



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

### **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

#### **TEMA:**

---

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LOS LECHOS DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA EMPRESA BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

**AUTOR:** Marco Xavier Aillón Abril

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo

Ambato - Ecuador

Noviembre del 2010

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación o titulación: Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado por Marco Xavier Aillón Abril, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el trabajo de graduación o titulación e informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con el proceso reglamentario.

Ambato, 11 de Noviembre de 2010

TUTOR

-----  
Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “Diseño de un sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad para los lechos de producción de humus de lombriz en la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.”. Es original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor, y su propiedad intelectual pertenecen al graduando de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 11 de Noviembre de 2010

---

Marco Xavier Aillón Abril

CC: 180388442 – 6

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION**

El Tribunal de Calificación, conformada por los señores docentes Ing. Oswaldo Paredes Ochoa, M.Sc., Ing. Franklin Silva, M.Sc. e Ing. Edwin Morales, M.Sc., aprueban el trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “Diseño de un sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad para los lechos de producción de humus de lombriz en la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.”, presentado por el señor Marco Xavier Aillón Abril.

---

Ing. Oswaldo Paredes Ochoa, M.Sc.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Franklin Silva, M.Sc.  
DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. Edwin Morales, M.Sc.  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por brindarme la fuerza interior que me ha motivado a seguir adelante en momentos difíciles de mi vida. A mis padres Anita y Marco por confiar siempre y apoyarme incondicionalmente, convirtiéndose así en mi principal inspiración y en la razón de mi vida.

Marco Xavier Aillón Abril

## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, que me acogió como mi segundo hogar.

A mis dilectos profesores, que no solamente colaboraron con mi formación académica, sino también me enseñaron a ser una mejor persona, a través de la práctica diaria de valores.

Al Ing. Juan Pablo Pallo, por su valioso apoyo y buena voluntad en la tutoría de esta tesis, ya que sus observaciones críticas fueron fundamentales en la elaboración de la misma.

A la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos en la realización de este proyecto y en especial al Ing. Henry Saritama Mora, por su hospitalidad y ayuda en todo momento.

A todos mis familiares y amigos por ayudarme y apoyarme sin condiciones. Gracias por siempre estar ahí.

Marco Xavier Aillón Abril

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

| CONTENIDOS  | PÁGINA   |
|---|----------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....                         | ii       |
| AUTORÍA.....                                      | iii      |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN.....      | iv       |
| DEDICATORIA.....                                  | v        |
| AGRADECIMIENTO.....                               | vi       |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....                         | vii      |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                            | xii      |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                             | xiv      |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                            | xv       |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | xvi      |
| <b>CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b> | <b>1</b> |
| 1 TEMA.....                                       | 1        |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....               | 1        |
| 1.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....                      | 1        |
| 1.1.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....                       | 2        |
| 1.1.3 PROGNOSIS.....                              | 3        |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                 | 4        |
| 1.2.1 PREGUNTAS DIRECTRICES.....                  | 4        |
| 1.2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....              | 4        |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN.....                            | 4        |
| 1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....            | 5        |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....                       | 5        |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                  | 5        |

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>                                  | <b>7</b> |
| 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....                                    | 7        |
| 2.2 FUNDAMENTACIÓN.....   | 7        |
| 2.2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....   | 7        |
| 2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....                                       | 8        |
| 2.3.1 GRÁFICOS DE INCLUSIÓN DE VARIABLES.....                           | 8        |
| 2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....   | 9        |
| 2.4.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....                                    | 9        |
| 2.4.1.1 SISTEMAS DE CONTROL.....  | 12       |
| • CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL SEGÚN SU COMPORTAMIENTO..... | 13       |
| • TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL.....                                     | 15       |
| • CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL.....                         | 16       |
| • INGENIERÍA EN LOS SISTEMAS DE CONTROL.....                            | 17       |
| 2.4.1.2 SISTEMAS SCADA.....   | 18       |
| • REQUERIMIENTOS PRINCIPALES DE UN SCADA.....                           | 19       |
| • ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA SCADA.....                               | 20       |
| • FUNCIONES PRINCIPALES.....  | 21       |
| • ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA.....                            | 23       |
| 2.4.1.3 SENSORES.....   | 25       |
| • CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....   | 25       |
| • SENSORES DE TEMPERATURA.....  | 26       |
| • SENSORES DE HUMEDAD.....  | 29       |
| 2.4.2 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....  | 34       |
| 2.4.2.1 TIPOS DE AGRICULTURA.....                                       | 36       |
| 2.4.2.2 ABONOS ORGÁNICOS.....   | 38       |
| • IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.....                              | 39       |
| • PROPIEDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.....                              | 40       |



|   |               |
|---|---------------|
| • TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS.....                    | 41            |
| 2.4.2.3 HUMUS DE LOMBRIZ.....                       | 42            |
| • LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA.....                    | 42            |
| • PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ.....               | 44            |
| • BENEFICIOS Y PROPIEDADES AGRÍCOLAS                |               |
| DEL USO DE HUMUS DE LOMBRIZ.....                    | 50            |
| 2.5 HIPÓTESIS.....                                  | 52            |
| 2.6 DETERMINACIÓN DE VARIABLES.....                 | 52            |
| 2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....                   | 52            |
| 2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....                     | 52            |
| <br><b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>           | <br><b>53</b> |
| 3.1 ENFOQUE.....                                    | 53            |
| 3.2 MODALIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....    | 53            |
| 3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....                   | 53            |
| 3.2.2 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL – BIBLIOGRÁFICA..... | 53            |
| 3.2.3 PROYECTO FACTIBLE.....                        | 54            |
| 3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....              | 54            |
| 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....                        | 54            |
| 3.4.1 POBLACIÓN.....                                | 54            |
| 3.4.2 MUESTRA.....                                  | 54            |
| 3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....              | 55            |
| 3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN..... | 55            |
| <br><b>CAPITULO IV:</b>                             |               |
| <b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b> | <b>56</b>     |
| 4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....              | 56            |
| 4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN     |               |

|  |           |
|--|-----------|
| RECOPIlada.....  | 56        |
| 4.3 ANÁLISIS GENERAL DE LA INFORMACIÓN RECOPIlada..... | 62        |
| <b>CAPITULO V:</b>                                     |           |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>             | <b>63</b> |
| 5.1 CONCLUSIONES.....                                  | 63        |
| 5.2 RECOMENDACIONES.....                               | 65        |
| <b>CAPITULO VI: PROPUESTA.....</b>                     | <b>66</b> |
| 6.1 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA SCADA.....             | 67        |
| 6.2 SELECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE SENSORES.....     | 69        |
| 6.2.1 SENSOR DE TEMPERATURA.....                       | 69        |
| 6.2.1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL CIRCUITO INTEGRADO       |           |
| LM35.....  | 69        |
| 6.2.2 SENSOR DE HUMEDAD.....                           | 71        |
| 6.2.2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL CIRCUITO INTEGRADO       |           |
| LM555.....   | 71        |
| 6.3 SELECCIÓN DE ACTUADORES.....                       | 73        |
| 6.3.1 ACONDICIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE ACTIVACIÓN     |           |
| DE ELECTROVÁLVULAS.....                                | 73        |
| 6.4 DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE                |           |
| CONTROL Y POTENCIA.....                                | 75        |
| 6.4.1 DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL FUNCIONAMIENTO         |           |
| DEL PIC 16F877A.....                                   | 75        |
| 6.4.2 DISEÑO DEL CIRCUITO PARA LA UNIDAD TERMINAL      |           |
| REMOTA (RTU) CON EL PIC 16F628A.....                   | 77        |
| 6.5 DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO.....      | 79        |
| 6.5.1 ANTECEDENTES GENERALES.....                      | 79        |
| 6.5.2 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO.....                 | 80        |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.5.3 SISTEMA DE RESPALDO DE INFORMACIÓN DEL<br>SISTEMA SCADA..... | 86        |
| 6.6 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA Y COSTOS.....                       | 89        |
| 6.7 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.....                                | 90        |
| <br>   |           |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>92</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>95</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURAS  | PÁGINA |
|--|--------|
| <b>Figura 2.1:</b> Gráfica de inclusión de variable independiente.....       | 8      |
| <b>Figura 2.2:</b> Gráfica de inclusión de variable dependiente.....         | 9      |
| <b>Figura 2.3:</b> Esquema básico de un sistema SCADA.....                   | 20     |
| <b>Figura 2.4:</b> Diferentes encapsulados del sensor LM35.....              | 28     |
| <b>Figura 2.5:</b> Sensor SHT11.....   | 28     |
| <b>Figura 2.6:</b> Circuito integrado LM555.....                             | 31     |
| <b>Figura 2.7:</b> Distribución de terminales LM555.....                     | 31     |
| <b>Figura 2.8:</b> Circuito integrado LM555 como multivibrador astable.....  | 34     |
| <b>Figura 2.9:</b> Riego en un cultivo de algodón.....                       | 36     |
| <b>Figura 2.10:</b> Lombriz roja californiana.....                           | 44     |
| <b>Figura 2.11:</b> Lechos de producción de humus de lombriz.....            | 45     |
| <b>Figura 2.12:</b> Lecho de materia orgánica y lombrices.....               | 46     |
| <b>Figura 2.13:</b> Sistema de riego tecnificado en cada lecho.....          | 46     |
| <b>Figura 2.14:</b> Microaspersores ubicados a lo largo de cada lecho.....   | 47     |
| <b>Figura 2.15:</b> Trampas para recolección de lombrices.....               | 48     |
| <b>Figura 2.16:</b> Proceso de cernir humus para obtener producto final..... | 48     |
| <b>Figura 2.17:</b> Almacenamiento bajo sombra del humus.....                | 49     |
| <b>Figura 4.1:</b> Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 1.....        | 57     |
| <b>Figura 4.2:</b> Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 2.....        | 58     |
| <b>Figura 4.3:</b> Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 3.....        | 59     |
| <b>Figura 4.4:</b> Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 4.....        | 60     |
| <b>Figura 4.5:</b> Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 5.....        | 61     |
| <b>Figura 6.1:</b> Diagrama básico del sistema SCADA.....                    | 68     |
| <b>Figura 6.2:</b> Sensor de temperatura con su fase de amplificación.....   | 69     |
| <b>Figura 6.3:</b> Configuración del amplificador LM358.....                 | 70     |
| <b>Figura 6.4:</b> Esquema de sensor de humedad.....                         | 72     |
| <b>Figura 6.5:</b> Esquema para la conexión de la electroválvula.....        | 74     |
| <b>Figura 6.6:</b> Diagrama del PIC 16F877A.....                             | 75     |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 6.7:</b> Esquema de la LCD.....                                    | 76 |
| <b>Figura 6.8:</b> Esquema del MAX 232.....                                  | 77 |
| <b>Figura 6.9:</b> Esquema del RTU con el PIC 16F628A y MAX 232.....         | 78 |
| <b>Figura 6.10:</b> Pantalla de Inicio.....                                  | 80 |
| <b>Figura 6.11:</b> Aviso de nombre de usuario ó contraseña incorrectos..... | 81 |
| <b>Figura 6.12:</b> Pantalla de Menú Principal.....                          | 82 |
| <b>Figura 6.13:</b> Pantalla de Datos en Tiempo Real.....                    | 83 |
| <b>Figura 6.14:</b> Pantalla de Gráficas del Sistema.....                    | 84 |
| <b>Figura 6.15:</b> Pantalla de Alarmas del Sistema.....                     | 85 |
| <b>Figura 6.16:</b> Base de datos – Access 2007.....                         | 86 |
| <b>Figura 6.17:</b> Backup de dispositivos conectados a una red LAN.....     | 87 |
| <b>Figura 6.18:</b> Administrador de Alertas – Ferro Backup System.....      | 88 |

## ÍNDICE DE TABLAS

| TABLAS   | PÁGINA |
|--|--------|
| <b>Tabla 4.1:</b> Tabulación de respuestas – Pregunta 1.....           | 57     |
| <b>Tabla 4.2:</b> Tabulación de respuestas – Pregunta 2.....           | 58     |
| <b>Tabla 4.3:</b> Tabulación de respuestas – Pregunta 3.....           | 59     |
| <b>Tabla 4.4:</b> Tabulación de respuestas – Pregunta 4.....           | 60     |
| <b>Tabla 4.5:</b> Tabulación de respuestas – Pregunta 5.....           | 61     |
| <b>Tabla 6.1:</b> Relación entre valores de voltaje y temperatura..... | 70     |
| <b>Tabla 6.2:</b> Relación entre valores de frecuencia y humedad.....  | 73     |
| <b>Tabla 6.3:</b> Requerimientos del sistema y costos.....             | 89     |
| <b>Tabla 6.4:</b> Análisis Costo – Beneficio.....                      | 90     |

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene por objeto diseñar un sistema de supervisión, control y adquisición de variables físicas como temperatura y humedad en cada uno de los lechos de compostaje de humus de lombriz en la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. con el fin de tecnificar su producción.

Para ello se ha investigado detalladamente las características técnicas, costos y requerimientos de cada una de las tecnologías disponibles que se podían utilizar en este tipo de automatización. Tomando como alternativa para el diseño el uso de microcontroladores, ya que brindan gran control, flexibilidad y sus precios son relativamente bajos en comparación a otros dispositivos.

A continuación se ha realizado el análisis y diseño de los dispositivos que iban a formar parte de este sistema, en este caso sensores de temperatura, sensores de humedad, actuadores, unidades terminales e interfaz gráfico de usuario. En el diseño de los circuitos electrónicos se ha tomado en cuenta las características técnicas de funcionamiento de cada uno de los elementos que se han utilizado. Así mismo, el entorno gráfico de usuario debía ser fácil de comprender, con instrucciones sencillas y específicas para cada uno de los procesos y ordenes que desee ejecutar el operador.

Para finalizar se ha elaborado un análisis de costos y requerimientos del sistema, así como también un análisis de costo-beneficio del proyecto. Como resultado de estos estudios, se ha podido determinar que este proyecto es factible debido a que el costo es acorde a la realidad de la empresa y sería beneficiada en gran parte, ya que no solamente se lograría tecnificar la producción, sino también ofrecería otras ventajas, tales como la optimización de los recursos que se emplean en la producción de humus de lombriz en los lechos de compostaje.

## INTRODUCCIÓN

El Ing. Ángel Saritama Correa, con una gran visión de servicio y preservación integral del cuidado de la naturaleza, crea la empresa ECOABONOS en diciembre del 99, dedicada principalmente a la producción de humus de lombriz, iniciándola con lechos rudimentarios.

La constancia y continuidad de esta actividad hizo que poco a poco el Ing. Saritama fuera investigando los adelantos que desencadenaran en mejorar calidad y cantidad de este abono orgánico.

ECOABONOS, como muchas empresas también sufrió las consecuencias de la crisis económica, cambios frecuentes de gobierno, avatares de la naturaleza, etc. A pesar de ello, la empresa surgió, tal es así que en el año 2001, alcanza un notable crecimiento gracias a la demanda de productos ecológicos, especialmente de los países desarrollados que pretenden revitalizar sus suelos.

En nuestro país la demanda de fertilizantes orgánicos, se ha acentuado de tal manera que ECOABONOS se vio en la necesidad de liderar la producción de humus de lombriz, haciéndose necesaria la creación de una empresa paralela, es así como nace BIOAGROTECSA CÍA. LTDA., en el año 2006.

BIOAGROTECSA dedicada a la producción y comercialización de agroquímicos y fertilizantes orgánicos como el humus de lombriz, considerada una de las mejores empresas del país en este ámbito, ha fijado su interés en mantenerse en este sitio, para lo cual ha visto como alternativa de mejoramiento la tecnificación de sus procesos de producción, por lo que a continuación se plantea en este documento el diseño de un sistema SCADA para el control automático de temperatura y humedad, parámetros fundamentales para la creación de este abono y que contribuirá en gran medida al cumplimiento de los objetivos planteados por esta empresa.



# **CAPITULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1 Tema.-**

“DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LOS LECHOS DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA EMPRESA BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. ”

### **1.1 Planteamiento del Problema.-**

#### **1.1.1 Contextualización.-**

En el mundo actual se requiere de fertilizantes de origen natural, que permitan reemplazar a los agroquímicos que tanto han destruido a los suelos, ya que no puede haber agricultura orgánica sin materia orgánica en el sistema de producción. De igual manera no puede existir una agricultura de larga duración sin abonos orgánicos. En Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombrices como de humus de lombriz. No obstante, fuera del ámbito local, los mercados potencialmente más interesantes para la exportación son África, Arabia y Asia.

En los últimos años, en el país se ha notado un gran incremento de empresas dentro del ámbito productor de abonos orgánicos y en especial del humus de lombriz, pero la falta de visión e inversión de sus empresarios, ha hecho que exista mala utilización de recursos y procesos caducos, los que bien podrían ser tecnificados para mejorar su producción.

La provincia de Tungurahua se ha caracterizado por ser una zona agrícola por excelencia, la gran mayoría, en las áreas rurales en condiciones inadecuadas con respecto a higiene, infraestructura, etc., ya que en relación al manejo del suelo se utiliza principalmente abono orgánico obtenido de los animales que se cuida en cada uno de los hogares, el mismo que no tiene el tratamiento necesario, lo que hace que los productos salgan contaminados y en otros casos los agricultores utilizan en gran cantidad productos químicos sin el debido asesoramiento técnico buscando únicamente una mayor producción.

Esto ha afectado principalmente a la salud de los tungurahueses y se ha detectado un alto porcentaje de cáncer al estómago ocasionado por los productos alimenticios. Lo que indica que en la actualidad a pesar de existir una tecnología adecuada muchos no la aplican por falta de conocimiento o recursos. Todos estos aspectos han hecho que las empresas no puedan crecer en las dimensiones que los empresarios planificaron debido a la gran cantidad de gastos innecesarios que tienen que cubrir.

La empresa BIOAGROTECSA Cía. Ltda., con una gran visión se ha dedicado a la producción y comercialización de humus de lombriz de alta calidad, que pueda ser utilizado por agricultores tanto de la ciudad, como de la provincia y de todo el país, que estén interesados en revitalizar los terrenos que por mucho tiempo han sido devastados por abonos químicos, para de esta manera, mejorar la vida vegetal y precautelar la salud de los consumidores finales. Esta empresa cuenta con la infraestructura adecuada, personal calificado, pero le hace falta un sistema SCADA para el control automático de temperatura y humedad para lograr la optimización de recursos y sobre todo tecnificar la forma en que produce el humus de lombriz.

### **1.1.2 Análisis Crítico.-**

A pesar de la importancia que se le ha dado al control de parámetros importantes en la producción de humus, como son la temperatura y humedad, la empresa

BIOAGROTECSA Cía. Ltda. por ser una empresa nueva no cuenta con un sistema que permita monitorear los mismos de forma automática, debido a que nunca se realizó un estudio previo para contar con un sistema de control, lo que da como resultado el desconocimiento de las condiciones más óptimas de la temperatura y la humedad que actualmente se miden en forma empírica y que no permiten que las lombrices puedan reproducirse y realizar el proceso de excavar en el terreno a medida que comen, depositando sus deyecciones que son un muy buen abono orgánico.

A esto se suma que el personal que labora en la empresa no tenga los conocimientos técnicos necesarios para el manejo de nueva tecnología, lo que ha ocasionado que los datos sean tomados en forma manual y muchas veces con errores, produciéndose el deterioro de la calidad del producto con las consecuentes pérdidas económicas, insatisfacción de los clientes por el producto de no muy buena calidad y la entrega a destiempo por la poca producción.

### **1.1.3 Prognosis.-**

BIOAGROTECSA CÍA. LTDA., es una empresa joven que debe tomar medidas correctivas porque de lo contrario podrán surgir inconvenientes para la empresa, como la disminución de las ventas, ya que probablemente los clientes cambien de proveedores y esto daría como resultado una empresa poco competitiva y desacreditada con grandes pérdidas económicas, insatisfacción de los accionistas, etc.

Es por estas razones que BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. debe buscar entre las soluciones para tecnificar sus procesos de producción y el diseño de un sistema SCADA para el control automático de temperatura y humedad en los lechos de humus de lombriz, sería el recurso con el cuál optimizarán la producción y contarán con un control real de los parámetros de humedad y temperatura, utilizando tecnología acorde a los requerimientos actuales.

## **1.2 Formulación del Problema.-**

¿De qué manera incide un sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad en los lechos de humus de lombrices?

### **1.2.1 Preguntas Directrices.-**

- ¿En qué condiciones trabaja actualmente la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. para la producción de humus?
- ¿Qué características técnicas deberán tener los sensores de temperatura y humedad que se utilizarán para la adquisición de datos en este sistema SCADA?
- ¿Qué características se requiere para el sistema automatizado de microaspersión para mantener una humedad óptima en los lechos?
- ¿Qué características debe tener el sistema SCADA de control de temperatura y humedad para la producción de humus?

### **1.2.2 Delimitación del Problema.-**

El proyecto se aplicará en las instalaciones de la empresa BIOAGROTECSA Cía. Ltda. situadas en el cantón Cevallos, caserío La Florida, y se desarrollará por el lapso de 6 meses a partir de su aprobación. Para lo cual se cuenta con el apoyo del tutor de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y el tutor de dicha empresa.

## **1.3 Justificación.-**

La empresa BIOAGROTECSA Cía. Ltda. dedicada a la producción y comercialización de agroquímicos y fertilizantes orgánicos como el humus de lombriz, no cuenta con un sistema SCADA para el control automático de temperatura y humedad en sus instalaciones, ya que nunca se realizó un estudio para este propósito.

Mediante el estudio propuesto en este documento se pretende realizar un aporte a dicha empresa, por medio de información detallada de un sistema de control de dichos parámetros, el mismo que pretende mejorar las condiciones en las que se produce este abono orgánico en sus instalaciones y optimizar los recursos con que se cuentan en la actualidad.

Uno de los principales beneficiarios será la empresa en primer lugar, ya que se optimizarán recursos con un producto de mejor calidad que satisficaría a los clientes y de esta manera se cubrirían las necesidades que en la actualidad demandan los propietarios de esta empresa.

También se desarrolla el presente trabajo porque genera gran interés en el investigador, debido a la factibilidad para su desarrollo, por ser un tema de actualidad tecnológica que permite el desarrollo de las capacidades y destrezas investigativas y genera una proyección al futuro.

#### **1.4 Objetivos de Investigación.-**

##### **1.4.1 Objetivo General.-**

Diseñar un sistema SCADA para el control automático de temperatura y humedad para la empresa productora de humus de lombriz BIOAGROTECSA Cía. Ltda.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos.-**

- Realizar un estudio de las condiciones actuales de la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. en relación con la temperatura y la humedad de los lechos de producción de lombrices.
- Investigar sobre las características técnicas de los sensores de temperatura y humedad que se utilizarán para la adquisición de datos en los lechos de humus de lombriz.

- Establecer las características para la automatización del sistema de microaspersión existente para mantener la humedad óptima en los lechos.
- Realizar el diseño de un sistema SCADA de temperatura y humedad que permita conocer las condiciones del humus de lombriz en cada lecho.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos.-**

Revisados los archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, no existe ningún trabajo que se relacione con el tema.

#### **2.2 Fundamentación.-**

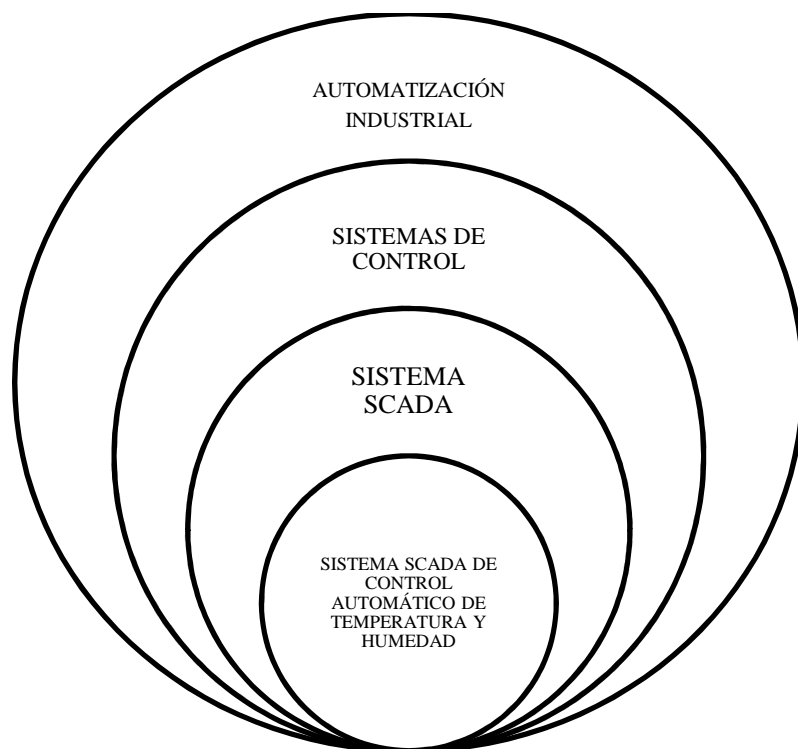
##### **2.2.1 Fundamentación Legal.-**

La empresa productora de agroquímicos y fertilizantes orgánicos BIOAGROTECSA Cía. Ltda. está constituida legalmente e inscrita con la Resolución N. 06.A.DIC.301 de la Intendencia de Compañías de Ambato, de Septiembre 20 del 2006 bajo el número Quinientos Cincuenta y Nueve (559) del Registro Mercantil, se anotó con el número 4380 del Libro Repertorio. Dando cumplimiento a la disposición constante en el Artículo Segundo de dicha Resolución.

## 2.3 Categorías Fundamentales.-

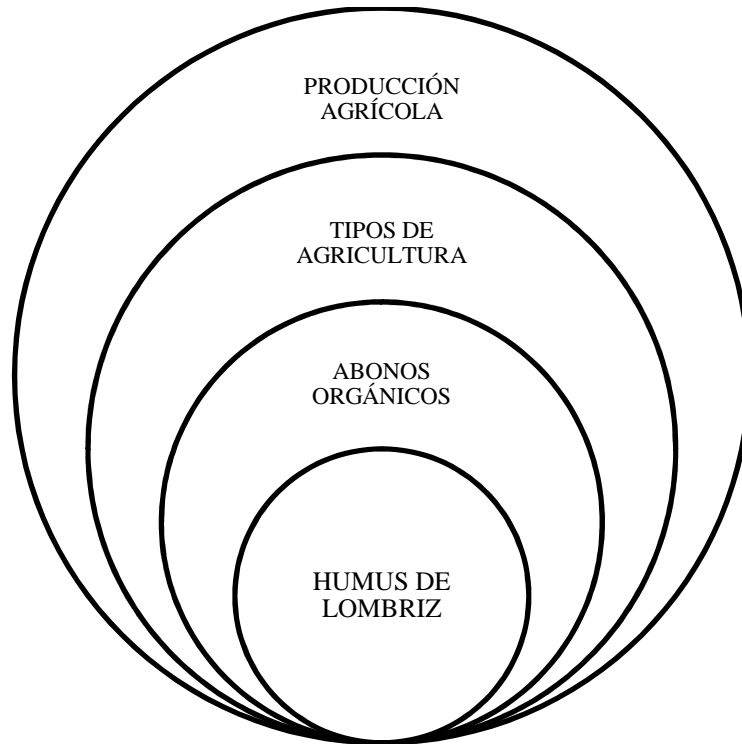
### 2.3.1 Gráficos de Inclusión de Variables.-

En las gráficas de inclusión de variables se describen de forma global los contenidos de la fundamentación teórica correspondientes a la variable independiente (*Figura 2.1*) y dependiente (*Figura 2.2*).



**Figura 2.1:** Gráfica de inclusión de variable independiente





**Figura 2.2:** Gráfica de inclusión de variable dependiente

## **2.4 Fundamentación Teórica.-**

### **2.4.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.-**

La palabra automatización proviene del vocablo griego *auto*: guiado por uno mismo, y es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones

de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Las primeras máquinas simples sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso pesado con sistema de poleas o con una palanca. Posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana.

Los botes a vela sustituyeron a los botes de remos. Todavía después, algunas formas de automatización fueron controladas por mecanismos de relojería o dispositivos similares utilizando algunas formas de fuentes de poder artificiales como un resorte, un flujo canalizado de agua o vapor para producir acciones simples y repetitivas, tal como figuras en movimiento, creación de música, o juegos. Dichos dispositivos caracterizaban a figuras humanas, fueron conocidos como autómatas y datan posiblemente desde 300 AC.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Entre las desventajas podemos mencionar que se requiere de un gran capital y se incrementa la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales.

Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano. Cualquier ser humano puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático. Las habilidades para el patrón de

reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización.

Computadoras especializadas, son utilizadas para leer entradas de campo a través de sensores y en base a su programa, generar salidas hacia el campo a través de actuadores. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial. (Se temía que estos dispositivos fueran vulnerables al error del año 2000, con consecuencias catastróficas, ya que son tan comunes dentro del mundo de la industria).

Existen dos tipos distintos de computadoras especializadas: DCS o Sistema de Control Distribuido, y PLC o Controlador Lógico Programable. El primero era antiguamente orientado a procesos de tipo análogos, mientras que el segundo se utilizaba en procesos de tipo discreto (ceros y unos). Actualmente ambos equipos se parecen cada vez más, y cualquiera de los dos puede ser utilizado en todo tipo de procesos.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLC's y otras computadoras, para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma. El personal de servicio que monitorea y controla estas interfaces son conocidos como ingenieros de estación.

Otra forma de automatización que involucra computadoras es la prueba de automatización, donde las computadoras controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación. Esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales (escritas como programas de computadora) que direccionan al equipo automático en prueba en la dirección exacta para terminar las pruebas. [1]

### **2.4.1.1 SISTEMAS DE CONTROL.-**

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados. Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros y reciben el nombre de Controladores de Automatización Programables (PAC).

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

- Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

Entre las principales necesidades que nos llevan a realizar la supervisión de procesos, podemos mencionar las siguientes:

- Limitaciones de la visualización de los sistemas de adquisición y control
- Control vs Monitorización
- Control software. Cierre de lazo de control.
- Recoger, almacenar y visualizar información.
- Minería de datos.

## **Clasificación de los Sistemas de Control Según su Comportamiento.-**

### ***a. Sistema de control de lazo abierto***

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero que se basa en la primera señal. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador.

**Ejemplo:** El llenado de un tanque usando una manguera de jardín. Mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá. La altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración. En definitiva, el que nosotros introducimos como parámetro es el tiempo.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

### ***b. Sistema de control de lazo cerrado***

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de

control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería el termostato de agua que utilizamos para bañarnos. Otro ejemplo sería un regulador de nivel de gran sensibilidad de un depósito. El movimiento de la boya produce más o menos obstrucción en un chorro de aire o gas a baja presión. Esto se traduce en cambios de presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se abra más cuanto más cerca se encuentre del nivel máximo.

## **Tipos de Sistemas de Control.-**

Los sistemas de control son agrupados en cinco tipos básicos:

- a.* Hechos por el hombre, como los sistemas eléctricos o electrónicos que están permanentemente capturando señales de estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante sensores y actuadores, para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento. Un claro ejemplo de este será un termostato, el cual capta consecutivamente señales de temperatura. En el momento en que la temperatura desciende o aumenta y sale del rango, este actúa encendiendo un sistema de refrigeración o de calefacción.
- b.* Naturales, incluyendo sistemas biológicos. Por ejemplo, los movimientos corporales humanos como el acto de indicar un objeto que incluye como componentes del sistema de control biológico los ojos, el brazo, la mano, el dedo y el cerebro del hombre. En la entrada se procesa el movimiento y la salida es la dirección hacia la cual se hace referencia.
- c.* Cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales. Se encuentra el sistema de control de un hombre que conduce su vehículo. Éste sistema está compuesto por los ojos, las manos, el cerebro y el vehículo. La entrada se manifiesta en el rumbo que el conductor debe seguir sobre la vía y la salida es la dirección actual del automóvil. Otro ejemplo puede ser las decisiones que toma un político antes de unas elecciones. Éste sistema está compuesto por ojos, cerebro, oídos, boca. La entrada se manifiesta en las promesas que anuncia el político y la salida es el grado de aceptación de la propuesta por parte de la población.

- d.* Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).
- e.* Control Predictivo, son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema antes de que empiece a afectar al proceso). De esta manera, mejora la eficiencia del proceso contrarestando rápidamente los efectos.

### **Características de un Sistema de Control.-**

- a. Señal de Corriente de Entrada:* Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- b. Señal de Corriente de Salida:* Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
- c. Variable Manipulada:* Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso.
- d. Variable Controlada:* Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
- e. Conversión:* Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- f. Variaciones Externas:* Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.



**g. Fuente de Energía:** Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.

**h. Retroalimentación:** La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables de estado. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.

### **Ingeniería en los Sistemas de Control.-**

Los problemas considerados en la ingeniería de los sistemas de control, básicamente se tratan mediante dos pasos fundamentales como son el análisis y el diseño.

En el análisis se investiga las características de un sistema existente. Mientras que en el diseño se escogen los componentes para crear un sistema de control que posteriormente ejecute una tarea particular. Existen dos métodos de diseño: diseño por análisis y diseño por síntesis.

El diseño por análisis modifica las características de un sistema existente o de un modelo estándar del sistema y el diseño por síntesis en el cual se define la forma del sistema a partir de sus especificaciones.

La representación de los problemas en los sistemas de control se lleva a cabo mediante tres representaciones básicas o modelos:

- Ecuaciones diferenciales, integrales, derivadas y otras relaciones matemáticas.
- Diagramas en bloque.

- Gráficas en flujo de análisis.

Los diagramas en bloque y las gráficas de flujo son representaciones gráficas que pretenden el acortamiento del proceso correctivo del sistema, sin importar si está caracterizado de manera esquemática o mediante ecuaciones matemáticas. Las ecuaciones diferenciales y otras relaciones matemáticas, se emplean cuando se requieren relaciones detalladas del sistema. Cada sistema de control se puede representar teóricamente por sus ecuaciones matemáticas. El uso de operaciones matemáticas es patente en todos los controladores de tipo P, PI y PID, que debido a la combinación y superposición de cálculos matemáticos ayuda a controlar circuitos, montajes y sistemas industriales para así ayudar en el perfeccionamiento de los mismos. [2]

#### **2.4.1.2 SISTEMAS SCADA.-**

SCADA quiere decir Supervisory Control And Data Acquisition, y en español significa, Supervisión, Control y Adquisición de Datos y son aplicaciones de software, diseñadas con el objetivo de controlar y supervisar procesos a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, sensores, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora u otro dispositivo. Igualmente, envía la información que se genera en el proceso de producción a uno o varios usuarios, del mismo nivel y hacia otros entes de supervisión dentro de la empresa, es decir, admite la participación de otras áreas.

En un sistema SCADA se incluyen muchos subsistemas, así la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual recibe las señales y las envía a las estaciones remotas usando protocolos determinados, otra manera podría ser a través de una computadora que realice la toma de datos vía hardware especializado y luego transmita la información a un equipo de radio mediante su puerto serial, y así un sinnúmero de alternativas.

Las tareas tanto de supervisión como de control están relacionadas con el software que utilice el sistema SCADA, allí el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada estación remota que conforme el sistema, los estados, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real. Además estos sistemas actúan sobre dispositivos de la planta, y permiten controlar el proceso desde una estación remota.

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema la posibilidad de crear alarmas, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada del proceso. Permite la generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser interpretados en una hoja de cálculo. También ejecuta programas para anular o modificar las tareas asociadas al proceso, bajo ciertas condiciones y tiene la posibilidad de realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

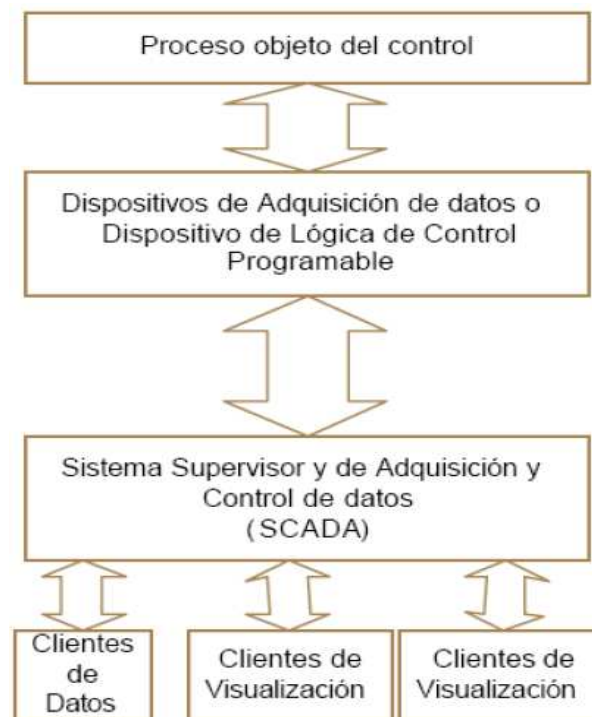
### **Requerimientos Principales de un SCADA.-**

Existen varios tipos de SCADA's dependiendo del fabricante y del fin con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más indicado hay que tener presente si cumple o no ciertos requerimientos primordiales:

- Debe ser indispensable que tenga arquitectura abierta, es decir, permita su crecimiento y expansión, también debe poder ajustarse a las necesidades futuras de los procesos de producción y de la planta.
- La programación debe ser sencilla y la instalación debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso, pero que además, sean amigables para el usuario.
- Es muy importante que se permita la adquisición de datos de todos los equipos que formen parte del sistema SCADA, y su comunicación debe ser a nivel interno y externo. [3]

## Esquema Básico de un Sistema SCADA.-

En la **Figura 2.3** extraída del documento “Interfaces de Comunicación Industrial” realizado por el PhD. Luis Corrales, podemos observar que un sistema SCADA conectado a un proceso automatizado consta de las siguientes partes:



**Figura 2.3:** Esquema básico de un sistema SCADA<sup>1</sup>

- **Proceso objeto de control:** Es el proceso que se desea supervisar. En consecuencia, es el origen de los datos que se requiere coleccionar y distribuir.
- **Adquisición de datos:** Son un conjunto de instrumentos de medición dotados de alguna interfase de comunicación que permita su interconexión.

---

<sup>1</sup> Corrales, Luis (2007). *Interfaces de Comunicación Industrial*. Departamento de Automatización y Control Industrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

- **SCADA:** Combinación de hardware y software que permita la colección y visualización de los datos proporcionados por los instrumentos.
- **Clientes:** Conjunto de aplicaciones que utilizan los datos obtenidos por el sistema SCADA.

Un término clave en la definición, al que muchas veces no se le da adecuada atención, es el de supervisión, que significa que un operador humano es el que al final tiene la última decisión sobre operaciones, generalmente críticas, de una planta industrial. La importancia de esta definición está en que se contrapone a la idea generalizada, que a veces si se hace, de que en la unidad master se hace control automático del proceso supervisado.

### **Funciones Principales.-**

- *Supervisión remota de instalaciones y equipos*

Permite conocer el estado y el funcionamiento de instalaciones y equipos dentro de la planta, esto ayuda a administrar las labores de mantenimiento y tratamiento de errores que pudieran aparecer en los procesos.

- *Control remoto de instalaciones y equipos*

El sistema permite activar o desactivar los equipos de manera automática en forma remota y también manual. Además se pueden ajustar parámetros, valores referenciales, sentencias de control, etc.

- *Procesamiento de datos*

Los datos adquiridos pasan a ser información que conforma el sistema, esta información es procesada, estudiada, y comparada con

información anterior, y con datos de otros puntos de referencia dentro del sistema, obteniendo una información confiable y veraz.

- ***Visualización gráfica***

Muestra imágenes dinámicas que representan el estado del proceso en tiempo real, estos gráficos también pueden representar curvas de señales analizadas en el tiempo.

- ***Generación de reportes***

El sistema genera informes con datos estadísticos del proceso en intervalos de tiempo determinados.

- ***Señales de alarma***

Las señales de alarma avisan al operador sobre una falla o la presencia de una condición que esté fuera de los parámetros normales de un proceso. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

- ***Almacenamiento de información***

Los datos adquiridos son almacenados, de manera que se puedan analizar posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del programador.

- ***Programación de eventos***

Existe la posibilidad de programar sentencias para la activación automática de tareas, creación de reportes, gráficas estadísticas y de procesos, etc.

## Elementos Básicos de un Sistema SCADA.-

### a. **HARDWARE**

Los componentes básicos de hardware para implementar un sistema SCADA son:

- ***Unidad terminal maestra (MTU)***

Es el computador principal del sistema que cumple la función de supervisión y recolección de la información de las subestaciones; soporta una interfaz hombre máquina.

- ***Unidad remota de telemetría (RTU)***

Es un dispositivo instalado en una localidad remota del sistema que se dedica a recopilar datos para transmitirlos hacia la Unidad Terminal Maestra.

Esta unidad posee canales de entrada para la medición de las variables dentro de los procesos y de canales de salida para control, activación de alarmas y puerto de comunicaciones.

- ***Red de comunicación***

El sistema de comunicación transmite la información entre la planta y el hardware del sistema SCADA.

Las comunicaciones pueden cambiar según las necesidades del sistema y del programa seleccionado, ya que no todos los programas de software así como los instrumentos de campo pueden trabajar con el mismo medio de comunicación.

- ***Dispositivos de campo***

Son todos aquellos equipos que permiten realizar la automatización o control del sistema (PLC's, controladores industriales, actuadores, sensores, etc.) y se encargan de la adquisición de datos del sistema.

## **b. SOFTWARE**

Los bloques principales del software que permiten la adquisición, supervisión y control de los datos son:

- ***Configuración***

Permite al programador definir el entorno de trabajo del sistema, personalizándolo de acuerdo a sus necesidades.

- ***Interfaz gráfico***

Ayuda al operador a observar el estado de los dispositivos de campo presentes en los procesos industriales, permitiendo que exista un buen control y supervisión de la planta.

- ***Módulo de proceso***

Ejecuta acciones de mando pre-programadas a partir de valores actuales de las variables de campo leídas en tiempo real.

- ***Gestión y archivo de datos***

Permite el almacenamiento y proceso de datos, según códigos de programación que permite comunicarse con el hardware



(impresoras, registradores) o el software (bases de datos, hojas de cálculo, gráficas estadísticas), etc. [4]

#### **2.4.1.3 SENSORES.-**

Un sensor es un dispositivo que permite transformar señales físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en señales eléctricas. Estas variables dependen del tipo de sensor que se vaya a utilizar, como: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, desplazamiento, presión, fuerza, humedad, pH, etc. La señal eléctrica puede ser resistencia eléctrica (con una RTD), capacidad eléctrica (con un sensor de humedad), tensión eléctrica (un termopar), corriente eléctrica (fototransistor), etc.

Este tipo de dispositivos permiten adaptar la señal que mide para que pueda ser interpretada por otros equipos. También puede decirse que son dispositivos que convierten una forma de energía en otra y pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la adquisición de datos de un proceso, etc.

Hoy en día las áreas de aplicación de sensores más importantes son: la industria automotriz, industria aeroespacial, medicina, industrias de manufactura, robótica, etc.

#### **Características Técnicas.-**

Entre las características principales de un sensor tenemos las siguientes:

- **Rango de medida:** Conjunto de valores representados por una magnitud de medida en el que puede aplicarse el sensor.
- **Exactitud:** Se refiere a que tan cerca del valor real se encuentra el valor medido.

- **Offset o desviación de cero:** valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula.
- **Linealidad:** es también llamada correlación lineal y quiere decir que si se tienen dos variables (A y B) existirá correlación si al aumentar los valores de A lo hacen también los de B y viceversa.
- **Sensibilidad:** relación entre la variación de la señal de salida y la variación de la señal de entrada.
- **Resolución:** mínima variación de la señal de entrada que puede apreciarse a la salida.
- **Rapidez de respuesta:** tiempo que depende de cuánto varíe la señal a medir. También depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la señal de entrada.
- **Derivas:** son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida.
- **Repetitividad:** error al repetir varias veces la misma medida. [5]

### **Sensores de Temperatura.-**

La temperatura es un factor muy variable que a menudo lo consideramos un simple número, pero la exactitud y repetitividad de los instrumentos que se utilizan para su control pueden verse afectados por la masa térmica, el tiempo de medida, el ruido eléctrico y los algoritmos de medida.

Dicho de otra manera, la temperatura es difícil de medir con exactitud aún en circunstancias óptimas, y en las condiciones de prueba en entornos reales es aún más difícil. Tomando en cuenta las ventajas y los inconvenientes de los

diversos enfoques que existen para medir la temperatura, resultará más fácil evitar los problemas y obtener mejores resultados.

Los sensores de temperatura más sencillos son los que actúan sobre un interruptor miniatura y en general, éstos son de dos tipos: Sistemas de Dilatación de un fluido y Bimetálicos. Los primeros actúan al dilatarse el líquido o el gas contenido dentro de un capilar y, los segundos actúan directamente el interruptor mediante el efecto de diferencia de dilataciones de tiras de dos metales diferentes. En general, se usan para interrumpir hasta corrientes de 30 Amperes en 120 voltios.

Otros sensores de temperatura son los termopares, detectores de temperatura por resistencia (RTD) y, los termistores. [6]

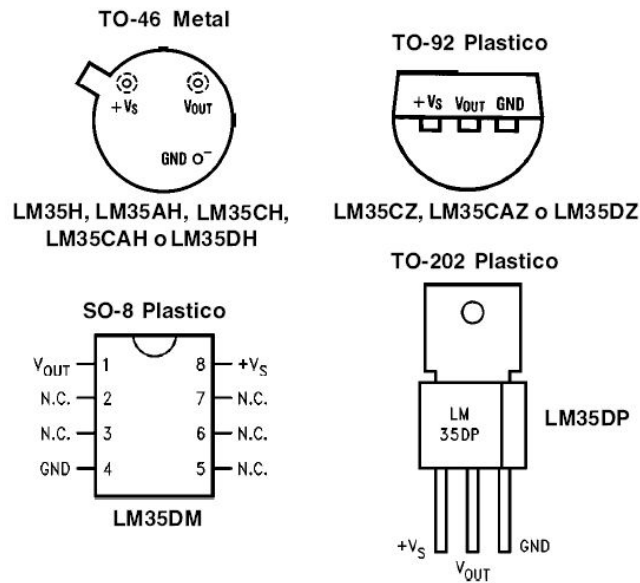
#### *a. Sensor de temperatura LM35*

El LM35 mostrado en la **Figura 2.4** es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C y un rango que tiene un rango que comprende de -55°C hasta +150°C.

Este sensor tiene presentaciones con diferentes encapsulados pero el más común es el to-92 que es muy similar al típico transistor con 3 pines, dos de ellas para alimentación y la tercera entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo.

La salida es lineal y equivale a 10mV/°C por lo tanto:

- +1500mV = 150°C
- +250mV = 25°C
- -550mV = -55°C



**Figura 2.4:** Diferentes encapsulados del sensor LM35<sup>2</sup>

El LM35 funciona en el rango de alimentación comprendido entre 4 y 30 voltios, el cual podemos conectarlo a un conversor Analógico/Digital y tratar la medida digitalmente, almacenarla o procesarla con un  $\mu$ Controlador o similar.

Este sensor de temperatura puede usarse para compensar un dispositivo de medida sensible a la temperatura ambiente o bien para medir temperaturas en el transcurso de una exploración.

#### ***b. Termómetros por resistencia eléctrica de metales***

La resistencia de los metales está directamente relacionada a la temperatura a la que se encuentran. En el caso de los metales preciosos, existe una relación lineal entre la resistencia y la temperatura.

---

<sup>2</sup> Palazzesi Ariel. *LM35, un sensor de temperatura con una precisión de 1°C*. 07 de enero de 2010. <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=LM35>

Los estándares de sensores de temperatura para instrumentación más comunes se basan en la resistividad del platino, en el sensor conocido como PT100 tienen una precisión muy grande que puede llegar a la centésima de grado centígrado.

*c. Generador de voltaje en función de la temperatura*

Dentro de este tipo de sensores se han creado circuitos integrados que se comportan como una fuente de corriente en función de la temperatura.

Este generador es lineal en todo su rango de operación que va desde 0°C hasta que se funde en el orden de los 150°C, generando 10V/°K. Este pequeño circuito integrado nos brinda excelentes posibilidades de utilización, ya que la transmisión de corriente tiene que ver con la independencia de la resistencia eléctrica de los conductores utilizados para su conexión.

**Sensores de Humedad.-**

La humedad tiene un papel muy importante en los procesos industriales, ya que la atmósfera contiene humedad. Es por eso que en el ámbito industrial se analizan sus efectos y como se podrían controlar. Pero, la humedad es muy difícil medir porque tiene factores asociados como la presión y la temperatura. Para medir la humedad se debe realizar un análisis minucioso en el cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente industrial, lo que lo diferencia de los sensores de presión y temperatura, que se pueden encontrar aislados del proceso. Esto tiene consecuencias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables, dependiendo de la naturaleza del ambiente.

**a. Sensor de humedad SHT11**

El SHT11 es un sensor de humedad calibrado en fábrica con salida digital mediante un bus serie síncrono y protocolo específico (**Figura 2.5**). Este dispositivo también dispone de un sensor de temperatura integrado para compensar la medida de humedad dependiendo de la temperatura, en casos extremos. Cuenta en su interior con un calefactor para evitar condensación en el interior de la cápsula de medida para condiciones de niebla o similar donde existe condensación.



**Figura 2.5:** Sensor SHT11<sup>3</sup>

Este sensor se alimenta con un rango de tensión continua comprendido entre 2,4 a 5V y es necesario proveer lo más cerca posible del chip un condensador de desacoplo de 100nF entre GND y VCC.

En la **Figura 2.5** se puede observar una pequeña placa de circuito impreso realizada al efecto para albergar al SHT11 y su condensador de desacoplo, ya que el sensor se presenta en encapsulado para montaje superficial LCC (Lead Chip Carrier) y es difícil de quitar una vez soldado, así que mejor trabajar con pines mas estándar como un SIL de 4 pines.

El SHT11 dispone de 10 pines aunque solo se usan 4 de ellos y los demás se deberán soldar en pads al aire, simplemente para la sujeción del integrado. El sensor admite unas dos adquisiciones o medidas por

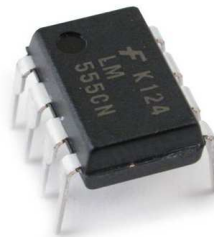
---

<sup>3</sup> Robótica &  $\mu$ Controladores Pic. *Sensor de Humedad Relativa con sensor integrado SHT11*. 15 de enero de 2010. <http://www.x-robotics.com/principal.htm>

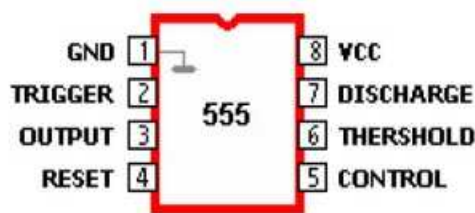
segundo por lo que no se debe forzar la lectura con refrescos superiores a este, lo normal sería una medida cada 5 o 10 segundos. Este sensor de humedad puede ser usado en estaciones meteorológicas portátiles, y puede servir generar gráficos de humedad en los sitios donde trabaje para el control ó la ejecución de medidas adecuadas en cualquier situación climatológica.

**b. Sensor resistivo de humedad acondicionado con el C.I. LM555**

El circuito integrado 555 es un circuito integrado de bajo costo y de grandes prestaciones (**Figura 2.6**). Entre sus aplicaciones principales cabe destacar las de multivibrador astable y monoestable, detector de impulsos, etc.



**Figura 2.6:** Circuito integrado LM555



**Figura 2.7:** Distribución de terminales LM555<sup>4</sup>

Como se muestra en la **Figura 2.7** la distribución de las terminales del temporizador 555 son las siguientes:

---

<sup>4</sup> Taringa Apuntes. *Componentes Electrónicos*. 23 de marzo de 2010. <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/5420740/Componentes-electronicos>

- **Gnd:** es el polo negativo de la alimentación, generalmente tierra.
- **Trigger (Disparo):** Aquí se establece el inicio del tiempo de retardo, si el 555 es configurado como monoestable. Este pulso debe ser de corta duración, pues si se mantiene bajo por mucho tiempo la salida se quedará en alto hasta que la entrada de disparo pase a alto otra vez.
- **Output (Salida):** Aquí veremos el resultado de la operación del temporizador.
- **Reset:** Si se pone a un nivel por debajo de 0.7 Voltios, pone la patilla de salida a nivel bajo. Si por algún motivo esta patilla no se utiliza hay que conectarla a Vcc para evitar que el 555 se "reseteo".
- **Control:** Cuando el temporizador se utiliza en el modo de controlador de voltaje, el voltaje en esta patilla puede variar casi desde Vcc hasta casi 0 V. Así es posible modificar los tiempos en que la salida está en alto o en bajo independiente del diseño. El voltaje aplicado a la patilla de control de voltaje puede variar entre un 45 y un 90 % de Vcc en la configuración monoestable. Cuando se utiliza la configuración astable, el voltaje puede variar desde 1.7 voltios hasta Vcc. Modificando el voltaje en esta patilla en la configuración astable causará la frecuencia original del astable sea modulada en frecuencia (FM). Si esta patilla no se utiliza, se recomienda ponerle un condensador de 0.01 $\mu$ F para evitar las interferencias.
- **Thershold (Umbral):** Es una entrada a un comparador interno que tiene el 555 y se utiliza para poner la salida a nivel bajo.
- **Discharge (Descarga):** Utilizado para descargar con efectividad el condensador externo utilizado por el temporizador para su funcionamiento.



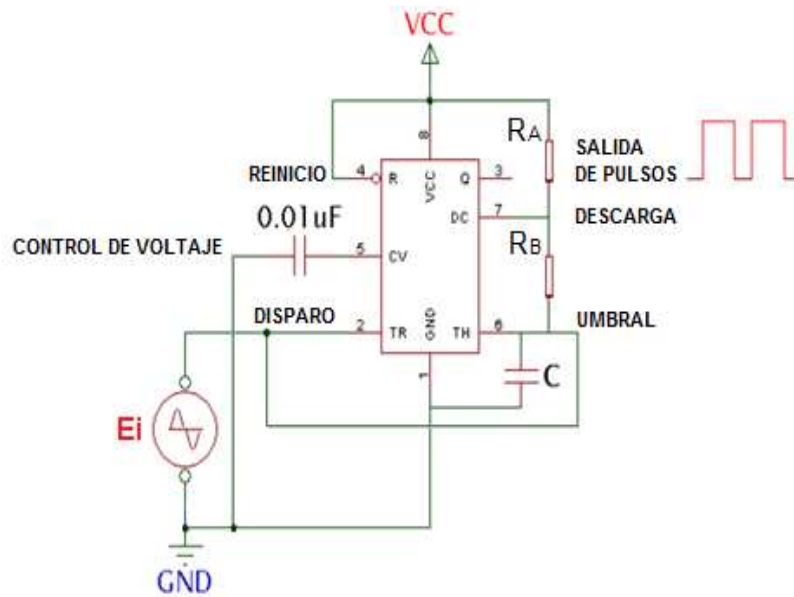
- **Vcc:** También llamado alimentación, es el pin donde se conecta el voltaje de alimentación que va de 4.5 voltios hasta 18 voltios (máximo). Hay versiones militares de este integrado que llegan hasta 18 Voltios.

- **Función Astable**

En su funcionamiento como multivibrador astable actúa como un oscilador que a su salida entrega un tren de pulsos de frecuencia variable, la cual varía de acuerdo a la resistencia de las puntas de prueba y por tanto a mayor humedad, mayor frecuencia.

El circuito del integrado 555 se diseña como multivibrador y se puede observar en la *Figura. 2.8*, al cual se le aplica una tensión  $E_i$  de entrada en los pines 2 y 6, a medida que estos pines van disminuyendo su nivel, el pin 3 sube su voltaje a su nivel más alto y el pin 7 actúa como un circuito abierto y el capacitor C se empieza a carga a través de  $R_A$  y  $R_B$ , la salida se mantiene en un estado alto ya que el integrado mantiene un estado de memoria que recuerda su estado anterior.

Cuando el capacitor C se carga completamente el voltaje a la salida disminuye y a través de la  $R_B$  comienza el proceso de descarga del capacitor C, así mismo se mantiene un estado de memoria recordando el estado anterior y la secuencia se repite. [7]



**Figura 2.8:** Circuito integrado LM555 como multivibrador astable.

#### 2.4.2 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.-

Al hablar de producción agrícola nos referimos a la forma de hacer agricultura, es decir, al conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras.

Las actividades relacionadas son las que integran el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas que abarca dicho sector tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del hombre: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos; etc.

Es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones.

También existen plantas creadas por ingeniería genética que producen sustancias especializadas (como, por ejemplo, el maíz transgénico, que, al igual que la

obtención de etanol, está modificando la economía de los cultivos de esta planta y la vida de las comunidades que de ella siguen dependiendo).

La manipulación genética, la mejor gestión de los nutrientes del suelo y la mejora en el control de las semillas han aumentado enormemente las cosechas por unidad de superficie, a cambio estas semillas se han vuelto más sensibles a plagas y enfermedades, lo que conlleva una necesidad de estos últimos mayor por parte del agricultor; Prueba de ello es el resurgimiento de antiguas variedades, muy resistentes a las enfermedades y plagas, por su rusticidad. Al mismo tiempo, la mecanización ha reducido la exigencia de mano de obra.

Las cosechas son generalmente menores en los países más pobres, al carecer del capital, la tecnología y los conocimientos científicos necesarios.

La agricultura moderna depende enormemente de la tecnología y las ciencias físicas y biológicas. La irrigación, el drenaje, la conservación y la sanidad, que son vitales para una agricultura exitosa, exigen el conocimiento especializado de ingenieros agrónomos. La química agrícola, en cambio, trata con la aplicación de fertilizantes, insecticidas y fungicidas, la reparación de suelos, el análisis de productos agrícolas, etc.

Las variedades de semillas han sido mejoradas hasta el punto de poder germinar más rápido y adaptarse a estaciones más breves en distintos climas. Las semillas actuales pueden resistir a pesticidas capaces de exterminar a todas las plantas verdes. Los cultivos hidropónicos, un método para cultivar sin tierra, utilizando soluciones de nutrientes químicos, pueden ayudar a cubrir la creciente necesidad de producción a medida que la población mundial aumenta.

Otras técnicas modernas que han contribuido al desarrollo de la agricultura son las de empaquetado, procesamiento y mercadeo. Así, el procesamiento de los alimentos, como el congelado rápido y la deshidratación han abierto nuevos horizontes a la comercialización de los productos y aumentado los posibles mercados.

#### 2.4.2.1 TIPOS DE AGRICULTURA.-



**Figura 2.9:** Riego en un cultivo de algodón<sup>5</sup>.

Existen un sinnúmero de tipos de agricultura (*Figura 2.9*), los mismos que pueden dividirse según muy distintos criterios de clasificación:

*a. Según su dependencia del agua:*

- De secano: es la agricultura producida sin aporte de agua por parte del mismo agricultor, nutriéndose el suelo de la lluvia o aguas subterráneas.
- De regadío: se produce con el aporte de agua por parte del agricultor, mediante el suministro que se capta de cauces superficiales naturales o artificiales, o mediante la extracción de aguas subterráneas de los pozos.

*b. Según la magnitud de la producción y su relación con el mercado:*

- Agricultura de subsistencia: Consiste en la producción de la cantidad mínima de comida necesaria para cubrir las necesidades del agricultor

---

<sup>5</sup> Wikipedia. *Riego*. Recuperado el 22 de enero de 2010 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Riego>

y su familia, sin apenas excedentes que comercializar. El nivel técnico es primitivo.

- Agricultura industrial: Se producen grandes cantidades, utilizando costosos medios de producción, para obtener excedentes y comercializarlos. Típica de países industrializados, de los países en vías de desarrollo y del sector internacionalizado de los países más pobres. El nivel técnico es de orden tecnológico. También puede definirse como Agricultura de mercado.

*c. Según se pretenda obtener el máximo rendimiento o la mínima utilización de otros medios de producción, lo que determinará una mayor o menor huella ecológica:*

- Agricultura intensiva: busca una producción grande en poco espacio. Conlleva un mayor desgaste del sitio. Propia de los países industrializados.
- Agricultura extensiva: depende de una mayor superficie, es decir, provoca menor presión sobre el lugar y sus relaciones ecológicas, aunque sus beneficios comerciales suelen ser menores.

*d. Según el método y objetivos:*

- Agricultura tradicional: utiliza los sistemas típicos de un lugar, que han configurado la cultura del mismo, en periodos más o menos prolongados.
- Agricultura industrial: basada sobre todo en sistemas intensivos, está enfocada a producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio -pero con mayor desgaste ecológico-, dirigida a mover grandes beneficios comerciales.

- Agricultura orgánica: crean diversos sistemas de producción que respeten las características ecológicas de los lugares y geobiológicas de los suelos, procurando respetar las estaciones y las distribuciones naturales de las especies vegetales. [8]

#### **2.4.2.2 ABONOS ORGÁNICOS.-**

Los abonos orgánicos son generalmente de origen animal o vegetal. Pueden ser también de síntesis (urea por ejemplo). Los primeros son típicamente desechos industriales tales como desechos de matadero (sangre desecada, cuerno tostado, etc.) desechos de pescado, lodos de depuración de aguas. Son interesantes por su aporte de nitrógeno de descomposición relativamente lenta, y por su acción favorecedora de la multiplicación rápida de la microflora del suelo, pero enriquecen poco el suelo de humus estable.

Los segundos pueden ser desechos vegetales (residuos verdes), compostados o no. Su composición química depende del vegetal de que proceda y de las circunstancias del momento. Además de sustancia orgánica contiene gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y calcio, así como un alto porcentaje de oligoelementos. También puede utilizarse el purín pero su preparación adecuada es costosa.

El principio de los abonos verdes retoma la práctica ancestral que consiste en enterrar las malas hierbas. Se realiza sobre un cultivo intercalado, que es enterrado en el mismo lugar.

Cuando se trata de leguminosas tales como la alfalfa o el trébol, se obtiene además un enriquecimiento del suelo en nitrógeno asimilable pues su sistema radicular asocia las bacterias del tipo *Rhizobium*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Para hacer esta técnica más eficaz se siembran las semillas con la bacteria. [9]

## **Importancia de los Abonos Orgánicos.-**

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas.

De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura.

Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo

invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, etc.

### **Propiedades de los Abonos Orgánicos.-**

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### ***a. Propiedades físicas***

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

#### ***b. Propiedades químicas***

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.



### *c. Propiedades biológicas*

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

### **Tipos de Abonos Orgánicos.-**

El extracto de algas, es normalmente producto compuesto carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos y extractos de algas cien por cien solubles.

Este producto es un bioactivador, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos.

Otro tipo de abono orgánico, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta.

Este segundo producto es de muy fácil asimilación por las plantas a través de hojas o raíces, aplicando tanto foliar como radicularmente, debido al contenido en distintos agentes de extremada asimilación por todos los órganos de la planta.

Otro abono orgánico, contiene un elevado contenido en aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc. El aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la

producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., al ser éstos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales de los vegetales.

Por último podemos destacar los típicos abonos orgánicos, que poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este, y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces.

Las sustancias húmicas incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento.

El aporte de distintos elementos nutritivos es fundamental para el desarrollo fisiológico normal de la planta, ya que alguna carencia en los mismos, pueden provocar deficiencias en la planta que se pueden manifestar de diferentes formas. [10]

#### **2.4.2.3 HUMUS DE LOMBRIZ.-**

##### **Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*).-**

Las lombrices rojas "californianas" (*Figura 2.10*) fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en California (EEUU). Esta lombriz originaria de Eurasia es *Eisenia Foetida*. Especie que en alguna literatura no científica se denomina "Rojo Híbrido", lo que ha dado lugar a no pocas confusiones ya que no se trata de un híbrido sino de una lombriz que al igual que el resto de sus parientes son el resultado de la selección natural. Al presente es la especie más cultivada en el mundo entero, dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales, potencial reproductor y capacidad de apiñamiento.

Sus principales características son:

- Es de color rojo oscuro.
- Respira por medio de su piel.
- Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramos.
- No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- Vive aproximadamente unos 4,5 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1.300 lombrices al año.
- La lombriz californiana avanza excavando en el terreno a medida que come, depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes artificiales.
- Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fosforo, 5 veces más potasio, 2 veces más calcio, que el material orgánico que ingirieron.

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas que no superen los 40°C, y al menos, una temporada con temperaturas promedio inferiores, siendo los climas templados los ideales.

Con una temperatura 14°C a 27°C éstas lombrices alcanzan su máxima capacidad de reproducción, se reproducirán menos durante los meses más cálidos y los más fríos. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

Las lombrices adultas pesan de 0,24 hasta 1,4 gramos, comiendo una ración diaria equivalente a su propio peso, de la cual un 55% se traduce en abono, lo que hace muy interesante a la lombricultura, incluso si consideramos la carne de lombriz producida a partir de desperdicios. [11]



**Figura 2.10:** Lombriz roja californiana

#### **Producción del Humus De Lombriz.-**

Humus, materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos.

Al inicio de la descomposición, parte del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno se disipan rápidamente en forma de agua, dióxido de carbono, metano y amoníaco, pero los demás componentes se descomponen lentamente y permanecen en forma de humus.

La composición química del humus varía porque depende de la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos y ciertos tipos de escarabajos, pero casi siempre contiene cantidades variables de proteínas y ciertos ácidos urónicos combinados con ligninas y sus derivados.

El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco.

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. Su cantidad de humus afecta también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad.

El desarrollo ideal de los cultivos, por ejemplo, depende en gran medida del contenido en humus del suelo. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura añadiendo humus al suelo en forma de compost o estiércol.

Entre los pasos más importantes para la producción de humus de lombriz se encuentran los siguientes:

- Las camas o lechos de producción deben estar ubicadas en una zona seca, bien drenada y con un leve desnivel. Como podemos ver en la **Figura 2.11** estos lechos son bastidores rectangulares sobre el suelo con paredes de no menos de 30 cm de alto, 1m de ancho como mínimo y longitud variable.



**Figura 2.11:** Lechos de producción de humus de lombriz.

- Llenar el lecho con una capa de materia orgánica preparada y colocar las lombrices en hilera o en zigzag y cubrirlas con otra capa de materia

orgánica. De esta misma forma se debe proceder a llenar el resto de lechos como se ve en la *Figura 2.12*.



**Figura 2.12:** Lecho con materia orgánica y lombrices.

- La alimentación debe ser periódica y el riego continuo (*Figura 2.13*). Se recomienda que el agua que se usa para las funciones de riego debe poseer un pH neutro y no salino para evitar que el humus tenga una tendencia de esta naturaleza.



**Figura 2.13:** Sistema de riego tecnificado en cada lecho.





**Figura 2.14:** Micro-aspersores ubicados a lo largo de cada lecho.

- Mantener una adecuada temperatura y humedad dentro de los lechos (*Figura 2.14*) y regular el pH utilizando papel tornasol (si es muy ácida aplicar cal apagada  $300 \text{ g/m}^2$ ). Finalmente cuídese de plagas como ratas y pájaros que se podrían comer las lombrices por ser muy ricas en proteínas.
- Este proceso de transformación de materia orgánica en humus de lombriz dura aproximadamente 6 meses, luego de este tiempo estará listo para cosechar el humus de lombriz, pero antes de cosecharlo debemos colocar trampas, con la finalidad de sacar la mayor cantidad de lombrices de la parte más interna de la cama o lecho. Trampas como las que se observa en la *Figura 2.15* se hacen con montones de alimento fresco que se coloca por el centro de las camas y se lo puede realizar hasta tres veces por semana.



**Figura 2.15:** Trampas para recolección de lombrices.

- La **Figura 2.16** muestra que una vez que ya no quedan lombrices en los lechos, todo este material queda listo para cernirlo, de manera que quede un producto fino y migajoso de color café-gris granulado e inodoro, es decir, sin olor. Se recomienda cernirlo en una zaranda gruesa para desterronar a fin de presentar un producto de mejor aspecto y finalmente almacenarlo bajo sombra (**Figura 2.17**). [12]



**Figura 2.16:** Proceso de cernir humus para obtener producto final.





**Figura 2.17:** Almacenamiento bajo sombra del humus.

Para poder determinar que el producto que estamos cosechando es de buena calidad, tendremos en cuenta entre otras cosas parámetros como:

- pH neutro, en un rango entre 6.7 a 7.3
- Contenidos de materia orgánica superiores a 28%
- Nivel de nitrógeno superior a 2%
- Relación C/N en un rango entre 9 y 13
- Contenidos de cenizas no superiores a 27%

El humus de lombriz además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro.

Las características más importantes de este abono orgánico son:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.

- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bio – orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

### **Beneficios y Propiedades Agrícolas del Uso de Humus de Lombriz.-**

Entre los beneficios agrícolas se tiene que:

- El humus es una sustancia negruzca y su naturaleza es ácida, dando al suelo mejor estructura, también se encuentran sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de la planta. Así mismo, puede retener la humedad del suelo por mayor cantidad de tiempo.
- Como abono orgánico es excelente, mejora la actividad biológica del suelo, gracias a su gran flora microbiana, favorece la absorción de nutrientes, mejora la estructura del suelo e incrementa la retención de la humedad.

Entre las propiedades agrícolas se puede apreciar que:

- El humus de lombriz equivale al doble de nitrógeno y potasio que aporta el estiércol de vacuno y es mucho más rico en fósforo. El rendimiento productos como el maíz producido con humus de lombriz en el extranjero es el triple del producido con fertilizantes químicos, induce a la

producción hormonal de auxinas y giberelinas para contribuir con el crecimiento de las plantas, además evita la clorosis férrica.

- La actividad residual del humus permanece en el campo hasta por 5 años. La forma de aplicar al campo es al inicio de instalar un cultivo, ésta no debe enterrarse y luego de esparcido en el campo debemos regar para activar la flora bacteriana benéfica al suelo.
- El humus de lombriz presenta en promedio 1.8 % de nitrógeno, 5% de fósforo, 1.3 % de potasio, 5 % de calcio, 1.3 % de magnesio. Se recomienda utilizar para el abonado 2 kg /árbol frutal, 1 Kg /m<sup>2</sup> de hortalizas, igual cantidad en el trasplante de árboles frutales.
- El humus contiene aproximadamente un 5% de nitrógeno y 60% de carbono y tiene una capacidad de intercambio catiónico de 4 a 7 veces más que los coloides minerales de la arcilla.
- El humus puede ser considerado como un estado de descomposición de la materia orgánica, es insoluble en agua. El humus es una fuente importante de nutrientes. La energía liberada en forma de calor, la generación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de agua y la presencia de microorganismos especializados favorece la conversión de elementos en nutrientes, así como del nitrógeno, como nitrato y amonio, del azufre como sulfato, del fósforo como PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> fosfato, y la de muchos nutrientes como simples iones metálicos Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> K<sup>+</sup> que son utilizados en un nuevo ciclo de vida. Algunos iones por oxidación, hacen menos solubles, tales como el hierro y el manganeso. Una propiedad del humus es su alta capacidad de cationes de cambio. Durante la descomposición de la lignina y la humificación, hay un incremento en el grupo carboxilo, por consiguiente, el humus además de presentar por este motivo una alta capacidad de cationes de cambio, adsorbe nutrientes disponibles, evita el lavaje y los pone a disposición de las plantas.

- El humus tiene entre 4 – 6 % de nitrógeno mientras que el contenido de carbono es 58 %, por consiguiente la relación C/N varía entre 10 a 12 % y ello es variable según la cantidad y calidad de los residuos y del grado de descomposición.

## **2.5 Hipótesis.-**

El diseño de un sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad permitirá tecnificar la producción en los lechos de humus de lombriz de la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.

## **2.6 Determinación de Variables.-**

### **2.6.1 Variable Independiente.-**

Sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad.

### **2.6.2 Variable Dependiente.-**

Lechos de producción de humus de lombriz de la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Enfoque.-**

La investigación tendrá un enfoque cuali – cuantitativo porque el investigador se involucrará en el problema, lo analizará, lo contextualizará, tomará decisiones y sugerirá una posible solución al mismo; además se requerirá información que será proporcionada por el tutor de la empresa.

### **3.2 Modalidades Básicas de la Investigación.-**

#### **3.2.1 Investigación de Campo.-**

El investigador estará en contacto directo con el problema para recabar la mayor cantidad de información, la contextualizará y analizará, se relacionará con las personas que se encuentran involucradas con los procesos de producción y de esta manera formulará la propuesta que solucionará el problema.

#### **3.2.2 Investigación Documental - Bibliográfica.-**

La investigación documental – bibliográfica le permitirá al investigador sustentar la investigación con criterios y conocimientos de personas especializadas en temas relacionados sobre el problema que se pretende solucionar, además permitirá establecer conceptos, ampliar conocimientos y profundizar en la información para construir un marco teórico fuerte que permita respaldar el proceso investigativo.

### **3.2.3 Proyecto Factible.-**

Es un proyecto factible y de mucho interés para la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA., ya que el trabajo se desarrollo bajo una propuesta, es práctico y viable ya que permite solventar las necesidades que requiere la empresa; luego de realizar una investigación de campo y de fundamentar una propuesta en una base teórica sostenible y confiable.

### **3.3 Nivel o Tipo de Investigación.-**

La investigación iniciará en el nivel exploratorio porque el investigador se involucrará y conocerá el problema, tendrá una visión clara y directa; se pasará al nivel descriptivo para explicar las propiedades, características y rasgos del problema; seguirá con el nivel correlacional porque se relacionan las variables dependiente e independiente y concluirá en el nivel explicativo ya que se detallará la solución al problema.

### **3.4 Población y Muestra.-**

#### **3.4.1 Población.-**

La población la constituyen las personas que laboran en la empresa, quienes nos definen las necesidades de BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.

#### **3.4.2 Muestra.-**

Por ser el número de integrantes de la población muy limitado, se trabajará con su totalidad.

### **3.5 Recolección de la Información.-**

Una vez cumplida la recolección de información de la investigación, se procedió al análisis de los datos obtenidos, lo que sirvió como un punto de referencia para dar inicio al tema propuesto.

### **3.6 Procesamiento y Análisis de la Información.-**

El procesamiento de la información recolectada seguirá el siguiente procedimiento:

- Revisión de la información recolectada.
- Repetición en la recolección de información en determinados casos individuales para corregir errores.
- Manejo de la información.
- Estudio estadístico de datos para realizar la representación de resultados.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Recopilación de la Información.-

- *La población, modelo de encuestas y objetivo*

La población para las encuestas están definidas en un número de 26 encuestas y las mismas están dirigidas a los empleados encargados de la producción de humus de lombriz en la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.

El modelo de encuesta que se ha utilizado para recopilar la información ha sido ubicado en la sección final de este documento en el *Anexo I*.

#### 4.2 Análisis e Interpretación de la Información Recopilada.-

Una vez realizadas las 26 encuestas a los empleados se obtuvieron los varios resultados, que servirán de base para tener una visión más clara de la situación real de la empresa.



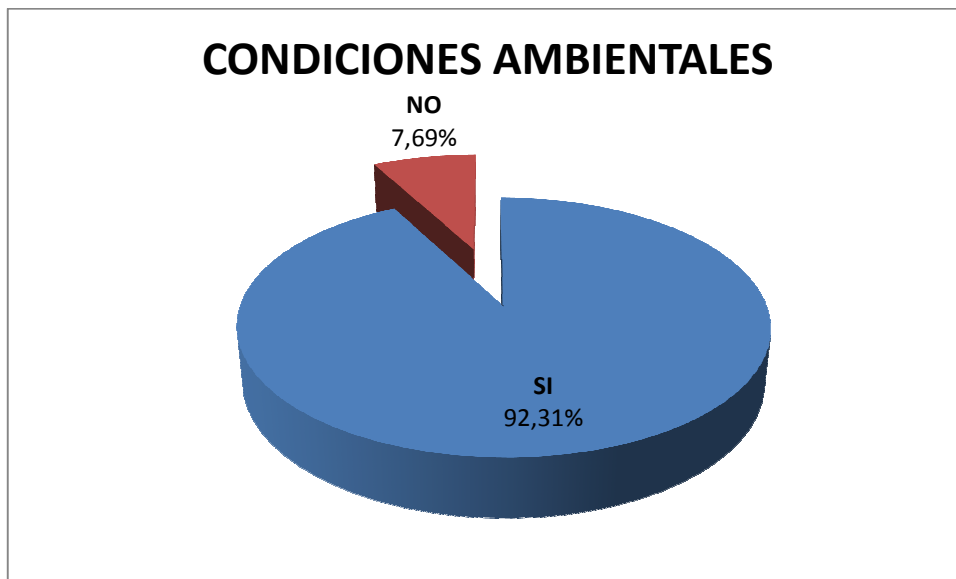
**CUADRO #1**  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ**

1. ¿Influyen las condiciones ambientales en la producción de humus de lombriz?

**Tabla 4.1:** Tabulación de respuestas - Pregunta 1

| <b>RESPUESTAS</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|-------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>SI</b>         | 24              | 92,31                 |
| <b>NO</b>         | 2               | 7,69                  |
| <b>TOTAL</b>      | 26              | 100                   |

**Fuente:** Marco Xavier Aillón Abril



**Figura 4.1:** Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 1

**Análisis:**

Esta pregunta ha sido planteada con el objeto de conocer la opinión de los empleados acerca de si se considera importante la influencia de las condiciones ambientales en la producción del humus de lombriz y su respuesta fue afirmativa en un 92,31% de un total de 26 personas encuestadas.

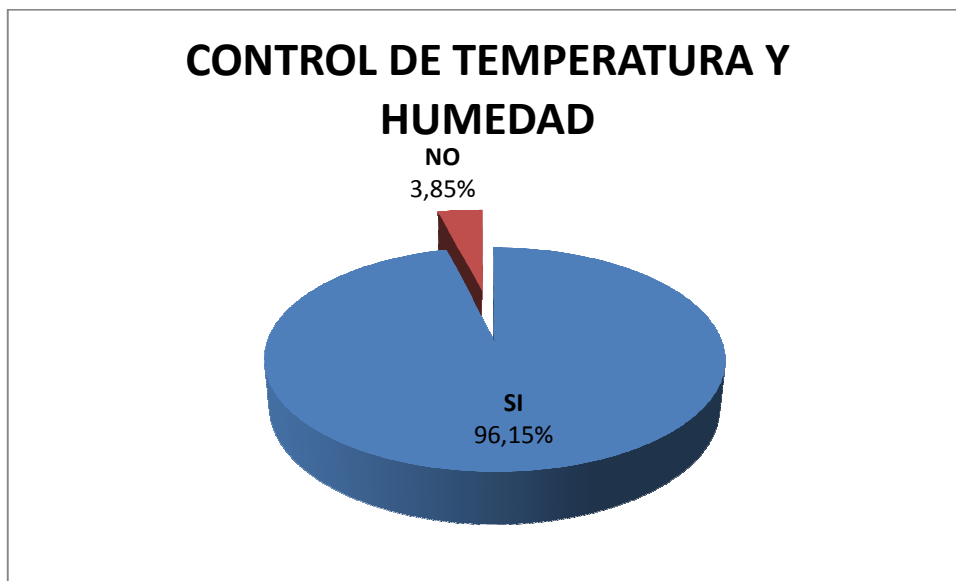
**CUADRO #2**  
**CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**

2. ¿Es necesario controlar la temperatura y la humedad que existe en los lechos de humus de lombriz?

**Tabla 4.2:** Tabulación de respuestas - Pregunta 2

| <b>RESPUESTAS</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|-------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>SI</b>         | 25              | 96,15                 |
| <b>NO</b>         | 1               | 3,85                  |
| <b>TOTAL</b>      | 26              | 100                   |

**Fuente:** Marco Xavier Aillón Abril



**Figura 4.2:** Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 2

**Análisis:**

Con los resultados obtenidos en esta pregunta los encuestados afirman en un 96,15% que es muy importante que se controle tanto la temperatura como la humedad en el proceso de producción de humus de lombriz, mientras que un 3,85% de un total de 26 personas encuestadas opinan que no es necesario este tipo de control.

**CUADRO #3**  
**MÉTODOS ACTUALES CORRECTOS PARA CONTROL DE**  
**TEMPERATURA Y HUMEDAD**

3. ¿Piensa Ud. que son correctos los métodos que se emplean actualmente, para controlar la temperatura y la humedad del humus de lombriz dentro de sus lechos en que se producen?

**Tabla 4.3:** Tabulación de respuestas - Pregunta 3

| <b>RESPUESTAS</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|-------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>SI</b>         | 2               | 7,69                  |
| <b>NO</b>         | 24              | 92,31                 |
| <b>TOTAL</b>      | 26              | 100                   |

**Fuente:** Marco Xavier Aillón Abril



**Figura 4.3:** Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 3

**Análisis:**

Con los resultados obtenidos en esta pregunta, se ha confirmado en un 92,31% la insatisfacción de los empleados al no contar con un método adecuado para realizar el control de la temperatura y la humedad en los lechos de producción de humus

de lombriz, mientras que un 7,69% de las 26 personas encuestadas están conformes con los métodos que se utilizan actualmente.

#### CUADRO #4

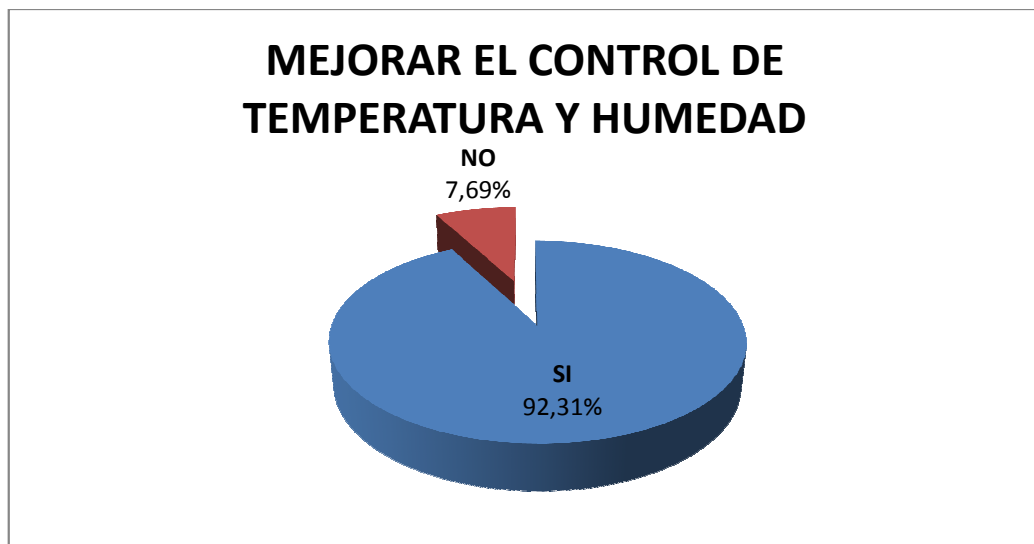
##### MEJORAR EL CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

4. ¿Ud. cree que al tener un mejor control de la temperatura y de la humedad se podría optimizar el tiempo y los recursos que se emplean en la actualidad en la producción de humus de lombriz?

**Tabla 4.4:** Tabulación de respuestas - Pregunta 4

| RESPUESTAS | CANTIDAD | PORCENTAJE (%) |
|------------|----------|----------------|
| SI         | 24       | 92,31          |
| NO         | 2        | 7,69           |
| TOTAL      | 26       | 100            |

Fuente: Marco Xavier Aillón Abril



**Figura 4.4:** Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 4

Fuente: Marco Xavier Aillón Abril

**Análisis:**

De acuerdo a las respuestas obtenidas en esta pregunta los 26 encuestados afirman en un 92,31% que es muy importante que se controle de una mejor manera, de forma más tecnificada tanto la temperatura como la humedad en el proceso de producción de humus de lombriz.

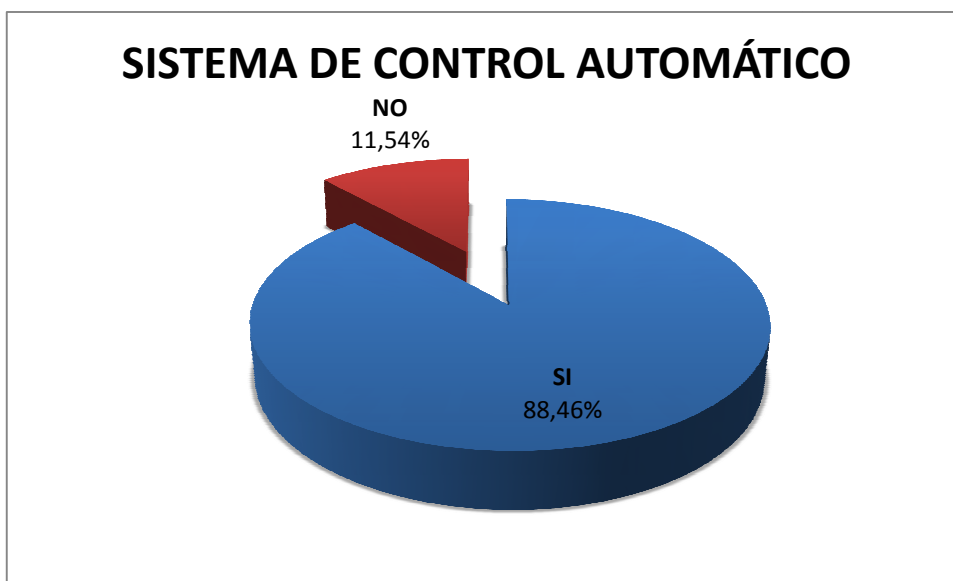
**CUADRO #5**  
**SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y**  
**HUMEDAD**

5. ¿Está Ud. de acuerdo con que se implemente un sistema automático de control de temperatura y humedad?

**Tabla 4.5:** Tabulación de respuestas - Pregunta 5

| <b>RESPUESTAS</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PORCENTAJE (%)</b> |
|-------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>SI</b>         | 23              | 88,46                 |
| <b>NO</b>         | 3               | 11,54                 |
| <b>TOTAL</b>      | 26              | 100                   |

**Fuente:** Marco Xavier Aillón Abril



**Figura 4.5:** Gráfica porcentual de respuestas – Pregunta 5

**Análisis:**

Tomando en cuenta la información recabada en esta pregunta, de los 26 empleados encuestados, un 88,46% consideran necesario realizar un estudio para la posterior implementación de un sistema que les permita controlar de manera más adecuada parámetros como temperatura y humedad, los cuales son muy importantes para la producción de humus de lombriz en los lechos de la empresa.

**4.3 Análisis General de la Información Recopilada**

De acuerdo a la información recabada a través de la encuesta realizada a 26 trabajadores de la empresa, se ha podido determinar varios aspectos importantes, entre los que podemos mencionar que las condiciones ambientales influyen directamente a la producción de este abono orgánico, un 96,15% cree necesario el control de temperatura y humedad en los procesos de elaboración de humus de lombriz. Además existe inconformidad por parte de la mayoría de los trabajadores ya que afirman que los métodos utilizados actualmente en la producción son incorrectos. También se ha podido constatar que casi la totalidad de las personas encuestadas opinan que al tener un mejor control de temperatura y humedad se optimizarían tiempo y recursos, por tal razón están de acuerdo con que se debería tecnificar la producción a través de la implantación de un sistema que controle automáticamente estos parámetros.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones.-**

- De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas en la empresa a personas involucradas en la producción de humus de lombriz, se ha podido constatar que existe la necesidad de tecnificar los procesos a través del uso de nuevas tecnologías que permitan controlar variables físicas como temperatura y humedad.
- Los dispositivos electrónicos que se han utilizado tanto para el acondicionamiento de los sensores de temperatura con el C.I. LM35, como el C.I. LM555 que actúa como un sensor de humedad resistivo, tienen un bajo costo y brindan las prestaciones idóneas para su funcionamiento dentro del sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad.
- Existen en la actualidad varios lenguajes de programación, que se utilizan para la elaboración de aplicaciones gráficas que permiten la automatización y el control de procesos de producción, los mismos que cualquier persona con conocimientos básicos de computación puede manejar apoyándose en el manual de usuario.
- Los sistemas SCADA garantizan rapidez, flexibilidad y confiabilidad en el procesamiento de la información que se obtiene de los procesos

productivos. Además son sistemas considerablemente económicos de construir y su funcionamiento es relativamente fácil de comprender.

- Este proyecto permite tecnificar la producción de humus en la empresa BIOAGROTECSA CIA. LTDA., debido a factores técnicos, optimizando tiempo y recursos; comprobados en encuestas realizadas, diseño de un sistema de acuerdo a los requerimientos de la calidad del humus y un análisis de costo-beneficio.



## 5.2 Recomendaciones.-

- Es necesario tomar en cuenta los criterios de las personas involucradas en los procesos de producción dentro de la empresa, ya que sus necesidades y sugerencias nos servirán como punto de partida para la realización del proyecto.
- Para diseñar cualquier tipo de sistema se debe realizar previamente un esquema general, el mismo que debe contener todas las variables que se van a manejar, los procesos que se desea efectuar y los elementos de debe contener, con el objeto de tener una idea más clara del funcionamiento general del sistema.
- La empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. en su afán de tecnificar la producción de humus de lombriz debería tomar en cuenta el diseño e implementación de un sistema automático de monitoreo, como el que se plantea en este proyecto.
- La interfaz gráfica de usuario dentro de un sistema de control automático debe poseer un entorno fácil de comprender, en donde las instrucciones sean sencillas para cada uno de los procesos que se desea monitorear y para las ordenes de ejecución que se vayan a aplicar. Esto facilitará el trabajo de la persona que esté en contacto con la misma.
- El sistema debe ser flexible, porque permite la convergencia para la aplicación de nuevas tecnologías de sistemas de control y comunicaciones de datos, para lo cual se recomienda que la empresa en un futuro implante nuevos sistemas con el avance de la industria.

**CAPITULO VI**  
**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA DE**  
**CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA**  
**LOS LECHOS DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA**  
**EMPRESA BIOAGROTECSA CÍA. LTDA**

Los sistemas SCADA brindan un gran beneficio a las empresas que cuentan con este tipo de tecnología, ya que son muy útiles para el control de los procesos y el mejoramiento de la productividad dentro de las mismas. Es por eso que BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. con una gran visión, se ha propuesto como uno de sus principales propósitos mejorar su producción, en base a la aplicación de nuevas tecnologías que le permitan sobresalir como empresa en un mercado nuevo y a su vez muy competitivo.

Con el diseño de este sistema SCADA se pretende como objetivo fundamental la tecnificación de los procesos en la producción de humus de lombriz, ya que se mejorará el control de temperatura y humedad en cada uno de los lechos de compostaje que poseen la empresa, dejando de lado los métodos caducos que son utilizados en la actualidad y permitiendo que se pueda manejar, controlar y vigilar estos parámetros de forma sistemática y organizada.

De forma específica, el estudio que se propone a continuación pretende mejorar el control de temperatura y humedad que existen en cada lecho de producción de humus de lombriz, obteniendo muchas ventajas entre las cuales podemos mencionar el monitoreo en tiempo real de la temperatura y la humedad, la visualización de curvas históricas de la variación de estos parámetros, la activación de alarmas que nos indiquen valores de temperatura y humedad fuera

del rango óptimo para su producción y la activación de actuadores que nos permitan corregir dichos valores en forma sectorizada.

Los diseños de los circuitos impresos de cada uno de los dispositivos que se mencionan a continuación se encuentran especificados en el **Anexo 3**.

Para iniciar el diseño del sistema SCADA de control de temperatura y humedad en los lechos de producción de humus de lombriz de la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA., se lo va a dividir en varias partes, las mismas que se desarrollarán de la siguiente manera:

1. Esquema general del sistema SCADA
2. Selección y acondicionamiento de sensores
3. Selección de actuadores
4. Diseño de circuitos electrónicos de control y potencia
5. Diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario
6. Requerimientos del sistema y costos
7. Análisis Costo – Beneficio

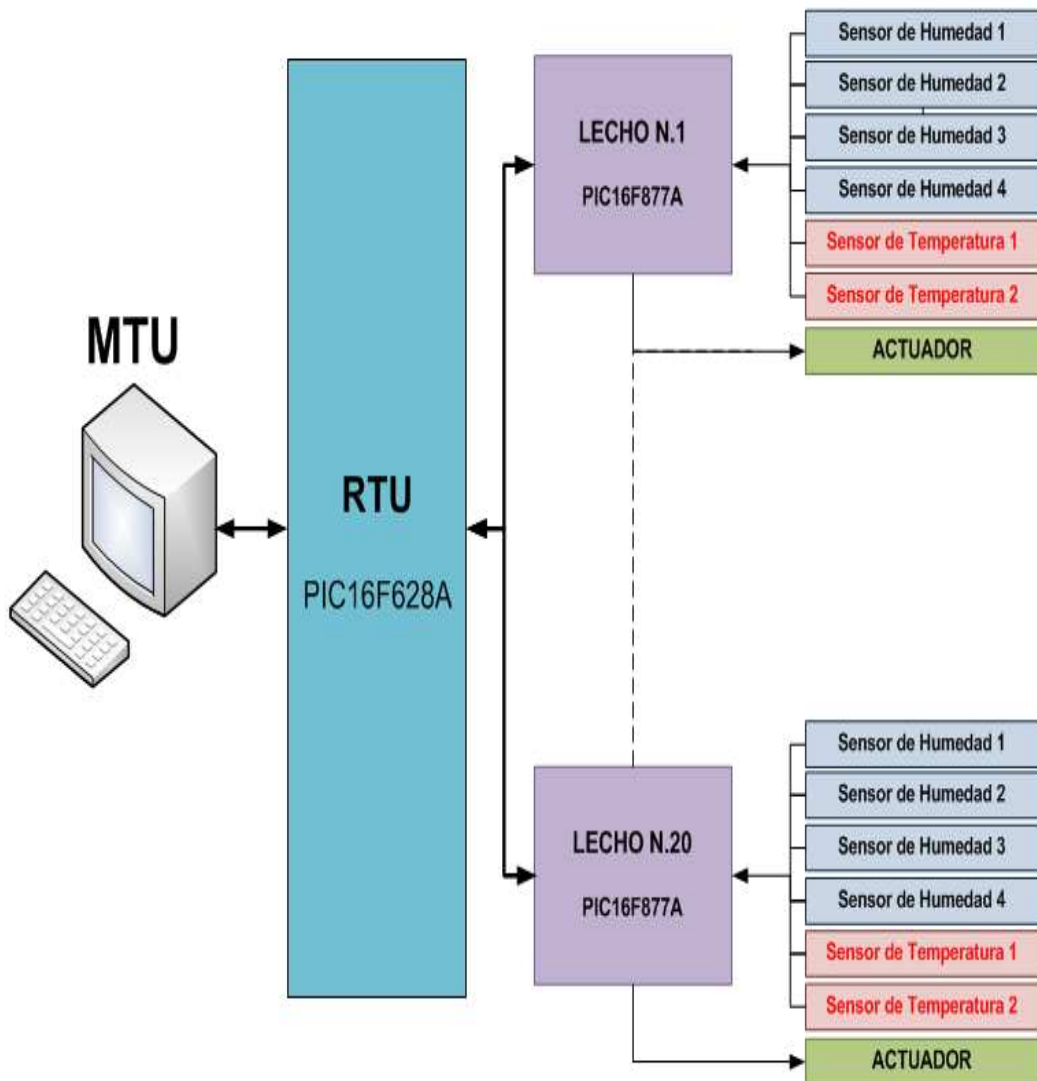
### **6.1 Esquema General del Sistema SCADA.-**

Para poder realizar el diseño de este sistema SCADA hay que tomar en cuenta varios parámetros fundamentales, entre los que podemos destacar la unidad terminal maestra (MTU), la unidad terminal remota (RTU) y los dispositivos de campo (sensores y actuadores, etc.). La unidad terminal maestra está compuesta por un computador principal, el cual, a través de su interfaz hombre máquina cumple con la función de supervisión y recolección de la información de la terminal remota (**Figura 6.1**).

La RTU sirve para recopilar datos para transmitirlos hacia la terminal maestra. Esta unidad terminal remota posee entradas para la medición de las variables

dentro de los procesos y salidas para control, activación de alarmas y puerto de comunicaciones.

Los dispositivos de campo que se utilizan para este sistema son sensores de temperatura, sensores de humedad y actuadores, los mismos que cumplen un papel importante, ya que son los encargados de realizar la adquisición de los datos que se tienen en cada proceso. La comunicación que se va a utilizar es mediante el puerto serial, de tal manera que se torne más sencillo el manejo y control de los datos recopilados mediante los sensores, es decir, la comunicación entre un computador y los microcontroladores.



**Figura 6.1:** Diagrama básico del Sistema SCADA.

## 6.2 Selección y Acondicionamiento de Sensores.-

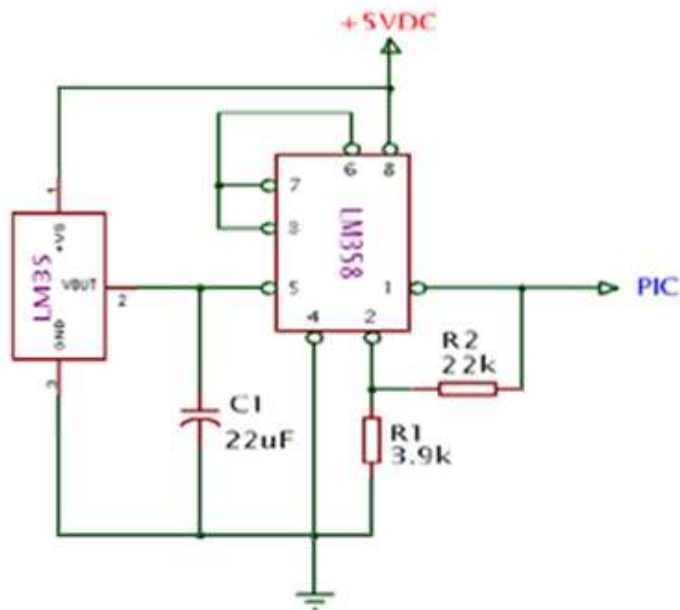
Es necesario seleccionar y acondicionar sensores que permiten adaptar las variables físicas de temperatura y humedad medidas en el campo para transformarlas en variables eléctricas que puedan ser interpretadas por los otros equipos.

### 6.2.1 Sensor de Temperatura.-

#### 6.2.1.1 Acondicionamiento del Circuito integrado LM35.-

El circuito integrado LM35 es un sensor de temperatura comercial, que tiene la característica de que por cada grado centígrado a su salida se incrementa 10mV.

Este sensor no necesita ser acondicionado externamente, ya que su salida puede ser conectada directamente al convertor análogo – digital del microcontrolador, sin embargo, el voltaje de salida mínimo que es de 10mV podría confundirse con ruido, por esta razón y para este diseño es mejor acondicionar una etapa amplificadora, con el uso del circuito integrado LM358 como se muestra en la *Figura 6.2*.

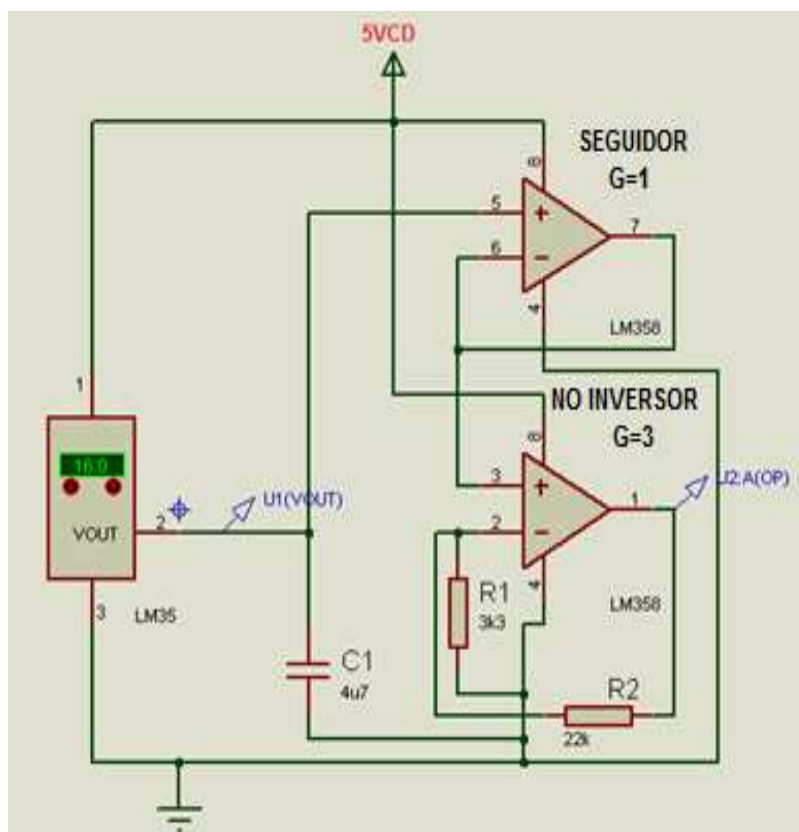


**Figura 6.2:** Sensor de temperatura con su fase de amplificación.

En la **Figura 6.3** se muestra el circuito que conforma en sensor de temperatura con su etapa de amplificación, en donde el circuito integrado LM35 posee una precisión aceptable para la función que va a realizar, pero a su salida su valor de voltaje es relativamente bajo, por lo que se a adicionado un amplificador LM358, el mismo que en su estructura interna consta de dos amplificadores.

El primer amplificador está conectado de tal manera que funciona con un “seguidor” de voltaje, cuya función es acoplar la señal y se coloca un capacitor en su terminal positivo con el objetivo de evitar señales de ruido.

El segundo amplificador cumple la función de un “no inversor”, el cual evita que esta señal proveniente del sensor de temperatura se confunda con señales de ruido, cuyos valores fluctúan en el orden de los milivoltios.



**Figura 6.3:** Configuración del amplificador LM358.

A la salida del sensor de temperatura LM35 y con su fase de amplificación se obtienen una relación lineal y equivale entre los valores de voltaje y temperatura, en la **Tabla 6.1** se muestra los valores medidos de voltaje en un rango de 0 a 60 grados centígrados:

**Tabla 6.1:** Relación entre valores de voltaje y temperatura

| <b>VOLTAJE (V)</b> | <b>TEMPERATURA (°C)</b> |
|--------------------|-------------------------|
| 0,24               | 0                       |
| 0,46               | 5                       |
| 0,81               | 10                      |
| 1,12               | 15                      |
| 1,57               | 20                      |
| 1,96               | 25                      |
| 2,34               | 30                      |
| 2,73               | 35                      |
| 3,11               | 40                      |
| 3,50               | 45                      |
| 3,87               | 50                      |
| 3,96               | 55                      |
| 4,06               | 60                      |

Estas señales de voltaje son dirigidas al PIC 16F877A que está programado para funcionar como un conversor A/D (Análogo/Digital) con salida serial de 8 bits, es decir; cada grado centígrado censado es representado por un código binario de 8 bits para que pueda ser leído por la RTU constituida por el PIC 16F628A.

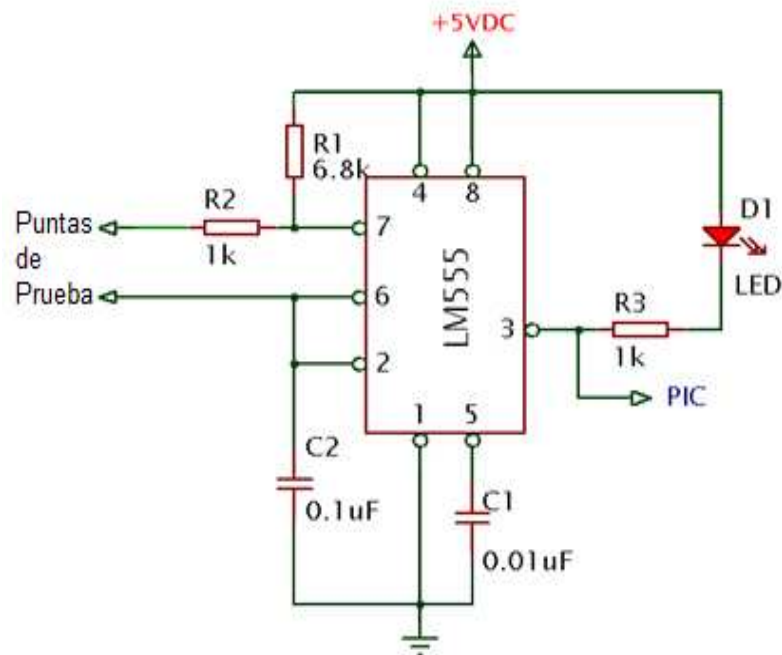
## **6.2.2 Sensor de Humedad.-**

### **6.2.2.1 Acondicionamiento del Circuito integrado LM555.-**

Como ya se mencionó anteriormente se ha acondicionado el circuito integrado LM555 para que opere como un multivibrador astable, en donde a medida que

varía la resistencia en la entrada de los pines 6 y 7 se genera un tren de pulsos que tiene una frecuencia variable. Esta variación de frecuencia es la que se tabula y que genera una relación humedad – frecuencia.

En la **Figura 6.4** se puede observar el esquema de los sensores de humedad, con los valores especificados por su fabricante para que el funcionamiento del LM555 sea correcto.



**Figura 6.4:** Esquema del sensor de humedad.

El fabricante sugiere que se deberían utilizar los siguientes valores para un correcto funcionamiento del circuito integrado LM555, para lo cual,  $R_2=1k\Omega$  y  $C_1=0.01\mu F$  para formar así un filtro.

Ese es un sensor de humedad resistivo, ya que a la salida del circuito integrado LM555 se genera un tren de pulsos, cuya frecuencia cambia de acuerdo a la variación en la resistencia entre los terminales 6 y 7, de acuerdo a la **Tabla 6.1** podemos observar la relación que existe entre el porcentaje de humedad que se obtiene gracias a la variación de frecuencia (Hz).



**Tabla 6.2:** Relación entre valores de frecuencia y humedad.

| <b>FRECUENCIA (Hz)</b> | <b>HUMEDAD (%)</b> |
|------------------------|--------------------|
| 0                      | 0                  |
| 56                     | 10                 |
| 141                    | 20                 |
| 278                    | 30                 |
| 467                    | 40                 |
| 533                    | 50                 |
| 734                    | 60                 |
| 875                    | 70                 |
| 1089                   | 80                 |
| 1345                   | 90                 |
| 1636                   | 100                |

### **6.3 Selección de Actuadores.-**

#### **6.3.1 Acondicionamiento del Circuito de Activación de Electroválvulas.-**

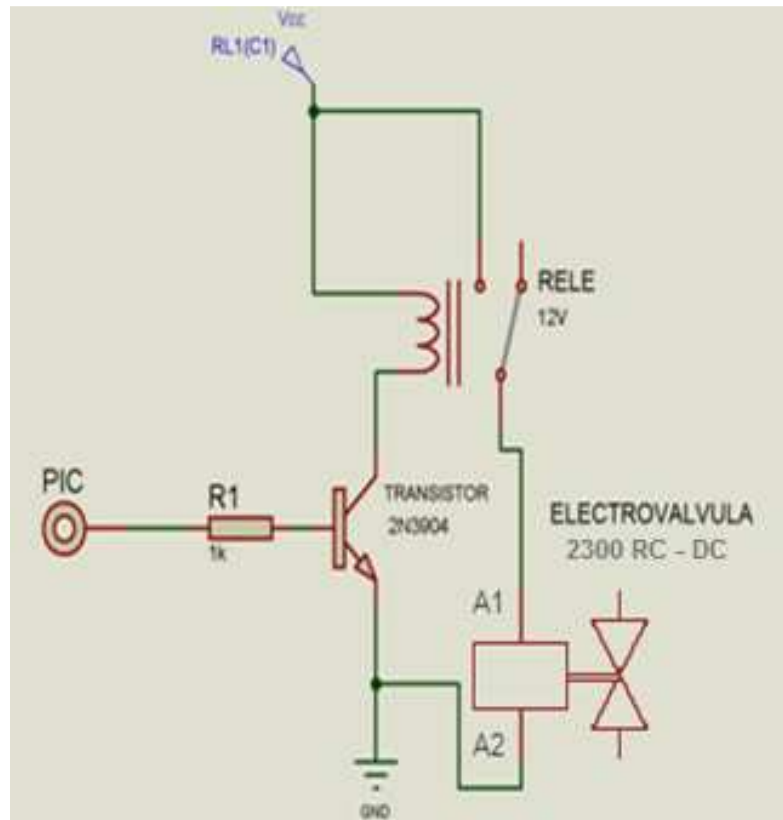
La Empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. cuenta con un sistema de riego por medio de microaspersores, los mismos que se encuentran ubicados a lo largo de cada lecho de compostaje, los cuales que se encargan de mantener la humedad del humus dentro de los rangos apropiados para su mejor producción.

Este sistema de riego tiene una tubería de un diámetro de 3/4 de pulgada y una presión de agua que varía entre 15 y 75 PSI. Es por esta razón que se ha seleccionado la electroválvula 2300 RC – DC que funciona con una tensión de 9 a 12V, posee el mismo diámetro que la tubería del sistema de riego, además trabaja perfectamente con una presión que va desde 0,7 a 10 ATM ó su equivalente que es 10,5 a 150 PSI.

Con el empleo de dispositivos como estas electroválvulas se controlará la activación del sistema de microaspersión de forma sectorizada a través de la

MTU, para de esta manera ahorrar recursos como el agua, que es fundamental en este proceso de producción y que muchas veces es mal utilizada.

En la **Figura 6.5** se puede ver el esquema del circuito de mando que activa a la electroválvula 2300 RC – DC en cada una de las camas de compostaje de humus.



**Figura 6.5:** Esquema para conexión de la electroválvula.

En este circuito se cuenta con un transistor 2N3904 que funciona como un amplificador de corriente, el mismo que está seguido de un relé de 12V, que al recibir la señal de corriente proveniente del PIC magnetiza su bobina para accionar el contacto y de esta manera activar la electroválvula.

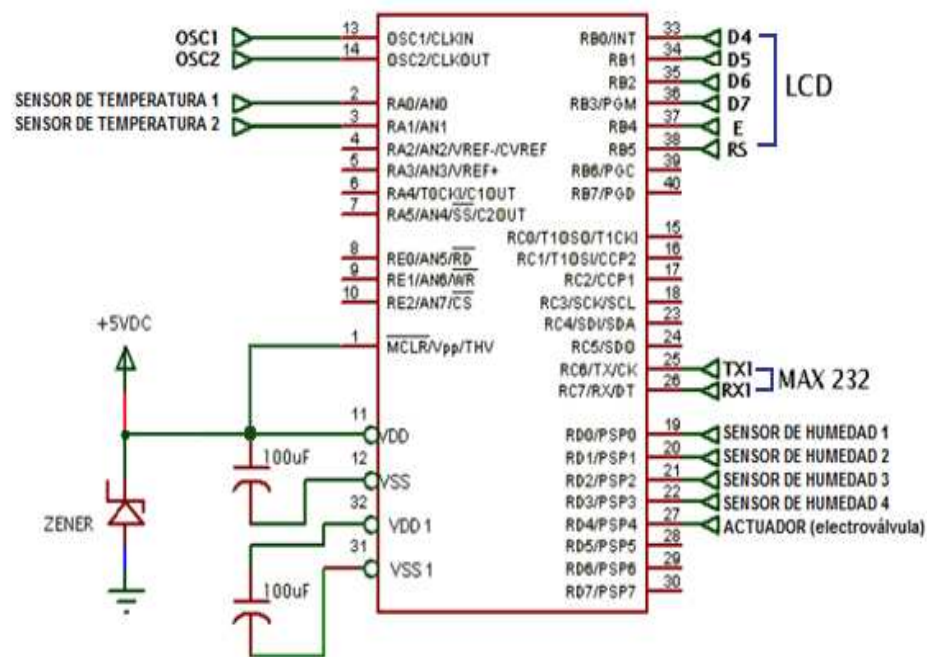
## 6.4 Diseño de Circuitos Electrónicos de Control y Potencia.-

### 6.4.1 Diseño del Módulo para el Funcionamiento del PIC 16F877A.-

Los sensores acondicionados anteriormente miden tanto los valores de temperatura como de humedad del suelo, las señales de los mismos deben ser acondicionadas de tal manera que se entreguen señales eléctricas de 0 a 5 V<sub>DC</sub>.

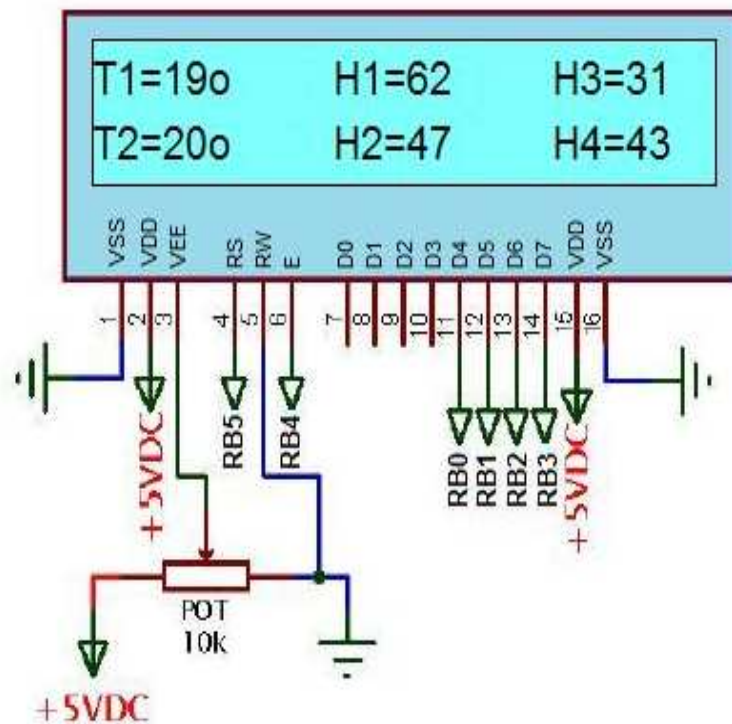
Estas señales deben ingresar al microcontrolador PIC 16F877A, el mismo que cumple la función de evaluar cada uno de los valores de temperatura y humedad obtenidos por los dispositivos de campo (sensores) y provee una señal que es dirigida hacia la Unidad Terminal Remota (RTU) y posteriormente a la Unidad Terminal Maestra (MTU) que controla el funcionamiento de los actuadores, es decir, que permite activar las electroválvulas que a su vez activan el sistema de microaspersión de cada lecho, el mismo que es importante para mantener húmedo el humus de lombriz.

Para el diseño del módulo PIC 16F877A, se han determinado las siguientes conexiones:



**Figura 6.6:** Diagrama del PIC 16F877A.

Como parámetros para la protección del PIC 16F877A, se ha colocado un diodo zener de 5.1V, el mismo que evita que valores de voltajes mayores al valor indicado puedan ingresar al microcontrolador y se queme. Y finalmente, se han colocado en las entradas de alimentación dos capacitores de 100uF, los mismos que trabajan como filtros para evitar que señales parasitas o ruido afecten a las entradas y salidas del mismo.



**Figura 6.7:** Esquema de la LCD.

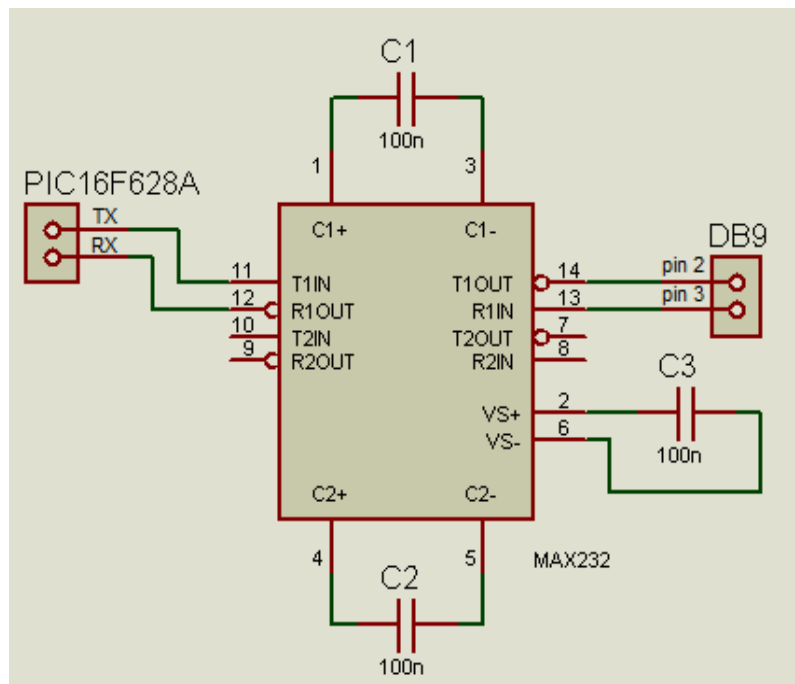
Como se puede observar en la **Figura 6.7** este LCD es un dispositivo utilizado para la visualización de la información que se obtiene de los dos sensores de temperatura y de los cuatro sensores de humedad con que cuenta cada lecho. En este esquema se puede apreciar un potenciómetro de 10kΩ que permite controlar el brillo de la pantalla. La configuración ha sido conectada de acuerdo a la hoja de datos del fabricante y en este caso solamente se toman los 4 pines para el envío de los datos.

#### 6.4.2 Diseño del Circuito para la RTU con el PIC 16F628A.-

Para el diseño de la RTU (Unidad Terminal Remota) se ha utilizado el PIC 16F628A, el mismo que se encarga de recopilar y procesar los datos que se obtienen de los sensores de temperatura y humedad, que son acondicionados por los módulos que se encuentran asignados a cada lecho, por medio del PIC 16F877A.

Una vez procesados los datos en el microcontrolador 16F628A y a través de la comunicación serial ingresan los datos de los dispositivos de campo a la MTU (Unidad Terminal Maestra), en donde se lleva a cabo el monitoreo, adquisición de datos y control constante de las variables.

Aquí se incluye un circuito integrado MAX 232 (**Figura 6.8**) es un interfaz que adapta niveles de tensión TTL/CMOS para obtener niveles adecuados de transmisión RS-232, el mismo que está acoplado a un conector DB9, para poder transmitir los datos con comunicación serial desde y hacia un computador.



**Figura 6.8:** Esquema del MAX 232.

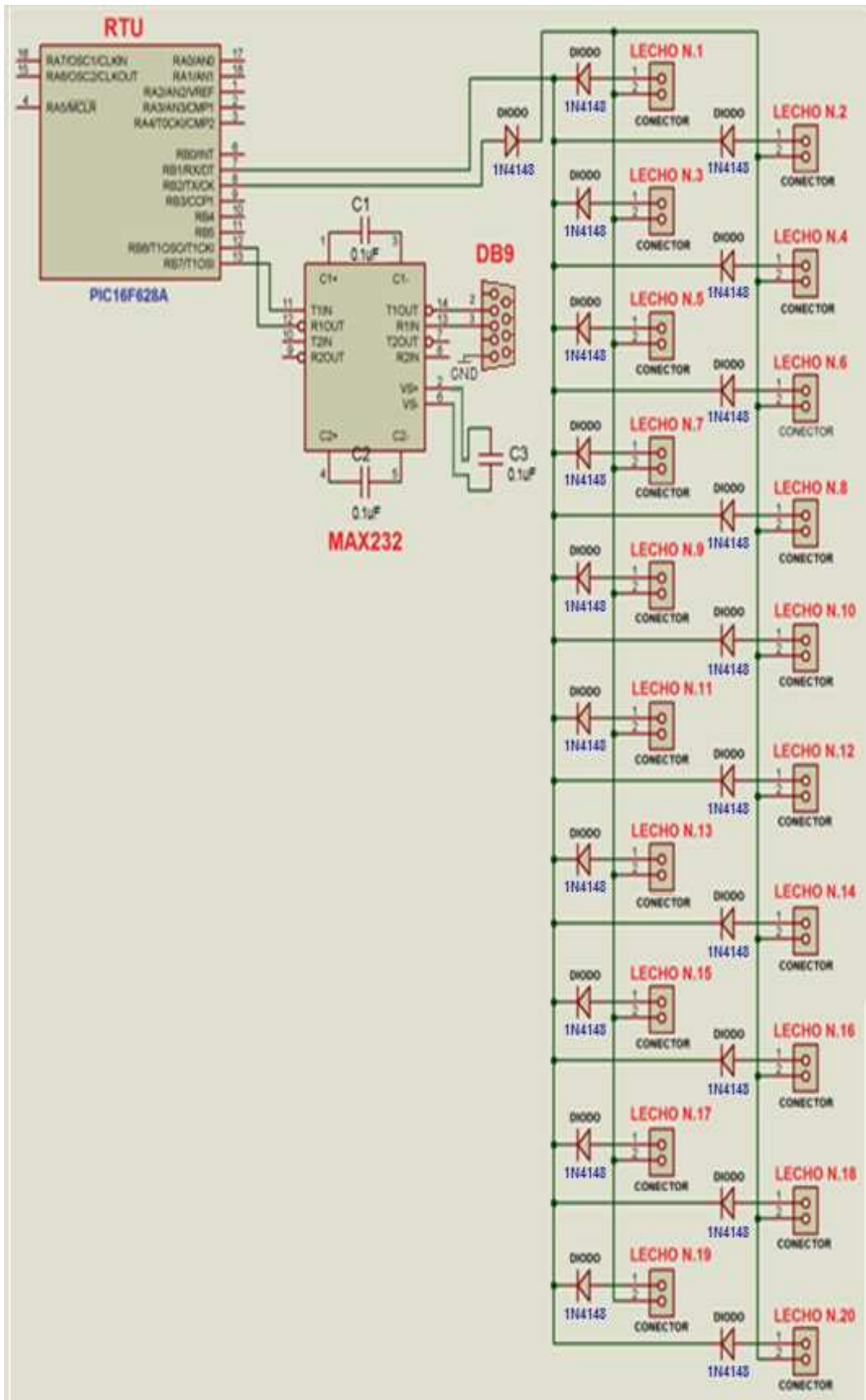


Figura 6.9: Esquema de la RTU con PIC 16F628A y MAX232.

En la **Figura 6.9** se puede ver las conexiones del PIC 16F628A con el MAX 232 y los bornes para comunicar cada uno de los 20 lechos que se consideran en este diseño, se utilizan los diodos 1N4148, los mismos que sirven como una protección para controlar el paso de la corriente en una sola dirección.

Además la Unidad Terminal Remota se encarga de ejecutar las instrucciones que envía el operador por medio de la interfaz gráfica, como la activación de alarmas que permitirán el accionamiento de las electroválvulas en cada uno de los lechos.

## **6.5 Diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario.-**

### **6.5.1 Antecedentes Generales.-**

La Unidad Terminal Maestra (MTU) es la que se encarga del procesamiento de los datos que han sido obtenidos por la estación remota RTU. El desarrollo de una interfaz que permita al operador interactuar con el sistema SCADA puede ser efectuada bajo cualquier tipo de lenguaje de programación, para este proyecto se ha tomado en cuenta el lenguaje de programación Visual Basic 2005.

Este lenguaje de ofrece un entorno visual eficiente para sistemas operativos Windows 98 y superiores. También facilita el manejo de otros dispositivos mediante la comunicación serial del computador, hay que recalcar que sus funciones, procesos y módulos son sencillos para poderlos comprender y posteriormente diseñar. Por los motivos antes mencionados y por muchos más se ha tomado como base este lenguaje para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario que comprende la MTU.

Para poder realizar la comunicación entre la MTU, la RTU y el operador se ha utilizado el puerto de comunicación serial RS-232 y los comandos de programación de los microcontroladores.

## 6.5.2 Interfaz Gráfica de Usuario.-

La interfaz gráfica es una aplicación que permite al usuario interactuar con el sistema SCADA de manera rápida, sencilla y eficiente. En la **Figura 6.10** se puede apreciar la primera pantalla de esta aplicación.



**Figura 6.10:** Pantalla de Inicio.

Esta pantalla muestra el inicio de la aplicación del sistema SCADA, en donde se han tomado en cuenta parámetros de seguridad, de tal manera que sea seguro el acceso al resto de la interfaz. Es así como se debe ubicar un nombre de usuario y una contraseña que previamente han sido registrados dentro de la programación de dicha pantalla inicial. Únicamente si el nombre de usuario y contraseña son



correctos se podrá acceder al Menú Principal, caso contrario, aparecerá una ventana de aviso, la misma que sugiere corregir dichos parámetros (*Figura 6.11*).



**Figura 6.11:** Aviso de nombre de usuario ó contraseña incorrectos.

En la pantalla de Menú Principal que se muestra en la *Figura 6.12* se observa la aparición de una pestaña, la que al desplegarse permite escoger el lecho que se desea monitorear. También se pueden ver tres botones, que son: Datos en tiempo real, Gráficas y Alarmas.

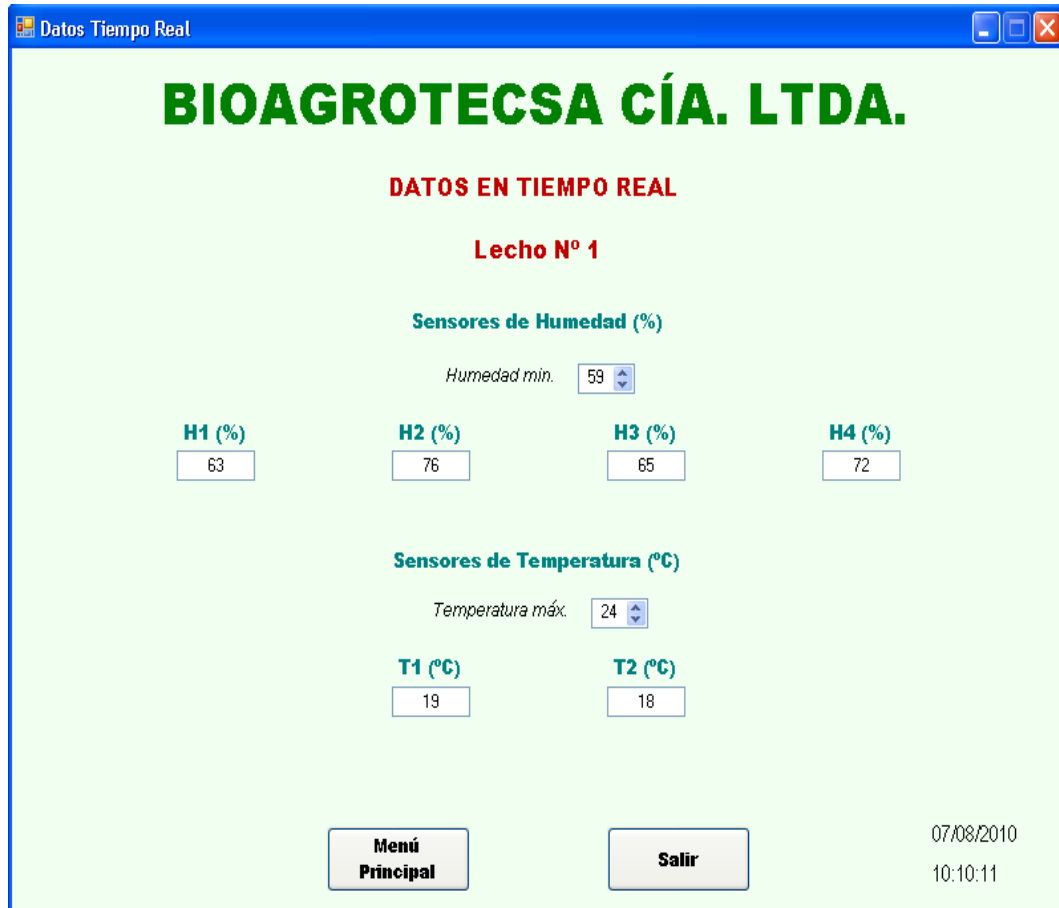


**Figura 6.12:** Pantalla de Menú Principal.

Datos en Tiempo Real es una opción que permite conocer los valores actuales que se han obtenido, tanto de los sensores de temperatura, como de los sensores de humedad que están ubicados en cada lecho como se puede apreciar en la **Figura 6.13**.

Además cuenta con dos set points, el primero llamado *Humedad min.*, el mismo que ayuda a establecer un valor de referencia mínimo al que la humedad debe permanecer, si el valor de humedad de cualquiera de los cuatro sensores rebasa el límite establecido se activará una alarma e inmediatamente se pondría en funcionamiento el sistema de microaspersión. El segundo set point se describe con el nombre de *Temperatura máx.*, y este establece el valor máximo de temperatura al que debe encontrarse el suelo, de igual manera si el valor de temperatura que marca cualquiera de los dos sensores de temperatura es mayor al

predeterminado se activará una alarma para dar aviso al usuario, y se encenderá la electroválvula que pone en funcionamiento a los microaspersores del lecho.

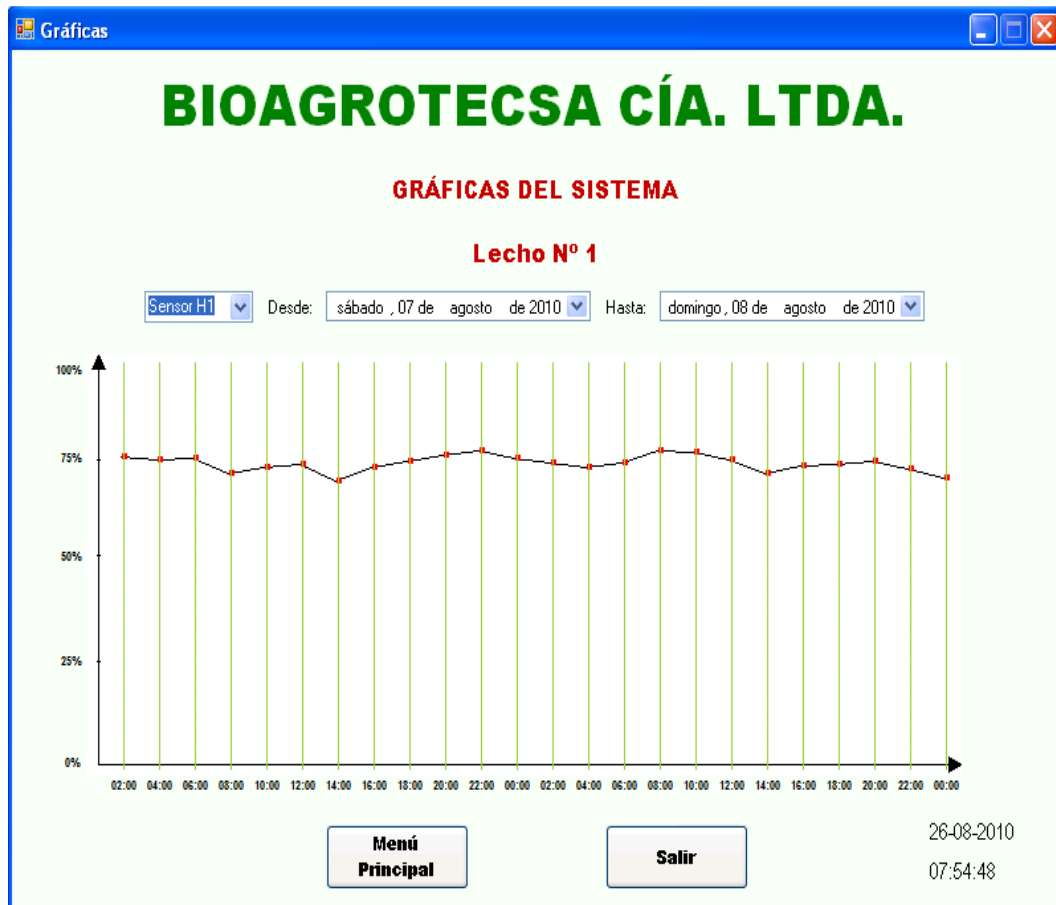


**Figura 6.13:** Pantalla de Datos en Tiempo Real.

La pantalla Gráficas del Sistema representada en la *Figura 6.14* es otra de las opciones que presenta este interfaz gráfico de usuario, en el cual se puede observar gráficas históricas de la variación que han sufrido los parámetros que se están monitoreando como son temperatura y humedad.

El usuario es el encargado de seleccionar cada uno de los sensores tanto de temperatura como de humedad y establecer los límites de la gráfica, ya que se puede predeterminar el intervalo de tiempo en el que se observará la variación que sufrieron los valores de temperatura y humedad de cada sensor.

La gráfica que genera el programa es de dos dimensiones, por tanto, el eje X representa la variación de tiempo en horas en el intervalo que se seleccionó anteriormente y el eje Y representa el comportamiento de la variable física temperatura en grados centígrados, así como el aumento ó disminución del valor de porcentaje en el caso de la humedad.



**Figura 6.14:** Pantalla de Gráficas del Sistema.

En la pantalla de Alarmas del Sistema se muestran los valores que obtienen los sensores en cada uno de los lechos. Si los valores que han sido tomados no cumplen con la condición preestablecida por los set points, entonces, se activará un aviso de alarma, para que pueda ser conocido por el operador e inmediatamente se activará el circuito que controla el sistema de microaspersión en el ó los lechos en que haya sucedido el evento (*Figura 6.15*).



**Figura 6.15:** Pantalla de Alarmas del Sistema.

La **Figura 6.16** muestra la base de datos que almacena todos los eventos que ocurren, la misma que ha sido creada en el software Access 2007 del paquete informático de Microsoft Office. Además permite obtener reportes detallados de los datos que maneja el sistema, incluyendo la hora, el número del lecho, el valor de cada sensor y la activación de las alarmas.

Advertencia de seguridad Se ha deshabilitado parte del contenido de la base de datos Opciones...

Tablas lechos

| Item | Fecha      | Lecho  | H1 | H2 | H3 | H4 | T1 | T2 | HORA     |
|------|------------|--------|----|----|----|----|----|----|----------|
| 1    | 07/08/2010 | lecho1 | 75 | 77 | 74 | 76 | 21 | 21 | 2:00:00  |
| 2    | 07/08/2010 | lecho1 | 73 | 75 | 72 | 74 | 22 | 21 | 4:00:00  |
| 3    | 07/08/2010 | lecho1 | 74 | 72 | 73 | 75 | 21 | 20 | 6:00:00  |
| 4    | 07/08/2010 | lecho1 | 70 | 74 | 70 | 72 | 20 | 20 | 8:00:00  |
| 5    | 07/08/2010 | lecho1 | 71 | 73 | 69 | 69 | 20 | 21 | 10:00:00 |
| 6    | 07/08/2010 | lecho1 | 72 | 70 | 71 | 67 | 21 | 21 | 12:00:00 |
| 7    | 07/08/2010 | lecho1 | 69 | 68 | 73 | 69 | 21 | 20 | 14:00:00 |
| 8    | 07/08/2010 | lecho1 | 72 | 70 | 74 | 71 | 20 | 20 | 16:00:00 |
| 9    | 07/08/2010 | lecho1 | 74 | 71 | 76 | 73 | 19 | 20 | 18:00:00 |
| 10   | 07/08/2010 | lecho1 | 75 | 73 | 75 | 74 | 19 | 19 | 20:00:00 |
| 11   | 07/08/2010 | lecho1 | 76 | 74 | 76 | 75 | 18 | 19 | 22:00:00 |
| 12   | 07/08/2010 | lecho1 | 75 | 73 | 74 | 72 | 17 | 18 | 0:00:00  |
| 13   | 08/08/2010 | lecho1 | 71 | 64 | 75 | 71 | 15 | 17 | 2:00:00  |
| 14   | 08/08/2010 | lecho1 | 74 | 62 | 77 | 69 | 13 | 16 | 4:00:00  |
| 15   | 08/08/2010 | lecho1 | 71 | 69 | 76 | 63 | 14 | 15 | 6:00:00  |
| 16   | 08/08/2010 | lecho1 | 63 | 70 | 71 | 68 | 13 | 14 | 8:00:00  |
| 17   | 08/08/2010 | lecho1 | 64 | 74 | 70 | 75 | 15 | 15 | 10:00:00 |
| 18   | 08/08/2010 | lecho1 | 69 | 78 | 67 | 73 | 16 | 17 | 12:00:00 |
| 19   | 08/08/2010 | lecho1 | 78 | 83 | 63 | 68 | 17 | 17 | 14:00:00 |
| 20   | 08/08/2010 | lecho1 | 73 | 81 | 66 | 65 | 18 | 18 | 16:00:00 |

Registros: 22 de 36 Sin filtro Buscar

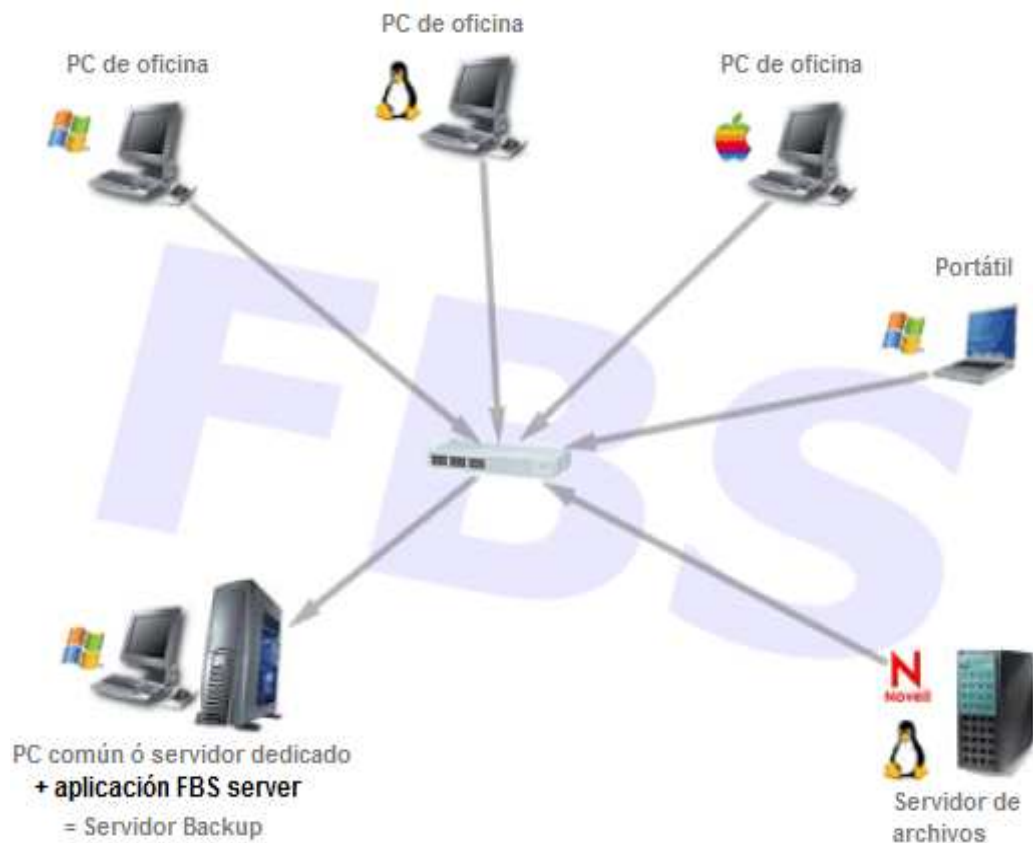
Vista Hoja de datos

**Figura 6.16:** Base de Datos – Access 2007.

### 6.5.3 Sistema de Respaldo de Información del Sistema SCADA.-

Este sistema de respaldo (Backup), permitirá salvar toda la información de forma automática en el caso de que ocurra una falla de operación del ordenador (copia de seguridad del sistema) ó para recuperar información que por alguna razón haya sido borrada accidentalmente (copia de seguridad de datos).

El software que se ha utilizado es Ferro Backup System – Server 3.1.3.590, el mismo que es un sistema profesional que realiza copias de seguridad de redes de pequeñas y grandes industrias. Permite proteger información almacenada en equipos que van desde computadores portátiles hasta archivos almacenados en servidores de red que operen con sistemas operativos de Microsoft Windows, Novell, Linux, MacOS como se ve en la **Figura6.17**.

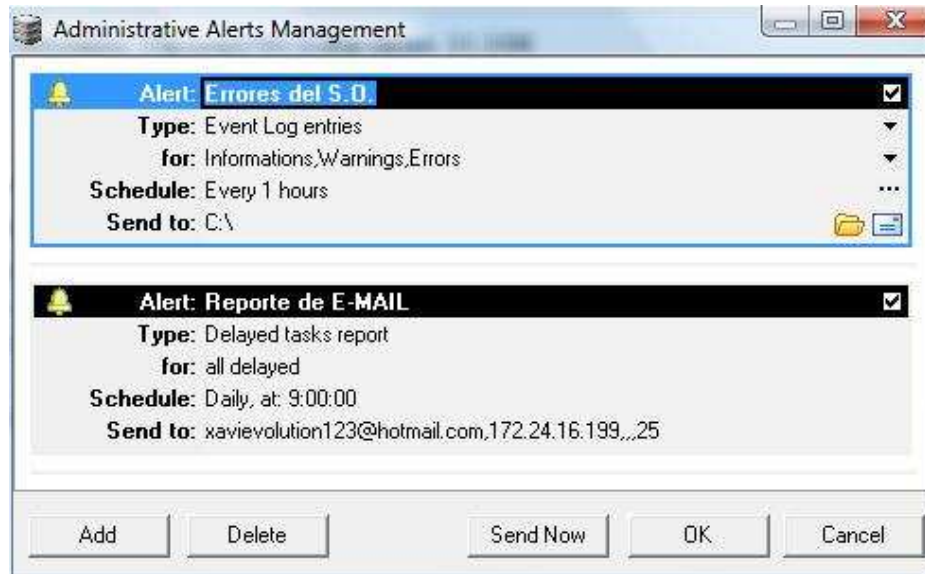


**Figura 6.17:** Backup de dispositivos conectados a una red LAN.<sup>6</sup>

Este software permite realizar visualizar el monitoreo detallado de eventos que ocurren en cada una de los equipos conectados a una red LAN, obtener reportes de los procesos de cada dispositivo en tiempos predeterminados e incluso la configuración de alarmas, las mismas que reportan informaciones, advertencias y errores de un proceso ó del sistema. Estas alarmas pueden ser almacenadas en un servidor web o programadas para ser enviadas a un correo electrónico (**Figura 6.18**).

---

<sup>6</sup> Ferro Backup System. *Manual de Usuario*. Recuperado el 5 de julio de 2010 en <http://www.ferrobackup.com/manual.pdf>



**Figura 6.18:** Administrador de alertas – Ferro Backup System.

En el caso del sistema de respaldo de información para el sistema SCADA, el software Ferro Backup System permite que se realicen copias de seguridad del sistema de forma automática, las mismas que podrán ser almacenadas en algún medio de almacenamiento como por ejemplo cintas magnéticas, discos compactos, grabadoras de CD – ROM ó a través de un centro de respaldo remoto propio ó vía internet.

Es necesario que se realice una copia de seguridad de los datos, para de esta manera no perder la información que se almacena en la base de datos del sistema SCADA, la misma que contiene los reportes de la variación de humedad y temperatura en cada uno de los lechos de compostaje, así como también, el reporte detallado de activación de alarmas.

De esta forma se pretende salvaguardar no solamente la información importante del sistema SCADA, sino también la que contiene cada uno de los equipos que pertenecen a la red que posee la empresa.



## 6.6 Requerimientos del sistema y costos.-

**Tabla 6.3:** Requerimientos del sistema y costos

| <b>REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA</b> |                                |               |                 |                      |                     |
|---|--------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>Ítem</b>                             | <b>Materiales y Equipos</b>    | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>P. Unidad USD</b> | <b>P. Total USD</b> |
|   | <b>Módulos PIC 16F877A</b>     |               |                 |                      |                     |
| 1                                       | Microcontrolador PIC 16F877A   | c/u           | 20              | 6                    | 120                 |
| 2                                       | LCD 16X2                       | c/u           | 20              | 7                    | 140                 |
| 3                                       | Potenciómetro de 10k $\Omega$  | c/u           | 20              | 0,5                  | 10                  |
| 4                                       | Zócalo de 40 pines             | c/u           | 20              | 0,3                  | 6                   |
| 5                                       | Diodo Zener                    | c/u           | 20              | 0,3                  | 6                   |
| 6                                       | Capacitor de 100 $\mu$ F       | c/u           | 40              | 0,2                  | 8                   |
|   | <b>Sensores de temperatura</b> |               |                 |                      |                     |
| 7                                       | Circuito integrado LM35        | c/u           | 40              | 1,75                 | 70                  |
| 8                                       | Amplificador LM358             | c/u           | 40              | 1                    | 40                  |
| 9                                       | Capacitor de 22 $\mu$ F        | c/u           | 40              | 0,2                  | 8                   |
| 10                                      | Resistencia de 3.9k $\Omega$   | c/u           | 40              | 0,1                  | 4                   |
| 11                                      | Potenciómetro de 11k $\Omega$  | c/u           | 40              | 0,4                  | 16                  |
| 12                                      | Zócalo de 8 pines              | c/u           | 40              | 0,15                 | 6                   |
|   | <b>Sensores de humedad</b>     |               |                 |                      |                     |
| 13                                      | Circuito integrado LM555       | c/u           | 80              | 0,3                  | 24                  |
| 14                                      | Resistencia de 1k $\Omega$     | c/u           | 160             | 0,1                  | 16                  |
| 15                                      | Resistencia de 6.8k $\Omega$   | c/u           | 80              | 0,1                  | 8                   |
| 16                                      | Capacitor de 0.1 $\mu$ F       | c/u           | 80              | 0,2                  | 16                  |
| 17                                      | Zócalo de 8 pines              | c/u           | 80              | 0,15                 | 12                  |
| 18                                      | Capacitor de 0.01 $\mu$ F      | c/u           | 80              | 0,2                  | 16                  |
| 19                                      | Diodo LED rojo                 | c/u           | 80              | 0,1                  | 8                   |
|   | <b>Actuadores</b>              |               |                 |                      |                     |
| 20                                      | Electroválvula de 9-12V        | c/u           | 20              | 25                   | 500                 |
| 21                                      | Relé de 12V                    | c/u           | 20              | 0,6                  | 12                  |
| 22                                      | Transistor 2N3904              | c/u           | 20              | 0,2                  | 4                   |
| 23                                      | Resistencia de 1k $\Omega$     | c/u           | 20              | 0,1                  | 2                   |
|   | <b>Unidad Terminal Remota</b>  |               |                 |                      |                     |
| 24                                      | Microcontrolador PIC 16F628A   | c/u           | 1               | 4                    | 4                   |
| 25                                      | Circuito integrado MAX 232     | c/u           | 1               | 1                    | 1                   |
| 26                                      | Conector DB 9                  | c/u           | 2               | 1                    | 2                   |
| 27                                      | Capacitor de 0,1 $\mu$ F       | c/u           | 3               | 0,2                  | 0,6                 |
| 28                                      | Diodos                         | c/u           | 21              | 0,1                  | 2,1                 |
| 29                                      | Zócalo de 2 contactos          | c/u           | 20              | 0,2                  | 4                   |
| 30                                      | Zócalo de 18 pines             | c/u           | 1               | 0,2                  | 0,2                 |

|    |                              |     |     |              |               |
|----|------------------------------|-----|-----|--------------|---------------|
| 31 | Zócalo de 16 pines           | c/u | 1   | 0,2          | 0,2           |
|    | <b>Otros Materiales</b>      |     |     |              |               |
| 32 | Cable multipar               | m   | 200 | 0,5          | 100           |
| 33 | Baquelita de 20X30 cm        | c/u | 10  | 2,5          | 25            |
| 34 | Funda de ácido               | c/u | 10  | 0,5          | 5             |
| 35 | Rollo de estaño              | c/u | 2   | 4            | 8             |
| 35 | Lamina termotransferible     | c/u | 15  | 0,7          | 10,5          |
| 37 | Fuente de alimentación 5-12V | c/u | 5   | 20           | 100           |
| 38 | Mano de obra                 |     | 1   | 300          | 300           |
|    |                              |     |     | <b>TOTAL</b> | <b>1614,6</b> |

### 6.7 Análisis Costo – Beneficio.-

El análisis que se ha realizado a continuación es un proceso en el que se van a mostrar los costos y beneficios que conlleva este proyecto. El mismo que nos permite observar el verdadero impacto financiero que se provocaría en la empresa en el caso de que se llegara a implantar el sistema SCADA.

**Tabla 6.4:** Análisis Costo – Beneficio

| <b>COSTOS</b>          |                   | <b>BENEFICIOS</b>                             |                   |
|------------------------|-------------------|---|-------------------|
| Módulos PIC 16F877A    | \$ 290,00         | Ahorro de agua de riego                       | \$ 50,00          |
| Sensores               | \$ 244,00         | Optimización de tiempo de mano de obra        | \$ 576,00         |
| Actuadores             | \$ 518,00         | Optimización de tiempo del Jefe de Producción | \$ 576,00         |
| Unidad Terminal Remota | \$ 14,10          | Ahorro de luz eléctrica                       | \$ 120,00         |
| Otros materiales       | \$ 248,50         | Mayor productividad                           | \$ 200,00         |
| Mano de obra           | \$ 300,00         |   |                   |
| <b>TOTAL COSTOS</b>    | <b>\$ 1614,60</b> | <b>TOTAL BENEFICIOS</b>                       | <b>\$ 1522,00</b> |

En este análisis se ha tomado en cuenta los beneficios que la empresa obtendría al implementarse este sistema SCADA, entre ellos el ahorro de agua de riego y luz eléctrica, la optimización en el tiempo que los obreros tardan en regar cada lecho, la optimización de tiempo del jefe de producción, el mismo que tiene que revisar las condiciones del proceso de producción del humus de lombriz en cada lecho y por último, un ahorro provocado gracias a la mayor productividad que tendría la empresa.

La relación de Costo – Beneficio en este caso sería de:

$$1614,6 / 1522,00 = 1,06 \text{ en un año}$$

Esto quiere decir, que en aproximadamente un año se habrá recuperado la inversión gracias a los beneficios obtenidos con la implementación de este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS.-

- BELLAPART, C. (1996). *Nueva Agricultura Biológica en Equilibrio con la Agricultura Química*. Ediciones Mundi – Prensa.
- CORRALES, L. (2007). *Interfaces de Comunicación Industrial*. Departamento de Automatización y Control Industrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador.
- COUGHLIN, R. (1999). *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales*. Editorial Prentice Hall.
- MARTINEZ, V. (2001). *Automatización Industrial Moderna*. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.
- MORENO, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.
- RODRÍGUEZ, A. (2007). *Sistemas SCADA Guía Práctica*. MARCOMBO Ediciones Técnicas.

### INTERNET.-

Automatización Industrial:

- [http://www.highlights.com.ec/docs/IA\\_SCADA\\_2008.pdf](http://www.highlights.com.ec/docs/IA_SCADA_2008.pdf)

Hojas de datos:

- [www.datasheetcatalog.com/datasheet](http://www.datasheetcatalog.com/datasheet)

#### Lombricultura:

- <http://www.manualdelombricultura.com>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Lombricultura>

#### Sensores:

- <http://www.forosdeelectronica.com/proyectos/detectorhumedad.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos10/humed/humed.shtml>
- [http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/index.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/index.htm)
- <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/5420740/Componentes-electronicos>
- <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=LM35>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_de\\_humedad](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_humedad)

#### Sistemas SCADA:

- <http://escert.upc.edu/userfiles/SCADA.pdf>

#### Sistemas de Backup:

- <http://www.ferrobackup.com/manual.pdf>

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-**

- [1] Automatización Industrial  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n\\_industrial](http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial)
- [2] Sistemas de Control  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_control](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control)

- [3] Sistemas SCADA  
<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>
- [4] Requerimientos básicos de los Sistemas SCADA  
<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1095/4/T10905CAP3.pdf>
- [5] Sensores  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- [6] Sensores de Temperatura  
[http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/temperatura.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/temperatura.htm)
- [7] Circuito Integrado LM555  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_integrado\\_555](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555)
- [8] Tipos de Agricultura  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>
- [9] Abonos Orgánicos  
SUQUILANDA, M. (1996). *Agricultura orgánica*. Ediciones UPS.
- [10] Tipos de Abonos Orgánicos  
[http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- [11] Humus de Lombriz  
<http://www.manualdelombricultura.com/manual/conceptos.html>
- [12] Producción de Humus de Lombriz  
<http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Humus.pdf>

# **ANEXOS**

**Anexo 1: ENCUESTA DIRIGIDA A LOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA  
BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

Encuesta dirigida a los empleados de la empresa BIOAGROTECSA CÍA. LTDA. para recabar información con respecto a la importancia del control de temperatura y humedad dentro del proceso de producción de humus de lombriz y la necesidad de realizar el diseño de un sistema SCADA para el control automático de dichos parámetros en los lechos de humus de lombriz para tecnificar su producción.

Los datos consignados en las encuestas son confidenciales y solo se utilizarán para los fines señalados.

**Encuesta:**

1. ¿Influyen las condiciones ambientales en la producción de humus de lombriz?

SI ( )

NO ( )

2. ¿Es necesario controlar la temperatura y la humedad que existe en los lechos de humus de lombriz?

SI ( )

NO ( )



3. ¿Piensa Ud. que son correctos los métodos que se emplean actualmente, para controlar la temperatura y la humedad del humus de lombriz dentro de sus lechos en que se producen?

SI ( )

NO ( )

4. ¿Ud. cree que al tener un mejor control de la temperatura y de la humedad se podría optimizar el tiempo y los recursos que se emplean en la actualidad en la producción de humus de lombriz?

SI ( )

NO ( )

5. ¿Está Ud. de acuerdo con que se implemente un sistema automático de control de temperatura y humedad?

SI ( )


NO ( )

## Anexo 2: MANUAL DE USUARIO

# **SISTEMA SCADA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LOS LECHOS DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA EMPRESA BIOAGROTECSA CÍA. LTDA.**

En este manual se va a indicar los pasos de como operar correctamente la interfaz gráfica de usuario.

Primero tenemos que abrir el programa SISTEMA SCADA – BIOAGROTECSA CÍA. LTDA en Visual Basic 2005 que se encuentra en el escritorio de nuestra MTU.

Una vez abierto el programa debemos presionar el ícono  para iniciar el programa.

En la pantalla de Visual Basic 2005 en seguida se visualizará la pantalla de ***Inicio*** (***Figura 1***).



**Figura 1:** Pantalla de Inicio

A continuación debemos ingresar el nombre de *Usuario* y la *Contraseña* y presionamos el botón *Entrar* (*Figura 2*).

Usuario

Contraseña

Entrar

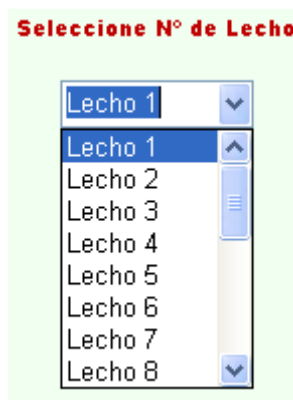
**Figura 2:** Ingreso de usuario y contraseña

En caso de que estos parámetros sean incorrectos aparecerá una ventana de aviso, la misma que sugiere corregir dichos parámetros (*Figura 3*).



**Figura 3:** Ventana de aviso de usuario ó contraseña incorrectos

Una vez que se ha ingresado correctamente el nombre de *Usuario* y la *Contraseña* se podrá acceder al *Menú Principal*. En esta pantalla primeramente debemos escoger el lecho deseamos monitorear (*Figura 4*) y escogemos uno de las tres opciones que se presentan.



**Figura 4:** Pestaña para selección de lecho

Los procesos que se pueden seleccionar son: *Datos en Tiempo Real*, *Gráficas* y *Alarmas*. En el caso de que se desee cerrar el programa presionamos el botón *Salir* (*Figura 5*).



**Figura 5:** Pantalla de Menú Principal

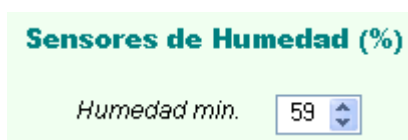
En el caso de presionar el botón *Datos en Tiempo Real* aparecerá una pantalla que nos muestra los valores actuales que se han obtenido de los sensores de temperatura y de humedad que se encuentran en cada lecho (*Figura 6*).



**Figura 6:** Pantalla de Datos en Tiempo Real

En esta pantalla existen dos set points:

- **Humedad mín.:** permite establecer un valor mínimo al que la humedad debe permanecer (*Figura 7*), si el valor de cualquiera de los cuatro sensores de humedad rebasa el límite establecido se activará una alarma e inmediatamente se pondría en funcionamiento el sistema de microaspersión.



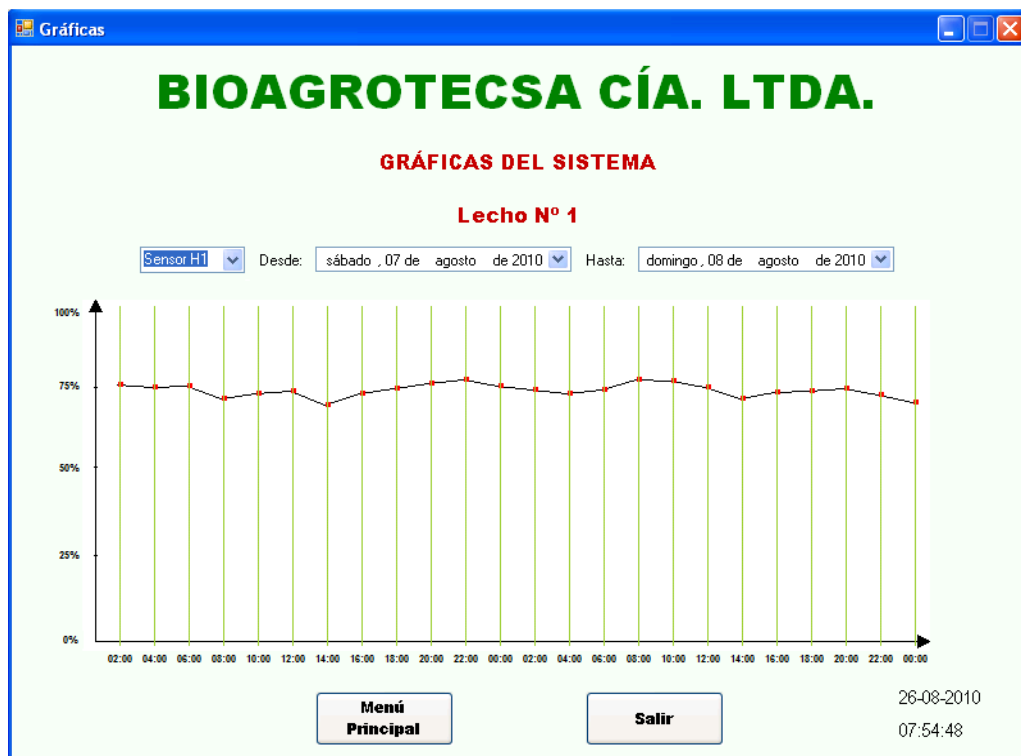
**Figura 7:** Set point Humedad mín.

- **Temperatura máx.:** establece el valor máximo de temperatura para la óptima producción de humus (*Figura 8*), si el valor que marca cualquiera de los dos sensores de temperatura es mayor al predeterminado se activará una alarma para dar aviso al usuario, y se encenderá la electroválvula que pone en funcionamiento a los microaspersores del lecho.



**Figura 8:** Set point Temperatura máx.

La pantalla **Gráficas** nos permite observar la variación que han sufrido los parámetros que se están monitoreando como son temperatura y humedad (*Figura 9*).



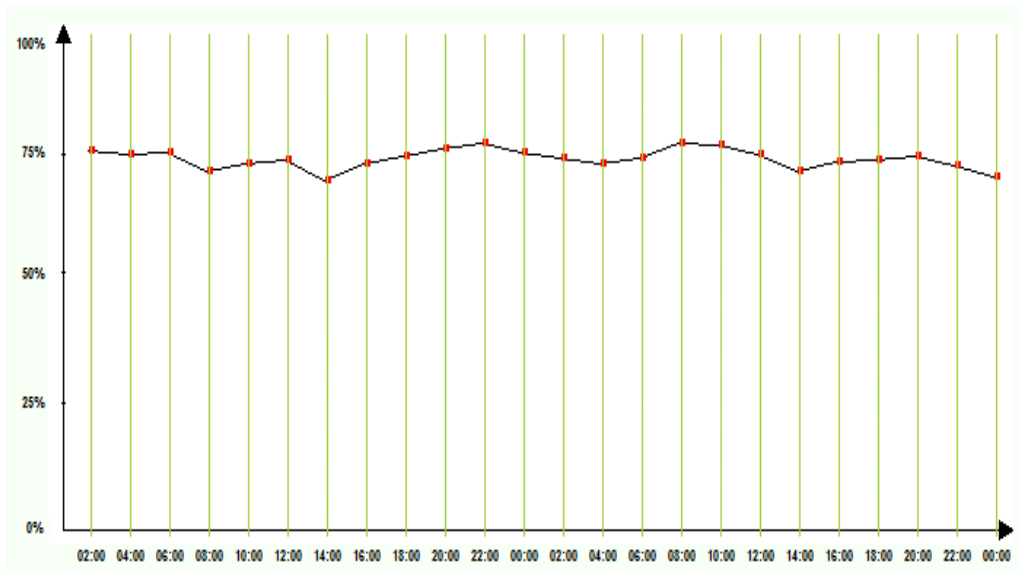
**Figura 9:** Pantalla Gráficas del Sistema

Primero se debe seleccionar por medio de las tres pestañas que aparecen en la parte superior de la gráfica de uno en uno los sensores tanto de temperatura como de humedad y así mismo establecer los límites de la gráfica en función del tiempo, a través de la selección de una fecha de inicio y una fecha final (**Figura 10**).

Sensor H1    Desde: sábado , 07 de agosto de 2010    Hasta: domingo , 08 de agosto de 2010

**Figura 10:** Selección de sensor, fecha de inicio y fecha final

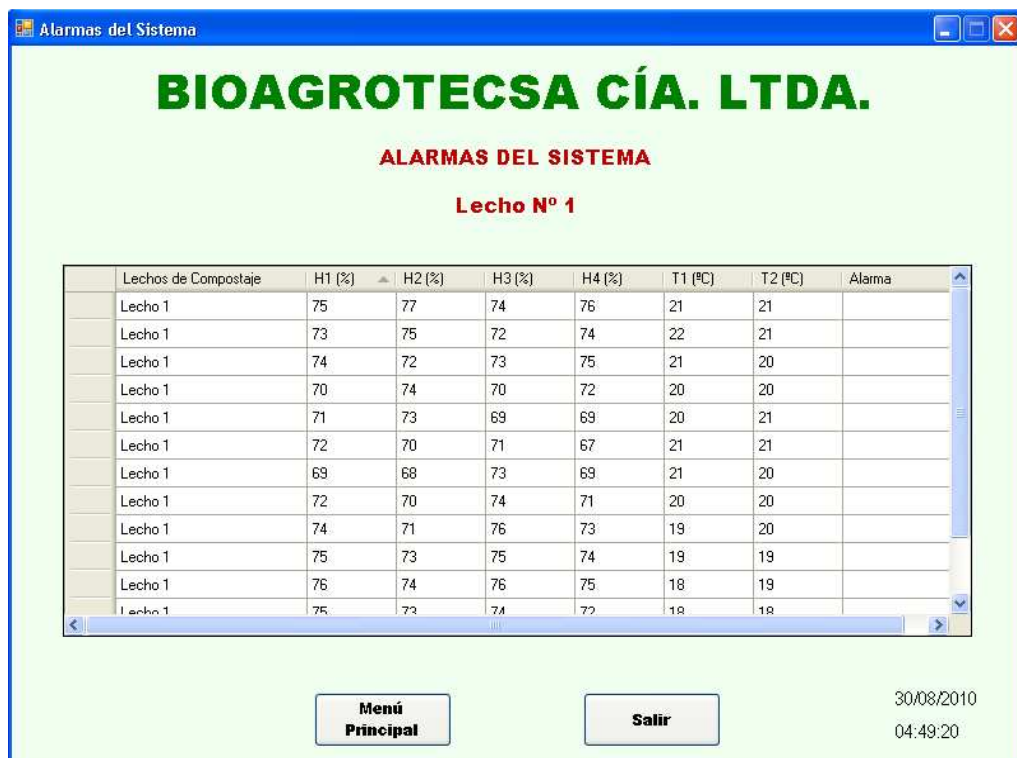
La gráfica que se genera es de dos dimensiones (**Figura 11**), en el eje X representa la variación de tiempo en horas y en el eje Y se representa el comportamiento de la variable física temperatura en grados centígrados, así como el aumento ó disminución del valor de porcentaje en el caso de la humedad.



**Figura 11:** Gráfica variable física/tiempo



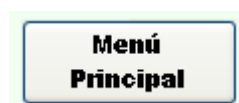
*Alarmas del Sistema* es una pantalla que permite observar los valores que obtienen los sensores en cada uno de los lechos (*Figura 12*). Si los valores tomados no cumplen con la condición preestablecida por los set points, se activará un aviso de alarma que pueda ser conocido por el operador e inmediatamente se activará el sistema de microaspersión de cada lecho que tenga este inconveniente.



**Figura 12:** Pantalla de Alarmas del Sistema

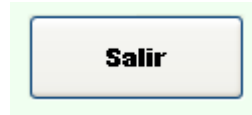
Los botones de que aparecen al final de cada una de estas pantallas como son *Menú Principal* y *Salir* cumplen funciones específicas, como se detalla a continuación:

- **Menú Principal:** Está opción nos permite regresar a dicha pantalla, en el momento que se desee, para a continuación realizar otra acción (*Figura 13*).



**Figura 13:** Botón Menú Principal

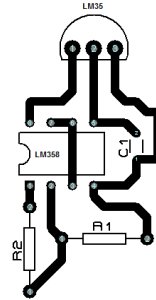
- **Salir:** Al presionar este botón automáticamente se cerrará la pantalla y de esta manera también la aplicación (**Figura 14**).



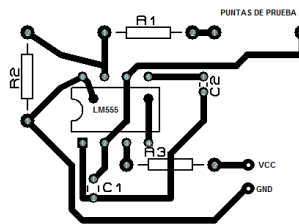
**Figura 14:** Botón Salir

### Anexo 3: DISEÑO DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS DE LOS DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS

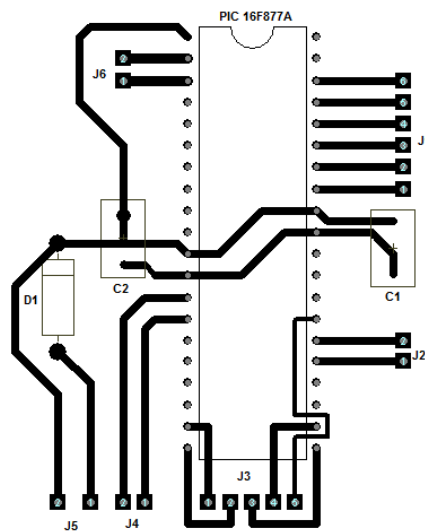
#### Anexo 3.1: SENSOR DE TEMPERATURA LM35



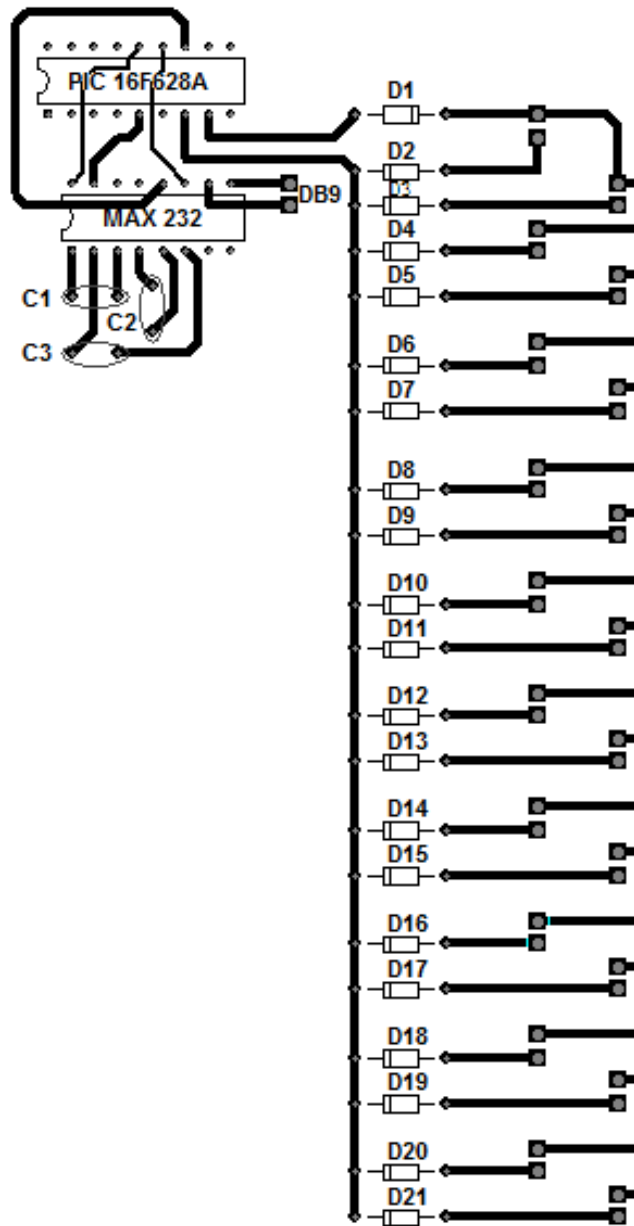
#### Anexo 3.2: SENSOR DE HUMEDAD LM555



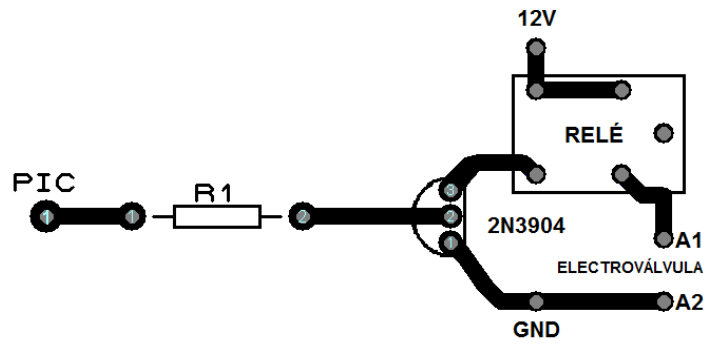
#### Anexo 3.3: MÓDULO PIC 16F877A



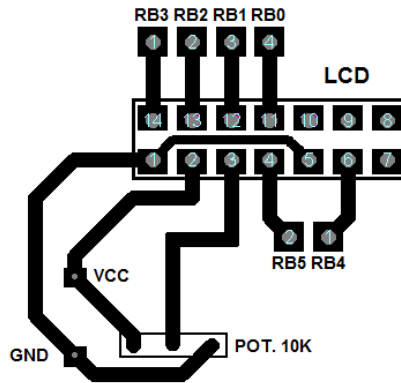
### Anexo 3.4: MÓDULO PIC 16F877A



### Anexo 3.5: CIRCUITO PARA ACTIVACIÓN DE ELECTROVALVULA



### Anexo 3.6: CIRCUITO PARA LCD



## Anexo 4: HOJA DE DATOS DEL CIRCUITO INTEGRADO LM35



December 1994

### LM35C/LM35CA/LM35D

## Precision Centigrade Temperature Sensors

### 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  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  at room temperature and  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  over a full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  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  $60\ \mu\text{A}$  from its supply, it has very low self-heating, less than  $0.1^\circ\text{C}$  in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55^\circ$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40^\circ$  to  $+110^\circ\text{C}$  range ( $-10^\circ$  with improved accuracy). The LM35 series is

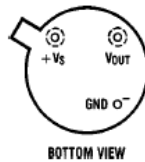
available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

### Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10.0 mV/°C scale factor
- $0.5^\circ\text{C}$  accuracy guaranteeable (at  $+25^\circ\text{C}$ )
- Rated for full  $-55^\circ$  to  $+150^\circ\text{C}$  range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than  $60\ \mu\text{A}$  current drain
- Low self-heating,  $0.08^\circ\text{C}$  in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  typical
- Low impedance output,  $0.1\ \Omega$  for 1 mA load

### Connection Diagrams

TO-46  
Metal Can Package\*



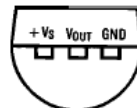
BOTTOM VIEW

TL/H/5516-1

\*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH,  
LM35CH, LM35CAH or LM35DH  
See NS Package Number H03H

TO-92  
Plastic Package

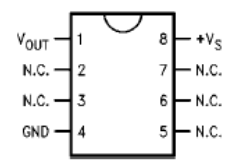


BOTTOM VIEW

TL/H/5516-2

Order Number LM35CZ,  
LM35CAZ or LM35DZ  
See NS Package Number Z03A

SO-8  
Small Outline Molded Package



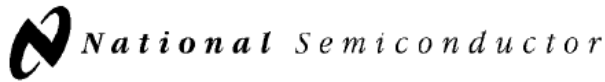
Top View

N.C. = No Connection

TL/H/5516-21

Order Number LM35DM  
See NS Package Number M08A

## Anexo 5: HOJA DE DATOS DEL CIRCUITO INTEGRADO LM358



December 1994

### LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers

#### General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional  $\pm 15V$  power supplies.

#### Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

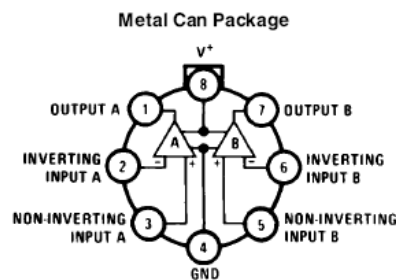
#### Advantages

- Two internally compensated op amps in a single package
- Eliminates need for dual supplies
- Allows directly sensing near GND and  $V_{OUT}$  also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation
- Pin-out same as LM1558/LM1458 dual operational amplifier

#### Features

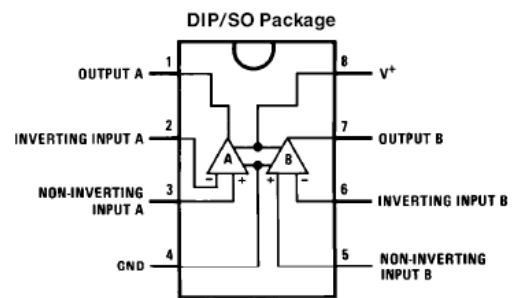
- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
  - Single supply 3V to 32V
  - or dual supplies  $\pm 1.5V$  to  $\pm 16V$
- Very low supply current drain (500  $\mu A$ )—essentially independent of supply voltage
- Low input offset voltage 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to  $V^+ - 1.5V$

#### Connection Diagrams (Top Views)



TL/H/7787-1

Order Number LM158AH, LM158AH/883\*, LM158H, LM158H/883\*, LM258H or LM358H  
See NS Package Number H08C

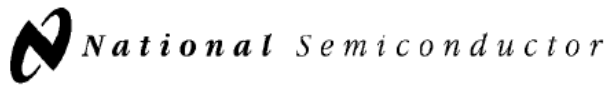


TL/H/7787-2

Order Number LM158J, LM158J/883\*, LM158AJ or LM158AJ/883\*  
See NS Package Number J08A  
Order Number LM358M, LM358AM or LM2904M  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N  
See NS Package Number N08E

\*LM158 is available per SMD # 5962-8771001  
LM158A is available per SMD # 5962-8771002

## Anexo 6: HOJA DE DATOS DEL CIRCUITO INTEGRADO LM555



February 1995

### LM555/LM555C Timer

#### General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

#### Features

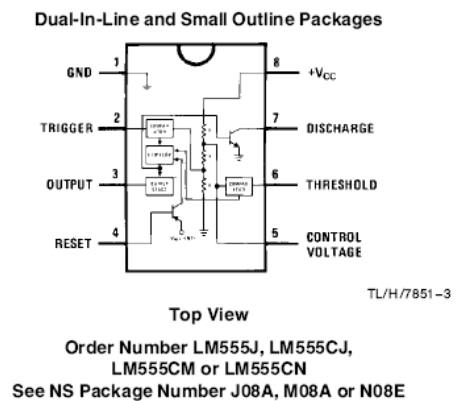
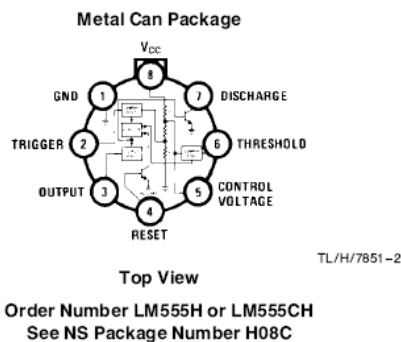
- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

#### Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

#### Connection Diagrams



#### Absolute Maximum Ratings

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

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| Supply Voltage               | + 18V           |
| Power Dissipation (Note 1)   |                 |
| LM555H, LM555CH              | 760 mW          |
| LM555, LM555CN               | 1180 mW         |
| Operating Temperature Ranges |                 |
| LM555C                       | 0°C to +70°C    |
| LM555                        | -55°C to +125°C |

|                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| Storage Temperature Range | -65°C to +150°C |
| Soldering Information     |                 |
| Dual-In-Line Package      |                 |
| Soldering (10 Seconds)    | 260°C           |
| Small Outline Package     |                 |
| Vapor Phase (60 Seconds)  | 215°C           |
| Infrared (15 Seconds)     | 220°C           |

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.



## Anexo 7: HOJA DE DATOS DEL PIC 16F877A



# PIC16F87X

## 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

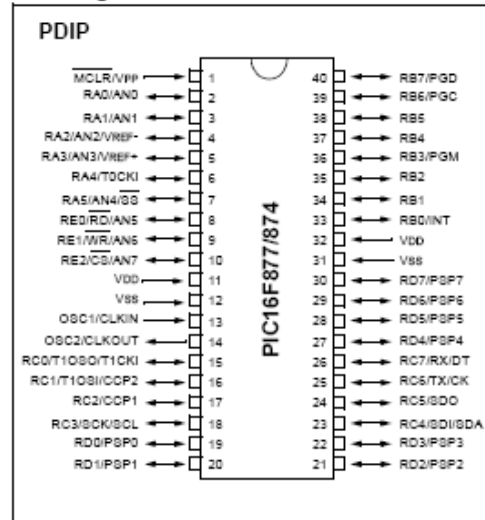
- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

### Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)

- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram



### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  and  $\overline{CS}$  controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

## Anexo 8: HOJA DE DATOS DEL PIC 16F628A



# MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

### High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
  - All instructions single cycle except branches

### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
  - Precision internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

### Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4  $\mu$ s wake-up from Sleep, 3.0V, typical

### Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

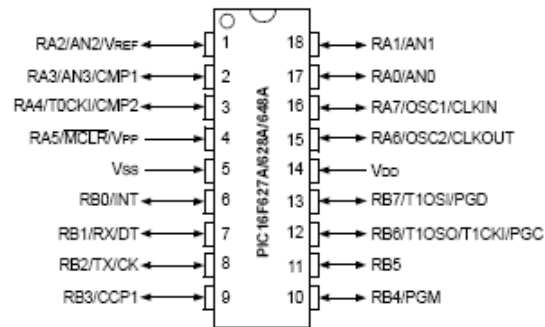
| Device     | Program Memory | Data Memory  |                | I/O | CCP (PWM) | USART | Comparators | Timers 8/16-bit |
|------------|----------------|--------------|----------------|-----|-----------|-------|-------------|-----------------|
|            | Flash (words)  | SRAM (bytes) | EEPROM (bytes) |     |           |       |             |                 |
| PIC16F627A | 1024           | 224          | 128            | 16  | 1         | Y     | 2           | 2/1             |
| PIC16F628A | 2048           | 224          | 128            | 16  | 1         | Y     | 2           | 2/1             |
| PIC16F648A | 4096           | 256          | 256            | 16  | 1         | Y     | 2           | 2/1             |

# PIC16F627A/628A/648A

---

## Pin Diagrams

PDIP, SOIC



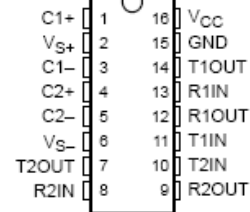
## Anexo 9: HOJA DE DATOS DEL MAX 232

### MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- $\pm 30$ -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE  
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



#### description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept  $\pm 30$ -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

#### ORDERING INFORMATION

| T <sub>A</sub> | PACKAGE†  |               | ORDERABLE PART NUMBER | TOP-SIDE MARKING |
|----------------|-----------|---------------|-----------------------|------------------|
| 0°C to 70°C    | PDIP (N)  | Tube          | MAX232N               | MAX232N          |
|                |           | Tape and reel | MAX232DR              | MAX232           |
|                | SOIC (D)  | Tube          | MAX232D               | MAX232           |
|                |           | Tape and reel | MAX232DR              | MAX232           |
|                | SOIC (DW) | Tube          | MAX232DW              | MAX232           |
| Tape and reel  |           | MAX232DWR     | MAX232                |                  |
| -40°C to 85°C  | PDIP (N)  | Tube          | MAX232IN              | MAX232IN         |
|                |           | Tape and reel | MAX232IDR             | MAX232I          |
|                | SOIC (D)  | Tube          | MAX232ID              | MAX232I          |
|                |           | Tape and reel | MAX232IDR             | MAX232I          |
|                | SOIC (DW) | Tube          | MAX232IDW             | MAX232I          |
|                |           | Tape and reel | MAX232IDWR            | MAX232I          |

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/sc/package](http://www.ti.com/sc/package).

## Anexo 10: HOJA DE DATOS DEL LCD 2X16

### 2x16 LCD Module

### DATA SHEET

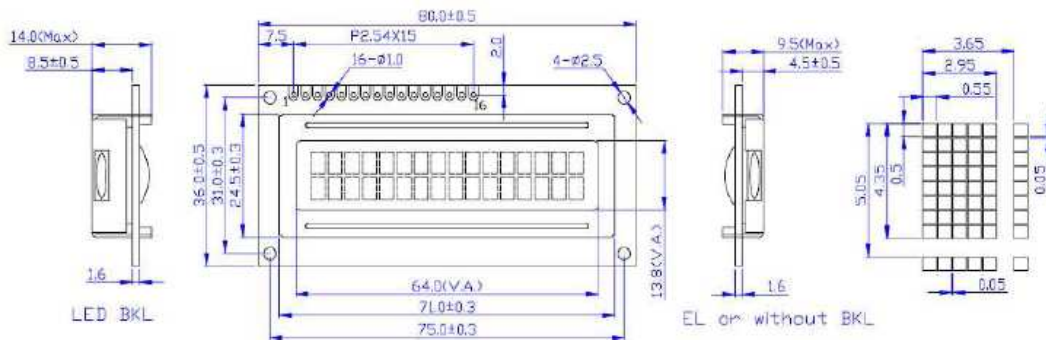
**RoHS**  
Leadfree Soldering



### Specifications:

|                    |  |
|--------------------|--|
| Display Format     | : 16 characters (W) x 2 lines (H)                  |
| General Dimensions | : 80.0 mm (W) x 36.0 mm (H) x 9.5 mm (T)           |
| Character Size     | : 2.95 mm (W) x 4.35 mm (H)                        |
| Character Pitch    | : 3.65 mm (W) x 5.05 mm (H)                        |
| Viewing Area       | : 64.0 mm (W) x 13.8 mm (H)                        |
| Dot Size           | : 0.55 mm (W) x 0.50 mm (H)                        |
| Dot Pitch          | : 0.60 mm (W) x 0.55 mm (H)                        |
| Display Type       | : Positive or Negative                             |
| LC Fluid           | : STN Yellow-Green                                 |
| Backlight LED      | : Optional   |
| Polarizer Mode     | : Reflective                                       |
| View Angle         | : 6 o'clock or 12 o'clock                          |
| Controller         | : S6A0069 or Equivalent                            |
| Temperature Range  | : 0°C to 50°C (Operating); -20°C to 70°C (Storage) |

### Diagrams:



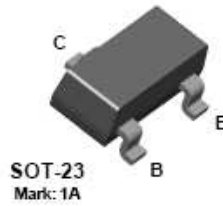
## Anexo 11: HOJA DE DATOS DEL TRANSISTOR 2N3904



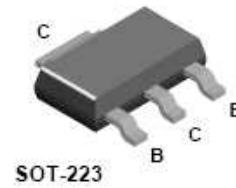
### 2N3904



### MMBT3904



### PZT3904



## NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

### Absolute Maximum Ratings\* T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

| Symbol                            | Parameter  | Value       | Units |
|-----------------------------------|--|-------------|-------|
| V <sub>CEO</sub>                  | Collector-Emitter Voltage                        | 40          | V     |
| V <sub>CBO</sub>                  | Collector-Base Voltage                           | 60          | V     |
| V <sub>ES0</sub>                  | Emitter-Base Voltage                             | 6.0         | V     |
| I <sub>C</sub>                    | Collector Current - Continuous                   | 200         | mA    |
| T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub> | Operating and Storage Junction Temperature Range | -55 to +150 | °C    |

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

### Thermal Characteristics T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

| Symbol           | Characteristic                          | Max    |           |           | Units |
|------------------|---|--------|-----------|-----------|-------|
|                  |   | 2N3904 | *MMBT3904 | **PZT3904 |       |
| P <sub>D</sub>   | Total Device Dissipation                | 625    | 350       | 1,000     | mW    |
|                  | Derate above 25°C                       | 5.0    | 2.8       | 8.0       | mW/°C |
| R <sub>θJC</sub> | Thermal Resistance, Junction to Case    | 83.3   |           |           | °C/W  |
| R <sub>θJA</sub> | Thermal Resistance, Junction to Ambient | 200    | 357       | 125       | °C/W  |

\*Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

\*\*Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm<sup>2</sup>.

## Anexo 12: HOJA DE DATOS DE LA ELECTROVÁLVULA 9/12V



### **ELECTROVALVULA 2300RC-DC** **[2300RC-DC]**

#### **Características:**

- Solenoide DC 9-12 V
- Tapa con tornillos
- Rosca Hembra 3/4"
- Regulador de caudal
- Apertura manual con desagüe interior/exterior
- Cierre lento, antigolpe de arriete
- Presión: 0,7 a 10 ATM
- Caudal: 40 a 120 litros/minuto
- Origen: USA