

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA GALPONES

ANDRÉS FELIPE REYES GUAPACHA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

FACULTAD DE INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SANTIAGO DE CALI

2005

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA GALPONES

ANDRÉS FELIPE REYES GUAPACHA

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

DIRECTOR

ROSAURA CASTRILLÓN

Ingeniera electricista

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

FACULTAD DE INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SANTIAGO DE CALI

2005

Nota de aceptación

Aprobado por el comité de Grado, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar por el título de Ingeniero Electrónico.

DRAGO DUSSICH

Jurado

HÉCTOR FABIO ROJAS

Jurado

Santiago de Cali 20 de febrero de 2005

A mis padres que con su apoyo económico y cognoscitivo me ayudaron a superar los problemas enfrentados, a mi hermana que con sus regaños me hizo enfocarme de nuevo cuando más lo necesitaba y al parche que fueron los que hicieron posible sobrevivir socialmente en la Universidad.

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores que durante mis años de estudio compartieron su conocimiento conmigo, a mis padres por su apoyo tanto económico como mental para alcanzar mis metas.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. ESTADO DEL ARTE	16
2.1 MARCO HISTÓRICO	16
2.2 MARCO TEÓRICO	18
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN	18
3.PROCESO DE DISEÑO DEL EQUIPO	23
3.1 EQUIPO DE CONTROL	23
3.1.1 Especificaciones del controlador	23
3.1.2 Elección del controlador	23
3.1.3 Control on/off	23
3.1.4 Funciones a implementar	24
3.1.5 Consideraciones para el diseño	25
3.1.6 Selección de elementos	25
3.1.6.1 Microcontrolador y conversor adc	26

3.1.6.2 Visualizador lcd	26
3.1.6.3 Teclado	26
3.1.6.4 Selección de los sensores	27
3.1.6.4.1 Temperatura	27
3.1.6.4.2 Humedad relativa	28
3.1.7 Adquisición de datos	29
3.1.8 Procesamiento de datos	33
3.1.9 El actuador	34
3.1.10 Alarmas	38
3.1.11 Iluminación	40
3.1.12 Comunicación con el equipo de monitoreo remoto	42
3.1.13 Interfaz entre el usuario y el equipo de control	45
3.1.13.1 El visualizador lcd	45
3.1.13.2 El teclado	45
3.1.14 Navegación por los menús	46
3.1.14.1 Menú cero	46
3.1.14.2 Estado actual y anteriores	47
3.1.14.3 Registro de alarmas	49
3.1.14.4 Configuración de la hora	50
3.1.14.5 Encendido y apagado de las luces	50
3.1.14.6 Configuración temperatura y humedad ideal	51
3.2 EQUIPO DE MONITOREO REMOTO	53
3.2.1 Bloque de comunicación	53
3.2.2 Interfaz entre el usuario y el equipo remoto	54
3.2.2.1 Menú cero	54
3.2.2.2 Estado actual y anteriores	55
3.2.2.3 Registro de alarmas	57
3.2.2.4 Configuración de la hora	57

4. RESULTADOS	60
4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO	
5. CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Método artesanal de control	16
Figura 2. Fotografía externa del galpón	19
Figura 3. Fotografía jaulas	19
Figura 4. Distribución de los sensores	30
Figura 5. Circuito de la matriz de sensores	32
Figura 6. Diagrama de flujo programa del controlador	33
Figura 7. Diagrama de flujo programa de lectura de datos	34
Figura 8. Circuito de manejo de motores (puente H)	35
Figura 9. Elemento final de control (cortinas abajo)	35
Figura 10. Elemento final de control (cortinas arriba)	35
Figura 11. Sistema de movimiento	36
Figura 12. Mecanismo de movimiento	36
Figura 13. Tiempo de respuesta del mecanismo	38
Figura 14. Diagrama de flujo programa de alarmas	39
Figura 15. Fotografía del tanque de vacunas	40
Figura 16. Diagrama de flujo programa de control de luces	41
Figura 17. Circuito de control de luces	41
Figura 18. Circuito principal del controlador	42
Figura 19. Diagrama de flujo programa de comunicaciones	43
Figura 20. Fotografía del equipo	45
Figura 21. Circuito del teclado	46
Figura 22. Menú cero	46
Figura 23. Páginas y submenús mostrados en el equipo de control	47

Figura 24. Menú 1	48
Figura 25. Listado de sensores y valores medidos	48
Figura 26. Listado de los valores de registro	49
Figura 27. Registro de alarmas	49
Figura 28. Configuración de la hora	50
Figura 29. Configuración de la hora de control de las luces	51
Figura 30. Configuración de los valores de temperatura y humedad.	52
Figura 31. Diagrama de flujo del programa de la interfaz	52
Figura 32. Diagrama de flujo programa comunicación equipo remoto	54
Figura 33. Menú cero equipo remoto	54
Figura 34. Páginas mostradas en el equipo remoto	55
Figura 35. Menú 1 equipo remoto	55
Figura 36. Lista de sensores y valores medidos	56
Figura 37. Listado de los valores de registro	56
Figura 38. Registro de alarmas	57
Figura 39. Configuración de la hora	58
Figura 40. Diagrama de flujo programa de interfaz equipo remoto	58
Figura 41. Diagrama de conexiones equipo remoto	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Seguimiento a la temperatura con cortinas fijas	20
Tabla 2. Seguimiento a la temperatura con cortinas móviles	21
Tabla 3. Diferentes clases de sensores de temperatura	27
Tabla 5. Comparativo entre modelos de sensores de humedad	28
Tabla 6. Comandos de comunicaciones	43
Tabla 7. Características finales del sistema con el controlador	60
Tabla 8. Relación postura – temperatura sin control	61
Tabla 9. Relación postura – temperatura con control manual	62
Tabla 10. Relación postura – temperatura con control automático	63

RESUMEN

Este trabajo contiene la descripción del proceso de desarrollo y diseño de un sistema de monitoreo y control de temperatura para galpones; teniendo como objetivo principal el mejoramiento del ambiente interno de dicha estructura. El proceso de control inicia en la transformación de la variable temperatura en señales eléctricas, esto se logra con sensores encapsulados que entregan un voltaje directamente proporcional a la temperatura, estas señales son convertidas a valores binarios y son finalmente procesadas dentro de un micro controlador el cual se encarga de generar las acciones de control, finalmente gracias a las acciones de control realizadas por el sistema de monitoreo y control y a un constante monitoreo de la temperatura y la humedad se pueden alcanzar condiciones ideales dentro del galpón lo cual favorece al productor, alcanzando las condiciones propuestas en el trabajo.

INTRODUCCIÓN

El campo es un espacio económico olvidado en nuestro país y este es uno de los más importantes, si logramos la tecnificación de este sector mejoraremos la calidad de los productos; este proyecto se centra en mejorar las condiciones de temperatura dentro de un galpón con codornices para postura; la compra de tecnología extranjera para lograr esta tecnificación requiere de inversiones muy elevadas que los pequeños empresarios no pueden costear, uno de los objetivos del proyecto es brindar una solución de alta tecnología para pequeñas y medianas empresas a bajo costo, permitiéndoles competir con empresas más grandes.

Tras investigar el comportamiento de las aves en un galpón, se aprendió que estas se ven afectadas principalmente por 2 variables; la temperatura y el tiempo de iluminación en el galpón, así que se determinó que estas serán las principales variables a controlar, adicionalmente la investigación reveló que la humedad afecta en forma indirecta a las aves, ya que un valor muy elevado de esta variable produce amoniaco en el excremento de las aves, que ocasiona diferentes enfermedades, así que se implementará un sistema de alarma para niveles elevados de humedad ya que controlar esta variable implicaría costos muy elevados que están fuera del enfoque del proyecto, que es ayudar a las pequeñas empresas.

Para el desarrollo del proyecto se escogió un galpón con codornices para postura; el objetivo a cumplir con este tipo de galpón es aumentar el porcentaje de huevos diarios, esto se logra manteniendo la temperatura constante a un buen nivel, debido al tipo de ave no se pueden utilizar corrientes de aire constantes ni muy fuertes para refrescar el galpón así que se debe recurrir a métodos más naturales utilizando las corrientes naturales de aire del sector.

Para facilitar el acceso a la información que presenta el dispositivo de control, se construirá adicionalmente un pequeño equipo que podrá comunicarse con el controlador y presentar la misma información de forma remota, con el fin de ayudar al usuario a mantener el galpón en condiciones óptimas.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Mejorar los métodos sostenimiento de aves encerradas por medio del diseño de un sistema de monitoreo y control.

1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema de control de temperatura dentro del galpón que permita informar por medio de alarmas cuando se llegue a condiciones críticas.
- Diseñar e implementar un sistema que permita el monitoreo de las variables humedad y suministro de agua.
- Diseñar e implementar un sistema automático para controlar el encendido y apagado de las luces del galpón.
- Diseñar e implementar un sistema automático que permita informar al usuario de forma remota (sin salir del hogar) del estado de las variables tomadas dentro del galpón, estado del suministro de agua, temperatura y humedad.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. MARCO HISTÓRICO

Actualmente en las granjas medianas y en especial en las pequeñas no se controla la temperatura interna de los galpones de una forma automática, en la mayoría de los casos no existe ningún control en lo absoluto, y en aquellas que existe, se realiza de forma manual e ineficiente (figura 1); en las pocas en donde se intenta mantener un ambiente constante para las aves se requiere de la intervención constante del avicultor en el galpón, lo cual es perjudicial para las aves dado que son muy sensibles al ruido.

Figura 1. Método artesanal de control



Las granjas avícolas de mayor tamaño poseen sistemas robustos de regulación de temperatura pero en las granjas de menor tamaño no se adquieren este tipo de equipos ya que sus costos son muy elevados y el mantenimiento de estos equipos se puede convertir en un problema para los avicultores.

El proyecto surgió de una necesidad que se presentó luego de unos meses de haber construido el galpón; tras analizar los porcentajes diarios de postura de la codornices se notó que habían grandes diferencias entre cada día, y en especial entre cada semana. Esto llevó a iniciar una investigación para hallar el factor que influía más en el porcentaje de postura diario, se consultó en diferentes libros y en Internet hasta que se descubrió que la temperatura ideal para las codornices de 19 °C y que deben estar siempre con muy buena iluminación durante 16 horas al día para que se complete el proceso de generación y postura del huevo, estos datos dieron base para iniciar el desarrollo del proyecto; mantener la temperatura constante y las luces encendidas eran el objetivo.

Basados en esta información se intentaron realizar correcciones manuales con visitas constantes al galpón para verificar la temperatura; con estas visitas se lograba mejorar la temperatura pero la constante interrupción de las labores diarias del trabajador para esta función deteriora el ambiente de trabajo del mismo, lo cual lleva a cansancio desmejorando su rendimiento en las diferentes

labores, adicionalmente el ruido causado dentro del galpón representaba una amenaza para las aves disminuyendo el porcentaje de postura, esto llevó a concluir que se debía diseñar un sistema automático para esta función, al igual que con el encendido y apagado de las luces.

2.2 MARCO TEÓRICO

Para iniciar el desarrollo del proyecto, primero hay que saber que se necesita crear, y en donde se va a instalar. El objetivo principal describe muy bien lo que se desea crear, un control para la temperatura interna del galpón; existen muchas formas de diseñar controladores y existen varias clases dependiendo de la aplicación, se debe escoger el diseño más adecuado para la aplicación que se desea desarrollar, pero antes de este paso, se debe analizar la ubicación del controlador.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN

El galpón se encuentra distribuido y poblado de la siguiente forma (figura 2):

- Dimensiones del galpón: 6 m ancho x 5.6 m largo x 2.2m de alto; la punta del techo tiene 3 m de altura.
- 3500 aves aproximadamente.
- Distribución modular en 4 secciones cada una con seis pisos; la altura de cada piso es de 0.25 m y se encuentran levantados 0.30 m del suelo,

tienen un ancho de 0.70 m y largo de 4 m con divisiones internas cada 0.50 m (figura 3).

Figura 2. Fotografía externa del galpón



Figura 2. Fotografía externa del galpón



La temperatura máxima del sector está registrada en 23 °C hacia el medio día y la mínima en 12 °C registrada en la madrugada, en algunos días la temperatura ambiente no supera los 15 °C; a pesar de que la temperatura ambiente es buena, las condiciones internas del galpón son diferentes; la temperatura máxima registrada en el galpón 29 °C y la mínima en 16 °C, estos datos fueron obtenidos realizando mediciones en diferentes días y fueron tomados con todas las entradas de aire cerradas.

Tabla 1. Seguimiento a la temperatura con cortinas fijas

TEMPERATURA INTERNA °C	
MÍNIMA	MÁXIMA
19	24
18	25
16	25
17	29
18	25
18	23
17	25
18	23
16	22
18	24
17	26
18	23
17	23
19	24
17	25

Se notó que la temperatura interna del galpón era muy elevada así que las cortinas fijas fueron reemplazadas por cortinas móviles y se encargó a una persona que estuviera pendiente de moverlas según el clima; estas cortinas

tienen dimensiones de 2.5m de largo por 0.8m de alto, aunque este nuevo método presentó mejoras, también se presentaron algunos inconvenientes; en algunas ocasiones se dejaron las cortinas abiertas y las bajas temperaturas de la noche afectaron la postura, también se presentó que durante el día se dejaban las cortinas cerradas y se presentaban los mismos problemas anteriores por temperaturas elevadas.

Para comprobar que la idea de manejar las entradas de aire serviría como acción de control, se realizó un seguimiento a las variaciones de temperatura en el galpón, frente a la posición de las cortinas, realizando mediciones en días calurosos, templados y fríos, al igual durante noches calurosas, templadas y frías.

Tabla 2. Seguimiento a la temperatura con cortinas móviles

TEMPERATURA INTERNA °C	
MÍNIMA	MÁXIMA
18	21
13	23
14	16
16	20
17	19
17	26
13	16
17	22
18	23
14	20
19	25
18	22
13	15

Durante un día soleado con la temperatura medida dentro del galpón con las cortinas cerradas fue de 29 °C, al abrir las cortinas esta temperatura se redujo a 21 °C, este nuevo valor es más saludable para las aves; durante un día parcialmente nublado la temperatura máxima alcanzada fue de 25 °C con las cortinas cerradas, luego de abrirlas la temperatura se redujo a 20 °C; durante un día nublado la temperatura alcanzada fue de 23 °C, al abrir las cortinas, la temperatura descendió hasta 19 °C; estas mediciones fueron realizadas alrededor del medio día.

Durante la medianoche las temperaturas registradas fueron 23 °C con las cortinas cerradas y 17 °C con las cortinas abiertas en la noche calurosa, para la noche templada se registraron temperaturas de 21 °C con las cortinas cerradas y de 16 °C con las cortinas abiertas, durante la noche fría se registró una temperatura máxima de 20 °C con las cortinas cerradas y 14 °C con las cortinas abiertas. Luego de este seguimiento se determinó que era factible realizar el control de temperatura utilizando las cortinas como elemento de control.

Con este análisis ya se tenía una base para iniciar el diseño del controlador, basándose en la funcionalidad de las cortinas para regular la temperatura.

3. PROCESO DE DISEÑO DEL EQUIPO

3.1 EQUIPO DE CONTROL

3.1.1 Especificaciones del controlador éstas cumplirán con los siguientes puntos:

- Rango de actuación entre 10 °C y 40 °C.
- Sensibilidad mínima ± 1 °C.
- Tolerancia de 10 %.
- Punto de ajuste 19 °C.
- Utilizar las cortinas existentes como elemento de regulación para la temperatura del galpón.

3.1.2 Elección del controlador: Teniendo ya la información acerca de la ubicación y las características que debe cumplir el controlador, se procede a escoger un controlador que se ajuste a las necesidades planteadas.

3.1.3 Control ON/OFF: Este tipo de controlador es el más simple, la acción de control que ejerce solo tiene dos estados, encendido o apagado, no existe un punto medio; este cambio entre los dos estados de la salida se efectúa cuando la variable medida (temperatura) cruza el punto de ajuste del controlador, se

toma el estado 1 si la variable medida tiene un valor mayor al valor de referencia y se toma el estado 2 si la variable medida tiene un valor menor al valor de referencia. Este comportamiento lleva al controlador a estar oscilando y cambiando de estado constantemente, para evitar se agrega un nivel de histéresis, lo que se conoce como un control ON/OFF diferencial. Este valor diferencial crea un rango de acción del controlador sobre el cual no ocurrirá un cambio de estado; por ejemplo, si la variable supera el valor de ajuste no se cambiará de estado hasta que se supere también el valor diferencial, esto evita que la salida esté cambiando de estado constantemente y de forma muy rápida.

3.1.4 Funciones a implementar: El sistema que se desarrollará será capaz de controlar la temperatura interna del galpón y podrá anunciar alertas cuando se presenten casos en los que la temperatura no se puede corregir.

Para desarrollar estas funciones se plantea un diseño digital compuesto por un microcontrolador y un conversor de análogo a digital como elementos principales; aprovechando las posibilidades de expansión que ofrecen los sistemas digitales se agregan nuevas características al equipo de control que se va a diseñar.

- Realizar medición de la variable humedad relativa, y anunciar alertas cuando se presenten valores muy elevados.

- Anunciar alertas cuando se presenten fallas en el suministro de agua (tanque de vacunas).
- Controlar el encendido y apagado de las luces del galpón programándolas por tiempo.
- Permitir al usuario conocer el estado de las variables internas del galpón de forma remota.
- Llevar registro de los eventos de alarmas que se presenten durante el día.

3.1.5 Consideraciones para el diseño: Teniendo en cuenta las condiciones actuales de los galpones y los recursos económicos disponibles de las granjas se intenta aprovechar al máximo la infraestructura instalada para no generar gastos innecesarios que encarezcan el proyecto; adicionalmente, como ya se había realizado previamente un estudio de la variación de la temperatura dentro del galpón controlando manualmente la posición de las cortinas que dejan recircular el aire a través de éste, se ha optado por automatizar esta acción con el controlador que se va a diseñar, pasando de un método rudimentario de control manual a otro método más preciso de control automático basado en la misma técnica.

3.1.6 Selección de elementos para el desarrollo del controlador.

3.1.6.1 El microcontrolador y conversor A/D: Al tratarse de un diseño digital se debe contar con un microcontrolador o un microprocesador, los microcontrolador son de gama más baja y como no se necesita mucha velocidad de procesamiento ya que la temperatura es una variable lenta, se opta por un microcontrolador.

Se escoge el microcontrolador Atmel 80c52 ya que sus características técnicas cumplen con los requerimientos esperados para el proyecto, adicionalmente se escoge el conversor de señales análogas a digitales ADC0808 por su versatilidad de manejo de 8 entradas análogas que resulta ideal para tomar las medidas de los sensores que se van a instalar.

3.1.6.2 Visualizador LCD (Liquid Cristal Display): Se escoge un visualizador de 2 líneas y 16 columnas para facilitar la presentación de los textos de configuración y los valores de las variables medidas en el galpón.

3.1.6.3 Teclado: Este será el medio por el cual se comunicará el usuario con el equipo diseñado, pensando el ahorro de espacio se optó por diseñar un teclado personalizado ya que en el mercado no se conseguía lo que se deseaba; se estableció que con 5 teclas era suficiente para navegar por los menús que se implementaran.

3.1.6.4 Selección de los sensores: Para poder escoger un sensor que se adapte de la mejor forma al sistema que se diseña se deben realizar tablas comparativas entre las diferentes clases de sensores que existen, algunos sensores de temperatura investigados se muestran en la tabla 3.

3.1.6.4.1 Temperatura: Analizando la información se toma la decisión de un sensor de tipo integrado lineal por sus características de rango, bajo costo, alta linealidad y facilidad en conexión con un sistema como el que se desea construir. El paso a seguir es decidir que marca de integrado se utilizará.

Tabla 3. Diferentes clases de sensores de temperatura

CARACTERÍSTICA	DS1620	LM35	SMT160-30
RANGO	-55 °C A 125 °C	-45 °C A 150 °C	-45 °C A 130 °C
SENSIBILIDAD	± 0.5 °C	± 1 °C	± 1.2 °C
ALIMENTACIÓN	5 VDC	5 VDC	5 VDC
SALIDA	9 BITS SERIAL	10 mV/°C	% DE CICLO ÚTIL

Se escogió el sensor LM35 de la National Semiconductor ya que posee características eléctricas mejor relacionadas con el diseño planeado y cumple con las especificaciones para el diseño del controlador,

3.1.6.4.2 Humedad Relativa: Los sensores de humedad pueden ser encontrados de dos clases diferentes, resistivos o capacitivos, los capacitivos son más precisos pero también son más difíciles de manejar ya que estos requieren de alimentación AC, los resistivos aunque un poco menos exactos son más simples ya que su alimentación puede ser DC, esta característica también influye en el precio de cada clase de sensor, para facilidades de diseño y reducción de costos se optó por escoger sensores resistivos.

Tabla 4. Comparativo entre modelos de sensores de humedad

CARACTERÍSTICA	SMTHS10	HIH3610	H25K5
RANGO (H.R.)	0% A 100%	0% A 100%	10% A 90%
SENSIBILIDAD	± 1%	± 0.5%	± 5%
ALIMENTACIÓN	5 VDC	5 VDC	5 VDC
SALIDA	10 mV/1%	10 mV/0.5%	10 mV/5%
TIEMPO DE RESPUESTA	60 s	15 s	60 s

Los sensores SMTHS10 y HIH3610 tienen un comportamiento muy similar, aunque el sensor HIH3610 posee mayor precisión se escoge el SMTHS10 ya que no se requiere un grado tan alto de precisión, esto influye también en la parte económica del proyecto.

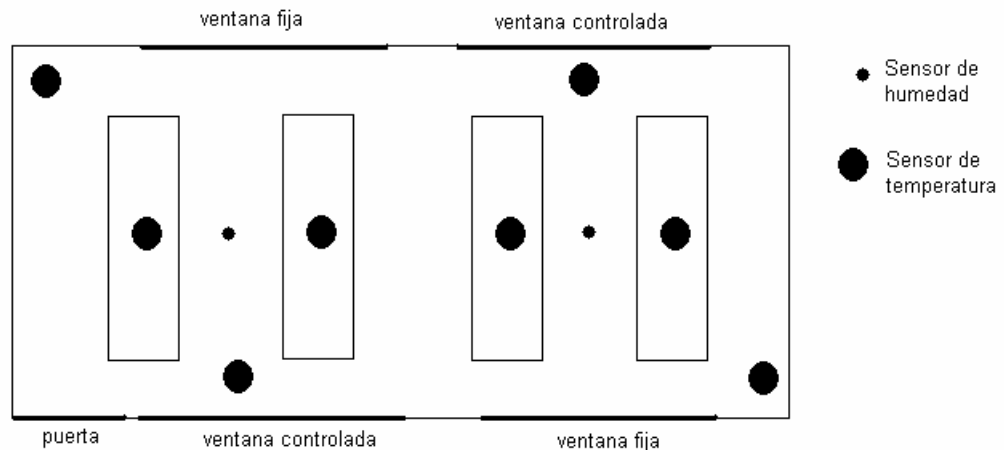
Para que todo controlador funcione deben aparecer las siguientes variables: una señal de referencia, una señal medida, una señal de error y una acción de control o salida; el valor del error se obtiene al comparar la señal de referencia

con la señal medida, este valor de error entra al bloque del controlador y como salida se obtiene una acción de control que cambiará las condiciones del sistema. El tratamiento y adquisición de cada variable se desarrollará a continuación.

3.1.7 Adquisición de datos: Para obtener el error, que es la variable que entra al controlador se deben obtener la señal de referencia (ingresada por el usuario) y la señal medida (valor de los sensores). Para este diseño en especial se han distribuido los sensores de la siguiente forma: 8 sensores de temperatura alrededor de los 4 módulos existentes, 2 sensores de humedad relativa, y dos sensores de estado lógico que se utilizan para el suministro de agua (tanque de vacunas) y el estado de las luces.

Cuatro de los sensores de temperatura se encuentra en las jaulas midiendo la temperatura inmediata a las aves, los otros cuatro que son los que se utilizan para el control se encuentran distribuidos en el galpón midiendo la temperatura promedio del ambiente interno del galpón que es la que se desea controlar, los sensores de humedad se encuentran entre las jaulas en donde se ven afectados por la concentración de humedad en los depósitos de codornaza que es el punto en el que se desea tomar la medida.

Figura 4. Distribución de los sensores



Para el cableado se utiliza cable blindado que posee una impedancia típica de $100 \Omega / \text{Km}$ y como máximo $140 \Omega / \text{Km}$, si tenemos que la distancia máxima entre los sensores y el equipo es de 10 metros, tenemos una impedancia de cables alrededor de 1Ω la cual es despreciable al realizar el acople entre el sensor y el equipo, que en este caso sería el conversor A/D que posee una impedancia típica de entrada de $12 \text{ M}\Omega$ y el arreglo de sensores que presenta una impedancia de $12 \text{ K}\Omega$. Como la impedancia del arreglo de sensores es mucho menor que la impedancia de entrada del conversor A/D se analiza la señal como un divisor de voltaje. $V_{in} = V_{\text{sensor}} * (12 \text{ M}\Omega) / (12 \text{ M}\Omega + 1 \Omega)$.

Cuando se realiza una conversión de una variable análoga a un valor digital se pierde cierta cantidad de información debido a la naturaleza del proceso de conversión, la cantidad de información está determinada por la resolución de

convertor, para este caso se tiene un convertor de 8 bits cuya resolución está determinada por ($V_{ref} / 256$); para perder el mínimo de información sobre los sensores se establece un valor de resolución de 5 mV/bit a partir de este valor se calcula el voltaje de referencia para el convertor; $V_{ref} = 5 \text{ mV} * 256 \approx 1.3 \text{ V}$.

Ya que el convertor tiene una alimentación de 5 V, se arregla un divisor de voltaje para ajustar el voltaje de referencia.

$$V_{ref} = \frac{V_{cc} * R2}{R1 + R2}$$

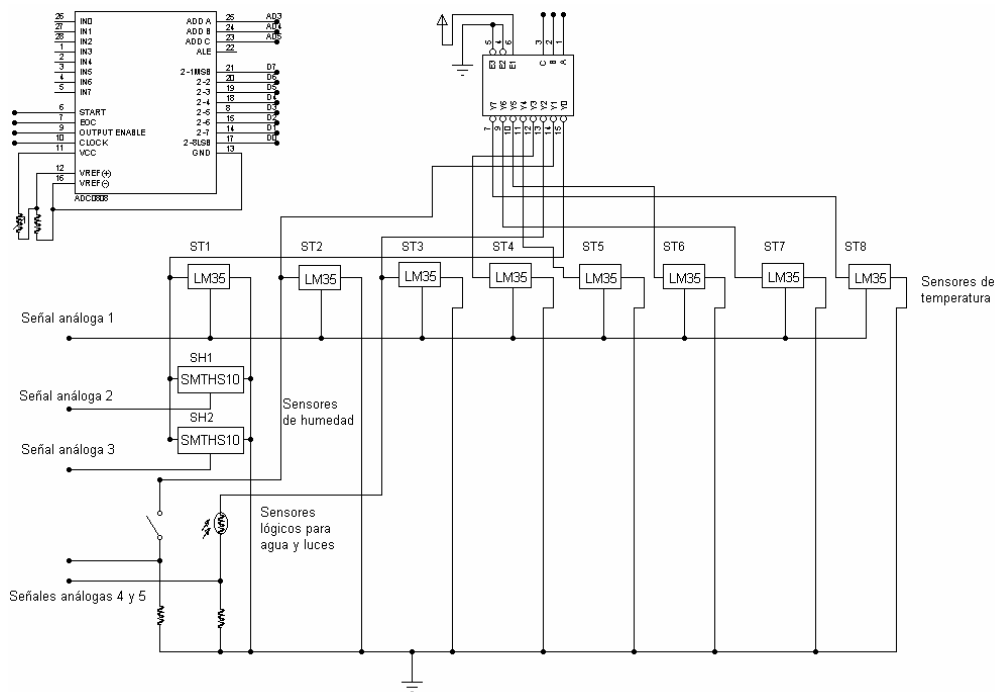
Se le asigna un valor a R2 de 1.2 K Ω y se calcula el valor de R1

en 3.4 K Ω ; R2 es una resistencia fija y R1 es un potenciómetro de precisión ya que el voltaje en el pin del convertor varía según la impedancia que presente este pin.

Señal medida: para la señal medida se crea un pequeño programa dentro del microcontrolador que se encarga de generar las secuencias correctas que requiere el convertor ADC0808 para poder entregar un dato digital correspondiente al valor análogo de cada sensor (ver figura 7) adicionalmente se diseña una matriz con los sensores y esta se distribuye en la forma en que se muestra en la figura 5; 8 sensores de temperatura, 2 de humedad relativa y dos sensores de estado lógico que toman las señales de las luces y el tanque de vacunas.

Señal de referencia: La señal de referencia es ingresada por el usuario en el menú de configuración a través del teclado, los valores que ingresa el usuario son la temperatura de referencia y la humedad relativa de alarma.

Figura 5. Circuito de la matriz de sensores



3.1.8 Procesamiento de datos: Inicialmente los valores tomados de los sensores son promediados y este nuevo valor es almacenado en la memoria del microcontrolador, luego se compara el valor promedio de la temperatura medida con el rango de histéresis del controlador (17 °C – 21 °C), si la temperatura medida se encuentra en el rango de histéresis no se realiza ninguna acción; pero si la temperatura medida es menor se ordena al sistema

que cierre las cortinas y si la temperatura medida es mayor se ordena al sistema que abra las cortinas (figura 6).

Figura 6. Diagrama de flujo programa del controlador

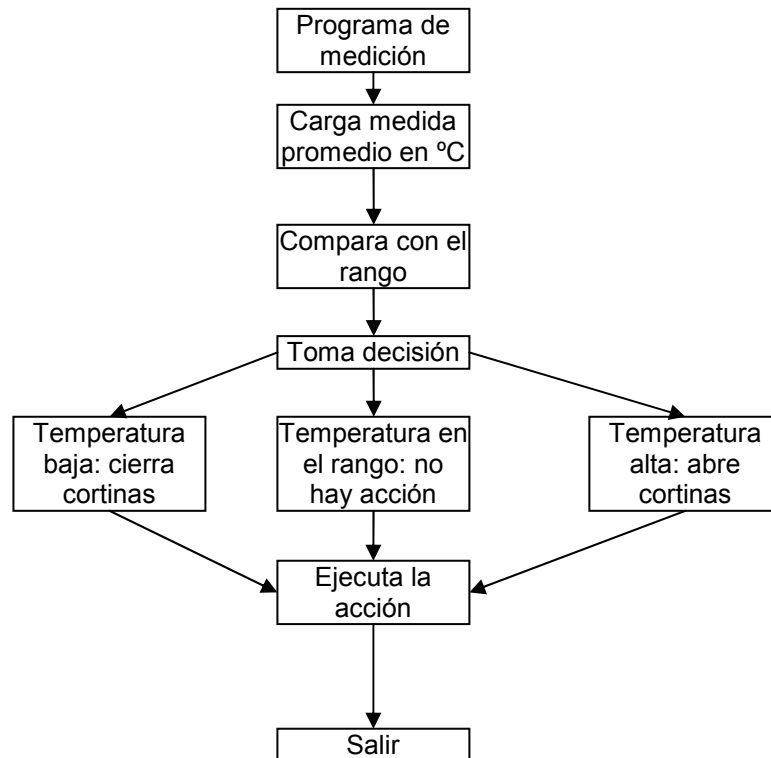
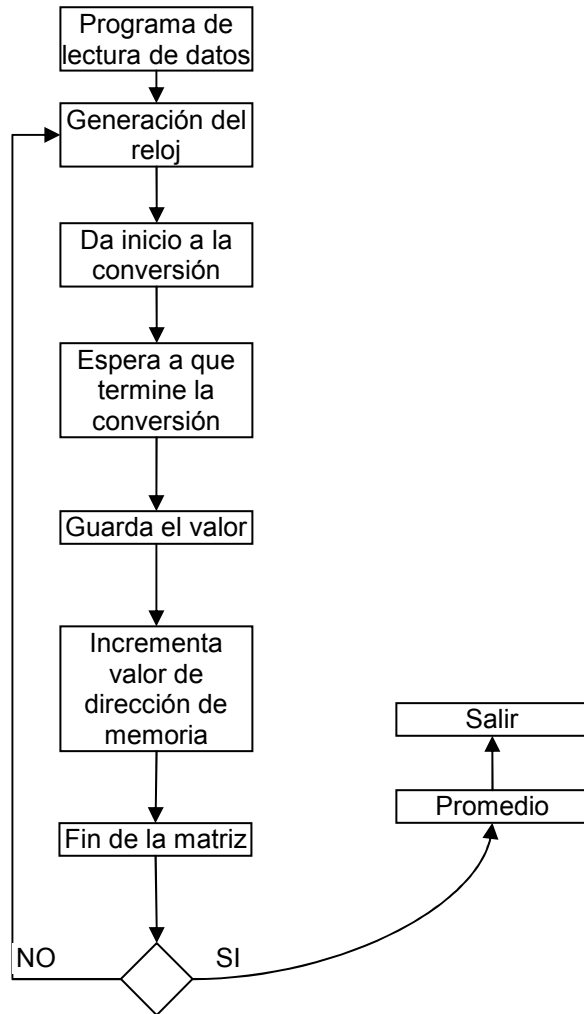
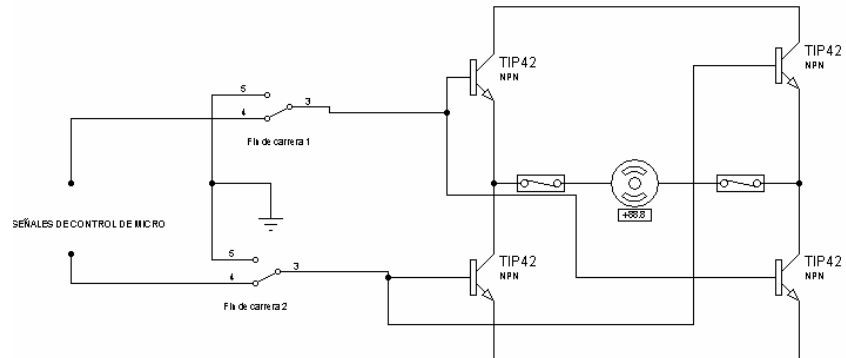


Figura 7. Diagrama de flujo programa de lectura de datos



3.1.9 El actuador: Se diseñó un puente H para controlar el movimiento de los motores que desplazan las cortinas, los finales de carrera instalados están conectados directamente al puente H, para evitar que los motores no se energicen cuando las cortinas llegan al final de recorrido (figura 8).

Figura 8. Circuito de manejo de motores (puente H)



Las cortinas que deben abrirse y cerrarse se muestra en las figuras 9 y 10; estas cortinas se encuentran unidas a un tubo travesaño que las sostiene rectas y son desplazadas por la acción de los motores. En el eje de cada motor hay un piñón sin fin o de rosca, sobre otro pequeño tubo hay un piñón normal que se une al sin fin, cuando se acciona el motor se enrolla una cuerda sobre el pequeño tubo subiendo la cortina, luego la cortina es sostenida por la forma del mecanismo que evita que el peso la regrese al suelo (figura 11).

Figuras 9 y 10 elemento final de control (cortinas abajo y arriba)



Figura 11. Sistema de movimiento

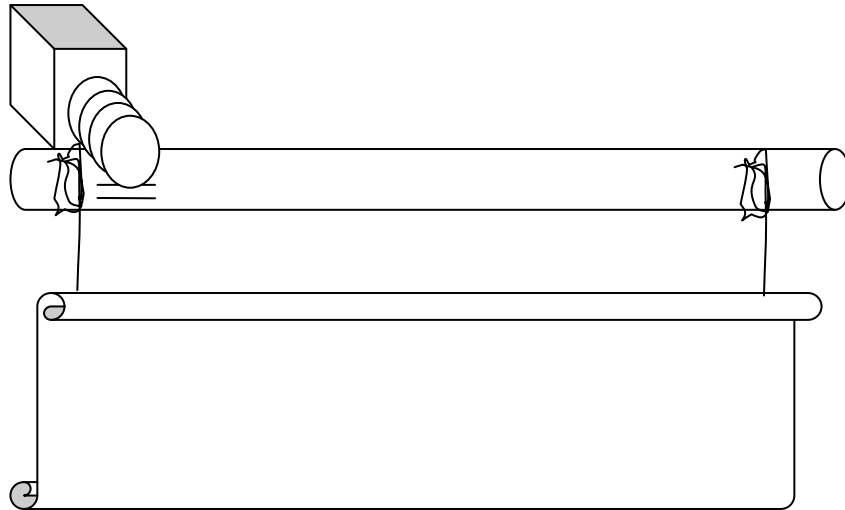
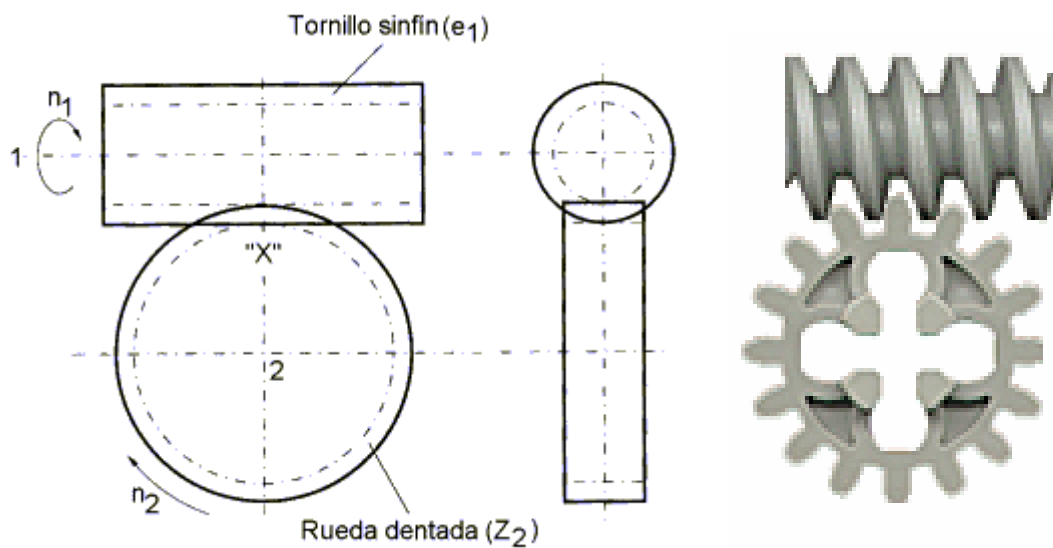


Figura 12. Mecanismo de movimiento



Este mecanismo (figura 12) es conocido como tornillo sinfín + rueda dentada; es una combinación de ejes cruzados, se trata de un sistema **irreversible**, en el cual únicamente es posible transmitir potencia del eje del sinfín (1) al eje de la

rueda (2), pero no en sentido contrario, se utiliza para reducir velocidad y aumentar fuerza; la relación principal que describe este mecanismo es $i = e/z^2$ en donde e es el número de entradas del tornillo sinfín y z en la cantidad de dientes que tiene la rueda, para el proyecto se utilizó un tornillo sinfín de 1 entrada y una rueda dentada de 40 dientes, la relación $i = 1/16 = 0.0625$, esta relación se utiliza para calcular la velocidad de giro de la rueda y la conversión de fuerza.

Para el cálculo del esfuerzo del motor se parte de la medida de la masa de las cortinas y se utiliza el factor, $2 \text{ Kg} * 0.0625 = 0.125 \approx 0.150 \text{ Kg}$ la aproximación se debe a las pérdidas por fricción que son difíciles de determinar.

El motor que se utilice debe ser capaz de mover esta masa conectándola directamente a su eje; se realizaron pruebas con diferentes motores y finalmente se logro el mejor comportamiento con un motor que se alimenta con 15 Vdc y consume una corriente pico de 2 amperios.

El motor utilizado tiene una velocidad de giro en vacío de 600 rpm, cuando se agrega la carga, esta velocidad se reduce a **400 rpm**; utilizando la relación obtenemos $400 * 0.0625 = 25 \text{ rpm}$, esta es la velocidad de giro del eje de la rueda dentada, luego se calcula la velocidad a la cual se envuelve la cuerda sobre la barra que sostiene las cortinas.

Figura 13. Tiempo de respuesta del mecanismo



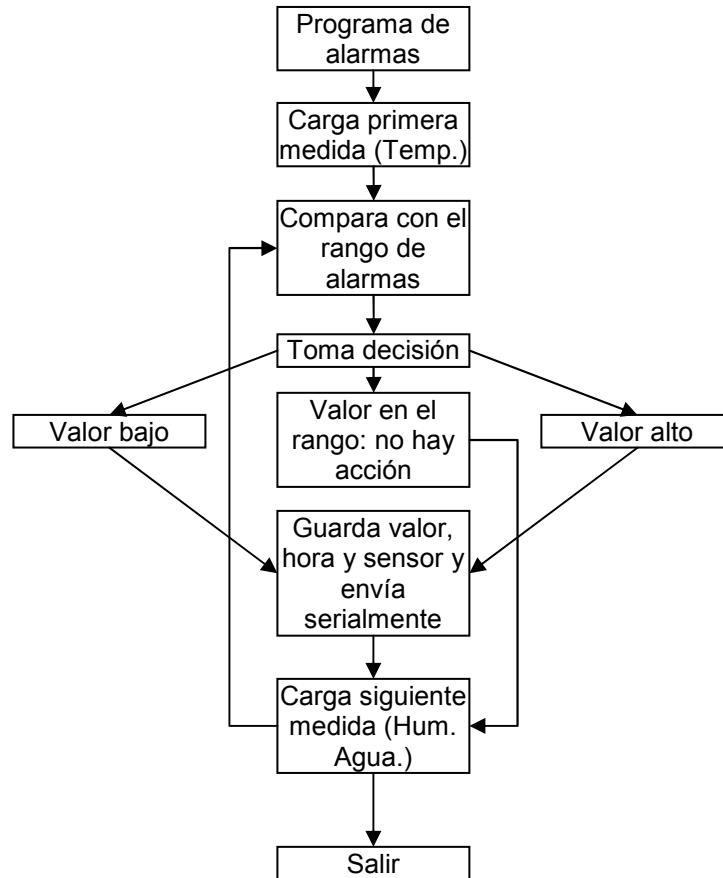
$$P = 2\pi r = 9.4248\text{cm}$$

$$v = P * 25\text{rpm} = 235.6\text{cm} \text{ / } \text{min}$$

Sabiendo que la longitud de la cuerda es de 2.25 m obtenemos que las cortinas tardan un poco menos de 1 minuto para abrirse y cerrarse.

3.1.10 Alarmas: Como se puede presentar que el sistema de actuación del controlador falle y no se logre una corrección de la temperatura o, que la temperatura ambiente sea tan alta o tan baja que el sistema en general no logre la estabilización, se diseña un pequeño programa que se encarga de generar una alerta cuando estas condiciones se presenten. Por ejemplo si la temperatura llega a ser menor a 16 °C se dispara una alarma, seguidamente se guardará la información del valor y la hora en que se presentó la alarma para futuras referencias, finalmente es enviada esta misma información al equipo de monitoreo remoto. Este sistema de alarma también se aplica para el caso de las variables humedad y suministro de agua, así que adicionalmente se compararán estos valores con los puntos de referencia cargados por el usuario y también se llevará registro de estas alarmas (figura 14).

Figura 14. Diagrama de flujo programa de alarmas



Las alarmas que el sistema puede anunciar son: temperatura fuera del rango, humedad fuera del rango y nivel de agua bajo. Para la temperatura y la humedad ya está claro como se obtienen las medidas; para el nivel de agua se ha dispuesto de un flotador unido a un interruptor y se a colocado este conjunto en el interior del tanque de administración de vacunas (figura 15), cabe recordar que cuando se aplican las vacunas se debe cortar el ingreso de agua al galpón y suministrar únicamente el agua que contiene la vacuna, la causa de la alarma

es el olvido de abrir nuevamente la llave que lleva agua al galpón, cuando el nivel de agua de este pequeño tanque de vacunas sea bajo se activa la alarma para abrir de nuevo la llave de suministro de agua, esta alarma también se encuentra contemplada en el programa de alarmas descrito anteriormente.

Figura 15. Fotografía del tanque de vacunas



3.1.11 Iluminación: La iluminación del galpón está programada por hora, el usuario debe ingresar en el menú de configuración la hora de encendido y apagado de las luces. En el galpón se utilizan luces de bajo consumo el conjunto en total demanda una corriente de 1 A, esto hace posible que se pueda controlar el encendido y apagado con un TRIAC el cual se energizará dependiendo del rango de hora establecido por el usuario (figura 16), el circuito se muestra en la figura 17.

Figura 16. Diagrama de flujo programa de control de luces

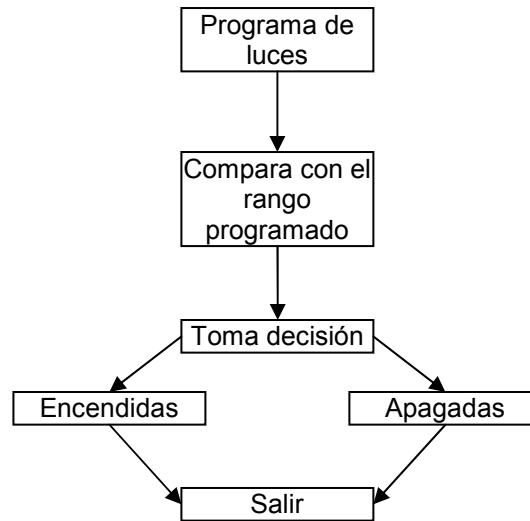
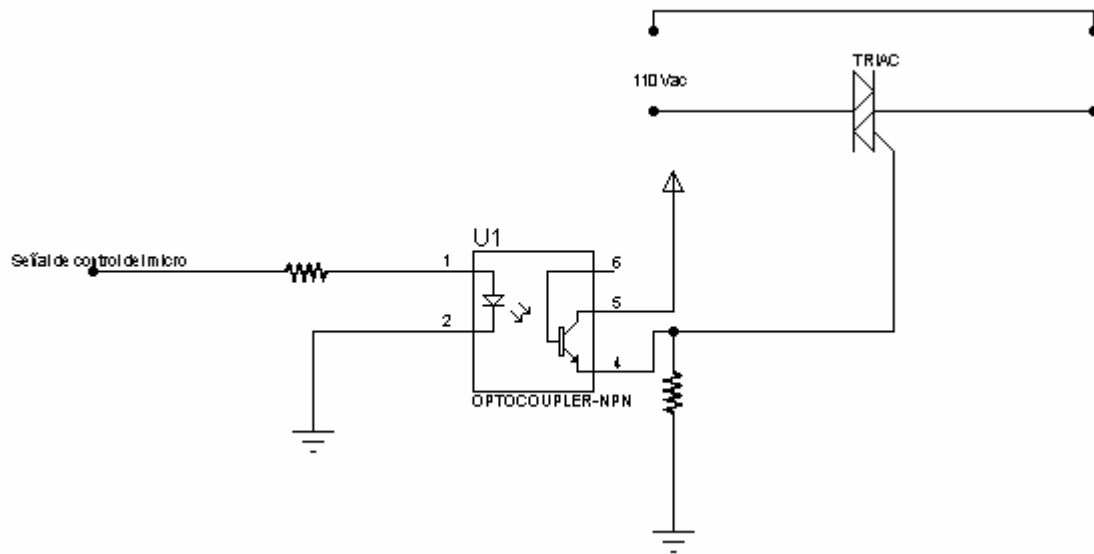


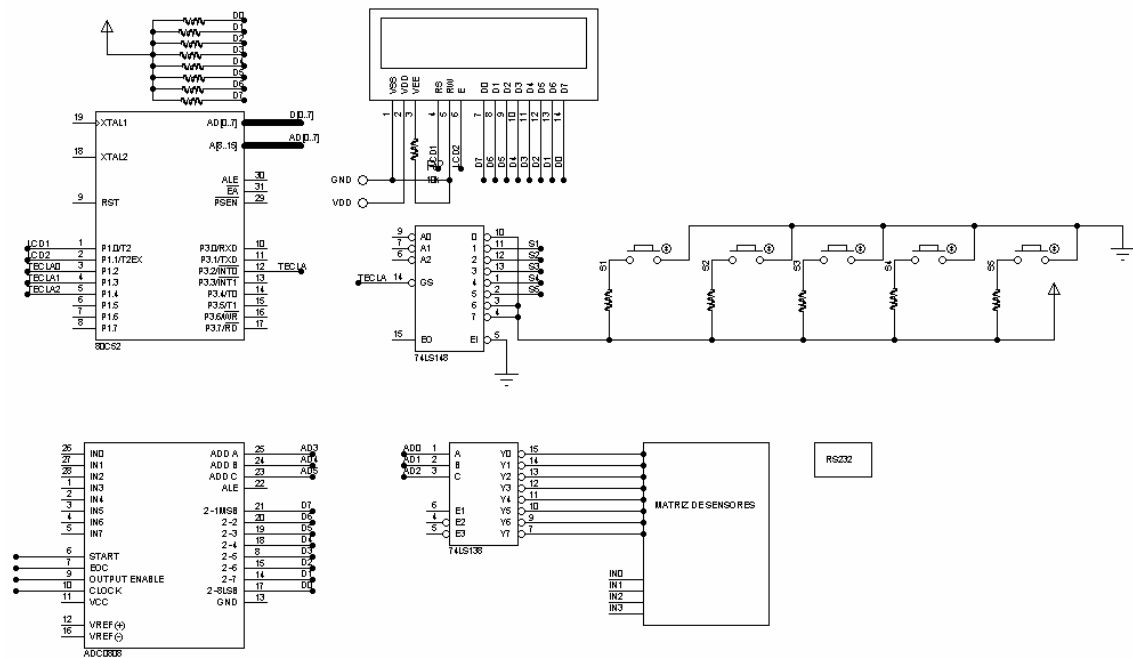
Figura 17. Circuito de control de luces



Para poder que todos los elementos funcionen se deben interconectar, el siguiente circuito (figura 18) muestra las diferentes conexiones que existen entre

el microcontrolador, el visualizador LCD y el conversor análogo/digital entre otras.

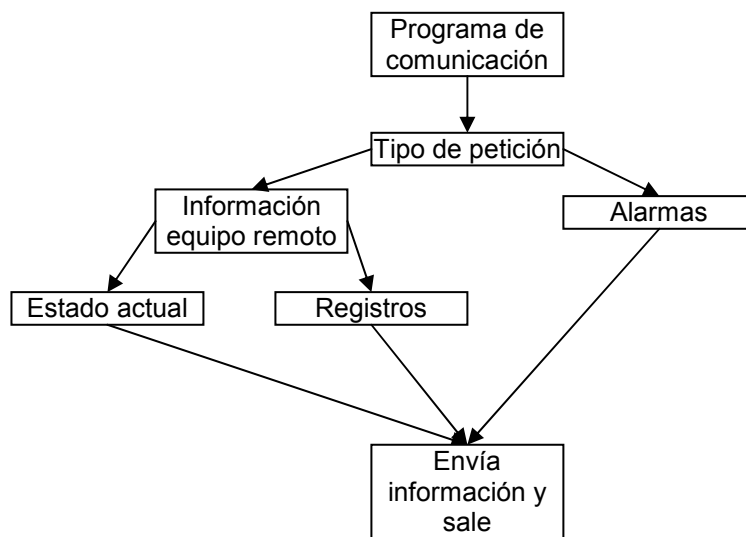
Figura 18. Circuito principal del controlador



3.1.12 Comunicación con el equipo de monitoreo remoto: Existen dos razones por las cuales el controlador requiera conectarse con el equipo remoto: primero si se presenta una alarma, el controlador envía la información sobre la alarma hacia el equipo remoto; segundo si el usuario hace uso del equipo remoto y pide información sobre el estado de las variables del galpón, el

controlador se encarga de enviar la información requerida por el usuario. El funcionamiento se explica en el diagrama (figura 19).

Figura 19. Diagrama de flujo programa de comunicaciones.



Acciones que debe tomar el controlador respecto a una petición del equipo de monitoreo.

Tabla 5. Comandos de comunicaciones

FUNCIÓN	CODIFICACIÓN (HEX)
Estado actual (temperatura, humedad, nivel de agua)	01
Registro 1	12
Registro 2	13
Registro 3	14
Registro 4	15
10 últimas alarmas	26
Hora de encendido de luces	31
Hora de apagado de luces	32
Hora actual	33

En el caso de que se presente una alarma el controlador enviará el código A0 al equipo remoto seguido de la información respectiva de dicha alarma.

Para el control de flujo se utilizó el método de paridad par, se asume que el bit de paridad será 1 cuando el número de bits en 1 en el dato sea par, esta información es obtenida realizando la operación XOR entre los bits del dato; como este es un método de identificación de errores y no de corrección, el dato completo será nuevamente pedido por el equipo receptor cuando se detecte un error; la comunicación se realiza a 600 bps para mejorar la fiabilidad de los datos debido a que la distancia entre los equipos es de 20 metros aproximadamente.

3.1.13 Interfaz entre el usuario y el equipo de control

Figura 20. Fotografía del equipo

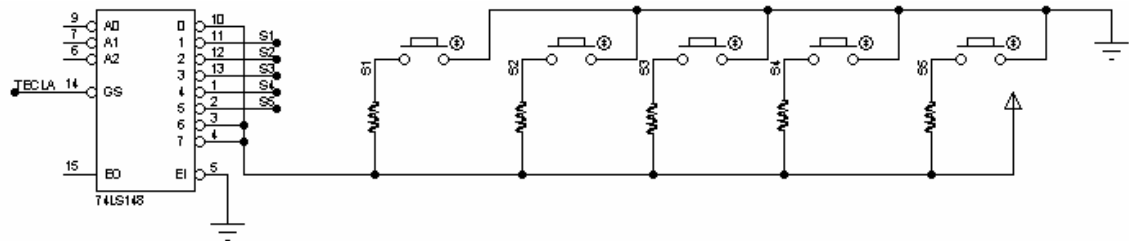


3.1.13.1 El visualizador LCD: en él aparecerán los textos de interacción, datos sobre valores de las variables y opciones de configuración.

3.1.13.2 El teclado: Posee cinco teclas y se utilizará para la navegación en los menús, estas teclas se encuentran clasificadas como 1. 2. 3. 4. Y 5. Cada tecla tiene una función especial dependiendo del menú sobre el cual se encuentre al momento de presionarla, estas funciones serán explicadas al desarrollar la navegación por los menús; para el teclado se utilizó un codificador de 8 a 3

(74ls148) con el cual se podía codificar las 5 teclas en tres bits para ahorrar pines en el microcontrolador.

Figura 21. Circuito del teclado



3.1.14 Navegación por los menús: Para poder navegar por los menús se deben aprender las funciones de las teclas en cada menú, inicialmente el equipo se encontrará en el menú cero o pagina de inicio en el cual se muestra la hora y título “MENU” para acceder a los menús basta con presionar cualquier tecla cuando se está en el menú cero, todos los textos serán presentados en el visualizador LCD como se muestra a continuación (figura 20).

Figura 22. Menú cero



Una vez presionada cualquier tecla se pasará al menú de páginas, este menú muestra las diferentes opciones que ofrece el equipo. Mientras se encuentre en este menú las teclas 1 y 2 servirán para escoger el submenú en pantalla (figura

23), las teclas 3 y 4 para desplazarse entre las 3 pantallas del menú de páginas (figura 23) y la tecla 5 para regresar al menú cero (figura 22).

Figura 23. Páginas y submenús mostrados en el equipo de control



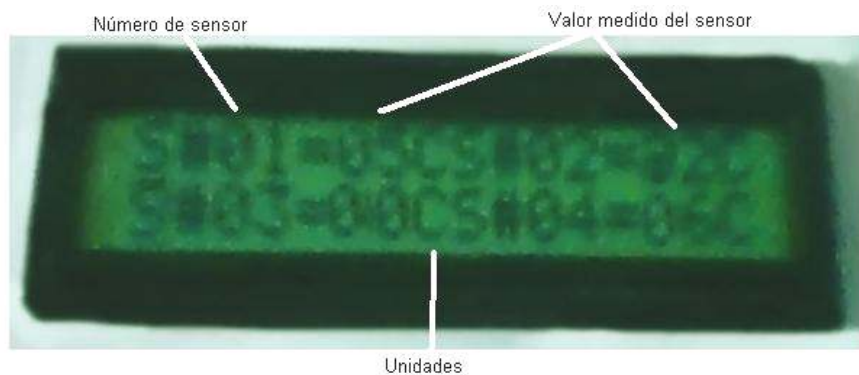
3.1.14.1 Estado actual y anteriores: Si nos encontramos en la página 1 (figura 23.1) y se presiona la tecla 1, se ingresa a este menú, aparecerá una nueva pantalla que muestra un submenú con dos opciones, aquí se podrá realizar consulta del estado actual presionando las teclas 1 o 3, ó alguno de los registros anteriores presionando las teclas 2 o 4; para regresar al menú de páginas se presiona la tecla 5.

Figura 24. Menú 1



Al ingresar al submenú ACTUAL aparece una nueva pantalla con una lista de los sensores y sus respectivos valores mostrando el valor de 4 sensores en cada página (figura 25), para ver los siguientes valores solo basta con presionar cualquier tecla exceptuando la tecla 5 que se utiliza para regresar al menú anterior.

Figura 25. Listado de sensores y valores medidos



En el submenú ANTERIORES aparece una lista igual a la del anterior submenú (figura 26), pero en este caso para ver los valores de los otros sensores solo se utilizan las teclas 1 (siguiente) y 2 (anterior), y para intercambiar entre los 4 registros guardados en la memoria se utilizan las teclas 3 (siguiente) y 4 (anterior), al igual que en el anterior la tecla 5 es para salir. Siempre que se ingresa a este menú se muestra inicialmente el registro número 1.

Figura 26. Listado de los valores de registro

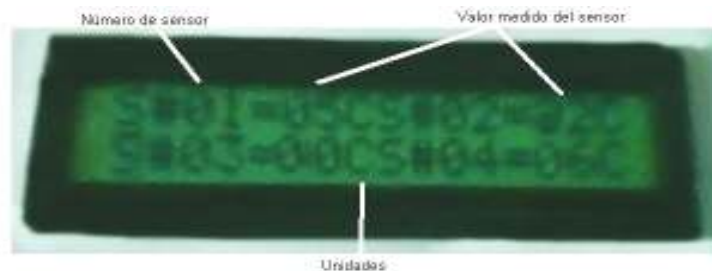


Figura 26: lista de los valores de registro.

3.1.14.2 Registro de alarmas: Si nos encontramos en la página 1 (figura 23.1) y se presiona la tecla 2, se ingresa a este menú, aquí se pueden ver los datos de las alarmas que se han presentado últimamente (figura 27), las teclas 1 y 3 sirven para ver las siguientes alarmas y las teclas 2 y 4 para ver las anteriores, al igual que en los otros menús la tecla 5 es para salir. En la primera línea se muestran las funciones de las teclas y el número de la alarma que se observa, en la segunda línea aparece el número del sensor, el valor y la hora en que se presentó la alarma.

Figura 27. Registro de alarmas



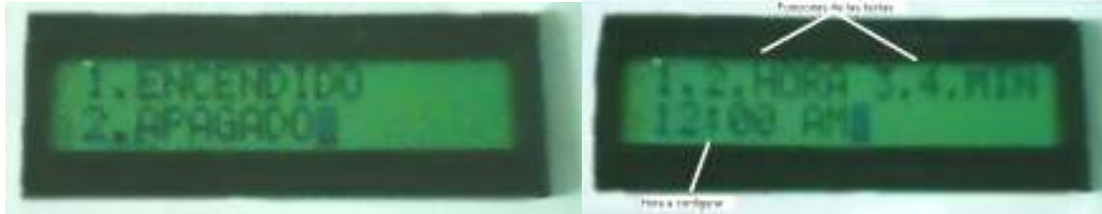
3.1.14.3 Configuración de la hora: Si nos encontramos en la página 2 (figura 23.2) y se presiona la tecla 1, se ingresa a este menú. Este menú es para configurar la hora actual del equipo, esta hora sirve como referencia para las alarmas y para el control sobre el encendido y apagado de las luces; sobre la nueva pantalla que aparece (figura 28) se explica como configurar la hora: 1 y 2 para incrementar y decrementar la hora respectivamente y 3 y 4 para incrementar y decrementar los minutos respectivamente, la tecla 5 se utiliza para cargar esta nueva hora y salir.

Figura 28. Configuración de la hora



3.1.14.4 Encendido y apagado de las luces: Si nos encontramos en la página 2 (figura 23.2) y se presiona la tecla 2, se ingresa a este menú, al ingresar a este menú se llega a un submenú en el cual se puede escoger que hora se desea configurar, con las teclas 1 y 3 se configura la hora de encendido, con las teclas 2 y 4 se configura la hora de apagado y la tecla 5 para salir.

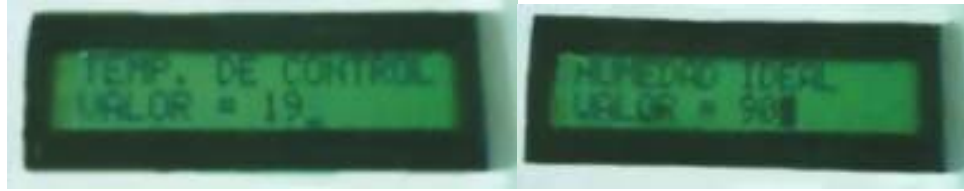
Figura 29. Configuración de la hora de control de las luces



En cualquiera de los dos casos ENCENDIDO o APAGADO, el programa conduce al menú de configuración de hora (figura 29), al igual que el anterior las teclas 1 y 2 para incrementar y decrementar la hora respectivamente y 3 y 4 para incrementar y decrementar los minutos respectivamente, la tecla 5 se utiliza para cargar esta nueva hora y regresar al menú de configuración de la hora de las luces.

3.1.14.5 Configuración temperatura y humedad ideal: Si nos encontramos en la página 3 (figura 23.3) y se presiona la tecla 1 o la tecla 2, se ingresa a este menú. Cuando se ingresa al menú de configuración se muestra inicialmente una pantalla para configurar la temperatura de control (figura 30), las teclas 1 y 3 incrementan este valor y las teclas 2 y 4 lo decrementan, la tecla 5 guarda el valor ingresado y procede a mostrar el nivel de configuración para la humedad relativa (figura 30), al igual que en paso anterior las teclas 1 y 3 incrementan el valor y las teclas 2 y 4 lo decrementan, con la tecla 5 se guarda este valor y se sale del menú de configuración.

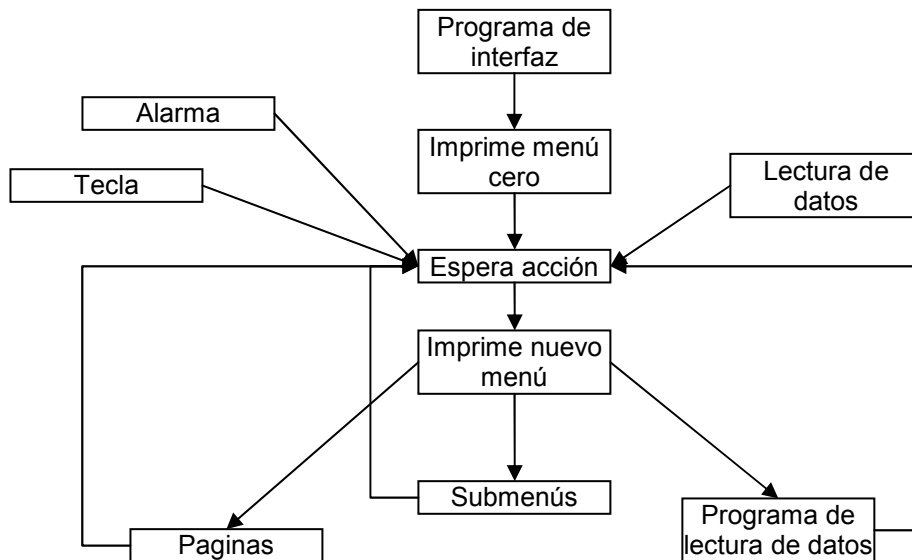
Figura 30. Configuración de los valores de temperatura y humedad.



Para controlar la forma en que se despliegan estos menús, debe existir un programa que no sólo se encargue de mostrar los diferentes textos sobre el visualizador, sino que también debe comunicarse con los diferentes bloques del controlador dependiendo de las acciones tomadas por el usuario en la interfaz.

En la figura 29 se muestra un diagrama de flujo de este programa.

Figura 31. Diagrama de flujo del programa de la interfaz



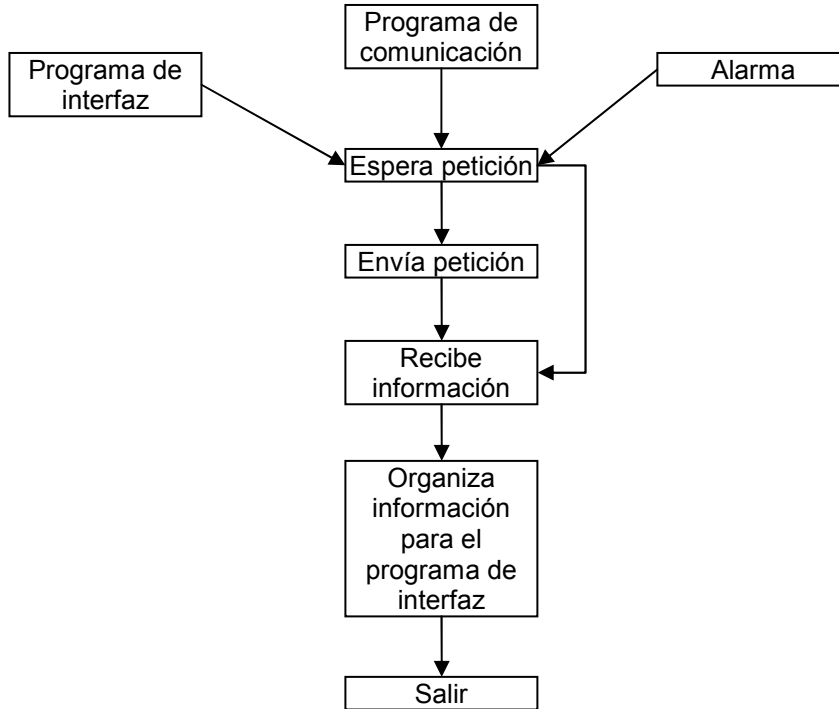
Con la interfaz se concluye el análisis al equipo de control, en la siguiente parte del trabajo se analizará el equipo de monitoreo remoto.

3.2 EQUIPO DE MONITOREO REMOTO

Como su nombre lo indica se ubicará lejos del galpón, éste servirá como indicador del estado de las variables que el equipo de control está midiendo. En este dispositivo no se implementan funciones de control, se ha creado una interfaz similar a la que posee el equipo de control y los valores de las variables son obtenidos por medio del programa de comunicación serial; este equipo entonces se divide en dos bloques, uno de comunicación y el otro de interfaz con el usuario.

3.2.1 Bloque de comunicación: La relación entre el bloque de comunicación y la interfaz es directa, ya que dependiendo de la ubicación del usuario en la interfaz, la petición que debe realizar el bloque de comunicación es diferente. El equipo de monitoreo está en capacidad de mostrar la información del estado actual de las variables, los registros tomados durante el día, y finalmente el registro y la notificación de las alarmas presentadas (figura 32).

Figura 32. Diagrama de flujo programa comunicación equipo remoto



3.2.2 Interfaz entre el usuario y el equipo remoto: En la interfaz del equipo remoto se suprimen algunos menús ya que no se utilizan, para este caso los menús que aparecen se muestran a continuación.

Al igual que en el equipo de control aparece el **menú cero** que es el de introducción (figura 33).

Figura 33. Menú cero equipo remoto



Luego de presionar cualquier tecla se ingresa al menú de páginas, que en este caso solo presenta dos páginas (figura 34).

Figura 34. Páginas mostradas en el equipo remoto



3.2.2.1 Estado actual y anteriores: Si nos encontramos en la página 1 (figura 34.1) y se presiona la tecla 1, se ingresa a este menú, aparecerá una nueva pantalla que muestra un submenú con dos opciones, aquí se podrá realizar consulta del estado actual presionando las teclas 1 o 3, ó alguno de los registros anteriores presionando las teclas 2 o 4; para regresar al menú de páginas se presiona la tecla 5.

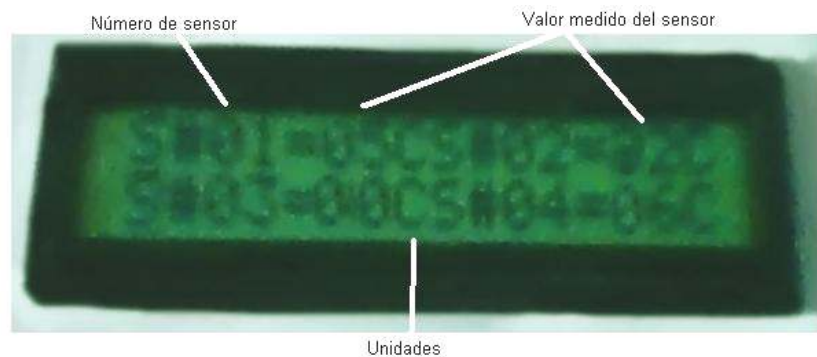
Figura 35. Menú 1 equipo remoto



Al ingresar al submenú ACTUAL aparece una nueva pantalla con una lista de los sensores y sus respectivos valores mostrando el valor de 4 sensores en cada página (figura 36), para ver los siguientes valores solo basta con presionar

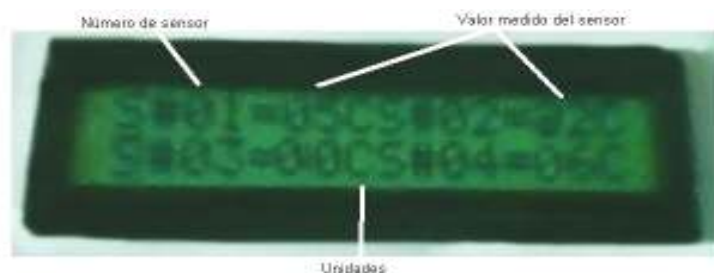
cualquier tecla exceptuando la tecla 5 que se utiliza para regresar al menú anterior.

Figura 36. Lista de sensores y valores medidos



En el submenú ANTERIORES aparece una lista igual a la del anterior submenú, pero en este caso para ver los valores de los otros sensores solo se utilizan las teclas 1 (siguiente) y 2 (anterior), y para intercambiar entre los 4 registros guardados en la memoria se utilizan las teclas 3 (siguiente) y 4 (anterior), al igual que en el anterior la tecla 5 es para salir. Siempre que se ingresa a este menú se muestra inicialmente el registro número 1.

Figura 37. Listado de los valores de registro



3.2.2.2 Registro de alarmas: Si nos encontramos en la página 1 (figura 34.1) y se presiona la tecla 2, se ingresa a este menú, aquí se pueden ver los datos de las alarmas que se han presentado últimamente, las teclas 1 y 3 sirven para ver las siguientes alarmas y las teclas 2 y 4 para ver las anteriores, al igual que en los otros menús la tecla 5 es para salir. En la primera línea se muestran las funciones de las teclas y el número de la alarma que se observa, en la segunda línea aparece el número del sensor, el valor y la hora en que se presentó la alarma.

Figura 38. Registro de alarmas



3.2.2.3 Configuración de la hora: Si nos encontramos en la página 2 (figura 34.2) y se presiona la tecla 1, se ingresa a este menú. Este menú es para configurar la hora actual del equipo, esta hora sirve como referencia para las alarmas y para el control sobre el encendido y apagado de las luces; sobre la nueva pantalla que aparece (figura 39) se explica como configurar la hora: 1 y 2 para incrementar y decrementar la hora respectivamente y 3 y 4 para

incrementar y decrementar los minutos respectivamente, la tecla 5 se utiliza para cargar esta nueva hora y salir.

Figura 39. Configuración de la hora



Para controlar la forma en que se despliegan estos menús, debe existir un programa que no sólo se encargue de mostrar los diferentes textos sobre el visualizador, sino que también debe comunicarse con los diferentes bloques del controlador dependiendo de las acciones tomadas por el usuario en la interfaz.

Figura 40. Diagrama de flujo programa de interfaz equipo remoto

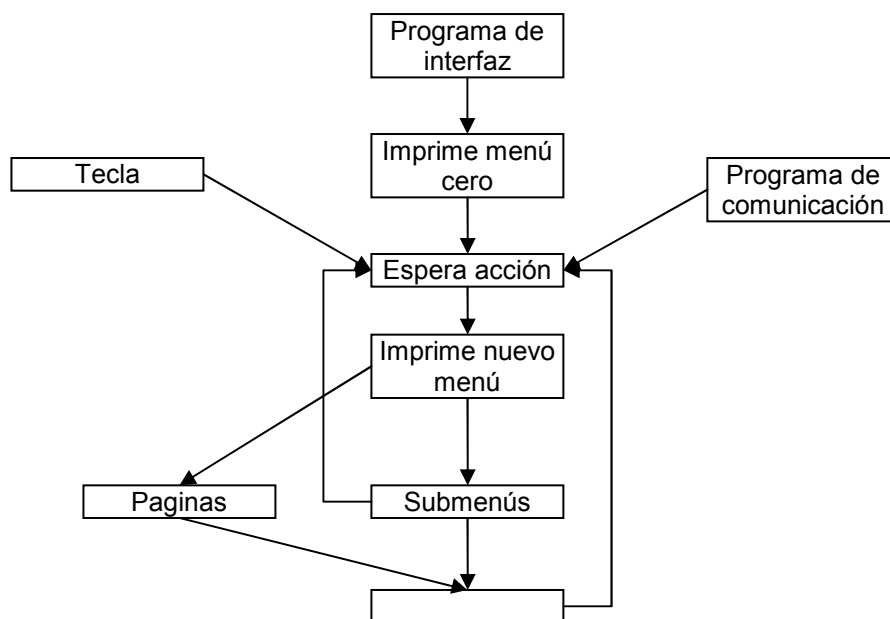
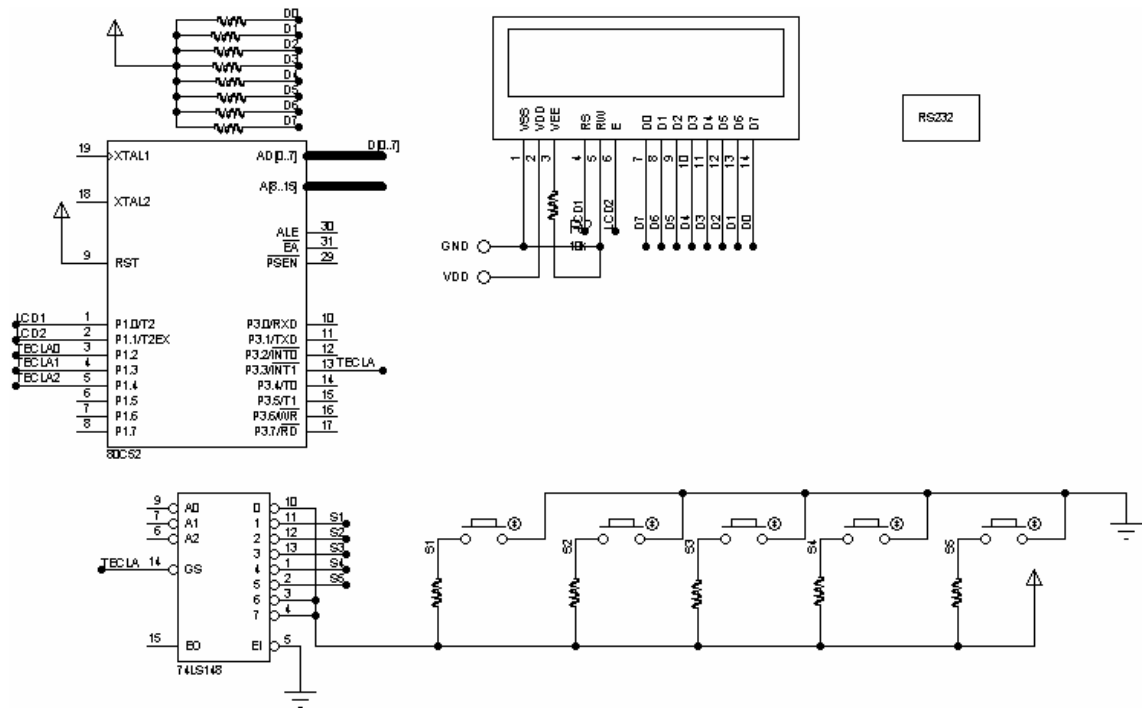


Figura 41. Diagrama de conexiones equipo remoto



4. RESULTADOS

Para obtener los datos deseados se realizó un estudio del comportamiento general del equipo interactuando con el galpón.

Tabla 6. Características finales del sistema con el controlador

Característica	Valor
Tiempo de cerrado de las cortinas	60 s
Tiempo de apertura de las cortinas	60 s
Tiempo de reacción a un evento de temperatura baja	3 min.
Tiempo de reacción a un evento de temperatura alta	6 min.
Temperatura ambiente mínima soportada	14 °C
Temperatura ambiente máxima soportada	24 °C

Antes de empezar con la corrección manual de temperatura el galpón no disponía de las cortinas móviles, todas estaban fijas; en este momento se inició un seguimiento a la temperatura interna del galpón, para observar la relación con el porcentaje de postura, este seguimiento reveló que en los días muy calurosos la postura se reducía notablemente, y que en las noches la temperatura no era menor a los 17 °C con 1 o 2 excepciones. Este seguimiento se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Relación postura – temperatura sin control

DÍA	POSTURA	SIN CONTROL	
		TEMPERATURA INTERNA °C MÍNIMA	MÁXIMA
1/06/04	63%	19	24
4/06/04	65%	18	25
9/06/04	68%	16	25
12/06/04	43%	17	29
15/06/04	48%	18	25
19/06/04	65%	18	23
21/06/04	69%	17	25
24/06/04	71%	18	23
28/06/04	70%	16	22
1/07/04	65%	18	24
4/07/04	68%	17	26
7/07/04	73%	18	23
11/07/04	72%	17	23
15/07/04	68%	19	24
18/07/04	69%	17	25

Posteriormente se realizó este mismo seguimiento cuando se cambiaron las cortinas fijas por móviles.

Tabla 8. Relación postura – temperatura con control manual

DÍA	POSTURA	CON CONTROL MANUAL	
		TEMPERATURA INTERNA °C MÍNIMA	MÁXIMA
7/09/04	73%	18	21
9/09/04	71%	13	23
12/09/04	68%	14	16
15/09/04	75%	16	20
18/09/04	74%	17	19
21/09/04	65%	17	26
24/09/04	70%	13	16
28/09/04	62%	17	22
30/09/04	68%	18	23

2/10/04	71%	14	20
5/10/04	65%	19	25
9/10/04	71%	18	22
12/10/04	68%	13	15
16/10/04	63%	17	26
19/10/04	62%	18	28

El seguimiento con las ventanas móviles mostró una mejoría en el porcentaje de postura, pero requería de mucha atención por parte del trabajador, y en algunas ocasiones se dejaron las cortinas cerradas o abiertas afectando el porcentaje de postura del día.

Tabla 9. Relación postura – temperatura con control automático

DÍA	POSTURA	CON CONTROL AUTOMÁTICO	
		TEMPERATURA INTERNA °C MÍNIMA	MÁXIMA
12/12/04	85%	18	21
15/12/04	83%	17	22
18/12/04	87%	18	20
21/12/04	88%	16	18
24/12/04	86%	17	21
27/12/04	87%	17	20
30/12/04	86%	18	21
3/01/05	89%	17	19
7/01/05	88%	18	20
9/01/05	84%	19	20
12/01/05	86%	19	21
15/01/05	90%	17	20
19/01/05	87%	18	21
21/01/05	89%	17	19
25/01/05	88%	17	19

Con el controlador instalado se notó un aumento aproximado del 15% en el porcentaje de postura, adicionalmente se liberó el tiempo del trabajador para

dedicarse a otras actividades, y se evitan los errores que ocurrían con el control manual.

4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la actualidad a las granjas pequeñas y medianas se les está comprando el huevo a \$60 la unidad, partiendo del número de codornices que hay en esta granja en especial y con el dato obtenido del análisis anterior en el cual se determinó un incremento promedio del 15 % en la postura diaria, en pesos esto representa $3500 * .15 * 60 = \$ 31500$ este valor es el incremento diario en la producción de huevos, en los primeros 30 días la inversión inicial del proyecto estará totalmente cubierta y seguirá generando nuevas ganancias para el granjero.

5. CONCLUSIONES

El equipo que se diseñó ha cumplido con las expectativas en el monitoreo de suministro de agua, temperatura y humedad; al igual que se ha comportado de muy buena forma realizando control sobre la temperatura, y alertando cuando se exceden los límites del controlador. Este buen comportamiento ha significado una mejora en la calidad del ambiente interno del galpón y un incremento en el porcentaje de postura de las aves, lo cual genera inmediatamente una mejora económica en la granja.

Para el usuario la característica de poder saber como se encuentra el galpón sin tener que ingresar a él es muy importante, ya que le ahorra tiempo y le evita la molestia de esta tarea.

Al diseñar este sistema digital se deja campo a muchas mejoras que se pueden implementar de forma sencilla.

Dado que el producto final ha dado buenos resultados se puede pensar en la creación de una micro empresa para la construcción y comercialización del equipo; también se podrá mejorar su funcionamiento, adaptarlo para ubicarlo en diferentes tipos de galpones, o crear nuevos dispositivos para otras aplicaciones.

Al finalizar la total construcción e instalación del equipo la suma de todos los gastos generó la siguiente cantidad de dinero \$ 900.000; esto incluye los elementos, la ingeniería y la instalación; este monto de dinero será recuperado por el usuario al lograrse un incremento del 15% en el nivel de postura diario durante un mes, teniendo en cuenta los precios actuales del mercado del huevo (\$60).

BIBLIOGRAFÍA

AHO, Wilson. Brooding temperatures for Coturnix japonica. Ontario : Poultry Sci, 1999. 124 p.

Cría de codornices [en línea] Buenos Aires : visión veterinaria, 2001. [consultado 10/10/2004]. Disponible en Internet: www.visionveterinaria.com.ar

PÉREZ, Fernando. Coturnicultura. Tratado de cría y explotación industrial de codornices. Madrid : Científico Médica. 1989. 375 p.

RISTONG, Ernest. Raising and propagating Japanese quail. California: California University. 1986. 128 p.

ANEXOS

Información técnica sobre los elementos principales utilizados extraída de los documentos entregados por el fabricante:

Microcontrolador 89c52

The 89C5X and 89C51RX+ families contain a non-volatile FLASH program memory (up to 64K bytes in the 89C51RD+) that is both parallel programmable and In-System Programmable. In-System Programming allows devices to alter their own program memory, in the actual end product, under software control. This opens up a range of applications that can include the ability to field update the application firmware.

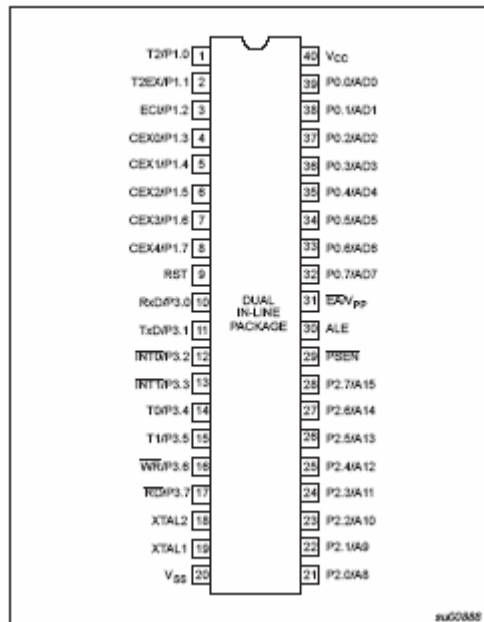
Both families are Single-Chip 8-Bit Microcontrollers manufactured in advanced CMOS process and are derivatives of the 80C51 microcontroller family. All the devices have the same instruction set as the 80C51.

FLASH/ EPROM Memory Size (X by 8)	RAM Size (X by 8)	Programmable Timer Counter (PCA)	Hardware Watch Dog Timer
89C52/54/58			
8K/16K/32K	256	No	No
89C51RA+/RB+/RC+			
8K/16K/32K	512	Yes	Yes
89C51RD+			
64K	1024	Yes	Yes

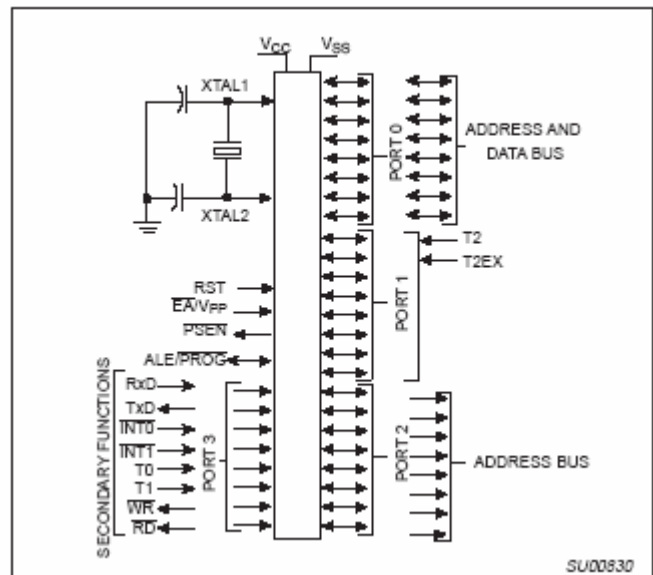
The devices also have four 8-bit I/O ports, three 16-bit timer/event counters, a multi-source, four-priority-level, nested interrupt structure, an enhanced UART and on-chip oscillator and timing circuits. For systems that require extra memory capability up to 64k bytes, each can be expanded using standard TTL-compatible memories and logic.

The added features of the P89C51RX+ Family makes them even more powerful microcontrollers for applications that require pulse width modulation, high-speed I/O and up/down counting capabilities such as motor control.

DUAL IN-LINE PACKAGE PIN FUNCTIONS



LOGIC SYMBOL



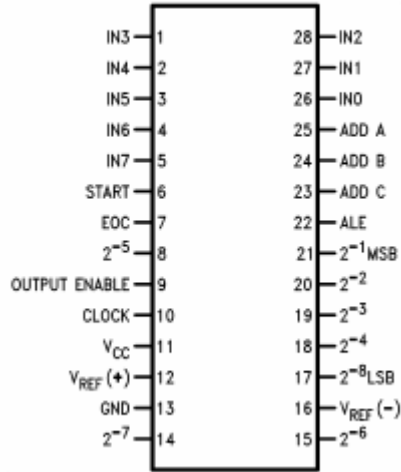
Conversor ADC0808

General Description

The ADC0808, data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8-single-ended analog signals.

The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE outputs. The design of the ADC0808 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications.

Dual-In-Line Package



Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (VCC) 6.5V max.

Voltage at Any Pin -0.3V to (VCC+0.3V) Except Control Inputs.

Voltage at Control Inputs -0.3V to +15V (START, OE, CLOCK, ALE, ADD A, ADD B, ADD C)

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Package Dissipation at TA=25°C 875 mW.

Visualizador LCD

The modules have a fairly basic interface, which mates well with traditional microprocessors such as Z80 and microcontrollers as 89cX and PICs, most LCDs modules conform to a standard interface specification with a 14-pin

access having eight data lines, three control lines and three power lines; the function of each pin is shown in the next table.

Pin No.	Name	Function
1	V _{ss}	Ground
2	V _{dd}	+ve supply
3	V _{ee}	Contrast
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7	D0	Data bit 0
8	D1	Data bit 1
9	D2	Data bit 2
10	D3	Data bit 3
11	D4	Data bit 4
12	D5	Data bit 5
13	D6	Data bit 6
14	D7	Data bit 7

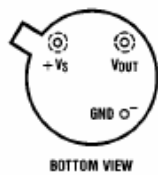
Sensor de temperatura LM35

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of 1°C over a full -55°C to a 150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and

calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 mA from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55°C to a 150°C temperature range, while the LM35C is rated for a -40°C to a 110°C range (-10°C with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

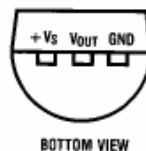
TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW

TL/H/5516-1

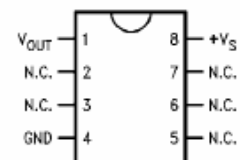
TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW

TL/H/5516-2

SO-8
Small Outline Molded Package



TL/H/5516-21

Sensor de humedad Smartec SMTHS10

PRODUCT DESCRIPTION

The Smartec humidity sensor is a two terminal capacitor which increase in value as water molecules are absorbed into its active polymer dielectric. The capacitor plates, consists of a base plate and a water permeable platinum top plate. The

sensor will be delivered with gold-plated lead wires attached. Besides the active dielectric, polymers give protection to the base plate, prevent polarization and pin-holing and generally ruggedise the sensor so that it can be used in a wide range of hostile environments.

