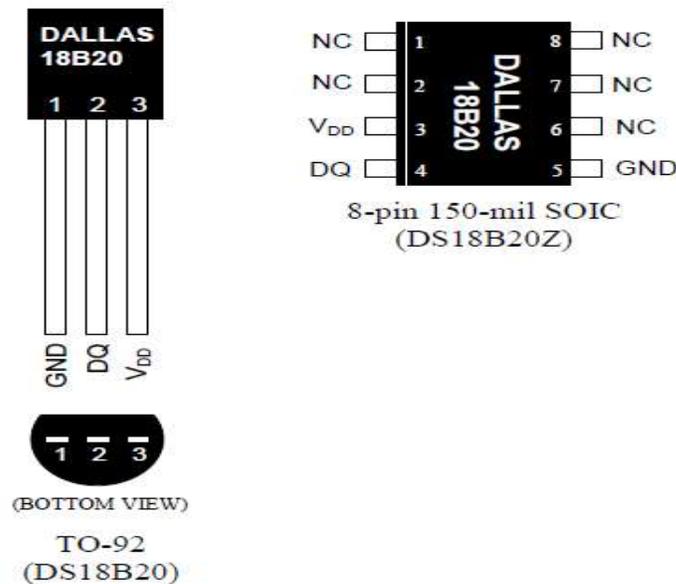
En la Figura 3.2 se muestra en un diagrama de bloques el circuito acondicionador de temperatura el cual está integrado en el sensor DS18B20 ya que este sensor envía una salida digital de 9 a 12 bits de resolución.



**Figura 3.2** Diagrama de bloques del circuito acondicionador de Temperatura.

#### 3.1.1.1 SENSOR DE TEMPERATURA

De los diversos tipos y marcas de sensores de temperatura se escogió el DS18B20 de Dallas Semiconductor como se indica en la Figura 3.3. cuyas características de operación se describen a continuación.



**Figura 3.3** Terminales del Sensor de Temperatura DS18B20.

Donde:

- Pin 1: GND (Tierra de alimentación).
- Pin 2: DQ (Datos de entrada y salida).
- Pin 3: VDD (Voltaje positivo opcional).

El voltaje de polarización del DS18B20 varía entre los 3 V a 5,5 V, ofrece una exactitud típica de +/- 0,5 °C con un rango de operación de -55 °C a +125 °C. El tiempo máximo de conversión de la temperatura es de 750 ms y tiene una resolución de 9 a 12 bits, dependiendo de la aplicación.

El sensor de temperatura tiene un número de serie único de 64-bit llamando ROM CODE, grabado con láser de fábrica permitiendo la conexión de múltiples sensores de temperatura en el mismo bus 1-Wire (máximo 32 sensores) además el sensor no requiere de componentes externos para su funcionamiento, La línea de datos solo necesita una resistencia pull-up para la transferencia de datos.

Para llevar a cabo la medición de la temperatura en el interior de la pecera se utilizó el circuito integrado DS18B20 que es un medidor de temperatura sencillo y de buena precisión, evitando circuitos analógicos que pueden inducir errores en la medición, el cual está introducido en un tubo de ensayo para evitar el contacto directo del DS18B20 con el agua como se indica en la Figura 3.4.

Se ha escogido realizar las mediciones con este tipo de sensor ya que trabaja bajo el protocolo 1-Wire. El que trabaje bajo este protocolo da la ventaja que se puede colocar uno o dos sensores en la misma línea, ahorrándose hardware.

Además, estos dispositivos cuentan con un número de serie único, facilitando el proceso de adquisición de datos ya que a través de ellos y comandos de programación se les indica lo que deben realizar, en un momento dado.

### 3.1.1.2 APLICACIONES TÍPICAS

El DS18B20 puede ser aplicado fácilmente de la misma manera que cualquier otro sensor de temperatura de circuito integrado. Puede ser pegado por medio de sustancias adhesivas o empotrado a una superficie o encapsulado para ser sumergido dentro del agua como se indica en la figura 3.4 su temperatura interior será alrededor de  $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$  de la temperatura de la superficie.



**Figura 3.4** DS18B20 introducido en un tubo de ensayo.

Y de este modo se presume que la temperatura dentro del interior de la pecera es casi la misma que la temperatura de la superficie, si la temperatura del agua fuera mucho mayor o menor que la temperatura de la superficie la temperatura actual del DS18B20 decaería en un promedio entre la temperatura actual del agua y la superficie del contacto.

Para minimizar este problema, se debe aislar o cubrir las conexiones de los cables en terminales del sensor por medio de sustancias destinadas para esta función como son siliconas y dentro de un tubo de ensayo.

### 3.1.2 ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN

En la Figura 3.5 se muestra en un diagrama de bloques el circuito acondicionador para el sensor de presión.



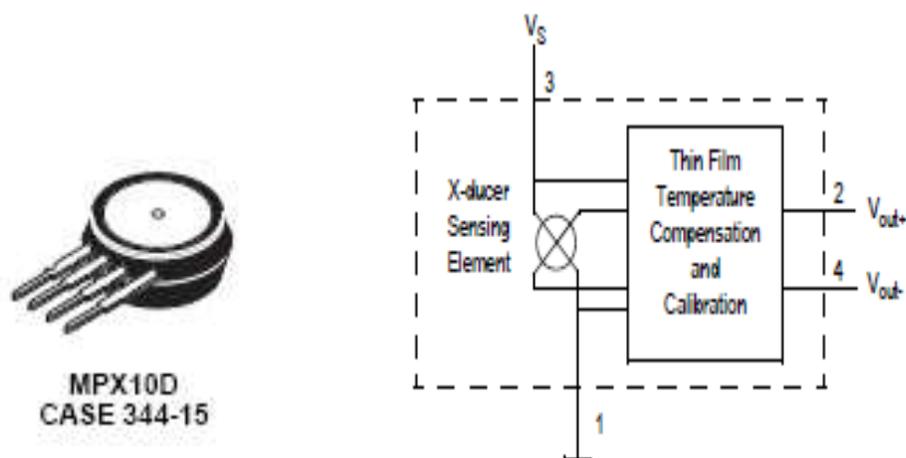
**Figura 2.5** Diagrama de bloques del circuito acondicionador de presión.

### 3.1.2.1 SENSOR DE PRESIÓN

Para sensar la presión del aire que ingresa a la pecera se utiliza el sensor de presión MPX10DP Freescale Semiconductor el cual se indica en la Figura 3.6. cuyas características de operación se describen a continuación.

El dispositivo MPX10DP es un sensor de presión de silicio piezoresistivo el cual proporciona una salida de tensión de 0 mV a 40 mV de alta precisión y lineal, directamente proporcional a la presión aplicada de 0 PSI a 1,45 PSI. El sensor es una membrana única, de silicio, con el calibrador de tensión y una red de resistencias de película fina integrada en el chip.

Su dimensión es pequeña y su consumo de corriente máximo es de apenas de 6 mA.



**Fig. 3.6** MPX10DP

Donde:

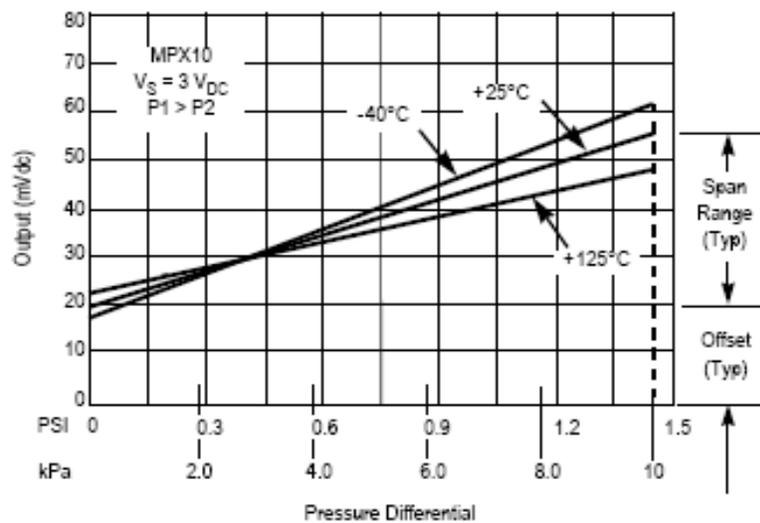
Pin 1: GND (Tierra de alimentación).

Pin 2: Vout + (Voltaje de salida positivo).

Pin 3: Vs (Voltaje de alimentación positivo).

Pin 4: Vout- (Voltaje de salida negativo).

En la Figura 3.7 muestra el mínimo, máximo y las características típicas de salida de la serie del sensor de presión MPX10DP a 25 °C. La salida es directamente proporcional a la presión diferencial y es esencialmente una línea recta.



**Fig. 3.7** Salida vs. Presión del Sensor de Presión MPX10DP

Características	Símbolo	Min	Típico	Max	Unidad
<b>Rango de presión</b>	Pop	0	-	1.45	PSI
<b>Voltaje de alimentación</b>	Vs	-	10	16	Vdc
<b>Rango máximo de voltaje</b>	Vfss	38,5	40	41.5	mV
<b>Voffset</b>	Voff	-1,0	-	1.0	mV

**Tabla 3.1** Características de operación del Sensor de presión MPX10DP.

No se medirá el oxígeno del agua, por su alto costo. El sensor de presión permite, por otro lado, sensar la presión de aire que ingresa a la pecera enviada por la bomba sumergible.

Si la entrada de aire a la pecera es de 0.2 PSI se activará una alarma y se presentará en la pantalla del LCD "ERROR SENSOR PRESION". De esta manera se supervisa la oxigenación de la pecera por medio de la bomba sumergible

### 3.1.2.2 DISEÑO DEL AMPLIFICADOR

Para el acondicionamiento de la señal de salida  $V_{out+}$  y  $V_{out-}$  del MPX10DP también se utilizó el amplificador de instrumentación AD620.

El voltaje de alimentación es de 5 V para el sensor de presión.

De la Figura 3.7 y la Tabla 3.1 se observa que para una alimentación de 5 V el sensor de presión entrega una salida máxima de 41.5 mV a 1,25 PSI y para un voltaje de 0 V entrega un voltaje offset de 1 mV a 0 PSI. Con dichos valores de voltaje (mV) y presión (PSI), aplicados en la ecuación 3.1 se obtiene la ecuación de la recta de la Figura 3.7 (Ecuación 3.2), para un valor máximo de alimentación de voltaje aplicado al MPX10DP.

$$\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

**Ecuación 3.1**

$$\frac{y - 1}{x} = \frac{41,5 - 1}{7,25}$$

**Ecuación 3.2**

$$x = 0,18y - 0,18$$

Con la ecuación 3.2 se obtiene el voltaje de salida (mV) del sensor de presión MPX10DP en función de la presión aplicada al mismo.

Para obtener un rango de voltaje para la calibración del sensor de presión, se escogió el siguiente valor de voltaje para el acondicionamiento.

$V_{max} = 5V$  para una presión de 1,25 PSI

Con  $V_{fss}$  y  $V_{máx}$  se obtiene la ganancia del AD620.

$$G = \frac{V_{máx}}{V_{fss}}$$

$$G = \frac{5V}{41.5 \text{ mV}}$$

Donde G es la ganancia del AD620.

Con la fórmula de la ganancia del AD620 se tiene el valor de las resistencias R20 y R24 de la Figura 3.8, a partir de la ecuación 3.3.

$$Rg = \frac{49,4 K\Omega}{G - 1} = \frac{49.4 K\Omega}{120.48 - 1}$$

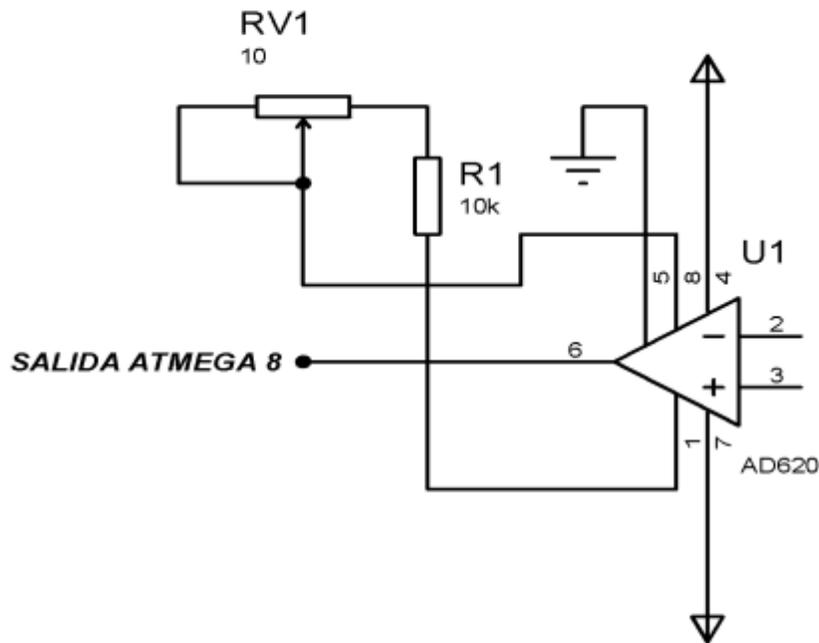
$$Rg = 413,46 K\Omega \approx 414 K\Omega$$

Sea:

$$R20 = 220 \Omega$$

Entonces:

$$R24 = Potenciómetro = 1 K\Omega$$

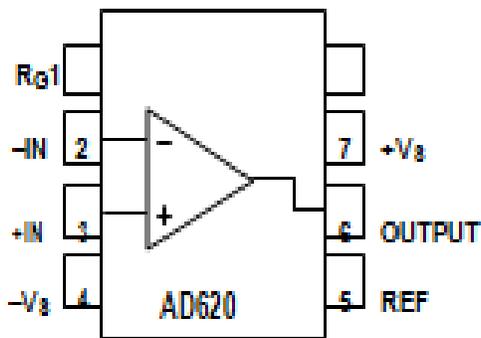


**Fig. 3.8** Esquema del amplificador AD620 para el acondicionamiento del sensor de presión.

### 3.1.3 DISEÑO DEL CIRCUITO AMPLIFICADOR

De los diversos tipos y marcas de amplificadores, se escogió el AD620AN de Analog Devices por ser un amplificador de instrumentación cuyas características de operación se describen a continuación.

El AD620 es un amplificador de instrumentación de bajo costo y alta precisión, que requiere únicamente variar una resistencia para obtener ganancias entre 1 a 1000. Este amplificador de instrumentación tiene un amplio rango de voltaje de polarización, entre  $\pm 2.3$  V y  $\pm 18$  V. Sus dimensiones son pequeñas y su consumo de corriente máximo es de apenas 1.3 mA. Tiene un voltaje de offset de entrada máximo de 50  $\mu$ V. una variación máxima de temperatura de 0.6  $\mu$ V/ $^{\circ}$ C.

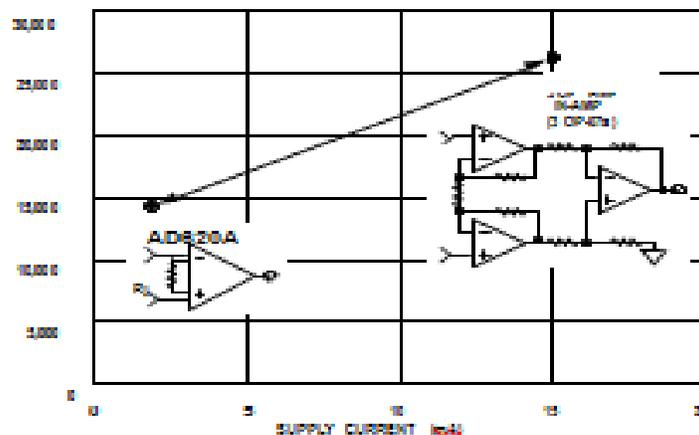


**Figura 3.9** Terminales del amplificador de instrumentación AD620.

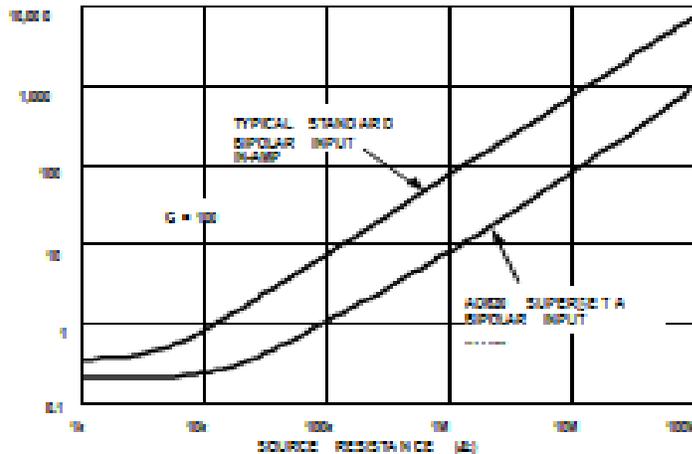
Donde:

- $R_g$  (pines 1 y 8): Resistencia que determina la ganancia.
- - In: Entrada negativa del amplificador de instrumentación.
- +In: Entrada positiva del amplificador de instrumentación.
- -Vs: + Vs: voltajes de polarización negativo y positivo.
- Out: Salida del amplificador de instrumentación.

En la figura 3.10 se puede apreciar que este amplificador consume menos de la quinta parte de corriente y presenta la mitad del ruido que utilizando amplificadores separados.



**Figura 3.10** Comparación de vs. Corriente entre amplificadores de instrumentación.



**Figura 3.11** Voltaje de ruido vs. Resistencia fuente.

Otra razón por la cual se utilizó este amplificador de instrumentación es su bajo nivel de ruido. En la Figura 3.11 se muestra el nivel de ruido generado por el AD620 en comparación con un amplificador operacional. Si se desea más detalles del AD620 se recomienda revisar el anexo, correspondiente a las características de este amplificador de instrumentación.

En la figura 3.12 muestra el esquema simplificado del amplificador de instrumentación AD620, el cual, como se aprecia, es una versión modificada del amplificador de instrumentación clásico que consta de tres amplificadores operacionales.

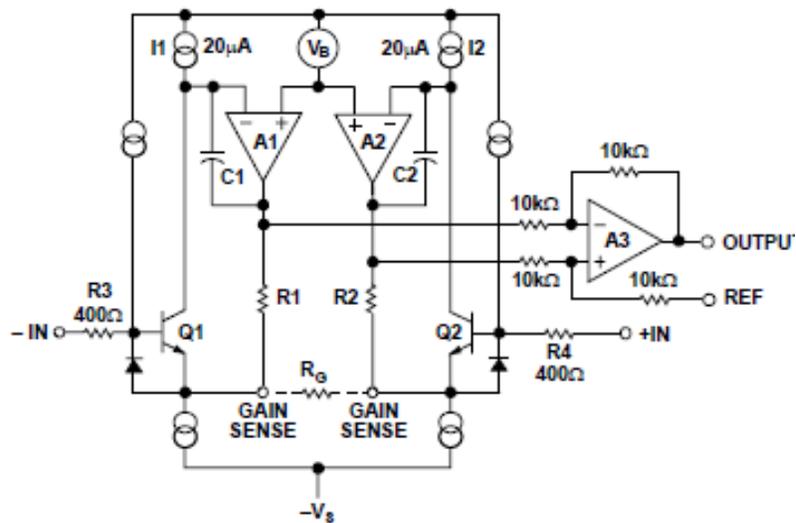


Figura 3.12 Esquema del amplificador AD620.

Los transistores de entrada Q1y Q2 proveen una entrada bipolar simple de alta precisión. La resistencia Rg es la que determina la ganancia del amplificador y para valores de R1= R2= 24.7 KΩ, se calcula la ganancia mediante la ecuación 3.3:

$$G = \frac{49.4 \text{ K}\Omega}{R_g} + 1 \text{ o } R_g = \frac{49,4 \text{ K}\Omega}{G - 1}$$

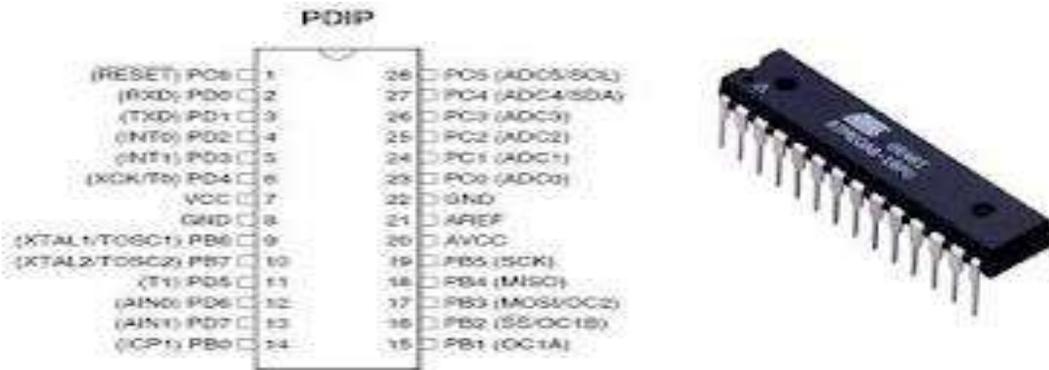
Ecuación 3.3

### 3.1.4 FUNCION DEL ATMEGA8

El microprocesador que se utilizó en la tarjeta de adquisición de datos es el ATMEGA 8. La tarea que realiza este microprocesador es la de convertir a valores numéricos que puedan ser interpretados por el usuario, cada una de las señales de los acondicionamientos de temperatura y presión.

De los diversos tipos y marcas de microprocesadores ATMEGA, se escogió el ATMEGA 8 de ATMEL, cuyas características de operación se describen a continuación.

Dentro de las características del ATMEGA 8 es primordial saber la distribución de pines como se muestra en la Figura 3.13 y las conexiones principales para su correcto funcionamiento.



**Figura 3.13** Diagrama de distribución de pines del ATMEGA 8.

El ATMEGA 8 posee prácticamente 3 puertos (B, C, D) que pueden ser utilizados independientemente como entradas y salidas de datos.

El puerto B posee principalmente los pines SCK, MISO, MOSI que sirven para programar el microprocesador.

El puerto C posee 6 entradas para conversores análogos digitales de 10 bits.

En el puerto D se encuentra principalmente los pines de recepción (Rx) y transmisión (Tx) para la comunicación serial.

A continuación se muestran las características más importantes del ATMEGA 8.

- 32 registros de propósito general.
- 8 Kbytes de memoria de programa.
- 512 Bytes en memoria no volátil EEPROM.
- 1 Kbytes en memoria interna SRAM.
- 6 canales PWM.
- 6 canales ADC de 10 bits.

- Comunicación USART.
- Oscilador interno RC de 1Mhz, 2 Mhz, 4Mhz y 8 Mhz.
- RTC interno con cristal de 32768 Hz.
- Voltaje de operación de 2,7 V a 5,5 V.
- Numero de pines: 28
- Tipo de encapsulado: DIP

En la Tabla 3.2 se muestra los pines utilizados en el ATMEGA 8 para transmisión de datos, la salida de los acondicionamientos de temperatura y presión.

TIPO DE VARIABLE	NUMERO DE PIN ATMEGA8
Señal de acondicionamiento de temperatura	2
Señal de acondicionamiento de presión	28
Control de calentadores	24
Sirena	25
Teclas	3, 4
LCD 20 x 4	14,15,16,17 18,19, 1
Vcc	7, 20, 21
GND	8 , 22
Reset	1
Led indicador	23

**Tabla 3.2** Distribución de pines utilizados en el ATMEGA 8

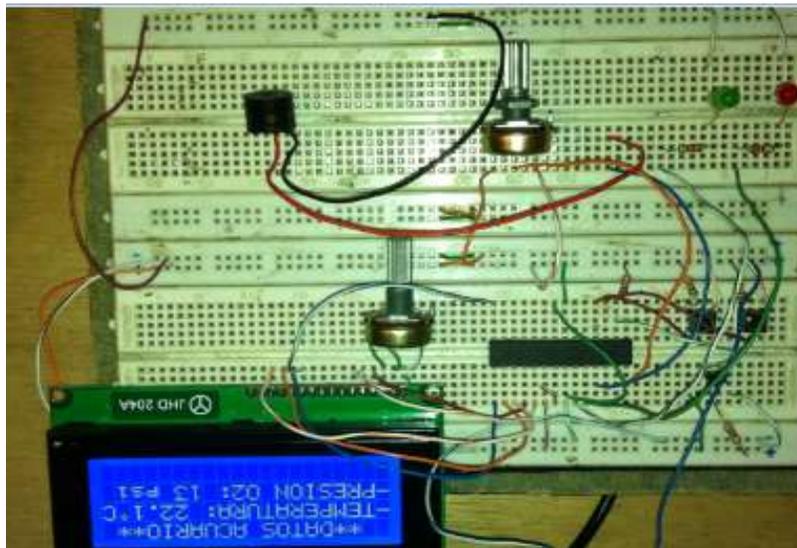
En el siguiente capítulo se trata sobre el desarrollo de los programas y del algoritmo utilizado para hacer el control del sistema automatizado para el control del sistema automatizado para el control del acuario, en el microprocesador ATMEGA 8, además de la HMI.

### 3.2 DISEÑO DEL MODULO DE CONTROL

La función del modulo de control es la de permitir visualizar en una LCD los valores de los parámetros de temperatura y presión, como también de ingresar o seleccionar rangos de valores para dichos parámetros por medio de un teclado, actuando de la siguiente manera.

El sistema de control deberá permitir controlar la iluminación dentro de la pecera, permitiendo ajustar el tiempo de iluminación a través del uso de un timer programable.

El sistema de control implementado deberá comparar los valores de los parámetros enviados de cada uno de los módulos de acondicionamiento (temperatura y presión) con los parámetros ingresados o seleccionados en el modulo de control para ser comparados, y actuar en consecuencia, por medio del calentador, lámpara incandescente y sirena como se indica en la Figura 3.14.

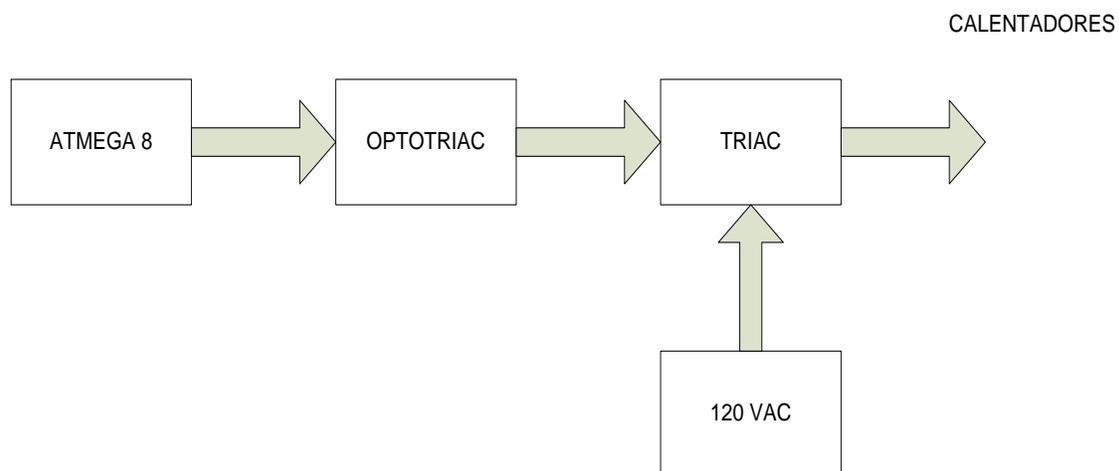


**Figura 3.14** Circuito de control del acuario.

Cuando los parámetros comparados no sean iguales se activará una sirena con alarma. Además, los parámetros recibidos por el modulo de acondicionamiento serán transmitidos al LCD el cual permitirá visualizar el valor de la temperatura, presión por medio de una interfaz hombre- máquina (HMI).

### 3.2.1 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL PARA LOS CALENTADORES DE PECERA

En la figura 3.15 se muestra en un diagrama de bloques el circuito de control para calentadores de pecera.



**Figura 3.15** Diagrama de bloques del circuito de control para calentadores de pecera.

#### 3.2.1.1 SELECCIÓN DE CALENTADORES

El calentador utilizado en la pecera es el HT-8100 de marca BOYU, debido a que cumple con las el cual presentan las siguientes características técnicas que se indican en la Tabla 3.3.

<b>MODELO</b>	HT- 8100
<b>POTENCIA</b>	100 W
<b>RANGO TEMPERATURA</b>	16 – 32 ° C
<b>TAMAÑO</b>	90 L – 150 L

**Tabla 3.3** Características del calentador HT-8100 BOYU

Con los valores de temperatura y tamaño, el cual se refiere a la máxima capacidad en litros a la que el calentador puede funcionar normalmente, este calentador esta dentro de los rangos de temperatura en la que puede trabajar la pecera.

Con el valor de potencia del calentador se diseño el circuito de fuerza para controlar el calentador, el cual consta de un triac activado o desactivado por un opto-triac, el cual a su vez es manipulado por el ATMEGA 8.

Los calentadores son alimentados con un voltaje de 110 VAC.

En el caso de las peceras utilizan un solo calentador se tiene:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{150 W}{110 V}$$

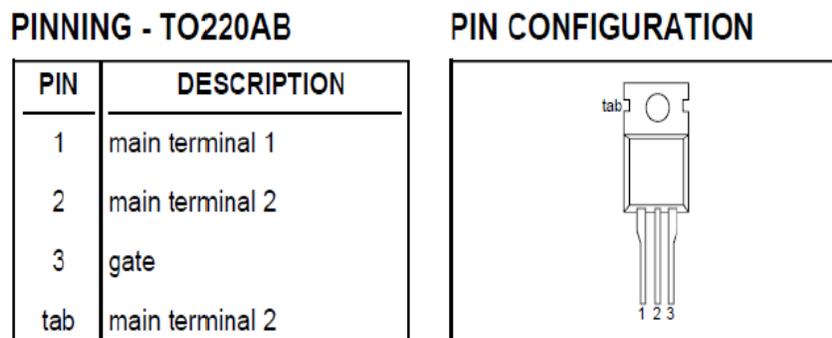
$$I = 1.36 A$$

Con este valor de corriente selecciono el triac BT137, un elemento de estado sólido que activara y desactivara la alimentación desde el modulo de control al calentador de la pecera marca BOYU el cual se indica en la figura 3.16.



**Figura 3.16** Calentador BOYU

El triac BT137 es un elemento de bajo costo que soporta un voltaje inverso repetitivos de 600 V y una corriente pico Irms de hasta 8 A como se indica en la Figura 3.17.

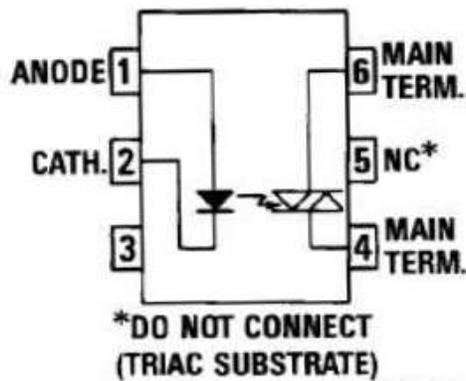


**Figura 2.17** Terminales del Triac BT137

Para poder controlar al encendido y pagado del Triac desde el microprocesador se utiliza el opto-triac MOC 3010, el cual al recibir un 1 lógico del microprocesador. (ATMEGA 8) emite un pulso a la compuerta del triac que hace que este se active,

y viceversa. Además, el opto-triac permite aislar la tierra fría de la tierra caliente, es decir aislar la etapa de control con la de potencia.

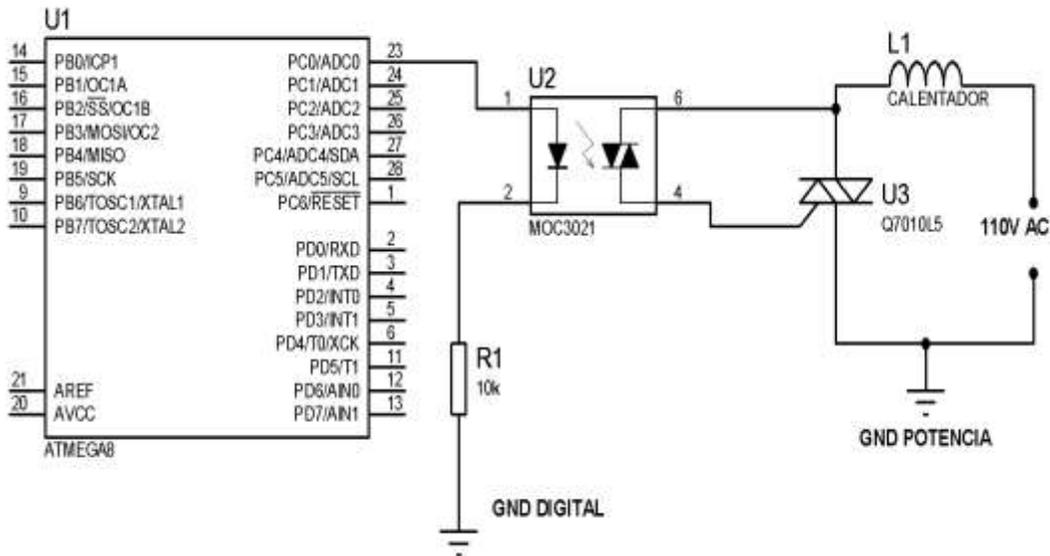
De los diversos tipos y marcas de opto-triac's, se escogió el MOC3010 de Opto Electronics el cual se indica en la F2igura 3.18 cuyas características de operación se describen a continuación



**Figura 3.18** Terminales del opto-triac MOC 3010

En la entrada del diodo la corriente requerida para el cierre de la salida del diodo es de 15 mA. A la salida soporta un voltaje de 250 VAC entre los dos terminales del opto-triac que son los pines 4 y 6, como se muestra en la Figura 3.18.

En la Figura 3.19 se muestra el diseño del circuito implementado para controlar el calentador, el cual está dentro de la caja del módulo de control.

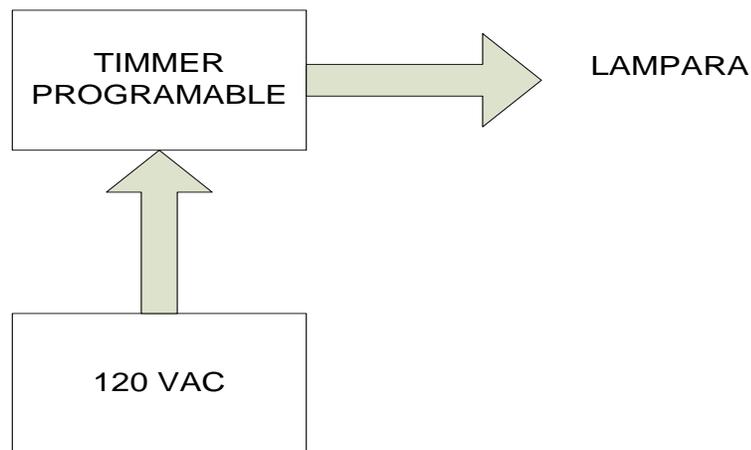


**Figura 3.19** Diagrama del circuito implementado para el control del calentador.

### 3.2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ILUMINACION

En la figura 3.20 se muestra en un diagrama de bloques el circuito para la lámpara.

Las características de la lámpara incandescente utilizada en la pecera se muestran en la tabla 3.4.



**Figura 3.20** Diagrama de bloques del circuito de control para la lámpara incandescente.

<b>MODELO</b>	Philips
<b>POTENCIA</b>	40 W
<b>VOLTAJE</b>	120 VAC

**Tabla 3.4** Características de la lámpara incandescente.

Para el caso de la lámpara incandescente, se calcula el valor de la corriente que consumen, entonces se tiene:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{40 \text{ W}}{110 \text{ V}}$$

$$I = 0,363 \text{ A}$$

Con este valor de corriente se selecciono al TIMER HEAVY DUTY 59403 para controlar el encendido de la lámpara incandescente como se indica la figura 3.21 cuyas características técnicas se detallan a continuación en la Tabla 3.5.



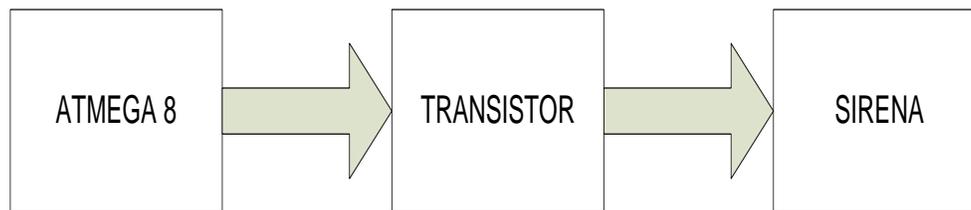
**Figura 3.21** Timer programable W59403

<b>MODELO</b>	W59403
<b>POTENCIA</b>	1000 W
<b>CORRIENTE</b>	15 A
<b>FRECUENCIA</b>	60 Hz
<b>VOLTAJE</b>	120 VAC

**Tabla 3.5** Características técnicas del timer programable 59403

### 3.2.4 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL PARA LA SIRENA

En la figura 3.22 se muestra en un diagrama de bloques el circuito de control para la sirena.



**Figura 3.22** Diagrama de bloques del circuito de control para la sirena.

Las especificaciones de la sirena utilizada se muestran en la Tabla 3.6

<b>Especificaciones</b>	<b>Valores</b>
Tonos	1

Voltaje de alimentación	5 - 6 V
Impedancia	8 Ω
Potencia	15 W

**Tabla 3.6** Especificaciones de la sirena.

Para el caso de la sirena, se calcula el valor de la corriente que consume entonces se tiene:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{15\text{ W}}{5\text{ V}}$$

$$I = 3\text{ A}$$

El voltaje con el que se alimenta a la sirena es de 5 Vdc, por lo tanto la corriente que circula por ella es de 3 A y también es continua.

En el diseño del circuito de control de la sirena se utilizó el optotransistor y un transistor para activar a la sirena.

El optotransistor que se seleccionó de las diversas marcas y tipos es el 4N25, el cual entre sus características presenta a su entrada un voltaje de entrada máximo de 1,5 V y a su salida soporta un voltaje colector emisor de 10 V. Más detalles del 4N25 se pueden encontrar en el Anexo.

La salida de corriente que entrega el microprocesador es de aproximadamente

20 mA, con este valor se calcula la resistencia R3 de la Figura 3.23

$$I_b = \frac{V_{control} - V_f}{R_{33}}$$

$$R_3 = \frac{5\text{ V} - 1,2\text{ V}}{20\text{ mA}} = 190\ \Omega$$

$$\text{Entonces : } R_3 = 220\ \Omega$$

En los diversos tipos y marcas de transistores se escogió el 2N3055, el cual entre sus características presenta una corriente de colector de hasta 15 A y un voltaje colector emisor de 60 V, además de su bajo costo. Comercialmente existe una oferta variada de este transistor. Si se desea más detalles de las características del 2N3055 se recomienda revisar el Anexo

El valor de la resistencia R4 se calcula de la siguiente manera:

El circuito de la Figura 3.23 es un circuito en cascada, entonces primero se calcula las corrientes de saturación de base y colector para el transistor 2N3055.

$$I_c(sat) = \frac{V_{cc} - V_{ce}(sat)}{R_{carga}} = \frac{5V - 0.2V}{8\Omega}$$

$$I_c(sat) = 600 \text{ mA}$$

$$B(sat) = \frac{B}{10} = \frac{40}{10} = 4$$

$$I_b(sat) = \frac{I_c(sat)}{B(sat)} = \frac{600 \text{ mA}}{4}$$

$$I_b(sat) = 150 \text{ mA}$$

Y como segundo se procede a calcular el valor de la resistencia R4 con el valor de las corrientes del transistor 2N3904.

Al ser un circuito en cascada la corriente de colector del 2N3904 es igual a la corriente de base del 2N3055.

$$I_{c1}(sat) = I_b(sat) = 150 \text{ mA}$$

$$B(sat) = \frac{B}{10} = \frac{100}{10} = 10$$

$$I_{b1(sat)} = \frac{I_{c(sat)}}{B(sat)} = \frac{150 \text{ mA}}{10}$$

$$I_{b1(sat)} = 15 \text{ mA}$$

$$I_{b1(sat)} = \frac{V_{cc} - V_{opto}}{R_4} : R_4 = \frac{5V - 1V}{15 \text{ mA}}$$

$$R_4 = 266.67 \Omega = 270 \Omega$$

El circuito implementado para el control de la sirena se muestra en la figura 3.23.

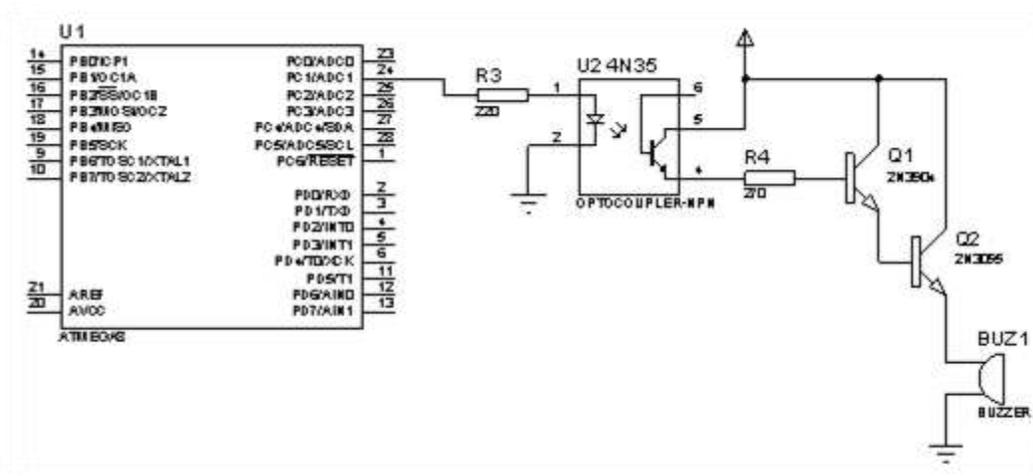


Figura 3.23 Diagrama del circuito ON/OFF de la sirena.

### 3.2.5 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL LCD

Para hacer funcionar el LCD, se diseñó un circuito impreso en el que están integrados los controladores display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege, como se observa en la Figura 3.24.

En total se pueden visualizar 4 líneas de 20 caracteres cada una, es decir,  $4 \times 20 = 80$  caracteres.

A pesar de que el display sólo puede desplegar 20 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 20 caracteres son los que se van a visualizar.

Tiene un consumo de energía de menos de 5mA.

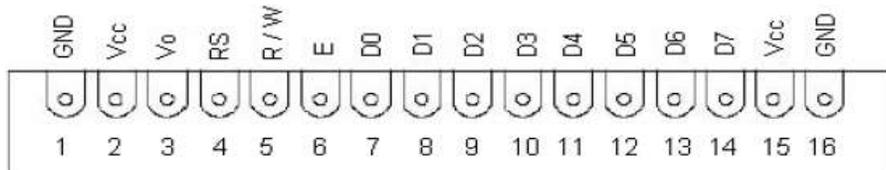
### 3.2.5.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- 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.
- Back Light, iluminación de la pantalla del LCD.



**Figura 3.24** LCD de 4 líneas de 20 caracteres.

Los pines 15 y 16 pines son usados para la iluminación del LCD. La descripción de pines se observa en la tabla 3.7



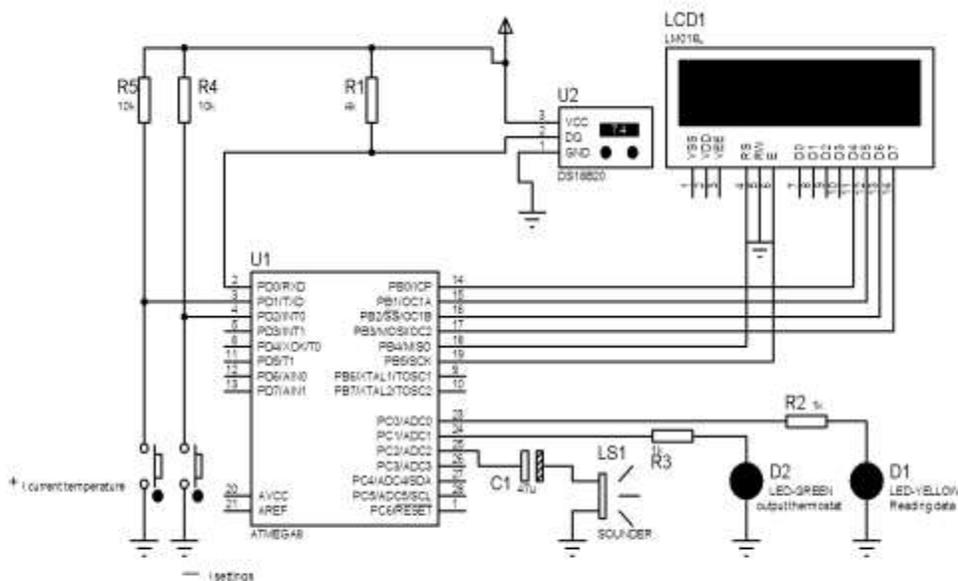
PIN	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	VSS	Tierra de alimentación GND 0v para polarización
2	VCC	Alimentación de +5 VDC
3	VEE	Contraste del cristal liquido. ( 0 a +5V )
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección registro de control RS=1 Selección registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura: R/W=0 Escritura (Write) R/W=1 Lectura (Read)
6	E	Habilitación del modulo: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos Bidireccional.
15-16	back Light	Pines para iluminación del LCD

**Tabla 3.7** Descripción de pines del LCD.

### 3.2.5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

#### 3.2.5.2.1 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, además de 3 líneas de control que son Enable, RS, R/W. debido a que este módulo será usado solo como entrada de datos, el pin R/W va conectado a tierra. No se requieren amplificadores de corriente ya que el LCD solo recibe datos, la intensidad luminosa depende del voltaje de referencia, en la siguiente figura 3.25 se indican las conexiones realizadas.



**Figura 3.25** Esquema de conexiones del LCD 20x4.

### 3.2.5.2.2 DISEÑO DEL MÓDULO

El bus de datos y las líneas de control E y RS vienen directo desde los pines del ATMEGA 8 como se muestra en la tabla 3.8.

Los pines 1 y 2 corresponden a tierra y VCC respectivamente, para alimentar al módulo LCD. El pin 3 corresponde al Terminal de Contraste, a este se conecta un potenciómetro de 10 k $\Omega$ , permitiendo variar el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla.

Las conexiones se muestran en la figura 3.25, donde se ve un LCD con Back Light, para lo cual se usan dos pines extra para permitir que se ilumine.

ATMEGA 8	LCD
PB4	RS
PB5	E
PB0	DB0
PB1	DB1
PB2	DB2
PB3	DB3
GND	R/W

**Tabla 3.7** Descripción de pines configuración LCD.

Se utiliza dos botones para interactuar con el microprocesador al pulsar el botón SB1 nos permite visualizar la temperatura que esta situada en el controlador, también nos permite aumentar la temperatura en decimas.

Al utilizar el botón SB2 se visualiza el menú de ingreso de dato para aumentar o disminuir el valor de temperatura siteada en el microcontrolador, también al pulsar por pocos segundos nos permite disminuir la temperatura en decimas.

# CAPÍTULO IV

## **4. DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA**

Buscando dar soporte al hardware del sistema automatizado para el control del acuario, en este capítulo se diseña el software de soporte del sistema que ofrezca herramientas para la comunicación y visualización.

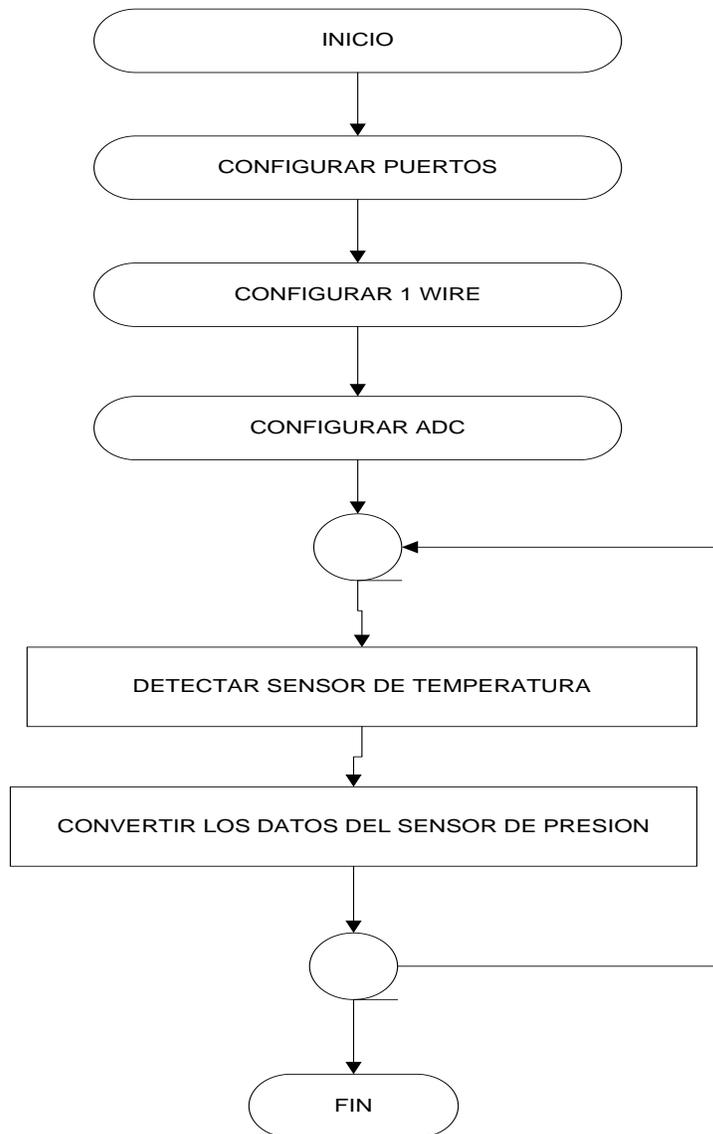
El desarrollo del software para la Interfaz Hombre-Máquina (HMI) para los microprocesadores se utilizó el programa BASCOM-AVR.

La programación, diagramas de flujo y manejo del software desarrollado, para la HMI y para el microprocesador ATMEGA8 del módulo de control y para el módulo de acondicionamiento, se describen a continuación:

### **4.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA8 PARA LOS MÓDULOS DE ACONDICIONAMIENTO**

La función de los módulos de acondicionamiento es la de transmitir los datos de las variables de cada sensor de temperatura, presión de aire y enviarlas al microprocesador atmega 8, el cual a través del módulo de control ejecute la acción apropiada, para mantener en optimas condiciones de vida a los peces dentro de la pecera.

En el diagrama de flujo mostrado en la Figura 4.1 se ilustra el funcionamiento del programa grabado en la memoria de programa interna del microprocesador ATMEGA8.



**Figura 4.1** Diagrama de flujo para el programa de los módulos de acondicionamiento.

### Declarar variables

Configurar módulo LCD

Configurar puertos A, B, C, D, E como entradas o salidas

Configurar RTC (Reloj en tiempo real)

Encerar los puertos

Declarar variables

Cargar valores de algunas variables en la EEPROM

Encerar y dar valores iniciales a las variables

### **Fin Tarea**

### **Convertir datos del sensor de temperatura**

Leer el código ROM-CODE de la memoria del sensor temperatura

Comparar código ROM-CODE recibido con el calculado

Enviar al sensor a convertir la temperatura

Saltar a la memoria ROM

Convertir la temperatura

Leer bits de arreglo

Convertir a entero el valor almacenado en el arreglo de bits

### **Fin Tarea**

### **Convertir datos del sensor de presión**

Obtener valor digital de 10 bits de la entrada análoga de presión

Convertir la presión

Leer bits de arreglo

Convertir a entero el valor digital de 10 bits

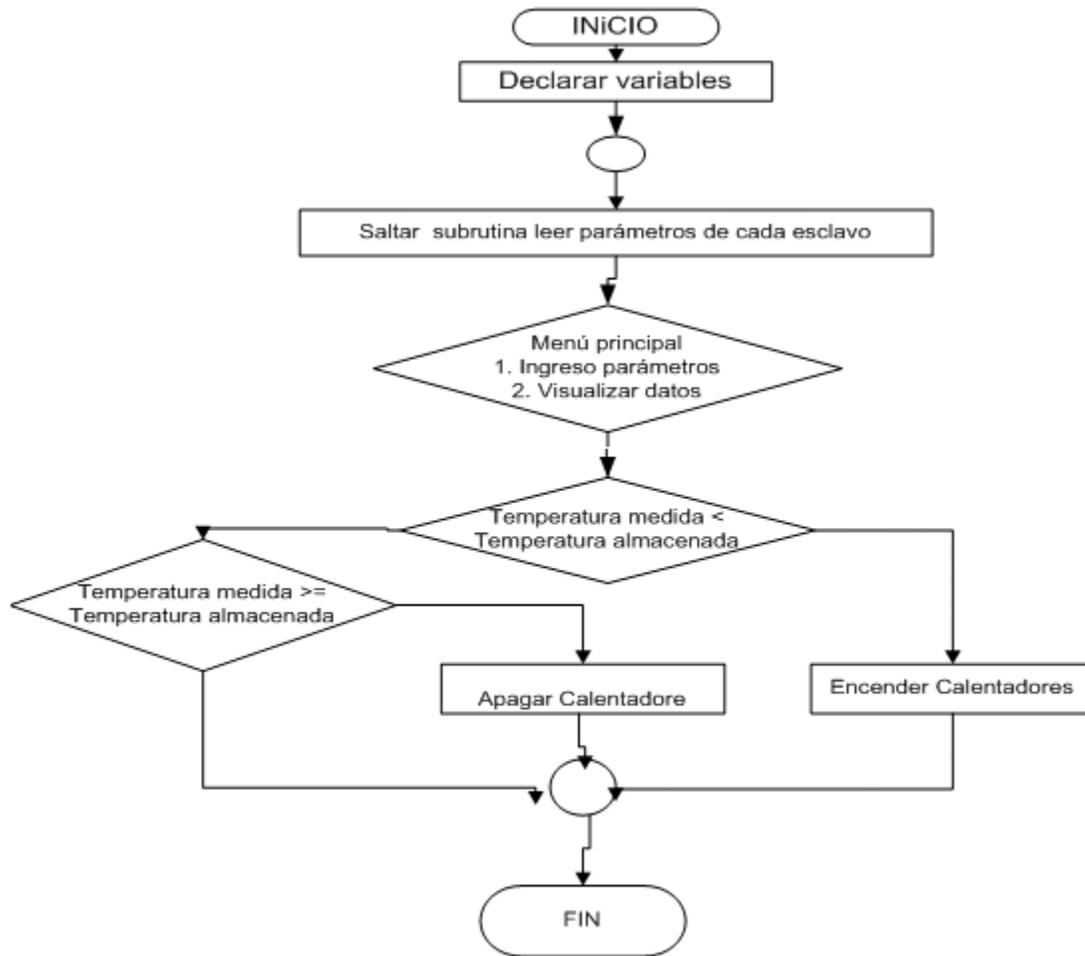
### **Fin Tarea**

## 4.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL ATMEGA8 PARA MÓDULO DE CONTROL

Las tareas y funciones que ejecuta el microprocesador ATMEGA8 en el módulo de control son las siguientes:

- Permite al usuario ajustar rango de valores de calibración de temperatura. Cuando esta variable se salga de cierto rango genera una señal de alarma por medio de una sirena.
- Permite al usuario visualizar a través del LCD de 20x4 los valores de cada una de las variables de la pecera.
- Se encarga de recoger la información de las variables de temperatura, oxigenación suministrada por el módulo de acondicionamiento y actuará en consecuencia.
- Se encarga de manejar el calentador sumergible de la pecera, y monitorear la oxigenación de la pecera. Igualmente, si el nivel de presión baja de un cierto valor, deberá generar una señal de alarma por medio de la sirena. Cabe aclarar que no se medirá el oxígeno del agua, por su costo, sino que se sensará el aire que ingresa a la pecera por medio de un sensor de presión.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.2 se ilustra el funcionamiento del programa grabado en la memoria de programa interna del microprocesador ATMEGA 8 para el control de temperatura.



**Figura 4.2** Diagrama de flujo para el programa del módulo de control de temperatura.

***Declarar variables***

*Configurar módulo LCD*

*Configurar puertos A, B, C, D, E como entradas o salidas*

*Configurar RTC (Reloj en tiempo real)*

*Encerar los puertos*

*Declarar variables*

*Cargar valores de algunas variables en la EEPROM*

*Encerar y dar valores iniciales a las variables*

**Fin tarea**

**Teclado.**

*Asignar un número a la tecla del teclado 4\*4 que sea presionada por el usuario*

**Retornar**

**Borrar lcd.**

*Limpiar la pantalla LCD*

**Retornar**

**Activar Sirena**

*Saltar subrutina tiempo funcionamiento*

*Activar la sirena cuando suceda una falla en el sistema*

**Fin tarea**

**Encender Calentador**

*Saltar subrutina tiempo funcionamiento*

*Activar en el módulo de control al triac correspondiente de la pecera que necesite que entre en funcionamiento el calentador*

**Fin tarea**

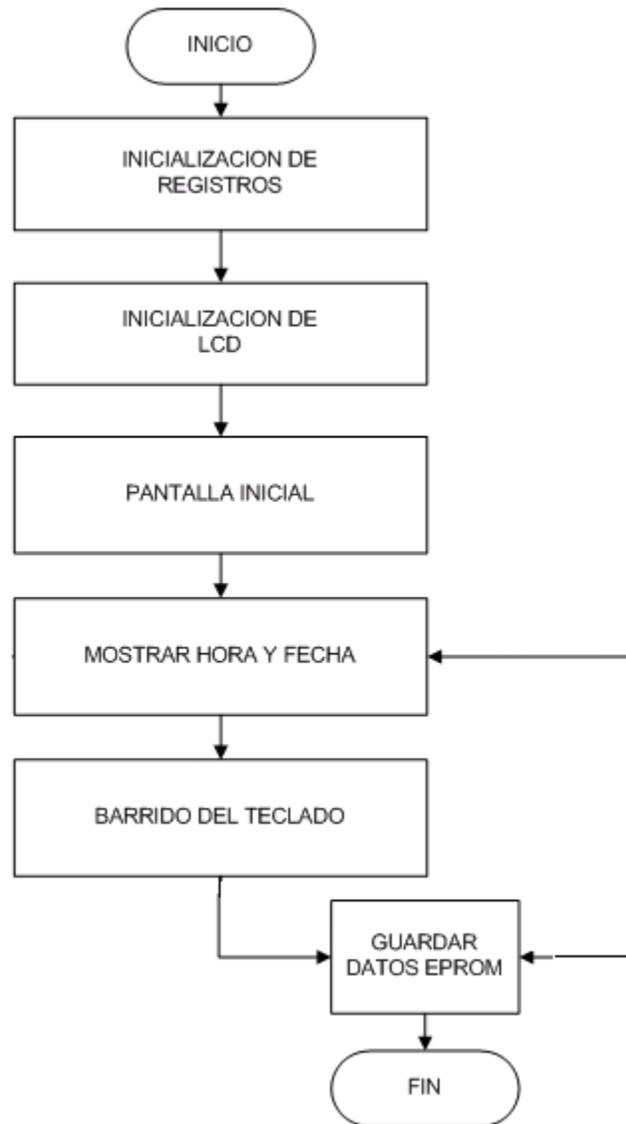
**Apagar Calentador**

*Saltar subrutina tiempo funcionamiento*

*Desactivar en el módulo de control al triac correspondiente de la pecera que no necesite que entre en funcionamiento el calentador*

**Fin tarea**

En el diagrama de flujo de la Figura 4.3 se ilustra el funcionamiento del programa grabado en la memoria del timer programable, con la cual se controla la iluminación dentro de la pecera.



**Figura 4.3** Diagrama de flujo para el programa del módulo de control de iluminación.

### **Encender Lámparas**

*Saltar subrutina tiempo funcionamiento*

*Activar en el módulo de control al triac correspondiente de la pecera que necesite que entre en funcionamiento la lámpara fluorescente*

*Activar el funcionamiento de las lámparas para el horario elegido por el usuario*

### **Apagar Lámparas**

*Saltar subrutina tiempo funcionamiento*

*Desactivar en el módulo de control al triac correspondiente de la pecera que no necesite que entre en funcionamiento la lámpara fluorescente*

### **Fin tarea**

#### **Subrutinas:**

#### **Tiempo funcionamiento**

*Se puede elegir mediante una selección de menús existe varias opciones de días a la semana: todos los días, de lunes a viernes, lunes, miércoles, viernes, fin de semana*

*Una vez seleccionado los días de la semana el usuario selecciona la hora de encendido de las lámparas ingresando a través del teclado, después se selecciona la hora de apagado de las lámparas.*

### **Retornar**

## **4.3 INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)**

La Interfaz Hombre Máquina (HMI) es un medio que facilita y posibilita que un operador humano (usuario) pueda interactuar con un proceso, hoy en día con la ayuda de un software es vital, permitiendo la supervisión de las variables involucradas en el sistema.

En el desarrollo de las pantallas de la HMI es el objetivo primordial es supervisar el sistema y permitir en forma amigable al usuario para su empleo sea fácil e intuitivo, la HMI genera avisos de alarmas en la pantalla del LCD para seguridad

#### 4.3.1 DESARROLLO DE LA HMI

La Interfaz Hombre-Máquina (HMI) permite supervisar la pecera de forma global y, al mismo tiempo, en forma independiente, a través de un microcontrolador y un LCD, la HMI fue diseñada para permitir:

- En forma amigable supervisar el estado la pecera de forma global y, al mismo tiempo, en forma independiente, a través del HMI.
- La interacción entre el usuario y el sistema en todo momento.
- Mostrar señales de alarmas en caso que se presente alguna falla en el sistema.

El software elegido para realizar el HMI es Bascom AVR, el cual contiene librerías para registrar y presentar datos. Como se indica en la Figura 4.4.



**Figura 4.4** Programación AVR con el atmega 8.

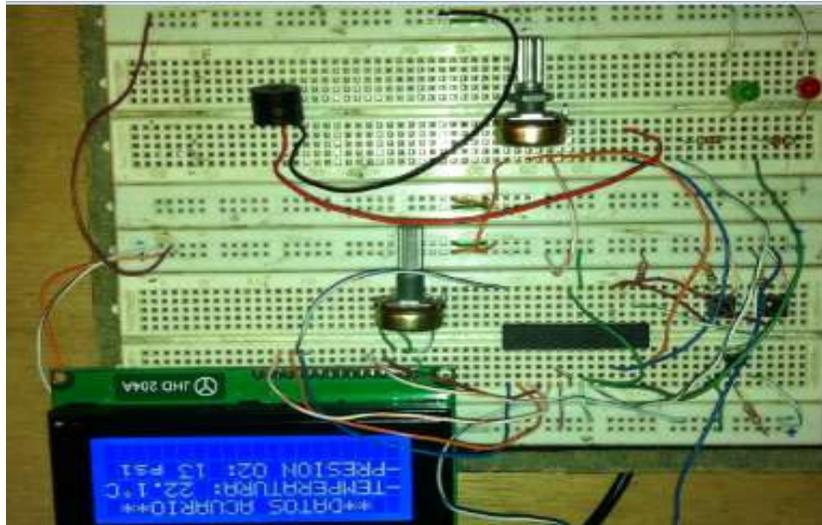
Para el manejo de la HMI, en los siguientes pasos se detalla el funcionamiento de la misma, al abrir el programa de la HMI en el LCD, aparece la pantalla de la Figura 4.5.



**Figura 4.5** Pantalla de inicio del acuario.

#### 4.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El encendido y apagado se realiza a través del tablero de control ubicado en el acuario, el cual interactúa directamente con el usuario al permitir el ingreso y visualización de datos por medio del teclado y la pantalla LCD respectivamente, el sistema funciona las 24 horas del día, y realiza las tareas de control de temperatura e iluminación del acuario en forma independiente, a demás el monitoreo de la presión del acuario en forma independiente, mediante dos teclas y una pantalla LCD 20x4, el usuario configura los rangos de control y monitoreo de acuerdo a su criterio como se indica en la figura 4.6.:



**Figura 4.6** Pruebas de funcionamiento del acuario.

#### 4.3.2.1 MENU PRINCIPAL

En el menú principal aparece una pantalla indicando los datos del acuario se visualiza la temperatura actual en grados Celsius, y el valor de la presión de aire que ingresa en la pecera al instante, como se indica en la Figura 4.7



**Figura 4.7** Menú Principal

Al pulsar el botón SB1 por pocos segundos, se visualiza la temperatura seteada en la memoria del microprocesador en el LCD para información del usuario.

#### 4.3.2.2 MENÚ SELECCIÓN TEMPERATURA

Al presionar el botón SB2 se ingresa al menú selección temperatura y nos permite cambiar el valor de temperatura seteada mediante los dos teclas que aumentan o

disminuyen el valor de temperatura en decimas hasta llegar al valor deseado una vez que se deje pulsar durante dos segundos se carga el valor deseado en la memoria del programa como se indica en la Figura 4.8.



**Figura 4.8** Menú Selección Temperatura

#### 4.3.2.3 MENÚ SIRENA

Al haber una señal errónea a la salida del sensor de temperatura ya sea por ruptura del cable es decir no exista señal se activara una alarma que indica que existe error en el sensor y se visualiza en el LCD el siguiente mensaje como se indica en la Figura 4.9.



**Figura 4.9** Menú Sirena temperatura

Al existir una señal baja de aire en el sensor de presión, con lo cual se induce que la bomba sumergible se encuentra dañada, se activa una alarma y se presenta un mensaje en el LCD como se indica en la Figura 4.10.



**Figura 4.10** Menú Sirena presión

# CAPÍTULO V

## 5. PRUEBAS Y RESULTADOS

Diseñado el hardware y software del sistema automatizado de control del acuario descrito en los capítulos anteriores, en este capítulo se describe las pruebas y resultados obtenidos en los circuitos diseñados e implementados, tanto para el módulo de control como para los módulos de acondicionamiento como se indica en la figura 5.1.



**Figura 5.1** Pruebas realizadas al acuario.

Las pruebas que se realizaron con los módulos de acondicionamiento diseñados son las siguientes:

- Pruebas del acondicionamiento del sensor de temperatura.
- Pruebas del acondicionamiento del sensor de presión.

Las pruebas que se realizaron con el módulo de control diseñado son las siguientes:

- Pruebas de funcionamiento de los calentadores.
- Pruebas de funcionamiento de las lámparas fluorescentes.

### 5.1 PRUEBAS EN LOS MÓDULOS DE ACONDICIONAMIENTO

El objetivo de estas pruebas es analizar la respuesta obtenida por los circuitos acondicionadores para los dos tipos de sensores que se utilizan: temperatura,

y presión, así como también analizar los valores que se transmiten al módulo de control.

Estas pruebas se las realiza en la pecera con el módulo de acondicionamiento. Las mediciones de cada una de las variables de la pecera, se observan en el LCD del módulo de control.

Para el apunte de mediciones se tomo seis muestras de cada variable dentro de la pecera, cada una en un intervalo de 10 minutos.

Con los seis valores obtenidos de cada variable, se calcula el valor promedio de dichos valores, así, como también la desviación estándar o típica, la cual es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación esperada con respecto a la media aritmética [20].

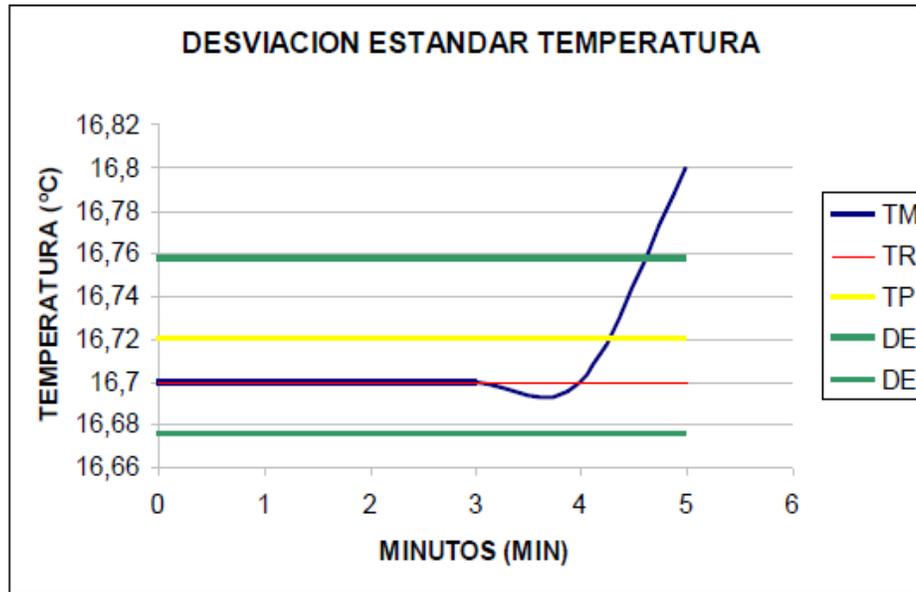
### **5.1.1 PRUEBAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR TEMPERATURA**

Para esta prueba se realiza el reconocimiento y la lectura de datos del sensor de temperatura por medio del microprocesador ATMEGA8 el cual es el encargado de producir a valores numéricos de temperatura entendibles para el ser humano.

Para medir los valores de temperatura en grados centígrados en la pecera, se utilizó el sensor de temperatura del equipo electrónico del multímetro FLUKE para realizar la medida patrón, y el sensor de temperatura DS18B20 para realizar la medición de la temperatura de la pecera como se indica en la Tabla 5.1. a continuación:

MINUTOS	1	2	3	4	5	6	TR	PROMEDIO	DESV. ST.	Error Relativo
HORA 1	16,7	16,7	16,7	16,7	16,8	16,7	16,7	16,72	0,04	0,6
HORA 2	17,7	17,7	17,7	17,8	17,8	17,9	17,8	17,77	0,08	0,56
HORA 3	26,1	26,1	26,1	26	26	25,9	26	26,03	0,08	0,38
HORA 4	22,6	22,6	22,6	22,6	22,7	22,7	22,7	22,63	0,05	0
HORA 5	29,3	29,3	29,3	29,2	29,2	29,2	29,1	29,25	0,05	0,34
HORA 6	25,1	25,1	25,1	25,1	24,9	24,9	24,8	25,03	0,1	0,4
HORA 7	25,8	25,8	25,8	25,8	25,9	25,9	26	25,83	0,05	0,38
HORA 8	21,6	21,4	21,3	21,3	21,3	21,2	21,2	21,35	0,14	0
HORA 9	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6	23,5	23,4	23,62	0,08	0,43
HORA 10	24,1	24,1	24	24,1	24,1	24,2	24,3	24,1	0,06	0,41

**Tabla 5.1** Datos del acondicionador de temperatura diseñado.



**Figura 5.2** Gráfica desviación estándar para los valores de temperatura dentro de la pecera.

Donde:

**TP** = Temperatura promedio.

**DE** = Desviación estándar.

De la gráfica de la Figura 5.2 y de los valores de la Tabla 5.1, se determina para la medición de temperatura realizada por el acondicionamiento de temperatura, que el error máximo cometido en la medida es del 0.6%, y la máxima desviación registrada es de  $\pm 0.2$  °C, márgenes que confirman su buen funcionamiento; ya que, no afectan a que se acelere el proceso biológico del agua y produzca alteraciones de la producción primaria que se verá reflejada en la calidad del agua y en el proceso metabólico del pez dentro de la pecera.

Todas estas mediciones de temperatura fueron realizadas dentro de la pecera durante 10 horas por intervalo de 10 minutos obteniendo los resultados que indica la figura 5.2.

### 5.1.2 PRUEBAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN

La prueba por la que se empezó fue tratar de obtener un voltaje acondicionado de 0 V a 5 V en función de la presión medida por el sensor de presión. Para tal efecto el acondicionamiento debe ser calibrado.

Para calibrar el acondicionamiento de presión de cada módulo de acondicionamiento, se utiliza un manómetro de escala 0 a 5 PSI.

La entrada de presión de aire de muestra que se conecta al sensor de presión, se toma del aireador que entrega una presión de aproximadamente 0.25 PSI.

A partir de este valor se procede a calibrar cada acondicionamiento de presión.

Realizado este procedimiento se procede a medir los valores de voltaje en cada uno de los puntos más importantes del circuito acondicionador de presión. En la Tabla 5.2 se presenta los valores de voltajes en función de la presión en los puntos antes mencionados, para la calibración del acondicionador de presión.

<b>Pin (PSI)</b>	<b>Vin (mV)</b>	<b>Vout (V)</b>
0.8	5	0.4

**Tabla 5.2** Voltajes de calibración en función de la presión del acondicionador de presión diseñado.

Donde:

**Pin** = Presión de entrada medida con el manómetro.

**Vin** = Voltaje de salida del sensor de presión MPX10DP.

**Vout** = Voltaje de salida del acondicionamiento de presión y voltaje de entrada al microprocesador ATMEGA8.

El rango de valores de presión del sensor de presión MPX10DP va desde los 0 PSI hasta los 1.25 PSI. El objetivo de esta medición es sensor la presión de aire que ingresa a los filtros de la pecera. Si la medición es menor a 0.3 PSI se genera una señal de alarma.

En la Tabla 5.3 se presenta los valores de lectura de presión medidos y obtenidos para esta prueba. Las medidas del sensor de presión en cada pecera se tomaron cada diez minutos.

MINUTOS	1	2	3	4	5	TR	PROMEDIO	DESV. ST.	Error Relativo
HORA 1	1,2	1,1	1	1,2	1,1	1,13	1,13	0,08	4,76
HORA 2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,13	0,05	4,55
HORA 3	0,9	1	1	0,9	0,9	0,9	0,93	0,05	5
HORA 4	1	1,1	1,1	1	1,1	1	1,05	0,05	0
HORA 5	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,03	0,05	0
HORA 6	1,1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,07	0,05	0
HORA 7	1	1	0,9	1	0,9	0,9	0,95	0,05	5
HORA 8	0,9	0,9	1	1,1	1	1,1	1	0,04	5
HORA 9	1	1	1	1,1	1	1	1,02	0,04	0
HORA 10	1,1	1,1	1,1	1	1	1,1	1,15	0,05	4,55

**Tabla 5.3** Datos del acondicionador de presión diseñado.

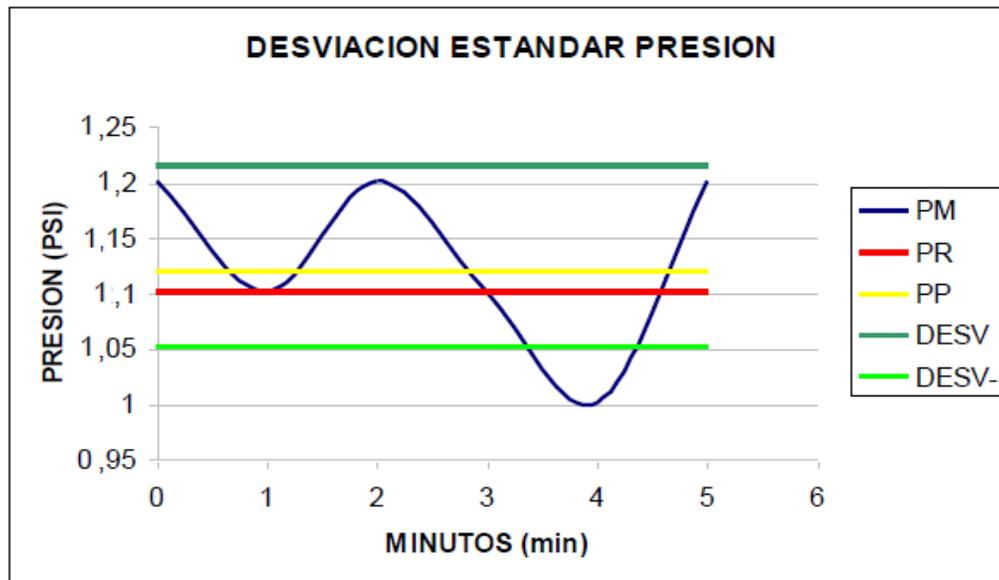
Donde:

**PR** = Medida de presión leída con el manómetro de escala de 0 a 15 PSI.

**PM** = Presión medida por el sensor MPXM2051GS.

**DESV. ST** = Desviación estándar

En la Figura 5.3 se muestra la gráfica obtenida con los valores de presión medidos, patrón, desviación estándar, y promedio de la Tabla 5.3 dentro de la pecera.



**Figura 5.3** Gráfica de la desviación estándar para los valores de presión de la pecera de la Tabla 4.3.

Donde:

**PP** = Presión promedio.

**DE** = Desviación estándar.

De la gráfica de la Figura 5.3 y de los valores de la Tabla 5.3, se determina para la medición de presión realizada por el acondicionamiento de presión, que el error máximo cometido en la medida es del 5%, y la máxima desviación registrada es de  $\pm 0.1$  PSI, márgenes que confirman su buen funcionamiento; ya que, no afectan a que se deteriore el estado natural del agua donde viven los peces como se indica en la figura 5.4.



**Figura 5.4** Pruebas de acondicionamiento realizadas al acuario

### 5.3 DETALLE DE COSTOS DEL PROYECTO

Para evaluar las inversiones necesarias para realizar este proyecto se tomó en consideración la compra de los equipos y la mano de obra que involucra implementar el sistema automatizado del acuario.

A continuación se detalla la lista de materiales y elementos eléctricos, electrónicos utilizados para el desarrollo del presente proyecto, además se incluye el precio de cada uno para obtener el presupuesto del proyecto como se indican en la tabla

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2	Atmega 8	18,66	37,32
2	DS18B20	13.15	26,3
3	BT 137	0.62	1,86
3	MOC 3010	0.71	2,13
5	Capacitores poliéster 1,5 nF	0.20	1
10	Led bicolor	0.21	2,1
2	MPXM2051GS	24.50	49
2	AD620	10.35	20,7
20	Resistencias ¼ w	0,01	0,2
10	Capacitores cerámicos	0.06	0,6
1	LCD 20X4	20	20
1	Teclado 5x5 con pulsadores	7.55	7,55
2	Caja tipo B	3.12	6,24
1	Sirena 6 tonos	5,65	5,65
10	Potenciómetros de posición	0.45	4,5
10	Borneras de 2 posiciones	0.18	1,8
3	Resistencias 5.1 M ohmios	0.01	0,03
1	Fuentes de computadora	21	21
1	Pecera con cubierta metalica	45	45
1	Calentador sumergible	35	35
1	Bomba sumergible	30	30
1	Timer programable	45	45
1	Piedras de rio	8	8

2	Peces guppys	4	8
6	Manguera plástica	1,50	9
7	Uniones codos tes	1,20	8,40
1	Circuitos impresos doble lado 10x15	40.15	60,15
		<b>TOTAL</b>	<b>456,53 \$</b>

**Tabla 5.4** Materiales y elementos utilizados en el proyecto.

El costo total para la construcción del proyecto es de USD 456,53 y el costo de las pruebas de funcionamiento es de USD 100

El costo de ingeniería que representa el diseño y construcción del prototipo, está determinado en base al número de horas efectivas de trabajo, es así que 80 horas de trabajo significa un valor aproximado de USD 800 (USD10/hora). Por tanto el costo de la implementación y construcción del prototipo es de 1356,53 USD

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Materiales y equipos	456,53
2	Pruebas	100
3	Diseño	800
	<b>TOTAL</b>	<b>1356,53</b>

**Tabla 5.5** Costo total proyecto

## 6. CONCLUSIONES

De las pruebas y resultados obtenidos es posible extraer las siguientes conclusiones:

- La actividad biológica del pez a través de la respiración, secreción y digestión, y también del exceso de producción primaria (bacterias, virus, sulfatos y fosfatos), pueden llegar a saturar de CO<sub>2</sub> y deteriorar el estado natural del agua en la pecera. Por estas razones, la implementación de un sistema de medición de presión de aire que ingresa a la pecera, en caso de ausencia genera una señal de alarma, y con la supervisión respectiva impedirán el deterioro de la calidad del agua.
- De las pruebas de presión de aire que ingresa a la pecera se puede concluir que la medición de presión presenta un margen de error de variación de  $\pm 0.1$  PSI, la cual no afecta a que se deteriore el estado natural del agua donde viven los peces.
- La temperatura del agua en la pecera acelera los procesos biológicos del agua y produce alteraciones de la producción primaria que se verá reflejada en la calidad del agua y de los peces. A un aumento o disminución de temperatura normal requerido por el pez, en este representa una disminución de su actividad física y reproducción, su rápido debilitamiento orgánico. Por estas razones la implementación de un sistema de medición de temperatura en cada pecera, cuyos valores generados resulta una medida adecuada para controlar el proceso metabólico del pez y deterioró de la calidad del agua, al controlar la temperatura.

- La iluminación ayuda a resaltar el colorido del pez, su desarrollo y la decoración de la pecera. El resultado de la falta de iluminación en la pecera provoca la proliferación de algas resultado de la producción primaria del pez que daña el aspecto del acuario, peces débiles y descoloridos, agua amarillenta y mal oliente. La pecera, al ser un sistema artificial de vida para los peces, se puede concluir que el sistema de control al permitir el encendido y apagado de las lámparas fluorescentes ayudará a controlar el tiempo de actividad diurna y nocturna que presenta el hábitat natural del pez.
- De todo lo antes expuesto se puede concluir que se mejoró las condiciones de vida de las especies que habitan en el acuario y se brindó una herramienta para su óptimo mantenimiento.

## 7. RECOMENDACIONES

De la experiencia adquirida al realizar este proyecto es posible dar las recomendaciones siguientes:

- Se recomienda una vez por mes limpiar la pecera el tubo de ensayo donde está el sensor de temperatura con agua destilada para evitar que alrededor se acumule sales que se originan por el contacto con el agua o suciedad de las heces de los peces. Como también realizar la limpieza de las bombas sumergibles de cada una de las peceras.
- Las luces deben prenderse a las 09:00 horas debido a que el día en la naturaleza se va aclarando poco a poco, entonces el pez va asimilar el cambio de luz normal que se produce en la naturaleza.
- Se recomienda conectar correctamente el voltaje adecuado y polarización de las fuentes de voltaje para los amplificadores operacionales y microprocesadores a 5 V respectivamente.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Arias, S. S., 1972, Usted y el Acuario, Tercera edición, Buenos Aires, Lavalle.
- [ 2] [http://www.boyuaquarium.com/en\\_ArticleShow.asp?ArticleID=272](http://www.boyuaquarium.com/en_ArticleShow.asp?ArticleID=272)
- [ 3] <http://www.construmatica.com/construpedia/Perl%C3%B3n>
- [ 4] [http://www.boyuaquarium.com/En\\_ArticleShow.asp?ArticleID=215](http://www.boyuaquarium.com/En_ArticleShow.asp?ArticleID=215)
- [ 5] <http://www.elacuaria.com/secciones/biologia9.htm>
- [ 6] <http://fl1.shopmania.org/files/fotos/10414/ferplast-calentador-bluclima-100~10413636.jpg>
- [ 7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Glass\\_electrode](http://en.wikipedia.org/wiki/Glass_electrode)
- [ 8] <http://www.ehu.es/biomoleculas/ph/medida.htm#m2>
- [ 9] [http://www.unicrom.com/Tut\\_filtroRCpasabajo.asp](http://www.unicrom.com/Tut_filtroRCpasabajo.asp)
- [10] Boylestad Robert; Nashelsky Louis, 1992, Electrónica de Teoría de Circuitos, Quinta edición, México, Prentice Hall.
- [11] [www.icmaster.com](http://www.icmaster.com)
- [12] Floyd Thomas, 2008, Basic Operational Amplifiers and Linear Circuits, México, Pearson education.
- [13] <http://es.wikipedia.org/wiki/1-Wire>
- [14] [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- [15] <http://www.boyuaquarium.com>

## 9. LINKOGRAFIA

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/ElectricidadImportancia.htm>

Es propiedad: [www.profesorenlinea.cl](http://www.profesorenlinea.cl). Registro N° 188.540

<http://www.estudiargratis.com.ar/cursos-electricidad/electricidad.htm>

Lic. Ingeniería Eléctrica

Universidad a Distancia, Ingeniería Eléctrica en línea.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Conductor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Conductor_el%C3%A9ctrico)

Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc.,

[http://enciclopedia.us.es/index.php/Aislante\\_el%C3%A9ctrico](http://enciclopedia.us.es/index.php/Aislante_el%C3%A9ctrico)

Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc.,

[http://www.iesbajoaragon.com/~tecnologia/Elec/Cir\\_elec.htm](http://www.iesbajoaragon.com/~tecnologia/Elec/Cir_elec.htm)

© 2010 Electrica y Menchaca.

<http://centros3.pntic.mec.es/cp.valvanera/ELECTRICIDAD/circuitoelctrico/circuitoelctrico.html>

A

N

E

X

O

S

## ANEXO 1

### PROGRAMA AVR TESIS

```
***      Automatizacion de acuario peces tropicales      **
***      El rango que soporta la temperatura es de - 55 to +125 °C  **
***      Controlador - ATmega8; Sensor - DS18B20
```

```
*****
```

```
$regfile = "m8def.dat"           ' ATmega8
$crystal = 4000000              ' 4 frecuencia del crystal
```

```
$hwstack = 80
```

```
$swstack = 80
```

```
$framesize = 80
```

```
Declare Sub Mk_init()
```

```
Declare Sub Selectmode()
```

```
Declare Sub Thermo_Icd(thermo As Integer)
```

```
Declare Sub Thermocontrol(thermo As Integer , Thermosetting As Integer)
```

```
Declare Sub Modify_setting_button()
```

```
Declare Sub Modify_setting_Icd(thermo As Integer)
```

```
Declare Function Read_thermo(thermo As Byte) As Byte
```

```
1wire_pin Alias Portd.0          ' La SALIDA del sensor DS18B20.
```

Button_plus Alias Pind.1 seteada".	' Boton "+ / ver temperatura
Button_minus Alias Pind.2	' Boton "- / ingresa datos".
Led_read_1wire Alias Portc.0 DS18B20 esta tomando datos.	' LED indica que el sensor
Out_thermostat Alias Portc.1	' LED salida para el termosatato
Sreaker Alias Portc.2	' Salida para el speaker.
Const Button_delay = 24	
Const Button_force_delay = 200 millisegundos.cambia en long-term retencion de digitos en modo de boton	' El retardo
Const Thermostat_type = 0 calefactor, 1 - ventilador.	' 0 - termostato opera en
Const Error_sound_state = 1 leyendo el dato del sensor DS18B20.	' 1 - beep si ocurre un error
Const Button_force_time = 2 del cual comienza a cambiar la temperatura seteada.	' Tiempo en segundos despues
Const Thermo_mode_save_time = 8	' r'.
Const Button_beep_state = 1	' 1
Const Button_mode_time = 4 del cual se graba en la EEPROM el dato de temperatura seteada, sin pulsar el boton.	' Tiempo en segundos, despues
Dim Flaginputtermo As Byte sensor DS18B20.	' 1 - el necesita para verificar el
Dim Thermo_mode_state As Byte para trasladar en modo setting.	'La variable auxiliar utiliza
Dim Button_plus_state As Byte cuando se presiona / visualiza temperaura seteada "+ dato set" modo de servicio.	' La variable auxiliar para

Dim Button\_minus\_state As Byte  
Dim Button\_force\_counter As Byte  
Dim Temp\_1wirearray(9) As Byte  
Dim 1wire\_array(9) As Byte  
Dim Error\_thermo\_counter As Byte  
Dim Thermo\_mode As Byte  
Dim Thermo\_mode\_counter As Byte  
Dim Thermo\_mode\_save\_counter As Byte  
Dim Currentthermo As Integer At 1wire\_array Overlay  
Dim Thermo\_setting As Integer  
Dim Modify\_thermo\_setting As Integer  
Dim Ee\_thermosetting As Eram Integer  
Dim P1 As Word  
Dim P As Single  
Dim Pres As Long  
  
Const K = 5 / 1023  
  
Config Lcd = 20 \* 4  
Config Lcdbus = 4  
Config Lcdmode = Port  
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.0 , Db5 = Portb.1 , Db6 = Portb.2 , Db7 =  
Portb.3 , Rs = Portb.4 , E = Portb.5  
Config 1wire = 1wire\_pin  
Config Led\_read\_1wire = Output

Config Out\_thermostat = Output

Config Sreaker = Output

Config Button\_plus = Input

Config Button\_minus = Input

Config Timer1 = Timer , Prescale = 64

On Timer1 Timer1\_interrupts

Stop Timer1

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal

Start Adc

Config Watchdog = 2048  
watchdog response time of about 2 seconds.

' The configuration of the

Call Mk\_init()

Enable Interrupts

\*\*\*\*\*Programa\*\*\*\*\*

```
Do                                     ' lazo de inicio
Reset Watchdog
If Flaginputtermo = 1 Then
Flaginputtermo = 0
If Read_thermo(1wire_array(1)) = 1 Then
If Thermo_mode = 0 Then
Call Thermo_lcd(currenttermo)
End If
Call Thermocontrol(currenttermo , Thermo_setting)
Error_thermo_counter = 0
Else
If Error_thermo_counter >= 2 Then
#if Error_sound_state = 1
Cls : Lcd "Sensor error!"
Locate 2 , 1 : Lcd "SIRENA ACTIVADA"
Wait 3
Sound Sreaker , 4000 , 400
Sreaker = 0
#endif
Sreaker = 0
Error_thermo_counter = 0
Cls : Lcd "Sensor error!"
Locate 2 , 1 : Lcd "SIRENA ACTIVADA"           'Pantalla leyenda
```

```
Wait 3
Thermo_mode = 0
Else
Incr Error_thermo_counter
End If
End If
End If
Call Selectmode()

If Thermo_mode = 2 Then
Call Modify_setting_button()
End If
Loop
End
```

\*\*\*\*\* Interrupts \*\*\*\*\*

' Interrupt Timer1 (interrupt occurs approximately once per second).

Timer1\_interrupts:

    Flaginputtermo = 1

    If Thermo\_mode = 0 And Thermo\_mode\_state = 1 Then

        If Thermo\_mode\_counter < 200 Then Incr Thermo\_mode\_counter

    Elseif Thermo\_mode = 2 Then

        If Thermo\_mode\_save\_counter < 200 Then Incr Thermo\_mode\_save\_counter

        If Button\_force\_counter < 200 Then Incr Button\_force\_counter

    End If

Return

\*\*\*\*\* Subroutine \*\*\*\*\*

```
Sub Mk_init()
  Out_thermostat = 0
  Sreaker = 0
  Error_thermo_counter = 0
  Thermo_mode = 0
  Thermo_mode_state = 0
  Thermo_mode_counter = 0
  Thermo_mode_save_counter = 0
  Thermo_setting = Ee_thermosetting
  Cursor Off
  Deflcdchar 1 , 228 , 234 , 228 , 224 , 224 , 224 , 224 , 224      ' Symbol "o"
  Cls          'Menu principal
  Lcd " **BIENVENIDOS**"
  Locate 2 , 1 : Lcd " PROYECTO FINAL"
  Locate 3 , 1 : Lcd " CONTROL ACUARIO"
  Locate 4 , 1 : Lcd "  **2012**"
  Waitms 300

  If Thermo_setting < -880 Or Thermo_setting > 2000 Then
  #if Error_sound_state = 1
  Sound Sreaker , 2000 , 80          ' Alarm.
  Sreaker = 0
  #endif
  Cls
```



```
If Button_minus = 0 Then
```

```
#if Button_beep_state = 1
```

```
If Button_minus_state = 0 Then
```

```
Waitms Button_delay
```

```
If Button_minus = 0 Then
```

```
Button_minus_state = 1
```

```
Sound Sreaker , 500 , 400
```

```
Sreaker = 0
```

```
Els
```

```
Button_minus_state = 0
```

```
End If
```

```
End If
```

```
#endif
```

```
If Thermo_mode_state = 0 Then
```

```
Thermo_mode_counter = 0
```

```
Thermo_mode_state = 1
```

```
Else
```

```
If Thermo_mode_counter >= Button_mode_time Then Thermo_mode = 1
```

```
End If
```

```
Else
```

```
Thermo_mode_counter = 0
```

```
Thermo_mode_state = 0
```

```
Button_minus_state = 0
```

```
End If
Else

If Thermo_mode_state = 1 Then
Thermo_mode_counter = 0
Thermo_mode_state = 0
Cls
Lcd Spc(3) ; "*INGRESE DATO*"
End If          ' Ingreso de datos por los pulsadores

If Thermo_mode = 1 Then
If Button_minus = 1 Then
Waitms Button_delay
If Button_minus = 1 Then
Thermo_mode = 2
Modify_thermo_setting = Thermo_setting
Thermo_mode_save_counter = 0
Button_plus_state = 0
Button_minus_state = 0
Call Modify_setting_lcd(modify_thermo_setting)
End If
End If

Elseif Thermo_mode > 2 Then
Thermo_mode = 0
Thermo_mode_counter = 0
```

Thermo\_mode\_state = 0

Button\_plus\_state = 0

Button\_minus\_state = 0

End If

End If

End Sub

Sub Modify\_setting\_button()

Local Temp\_shift As Byte

Local Temp\_1 As Byte

If Button\_plus = 0 And Button\_minus = 1 Then

Waitms Button\_delay

If Button\_plus = 0 Then

    Thermo\_mode\_save\_counter = 0

If Button\_force\_counter >= Button\_force\_time Then

If Modify\_thermo\_setting < 1980 Then

Modify\_thermo\_setting = Modify\_thermo\_setting + 16

Call Modify\_setting\_lcd(modify\_thermo\_setting)

Waitms Button\_force\_delay

End If

Else                   ' Subrutina botones

If Button\_plus\_state = 0 Then

Button\_plus\_state = 1

```
#if Button_beep_state = 1
Sound Sreaker , 500 , 400
Sreaker = 0
#endif

If Modify_thermo_setting < 2000 Then          ' + 125°C
Temp_shift = Modify_thermo_setting And 15
Temp_1 = Lookup(temp_shift , Button_modify_label)
Modify_thermo_setting = Modify_thermo_setting + Temp_1
Call Modify_setting_lcd(modify_thermo_setting)
End If
End If
End If

Else
Button_plus_state = 0
End If

Elseif Button_minus = 0 And Button_plus = 1 Then
Waitms Button_delay
If Button_minus = 0 Then
Thermo_mode_save_counter = 0
If Button_force_counter >= Button_force_time Then
If Modify_thermo_setting > -860 Then
Modify_thermo_setting = Modify_thermo_setting - 16
Call Modify_setting_lcd(modify_thermo_setting)
```

```
Waitms Button_force_delay
End If
Else
If Button_minus_state = 0 Then
Button_minus_state = 1
#if Button_beep_state = 1
Sound Sreaker , 500 , 400
Sreaker = 0
#endif
If Modify_thermo_setting > -880 Then          ' - 55°C
Temp_shift = Modify_thermo_setting And 15
Temp_1 = Lookup(temp_shift , Button_modify_label)
Modify_thermo_setting = Modify_thermo_setting - Temp_1
Call Modify_setting_lcd(modify_thermo_setting)
End If
End If
End If
Else
Button_minus_state = 0
End If
Else          ' The buttons are not pressed or pressed
just two.
Button_plus_state = 0
Button_minus_state = 0
Button_force_counter = 0
```

End If

If Thermo\_mode\_save\_counter >= Thermo\_mode\_save\_time Then

If Modify\_thermo\_setting <> Thermo\_setting Then

Ee\_thermosetting = Modify\_thermo\_setting

Thermo\_setting = Modify\_thermo\_setting

End If

Thermo\_mode\_save\_counter = 0

Thermo\_mode = 0

Thermo\_mode\_counter = 0

Thermo\_mode\_state = 0

Button\_plus\_state = 0

Button\_minus\_state = 0

End If

End Sub

' Subrutina LCD muestra en el LCD la temperature seteada.

Sub Modify\_setting\_lcd(thermo As Integer)

Local Lcd\_out As Single

Lcd\_out = Thermo / 16

Cls

Lcd Spc(3) ; "\*INGRESE DATO\*"

Lowerline

```
Lcd "Set Temp" ; Chr(1) ; ": " ; Fusing(lcd_out , "#.#") ; Chr(1) ; "C"
```

```
End Sub
```

```
' Data output on the display.
```

```
Sub Thermo_lcd(thermo As Integer)
```

```
Local Lcd_out As Single
```

```
Lcd_out = Thermo / 16
```

```
P1 = Getadc(5)
```

```
P = P1 * K
```

```
Pres = P * 10
```

```
If Pres <= 2 Then
```

```
Cls
```

```
Locate 1 , 1 : Lcd "SENSOR ERROR"
```

```
Locate 2 , 1 : Lcd "PRESION "
```

```
Sound Sreaker , 500 , 400
```

```
Sreaker = 0
```

```
Else
```

```
Cls
```

```
Locate 1 , 1 : Lcd " **DATOS ACUARIO**"
```

```
Locate 2 , 1 : Lcd "-TEMPERATURA: " ; Fusing(lcd_out , "#.#") ; Chr(1) ; "C"
```

```
Locate 3 , 1 : Lcd "-PRESION O2: " ; Pres ; " psi"
```

```
If Button_plus = 0 Then
```

```
Waitms Button_delay
```

```
If Button_plus = 0 Then
```

```
Lcd_out = Thermo_setting / 16
Locate 4 , 1
Lcd "Set Temp" ; Chr(1) ; ": " ; Fusing(lcd_out , "#.#") ; Chr(1) ; "C"
#if Button_beep_state = 1
If Button_plus_state = 0 Then
Button_plus_state = 1
Sound Sreaker , 500 , 400
Sreaker = 0
End If

#endif
Else
Button_plus_state = 0
End If
Else
Button_plus_state = 0
End If
End If
End Sub

Sub Thermocontrol(thermo As Integer , Thermostetting As Integer)
If Thermo <= Thermostetting Then
#if Thermostat_type = 0
Out_thermostat = 1
#else
```

```
Out_thermostat = 0
#endif
Else
#if Thermostat_type = 0
Out_thermostat = 0
#else
Out_thermostat = 1
#endif
End If
End Sub
```

' \*\*\*\*\* Function \*\*\*\*\*

' Reading data from a temperature sensor.

Function Read\_thermo(thermo As Byte) As Byte

Local Temp As Byte

Temp = 0

Disable Interrupts

Led\_read\_1wire = 1

1wreset ' Reset sensor.

If Err = 0 Then

1wwrite &HCC

1wwrite &HBE

Temp\_1wirearray(1) = 1wread(9)

1wreset ' Reset sensor.

1wwrite &HCC

1wwrite &H44

If Temp\_1wirearray(9) = Crc8(temp\_1wirearray(1) , 8) Then

For Temp = 1 To 8

Thermo(temp) = Temp\_1wirearray(temp)

Next Temp

Temp = 1

Led\_read\_1wire = 0

End If

End If

Enable Interrupts

Read\_thermo = Temp

End Function

! \*\*\*\*\* Datos \*\*\*\*\*

Button\_modify\_label:

Data 2 , 1 , 1 , 2 , 1 , 2 , 1 , 1 , 2 , 1 , 1 , 2 , 1 , 2 , 1 ,

## **ANEXO 2**

### **MANUAL DE USUARIO**

#### **FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:**

La emoción e interés que despierta el recrear un ambiente acuático dentro del acuario como forma de relajación con lleva al mantenimiento y cuidados generando una gran cantidad de tiempo invertido para mantener en optimas condiciones de vida a los peces, debido a que se deben realizar ciertas tareas diarias periódicas como la medición de temperatura , encender y apagar la lámparas a diario y monitorear la presión de aire que ingresa a la pecera, con las consiguientes molestias y errores que se suelen presentar cuando se opera en forma manual, a demás es necesario tener un conocimiento de las condiciones naturales de vida de cada especie para su normal desarrollo, por lo cual se ha visto en la necesidad de desarrollar e implementar, un equipo que posee un microcontrolador que se encarga de evaluar el nivel de temperatura dentro del acuario a través de un sensor, el cual controlara el encendido y apagado de un termostato eléctrico sumergible, el microcontrolador a través de una interface visual hombre maquina mediante una pantalla de cristal liquido (LCD) nos indica la temperatura , el usuario puede acceder a través de un teclado a menús que permiten interactuar con la memoria del microcontrolador y cambiar los rangos de temperatura dentro del programa de acuerdo al tipo de especie de pez , ingresando a un menú de usuario a través de la pantalla LCD, se monitorea el aire que ingresa a la pecera mediante un sensor de presión que envía una señal al microcontrolador que generara una señal de alarma, en caso de ausencia de aire.

Mediante un timer digital se controla el horario de encendido y apagado de la lámpara controlando el ciclo de día y noche que necesita el pez para su normal desarrollo y reproducción.

## TABLERO DE CONTROL:

### MENU PRINCIPAL

En el menú principal aparece una pantalla indicando los datos del acuario se visualiza la temperatura actual en grados Celsius, y el valor de la presión de aire que ingresa en la pecera al instante, como se indica en la Figura 1.1



**Figura 1.1** Menú Principal

Al pulsar el botón SB1 por pocos segundos, se visualiza la temperatura seteada en la memoria del microprocesador en el LCD para información del usuario.

### MENÚ SELECCIÓN TEMPERATURA

Al presionar el botón SB2 se ingresa al menú selección temperatura y nos permite cambiar el valor de temperatura seteada mediante los dos teclas que aumentan o disminuyen el valor de temperatura en decimas hasta llegar al valor deseado una

vez que se deje pulsar durante dos segundos se carga el valor deseado en la memoria del programa como se indica en la Figura 1.2



**Figura 1.2** Menú Selección Temperatura

### **MENÚ SIRENA**

Al haber una señal errónea a la salida del sensor de temperatura ya sea por ruptura del cable es decir no exista señal se activara una alarma que indica que existe error en el sensor y se visualiza en el LCD el siguiente mensaje como se indica en la Figura 1.3.



**Figura 1.3** Menú Sirena temperatura

Al existir una señal baja de aire en el sensor de presión, con lo cual se induce que la bomba sumergible se encuentra dañada, se activa una alarma y se presenta un mensaje en el LCD como se indica en la Figura 1.4.



**Figura 1.4** Menú Sirena presión

