



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

T E S I S:

SISTEMA DE COMPOSTA CONTROLADO POR UN SISTEMA  
ELECTRÓNICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

DAVID GIOVANNI RODRÍGUEZ CHÁVEZ

ASESOR: ING. HECTOR MIGUEL SANTOYO MORALES

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDÁZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **La Tesis**:

**“SISTEMA DE COMPOSTA CONTROLADO POR UN SISTEMA ELECTRÓNICO”**

Que presenta el pasante: **DAVID GIOVANNI RODRÍGUEZ CHÁVEZ**

Con número de cuenta: **40807322-8** para obtener el Título de: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**

**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de noviembre de 2015.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

|                     | NOMBRE                               | FIRMA |
|---------------------|--------------------------------------|-------|
| <b>PRESIDENTE</b>   | Ing. Juan González Vega              |       |
| <b>VOCAL</b>        | M. en A. Diana Fabiola Arce Zaragoza |       |
| <b>SECRETARIO</b>   | Ing. Héctor Miguel Santoyo Morales   |       |
| <b>1er SUPLENTE</b> | Ing. Luis Raúl Flores Coronel        |       |
| <b>2do SUPLENTE</b> | Ing. Sugeil Suárez Piña              |       |

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

- En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.

(Art 127 REP)

HHA/Vc

*La presente tesis se la dedico a mis padres que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona y estudiante. Son el pilar más importante de mi vida, gracias por su apoyo, confianza y amor.*

*Gracias porque nunca dudaron de mi a pesar de los errores que cometí.*

*LOS AMO.*

## ÍNDICE

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>INTRODUCCIÓN.</b>      | 8  |
| <b>CAPÍTULO 1.</b>        | 10 |
| <b>GENERALIDADES.</b>     | 10 |
| 1.1 ARDUINO UNO.          | 13 |
| 1.2 ARDUINO ZERO.         | 13 |
| 1.3 ARDUINO YUN.          | 13 |
| 1.4 ARDUINO LEONARDO.     | 14 |
| 1.5 ARDUINO DUE.          | 14 |
| 1.6 ARDUINO MEGA.         | 15 |
| 1.7 ARDUINO ETHERNET.     | 15 |
| 1.8 ARDUINO FIO.          | 15 |
| 1.9 ARDUINO NANO.         | 16 |
| 1.10 ARDUINO LILYPAD.     | 16 |
| 1.11 ARDUINO PR.          | 16 |
| 1.12 ARDUINO PRO MINI.    | 17 |
| 1.13 ARDUINO MEGA ADK.    | 17 |
| 1.14 ARDUINO ESPLORA.     | 17 |
| 1.15 ARDUINO MICRO.       | 17 |
| 1.16 ARDUINO BT.          | 18 |
| 1.17 ARDUINO DUEMILANOVE. | 18 |
| 1.18 ARDUINO DIECIMILA.   | 18 |
|                           | 1  |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.19 SENSOR DHT11.  | 18        |
| 1.20 SENSOR DHT22.  | 19        |
| 1.21 BASURAS ORGÁNICAS.   | 23        |
| 1.22 RESIDUOS DE MADERA.  | 23        |
| 1.23 RESIDUOS COMPOSTEABLES.  | 23        |
| 1.24 MATERIA ORGÁNICA.  | 25        |
| 1.25 RECEPCIÓN.   | 25        |
| 1.26 FERMENTACIÓN.  | 26        |
| 1.27 MADURACIÓN.  | 26        |
| 1.28 AFINO.   | 27        |
| 1.29 FACTORES PRINCIPALES A CONTROLAR DURANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE. | 27        |
| 1.30 SISTEMAS ABIERTOS.   | 28        |
| 1.31 PILAS CON VOLTEO O COMPOSTAJE EN HILERA.                           | 28        |
| 1.32 COMPOSTAJE EN NAVES.   | 29        |
| 1.33 SISTEMAS CERRADOS.   | 29        |
| 1.34 COMPOSTAJE EN TAMBORES.  | 30        |
| <b>CAPÍTULO 2.</b>  | <b>32</b> |
| <b>DISEÑO DEL CONTENEDOR INTELIGENTE.</b>                               | <b>32</b> |
| 2.1 DISEÑO MECÁNICO.  | 32        |
| 2.2 DISEÑO ELECTRÓNICO.   | 39        |
| 2.2.1 SENSOR DTH11.   | 39        |
| 2.2.2 ARDUINO UNO.  | 41        |
| 2.2.3 LCD 16X2 I2C.   | 47        |
| 2.3 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.                               | 48        |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <b>CAPÍTULO 3.</b>                    | 57 |
| <b>MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN.</b>     | 57 |
| 3.1 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO.          | 57 |
| 3.1.1 PARRILLA.                       | 57 |
| 3.1.2 CALENTADORES.                   | 59 |
| 3.1.3 RESPIRADEROS.                   | 63 |
| <b>CAPÍTULO 4.</b>                    | 68 |
| <b>FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS.</b>      | 68 |
| 4.1 APILADO DEL COMPOSTAJE.           | 71 |
| <b>CONCLUSIÓN.</b>                    | 79 |
| <b>EXPERIENCIA EN LA UNIVERSIDAD.</b> | 81 |
| <b>GLOSARIO.</b>                      | 82 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.</b>                  | 88 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES.

### CAPÍTULO 1.

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1.1 - CURVA DE TEMPERATURA DE LA FERMENTACIÓN AEROBIA. | 21 |
| FIGURA 1.2 - PRODUCTO ORGÁNICO.                               | 24 |
| FIGURA 1.3 - RECEPCIÓN DE RSU.                                | 26 |
| FIGURA 1.4 - SISTEMA ABIERTO.                                 | 28 |
| FIGURA 1.5 - SISTEMA EN NAVES.                                | 29 |
| FIGURA 1.6 - SISTEMA CERRADO.                                 | 30 |
| FIGURA 1.7 - COMPOSTAJE EN TAMBORES.                          | 31 |

### CAPÍTULO 2.

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 2. 1 - DISEÑO DEL CONTENEDOR.                     | 32 |
| FIGURA 2. 2 - VISTA LATERAL DEL CONTENEDOR.              | 33 |
| FIGURA 2. 3 - VISTA FRONTAL DEL CONTENEDOR.2.1.1 PLANOS. | 33 |
| FIGURA 2. 4 - PLANOS DEL CONTENEDOR.                     | 34 |
| FIGURA 2. 5 - PRIMER PLANO DE LOS RESPIRADEROS.          | 35 |
| FIGURA 2. 6 - SEGUNDO PLANO DE LOS RESPIRADEROS.         | 36 |
| FIGURA 2. 7 - TERCER PLANO DE LOS RESPIRADEROS.          | 37 |
| FIGURA 2. 8 - CUARTO PLANO DE LOS RESPIRADEROS.          | 38 |
| FIGURA 2. 9 - CIRCUITO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.         | 39 |
| FIGURA 2. 10 - SENSOR DHT11.                             | 40 |
| FIGURA 2. 11 - ARDUINO UNO.                              | 42 |
| FIGURA 2. 12 - ARDUINO UNO INTERNAMENTE.                 | 42 |
| FIGURA 2. 13 - LCD 16X2 I2C.                             | 47 |
| FIGURA 2. 14 - MEDICIÓN TEMPERATURA Y HUMEDAD.           | 56 |

### CAPÍTULO 3.

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 3. 1 - AJUSTE DE PARRILLA.                  | 57 |
| FIGURA 3. 2 - ENSAMBLE DE LA PARRILLA.             | 57 |
| FIGURA 3. 3 - ENSAMBLE COMPLETO DE LA PARRILLA.    | 58 |
| FIGURA 3. 4 - PRESENTACIÓN DE LA PARRILLA.         | 58 |
| FIGURA 3. 5 - CALENTADORES.                        | 59 |
| FIGURA 3. 6 - ARREGLO EN PARALELO.                 | 59 |
| FIGURA 3. 7 - CALCULO EN PARALELO DE LA CORRIENTE. | 60 |



|  |    |
|--|----|
| FIGURA 3. 8 - ARREGLO EN SERIE.                                  | 61 |
| FIGURA 3. 9 - CALCULO EN SERIE.                                  | 61 |
| FIGURA 3. 10 - INSTALACIÓN DE LOS CALENTADORES.                  | 62 |
| FIGURA 3. 11 - FORRADO DE ALUMINIO.                              | 62 |
| FIGURA 3. 12 - MATERIAL PARA RESPIRADEROS.                       | 63 |
| FIGURA 3. 13 - ARMADO DE LOS RESPIRADEROS.                       | 63 |
| FIGURA 3. 14 - ARMADO COMPLETO DE LOS RESPIRADEROS.              | 64 |
| FIGURA 3. 15 - RESPIRADEROS COMPLETOS.                           | 64 |
| FIGURA 3. 16 - MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL CONTENEDOR. | 65 |
| FIGURA 3. 17 - MEDICIONES CON TERMÓMETRO DIGITAL.                | 65 |
| FIGURA 3. 18 - TARJETA SD.                                       | 66 |
| FIGURA 3. 19 - CONEXIÓN DE LA TARJETA SD.                        | 66 |
| FIGURA 3. 20 - ARMADO DEL CIRCUITO.                              | 67 |
| FIGURA 3. 21 - CORRECCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN.                    | 67 |

#### **CAPÍTULO 4.**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 4. 1 - CONTENEDOR INTELIGENTE.                | 68 |
| FIGURA 4. 2 - 1RA PRUEBA DEL CONTENEDOR INTELIGENTE. | 68 |
| FIGURA 4. 3 - LAMINA DE ALUMINIO.                    | 69 |
| FIGURA 4. 4 - DOBLADORA.                             | 69 |
| FIGURA 4. 5 - PRESENTACIÓN DEL FORRADO DE ALUMINIO.  | 70 |
| FIGURA 4. 6 - PLACA DE ALUMINIO.                     | 70 |
| FIGURA 4. 7 - ARMADO COMPLETO DEL CONTENEDOR.        | 71 |
| FIGURA 4. 8 - APILADO DEL COMPOSTAJE.                | 71 |
| FIGURA 4. 9 - 1ERA CAPA DE HOJAS SECAS.              | 72 |
| FIGURA 4. 10 - HOJAS SECAS.                          | 72 |
| FIGURA 4. 11 - 2DA CAPA MATERIA ORGÁNICA.            | 72 |
| FIGURA 4. 12 - MATERIA ORGÁNICA.                     | 72 |
| FIGURA 4. 13 - 3RA CAPA RESTO DE PODA.               | 72 |
| FIGURA 4. 14 - RESTO DE PODA.                        | 72 |
| FIGURA 4. 15 - 4TA CAPA DE ESTIÉRCOL.                | 73 |
| FIGURA 4. 16 - ESTIÉRCOL.                            | 73 |
| FIGURA 4. 17 - HOJAS SECAS.                          | 73 |
| FIGURA 4. 18 - MATERIAL ORGÁNICO.                    | 73 |
| FIGURA 4. 19 - ESTIÉRCOL.                            | 73 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 4. 20 - 2DO APILADO COMPLETO.                        | 73 |
| FIGURA 4. 21 - PROCESO DE APILADO FINAL.                    | 74 |
| FIGURA 4. 22 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS.                   | 74 |
| FIGURA 4. 23 - FUENTE: DISEÑO PROPIO.                       | 75 |
| FIGURA 4. 24 - PRUEBA DE 1ER HR.                            | 75 |
| FIGURA 4. 25 - PRUEBA DE 2DA HR.                            | 76 |
| FIGURA 4. 26 - PRUEBA DE 3ER HR.                            | 76 |
| FIGURA 4. 27 - PRUEBA DE 4TA HR.                            | 77 |
| FIGURA 4. 28 - PRUEBA DE 5TA HR.                            | 77 |
| FIGURA 4. 29 - COMPARACION DE MEDICIONES INTERNA Y EXTERNA. | 78 |
| FIGURA 4. 30 - RESPIRADEROS EN FUNCIONAMIENTO.              | 78 |

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

### **CAPITULO 1.**

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. 1 - PARÁMETROS DE HUMEDAD A CONTROLAR. | 27 |
| TABLA 1. 2 - SISTEMAS DE COMPOSTAJE.            | 31 |

### **CAPITULO 2.**

|   |    |
|---|----|
| TABLA 2. 1 - CARACTERÍSTICAS SENSOR DHT11.    | 41 |
| TABLA 2. 2 - CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO UNO. | 46 |

## **INTRODUCCIÓN.**

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente; el método para producir este tipo de abono es económico y fácil de implementar.

La composta es el material orgánico que se obtiene como producto de la acción microbiana controlada sobre residuos orgánicos tales como hojas , rastrojos, zacates, cascaras, basuras orgánicas caceras, subproductos maderables (aserrín y virutas), ramas, estiércoles, y residuos industriales de origen orgánico; con estos residuos, en forma separada o bien mezclados, se forman pilas o montones, que por acción de los microorganismos dan origen a un material (materia orgánica) de gran utilidad para los suelos agrícolas ya que mejora la estructura y la fertilidad de estos.

Una composta, como ya se indicó, requiere del suministro de desechos orgánicos que por su origen se clasifican como:

- Domésticos.
- De jardín.
- Subproductos agrícolas.
- Desechos del ganado.
- Forestales.
- Desechos urbanos y agroindustriales.

Debe de evitarse el uso de materiales no biodegradables, como vidrios, metales, alambre, plásticos, caucho, cenizas frescas, fibras sintéticas o frutos con espinas, ya que pueden causar problemas a las personas encargadas de su manejo.

El control del sistema se llevara a cabo mediante unos componentes electrónicos, los cuales harán su medición y registro de datos, todo esto se llevara a cabo mediante una programación la cual estará registrando cada minuto (esto se podrá modificar ya sea el uso que uno le quiera dar).

Con el uso de Arduino Uno se llevara a cabo el control de temperatura y humedad para el contenedor inteligente.

Contaremos con un sensor DTH11 (temperatura y humedad) sus características son ideales tanto en bajo costo como en sus características físicas, este realiza mediciones en enteros y tiene un rango de 20 m de distancia, tiene y un rango de trabajo de 0°C a 50°C y 20% hasta el 95% de humedad relativa.

Las mediciones se podrán observar mediante una LCD 16X2 la cual se podrá monitorear cuando uno lo requiera.

Estas mediciones estarán programadas para llevar un registro dentro una tarjeta SD la cual estará programada para que guarde su información cada minuto, la cual podremos extraer del circuito y visualizar las mediciones dentro de una computadora y poder ver si el proceso de compostaje se está realizando correctamente a las características de temperatura y humedad que este proceso necesita.

La instalación del circuito armado se realizara sobre un recipiente con dimensiones: 59.7 cm x 42.9 cm x 31.1 cm, dentro de este se llevara a cabo el proceso de compostaje el cual estará siendo monitoreado por un sistema electrónico de temperatura y humedad.

## **CAPÍTULO 1.**

### **GENERALIDADES.**

De acuerdo a estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Ecología, la basura se encuentra clasificada de la siguiente manera: 40% es orgánica, 15% papel y cartón, 8% vidrio, 5% plástico, 6% fierros, 5% aluminio, 4% materiales diversos, 4% trapos y ropa vieja, 3% pañales desechables y 6% de todo tipo de cosas. De estos tipos de residuos, los que más se reciclan en la ciudad de México son: metales ferrosos, vidrios, papel, cartón, hueso y plásticos.

Dado a toda esta problemática ambiental, es imprescindible contar con un sistema de composta que tenga la capacidad de disminuir el tiempo necesario para reutilizar los desechos orgánicos, para ello deben controlarse adecuadamente los variables tamaño, temperatura, humedad y aeración.

Para una mezcla adecuada de desechos orgánicos el tamaño de las partículas debe de ser de 1.3 a 5 cm si se trata de papel y residuos vegetales o de cocina; menor de 1.3 cm si es de madera; se busca con esto que el intercambio de sustancias sea eficiente. Un tamaño pequeño de partícula supone mayor superficie de contacto, y por lo tanto, fermentaciones rápidas y homogéneas; sin embargo si el tamaño es excesivamente pequeño pueden originarse problemas de compactación que impiden una aireación adecuada.

La actividad microbiana produce un incremento de la temperatura atribuido a las oxidaciones biológicas que desprenden calor; esta fase se llama termofílica y es donde ocurre la descomposición más rápida de la materia orgánica. La temperatura óptima de la descomposición termofílica es de 50 °C a 60 °C considerando la producción de CO<sub>2</sub>; en algunas ocasiones la temperatura por la actividad microbiana puede alcanzar hasta 76°, situación no deseable, dado que a temperaturas de 64° C la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco es muy alta. Durante los primeros días, la temperatura se eleva a 60° o 70 °C, posteriormente se estabiliza a 40° o 50 °C; si la temperatura no aumenta, indica que hay un defecto en la aireación, un bajo nivel de humedad. Temperaturas elevadas, mayores de 65 °C, prolongadas, pueden ocasionar la muerte de bacterias benéficas, lo que frena la fermentación y provoca pérdidas de Nitrógeno. Para proporcionar una buena sanidad al material de la composta se requiere una temperatura de 60° a 65 °C; durante dos o tres

semanas, si el material presenta este rango de temperatura naturalmente durante 5 o 6 semanas podría ocurrir un retraso en la estabilización de la composta. Para garantizar una temperatura constante en intervalos de tiempo, debemos depositar la mezcla de desechos orgánicos en un contenedor inteligente capaz de medir y controlar la temperatura por medio de dispositivos electrónicos como sensores, ventiladores y un generador de calor.

La actividad biológica disminuye cuando el contenido de humedad es menor de 12%; si existe un exceso de humedad, hay descenso en la temperatura y producción de olores desagradables; cuando la circulación de oxígeno es limitada y los contenidos de humedad son del orden del 60%, la actividad microbiana disminuye; la humedad óptima se encuentra en el rango de 50 a 70%. El contenedor antes mencionado tendrá la capacidad de sentir y manipular los niveles de humedad para garantizar las condiciones microbianas mediante los dispositivos electrónicos.

El consumo de oxígeno es directamente proporcional a la actividad microbiana; por ello existe una relación directamente proporcional entre el oxígeno consumido y la temperatura. La mayor cantidad de oxígeno se requiere durante la fase inicial de la descomposición, debido al crecimiento de la población microbiana, el incremento en la temperatura y la gran actividad bioquímica; durante la fase de estabilización, la demanda de oxígeno decrece.

Los sistemas de medida basados en sensores son sistemas que adquieren señales que corresponden a una magnitud física no electrónica, porque los sensores obtienen señales eléctricas a partir de señales no eléctricas.

Toda medición exige tres funciones básicas: detección de la magnitud que se desea medir, procesamiento de las señales que contienen la información sobre dicha magnitud y presentación del resultado.

Dado que actualmente las señales se procesan en último término con procesadores digitales y que las señales de salida de los sensores, detectores o captadores son normalmente analógicas, hay que digitalizarlas. Si la información de las señales está en su amplitud, se digitalizan con convertidores analógicos – digitales.

Dado que la entrada de estos solo suele aceptar tensiones, no corrientes, las señales de los sensores hay que convertirlas en tensiones, si ni lo son, y de ello se encargan los convertidores corriente – tensión y diversos circuitos de medida de resistencia, capacidad e industria.

Si la información de las señales analógicas está en su frecuencia o duración, se digitalizan mediante un sistema digital.

Algunos sistemas de medida que emplean sensores resistivos se basan en detectar las variaciones de temperatura que experimenta el sensor cuando se hace circular por él una corriente suficiente como para calentarlo.

Sin embargo, en aquellos sensores que se basan en la variación directa del valor de la resistencia en respuesta a la magnitud ajena, por ejemplo se desea medir, todo cambio de resistencia debido a otra magnitud ajena, por ejemplo por culpa de un auto calentamiento del sensor, es una interferencia.

Un elemento importante de la instrumentación es el microcontrolador el cual es un dispositivo que cubre un amplio espectro de aplicaciones.

Actualmente el mercado comercial de instrumentación electrónica incluye una enorme diversidad de opciones, marcas, modelos, precios capacidades y tipos de tarjetas de instrumentación para automatización y control.

Dentro de esta gama de opciones se encuentra la gama Arduino, la cual tiene una plataforma de desarrollo con varios modelos dependiendo el tipo de microcontrolador que permite tener alto rendimiento, potencial, prestaciones, bajo costo y facilidad de programación.

La plataforma de instrumentación Arduino es un sistema electrónico en arquitectura abierta que permite tener versatilidad, alto desempeño, bajo costo y facilidad de programación, características indispensables para realizar diseño electrónico y programación justo a la medida del sistema a automatizar.



### **1.1 Arduino UNO.**

Es la plataforma más extendida y la primera que salió al mercado, por ello nos podemos basar en esta para hacer la comparativa con el resto de placas. Todas las características de esta placa estarán implementadas en casi todas las placas restantes, a excepción de algunas que ya veremos. Se basa en un microcontrolador Atmel ATmega320 de 8 bits a 16Mhz que funciona a 5v. 32KB son correspondientes a la memoria flash (0,5KB reservados para el bootloader), 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM. En cuanto a memoria es una de las placas más limitadas, pero no por ello resulta insuficiente para casi todos los proyectos que rondan la red. Las salidas pueden trabajar a voltajes superiores, de entre 6 y 20v pero se recomienda una tensión de trabajo de entre 7 y 12v. Contiene 14 pines digitales, 6 de ellos se pueden emplear como PWM. En cuanto a pines analógicos se cuenta con hasta 6. Estos pines pueden trabajar con intensidades de corriente de hasta 40mA.

### **1.2 Arduino Zero.**

En aspecto es similar a Arduino UNO, pero esta placa esconde sorpresas con respecto a la plataforma UNO. En vez del microcontrolador Atmel ATmega basado en arquitectura AVR de 8 bits, el Zero contiene un potente Atmel SAMD21 MCU de 48Mhz con un core ARM Cortex M0 de 32 bits. Con 256 KB de memoria flash, 32 KB de SRAM y una EEPROM de más de 16KB por emulación. El voltaje en el que opera es de 3v3/5v (7mA) y contiene 14 pines E/S digitales, de los cuales 12 son PWM y UART. En el terreno analógico se dispone de 6 entradas para un canal ADC de 12 bits y una salida analógica para DAC de 10 bits. En definitiva, esta placa va destinada para

### **1.3 Arduino Yun.**

Se basa en el microcontrolador ATmega32u4 y en un chip Atheros AR9331 (que controla el host USB, el puerto para micro-SD y la red Ethernet/WiFi), ambos comunicados mediante un puente. El procesador Atheros soporta la distribución Linux basadas en OpenWrt llamada OpenWrt-Yun. Se trata de una placa similar a Arduino UNO pero con capacidades nativas para conexión Ethernet, WiFi, USB y micro-SD sin necesidad de agregar o comprar shields aparte. Contiene 20 pines digitales, 7 pueden ser usados en modo PWM y 12 como analógicos. El microcontrolador ATmega32u4 de 16Mhz trabaja a 5v y contiene una memoria de solo 32KB (4KB reservados al bootloader), SRAM de solo 2,5KB y 1KB de EEPROM. Como vemos, en este sentido queda corto. Sin embargo se

complementa con el AR9331 a 400Mhz basado en MIPS y trabajando a 3v3. Este chip además contiene RAM DDR2 de 64MB y 16MB flash para un sistema Linux embebido.

#### **1.4 Arduino Leonardo.**

Es una placa basada en un microcontrolador ATmega32u4 de bajo consumo y que trabaja a 16Mhz. La memoria flash tiene una capacidad de 32KB (4KB para el bootloader) y 2.5KB de SRAM. La EEPROM es de 1KB, también muy similar a Arduino UNO en cuanto a capacidades de almacenamiento. A nivel electrónico y de voltajes es igual al UNO. Pero este microcontrolador puede manejar 20 pines digitales (7 de ellos pueden ser manejados como PWM) y 12 pines analógicos. Como vemos, contiene los mismos pines que Yun, solo que prescinde de las funcionalidades de red. El volumen ocupado por Leonardo es inferior al de UNO, puesto que carece de las inserciones de los pines y en su lugar posee perforaciones con pads de conexión en la propia placa. Además las dimensiones del conector USB de la placa es mucho menor, ya que en vez de una conexión USB emplea una mini-USB para ahorrar espacio. Por eso es idóneo para proyectos en los que se requiera ahorrar algo de espacio, pero todo al mismo precio que UNO.

#### **1.5 Arduino Due.**

Es una placa con un microcontrolador Ateml SAM3X8E ARM Cortex-M3 de 32 bits. Este chip que trabaja a 84 Mhz (3,3v) aporta una potencia de cálculo bastante superior a los anteriores microcontroladores vistos. Por eso es idóneo para todos aquellos que necesiten de un proyecto con alta capacidad de procesamiento. Al tener un core a 32 bits permite realizar operaciones con datos de 4 bytes en un solo ciclo de reloj. Además, la memoria SRAM es de 96KB, superior al resto de placas vistas anteriormente e incorpora un controlador DMA para acceso directo a memoria que intensifica el acceso a memoria que puede hacer la CPU. Para el almacenamiento se dispone de 512KB de flash, una cantidad muy grande de memoria para cualquier código de programación. En cuanto a soporte de voltajes en intensidades es idéntica a UNO, solo que el amperaje de los pines se extiende hasta los 130-800mA (para 3v3 y 5v respectivamente). El sistema dispone de 54 pines de E/S digitales, 12 de ellos pueden ser usados como PWM. También tiene 12 analógicos, 4 UARTs (serie, frente a los dos de UNO), capacidades de conexión USB OTG, dos conexiones DAC (conversión digital a analógico), 2 TWI, un power jack, SPI y JTAG.

Como vemos en cuanto a interfaz de conexionado está muy completo y permite multitud de posibilidades.

### **1.6 Arduino Mega.**

Su nombre proviene del microcontrolador que lo maneja, un ATmega2560. Este chip trabaja a 16Mhz y con un voltaje de 5v. Sus capacidades son superiores al ATmega320 del Arduino UNO, aunque no tan superiores como las soluciones basadas en ARM. Este microcontrolador de 8 bits trabaja conjuntamente con una SRAM de 8KB, 4KB de EEPROM y 256KB de flash (8KB para el bootloader). Como puedes apreciar, las facultades de esta placa se asemejan al Due, pero basadas en arquitectura AVR en vez de ARM. En cuanto a características electrónicas es bastante similar a los anteriores, sobre todo al UNO. Pero como se puede apreciar a simple vista, el número de pines es parecido al Arduino Due: 54 pines digitales (15 de ellos PWM) y 16 pines analógicos. Esta placa es idónea para quien necesita más pines y potencia de la que aporta UNO, pero el rendimiento necesario no hace necesario acudir a los ARM-based.

### **1.7 Arduino Ethernet.**

Si deseas un Arduino UNO pero con capacidades Ethernet tienes dos opciones, comprar un Arduino UNO y un shield Ethernet para integrarlo, o la otra opción sería adquirir un Arduino Ethernet. Esta placa es bastante similar a la UNO, incluso en el aspecto, pero tiene capacidades de red. Su microcontrolador es un ATmega328 que trabaja a 16Mhz (5v). Va acompañado de 2KB de SRAM, 1KB de EEPROM y 32KB de flash. El resto de características electrónicas son como las de UNO solo que añade capacidad para conexión Ethernet gracias a un controlador W5100 TCP/IP embebido y posibilidad de conectar tarjetas de memoria microSD. Los pines disponibles son 14 digitales (4 PWM) y 6 analógicos. Lo que hay que tener en cuenta es que Arduino reserva los pines 10-13 para ser usado para SPI, el 4 para la tarjeta SD y el 2 para el interruptor W5100.

### **1.8 Arduino Fio.**

Es una placa Arduino reducida a la mínima expresión. Por su tamaño es especialmente considerado para proyectos móviles inalámbricas o para ser insertados en espacios reducido. Funciona con un microcontrolador ATmega328P, una versión similar a la del Ethernet pero que trabaja a una frecuencia inferior, 8Mhz. Al ser tan reducida carece de ciertas comodidades, por ejemplo, para subir los sketches hay que usar un cable FTDI o

una placa adicional adaptadora Sparkfun. Igualmente, las tensiones con las que se trabaja se ven mermadas hasta los 3.35-12v máximo. 14 pines digitales (6 PWM) y 8 pines analógicos serán los únicos disponibles en esta placa. Tampoco ayuda sus 2KB de SRAM, 32KB de flash y 1KB de EEPROM, todo esto limitará mucho el tamaño de los sketches y del circuito del proyecto.

### **1.9 Arduino Nano.**

Empezaron incorporando un ATmega328 como el de otras placas vistas anteriormente, pero tras la revisión 2.x se sustituyó por un ATmega168 a 16Mhz. Sus dimensiones son aun más reducidas que las de Fio, de tan solo 18,5×43.2mm. Su reducido tamaño no le quitan la posibilidad de ser una placa completa, pero si que necesita de un cable mini-USB y no posee conector de alimentación externa. Esta versión fue diseñada y producida por la compañía Gravitech, especialmente pensado para aplicaciones de reducido costo y donde el tamaño importe. A nivel eléctrico se comporta como un UNO, con 14 pines digitales (6 PWM) y 8 analógicos. Pero sus capacidades han ido a menos con las nuevas revisiones en pos de un menor consumo. Por ello se ha pasado de 32 a 16KB de flash (2 reservados al cargador de arranque), de 2 a 1KB de SRAM y de 1KB a 512 bytes de EEPROM.

### **1.10 Arduino LilyPad.**

Especial para ser integrado en prendas y textiles, es decir, es una versión de Arduino “ponible”. Fue desarrollado por Leah Buechley y SparkFun Electronics para ser empleado con los mismo fines que otros Arduino’s solo que con ciertas limitaciones a cambio de sus capacidades de integración y su base flexible. Se basa en dos versiones de microcontrolador diferentes, ambas de bajo consumo denominadas Atmega168V y ATmega328V, esta segunda más potente. Ambos trabajan a 8Mhz, pero la primera trabaja a solo 2,7v y a segunda a 5,5v. Dispone de 14 pines digitales (6 PWM) y 6 analógicos a lo largo de su perímetro. Además integra 16KB de memoria flash para el código del programa, 1KB de SRAM y 512 bytes de EEPROM.

### **1.11 Arduino Pr.**

Contiene un microcontrolador ATmega168 o Atmega328, con versiones de 3.3V y 8Mhz o 5v para 16Mhz. Contiene 14 pines de E/S digitales (6 de ellos son PWM) y 6 pines analógicos. Esta placa diseñada y construida por SparkFUN Electronics integra entre 32KB y 16KB de flash según el microcontrolador en el que se base (2KB reservados para el

gestor de arranque). Lo que si es común para todos los modelos es el KB de SRAM y los 512 bytes de EEPROM. A pesar de su nombre, la versión Pro no es una de las más potentes como podemos apreciar. Pero se ha concebido para usuarios avanzados que necesitan flexibilidad y precios bajos.

### **1.12 Arduino Pro Mini.**

Es la hermana pequeña de la versión Pro. Además de la flexibilidad y precios bajos hay que añadirle su reducido tamaño. Para reducir coste y tamaño dispone de los componentes mínimos (sin conector USB Integrado ni conectores de pin). El resto de características son muy similares a la versión Pro.

### **1.13 Arduino Mega ADK.**

Placa basada en un ATmega2560 como la versión Mega vista anteriormente. Pero su principal ventaja es que dispone de una interfaz preparada para ser conectada mediante USB a dispositivos móviles basados en Android, gracias a su IC MAX3421e. Esto permite contar con todas las capacidades de una placa Arduino Mega (igual en cuanto al resto de características) más las posibilidades de desarrollo conjuntas con una plataforma Android.

### **1.14 Arduino Esplora.**

Se diferencia del resto de placas, a parte de su reducido tamaño y por su forma, en que dispone de una serie de sensores onboard. Es bueno para las personas que comienzan a dar sus primeros pasos en el mundo de la electrónica y están aprendiendo, de ahí su nombre. Incluye unos sensores (acelerómetro, temperatura, luz), zumbador, botones, joystick, micrófono y un socket para conectar una pantalla a color TFT LCD. Funciona con un microcontrolador ATmega32u4 que trabaja a 16MHz y 5v, con SRAM de 2,5KB y 1KB de EEPROM. La flash llega a los 32KB con 4KB reservados al bootloader. El mayor problema es su capacidad de conectividad, casi nula, ya que todo lo tiene integrado para los principiantes (una de las cosas que limita su capacidad y por la que no se aconseja para gente que quiera profundizar algo más en la electrónica y desee mayor flexibilidad).

### **1.15 Arduino Micro.**

Diseñado por Adafruit y pensado para una autonomía elevada y con un reducido tamaño. Su precio es bajo con respecto a otros modelos. Sin embargo cuenta con características similares a otros diseños, como un microcontrolador ATmega32u4 a 16Mhz, 20 pines

digitales (7 de ellos PWM) y 12 analógicos. En muchos aspectos es similar a Leonardo, pero con capacidad de comunicación USB built-in, eliminando la necesidad de un segundo procesador.

#### **1.16 Arduino BT.**

Es una placa Arduino con un módulo Bluetooth incorporado y que permite comunicación inalámbrica sin necesidad de comprar un shield independiente. El módulo bluetooth incorporado es un Bluegiga WT11. El resto de características son similares al Arduino UNO, con microcontrolador ATmega168 o 328 a 16MHz.

#### **1.17 Arduino Duemilanove.**

Apareció en 2009, con microcontrolador ATmega168 o 368, 14 pines digitales (6 con posibilidad PWM) y 6 analógicos. Contiene conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ISCP, botón de reset,... todo bastante parecido a UNO ya que se trata de una versión previa que fue sustituida por UNO en la actualidad.

#### **1.18 Arduino Diecimila.**

Otra placa antigua basada en chip DIP ATmega168 a 16Mhz, con 14 pines digitales (6 PWM) y 6 analógicos. El resto de características son similares al más moderno UNO que se ha sacado al mercado para sustituir a estos diseños más primitivos. El modelo "Diecimila" debe su nombre a "diez mil" en italiano, modo en el que se festejó el hecho de haber vendido más de 10.000 placas Arduino en la época en la que se sacó a la venta. Fue una de las placas más antiguas de Arduino, sacada en 2007.

#### **1.19 Sensor DHT11.**

El sensor DHT11 se caracteriza por tener la señal digital calibrada por lo que asegura una alta calidad y una fiabilidad a lo largo del tiempo ya que contiene un microcontrolador de 8 bits integrado. Está constituido por dos sensores resistivos (Temperatura NTC y humedad). Tiene una excelente calidad y una respuesta rápida en las medidas.

Características:

- Tipo de señal: Digital
- Rango de temperatura: 0-50 °C error de  $\pm 2$  °C
- Rango de temperatura: 0-50 °C error de  $\pm 2$  °C

### 1.20 Sensor DHT22.

El sensor de temperatura y humedad DHT22 o AM2302 se une a la familia de los sensores DHT, de los que hasta ahora solo conocíamos a su hermano pequeño el sensor de temperatura y humedad DHT11. El sensor DHT22 supone una mejora considerable en las características técnicas con respecto al DHT11 a cambio de un pequeño incremento en el precio.

Características:

- Rango de valores desde  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $80^{\circ}\text{C}$  de temperatura.
- Precisión:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  como máximo en condiciones adversas.
- Tiempo de respuesta:  $< 10$  segundos, es decir, de media, tarda menos de 10 segundos en reflejar un cambio de temperatura real en el entorno.
- Rango de valores desde 0% hasta 99.9% de Humedad Relativa.
- Precisión:  $\pm 2\% \text{RH}$ , a una temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Tiempo de respuesta:  $< 5$  segundos, es decir, de media, tarda menos de 5 segundos en reflejar un cambio de humedad relativa real en el entorno. Además, para darse esta afirmación, los tests indicaron que la velocidad del aire debe ser de 1 m/s.

Las condiciones ambientales (físicas y químicas) en las que se desarrollan la actividad microbiana están constantemente cambiando, como resultado de la acumulación de los subproductos de su misma actividad.

Un proceso de compostaje, bien controlado y aplicado a los materiales adecuados, reduce la humedad, el peso, el volumen de los residuos tratados y conduce a un producto estabilizado, almacenable, transportable y utilizable en un suelo agrícola o de otro tipo. Este producto final, el compost al ser aplicado en un suelo puede mejorar la infiltración y retención de agua.

Es muy versátil y puede aplicarse a gran variedad de residuos que permite multitud de aplicaciones, incluso a residuos poco idóneos que pueden conducir a procesos ineficientes.

El agua es esencial para favorecer la migración y la colonización microbiana apropiada para cada fase del proceso, así como la difusión de los residuos metabólicos. Ya que el tipo

de metabolismo dominante es el aeróbico el aporte del oxígeno tiene una gran importancia; puede ser suministrado por difusión pasiva o por la convección favorecida por las diferentes temperaturas inducidas por la actividad microbiana o por alguna acción mecánica (ventilación forzada).

El incremento de la actividad biológica genera calor que, al considerarse los residuos una masa auto aislante, es retenido provocando un incremento de temperatura. La fase termogénica ha de optimizarse para maximizar la higienización, que ha de alcanzar tres objetivos:

- Prevenir el crecimiento y diseminación de progenitores durante el compostaje.
- Destruir los inicialmente presentes y producir un producto final difícilmente recolonizable por patógenos.
- Evitar la autolimitación microbiana por elevación excesiva de la temperatura.

Por esta razón la aireación tiene otra función además de aportar oxígeno: disipar energía calorífica a través del calor latente de vaporización del agua. Se necesita más volumen de aire para mantener la temperatura dentro de los niveles aconsejables que para mantener el nivel de oxígeno necesario para un proceso aeróbico.

Debemos de tener en cuenta todos los aspectos aquí expuestos es importante para la eficiencia del proceso y evitar las consecuencias desagradables de un tratamiento más gestionado entre ellos están:

- Malos olores.
- Exceso de humedad.
- Altas temperaturas.
- Contaminación de la tierra.

Al disponer el material que se va a comportar en pilas, si las condiciones son las adecuadas, comienza la actividad microbiana. Inicialmente todo el material está a la misma



temperatura, pero al crecer los microorganismos se genera calor aumentando la temperatura del material. El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que esta compostando.

A veces la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos, conociéndose este fenómeno como suicidio microbiano.

En la figura 1.1 se observan tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial (  $T < 45\text{ C}$  ), al final de la cual se producen ácidos orgánicos: fase Termófila (  $T > 45\text{ C}$  ); y fase mesófila final, considerándose finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial.

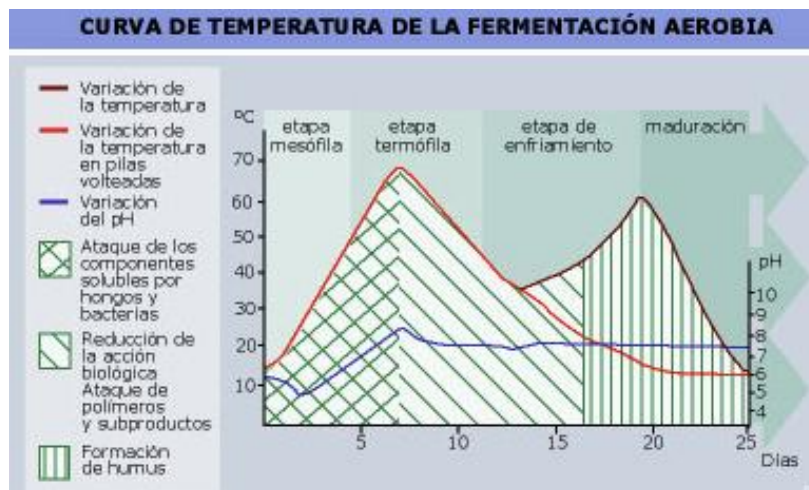


Figura 1.1 - Curva de Temperatura de la Fermentación Aerobia.<sup>1</sup>

Cada especie de microorganismo tiene un intervalo de temperatura óptima en el que su actividad es mayor y más efectiva: 15-40C para los microorganismos mesófilos y 40-70C para los termófilos.

Este calor provoca una variación de la temperatura de la pila que dependerá de la adecuación de los demás factores a los intervalos óptimos del tamaño de la pila.

Los organismos que predominan en el compostaje comercial son principalmente mesófilos y termófilos, cada uno de los cuales actúan en tiempos diferentes durante el ciclo de

<sup>1</sup> [http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/mecanismos\\_fermentacion\\_aerobia.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/mecanismos_fermentacion_aerobia.asp).

compostaje. La temperatura es también un buen indicador de las diferentes fases del proceso de compostaje

Es un proceso dinámico, biológico, aeróbico y en consecuencia termófilo, que para llevarse a cabo necesita: materia orgánica, población microbiana inicial y a las condiciones óptimas para que esta se desarrolle con multiplicidad de funciones y actividades sinérgicas.

Para que la población microbiana sea lo más variable posible debe mantener una serie de equilibrios:

- AIRE/AGUA.
- BIOPOLIMEROS.
- NUTRIENTES.

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos.

Ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de las relaciones que tienen lugar durante dicho proceso.

La humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación tanto del oxígeno (ya que el proceso debe desarrollarse en condiciones aeróbicas), como la de otros gases producidos en la reacción.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano esta entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70%; el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis.

Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso.

El exceso de humedad puede ser reducido aumentando la aireación, a su vez, con un buen control de la humedad y de la aireación, puede llevarse a cabo el control de la temperatura.

Esto es debido a que durante el proceso de compostaje se debe llegar a un equilibrio entre los huecos entre partículas (de tamaño variable) que puede llenarse de aire o de agua.

Por lo tanto, la humedad óptima depende del tipo de residuo; así se ha encontrado que, para la paja de cereales esta entre 75 y 85%, para astillas de madera entre 75 y 90% y para residuos urbanos entre 50 y 55%.

### **1.21 Basuras orgánicas.**

Se producen aproximadamente 0.5 a 1 Kg por habitante diario, esto es según el estrato social, se calcula que hay de 3 a 6% de basura orgánica a nivel ciudades, mas lodos orgánicos de drenaje,  $500 \text{ gr} \times 20000000 \times 360 = 360000$  toneladas.

Estos datos han sido proporcionados por el Servicio Urbano de la Ciudad de México.

LIRIO ACUATICO. La concentración mayor de lirio acuático está en el estado de Jalisco, en el Lago de Chapala, no hay datos confiables acerca del tonelaje que puede salir de ahí, pero es una gran superficie del lago ocupada por el lirio.

### **1.22 Residuos de Madera.**

Todos los desperdicios de la industria madera como: costaneras, aserrines, ramas, etc., de los aserraderos.

No existen datos confiables para calcular el tonelaje de materia orgánica anual.

Es urgente que en México se incremente la cultura agrícola sobre el suelo de la materia orgánica para proteger la fertilidad de los suelos, y producir utilidades al agricultor, mejorando además el ambiente.

### **1.23 Residuos Compostables.**

En la figura 1.2 se observan los desechos orgánicos fermentables y no contaminados son susceptibles de ser reutilizados.



*Figura 1.2 - Producto Orgánico.<sup>2</sup>*

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos. Mediante el seguimiento del pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH.

La evolución del pH presenta tres fases. Durante la fase mesófila inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más débil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos.

En la segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas.

Estableciendo una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro, por lo que si el pH se mantiene por encima de 7.5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición.

---

<sup>2</sup> <http://www.tritellus.com/blog/>.

Para el correcto desarrollo del compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios. Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior del contenido de oxígeno va disminuyendo, mientras que el dióxido de carbono va aumentando, hasta el punto de que a una profundidad mayor a 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0.5 y 2%.

El exceso de ventilación, podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos.

Durante el proceso de maduración no deben hacerse aportaciones adicionales de oxígeno.

#### **1.24 Materia Orgánica.**

Durante el compostaje la materia orgánica tiende a descender debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico.

Este descenso de materia orgánica transcurre en dos etapas fundamentales. En la primera se produce un rápido decrecimiento de los carbohidratos.

En la segunda etapa, una vez consumidos los compuestos lábiles. Los nuevos materiales formados poseen unas propiedades distintas a las de los materiales originales, confiriéndole a la masa unas características físicas y químicas distintas.

La velocidad de transformación de materia orgánica depende de su naturaleza física y química, de los microorganismos que intervienen y de las condiciones físico-químicas del proceso (humedad, aireación, temperatura y pH).

#### **1.25 Recepción.**

Los residuos llegan a la planta donde se registran, pesan y a continuación, se descargan y almacenan antes de la etapa de fermentación. En la figura 1.3 se observa un diagrama de cómo se realiza la recepción de los materiales.

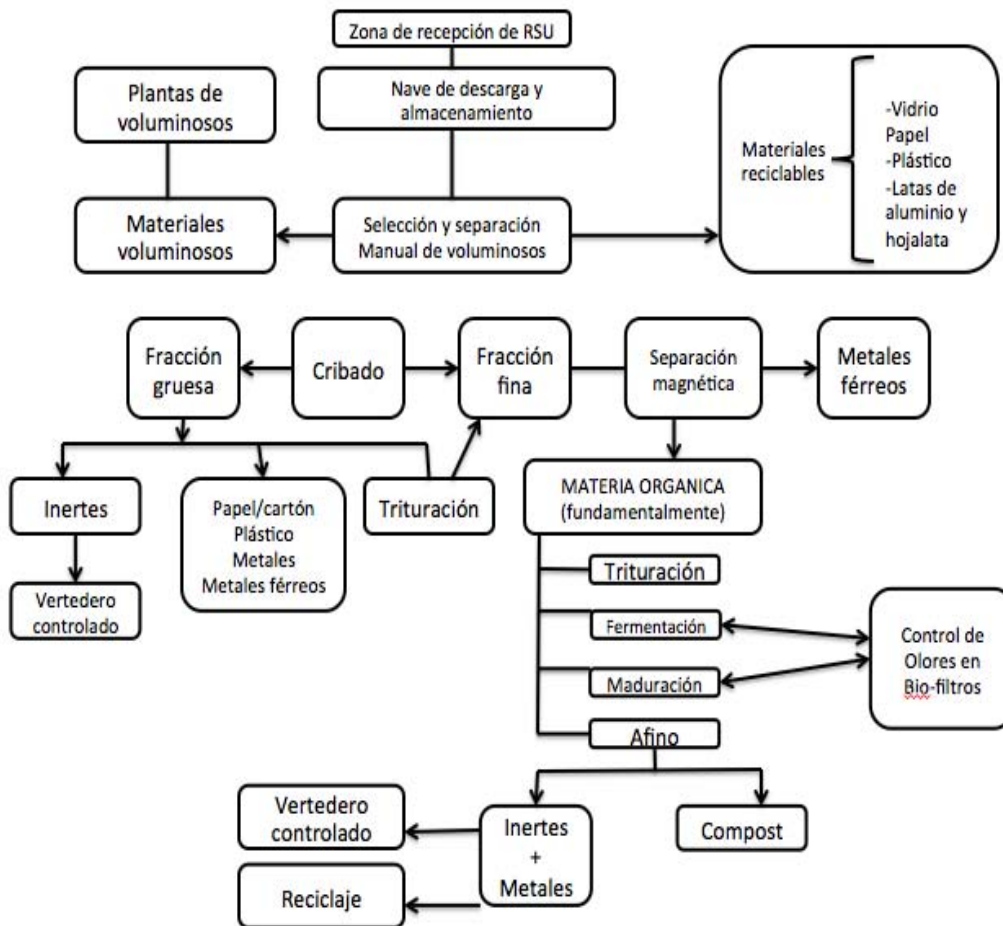


Figura 1.3 - Recepción de RSU.

### 1.26 Fermentación.

En este proceso, la materia orgánica pasa por una fase inicial, mesófila o de moderada temperatura, que suele durar un par de días y en la que se degradan los compuestos orgánicos de cadena corta más fácilmente biodegradables.

Generalmente, existe una mayor actividad microbiológica y se produce la degradación de compuestos de cadena más larga como proteínas. Puede durar desde unos días a varios meses y se llega a alcanzar temperaturas de 60°C que aseguran la destrucción de parásitos y organismos patógenos para plantas y animales, así como de semillas y malas hierbas.

### 1.27 Maduración.

Esta etapa se encuentra marcada por una baja tasa de actividad microbiana, al agotarse los sustratos y producirse una caída gradual de la temperatura. En esta fase los productos resultantes de la fase anterior se estabilizan, lo que implica una descomposición más

avanzada, una disminución de los compuestos resistentes y la formación de compuestos húmicos.

Requiere varios meses antes de la venta del producto y suele hacerse apilando el compost en alturas que no deben superar los dos o tres metros y que se deben voltear periódicamente para asegurar la estabilización del compost y evitar los malos olores.

Se considera finalizado el proceso cuando la pila después de repetidos volteos vuelve a presentar una temperatura similar a la temperatura ambiente.

### 1.28 Afino.

Consiste en hacer pasar la compost maduro por un tamiz para eliminar las partículas de gran tamaño que no hayan fermentado, así como restos de materiales no deseables (papel, plásticos, vidrio, etc.).

Se consigue así una granulometría adecuada y una mayor calida en el producto final.

### 1.29 Factores principales a controlar durante el proceso de compostaje.

Existen una serie de parámetros que influyen y que, por tanto, es necesario controlar para que el proceso de compostaje se realice adecuadamente. Como se observa en la tabla 1.1 se aprecian algunos factores a controlar.

| Material                | Humedad (%) |
|-------------------------|-------------|
| Lechugas                | 87          |
| Melocotones             | 80          |
| Comida seca para perros | 10          |
| Periódicos              | 5           |

*Tabla 1. 1 - Parámetros de humedad a Controlar.*

Los distintos sistemas de compostaje existentes tienen como objetivos común optimizar cada uno de los factores que intervienen en el proceso mediante diversos medios técnicos, y se diferencia en el nivel de complejidad en el grado de control del proceso así como en el procedimiento que utilizan para mantener las condiciones aeróbicas exigidas, podemos clasificarlas en dos grandes grupos.

- Sistemas Abiertos.
- Sistemas Cerrados.

### 1.30 Sistemas abiertos.

Están basados en la formación de pilas con aquellos materiales que van a ser objeto del compostaje.

El tamaño de las pilas o montones va a depender de que sean estáticas o de volteo, mientras que la distribución del material en pilas individuales o en una pila continúa en forma de meseta va a depender de las dimensiones de la planta y de la maquinaria de que dispongan, ver figura 1.4.



*Figura 1.4 - Sistema Abierto.*<sup>3</sup>

### 1.31 Pilas con volteo o compostaje en hilera.

Su tecnología es muy simple y es el sistema más económico. En él los materiales se amontonan en el suelo y la aeración de la pila se lleva a cabo mediante volteos periódicos con una maquina adecuada y con una frecuencia que suele ser de 6 a 10 días, dependiendo del tipo de material, humedad y rapidez con la que se desee realizar el proceso. Los volteos sirven para incrementar la porosidad y mejorar la ventilación, para homogeneizar la mezcla y su temperatura y controlar la humedad.

---

<sup>3</sup> <http://www.compostandociencia.com/2014/12/maquinas-volteadoras-de-compost/>.



Antes de formar las hileras, el material orgánico se somete a una trituración y cribado para obtener un tamaño de partícula de 2.5 a 7.5 cm y un contenido de humedad entre el 50 y 60%.

El tamaño y la forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire y mantener la temperatura en valores deseados. Por ello, las medidas óptimas de las pilas se encuentran entre 1,2 y 2 m de alto y de 2 y 4 m de ancho y, en zonas donde las lluvias son abundantes y para favorecer el drenaje, la selección de las pilas suele ser circular en lugar de trapezoidal.

### **1.32 Compostaje en naves.**

Se trata de un proceso dinámico que tiene lugar en naves cerradas provistas de un sistema de inyección de aire a través del suelo perforado. El control, tanto de la temperatura como el movimiento (con volteadoras automáticas sobre carro) y trasiego de sólidos esta automatizado. Estas naves están provistas de un sistema de recogida e inyección de agua/lixiviados, así como de un sistema de extracción de aire en toda la nave, ver figura 1.5.



*Figura 1.5 - Sistema en Naves.<sup>4</sup>*

### **1.33 Sistemas Cerrados.**

El proceso tiene lugar en unos recipientes o contenedores llamados reactores o digestores. El uso de sistemas cerrados ha significado un avance muy importante en este tipo de

---

<sup>4</sup> <http://www.selenitastic.com/donde-va-nuestra-basura/nave-de-compostaje/>.

tratamientos, tanto desde el punto de vista del proceso como por la calidad del producto final.

Estos sistemas permiten ejercer un mejor control sobre la temperatura, grado de humedad, pH, composición de nutrientes etc., lo que conlleva a su vez una degradación más rápida y completa así como un mejor control de olores en el entorno. Se trata sin embargo, de sistemas que requieren una mayor inversión y un mantenimiento más costoso que en el caso de los sistemas abiertos.

Los reactores pueden ser contenedores de todo tipo: torres verticales, depósitos horizontales, rectangulares y circulares. Dentro de ellos y dependiendo de si existe o no mezcla de los materiales durante el proceso, pueden clasificarse en dos categorías: estáticos o de flujo-pistón, ver figura 1.6.



*Figura 1.6 - Sistema Cerrado.*<sup>5</sup>

### **1.34 Compostaje en tambores.**

Se trata de un proceso dinámico que tiene lugar en un tambor cerrado de acero inoxidable, de rotación lenta con posibilidades de variar, de forma controlada, la velocidad de rotación.

Los tambores pueden trabajar en continuo o por cargas y son de diferentes formas y tamaño. El sistema de ventilación actúa en sentido opuesto al del movimiento de la carga, permitiendo que el aire se renueve periódicamente, ver figura 1.7.

<sup>5</sup> <http://www.piedra-artificial.es/blog-de-piedra-artificial/jardinaria/item/272-sistemas-compost-para-jardin-6-maneras-faciles-de-hacer-compost>.



Figura 1.7 - Compostaje en Tambores.<sup>6</sup>

| Tipo de sistema                         | Ventajas   | Desventajas   |
|---|--|---|
| <b>Tambores</b>                         | Gran flexibilidad y buen control del proceso, proceso modular, bio.filtro solo para tambores, menor influencia del tipo de residuo y menor necesidad de aire y agua. | Inversión algo mayor que para el sistema en túneles.  |
| <b>Túneles</b>                          | Gran flexibilidad y buen control del proceso, proceso modular bio-filtro solo para túneles.  | Alto consumo eléctrico y menor homogeneización del residuo.   |
| <b>Naves con volteadoras automática</b> | Sistemas completamente cerrado, menor necesidad de personal, buen control del proceso y buena homogenización del residuo.  | Coste elevado de mantenimiento de partes móviles, alta inversión, alto consumo eléctrico, sistema no modular, extracción de aire en toda la nave y bio-filtro para tratar todo el aire. |

Tabla 1. 2 - Sistemas de Compostaje.

<sup>6</sup> <http://www.compostandociencia.com/2015/03/compostaje-en-tambor-rotatorio/>.

## CAPÍTULO 2.

### DISEÑO DEL CONTENEDOR INTELIGENTE.

#### 2.1 Diseño mecánico.

El diseño del contenedor se inició con un recipiente de plástico con unas dimensiones 59.7 cm x 42.9 cm x 31.1 cm, el cual fue modificado, instalando un recubrimiento interno de aluminio ya que una de las propiedades del aluminio es disipar el calor.

Esto se debe a que dentro del contenedor se va a generar una temperatura de más de 60 °C y el plástico no soportara esas condiciones de temperatura.

Ya con el recubrimiento de aluminio evitaremos un sobre calentamiento interno.

Se realizó el diseño del contenedor inteligente con el programa SolidWorks, en el cual se observa como está distribuido internamente nuestro contenedor y sus respectivos planos de cada pieza.

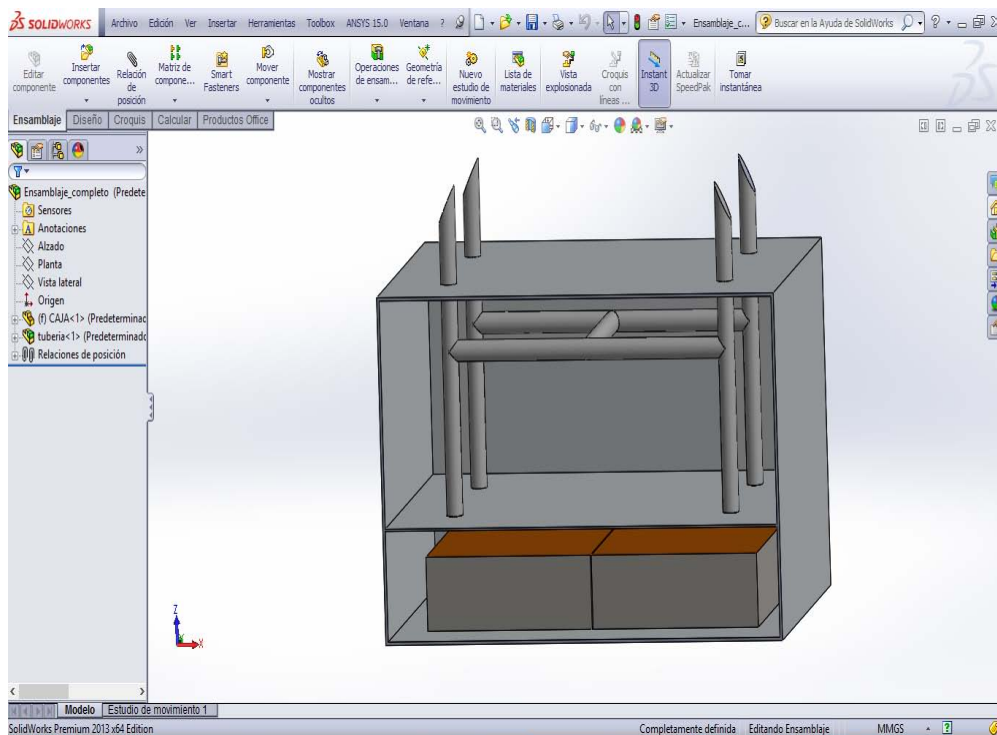
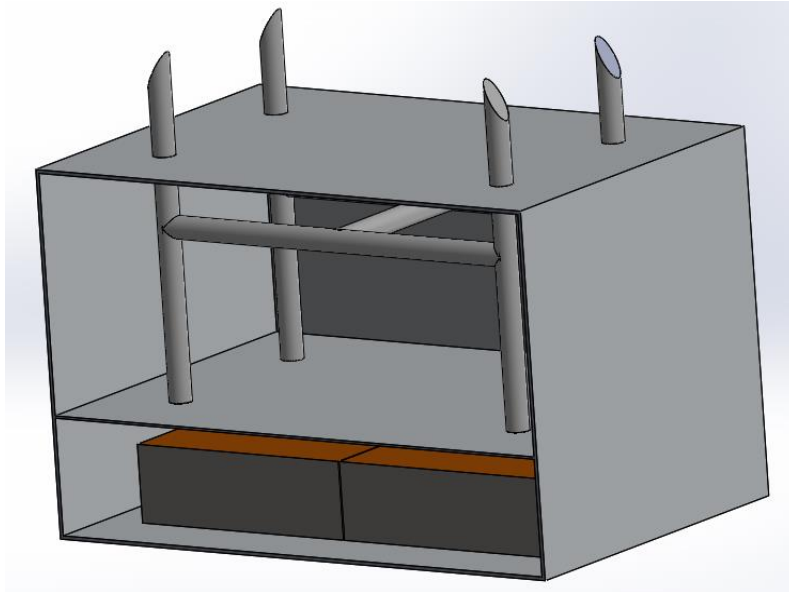
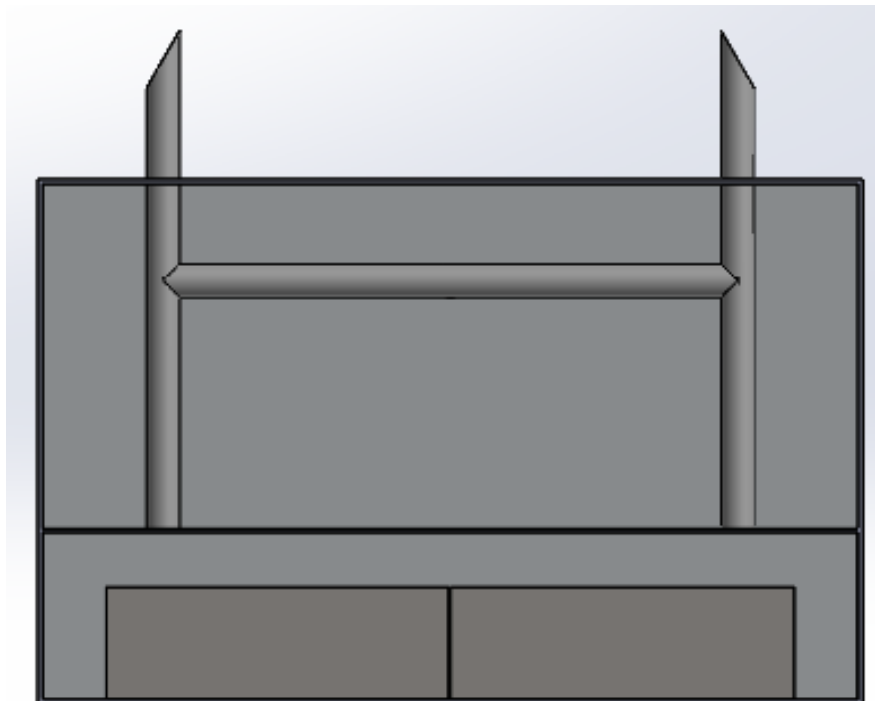


Figura 2. 1 - Diseño del Contenedor.

Se puede observar detalladamente cada ensamble, cada corte que se realizó, como se observa en las figuras 2.2 y 2.3.



*Figura 2. 2 - Vista lateral del Contenedor.*



*Figura 2. 3 - Vista Frontal del Contenedor.2.1.1 Planos.*

Podemos observar los planos de cada pieza con la que cuenta el contenedor, ver figura 2.4.

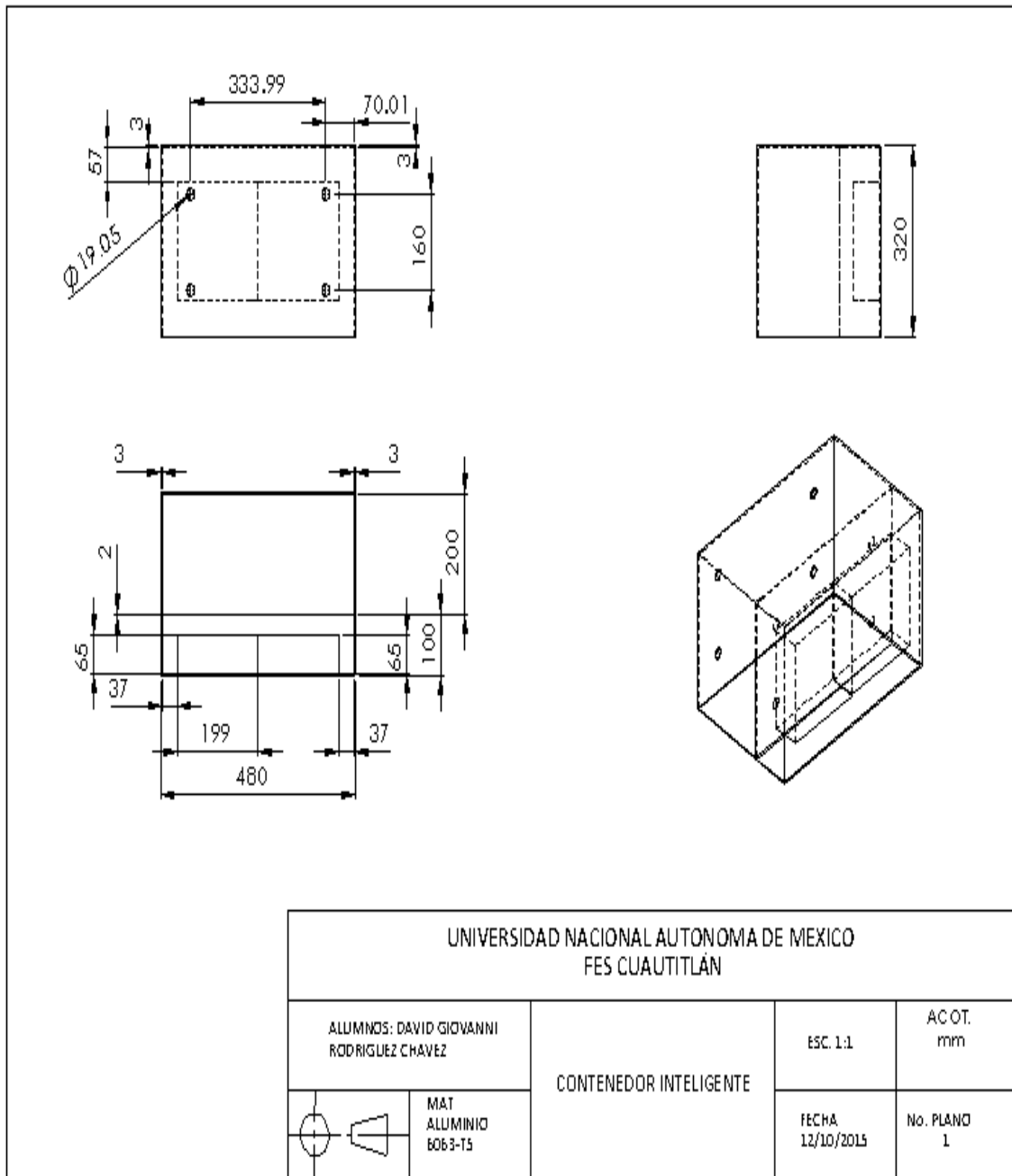


Figura 2. 4 - Planos del Contenedor.

Se observan los planos de los respiraderos en las figura 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8.

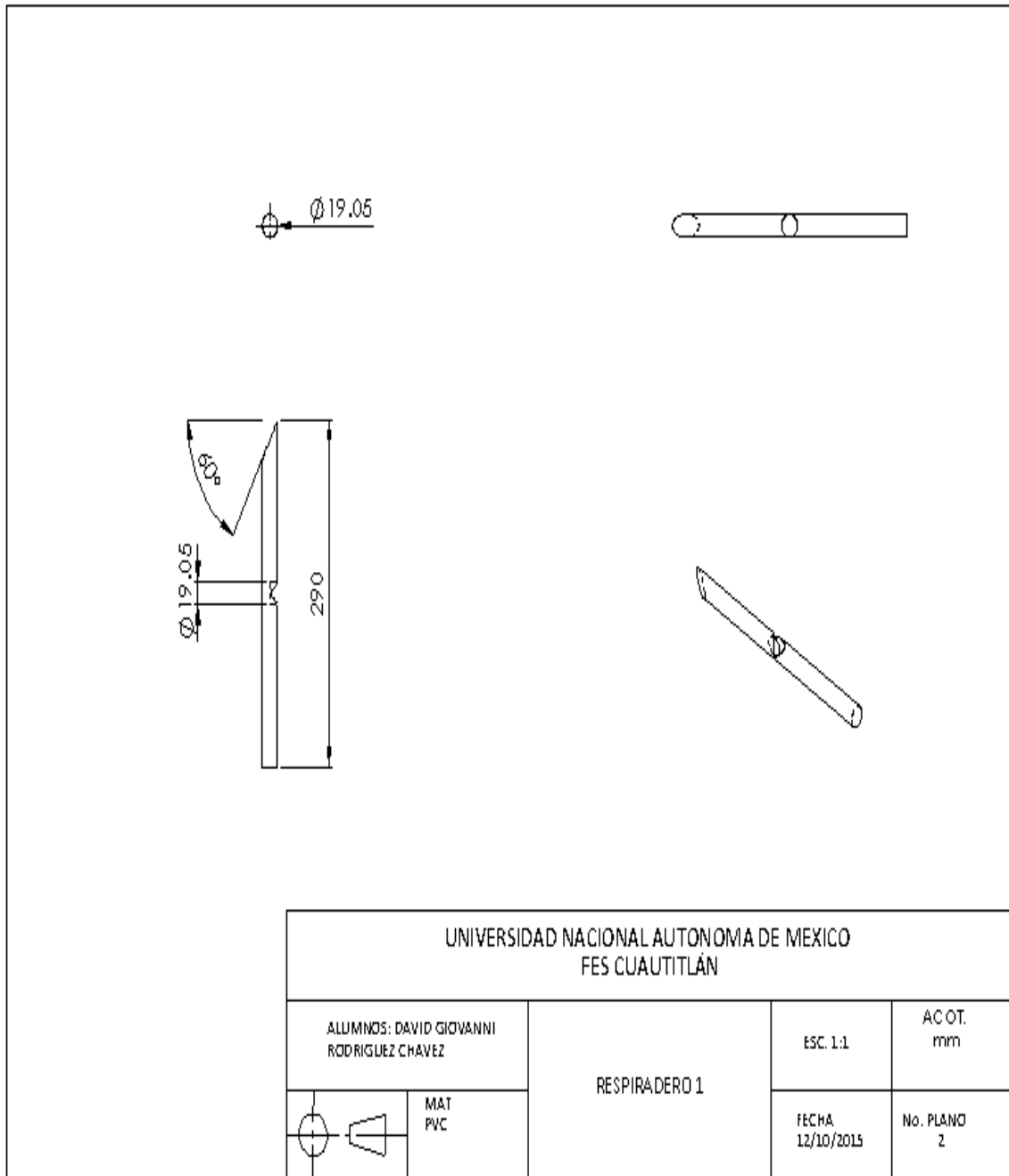


Figura 2. 5 - Primer Plano de los Respiraderos.

Planos de los respiraderos.

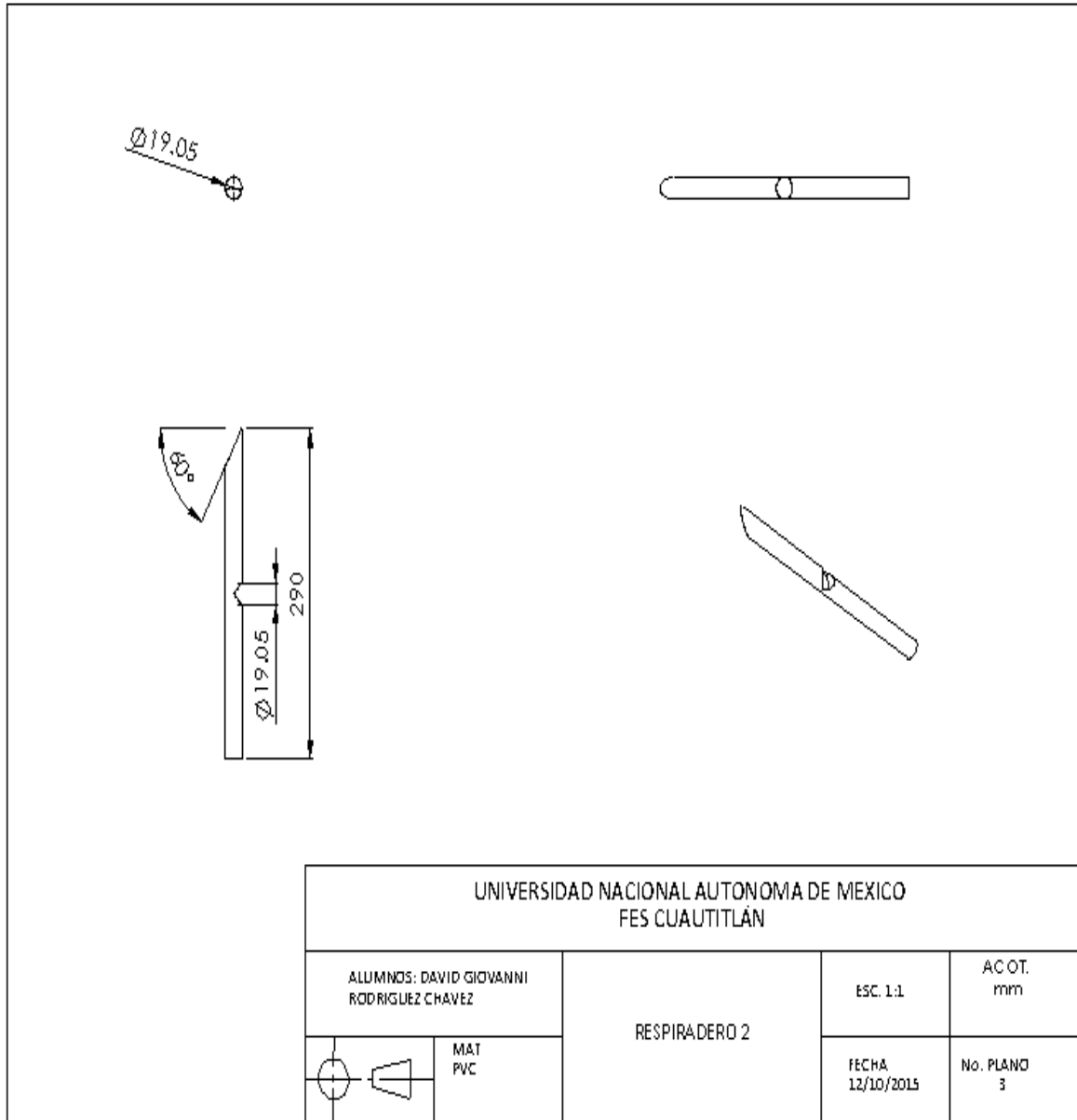


Figura 2. 6 - Segundo Plano de los Respiraderos.



Planos de los respiraderos.

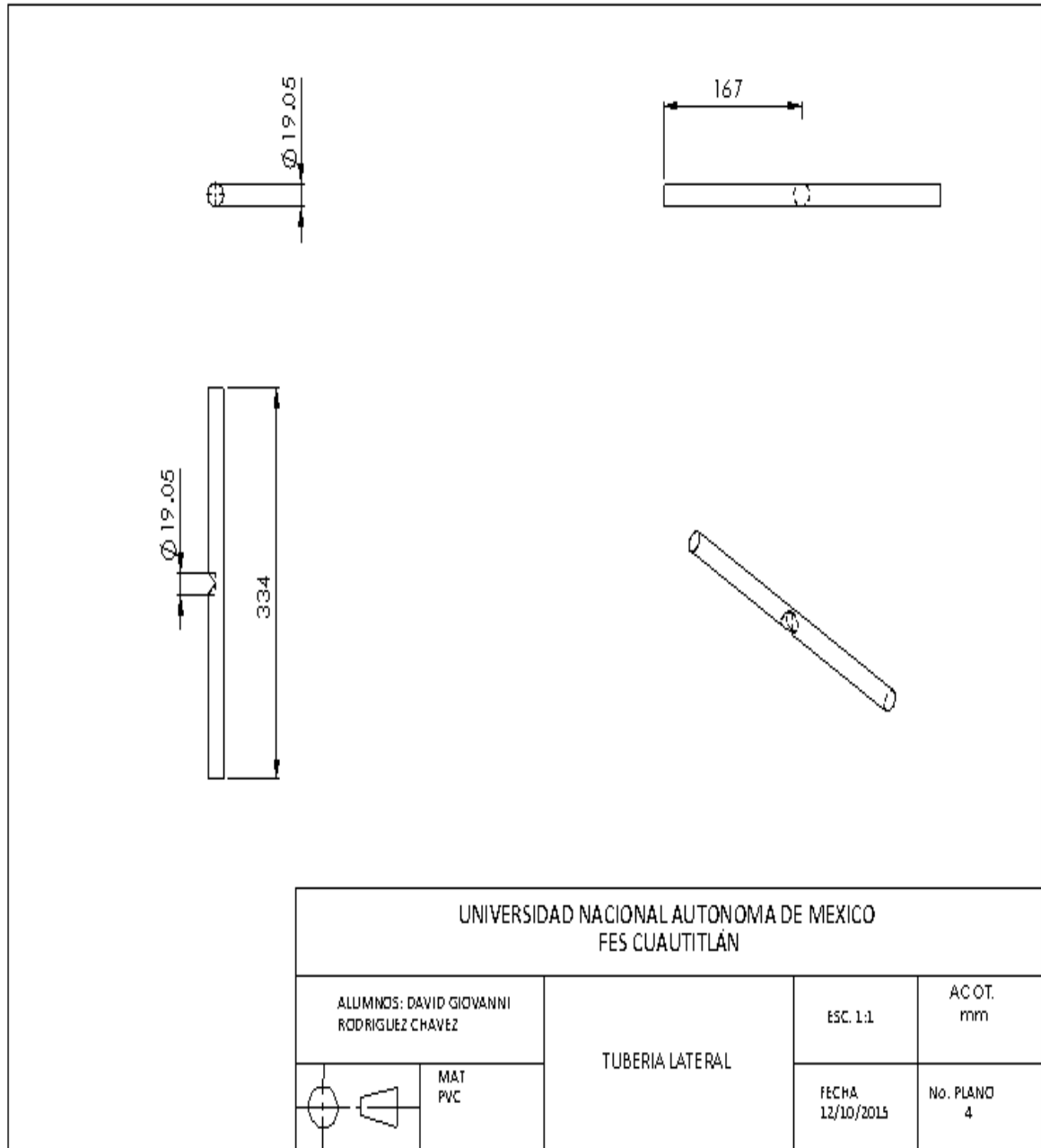


Figura 2. 7 - Tercer Plano de los Respiraderos.

Planos de los respiraderos.

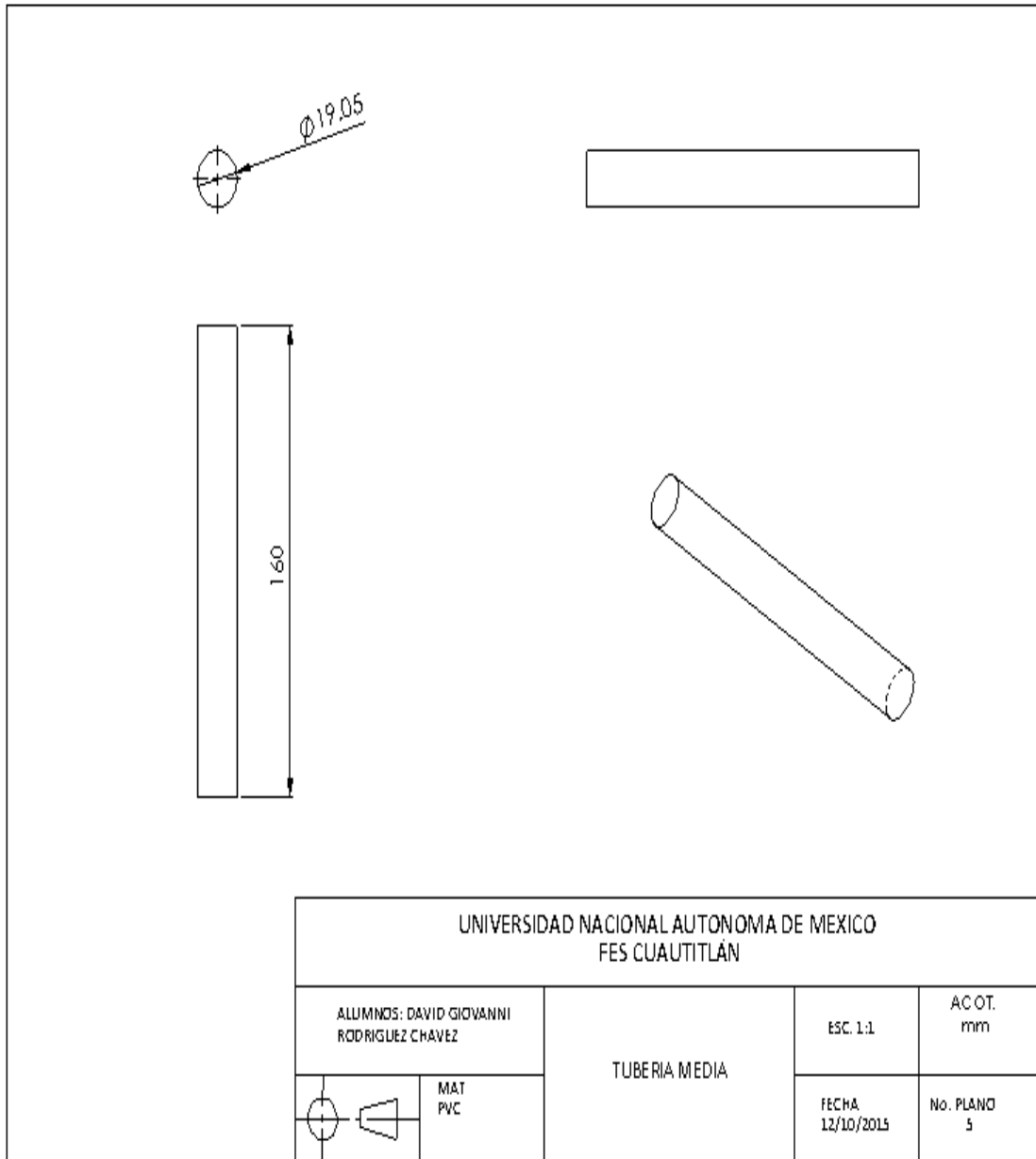


Figura 2. 8 - Cuarto Plano de los Respiraderos.

## 2.2 Diseño electrónico.

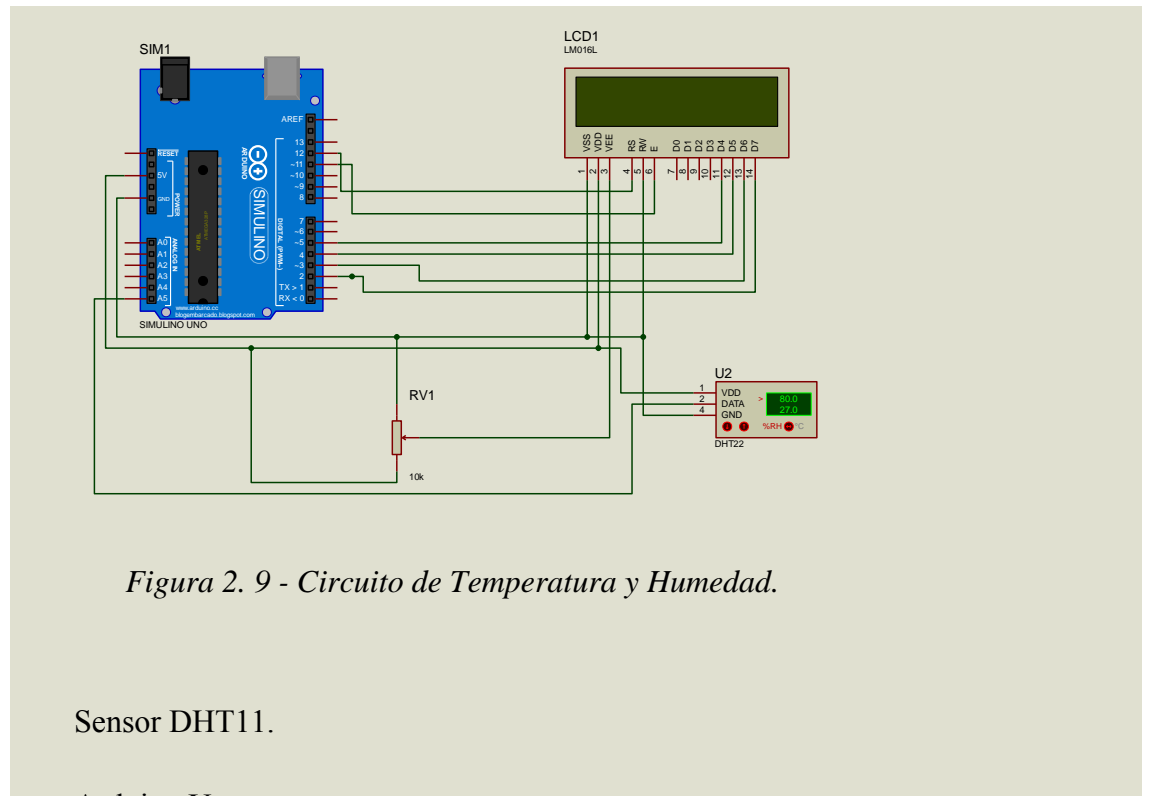


Figura 2. 9 - Circuito de Temperatura y Humedad.

### Material:

- Sensor DHT11.
- Arduino Uno.
- LCD 16X2.
- Potenciómetro 10K.

Se desarrolló un circuito básico para el sistema de control de temperatura y humedad como se observa en la figura 2.9, en el cual manda una señal el sensor a unas parrillas para que se activen cuando haya una temperatura baja a la que el proceso de compostaje debería de estar, al estabilizar la temperatura el sensor manda una señal para que se apaguen y comience el proceso de ventilación por medio de unos respiraderos ya instalados en nuestro recipiente.

### 2.2.1 Sensor dth11.

La elección de este sensor fue por sus características que necesitábamos por su fácil manejo, programación y su bajo costo.

El sensor DTH11 es un módulo que nos permite medir la humedad relativa y temperatura ambiental. Este sensor tiene una resolución de 1°C y un rango de trabajo de 0°C a 50°C

para la temperatura, y resolución de 1% y un rango de trabajo desde el 20% hasta el 95% de humedad relativa. El sensor trabaja con una tensión de 3.3 V a 5 V.

Humedad relativa. Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

Este sensor se caracteriza por enviar una señal digital calibrada por lo que asegura una alta calidad y una fiabilidad a lo largo del tiempo, ya que contiene un microcontrolador de 8 bits integrado. Está constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad). Tiene una excelente precisión y una respuesta rápida en las medidas. Cada sensor DHT11 está estrictamente calibrado en laboratorio, presentando una extrema precisión en la calibración. Los coeficientes de calibración se almacenan como programas en la memoria OTP, que son empleados por el proceso de detección de señal interna del sensor.

La comunicación con este sensor se realiza mediante un protocolo de un único hilo (protocolo 1-wire), lo que hace que la integración de este sensor en nuestros proyectos sea rápida y sencilla. Además presenta un tamaño reducido, un bajo consumo de energía y la capacidad de transmitir la señal hasta 20 metros de distancia.



Figura 2. 10 - Sensor DHT11.<sup>7</sup>

El sensor tiene 4 pines de conexión, el primero es VCC, el segundo es el de Señal, el tercero no se conecta y el cuarto es GND como se observa en la figura 2.10.

Como se mencionó la tensión de VCC puede ser de 3.3V a 5V el pin de señal tiene que tener una resistencia PULL-UP de 22K $\Omega$ , esto ya que el protocolo lo requiere. Y el último pin se conecta directo a GND.

<sup>7</sup> <http://www.geekbotelectronics.com/dht11-sensor-de-humedad-y-temperatura/>.

Características:

| Sensor             | Dht11     |
|--------------------|-----------|
| <b>Temperatura</b> | 0 - 50 C  |
| <b>Humedad R</b>   | 20 a 90 % |
| <b>Voltaje</b>     | 5 V       |
| <b>Prec. HR</b>    | +/- 1.0 % |
| <b>Prec. Tmp</b>   | +/- 1.0 C |

*Tabla 2. 1 - Características sensor Dht11.*

### 2.2.2 Arduino uno.

La elección de este dispositivo fue básicamente por su fácil programación y cuenta con los pines necesarios para el armado del circuito.

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB (En los últimos modelos, aunque el original utilizaba un puerto serie) conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.

Un arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V.

También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

Arduino UNO es la última versión de la placa, existen dos variantes, la Arduino UNO convencional y la Arduino UNO SMD. La única diferencia entre ambas es el tipo de microcontrolador que montan.

- La primera es un microcontrolador Atmega en formato DIP.
- Y la segunda dispone de un microcontrolador en formato SMD.

Nosotros nos decantaremos por la primera porque nos permite programar el chip sobre la propia placa y después integrarlo en otros montajes, como se observa en la figuras 2.11 y 2.12.

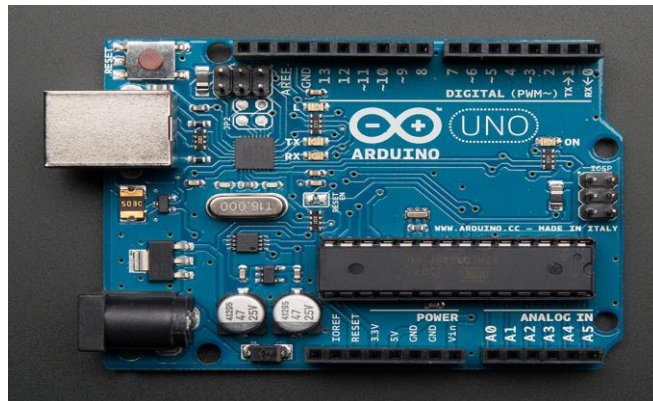


Figura 2.11 - Arduino Uno.<sup>8</sup>

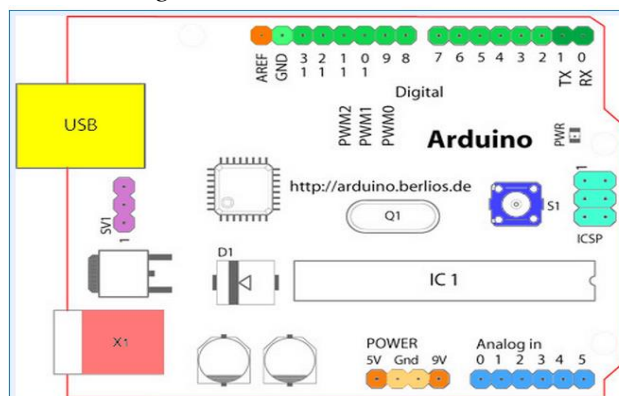


Figura 2.12 - Arduino Uno Internamente.<sup>9</sup>

Empezando según las agujas del reloj:

- Terminal de referencia analógica (naranja) Tierra digital (verde claro).
- Terminales digitales 2-13 (verde).

<sup>8</sup> <http://www.geekfactory.mx/tienda/arduino/arduino-uno-r3/>.

<sup>9</sup> <http://playground.arduino.cc/Main/DisablingAutoResetOnSerialConnection>.

- Terminales digitales 0-1/ E/S serie - TX/RX (verde oscuro) - Estos pines no se pueden utilizar como e/s digitales (digitalRead() y digitalWrite()) si estás utilizando comunicación serie (por ejemplo Serial.begin).
- Botón de reinicio - S1 (azul oscuro).
- Programador serie en circuito "In-circuit Serial Programmer" o "ICSP" (azul celeste).
- Terminales de entrada analógica 0-5 (azul claro).
- Terminales de alimentación y tierra (alimentación: naranja, tierras: naranja claro).
- Entrada de alimentación externa (9-12VDC) - X1 (rosa).
- Selector de alimentación externa o por USB (coloca un jumper en los dos pines más cercanos de la alimentación que quieras) - SV1 (púrpura). En las versiones nuevas de Arduino la selección de alimentación es automática por lo que puede que no tengas este selector.
- USB (utilizado para subir programas a la placa y para comunicaciones serie entre la placa y el ordenador; puede utilizarse como alimentación de la placa) (amarillo).

Entradas y salidas: digitales/analógicas.

Un sistema electrónico es cualquier disposición de componentes electrónicos con un conjunto definido de entradas y salidas.

Una placa Arduino, por tanto, puede pensarse de forma simplificada como un sistema que acepta información en forma de señal de entrada, desarrolla ciertas operaciones sobre ésta y luego produce señales de salida.

Justamente, una de las opciones que hacen más potente a Arduino son sus entradas/salidas digitales.

En los sistemas electrónicos, una magnitud física variable se representa generalmente mediante una señal eléctrica que varía de manera tal que describe esa magnitud. Por lo general, se hace referencia a las señales continuas como señales analógicas, mientras que asociamos las señales discretas a señales digitales: el ejemplo más claro es el de las señales binarias, donde la señal sólo pueden tomar dos niveles, 0 o 1.

Terminales digitales.

Las terminales digitales de una placa Arduino pueden ser utilizadas para entradas o salidas de propósito general a través de los comandos de programación `pinMode()`, `digitalRead()`, y `digitalWrite()`.

Cada terminal tiene una resistencia pull-up que puede activarse o desactivarse utilizando `DigitalWrite()` (con un valor de HIGH o LOW, respectivamente) cuando el pin esta configurado como entrada. La corriente máxima por salida es 40 mA.

- Serial: 0 (RX) y 1 (TX). Utilizado para recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie TTL. En el Arduino Diacemila, estas terminales están conectadas a las correspondientes patas del circuito integrado conversor FTDI USB a TTL serie. En el Arduino BT, están conectados al las terminales correspondientes del modulo Bluetooth WT11. En el Arduino Mini y el Arduino LilyPad, están destinados para el uso de un módulo serie TTL externo (por ejemplo el adaptador Mini-USB).
- Interruptores externos: 2 y 3. Estas terminales pueden ser configuradas para disparar una interrupción con un valor bajo, un pulso de subida o bajada, o un cambio de valor. Mira la función `attachInterrupt()` para mas detalles.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, y 11. Proporcionan salidas PWM de 8 bit con la función `analogWrite()`. En placas con ATmega8, las salidas PWM solo están disponibles en los pines 9, 10, y 11.
- Reset BT: 7. (solo en Arduino BT) Conectado a la línea de reset del módulo bluetooth.



- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estas terminales soportan comunicación SPI. Aunque esta funcionalidad esta proporcionada por el hardware, no está incluida actualmente el el lenguaje Arduino.
- LED: 13. En el Diacemila y el LilyPad hay un led en placa conectado al pin digital 13. cuando el pin tiene valor HIGH, el LED está encendido, cuando el pin está en LOW, está apagado.

Pines analógicos.

- Los pines de entrada analógicos soportan conversiones analógico-digital (ADC) de 10 bit utilizando la función `analogRead()`. Las entradas analógicas pueden ser también usadas como pines digitales: entrada analógica 0 como pin digital 14 hasta la entrada analógica 5 como pin digital 19. Las entradas analógicas 6 y 7 (presentes en el Mini y el BT) no pueden ser utilizadas como pines digitales.
- I2C: 4 (SDA) y 5 (SCL). Soportan comunicaciones I2C (TWI) utilizando la librería `Wire` (documentación en la página web de Wiring).

Alimentación de un arduino.

Puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa, como puede ser un pequeño transformador o, por ejemplo una pila de 9V. Los límites están entre los 6 y los 12 V.

Como única restricción hay que saber que si la placa se alimenta con menos de 7V, la salida del regulador de tensión a 5V puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12V, probablemente dañaremos la placa.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1mm con el positivo en el centro o directamente a los pines `Vin` y `GND` marcados sobre la placa.

Hay que tener en cuenta que podemos medir el voltaje presente en el jack directamente desde `Vin`. En el caso de que el Arduino esté siendo alimentado mediante el cable USB, ese voltaje no podrá monitorizarse desde aquí.

Resumen de características técnicas de Arduino uno:

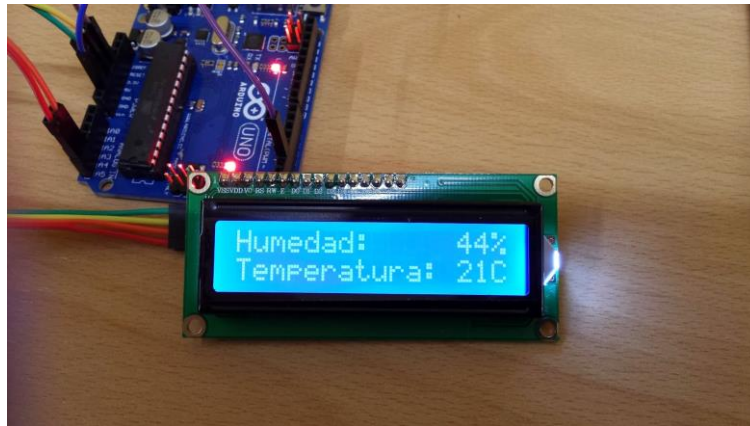
| <b>Microcontrolador</b>                    | <b>Atmega328</b>                          |
|--|---|
| <b>Voltaje de operación</b>                | 5V  |
| <b>Voltaje de entrada (Recomendado)</b>    | 7 – 12V                                   |
| <b>Voltaje de entrada (Límite)</b>         | 6 – 20V                                   |
| <b>Pines para entrada- salida digital.</b> | 14 (6 pueden usarse como salida de PWM)   |
| <b>Pines de entrada analógica.</b>         | 6   |
| <b>Corriente continua por pin IO</b>       | 40 mA                                     |
| <b>Corriente continua en el pin 3.3V</b>   | 50 mA                                     |
| <b>Memoria Flash</b>                       | 32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader) |
| <b>SRAM</b>                                | 2 KB                                      |
| <b>EEPROM</b>                              | 1 KB                                      |
| <b>Frecuencia de reloj</b>                 | 16 MHz                                    |

*Tabla 2. 2 - Características del Arduino uno.*

### 2.2.3 Lcd 16x2 i2c.

Se eligió este tipo de pantalla lcd 16x2 i2C era mucho más sencillo su manejo ya que cuenta con un módulo que nos permite un mejor armado en nuestro circuito y en nuestra programación.

Se puede observar en la figura 2.13, las cuatro salidas del módulo que está en la lcd 16x2 i2C.



*Figura 2. 13 - Lcd 16x2 i2C.*

### 2.3 Programación del sistema electrónico.

```

//*****
//* Programa: Para Sensor de Temperatura y Humedad *
//* (Usando como medio de despliegue pantalla LCD (I2C)) *
//* Autor: David Giovanni Rodríguez Chávez *
//* Fecha: 10 de Agosto de 2015 *
//* Basado en rutinas proporcionadas en *
//* http://sheepdogguides.com/arduino/ar3ne1humDHT11.htm *
//* NOTA: De acuerdo a lo encontrado en ese sitio el sensor *
//* DHT-11 no entrega decimales, por lo que siempre *
//* Mostrara ceros en los decimales, tanto de la *
//* Temperatura, como de la humedad. Hay otros sen- *
//* sores más precisos, que si entregan los decima- *
//* les. La ventaja es que si se usan con este pro- *
//* grama no habría que hacer ningún ajuste al *
//* Programa para que funcione con cualquiera de *
//* los sensores mostrados en la tabla siguiente. *
//* *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Sensor | DHT-11 | DHT-22 | AM2303 | *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Temperat | 0 - 50 C | -40 - +80 C| -40 a +125C | *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Humedad R | 20 a 90 % | 0 a 100 % | 0 a 100% | *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Voltaje | 5 V | 3.3 a 6 V | 3.3 a 5.5V | *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Prec. HR | +/- 1.0 % | +/-2 % | +/- 2% | *
//* +-----+-----+-----+-----+ *
//* | Prec. Tmp | +/- 1.0 C | +/- 0.5 C | +/- 0.2 C | *
//* +-----+-----+-----+-----+

```

```

/**                                     *
/** El sensor tiene tres pines :           *
/** Vcc conectado a 5V (Cable Rojo)       *
/** Gnd conectado a tierra (Cable Negro)  *
/** Dato conectado a pin A1 (Cable Amarillo) *
/**                                     *
/** Nota : El pin A1 (Analog 1) corresponde al pin 15 *
// de Arduino 1.                         *

```

```

#define dht_dpin 15 // Setear de acuerdo al canal utilizado
// para el sensor donde dht_dpin es el
// Pin 15 (Analog 1)
// (se pueden usar otras lineas).

```

```

// incluimos la biblioteca LiquidCrystal

```

```

#include <LiquidCrystal.h>

```

```

// inicializamos la biblioteca con los números pins del in-
// terfaz cada LCD puede llevar sus propios números.

```

```

LiquidCrystal lcd(8, 13, 9, 4, 5, 6, 7);

```

```

// Define variables globales.

```

```

int lcd_key = 0;

```

```

int adc_key_in = 0;

```

```

byte bGlobalErr ; // Variable global para pasar código de error de vuelta de las
// Funciones complejas.

```

```
byte dht_dat [5] ; // Arreglo para mantener los bytes enviados desde el sensor
```

```
void setup() {
  InitDHT() ;      // Corazon del programa
  lcd.begin(16, 2); // Define pantalla LCD
  delay(1000);     // Dejar que el systema se estabilice
                  // La espera es de 1 segundo, espera recomendada
                  // antes de accesar al sensor.
}
```

```
void loop(){
  ReadDHT(); // Este es el corazón del programa . Llena el arreglo
             // dht_pin[], y el bGlobalErr, el cual envía un cero, si
             // ReadHDT ejecutó bien.
             // debe llamarse a InitDHT una vez (es usual hacerlo
             // en el setup() ) antes de llamar a ReadDHT.
```

```
switch (bGlobalErr){
  case 0:
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Humedad : ");
    lcd.print(dht_dat[0],DEC);
    lcd.print(",");
    lcd.print(dht_dat[1],DEC);
    lcd.print(" % ");
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("Temperat: ");
    lcd.print(dht_dat[2],DEC);
    lcd.print(",");
    lcd.print(dht_dat[3],DEC);
    lcd.print(" C ");
    break;
```

```

case 1:
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Err1: no cumple ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("cond. inicial 1.");
    break;
case 2:
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Err2: no cumple ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("cond. inicial 2.");
    break;
case 3:
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Err3:Error suma");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  de Checksum");
    break;
default:
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Error:Codigo ");
    lcd.print(" Irreconocible");
    break;
} // fin del switch
delay (800); // No trate de accederlo muy frecuentemente... en teoría
              // debería ser una vez cada 2 segundos, está mas rápido ,
              // pero parece responder después de 0.8 segundos.
} // fin de loop()

// A continuación : Elementos de tipo "Caja Negra" que solo deben ponerse tal
//                  cual en el programa. Provee de InitDHT() y ReadDHT() y una
//                  función que utiliza el dispositivo.

```

```
void InitDHT(){
    pinMode(dht_dpin,OUTPUT);
    digitalWrite(dht_dpin,HIGH);
} // fin de InitDHT

void ReadDHT(){

// Utiliza las variables globales dht_dat[0-4], y bGlobalErr para pasar
// la "respuesta". bGlobalErr=0 si la lectura fue correcta. Depende de
// la variable global dht_dpin, para saber que encontrar en el sensor.

    bGlobalErr=0;
    byte dht_in;
    byte i;

// Envía el comando de "inicia lectura e informe" al sensor...
// Primero: Pone el pin de E/S en Bajo por 23.000 uSeg.

    digitalWrite(dht_dpin,LOW);
    delay(23);

// la hoja de datos de aosong.com dice que para DHT22 el pin debería estar
// en LOW, por lo menos por 500 uS. Se deduce que puede permanecer por mas
// tiempo en LOW, sin que se produzca ningún inconveniente, aparte de hacer
// que el proceso de lectura del sensor tome mas tiempo.
//
// La próxima línea, pone el pin en alto nuevamente
// Después se da el comando para "Comenzar a leer"

    digitalWrite(dht_dpin,HIGH);
    delayMicroseconds(30);
```



```
// la hoja técnica de DHT22 dice que debería mantenerse la línea en alto
// de 20 a 40 uSeg, luego esperar hasta que el sensor ponga la línea en bajo.
// Ese estado bajo debería permanecer por 80 uSeg. Lo que indica reconocimiento
// del comando "inicia lectura e informe"
// Dar un delay tan exacto es critico...
// ponga 40 para ese delay, en una de las ultimas versiones de este código
// funcionara algunas veces, pero no siempre.
// Debe permitir las esperas que se producen por procesamiento, etc.
// Utilizando , digamos, 30 no haremos que "mágicamente" se haga el delay
// total (con los tiempos de overhead, etc) exactamente 30.0000 milisegundos
// (Esta versión también puede ser ilegible con delay=40...ahora dada de baja).

// Ahora : Cambie el pin de Arduino para que sea un input, para esperar los
// 80 uS bajos explicados hasta este momento.

pinMode (dht_dpín,INPUT);
delayMicroseconds(40);

dht_in=digitalRead(dht_dpín);

if(dht_in){
    bGlobalErr=1 ; // dht condición de partida 1 no se cumple
    return;
} // fin del if

delayMicroseconds (80);

dht_in=digitalRead(dht_dpín);

if(!dht_in){
    bGlobalErr=2; // dht condición de partida 2 no se cumple
```

```
    return;
}

// Después de 80 uS bajo, la línea debería quedar tomada por 80 uS
// por el sensor. El estado bajo que debería seguir después, es el
// bit inicial de los 40 que vendrán. La rutina "read_dht_dat"
// espera ser llamada con el sistema listo en esta baja
//

    delayMicroseconds(80);

// Ahora está listo para la recepción de los datos
// tome los 5 bytes provenientes del sensor

    for (i=0; i < 5 ; i++)
        dht_dat[i]= read_dht_dat();

// Restaure el pin para los trabajos de salida

    pinMode (dht_dpín,OUTPUT);

// Vuelva a poner la línea en estado Alto, como salida de Arduino

    digitalWrite (dht_dpín,HIGH);

// Vea si la información recibida es consistente con el byte
// de checksum recibido.

    byte dht_check_sum = dht_dat[0] + dht_dat[1] + dht_dat[2] + dht_dat[3];

// la consulta siguiente pregunta si el quinto byte recibido desde
// el sensor no es el mismo de la suma de los primeros cuatro...
```

```

if (dht_dat[4] != dht_check_sum)
    { bGlobalErr=3;} // error de suma de checksum
} // fin de ReadDHT()

byte read_dht_dat(){
    // recibe 8 bits desde el stream de datos, lo devuelve interpretado
    // como un byte. Por ejemplo si recibe 0000 0101 , devuelve 5
    // El código espera que el sistema a tener la línea en valor bajo
    // condición al inicio de cada bit de datos en la transmisión antes
    // de que esta función se llame.

    byte i=0;
    byte result = 0;
    for (i=0; i < 8 ; i++) {
        // Entramos aquí durante el primer bit de inicio (bajo por 50 uS)
        // del byte.
        // Después : esperamos hasta que el pin va a HIGH

        while (digitalRead(dht_dpin)==LOW);

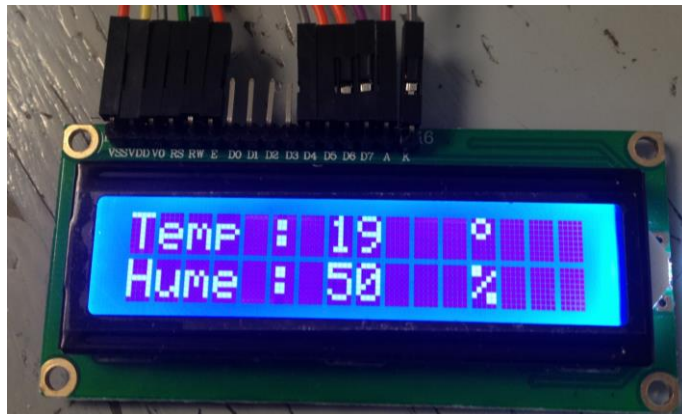
        // señalando el fin del bit de inicio de la transmisión.
        // la línea de datos permanecerá ahora alta por 27 o 70 uS,
        // dependiendo de si se ha enviado un 0 o un 1, respectivamente.

        delayMicroseconds(30);

        // después de que el pin es HIGH, espere un rato, para estar
        // en la parte del diagrama de tiempos donde un 0 o un 1
        // denota el dato que se esta enviando. El periodo posterior
        // fue de 30 uS en el software que se ha creado. Pienso que
    }
}

```

```
// un valor mayor (de 45) pudo ser mas adecuado.  
// siguiente : Esperar mientras el pin aun esta en HIGH  
  
if (digitalRead(dht_dpín) == HIGH)  
    result |= (1 << (7-i)) ; // "suma" (no solo suma) el 1  
        // al byte en formación.  
    // espera a que el pin vaya a bajo nuevamente, lo que indica  
    // el inicio de la transmisión del próximo bit.  
while (digitalRead (dht_dpín)==HIGH);  
} // fin del for  
return result;  
} // fin de read_dht_dat()
```



*Figura 2. 14 - Medición Temperatura y Humedad.*

Como se muestra en la figura 2.14 tenemos las mediciones de temperatura y humedad las cuales fueron las primeras solo para verificar que la programación haya sido la correcta.

## CAPÍTULO 3.

### MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN.

#### 3.1 Construcción del equipo.

Aquí desarrollaremos un contenedor inteligente capaz de medir y controlar la temperatura por medio de dispositivos electrónicos como sensores y un generador de calor.

##### 3.1.1 Parrilla.

En esta parte descansara la composta y será forrada por aluminio debido a que el aluminio una de sus cualidades en dispersar perfectamente el calor y esto es fundamental en el momento que se encienda nuestras parrillas para llevar a cabo el proceso de calentamiento.



*Figura 3. 1 - Ajuste de Parrilla.*



*Figura 3. 2 - Ensamble de la Parrilla.*



*Figura 3. 3 - Ensamble Completo de la Parrilla.*

Ya con las modificaciones que se llevaron a cabo como se muestra en las figuras 3.1, 3.2 y 3.3, presentamos la parrilla para checar que las medidas hayan sido las correctas y no tener pérdidas de calor en cuanto entren en funcionamiento las parrillas como se muestra en la figura 3.4.



*Figura 3. 4 - Presentación de la Parrilla.*

### 3.1.2 Calentadores.

Se eligieron estos calentadores por su fácil manejo y su bajo costo, son calentadores de barro con resistencias como se muestra en la figura 3.5, y fueron conectadas en serie para tener el voltaje adecuado y no incrementar tanto la temperatura ya que perjudica a nuestro sistema de composta.

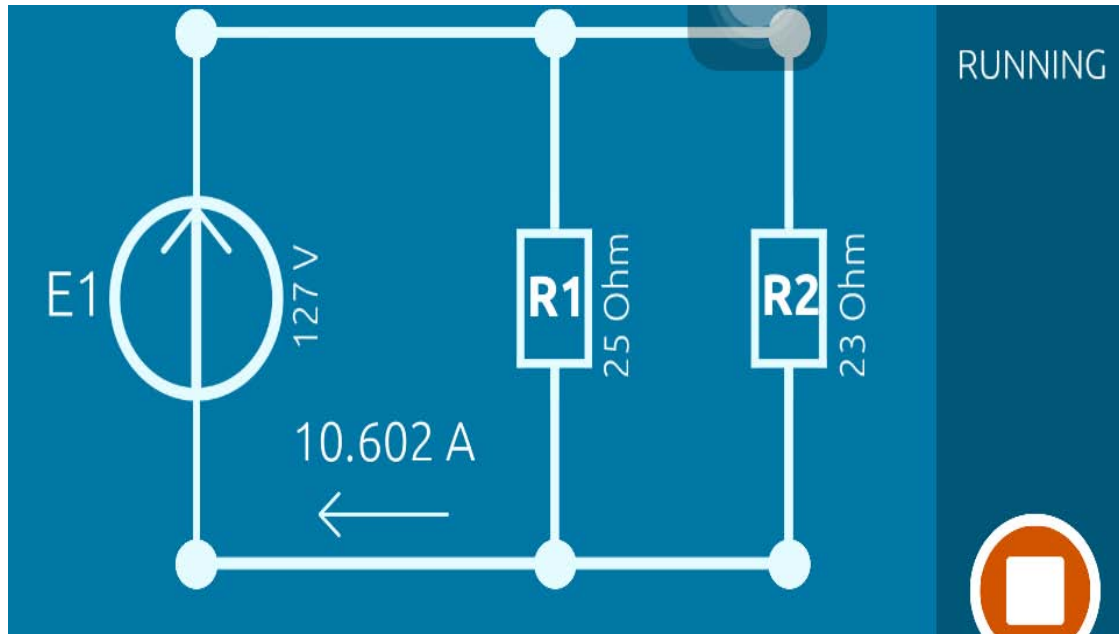


*Figura 3. 5 - Calentadores.*

En un principio se conectaron en paralelo las resistencias como se muestra en la figura 3.6, y obtuvimos un voltaje y una corriente muy alta esto provoco que nuestro contenedor sufriera algunos daños por la alta temperatura que se generó.



*Figura 3. 6 - Arreglo en Paralelo.*



*Figura 3. 7 - Calculo en Paralelo de la Corriente.*

Se realizó el cálculo de la corriente para determinar su temperatura máxima como se muestra en la figura 3.7.

**R1= 25 Ohms.**

**R2= 23 Ohms.**

**Rq= 11.9791 Ohms.**

**V= 127V.**

**I= 10.602 A.**

Con esta corriente tan alta observamos que había un sobrecalentamiento y estaba generando una mal formación en nuestro contenedor.

Cambiamos el arreglo a serie como se muestra en la figura 3.8, para disminuir la corriente y obtener una temperatura más adecuada y poderla controlar de mejor manera, y al hacer las pruebas con este arreglo obtuvimos resultados mejores resultados.





Figura 3. 8 - Arreglo en Serie.

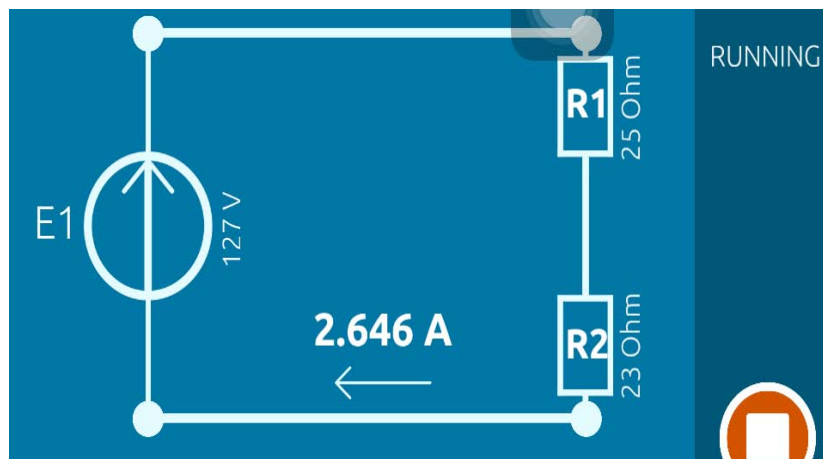


Figura 3. 9 - Calculo en Serie.

Al disminuir la corriente considerablemente como se muestra en la figura 3.9, la temperatura máxima que se generó dentro del contenedor fue de 75°C.

**R1= 25 Ohms**

**R2= 23 Ohms**

**Rq= 48 Ohms**

**V= 127 V**

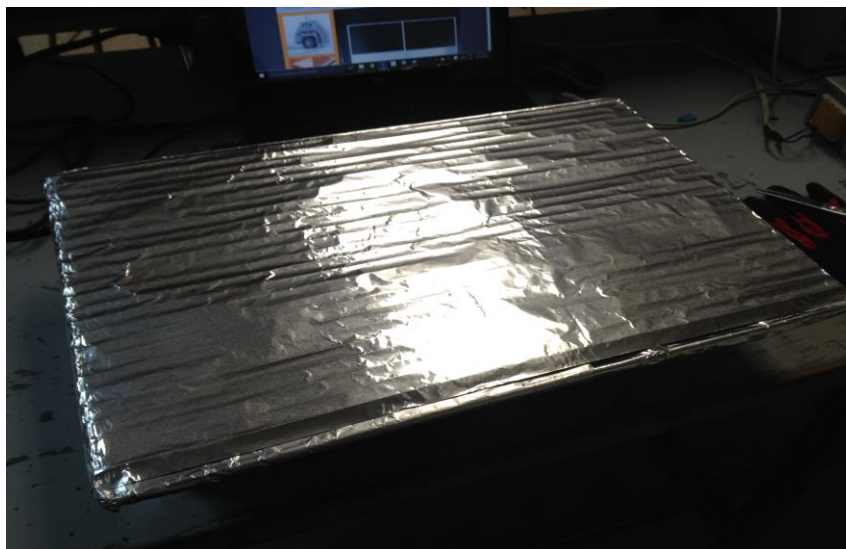
**I= 2.646 A**

Se instalaron los calentadores dentro del recipiente junto a la parrilla, como se muestra en la figura 3.10.



*Figura 3. 10 - Instalación de los Calentadores.*

Este forrado de aluminio como se ve en la figura 3.11 fue para distribuir bien el calor generado por nuestros calentadores y que se distribuyera mejor en nuestra composta como ya hemos mencionado el aluminio cumple perfectamente bien con esa tarea no calienta en un solo lugar, lo distribuye bien por todas las zonas que se encuentre forrado de aluminio.



*Figura 3. 11 - Forrado de Aluminio.*

### 3.1.3 Respiraderos.

Para tener una buena oxigenación para nuestra composta es necesario instalar unos respiraderos para así evitar el calentamiento excesivo en nuestro contenedor inteligente y proporcionar una salida a los gases que genera este proceso. En la figura 3.12 se muestran las piezas que se van a utilizar con las medidas adecuadas para llevar a cabo la construcción de los respiraderos.



*Figura 3. 12 - Material para Respiraderos.*



*Figura 3. 13 - Armado de los Respiraderos.*

Esas perforaciones se hicieron para acelerar el proceso de ventilación y la salida de los gases ya que estos buscaran una salida y con esto será mucho más fácil la ventilación, dentro del contenedor como se muestra en la figura 3.13.



*Figura 3. 14 - Armado Completo de los Respiraderos.*

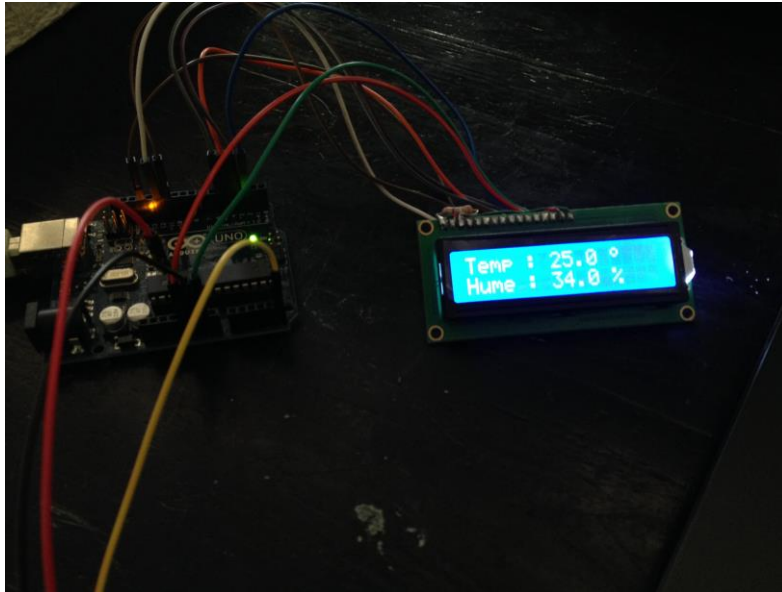
Esta es la forma adecuada como se muestra en la figuras 3.14, para distribuir la ventilación dentro del contenedor inteligente ya que está bien distribuido en cada rincón del recipiente (costados, centro y altura).



*Figura 3. 15 - Respiraderos Completos.*

Presentamos el respiradero dentro del contenedor como se muestra en la figura 3.15 para verificar que las medidas hayan sido las correctas y observan haya quedado ben distribuido cada parte del respiradero.

Se tomaron estas mediciones como se ve en la figura 3.16 solo para corroborar el armado de los respiraderos.



*Figura 3. 16 - Medición de Temperatura y Humedad del Contenedor.*

Para verificar estas mediciones, tomamos un termómetro digital y comparar las mediciones tomadas con el circuito.



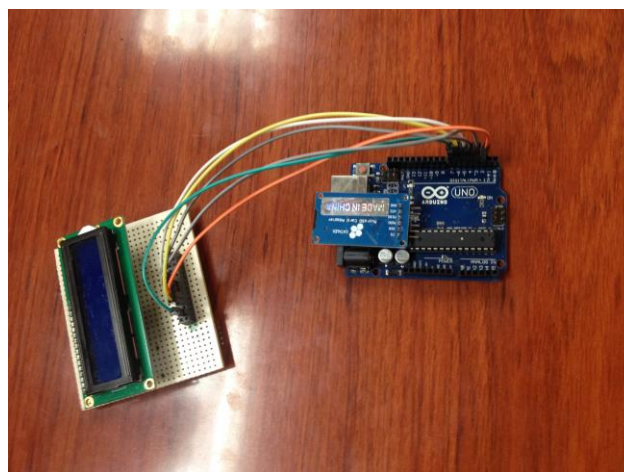
*Figura 3. 17 - Mediciones con Termómetro Digital.*

Como se puede observar en la figura 3.17, nuestras mediciones son casi las mismas no varían tanto las mediciones, con este sensor DTH11 sus mediciones son muy exactas.



*Figura 3. 18 - Tarjeta SD.*

Como se puede observar aquí le añadimos a nuestro sistema electrónico una tarjeta SD, como se muestra en la figura 3.18, para estar monitoreando nuestras mediciones cada 2 min. (el tiempo de monitoreo dependerá de cada persona), éstos datos se guardaran en la tarjeta SD, la cual podremos extraer y ver los datos mediante una computadora o un Smartphone q tenga lector de SD, ya estos datos tienen extensión .txt.

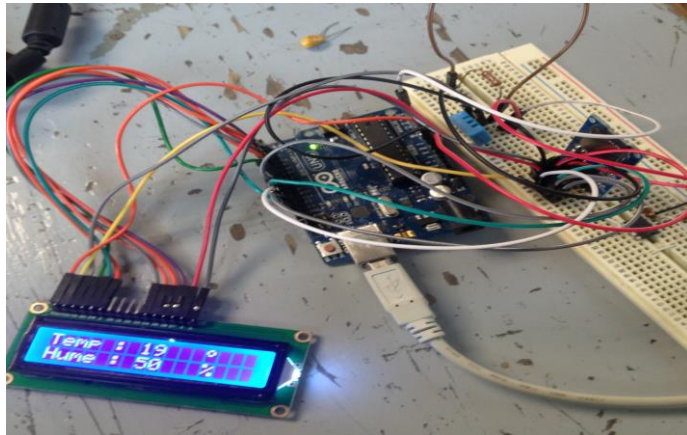


*Figura 3. 19 - Conexión de la Tarjeta SD.*

Este es el armado para mediciones como se muestra en la figura 3.19, posteriormente se llevara a cabo el circuito impreso y la instalación de este mismo en el recipiente que tendrá

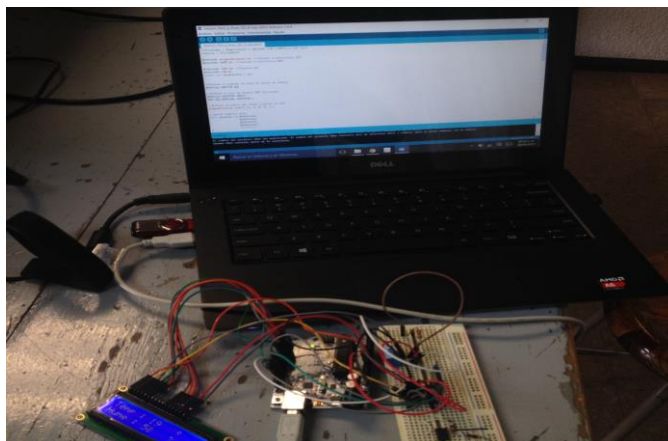
la composta y poder estar verificando las mediciones para un proceso de compostaje bueno.

En la siguiente figura 3.20, se aprecia el funcionamiento de nuestro circuito y nuestra programación, estas primeras mediciones fueron únicamente para probar nuestro sistema electrónico.



*Figura 3. 20 - Armado del Circuito.*

En el cual observamos algunas fallas en la programación como se muestra en la figura 3.21, y fueron corregidas para obtener nuestras mediciones y posteriormente pasar al sistema control de temperatura.

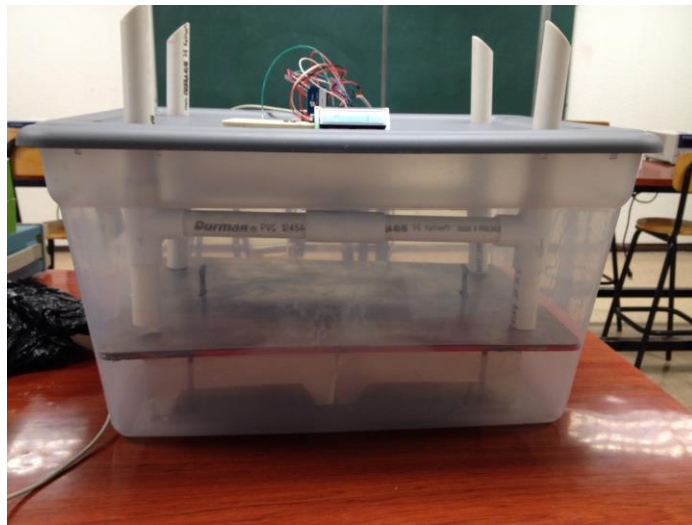


*Figura 3. 21 - Corrección de la Programación.*

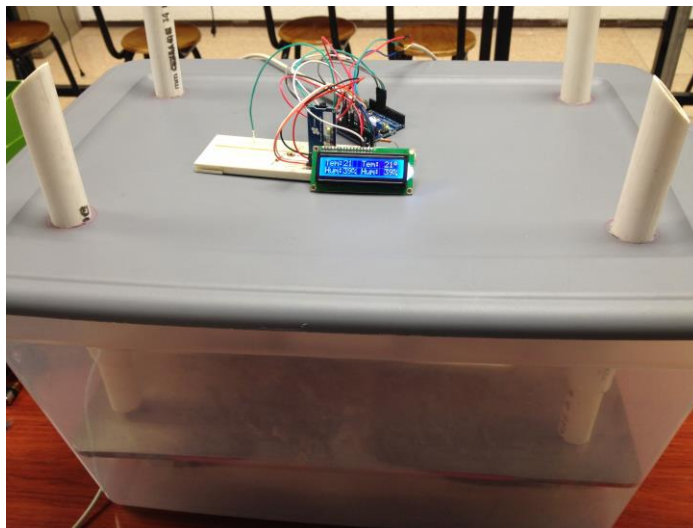
## CAPÍTULO 4.

### FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS.

En esta parte se realizaron varias pruebas para determinar errores y corregirlos ya con los calentadores en funcionamiento y sellando por completo nuestro contenedor inteligente y con el circuito conectado como se muestra en la figuras 4.1 y 4.2, y poder obtener los primeros resultados.



*Figura 4. 1 - Sellado Completo del Contenedor.*



*Figura 4. 2 - 1ra Prueba del Contenedor Inteligente.*

Ya con las primeras pruebas realizadas se tuvo un sobre calentamiento interno ya que deformó nuestro recipiente de plástico y se tuvo una modificación en el contenedor, se le



implemento un forrado interno con placas de aluminio de 1/16 de grosor como se muestra en la figura 4.3, se le dio la forma de nuestro recipiente para así formar un recubrimiento y distribuyera de forma uniforme el calor.



*Figura 4. 3 - Lamina de Aluminio.*

Se tuvo que improvisar una dobladora como se muestra en la figura 4.4, para dar forma a nuestras placas de aluminio y poder obtener la figura que se requería.



*Figura 4. 4 - Dobladora.*

Presentamos la nueva forma que se construyó como se muestra en la figura 4.5, junto con los calentadores para verificar que los cortes y el armado estuvieran correctos y proseguir en la realización de una placa donde se llevaría a cabo el apilado de la composta.



*Figura 4. 5 - Presentación del forrado de Aluminio.*

Aquí se muestra en la figura 4.6, la placa donde se realizara el apilado y poder generar una mejor temperatura.



*Figura 4. 6 - Placa de Aluminio.*

Llegamos a la última parte del armado de nuestro contenedor como se muestra en la figura 4.7, en la cual se muestra ya instalado con los respiraderos listos para llevar acabo el apilado de la composta en 4 capas.



*Figura 4. 7 - Armado Completo del Contenedor.*

#### **4.1 Apilado del compostaje.**

Se llevara a cabo el apilado de composta dentro del contenedor inteligente tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Son cuatro capas, como se muestra en la figura 4.8:



*Figura 4. 8 - Apilado del Compostaje.<sup>10</sup>*

<sup>10</sup> <https://ladyv0109.wordpress.com/eco-tecnias/>

Primera capa de material seco (ramas y hojas secas), ver figuras 4.9 y 4.10.



*Figura 4. 9 - 1era Capa de Hojas Secas.*



*Figura 4. 10 - Hojas Secas.*

Segunda capa producto orgánico (fruta, verduras, etc.), ver figuras 4.11 y 4.12.



*Figura 4. 11 - 2da Capa Materia Orgánica.*



*Figura 4. 12 - Materia Orgánica.*

Tercera capa restos de poda. (Pasto recién cortado), ver figuras 4.3 y 4.4.



*Figura 4. 13 - 3ra Capa Resto de Poda.*



*Figura 4. 14 - Resto de Poda.*

Cuarta capa Estiércol (estiércol de conejo fue el que se usó por su mejor manejo y tamaño), ver figuras 4.15 y 4.16.



*Figura 4.15 - 4ta Capa de Estiércol.*



*Figura 4.16 - Estiércol.*

Se repite el proceso ya que tenemos espacio disponible para poder realizar otro apilado de cuatro capas, como se muestra en la figuras 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20.



*Figura 4.17 - Hojas Secas.*



*Figura 4.18 - Material Orgánico.*



*Figura 4.19 - Estiércol.*



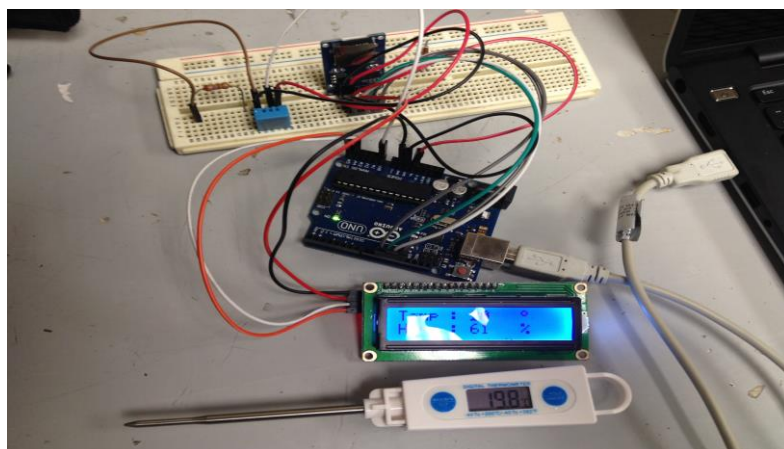
*Figura 4.20 - 2do Apilado Completo.*

Este es el resultado final del apilado del compostaje, podemos observar cada capa que fue bien distribuida y lista para su funcionamiento, como se muestra en la figura 4.21.

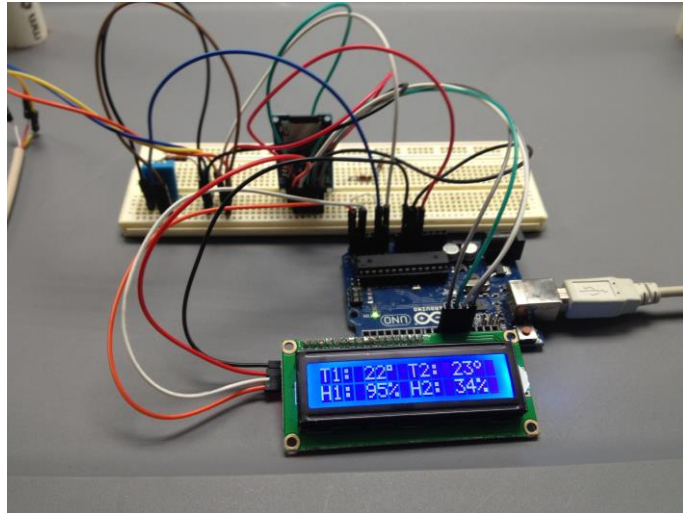


*Figura 4. 21 - Proceso de Apilado Final.*

En las primeras pruebas realizadas medimos no solo con los valores del sensor DTH11 también medimos la temperatura por medio de un termómetro digital que tiene una exactitud del 100%, comparamos los resultados y hubo muy poca variación en las mediciones, como se muestra en la figuras 4.22 y 4.23.



*Figura 4. 22 - Comparación de Resultados.*



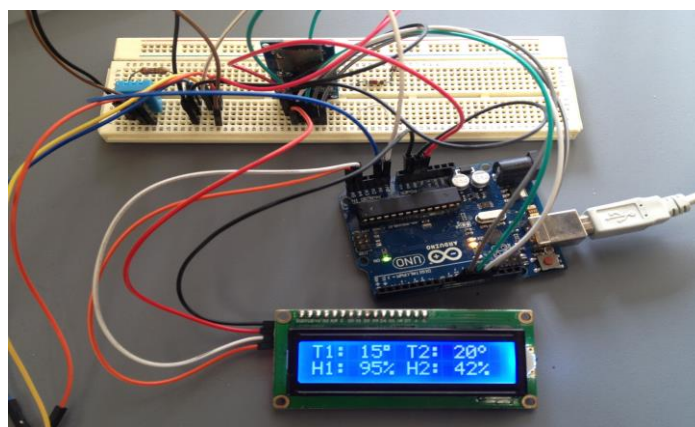
*Figura 4. 23 - fuente: diseño propio.*

Aquí podemos observar que en nuestra LCD aparecen dos mediciones estas son la temperatura que hay en el exterior del contenedor y la otra medición es la que se encuentra dentro del contenedor inteligente.

Esto es para observar las variaciones de temperatura y humedad que se encuentran en el medio ambiente y a su vez la que se encuentra dentro del contenedor inteligente.

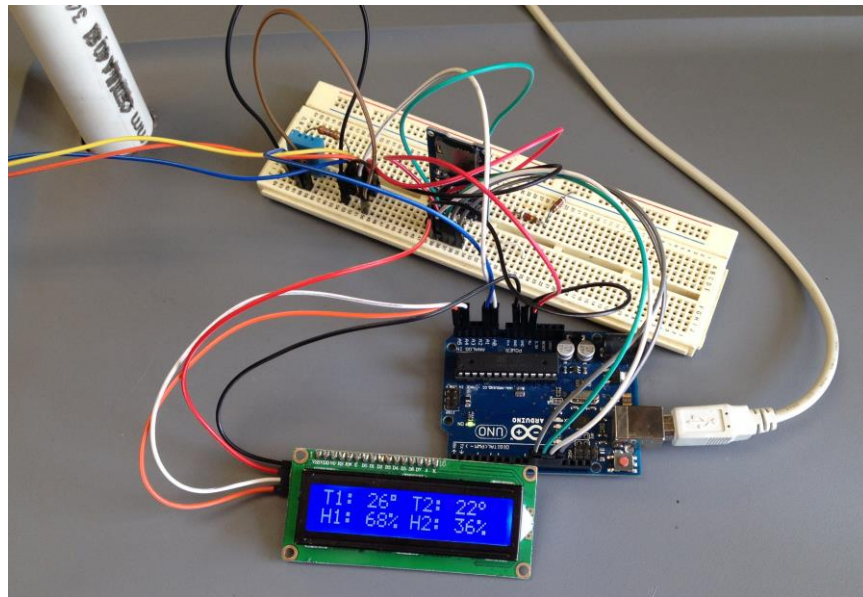
Estas pruebas fueron realizadas dentro del laboratorio durante 5 hrs, en las que se registraron variaciones de temperatura hasta que llegara a una temperatura estable de 40°C.

En la 1era hora se obtuvo una temperatura de 15 °C como se muestra en la figura 4.24.



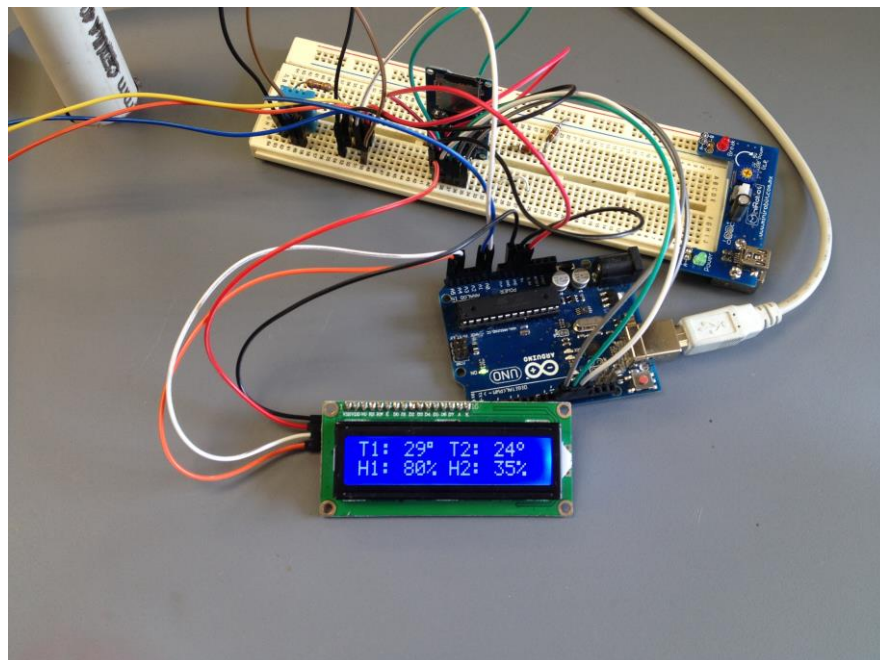
*Figura 4. 24 - Prueba de 1er Hr.*

En la 2da hora se obtuvo una temperatura de 26 °C como se muestra en la figura 4.25, la temperatura iba aumentando.



*Figura 4. 25 - Prueba de 2da Hr.*

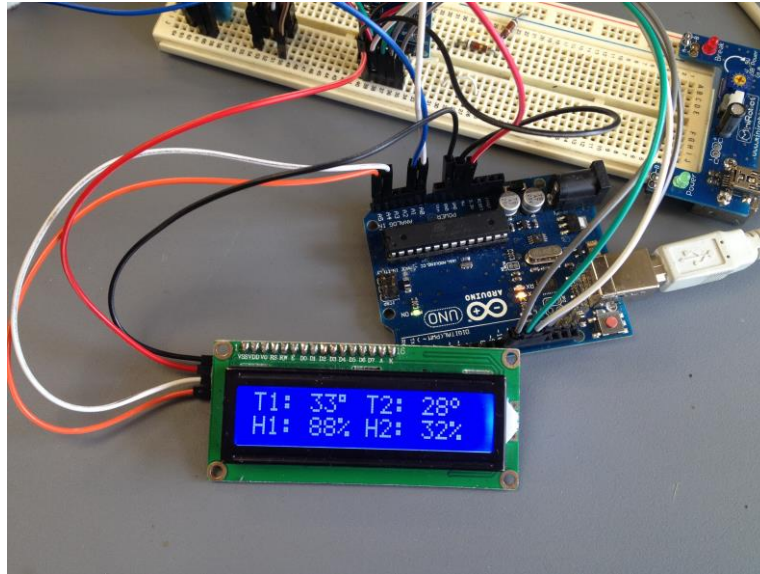
En la 3ra hora la temperatura aumento hasta 29 °C como se muestra en la figura 4.26.



*Figura 4. 26 - Prueba de 3er Hr.*

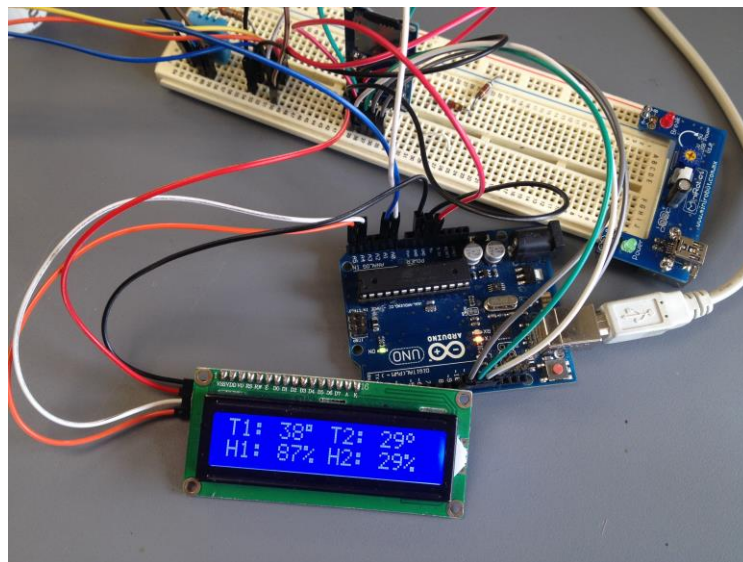


En la 4ta hora la temperatura aumento hasta 33 °C como se muestra en la figura 4.27.



*Figura 4. 27 - Prueba de 4ta Hr.*

En la 5ta hora la temperatura se encontraba en 38 °C como se muestra la figura 4.28 y posteriormente se estabilizo en 40 °C.



*Figura 4. 28 - Prueba de 5ta hr.*

Esta medición se realizó a las 10 30 pm y su temperatura era alta respecto a la del medio ambiente y comprobamos que el contenedor permanecerá con esa temperatura hasta que alcance su temperatura máxima y se desactive, como se muestra en la figura 4.29.



*Figura 4. 29 - Comparación de Mediciones Interna y Externa.*

En funcionamiento los respiraderos para disipar el calor y gases que están siendo desprendidos por el proceso de compostaje, como se muestra en la figura 4.30.



*Figura 4. 30 - Respiraderos en Funcionamiento.*

## **CONCLUSIÓN.**

Los fundamentos del compostaje son sencillos, por lo que se trata de una metodología de fácil realización y manejo.

El compostaje es una forma ambientalmente aceptada de disminuir los elevados volúmenes de residuos que se generan, siendo la calidad final del producto función, principalmente, de los materiales de origen y de las condiciones de temperatura, humedad y aireación que existan durante el proceso.

Uno de los mayores problemas del compostaje es el olor. Muchas plantas de compostaje se han cerrado debido al mal olor producido, asociado a una errónea ubicación de la planta de tratamiento de residuos. El mal olor se suele asociar también con un impacto negativo sobre la salud.

Los malos olores se producen en las plantas de pila móvil al aire libre y en las primeras fases del proceso. También depende mucho del tipo de residuo a compostar, así los residuos sólidos urbanos y los lodos de las depuradoras de agua residuales son los que producen peores olores.

El factor más importante en el tipo de olor producido depende lógicamente de los residuos componentes de las pilas a compostar. Así, los materiales que se descomponen rápidamente son los que producen olores en proporciones altas. Por ejemplo, los bio sólidos frescos producen olores más intensos que los digeridos. La hierba y residuos vegetales son de peor olor que los arbustos y hojas, incluso las hojas húmedas producen un fuerte olor desagradable de fermentación muy superior al de las hojas secas.

Los niveles de los olores se expresan generalmente en función de la disolución que hay que realizar para llegar al umbral.

La intensidad del olor es una medida de la fuerza de percepción del olor y está relacionada con la concentración.

El compost es un producto de bajo costo que puede reemplazar, en algunos casos, a los fertilizantes artificiales.

Se considera que el contenido idóneo de materia orgánica en un suelo es aproximadamente el 3%. Teniendo en cuenta la gran extensión de suelo cultivable en nuestro país y su empobrecimiento como consecuencia de los cultivos intensivos, los incendios y otras causas.

Con este trabajo de tesis se logró acelerar el proceso de compostaje de un sistema abierto que dura entre 3 a 4 meses y con el contenedor inteligente (sistema cerrado) se logró la descomposición de la materia orgánica en 1 semana.

Esto se debe a que durante este tiempo se mantuvo en unos valores constantes, no hubo caída ni elevación de temperatura y humedad.

La temperatura se mantuvo entre 60 y 65 °C esta temperatura es ideal para la vida de los microorganismos.

Con la humedad paso lo mismo se mantuvo en 55 y 70 % dentro del umbral. En la etapa de maduración esta humedad fue disminuyendo hasta llegar a una humedad de 45%, que es la ideal de un producto finalizado.

Al llegar a la humedad de 45% el contenedor se apagara automáticamente y mandara un mensaje de que la composta esta lista.

El contenedor antes mencionado tiene la capacidad de medir y manipular los niveles de humedad y temperatura para garantizar las condiciones microbianas mediante los dispositivos electrónicos.

### **EXPERIENCIA EN LA UNIVERSIDAD.**

Gracias a los conocimientos obtenidos durante mi etapa de estudiante de la carrera Ingeniera Mecánica Electica, pude realizar este proyecto, ya que puse en práctica todo lo aprendido teóricamente como los conocimientos en electrónica para poder desarrollar mi circuito de control de temperatura y humedad.

En la parte mecánica mis conocimientos teóricos eran muy pocos, ya que mi área fue Eléctrico – Electrónico, pero algunos conocimientos que obtuve fue por mi trabajo que desarrolle estos conocimientos en el área de Mecánica, con esto desarrollé el recubrimiento de aluminio y diseñe algunas herramientas de trabajo como una dobladoras por poner un ejemplo.

El desarrollar este proyecto de titulación durante un año fue una experiencia nueva en la cual solo dependía de mí para poder lograr el desarrollo de este proyecto y poder lograr el objetivo. Desarrolle algunas cualidades como la de programar y diseñar, ya que durante mi etapa en la carrera no pude desarrollar, es muy satisfactorio poder decir que se pudo cumplir con el objetivo que se tenía previsto desde un principio.

En esta parte de que desarrolle estas cualidades fue gracias a mi asesor quien fue él, el que me ayudo en todo momento y compartió sus conocimientos para poder desarrollar el proyecto.

## **GLOSARIO.**

### **Abono.**

El abono es una sustancia que puede ser inorgánica u orgánica y que se utiliza para incrementar la calidad del suelo y brindar nutrientes a los cultivos y las plantaciones.

### **Aireación.**

Proceso por el cual se inyecta oxígeno al sistema, proporciona el O<sub>2</sub> necesario para los procesos bioquímicos aeróbicos, también elimina calor, humedad, CO<sub>2</sub> y otros productos de descomposición.

### **Basura.**

Está compuesta por todos aquellos desechos que resultan de los productos y materiales que usamos en nuestras actividades cotidianas, en tanto, cuando ya no prestan esa utilidad se los descarta arrojándolos en un contenedor especialmente destinado a tal efecto.

### **Basura inorgánica.**

Es todo aquel desecho que no presenta un origen biológico, es decir, no proviene de un organismo vivo directamente sino que proviene del medio industrial o es el resultado de algún proceso no natural.

### **Basura orgánica.**

La basura orgánica es la que se produce de restos de seres vivos. Se consideran desechos orgánicos a los restos de plantas como hojas, ramas, cáscaras, frutos en descomposición, restos de frutas o verduras, estiércol, huesos, telas de fibras naturales como el lino, la seda y el algodón, el papel, entre otros.

### **Biodegradación.**

Es la disolución química de los materiales por bacterias u otros medios biológicos.

### **Biopolímeros.**

Los biopolímeros son macromoléculas presentes en los seres vivos. Una definición de los mismos los considera materiales poliméricos o macromoleculares sintetizados por los seres

vivos. También, a raíz de nuevas disciplinas médicas como la ingeniería de tejidos, como biopolímeros también se incluyen materiales sintéticos con la particularidad de ser bio compatibles con el ser vivo (normalmente con el ser humano).

### **Bioprocesos Específicos del Compostaje.**

El compostaje es un conjunto de procesos biológicos interdependientes realizados por miríadas de microorganismos fundamental para la descomposición de la materia orgánica. La mayor parte de los sistemas son aerobios, por medio de microorganismos que necesitan oxígeno.

### **Composta (compost).**

El compostaje es un conjunto de procesos biológicos interdependientes realizados por infinidad de microorganismos fundamentales para la descomposición de la materia orgánica.

### **Descomposición.**

Descomposición refiere a la reducción del cuerpo de un organismo vivo a formas más simples de materia.

### **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).**

Gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen).

El dióxido de carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis.

### **Dispositivo electrónico.**

Es una combinación de componentes electrónicos organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas.

### **Fermentación.**

Es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones.

### **Homogéneo.**

Se aplica a la mezcla en la que los distintos elementos que la componen están totalmente interrelacionados entre sí y no se distinguen unos de otros.

### **Humedad.**

La humedad absoluta es la masa total de agua existente en el aire por unidad de volumen, y se expresa en gramos por metro cúbico de aire. La humedad atmosférica terrestre presenta grandes fluctuaciones temporales y espaciales.

### **Materia orgánica.**

Es materia compuesta de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas y animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.<sup>1</sup> Las estructuras básicas están formadas de celulosa, tanino, cutina, y lignina, junto con varias otras proteínas, lípidos, y azúcares. Es muy importante en el movimiento de nutrientes en el medio ambiente y juega un rol en la retención del agua en la superficie del planeta Tierra.

### **Metabolismo aeróbico.**

Se trata de un tipo de metabolismo, mediante el cual el organismo descompone o quema el combustible almacenado para crear energía.

### **Mineralización.**

Definimos mineralización como la degradación completa de un compuesto a sus constituyentes minerales, en donde el carbono orgánico es oxidado hasta CO<sub>2</sub>.



**Molécula.**

Una molécula es una partícula formada por un conjunto de átomos ligados por enlaces covalentes o metálicos, de forma que permanecen unidos el tiempo suficiente como para completar un número considerable de vibraciones moleculares.

**No biodegradable.**

Son aquellos materiales que tardan muchísimos años en poder degradarse por completo, ya que las bacterias y microorganismos encargadas de su destrucción, junto con la erosión terrestre, no pueden descomponerlos.

**Oxidación biológica.**

Proceso consistente en reacciones de transferencia de hidrógenos o electrones de unas moléculas a otras en las células vivas, para la producción de energía. Las transformaciones energéticas en las células vivas implican el movimiento de electrones de un nivel energético a otro, y frecuentemente de un átomo o molécula a otro.

**pH.**

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O]^+$  presentes en determinadas disoluciones. Es necesario porque, dado que en ciertos casos no es suficiente decir que el agua está caliente, o no es suficiente decir en ciertos casos que el jugo del limón es ácido, al saber que su pH es 2,3 nos dice el grado exacto de acidez. Necesitamos ser específicos. Al decir que el agua está en 91° C o 196°F expresamos exactamente lo caliente que está.

**Proceso.**

Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

**Reciclado.**

Transformación de los residuos dentro de un sistema de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje.

### **Residuo.**

Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse.

### **Residuo Biodegradable.**

Todos los residuos que en condiciones de vértigo pueden descomponerse de forma aeróbica o anaeróbica tales como residuos de alimentos y de jardín, el papel o el cartón.

### **Sistema.**

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

### **Sistema de composta.**

Es un conjunto de operaciones diferentes que juntas producen productos de compost a partir de materias primas incluye una infraestructura asociada como edificaciones, equipo y servicios.

### **Tamiz.**

La tamización o tamizar es un método físico para separar mezclas en el cual se separan dos sólidos formados por partículas de tamaño diferente.

Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o un colador. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las de mayor tamaño quedan retenidas por el mismo. Un ejemplo podría ser: si se saca tierra del suelo y se espolvorea sobre el tamiz, las partículas finas de tierra caerán y las piedras y partículas de mayor tamaño de la tierra quedarán retenidas en el tamiz. De esta manera se puede hacer una clasificación por tamaños de las partículas.

### **Temperatura.**

La temperatura es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor

temperatura) y caliente (mayor temperatura). La temperatura está relacionada con la energía interior y es el factor principal que afecta la actividad microbiana en el compostaje.

**Termofílico.**

Relativo a los organismos que crecen en ambientes de hasta 70 °C, por encima de la temperatura corporal de 37 °C.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Maquinaria Agrícola, (Construcción, funcionamiento, regulaciones y cuidados), Autor: Antonio Laguna Blanca, Madrid 1997, Ed. Ministerio de Agrícola, Pesca y Alimentación.

La mecanización agraria Principios y aplicaciones, Autor: Juan Antonio Boto Fidalgo, Universidad de León.

Mecatronica Control y Automatizacion, Autor: Fernando Reyes Cortes, Jaime Cid Monjaraz, Emilio Vargas Soto, Primera Edicion, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., Mexico, 616 Paginas.

Residuos Orgánicos y agricultura, Autor:es José Navarro Pedreño/ Moral Herrero/ Gómez Lucas/ Mataix Beneyto, Alicante: Universidad, Servicio de Publicaciones, 1995, 180 paginas.

Manejo del Suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. H.W. Oalzell, Centro agrícola Medak India, A.J. Biddlestone/ K.R. Gray/ K. Thuraiujan, Universidad de Birmingham Reino Unido, Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1991, 175 paginas.

Sensores y acondicionadores de señal, Autor: Ramon Pallas Areny, Pilar Baptista Lucio, 207 paginas, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., Mexico.

Sensores y acondicionadores de señal problemas resueltos, Pallas, Ramon; Casas, Oscar y Bragos, Ramon, Primera Edicion, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., Mexico, Paginas: 228.

Compostaje, Autores: Joaquín Moreno Castro/ Raúl Moral Herrero, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid 2008, 570 Paginas

SAGARPA, [www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/elaboracion%20de%20composta.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/elaboracion%20de%20composta.pdf).

Locomotora productora visual // Universidad Autónoma Metropolitana,  
<http://www.concienciaambiental.com.mx/cca/mexico.html>.