



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 1 de 142

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UNA INCUBADORA AVÍCOLA
POR MEDIO DE MICROCONTROLADORES**

**FAUSTO JAVIER ZAPA PÉREZ
SERGIO ANDRÉS OROZCO MEJÍA
ANDRÉS FELIPE ARIAS GIRALDO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2013**



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 2 de 142

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UNA INCUBADORA AVÍCOLA
POR MEDIO DE MICROCONTROLADORES**

**FAUSTO JAVIER ZAPA PÉREZ
SERGIO ANDRÉS OROZCO MEJÍA
ANDRÉS FELIPE ARIAS GIRALDO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
TECNÓLOGO EN MECATRÓNICO

Asesor
RAFAEL HERNÁN MIRA PEREZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2013**



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 3 de 142

Nota de aceptación.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Medellín; ___ de _____ del 2013



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 4 de 142

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, a nuestros padres, hermanos y familiares quienes siempre nos apoyaron en el desarrollo de nuestros estudios, también a todos los profesores que durante el proceso de aprendizaje fueron nuestros guías. Dándole un especial agradecimiento al profesor Rafael Mira por el constante apoyo en el desarrollo de este proyecto. Igualmente a aquellos que de una o otra forma fueron partícipes de la elaboración de este.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 5 de 142

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	12
LISTA DE ANEXOS	13
INTRODUCCIÓN	17
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	19
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN.....	22
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 GENERAL.....	25
3.2 ESPECÍFICOS.....	25
4. MARCO REFERENCIAL.....	26
4.1. INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE AVES.....	26
4.1.1 Historia de la incubación	26
4.1.2. Incubación para huevos de aves	27
4.1.3. Calentamiento de los huevos antes de la incubación	28
4.1.4. Preincubación de Huevos	28
4.2. INCUBADORAS ARTIFICIALES DE AVES	29
4.2.1 Incubadoras avícolas	29
4.2.2 Tipos de incubadoras avícolas.....	30
4.2.3. Las incubadoras de carga única	30
4.2.4. Las incubadoras de carga escalonada.....	31
4.2.5. Tipos de incubadoras avícolas de uso común	31
4.2.6. Incubadora automática por aire forzado.....	32
4.2.7 Incubadora manual por aire forzado	33
4.2.8. La incubadora Mini Eco.....	34



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 6 de 142

4.2.9. La Mini Advance	35
4.3. PARÁMETROS GENERALES DE INCUBACIÓN.....	37
4.3.1 Higiene.....	37
4.3.2 Temperatura	38
4.3.3. Temperatura mayor de lo normal.....	39
4.3.4. Temperatura menor de lo normal.....	40
4.3.5 Humedad.....	40
4.3.6 Humedad mayor de la normal.....	42
4.3.7 Humedad menor de la normal.....	42
4.3.8 Ventilación.....	42
4.3.9 Falta de ventilación	43
4.3.10 Volteo	43
4.3.11 ¿Por qué debe hacerse el volteo?	44
4.3.12. Parámetros de incubación para pollos	45
4.3.13. Parámetros de incubación para patos.....	50
4.3.14. Parámetros de incubación para pavos.....	55
4.4 SISTEMA DE CONTROL DE LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS	60
4.4.1. Sistema de control	60
4.4.2. Conceptos básicos de un sistema de control.....	60
4.4.3. Control de temperatura de una incubadora.....	62
4.4.4. Control de humedad de una incubadora	63
4.4.5. Control de volteo de una incubadora	64
4.5 MICROCONTROLADORES	64
4.5.1. Historia de los microcontroladores	64
4.5.2 Microcontroladores PIC.....	65
4.5.3. Característica de los microcontroladores	66
4.5.4. Unidad de Procesamiento Central (CPU)	67
4.5.5 Memoria de Programa	67
4.5.6 Memoria de Datos.....	67
4.5.7 Generador del Reloj.....	68
4.5.8 Interfaz de Entrada/Salida (I/O)	68
4.6 MICROCONTOLADORES DE USO COMÚN EN LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS	69
4.6.1 Microcontroladores de uso común	69
4.6.2 Microcontrolador PiC16877/874.....	69
4.6.3 Microcontrolador PIC16887	70



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 7 de 142

4.6.4 Microcontrolador disPIC30F4013.....	72
4.7. SENSORES DE USO COMÚN EN LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS	73
4.7.1 Sensor de temperatura	73
4.7.2 Tipos de sensores de temperatura	73
4.7.3 Sensores de temperatura de uso común en las incubadoras avícolas ..	75
4.7.4 características del sensor LM35	76
4.7.5 Descripción del sensor LM35	76
4.7.6 Sensor de humedad.....	77
4.7.7 Tipos de sensores de humedad.....	78
4.7.8 Sensores de humedad de uso común en las incubadoras avícolas	79
4.7.9 características del sensor hs1101.....	80
4.7.10 Descripción del sensor hs1101/hs1100	81
4.8. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y VOLTEO DE USO COMÚN EN LA INCUBADORAS AVÍCOLAS	82
4.8.1 Sistema de ventilación	82
4.8.2 Cooler	82
4.8.3 Sistema de volteo	83
4.8.4 Servomotores.....	84
4.8.5 Motores paso a paso.....	86
5. DISEÑO METODOLÓGICO	87
5.1. ESTUDIO Y ANÁLISIS DELAS INCUBADORAS ARTIFICIALES	87
5.1.1 Descripción de la estructura de la incubadora	87
5.1.2 Cronograma de actividades	90
5.1.3. Presupuesto.....	91
5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y CONTROL DE HUMEDAD	94
5.2.1 Diseño del sistema de control de temperatura	94
5.2.2. Pantalla de Cristal Líquido(L.C.D).....	96
5.2.3. Diseño del circuito de potencia	97
5.2.4. Diseño del circuito del Dimmer.	98
5.2.6 Diseño del sistema de control de Humedad.....	100
5.2.7 Elemento de final de carrera	101
5.2.8.Sistema de ventilación	102
5.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VOLTEO Y CONTROL DEL TIEMPO DE INCUBACIÓN.	105
5.3.1 Diseño del sistema de control de volteo.....	105



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 8 de 142

5.3.2. Características Motoreductor de alto torque	109
5.3.3 Diseño del control del tiempo de Incubación.....	109
5.4 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	112
5.4.1 Simulación Diseño Mecanico de la Incubadora Milenium s-3000	112
5.4.2 Simulación,diseño y control de la Incubadora Milenium s-3000.....	120
CONCLUSIONES	130
MEJORAS FUTURAS.....	132
BIBLIOGRAFÍA.....	133



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 9 de 142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Incubadora automática por aire forzado	33
Figura 2. Incubadora manual por aire forzado	34
Figura 3. La incubadora Mini Eco	35
Figura 4. La incubadora Mini Advance.....	36
Figura 5 . Sistema de control básico.....	62
Figura 6. Diagrama de un sistema microcontrolador	66
Figura 7. Representación de bloques del Microcontrolador	68
Figura 8. Distribución de pines del PIC16F877	70
Figura 9. Distribución de pines del PIC16F887.....	71
Figura 10. Distribución de pines del Microcontrolador dsPIC30F4013	72
Figura 11. Sensor de temperatura LM35	75
Figura 12. Vista superior del LM35 (facilita la identificación de sus pines)	77
Figura 13. Sensores de humedad tipo capacitivo	78
Figura 14. Sensores de humedad tipo resistivos	79
Figura 15. Sensor de temperatura hs1101	80
Figura 16. Distribución de pines del sensor hs1101	81



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 10 de 142

Figura 17. Cooler para ventilación	83
Figura 18. Estructura de los servomotores	85
Figura 19. Motor paso a paso	86
Figura 20. Diseño mecánico de la Incubadora Milenium S-3000	89
Figura 21. Sensor LM35 en Proteus	95
Figura 22. Display LCD 4x20	96
Figura 23. Fuente Regulada	97
Figura 24. Circuito Dimmer	99
Figura 25. Sensor HCH-1000 en Proteus	101
Figura 26. Sistema de control cooler	103
Figura 27. Cooler ADDA 16.000 rpm	104
Figura 28. Circuito del integrado Ds1307	106
Figura 29. Circuito del integrado ULN2803	107
Figura 30. Motoreductor de alto torque	108
Figura 31. Integrado DS1307	110
Figura 32. Data sheet Ds1307	111
Figura 33. Vista frontal de la Incubadora Milenium s-3000	113
Figura 34. Vista frontal portahuevos Incubadora Milenium s-3000	114
Figura 35. Eje de giro del portahuevos	115
Figura 36. Vista Superior Incubadora Milenium s-3000	116



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 11 de 142

Figura 37. Porta huevos girando a la izquierda.....	117
Figura 38. Portahuevos girando a la Derecha	118
Figura 39. Vista lateral Derecha Incubadora Milenium s-3000	119
Figura 40. Diagrama de Flujo general de la Incubadora S-3000.....	120
Figura 41. Sistema general de control Incubadora Milenium s-3000	121
Figura 42. Encendido Incubadora Milenium s-3000.....	122
Figura 43. Seleccionando pollo.....	123
Figura 44. Seleccionando pato	124
Figura 45. Seleccionando pavo.....	125
Figura 46. Durante la Incubación del pollo.....	126
Figura 47. Durante la incubación del pato	127
Figura 48. Durante la incubación del pavo.....	128
Figura 49. Circuito impreso del sistema de control de la Incubadora Milenium s-300.....	129



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 12 de 142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de incubación del pollo.....	46
Tabla 2. Tiempos de desarrollo embrionario del pollo	48
Tabla 3. Parámetros de incubación de patos	52
Tabla 4. Tendencias avícolas mundiales	53
Tabla 5. Cantidad de nutrientes correspondientes a 100 gramos.....	54
Tabla 6. Parámetros de incubación del pavo	57
Tabla 7. Producción de carne de pavo	59
Tabla 8. Cronograma de actividades	90
Tabla 9. Recursos Humanos	91
Tabla 10. Materiales	92
Tabla 11. Resumen presupuestal.....	93



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página:13 de 142

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Programa del Sistema de control..... 136



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 14 de 142

GLOSARIO

Incubadora: se denomina incubadora a los aparatos con la función común de crear un ambiente con la humedad y temperatura adecuadas para el crecimiento o reproducción de seres vivos

Sensor: un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, entre otros.

Eclosión: es el momento en que las crías de diversos animales comienzan a librarse de su huevo o capullo una vez que han alcanzado el máximo nivel de su desarrollo y están listos para nacer, como crías

Incubación natural: se produce gracias a los cuidados de los huevos por la propia ave.

Incubación artificial: se realiza en incubadoras. El calor es producido por una fuente de calor y la humedad es aportada por una bandeja con agua.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 15 de 142

Señal analógica :es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo(representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, entre otros.

Señal digital: es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

Ovoscopia: se puede considerar la ovoscopia como la técnica de diagnosis embrionaria a través del ovoscopio, no siendo necesaria la rotura del huevo. A través de esta técnica se puede observar incluso el latir del corazón del pollo a los pocos días del proceso embrionario.

Humedad relativa:es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en cualquier momento determinado, normalmente es menor que el necesario para



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página:16 de 142

saturar el aire. La humedad relativa es el porcentaje de la humedad de saturación, que se calcula normalmente en relación con la densidad de vapor de saturación.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 17 de 142

INTRODUCCIÓN

En los últimos cinco años se vienen implementando diversos procesos tecnológicos en la explotación avícola, que han favorecido en muchos aspectos a empresas del sector de comercialización y producción de aves; sobresaliendo la disminución de la contaminación ambiental, economía en la producción e incremento de la calidad. Uno de estos procesos tiene que ver con la incubación de huevos de aves, para lo cual hoy, se cuenta con equipos y sistemas relacionados con esta fase de la producción avícola.

Por otro lado, el proceso de incubación de huevos de aves es el primer paso a dar por cualquier tipo de producción avícola, este proyecto de diseño tecnológico pretendió, entonces, estudiar las posibles ventajas económicas y técnicas de un sistema de control para una incubadora avícola, además de analizar las distintas especies de aves que se podrían incubar en este equipo.

El propósito de esta investigación consistió en diseñar un sistema de control para una incubadora avícola utilizando microcontroladores, permitiendo así controlar variables como: temperatura y humedad relativa, además controlando la ventilación y el volteo de los huevos.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 18 de 142

Este trabajo de grado que planteó en su anteproyecto, la implementación del diseño de un sistema de control para una incubadora avícola, consta de planos mecánicos, eléctricos y de control, los cuales fueron realizados en un software de diseño. Este se estructuró con una identificación del problema, justificación, objetivos, referentes teóricos, metodología con su cronograma de actividades, además de los recursos humanos y técnicos, presupuesto, conclusiones y bibliografía consultada.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 19 de 142

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia, los seres humanos han cazado aves por deporte o para comer su carne. Las aves que no se incluyen en la caza son las aves de corral, perteneciendo a este último tipo las siguientes: la gallina, el pato, el pavo, la codorniz, el avestruz, entre otros. Domesticar significa controlar las condiciones de vida y crianza de las aves y otros animales. Con frecuencia se cría selectivamente una especie con algunas cualidades especiales, como poner muchos huevos o proporcionar abundante carne.

“Normalmente una gallina logra incubar un promedio entre 12 y 16 huevos, a diferencia de una máquina incubadora de capacidad pequeña, que incuba un promedio de 30 o un poco más, hasta las más grandes máquinas incubadoras que pueden llegar a incubar, en una sola carga hasta miles de huevos, este tipo de máquinas se pueden encontrar en las grandes empresas de la industria avícola.”

[1]



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 20 de 142

La cría de aves es considerada una fuente alternativa de ingresos económicos; por tal motivo se presenta como una eficiente alternativa, el uso de las incubadoras artificiales de tipo casero, para el proceso de incubación de huevos. El tamaño y el tipo de incubadora seleccionados depende de las necesidades y de los planes futuros de cada productor.

Las incubadoras avícolas en los últimos 5 años han desempeñado un papel fundamental en los sectores de producción y comercialización de aves, debido a los grandes beneficios que este sistema ha generado al avicultor, al permitir aumentar la producción de aves y evitar que los polluelos se vean vulnerables a enfermedades.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las incubadoras que están en el mercado están diseñadas para el manejo de un solo tipo de especie de ave, lo cual limita la posibilidad del avicultor para la producción de más especies de aves. Además, la incubación en el sector avícola es una práctica de uso común entre las personas dedicadas al manejo y explotación de las aves. Sin embargo, no todos cuentan con este tipo de equipos, en parte, por el alto costo que tienen, lo que ocasiona un incremento en los costos de producción.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 21 de 142

Con el ánimo de puntualizar más en la problemática definida en el proyecto realizado, se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Cómo contribuyó en la producción avícola este diseño tecnológico?
- ¿Cuáles son las fallas técnicas en las incubadoras avícolas actuales que afectan en el proceso de incubación?
- ¿Qué ventajas obtuvo el sector avícola al producir diferentes especies de aves con un solo equipo para incubar?
- ¿De qué forma contribuyó este diseño tecnológico al cuidado del medio ambiente?

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las incubadoras actuales no son completamente automáticas, lo que obliga al operario a estar en constante supervisión del proceso de incubación, ya que este puede presentar anomalías en cuanto al control de las variables, como es el volteo de huevos, que en el mayor número de equipos para incubar, es manual.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 22 de 142

2. JUSTIFICACIÓN

La cría de huevos y aves artificialmente es considerada por grandes industrias en el mundo, como una fuente de ingresos económicos, por tal motivo se presentó como una eficiente alternativa, el uso de las incubadoras artificiales, para la reproducción y la cría de aves, necesaria para personas oriundas del campo o la ciudad, que brinden mayor ingreso familiar y mayor cantidad de huevos y aves.

Según lo que muestra Barreras (2006), en [2], “las ventajas que presenta la incubación artificial sobre la incubación natural, son muy grandes, dado que se pueden criar pollos más uniformes en la época y en la cantidad que la persona lo desee; la producción puede hacerse de manera continua, con poco esfuerzo y con la posibilidad de reducir los costos de producción, e incrementando la oferta del producto; se puede eliminar la presencia de enfermedades y plagas que afectan a los polluelos y permite hacer una selección más eficaz, tanto en las aves como en el huevo. En el caso de la producción avícola, puede decirse que mucho de su éxito se debe al uso de incubadoras, puesto que son un método industrial excelente para la producción de aves”.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 23 de 142

Sin lugar a duda el mejoramiento de la producción en el sector avícola está influenciado por la inversión tecnológica; por tanto fue necesario e importante diseñar un sistema de control para una incubadora avícola, que permitiera innovar en la producción de aves que se está llevando a cabo en la ultima década. Por tanto se considera que el diseño de un sistema de control para una incubadora, es realizado con base en las necesidades del sector avícola, para que con la instalación e implementación de esta tecnología, se obtenga un significativo ahorro en los costos de inversión.

En los últimos 5 años las incubadoras tradicionales están diseñadas para incubar, solo un tipo de especie de ave; con este diseño innovador, se consiguió ampliar el número de especies de aves a incubar, generando así, un mayor número de beneficios económicos y productivos al avicultor y empresas de este sector.

Este diseño tecnológico se realizó buscando implementar nuevas tecnologías en este tipo de equipos, los cuales en la actualidad necesitan supervisión constante de un operario. Con el diseño realizado se busca mejorar las condiciones de trabajo del operario, con la ayuda de dispositivos como son: sensores y microcontroladores, que tienen como función controlar todas las variables utilizadas en el proceso de incubación.

La elaboración del diseño del sistema de control para una incubadora avícola, se realizó utilizando microcontroladores y se lleva a cabo mediante software de



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 24 de 142

diseño mecánico, eléctrico y electrónico. Este diseño tecnológico e innovador es muy importante, ya que los participantes se inician en el estudio de la materia y esto se aplica para ampliar el aprendizaje, en cuanto a cálculos de trabajo, transferencia de energía y proceso de incubación.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 25 de 142

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Diseñar un sistema de control para una incubadora avícola utilizando microcontroladores, ampliando el número de especies de aves y buscando la disminución de costos en el sector avícola.

3.2 ESPECÍFICOS

- 3.2.1. Realizar un estudio y análisis sobre los diferentes tipos de incubadoras artificiales en el mercado actual.
- 3.2.2. Diseñar el sistema de control de temperatura y humedad.
- 3.2.3. Diseñar el sistema de volteo y control del tiempo de incubación.
- 3.2.4. Simular el funcionamiento del sistema control.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 26 de 142

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE AVES

4.1.1 Historia de la incubación

La incubación artificial de aves, es una práctica que se ha venido realizando desde hace muchos años y no se tiene exactitud de la manera como se incubaban los huevos de aves en ese tiempo. Según lo expresado por Berry (2007), en [3], “Aristóteles escribía en el año 400 A.C. que los egipcios incubaban huevos espontáneamente en pilas de estiércol. Los chinos desarrollaron la incubación artificial por lo menos hacia el año 246 A.C. A menudo, estos primeros métodos de incubación se practicaban a gran escala, donde un solo lugar quizás tenía la capacidad de 36,000 huevos.”

La incubación artificial, data de aproximadamente 1000 años A.C. Según lo mencionado en [4], los primeros en utilizarla fueron los chinos y los egipcios, “Los chinos incubaban entremedio de capas de estiércol o entre capas de arcilla y la fuente de calor era fuego, regulado con ventilación. Los egipcios usaron incubadoras de tierra o barro tipo ladrillo, incubaban 90.000 huevos, las



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 27 de 142

incubadoras eran verdaderas habitaciones, ellos fueron los que más se aproximaron a una alta eficiencia, porque de cada 3 huevos obtenían 2 pollos, aproximadamente un 70% de nacimientos. Esto no se consideraba una incubación artificial industrial, era un arte empírico, no tenían medidas”.

A medida que pasaban los años la incubación tuvo grandes avances, “en 1742 un físico en París, hace una caja con un termómetro y empieza a medir temperatura y posteriormente, en 1922, surge la primera incubadora con base en electricidad”. [4].

4.1.2. Incubación para huevos de aves

La incubación para huevos de aves, es un proceso que tiene como objetivo cumplir con las condiciones físicas y ambientales que presenta una especie de ave, durante su periodo de incubación; Castillo (2011), en [5], define al régimen de incubación como el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo. Los factores que lo integran son: temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos. De todos ellos la temperatura es el factor de mayor importancia, ya que, pequeñas variaciones en sus valores pueden resultar letales para muchos embriones. Los cambios que tienen lugar en el huevo, durante la incubación se presentan regidos por leyes físicas. Estos cambios se producen, con normalidad, solamente bajo niveles determinados de temperatura, humedad, contenido químico del aire y posiciones del huevo. Por otra parte, el



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 28 de 142

mismo huevo incubado modifica el medio que lo rodea al emitir calor, gases y vapor de agua.

4.1.3. Calentamiento de los huevos antes de la incubación

Castillo (2011), en [5], indica que antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación. De esta manera, evitarán variaciones bruscas de temperatura y que el vapor de agua se condense en la cáscara, taponando los poros.

4.1.4. Preincubación de Huevos

“Los huevos se pueden preincubar para aumentar el porcentaje de incubabilidad de un 1 a un 2 %. Se someten a una temperatura de 38 °C durante 2 horas y después se enfrían a temperatura ambiente antes de colocarlos en las incubadoras”. [5]



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 29 de 142

4.2. INCUBADORAS ARTIFICIALES DE AVES

4.2.1 Incubadoras avícolas

“Desde mediados del siglo pasado hasta nuestros días se han perfeccionado los diversos tipos de incubadoras que fueron ideándose con anterioridad para pequeñas cabidas: tales adelantos y perfeccionamientos mecánicos y técnicos se han introducido a través de los años, dando origen a esas grandes máquinas, que son capaces de albergar cargas de hasta sesenta mil huevos y más. Su manejo, en muchos aspectos, es automático: regulación de temperatura, mediante conexión y desconexión de la corriente eléctrica o interrupción del paso de agua caliente; humectación, volteo, entre otros, cuantas veces se desee y a horas determinadas, reduciendo al mínimo el trabajo manual del encargado de vigilar el funcionamiento de esas grandes máquinas. Las luces, timbres y los detectores le avisarán, en seguida, de cualquier anomalía que ocurra. Las únicas manipulaciones que ha de realizar, consistirán en preparar la nueva carga, hacer el miraje, pasar los huevos a las cámaras de nacimientos cuando corresponda, retirar los pollitos nacidos, embalarlos y remitirlos a su destino” [6].

“La construcción, uso y patente de las incubadoras artificiales en Estados Unidos, datan alrededor de 1844, la incubadora Smith, prácticamente un cuarto grande con ventiladores para forzar el aire caliente en todas las partes de la cámara de incubación, se patentó en 1918. Fue el precursor de las incubadoras de hoy en día



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 30 de 142

eficientes y a gran escala, que se usan para incubar huevos de pollos, pavos, patos y otros” [3].

4.2.2 Tipos de incubadoras avícolas

En el mercado actual hay muchos tipos de incubadoras, estas vienen con diversas funciones que las diferencian unas de otras. Sin embargo todas usan el mismo principio para crear su incubadora. Por ejemplo la incubadora automática de aire forzado, usa una bombilla para incrementar la temperatura mientras que la Mini Eco, usa el calentamiento mediante bobina para el mismo propósito. Lo que se busca con este diseño es optimizar las incubadoras existentes dándole así una mayor variedad de especies a incubar y a un menor costo.

Las incubadoras actuales en el mercado pueden ser de carga única o de carga escalonada:

4.2.3. Las incubadoras de carga única

“Consisten en introducir todos los huevos al mismo tiempo y retirarlos el día de la eclosión, para así tener una mayor facilidad de limpieza de la misma. Algunas ventajas que tiene este tipo de incubadora es que se mantienen los factores de temperatura, humedad y ventilación que requieren los embriones y además como



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 31 de 142

se vacía totalmente, es más sencillo hacerle aseo y mantenimiento, en este lapso de tiempo entre tandas”[15].

4.2.4. Las incubadoras de carga escalonada

Según lo mencionado en [15], “son máquinas muy grandes, en las cuales se introducen cargas de huevos sucesivamente, ocupándose así el espacio vacío que deja la tanda que es transferida a la nacedora. Como esta incubadora nunca se vacía, hace que en esta se alberguen embriones en distintas fases a la vez. Algunas ventajas son que los huevos alcanzan sus condiciones óptimas de desarrollo en un tiempo muy corto de haberlos introducido a la máquina”.

4.2.5. Tipos de incubadoras avícolas de uso común

Hay muchos tipos de incubadoras en el mercado actual, pero las de mayor uso común por las empresas del sector avícola son las que se describen a continuación.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 32 de 142

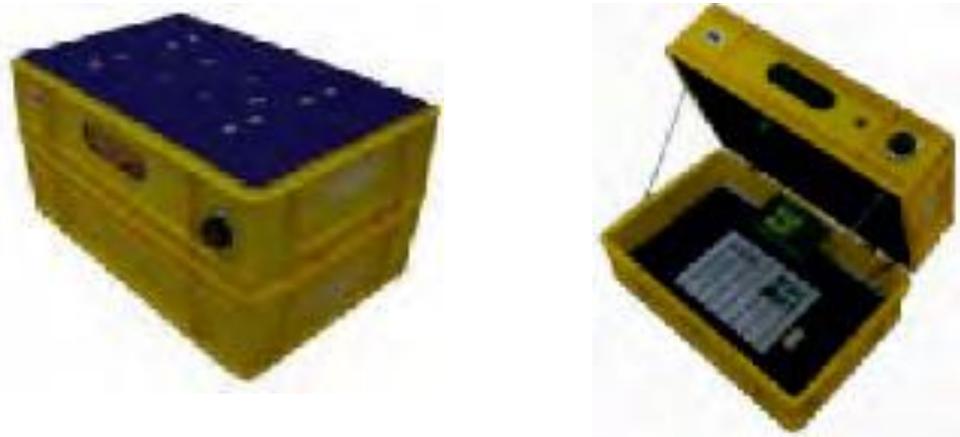
4.2.6. Incubadora automática por aire forzado

“Es un modelo automático con una capacidad aproximada de 100 huevos, también puede ser usada para huevos de codorniz con una cantidad aproximada de 300 huevos. Tiene un volteo automático de 8 veces por día, consta de un termostato de productos de la marca Caemz Italia, conocida por su control preciso de la temperatura de hasta 1 °C, termómetro digital, muestra claramente la temperatura de operación de la incubadora, el ventilador es resistente a la temperatura ya la humedad y sus lámparas de calor son fácilmente reemplazadas con unas de 5 vatios, para un bajo consumo y ahorro de electricidad”, como se muestra en la figura 1[15].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 33 de 142

Figura 1. Incubadora automática por aire forzado



Fuente: www.brinsea.com , consultado el 19 de septiembre del 2013.

4.2.7 Incubadora manual por aire forzado

“Modelo manual con capacidad para 60 huevos, se pueden acomodar cerca de 200 huevos de codorniz. Puede ser operada desde el exterior sin necesidad de abrir la incubadora. El uso de un termostato de marca del producto Caemz Italia, conocida por su control preciso de la temperatura de hasta 1 °C, termómetro que muestra claramente la temperatura de operación de la incubadora, el ventilador es resistente a la temperatura y la humedad y sus lámparas de calor son fácilmente reemplazados con 5 vatios, para un bajo consumo y ahorro de electricidad”, como se muestra en la figura 2 [15].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 34 de 142

Figura 2. Incubadora manual por aire forzado



Fuente: www.brinsea.com, consultado el 19 de septiembre del 2013

4.2.8. La incubadora Mini Eco.

“La mini eco alberga cerca de 10 huevos de gallina(o equivalente) proporciona un muy buen control de temperatura para asegurar una consistente y fiable eclosión del huevo. La temperatura es monitoreada con un termómetro de vidrio ubicado cerca de la cubierta de vidrio, el control electrónico de la temperatura permite un buen ajuste de la temperatura si es necesario”, como se muestra en la figura 3[15].



Figura 3. La incubadora Mini Eco



Fuente:www.brinsea.com, consultada el 19 de septiembre del 2013.

4.2.9. La Mini Advance

“Proporciona un volteo automática de huevos con una parada automática, 2 días antes de la eclosión, tiene un conteo regresivo de la de eclosión y alarma de temperatura, en su pantalla digital para conocer el estado de la incubación. Los huevos son volteados mediante un sistema de disco giratorio. Hay dos discos disponibles, uno con capacidad para 7 huevos de todos los tamaños hasta el de pato (tamaño estándar), un segundo disco para huevos pequeños que sostiene 12 huevos hasta el tamaño del faisán, disponible como accesorio opcional”, como se muestra en la figura 4[15].



Figura 4. La incubadora Mini Advance



Fuente:www.brinsea.com, consultada el 19 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 37 de 142

4.3. PARÁMETROS GENERALES DE INCUBACIÓN

La Incubación artificial es una industria en la cual existe un insumo que es el huevo fértil, un proceso que es la incubación y un producto que es el pollito. El proceso tiene que ser eficiente para que sea productivo y económico, hay que conocer las técnicas, debe haber higiene y buena sanidad [4].

El diseño de una incubadora, es en esencia una solución de ingeniería a los parámetros biológicos de temperatura, humedad, recambio de aire y volteo [5].

Los periodos de incubación varían con respecto a las diferentes especies de aves. En general, mientras más grande sea el huevo, mayor será el periodo de incubación. Sin embargo, hay diferencias individuales. El periodo de incubación puede también variar con la temperatura y la humedad dentro de la incubadora [5].

4.3.1 Higiene

“El ambiente en la habitación de la incubadora es tan importante como dentro de la misma. Si la construcción de la habitación es de obra y con un buen aislamiento, es mucho mejor que un cobertizo hecho de madera. En general, se debe tener un cuarto de incubación en el que la temperatura y la humedad varíen, lo menos posible y además, con buena ventilación” [7].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 38 de 142

“La habitación de la incubadora debe encontrarse en todo momento limpio y desinfectado.

Un solo germen (bacterias, virus, hongos, entre otros) puede convertirse en un millón en solo una noche. Estos pueden entrar en los huevos sucios, cubos, manos, ratas, ratones, moscas, cucaracha, entre otras; incluso en la ropa y el calzado. Por medio de cualquiera de estas vías, podría propagarse una enfermedad y esto no se debe permitir en ningún momento” [7].

4.3.2 Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. De ahí se deriva, que la temperatura del aire se constituye en el factor fundamental en este proceso. Es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3) de incubación, es decir, que la temperatura se ajusta según las etapas de incubación [5].

Al comienzo de la incubación, los embriones no están preparados funcionalmente (ni orgánicamente) para emitir calor. Por esto reaccionan como los organismos de sangre fría, es decir, cuando la temperatura del aire se eleva, aumenta el metabolismo de los embriones. Si la temperatura disminuye, el metabolismo



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 39 de 142

decrece igualmente. Por tanto, el aumento de la temperatura favorece la multiplicación celular, la formación de las capas y las membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y saco vitelino), así como la nutrición. En resumen, se incrementa el ritmo de crecimiento y desarrollo de los embriones [5].

Si por un descuido durante la incubación o por una eventualidad cualquiera, se produjera un descenso notable de la temperatura o un apagón, los gérmenes o embriones no morirán, si los huevos no llegan a enfriarse, aunque se resentirán, naturalmente; en cambio, si la temperatura, por cualquier circunstancia, sobrepasa, excesivamente, el nivel conveniente o el margen tolerado, entonces, si se prolonga algún tiempo, los embriones corren peligro de muerte y la incubación puede malograrse totalmente [6].

4.3.3. Temperatura mayor de lo normal

“Se adelanta el desarrollo embrionario, hay posiciones anormales de los embriones, hay gran mortalidad a partir del día 18, más de 40 °C (hay gran mortalidad)” [5].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 40 de 142

4.3.4. Temperatura menor de lo normal

“Se retrasa el desarrollo embrionario, hay un retraso en el desarrollo del embrión, hay muchas bajas en los 3-4 primeros días” [5].

4.3.5 Humedad

De la humedad del aire, depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. A mayor temperatura del aire, mayor será la cantidad de vapores de agua que el mismo puede llegar a contener. Por otra parte, el aire seco es mal conductor de calor y por tanto, se hace necesario humedecerlo a fin de lograr el necesario calentamiento de los huevos [5].

Con la humedad del ambiente se puede regular el ritmo al que el huevo pierde agua, en concreto, mientras mayor sea la humedad del ambiente, menor será el ritmo de pérdida de agua en el huevo [1].

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente, lo que es imposible de evitar, no obstante, el régimen de humedad que se establezca ha de ir dirigido a disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. La pérdida de agua por evaporación ocasiona también la pérdida de calor de los huevos. De esto se



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 41 de 142

infiere que, en los primeros días de incubación resulta desventajosa una evaporación excesiva de agua, en tanto que durante la segunda mitad de la incubación, la evaporación de agua es necesaria al contribuir a la eliminación del calor excesivo contenido en el huevo [5].

Se va formando una cámara de aire, que es el primero que respira el pollito y permite que este se pueda girar para ponerse en posición para poder romper la cáscara en el momento de la eclosión [1].

Al final del proceso de incubación se hace necesario elevar la humedad, a fin de facilitar el reblandecimiento de las membranas de la cáscara y con ello, el picaje de la misma [5].

Cuando los pollitos se han liberado completamente de la cáscara, se puede disminuir la humedad rápidamente, hasta el 40% con el fin de que se seque su plumaje. La humedad, se regula gracias a unas bandejas llenas de agua, situadas en el interior de la incubadora [1].

El crecimiento óptimo para la mayoría de las especies, requiere de una humedad relativa de 60 %, hasta que los huevos se empiezan a picar, después de que se haya aumentado a 70% la humedad relativa [3].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 42 de 142

4.3.6 Humedad mayor de la normal

Polluelos blandos y débiles [5].

4.3.7 Humedad menor de la normal.

Polluelos adheridos a la cáscara. [5]

4.3.8 Ventilación

Ya que el embrión en desarrollo recibe oxígeno de la atmósfera y libera dióxido de carbono, debe incorporarse a la incubadora la capacidad de ventilación. Mientras más huevos haya en el compartimiento de la incubadora y más viejo sea el embrión, mas oxígeno se va requerir [3].

El problema de la ventilación debe ser abordado desde dos ángulos: la circulación de aire propiamente dicha y la re-ventilación o recambio de aire. Mediante el aire que circula en el interior llega a los huevos el calor y la humedad necesarios. Por otra parte, el recambio de aire constante es necesario para la extracción del exceso de calor que pudiera acumularse en el interior del gabinete de incubación y asegurar la pureza del aire [5].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 43 de 142

La correcta circulación de aire en la incubadora se garantiza mediante el funcionamiento de los ventiladores, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida, entre otros [5].

4.3.9 Falta de ventilación

“Produce pollitos débiles y blandos que tienen gran dificultad para salir del cascarón”[5].

4.3.10 Volteo

Los huevos se deben colocar con la parte grande (punta roma) hacia arriba para obtener mejores resultados. Sin embargo, se pueden obtener una eclosión muy buena si los huevos se colocan de lado. Una muy mala eclosión va a ocurrir si los huevos se colocan en la incubadora con la parte puntiaguda hacia arriba[3]. De hecho, si esto no se hace, el embrión se queda pegado a la cáscara. El volteo, se tiene que hacer durante los 18 primeros días con una cadencia de 2 horas.

El ángulo de volteo es de 45 grados (se mantienen a 45 grados por una o 2 horas luego voltean hacia el otra lado donde también deben quedar a 45 grados, esto significa que hacen un giro de 90 grados para quedar nuevamente a 45 [1].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 44 de 142

Los volteos deben ser suaves y repetidos, es más importante en las primeras etapas de desarrollo del embrión, durante la fase de nacimiento no se realizan volteos, la finalidad del volteo es que el embrión, no se adhiera a las membranas extraembrionarias. Se pueden hacer desde $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, y como máximo cada 4 horas. Si durante la noche no se hacen volteos, se debe intercalar la posición del huevo cada noche [4].

4.3.11 ¿Por qué debe hacerse el volteo?

“En general, la necesidad de volteo del huevo empieza desde que el huevo es puesto en la incubadora, hasta 2 o 3 días antes de que el pollo empiece a picar. Tiras de albúmina, enredadas entre sí, se extienden desde la yema, entre la clara y hasta los dos extremos del huevo, estas tiras, llamadas chalaza, ayudan a mantener la yema en el centro del huevo, al introducirlo en un ambiente de 37.7°C, en la incubadora, la albúmina comienza a hacerse más acuosa, la chalaza pierde su capacidad de mantener la yema en su lugar y la yema flota en la clara. La albúmina (clara) del huevo no contiene partículas de grasa y cuenta con un peso específico muy cercano al del agua. La yema, por el contrario, tiene un contenido relativamente alto de grasa. Grasas y aceites tienen pesos específicos menores al del agua y flotan en ella. La yema tiende a hacer lo mismo, flota en la clara. Si el huevo es dejado en una misma posición, la yema tiende a flotar en la clara y se pega al cascarón” [5].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 45 de 142

4.3.12. Parámetros de incubación para pollos

Según estimaciones del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), las exportaciones de carne de pollo a nivel mundial crecerán en 2 por ciento durante el año 2013, llegando a un total de 10,3 millones de toneladas. Este crecimiento se producirá gracias al aumento de demanda en África oriental y del continente asiático, y será liderado por los mayores envíos de Estados Unidos, Turquía y Ucrania [13].

Los huevos de gallina pueden ser incubados de manera artificial con resultados satisfactorios. Prácticamente todos los pollos saldrán del cascarón en aproximadamente 21 días en condiciones apropiadas de temperatura (37°C) y humedad relativa(55%, elevándola hasta el 70% en los tres últimos días para ablandar la cáscara), como se muestra en la tabla 1 [14].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 46 de 142

Tabla 1. Parámetros de incubación del pollo

Pollos incubación 21 días	Temperatura	Días 1 al 17 Días 18 al 21	37.5 ° C 36- 37 ° C
	Humedad relativa	Días 1 al 19 Días 20 al 21	55- 60% 70%
	Volteo	Días 1 al 17	5 veces al día

Fuente: <http://www.muticus-pina.com/subm/INCUBACION.pdf> , consultado el 19 de septiembre del 2013

Durante el proceso de incubación artificial de huevos de gallina hay 2 periodos críticos: entre el tercero y quinto día, cuando se inicia el sistema de vasos sanguíneos y se realiza un cambio de dieta de una alimentación carbo-hidratada a una de base lipídica y proteica [4].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 47 de 142

Del día 18º al 21º se produce el pasaje de la respiración corioalantoidea a la respiración pulmonar. A los 18 o 19 días, pica la cámara de aire y a los 21 días pica la cáscara para el nacimiento” [4]

“A los siete días de incubación (en las grandes salas industriales se realiza al quinto día y aun antes, mientras en otras lo hacen a los dieciocho días), con el fin de ocupar los huecos con otra carga y para aprovechar los claros, conviene, aunque no sea absolutamente necesario, hacer el miraje de todos los huevos puestos a incubar y retirar los claros, mal llamados “sin galladura”. Y los que tienen el germen abortado.

Para realizar esta operación se utiliza un ovoscopio, el cual lo puede preparar el mismo avicultor con una cajita de madera o cartón, si no quiere gastar dinero en comprar uno de los diversos tipos que se expenden en el mercado avícola. Los huevos claros, hueros, infértiles o impropriadamente, “sin galladura”, aparecen al trasluz, sin manchas internas de ningún género, mientras que, en los fértiles, se aprecia una figura como de una araña, dotada de numerosos tentáculos o patas de color rojizo que forman como un tejido y que, cuando más extenso sea el mismo, más vigoroso será el germen, cuya apreciación no ofrece dificultades ni al principiante. El aspecto de los gérmenes abortados se estudia en apartado especial”, como se muestra en la Tabla2[6].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 48 de 142

Tabla 2. Tiempos de desarrollo embrionario del pollo

Antes de poner el huevo	Empieza la división celular. Tres horas después de la fertilización, el embrión fertilizado en el huevo se habrá dividido varias veces y va a contener muchas células para cuando se haya puesto el huevo.
Entre la postura y la incubación:	Periodo de estado latente o inactividad, siempre y cuando se mantengan los huevos por debajo del cero embrionario (aproximadamente 21°C o 70°F).
Primer día:	Algo parecido a un embrión de pollo, con diferenciación en sistemas especializados, por ejemplo, membranas extraembrionarias, tubo alimentario, columna vertebral, sistema nervioso, cabeza y ojos.
Segundo día:	El corazón empieza a latir y empieza la diferenciación del oído.
Tercer día:	Se puede ver la nariz, patas, alas, así como la circulación.
Cuarto día:	Se empieza a formar la lengua.
Sexto día:	Empieza la formación del pico.
Octavo día:	Empiezan a aparecer las plumas.
Décimo día:	Se empieza a endurecer el pico.
Décimo tercer día	Aparecen escamas y garras.
Décimo cuarto día	Orientación del embrión para la eclosión con la cabeza hacia el extremo puntiagudo



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 49 de 142

	del huevo.
Décimo sexto día	Las escamas, garras y pico se endurecen.
Décimo noveno día:	El saco vitelino empieza a internarse se la cavidad corporal a través del ombligo
Vigésimo día:	El saco vitelino se encuentra completamente dentro de la cavidad corporal. El pollito puede usar este material para sustentar la vida durante varios días después del nacimiento. El pico penetra a la cámara de aire y el pollito empieza a respirar; incluso a veces se le oye piar antes de romper el cascaron.
Vigésimo primer día:	El “diente de huevo” o punta sumamente dura del pico penetra el cascaron. La acción muscular continua corta el cascaron y con una sacudida final sale el pedazo de cascaron, dejando las membranas extraembrionarias dentro de este.

Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1802/incubacion-artificial> .

Consultado el 4 de septiembre del 2013.

Si en esta fecha, queda algún pollo a medio nacer o huevos picados, se desechan inflexiblemente y no se le ayuda a nacer abandonándolos por inservibles, porque estos ejemplares nunca sirven para nada por venir retrasados y débiles y si se les ayuda a nacer y se les ubica con sus hermanos, al carecer de vigor, uno de los factores para un feliz éxito, se crían raquíticos y atrasados, predispuestos, siempre, a cualquier contingencia, puerta abierta a cualquier infección, peligro para el resto de la manada y para los intereses económicos del avicultor que,



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 50 de 142

dejándose llevar de una falso sentimentalismo, los tiene con la esperanza de que alcancen a los otros [6].

4.3.13. Parámetros de incubación para patos

El pato es una especie de aves muy versátil, además es muy fácil de criar ya que es un animal dócil. Estos animales son muy resistentes a plagas y a las enfermedades, también tienen un rápido crecimiento y por ende su cuidado es muy poco, comparado con otras especies de aves. El pato puede ser criado para la producción de carne o bien para huevos.

A nivel global el pato es de gran relevancia como fuente de carne y huevos, especialmente en Asia que ocupa el primer puesto en producción de patos, siendo en el norte, la producción de carne que toma mayor significancia. Luego están los países Europeos, Estados Unidos, Chile y Brasil.

Según la página ehow en español, en [8], menciona que la incubación del huevo de pato, es el período de tiempo entre el momento en que el óvulo se calienta a la temperatura correcta y después nace. La incubación es el período de desarrollo del embrión de pato en el interior del huevo.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 51 de 142

De acuerdo con el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Estatal de Oklahoma, la mayoría de especies de patos domésticos, como el pato Pekín, incuban durante 28 días, los patos de Berbería demoran entre 35-37 días.

“Los patos silvestres también incuban sus huevos durante unos 28 días. Dado que el pato hembra, se toma varios días para producir todos sus huevos, no comienza a "sentarse" en el nido para incubar los huevos hasta que el último se haya establecido, para asegurar que nazcan casi al mismo tiempo cada uno de ellos.

Melvin L. Hamre, un científico de animales en la Universidad de Minnesota, Oficina de Extensión, dice que los huevos deben voltearse de 3 a 5 veces al día, hasta tres días antes de que eclosionen. Los huevos de pato pueden requerir mayor nivel de humedad que los huevos de pollo, durante la incubación y puede hacer bien al proceso, una pizca diaria de agua tibia. Esto aumenta la pérdida de humedad a través de membranas de huevo, lo que permite una bolsa de aire más grande dentro del mismo.

El desarrollo de embrión de pato se puede poner "en espera" durante aproximadamente una semana antes de la incubación, manteniendo los huevos a 13-15 °C. El desarrollo del embrión no comienza hasta que el huevo se calienta a la temperatura correcta. El período de incubación comienza una vez que el óvulo llega a la temperatura adecuada de 37,5 °C” [8], como se muestra en la tabla 3.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 52 de 142

Tabla 3. Parámetros de incubación de patos

Patos incubación 28 días	Temperatura	Días 1 al 22 Días 22 al 28	37.6-36.7 ° C 36- 37 ° C
	Humedad relativa	Días 1 al 22 Días 22 al 28	55- 60% 70%
	Volteo	Días 1 al 17	3 a 6 veces al día

Fuente: <http://www.muticus-pina.com/subm/INCUBACION.pdf>, Consultado el 19 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 53 de 142

Tabla 4. Tendencias avícolas mundiales

Región/Pais	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
AFRICA	56.5	56.6	56.8	57	58.1	58.6	58	58
Egipto	39	39.1	39.1	39.1	39.5	39.5	39	39
Madagascar	10.9	10.6	10.6	10.6	10.6	11	11	11
AMERICAS	96.4	95.5	123.8	130	130.8	105.3	98.8	96
Mexico	20	20.3	20.3	20.3	20.3	20.5	20.5	20.5
Eua	52.6	50.8	79	85.1	85.6	59.7	52.8	50
ASIA	2301.6	2382.3	2453	2671.6	2703.1	2907.2	3079	3210.8
Bangladesh	18.1	19.6	19.2	21	23.5	25	23	23
China	1867.7	1917.4	1949.7	2150	2175.3	2328.2	2518.2	2658.2
India	40	39.5	41.2	42.8	44.5	46.2	46.2	46.2
Indonesia	13.8	21.3	22.2	21.4	24.5	44.1	31	25.8
Corea De Sur	44.7	46	46	52	53	57	54	-
Malasia	64.3	81.6	102	107	108	111	111	-
Myanmar	29.3	42.3	58.3	60.5	68	74.2	74.2	-
Tailandia	102.5	72	84.8	85	84.9	84.9	84.9	-
Vietnam	69.6	82.8	71.3	72	70.2	81.6	82	80.6
EUROPA	404.2	452	424.6	438.5	425.7	459	458.5	468.4
Francia	233.3	240.2	238.1	233.8	233.4	246.8	248.6	-
Alemania	40	49.5	37	40	38.5	55.8	66	67.5
Hungia	43.4	64.7	48.1	53.1	44.5	51.4	42.6	52.3
Holanda	14	14	14	14	14	18	18	-
Polonia	11	17.2	18.1	18.2	16	17	17	17
Reino Unido	40.5	43.3	38.5	41.7	40.5	35.4	33.1	30
OCEANIA	8.8	9.5	10.3	10.8	11.8	12.3	12.3	12.3
Australia	8	8.6	9.5	9.9	10.9	11.4	11.4	-
Mundo	2867.5	2995.8	3068.5	3307.9	3329.6	3542.4	3706.7	3845.4

Fuente: FAO.FAOSTAT 2010, consultado el 18 de septiembre del 2013.



“La producción del huevo de pato es muy importante en los países del lejano oriente. En países como Indonesia, la producción de pato es casi exclusiva para la obtención del huevo. Gran tradición en países como China, Filipinas, Vietnam, entre otros. Se usan razas con una producción de unos 200 huevos por ave y 65 gr de peso. En España no hay tradición de consumo de huevos de pato, por ende es utilizando principalmente en la repostería. Tiene la ventaja sobre el huevo de gallina ya que contiene una mayor cantidad de vitaminas, tanto A como B12 y B3 y presentando también una mayor cantidad de grasas”[9], con base en lo mostrado en las tablas 4 y 5.

Tabla 5.Cantidad de nutrientes correspondientes a 100 gramos

	Huevo de pato	Huevo de gallina
Calorías	184 kcal	162 kcal
Grasa	14,40 gr	12,10 g
Colesterol	680 mg	410 mg
Sodio	100 mg	144 mg
Carbohidratos	0,70 g	0,68 g
Proteínas	13 g	12,68 g
Vitamina A	740 ug	226,67 ug
Vitamina B12	5,40 ug	2,19 ug
Vitamina B3	4,53 mg	3,30 mg
Calcio	63 mg	56,20 mg
Hierro	2,70 mg	2,20 mg

Fuente: alimentos.org.es (19/09/2013)



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 55 de 142

4.3.14. Parámetros de incubación para pavos

El Pavo Común es oriundo de América del Norte. Su distribución natural comprende desde el sur del Canadá hasta el norte de México. No es un ave migratoria, sin embargo hay algunas poblaciones que anidan en las montañas que descienden para invernar a menos altura y todos se desplazan de acuerdo a la abundancia de alimentación. Muy normal que en un año se trasladen de unos 30 a 45 kilómetros [10].

El nido es rudimentario, un lugar escarbado por la hembra en la tierra escondido entre algunos matorrales. La nidada consiste de 8 a 15 huevos. La incubación se toma de 26 a 29 días. Si durante los días de puesta, durante la incubación o aun a los pocos días de haber nacido los pichones, la nidada se pierde, es posible que la hembra vuelva a anidar. Realmente lo puede hacer por los próximos 56 días después de estar con el macho ya que su organismo puede mantenerse fértil por esta cantidad de días[10].

“La duración del período de la incubación de los huevos fértiles de pava es de 28 días.

Se divide en dos fases

- Fase de incubación: abarca desde el inicio hasta el día 25.
- Fase de nacimiento: comprende los últimos 3 días.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 56 de 142

En la fase de incubación, el huevo se voltea mecánicamente con una frecuencia mínima de cuatro veces por día, de no efectuarse, la mortalidad embrionaria por mal posición es muy elevada.

En la fase de nacimiento, luego de la revisión ovoscópica (donde se retiran los huevos infértiles), los huevos fértiles permanecen en forma horizontal hasta la eclosión” [11].

La temperatura durante el proceso debe estar siempre alrededor de 37 °C; La humedad que debe contener la incubadora (humedad relativa) para el proceso, en la fase de incubación es de 65%.

En la fase de nacimiento, la humedad relativa se eleva a un 75-80% para evitar posibles adherencias del pico y el cuello con la cáscara, brindándole mayores posibilidades para "romper" la cáscara.

En las últimas 8 horas. se reduce la humedad para el correcto secado del plumón.” [11], con basen en lo mostrado en la tabla 6.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 57 de 142

Tabla 6. Parámetros de incubación del pavo

Pavos incubación 28 días	Temperatura	37 – 38 C
	Humedad relativa	65 %
	Volteo	3 a 6 veces al día

Fuente: <http://www.muticus-pina.com/subm/INCUBACION.pdf> , consultado el 19 de septiembre del 2013

“En 2010, los estados unidos representó 65% de todos los sacrificios y el 77% de la carne de pavo en América, mientras que globalmente las cifras correspondientes fueron 38% y 48%. Por lo tanto, se ve con claridad que el desarrollo de la industria norteamericana es clave para los cambios en el conjunto tanto regional así como mundial. Después de alcanzar un pico de 2.8 millones de toneladas en 2008 el sector experimentó una caída de las utilidades en 2009 y en



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 58 de 142

consecuencia la producción se contrajo entre 2.5 y 2.6 millones de toneladas en 2009 y 2010”[12].

Según Joel Brandenberfer, Presidente de la Federación Nacional de Pavos de los EUA. La industria del pavo disfrutó un año rentable en 2011, que reflejó un crecimiento lento y dirigido en producción, menos volátil en los costos de los alimentos balanceados, buenos mercados de exportación y una economía nacional en proceso de fortalecerse [12], como se puede apreciar en la tabla 7.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 59 de 142

Tabla 7. Producción de carne de pavo

Región/ país	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AFRICA	87.8	88.9	89.8	116.1	125.7	135.1	144.6
Marruecos	33.6	18	30	40	50	55	57.8
SudÁfrica	3.1	5	4.6	5	5.2	5.2	5.2
AMÉRICAS	2831	3076.1	3182.7	3419.5	3643.6	3352.3	3309.8
Argentina	34.7	35.2	35.2	35.7	35.7	35.7	35.7
Brasil	137	275	290	395	465	466	440
Canada	152.6	155.4	163.4	169.7	180	166.5	159
Chile	62	87	90.4	94.7	101.9	90.6	90
México	23.1	23.8	21.4	21.7	23.8	20.9	20.9
EUA	2419	2496.6	2579.1	2699.3	2833.7	2568.8	2560.2
ASIA	167.1	142.7	135.3	132.6	123.4	117.7	115.7
Irán	6	6	6	6	6	6	6
Israel	137.4	113.4	106	104	97	92	90
Siria	4.7	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7
Turquía	11.8	12.2	11.6	12.2	10.2	10.2	10.2
EUROPA	1978.1	1858.2	1736	1682.9	1764.2	1740.6	1755
UE	1956.3	1829.6	1718.5	1666.1	1746.6	1722.3	1740
Alemania	295.5	384.8	376	374.9	436.3	438	478.5
Austria	23.8	29.9	29	28.1	27.6	24	26.1
España	21.8	20.2	21.3	24.3	25.5	26	24.6
Francia	738	546.1	505.4	455.2	448.7	419.4	
Holanda	54.7	58.7	58	52	52.7	58.1	406.8
Hungría	98	98.2	102.3	103.2	101.9	94.1	57.1
Italia	327	299.8	273.8	279.5	310.6	305.1	85
Polonia	11.5	60	60	90	100	100	298.5
Portugal	43.6	36.9	37.4	39.7	37.9	35.8	100
Reino unido	255	206	183.8	151.3	135.4	156.7	37.1
OCEANÍA	26.4	12.8	23.1	37.8	24.8	23.6	162
Australia	25.2	11.6	21.7	36.4	23.5	22.3	23.8
MUNDO	5090.3	5178.7	5166.8	5388.9	5681.6	5369.3	22.4

Fuente: FAO.FAOSTAT 2010, consultado el 18 de septiembre del 2013



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 60 de 142

4.4 SISTEMA DE CONTROL DE LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS

4.4.1. Sistema de control

El sistema de control cumple un papel fundamental para el manejo adecuado de una incubadora artificial para aves, debido a que por medio de este sistema, se controlan las variables que intervienen en el proceso de incubación.

Según CORTES y ARENAS (2011), en [17], “un sistema de control, se puede definir como un método en el cual se tiene el control de un proceso ya sea manual o automáticamente, sin importar el tipo de control, siguen siendo un sistema de control. Hay sistemas de control biológico y mecánico”

4.4.2. Conceptos básicos de un sistema de control

“Los sistemas de control según la Teoría Cibernética se aplican en esencia para los organismos vivos, las máquinas y las organizaciones” [17].

“Estos sistemas fueron relacionados por primera vez en 1948 por Norbert Wiener en su obra Cibernética y Sociedad con aplicación en la teoría de los mecanismos de control” [18].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 61 de 142

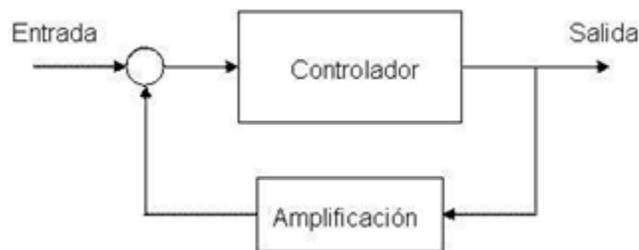
“Estos sistemas se usan típicamente en sustituir a un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, entre otros.) con una posibilidad nula o casi nula de error y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos con base en muchos parámetros y reciben el nombre de Controladores de Automatización Programables (PAC)” [18].

“Los sistemas de control son aquellos dedicados a obtener la salida deseada de un sistema o proceso. En un sistema general se tienen una serie de entradas que provienen del sistema a controlar, llamado planta; y se diseña un sistema para que, a partir de estas entradas, modifique ciertos parámetros en el sistema o planta, con lo que las señales anteriores volverán a su estado normal ante cualquier variación”, como se muestra en la Figura 5 [17].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 62 de 142

Figura 5 . Sistema de control básico



Fuente:http://ice.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=16eaf7c5-e1e6-44c2-a4c6-16f542e08032&groupId=54327, consultado el 17 de septiembre del 2013

4.4.3. Control de temperatura de una incubadora

“Un sistema de control de temperatura, que obtiene su señal del ambiente mediante un sensor y la señal obtenida es tratada, ya sea analógicamente o digitalmente (según el tipo de señal que se utilice). Todo esto pasa por un sistema de control, el cual toma por sí mismo la decisión de activar o desactivar, aumentar o disminuir, el proceso que estará encargando de mantener la temperatura ambiente en un sistema térmico”[17].

“El control de temperatura, consta de uno o de varios sensores dependiendo de cada situación en la que se aplique, donde la señal de estos entran a un proceso de detección de la variable que se va a medir, los cuales hacen que los controladores hagan sus funciones como tales, para después pasar a una etapa de potencia y



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 63 de 142

de acondicionamiento para evitar daños en la planta y esta se dirige a la salida, en donde se vuelve a tener que pensar y realizar el mismo proceso hasta obtener el valor deseado de la temperatura”[17].

“En la actualidad se tienen sensores de temperatura, los cuales son utilizados en diferentes y sofisticados medidores. La necesidad de obtener datos de temperatura muy elevados, dan como resultado nuevas tecnologías como: Medidores de temperatura que pueden medir cifras altas como la temperatura de algún material fundido hasta cifras bajas como las de sustancias frías teniendo como ejemplo el Nitrógeno (N); todo mediante luz infrarroja como los nuevos termómetros médicos que se tienen en la actualidad” [17].

4.4.4. Control de humedad de una incubadora

Un sistema de control de humedad, obtiene su señal del ambiente mediante un sensor y la señal obtenida es tratada, ya sea analógicamente o digitalmente (según el tipo de señal que se utilice). Todo esto pasa por un sistema de control el cual resuelve aumentar o disminuir la humedad en el equipo, según las condiciones de Humedad que este requiera.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 64 de 142

4.4.5. Control de volteo de una incubadora

Un sistema de control de volteo, obtiene su señal del controlador y consiste en automatizar el proceso de rotación de huevos en un tiempo establecido. Todo esto ocurre por un sistema de control el cual resuelve el encendido o apagado del motor o servomotor.

4.5 MICROCONTROLADORES

4.5.1. Historia de los microcontroladores

“Inicialmente cuando no existían los microprocesadores las personas se ingeniaban en diseñar sus circuitos electrónicos y los resultados estaban expresados en diseños que implicaban muchos componentes electrónicos y cálculos matemáticos. Un circuito lógico básico requería de muchos elementos electrónicos basados en transistores, resistencias, entre otros, lo cual desembocaba en circuitos con muchos ajustes y fallas; pero en el año 1971 apareció el primer microprocesador el cual originó un cambio decisivo en las técnicas de diseño de la mayoría de los equipos. Al principio se creía que el manejo de un microprocesador era para aquellas personas con un coeficiente intelectual muy alto; por lo contrario con la aparición de este circuito integrado todo sería mucho más fácil de entender y los diseños electrónicos serían mucho más pequeños y simplificados. Entre los microprocesadores más conocidos se tienen el popular Z-80 y el 8085. Los diseñadores de equipos electrónicos, ahora tenían



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 65 de 142

equipos que podían realizar mayor cantidad de tareas, en menos tiempo y su tamaño se redujo considerablemente; sin embargo, después de cierto tiempo aparece una nueva tecnología llamada microcontrolador que simplifica aún más el diseño”[19].

4.5.2 Microcontroladores PIC

“Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas” [19].

Un sistema Microcontrolador está compuesto por: Datos de entradas, programa y datos de salidas, como se muestra en la Figura 6.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 66 de 142

Figura 6. Diagrama de un sistema microcontrolador



Fuente: <http://r-luis.xbot.es/pic1/pic01.html>, consultada el 17 de septiembre del 2013.

“El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces” [19].

4.5.3. Característica de los microcontroladores

Características de los Microcontroladores, como se muestra en la Figura 7. Las principales características de los microcontroladores son:



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 67 de 142

4.5.4. Unidad de Procesamiento Central (CPU)

“Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits, con arquitectura Harvard, con memoria/bus de datos, separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y memoria/bus de programa compartidas”[19].

4.5.5 Memoria de Programa

“Es una memoria ROM (Read-Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programmable ROM) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes”. [19]

4.5.6 Memoria de Datos

“Es una memoria RAM (Random Access Memory) que típicamente puede ser de 1, 2 4, 8, 16, 32 kilobytes”. [19]



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 68 de 142

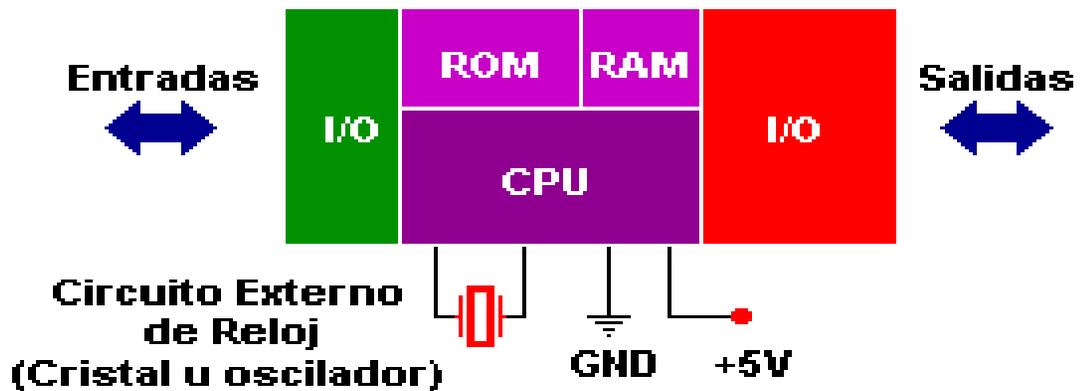
4.5.7 Generador del Reloj

“Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC”[19].

4.5.8 Interfaz de Entrada/Salida (I/O)

“Puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), Interfaces de Periféricos” [19].

Figura 7. Representación de bloques del Microcontrolador



Fuente: <http://r-luis.xbot.es/pic1/pic01.html>, consultada el 17 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 69 de 142

4.6 MICROCONTROLADORES DE USO COMÚN EN LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS

4.6.1 Microcontroladores de uso común

Entre los microcontroladores de uso común en las incubadoras avícolas, son:

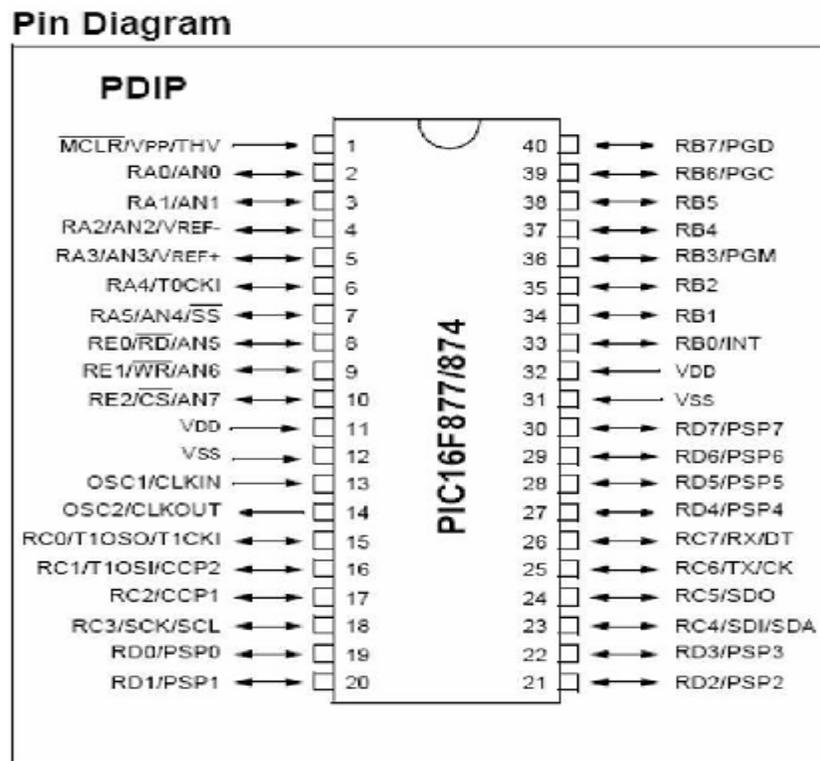
4.6.2 Microcontrolador PiC16877/874

“El PIC16F877 es un microcontrolador con memoria de programa tipo FLASH, lo que representa gran facilidad en el desarrollo de prototipos y en su aprendizaje ya que no se requiere borrarlo con luz ultravioleta como las versiones EPROM, sino que permite reprogramarlo nuevamente sin ser borrado con anterioridad”[21]. Su configuración es de 40 pines, como lo muestra en la Figura 8.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 70 de 142

Figura 8. Distribución de pines del PIC16F877



Fuente: <http://www.utp.edu.co/~eduque/arquitect/PIC16F877.pdf>, consultada el 18 de septiembre del 2013.

4.6.3 Microcontrolador PIC16887

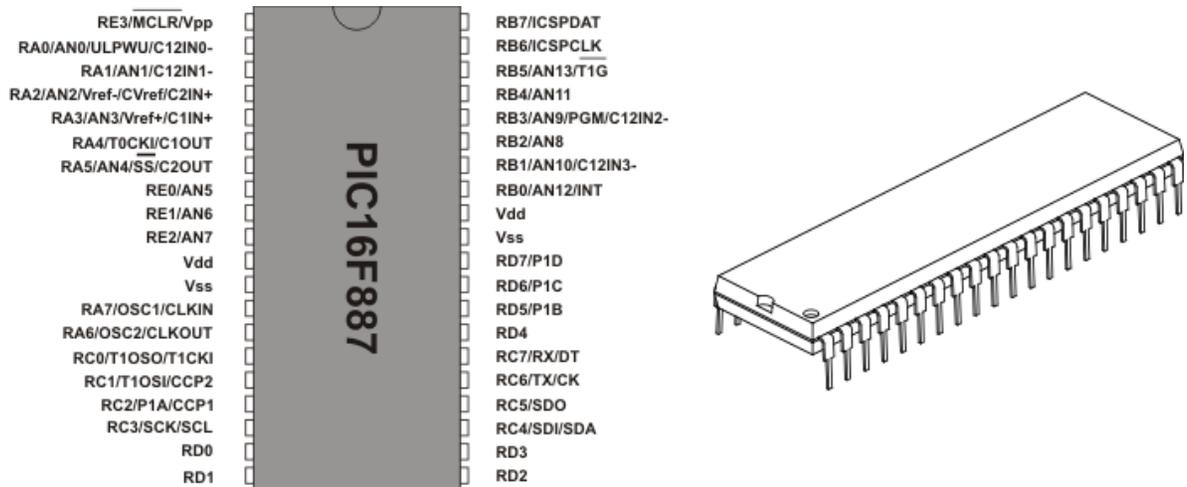
“El PIC16F887 es un producto conocido de la compañía Microchip. Dispone de todos los componentes disponibles en la mayoría de los microcontroladores modernos. Por su bajo precio, un rango amplio de aplicaciones, alta calidad y



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 71 de 142

disponibilidad, es una solución perfecta aplicarlo para controlar diferentes procesos en la industria, en dispositivos de control de máquinas, para medir variables de procesos etc. Algunas de sus características principales se enumeran a continuación”[22]. Su configuración es de 40 pines, como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Distribución de pines del PIC16F887



Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/>, consultado el 18 de septiembre del 2013.

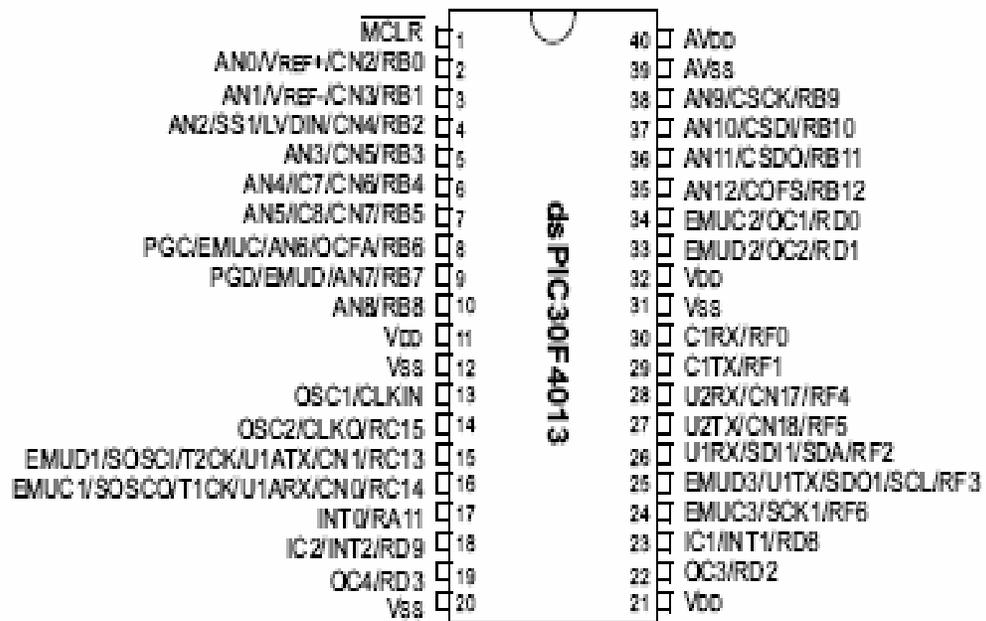


GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 72 de 142

4.6.4 Microcontrolador dsPIC30F4013

Es fabricado por Microchip, este microcontrolador es un dsPIC está diseñado para control de motores. Es un procesador digital de señales a 16 bits. Su configuración es de 40 pines, como se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Distribución de pines del Microcontrolador dsPIC30F4013



Fuente: http://expoelectronica.upbbga.edu.co/pdf/pdf_2007_IX/INCUBADORA.pdf,

Consultado el 18 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 73 de 142

4.7. SENSORES DE USO COMÚN EN LAS INCUBADORAS AVÍCOLAS

4.7.1 Sensor de temperatura

Según lo indicado en [23], definen los sensores de temperatura como dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

4.7.2 Tipos de sensores de temperatura

Hay tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

Termistor. “El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura”[23].

“Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.” [23].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 74 de 142

RTD (resistenciadetectora de temperatura). “UnaRTD es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura” [23].

“Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno”. [23]

Termopar. “El termopar, también llamado termocupla y que recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico” [23].

“Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica”[23].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 76 de 142

4.7.4 características del sensor LM35

Las características del sensor LM35, según lo mencionado en [25], son:

- Calibrado directamente en ° Celsius
- Escala de factor lineal
- Exactitud garantizada 0.5 °C (a +25 °C)
- Rango entre -55 °C a +150°C
- Conveniente para aplicaciones remotas
- Bajo costo debido al ajuste del wafer-level
- Opera entre 4 y 30 volts de alimentación
- Bajo auto-calentamiento

4.7.5 Descripción del sensor LM35

Según lo indicado por GUTIÉRREZ y JAIMES (2008), en [24], el LM35 tiene tres terminales: dos de ellas para alimentarlo y la tercera entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Los terminales son identificados de la siguiente manera: de izquierda a derecha mirando el dispositivo de frente, como se muestra en la Figura 12.

Vcc – Vout – GND



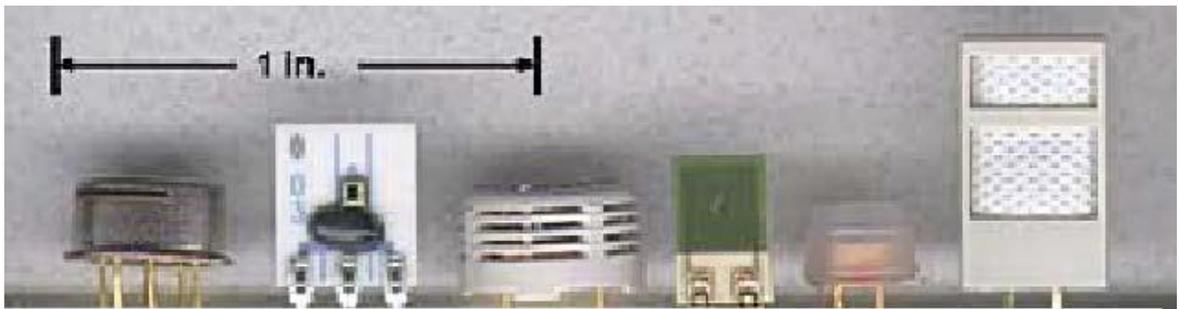
GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 78 de 142

4.7.7 Tipos de sensores de humedad

“Partiendo de que no existe una tecnología de medición que sea apropiada para todas las aplicaciones, las mediciones de humedad relativa pueden ser hechas por sensores basados en: psicometría, deformación, resistivos, capacitivos y algunos otros tipos para aplicaciones más específicas” [27].

Los sensores de más uso común son los capacitivos y resistivos, como se muestran en las Figuras 13 y 14.

Figura 13. Sensores de humedad tipo capacitivo

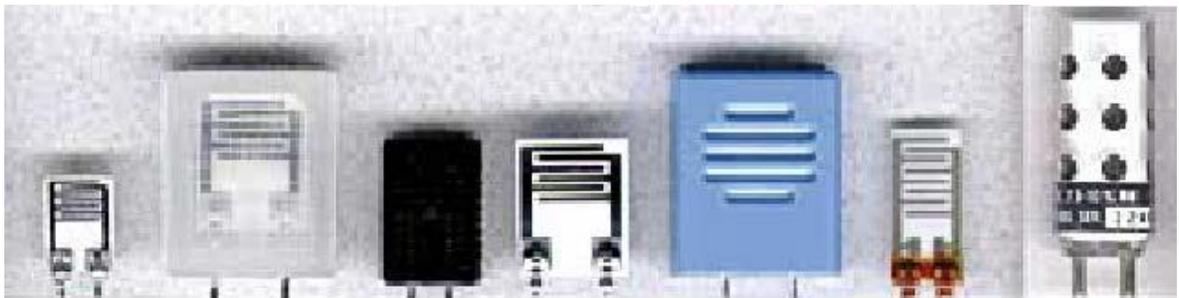


Fuente:<http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf> , consultado de 18 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 79 de 142

Figura 14. Sensores de humedad tipo resistivos



Fuente:<http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf> , consultado de 18 de septiembre del 2013.

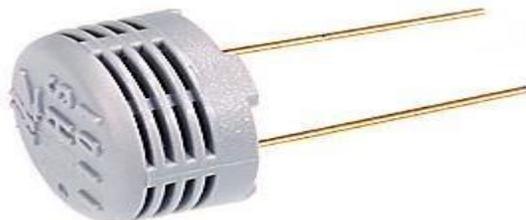
4.7.8 Sensores de humedad de uso común en las incubadoras avícolas

El sensor hs1101/ hs1100, estos sensores de humedad tipo capacitivos son los de mayor uso en las incubadoras debido a su bajo costo y sus características, como se muestra en la Figura 15.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 80 de 142

Figura 15. Sensor de temperatura hs1101



Fuente:<http://www.todopic.com.ar/utiles/hs1100es.pdf> , consultada el 18 de septiembre de 2013.

4.7.9 características del sensor hs1101

Las características del sensor hs1101, según lo mencionado en [28], son:

- Intercambiabilidad total, en condiciones normales no requiere calibración.
- De saturación instantánea después de largos periodos en fase de saturación.
- Compatible con el proceso de montaje automatizados, incluso soldadura por ola.
- Alta fiabilidad y largo tiempo de estabilidad.
- Estructura de polímero sólido patentado.
- Apropriados para circuitos lineales o de impulsos.
- Tiempo de respuesta rápida.

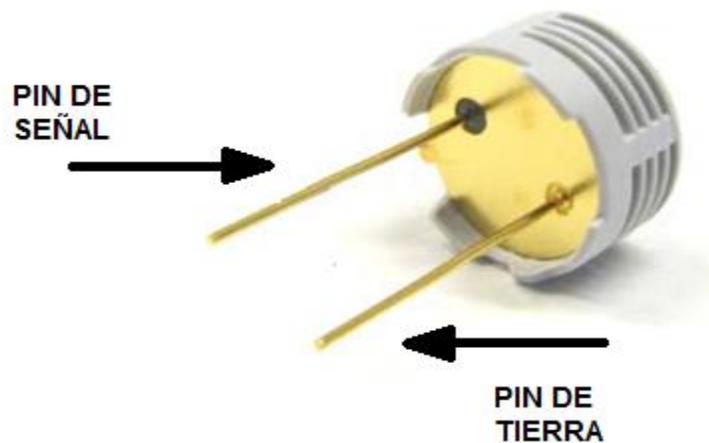


GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 81 de 142

4.7.10 Descripción del sensor hs1101/hs1100

Basados en una única célula capacitiva, estos sensores de humedad relativa están diseñados para grandes volúmenes y aplicaciones de bajo costo como oficina automatizadas, cabina de aviones, sistema de mandos de procesos industriales, como se muestra en la Figura 16. También puede utilizarse en todas las aplicaciones donde la compensación de humedad sea necesaria. [28]

Figura 16. Distribución de pines del sensor hs1101



Fuente: <http://ay60dxg.com/projects/loguino/loguinupported-sensors-and-loggers/hs1101-relative-humidity-sensor/>, Consultado el 18 Septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 82 de 142

4.8. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y VOLTEO DE USO COMÚN EN LA INCUBADORAS AVÍCOLAS

4.8.1 Sistema de ventilación

Este sistema es sumamente sencillo pero esencial para la incubadora ya que los huevos necesitan una fuente de aire fresco que haga que el aire caliente del interior de la incubadora fluya. En este sistema se usa generalmente un cooler, su tamaño depende de las proporciones de la incubadora.

4.8.2 Cooler

El cooler es muy utilizado en diversos sistemas bien sea como extractor o ventilador para refrigerar el interior del gabinete donde esté ubicado. Estos ventiladores por lo general suelen ser algo ruidosos por lo que es recomendable mantenerlos bien limpios y aceitados para prevenir así una contaminación auditiva y para que su ciclo de vida sea muy duradero.

Este elemento se encarga de mantener la temperatura del equipo en el estado ideal, con el objetivo de que el extremo calor que se produce en el interior del gabinete no acabe con la estabilidad de los procesos que se estén realizando. Como se muestra en la Figura 17.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 83 de 142

Figura 17. Cooler para ventilación



Fuente:<http://incomexth.com/ventiladores.htm> , Consultada el 20 de septiembre del 2013.

4.8.3 Sistema de volteo

Este sistema consta de un motor que será controlado por el PIC con la ayuda de temporizadores que harán que se active el motor una vez por hora y durante un tiempo corto, lo cual permite que el huevo gire para evitar que el embrión pueda quedarse adherido a la cascara.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 84 de 142

Este sistema es esencial en la incubadora puesto que el volteo en el huevo debe ser efectuado varias veces al día y durante la totalidad del proceso de incubación. El motor que se use en la incubadora dependerá del tipo y tamaño de la canasta donde se sitúan los huevos, a mayor cantidad de huevos mayor será la fuerza que el motor deba ejercer para moverlos. Por este motivo el motor que más se usa es el motoreductor ya que este tiene un mayor torque que permite que el volteo se haga con una mayor eficiencia, los servomotores y los motores paso a paso también son usados pero en menor frecuencia ya que su funcionamiento es más complejo que los motores DC o AC convencionales.

El motoreductor no es más que un método usado para reducir la velocidad del motor mediante un sistema de engranajes que le permiten aumentar su torque en casi un 30%.

4.8.4 Servomotores

Según lo mencionado en [29], definen a los servos como un potente dispositivo que dispone en su interior de un pequeño motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también dispone de un circuito que controla el sistema. El ángulo de giro del eje es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un giro libre de 360°, como un motor standard. Como se muestra en la figura 18.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 85 de 142

Figura 18. Estructura de los servomotores



Fuente: <http://www.orientalmotor.com.co/productos/servomotores.html>

Para controlar un servo se debe aplicar un pulso de duración y frecuencia específicas. Todos los servos disponen de tres cables, dos para alimentación Vcc y Gnd (4.8 a 6 [V]) y un tercero para aplicar el tren de pulsos de control, que hace que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada, dependiendo del ancho del pulso. [29]



4.8.5 Motores paso a paso

“Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° ”, Como se muestra en la Figura 19[30].

Figura 19. Motor paso a paso



Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/422-motor-paso-a-paso-9-kg-cm.html>



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 87 de 142

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo los objetivos expuestos y para un mejor logro de éstos, se procedió a desarrollar cuatro ítems, los cuales se describen a continuación:

5.1. ESTUDIO Y ANÁLISIS DELAS INCUBADORAS ARTIFICIALES

Se requirió de cierto análisis y estudio descriptivo, que conllevó a la realización de este diseño tecnológico, a través del análisis de la estructura, utilizando el método científico que busca la verdadera efectividad, mediante la adaptación de dicho problema, gracias a la observación y experimentación de ciertas máquinas.

5.1.1 Descripción de la estructura de la incubadora

Luego de un estudio detallado se procedió a realizar el diseño mecánico de la incubadora, dándole una estructura o forma de huevo, como se muestra en la Figura20, además teniendo una capacidad para incubar entre cien y ciento cincuenta huevos, para las tres especies de aves, que se están utilizando en este proyecto.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 88 de 142

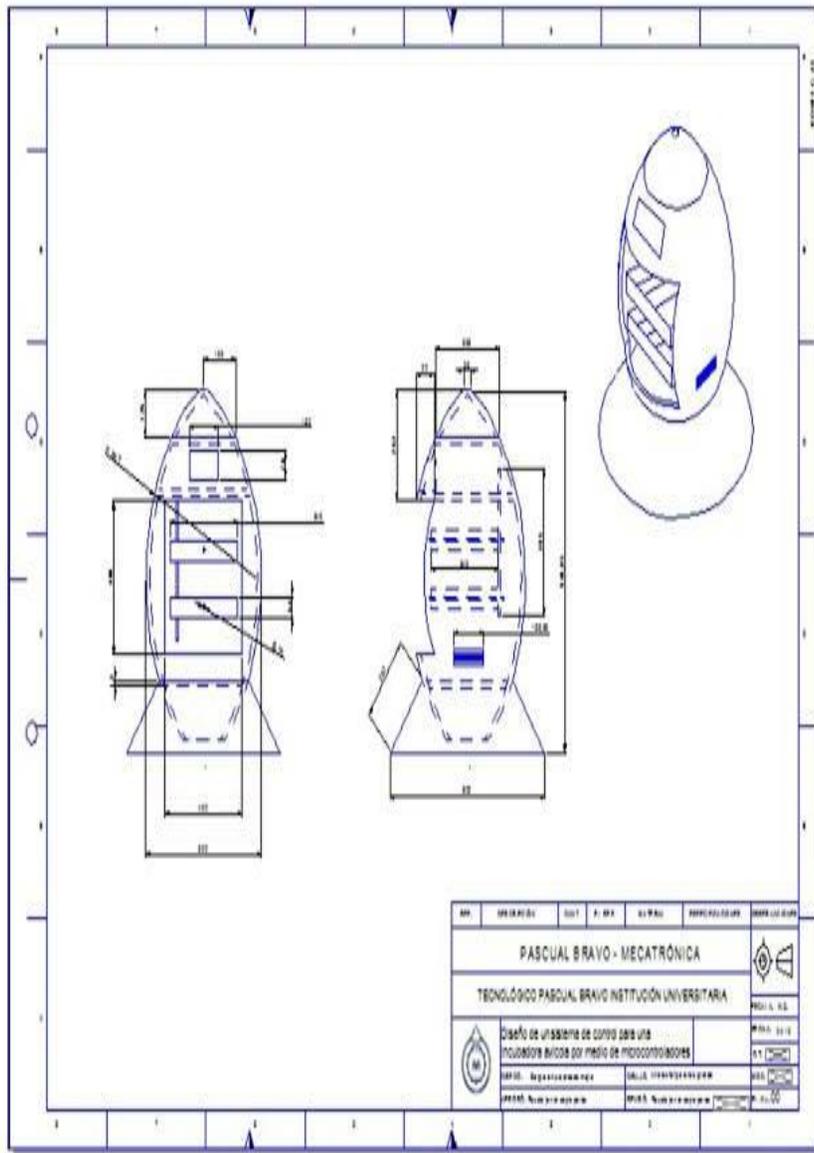
Para seleccionar el material a utilizar en la estructura de una incubadora de aves, es importante que sea fácil de limpiar y tengan unas óptimas condiciones térmicas. Entre los materiales de uso común en las incubadoras avícolas están: la madera y polipropileno, por sus condiciones térmicas. Cabe resaltar que si este diseño tecnológico se realizara físicamente, el material que se utilizaría es el polipropileno por sus condiciones térmicas y su fácil limpieza.

Para la realización de este diseño se tuvo en cuenta la estructura, forma y capacidad de huevos de las incubadoras, que se encuentran en el mercado actual. El equipo tiene como nombre Incubadora Milenium S-3000.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 89 de 142

Figura 20. Diseño mecánico de la Incubadora Milenium S-3000





GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 90 de 142

5.1.2 Cronograma de actividades

Tabla 8. Cronograma de actividades

AÑO 2013	MESES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
	1	Recolección de información, revisión de bibliografía y estructuración del Anteproyecto.	Recolección de información para iniciación del proyecto.	Recolección de información para iniciación del proyecto.	Iniciación del trabajo escrito del proyecto.
	2	Inician asesorías: Estudio y análisis, fundamentación teórica.	Asesoría del proyecto: Formato institucional.	Asesoría del proyecto: Introducción y definición del problema.	Asesoría del proyecto: Justificación y objetivos.
	3	Iniciación del diseño de los planos mecánicos.	Asesoría del proyecto: Marco referencial.	Iniciación del diseño del sistema de control. Asesoría del proyecto: Marco referencial.	Asesoría del proyecto: Diseño metodológico.
	4	Presentación del trabajo escrito y el diseño del sistema de control terminado.			



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 91 de 142

5.1.3. Presupuesto

Esta propuesta económica se presenta de manera resumida para la ejecución del diseño del sistema de control para la incubadora Milenium S-3000 de aves en un montaje real.

El resumen de estos costos se presenta en las tablas 9, 10 y 11; las cifras están dadas en pesos colombianos.

Tabla 9. Recursos Humanos

CARGO	PAGO POR MES	DEDICACIÓN MESES	TOTAL
Tecnólogo	\$800.000	2	\$ 1'600.000
Diseñador	\$ 800.000	1	\$ 800.000
Secretaria	\$ 700.000	2	\$1'400.000
Coordinador (es)	\$ 2'000.000	1	\$ 2'000.000
TOTAL			\$ 5'800.000



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 92 de 142

Tabla 10. Materiales

CANTIDAD	DETALLES	COSTOS \$
2	Tarjeta para circuitos	\$20.000
1	Multímetro	\$160.000
1	PC	\$900.000
2	Microcontroladores	\$20.000
	Papelería	\$25.000
3	Sensores de temperatura	\$20.000
3	Sensores de humedad	\$60.000
6	Bombillas eléctricas	\$20.000
1	Fuente D.C	\$40.000
2 metros	Cable UTP	\$10.000
2	Cinta aislante	\$15.000
3	Canasta o malpes para huevo	\$60.000
1	Marco para la incubadora	\$150.000
50- 100	Resistencias	\$ 3.000
1	Motortool	\$50.000
15- 20	Condensadores	\$5.000
5 metros	Cable AWG 14 con capacidad para 15 amperios	\$15.000
2	LCD (pantalla de cristal líquido)	\$20.000
3	Plafones para bombillo	\$25.000
2	Motorreductores	\$50.000
1	Cooler	\$45.000
15-20	Diodos	\$7.000
2	Pintura	\$60.000
1	Puente H	\$8.000
TOTAL		\$ 1'788.000



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 93 de 142

Tabla 11. Resumen presupuestal

RESUMEN PRESUPUESTAL	TOTAL
Costo de personal	\$ 5'800.000
Materiales	\$ 1'788.000
TOTAL	\$ 7'588.000



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 94 de 142

5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y CONTROL DE HUMEDAD

Para la elaboración de este ítem se procedió a realizar los diseños de control de temperatura y humedad de la incubadora, mediante el software de programación MicroCode Studio y fue simulado mediante Proteus.

5.2.1 Diseño del sistema de control de temperatura

El funcionamiento de este diseño se llevó a cabo por medio de un microcontrolador PIC16F887, como se muestra en la Figura 9. Este sistema de control tiene como función sensar la temperatura, presente durante el proceso de incubación; en el cual el sensor de temperatura envía al micro, una señal análoga equivalente a la cantidad de temperatura existente en el proceso, dicho micro transforma la señal análoga a digital, por medio del convertidor ADC; que tiene incorporado. Luego pregunta si la temperatura presente en el interior de la incubadora, es menor o mayor, a la temperatura requerida para cada tipo de ave, si es menor enciende un bombillo de 100watts y 60 watts, y si es mayor apaga el bombillo de 100 watts y deja encendido el de 60 watts.

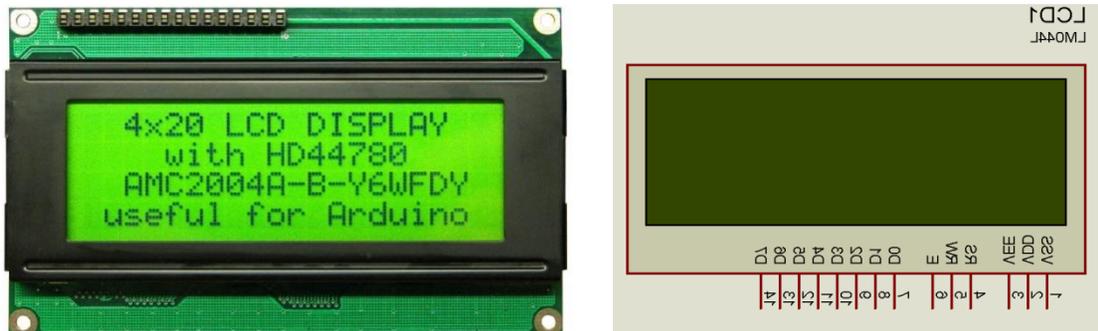


GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 96 de 142

5.2.2. Pantalla de Cristal Líquido(L.C.D)

Para tener un control visual del proceso de incubación se utilizó la LCD 4x20, Como se muestra en la figura 22, en [31], que lo definen como, un dispositivo que muestra caracteres alfanuméricos en una pantalla de varias líneas, todo LCD lleva un microcontrolador interno, que se encarga de gobernar su funcionamiento (el más común es el Hitachi 44780), este microcontrolador tiene unos pines para comunicarse con el mundo exterior y así poder realizar las distintas operaciones sobre la pantalla del LCD, lo que hace muy sencillo el manejo de la pantalla.

Figura 22. Display LCD 4x20



Fuente: <http://www.hwkitchen.com/products/lcd-display-4x20-characters/>, consultado el 26 de Septiembre del 2013.



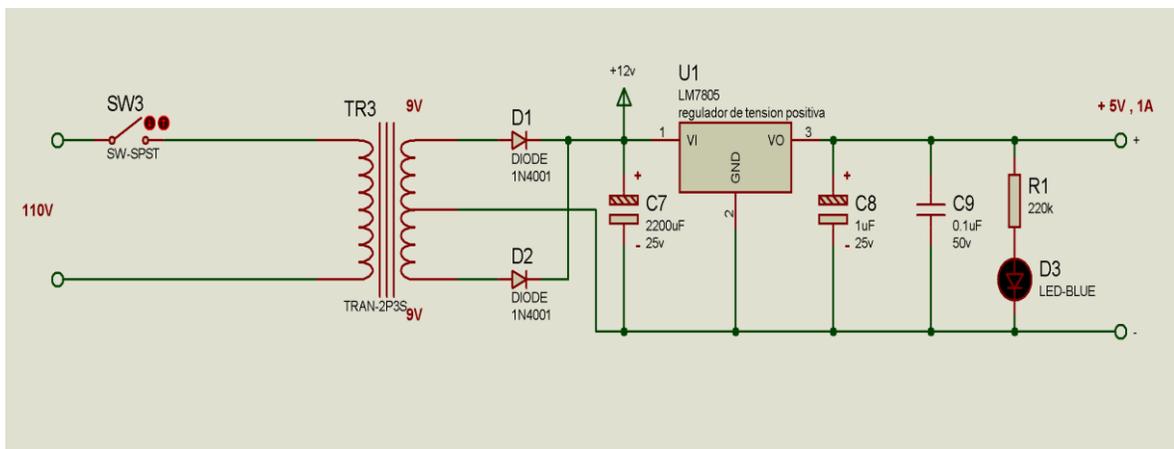
GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 97 de 142

5.2.3. Diseño del circuito de potencia

Para la realización de este diseño de control de temperatura en un montaje real, el circuito de potencia de la incubadora es un complemento importante, como se muestra en la figura 23, debido a que el Microcontrolador PIC16F887 soporta un voltaje máximo de 5 voltios, muy estable, por tal motivo es necesario la implementación de una fuente que convierta los 110 VAC de la red doméstica, a un voltaje que soporte el sistema de control.

Cabe resaltar que para la simulación en Proteus del Sistema de control de temperatura, no es necesaria la implementación de este circuito de potencia.

Figura 23. Fuente Regulada



Fuente: Diseño Proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 98 de 142

Los materiales que se usaron para la implementación del diseño de potencia son:

1 Transformador con primario de 110V y secundario de 9-0-9 voltios a 1 Amp.

2 Diodos 1N4001 o 1N4003.

1 Condensador electrolítico de 2200 F/25V.

1 Condensador electrolítico de 1 F/25 V

1 Condensador de cerámica de 0.1 F/50V

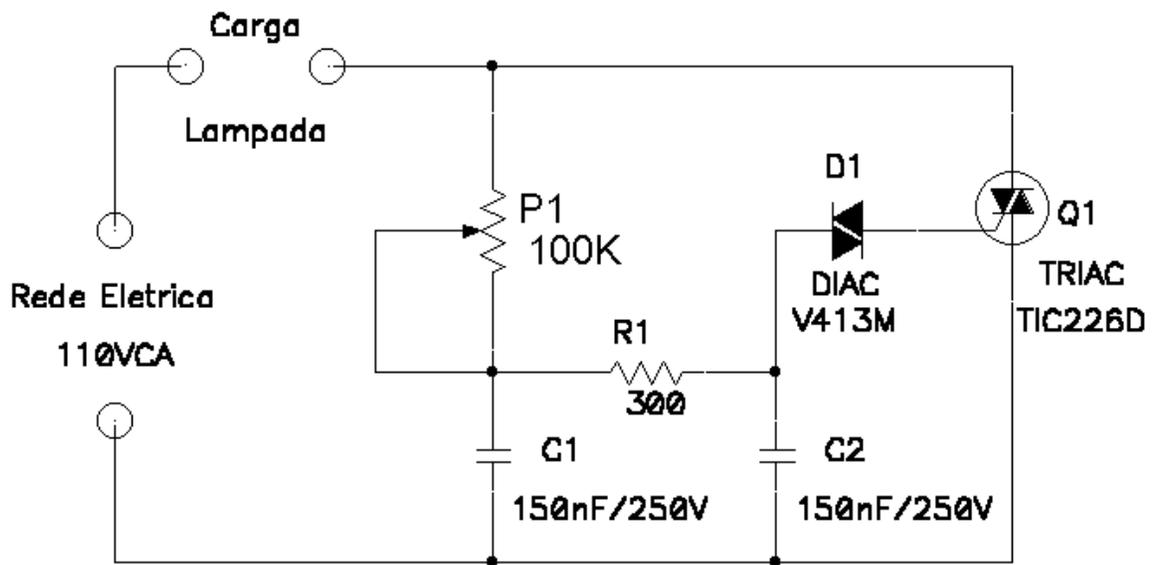
1 Circuito integrado LM7805 (regulador de tensión positiva) 1 Resistencia de 220
1/2 W 1 Diodo led rojo

5.2.4. Diseño del circuito del Dimmer.

Para la realización de este diseño en un montaje real, el circuito del dimmer será un complemento importante para regular, de forma óptima, la temperatura de la fuente de calor, que en este proyecto son dos bombillas incandescentes de 100 y 60 Watts respectivamente, Como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Circuito Dimmer



Fuente: <http://www.alonseg.xpg.com.br/curso/dimmer.htm>, Consultado el 26 de septiembre del 2013.

Los materiales que se usaron para la implementación del diseño de potencia son:

1 Triac BT136 / TIC226

1 Diac DB3

1 resistencia de 300 ohm 1/4 watt.

1 potenciómetro de 100k ohm.

1 capacitor de poliéster de 100nF a 220nF / de 250V a 400V.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 100 de 142

5.2.6 Diseño del sistema de control de Humedad

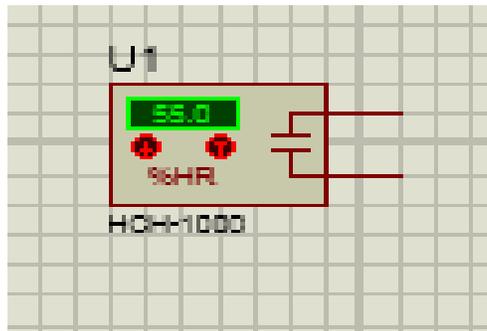
El funcionamiento de este diseño se llevó a cabo por medio del microcontrolador utilizado en el sistema de control de temperatura. Este sistema de control tiene como función sensar la humedad relativa, presente durante el proceso de incubación; en el cual el sensor de humedad envía al micro, una señal análoga equivalente a la cantidad de humedad relativa –HR- existente en el proceso, dicho micro transforma la señal análoga a digital, por medio del convertidor ADC; que tiene incorporado. Luego pregunta si la humedad presente en el interior de la incubadora, es menor o mayor, a la humedad requerida para cada tipo de ave, si es así, debe accionar un elemento final de control para que se modifique la HR en el ambiente del sistema, que puede estar representado por una válvula, que activa o desactiva una bomba de agua, por ejemplo, que debe llegar a las condiciones óptimas de HR.

En este diseño se utilizó el sensor de HR, HCH-1000, cuyo esquema se muestra en la Figura 25. Para la simulación del sensor de temperatura, debido a que el sensor HS1100 / 1101, que se iba a utilizar en el diseño no se encuentra incluido en lista de componentes del Proteus. Es importante tener presente, que si este diseño se implementa en forma real se recomienda utilizar el sensor de humedad HS1100/ 1101, como se muestra en la Figura 16, debido a que posee características paropiadas para incubadoras y bajo costo.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 101 de 142

Figura 25. Sensor HCH-1000 en Proteus



Fuente: Componente de Proteus

Para la realización del sistema de control de humedad se utilizó el mismo Display L.C.D y la misma etapa de potencia mencionados en el control de temperatura.

5.2.7 Elemento de final de carrera

Para la realización de este sistema de control de humedad en un montaje real, este elemento será un complemento importante para el funcionamiento del sistema, debido a que es el encargado de permitir einterrumpir el paso del agua al interior de la incubadora. En este diseño estará representado por una válvula automática de flujo de agua.

Cabe resaltar que para la simulación en Proteus del Sistema de control de humedad, no es necesaria la implementación de este elemento final de carrera.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 102 de 142

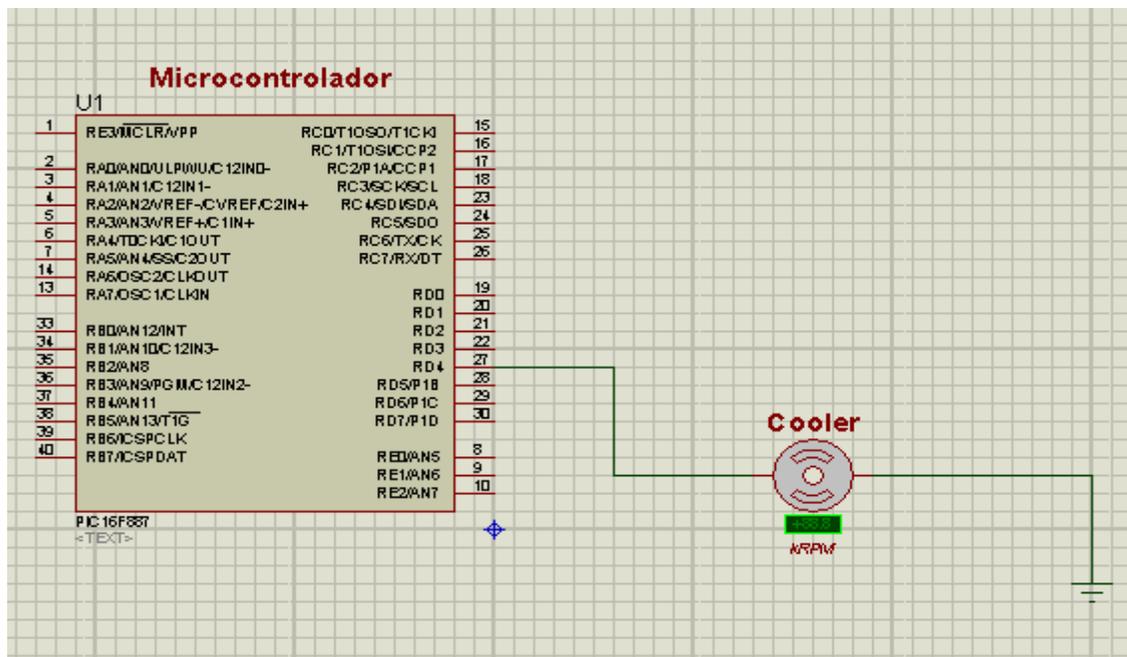
5.2.8.Sistema de ventilación

El sistema de ventilación es un complemento de gran importancia para este diseño tecnológico, debido a que es indispensable que durante el proceso de incubación se presente una buena recirculación de aire .Para un óptimo flujo de aire se utilizó un cooler de 5 voltios, que es manipulado por un pin del microcontrolador, como se muestra en la Figura 26. Además, de este componente se elaborarán dos perforaciones en los costados izquierdo y derecho de la estructura de la incubadora, para instalar rejillas que se manipularán manualmente como se muestra en la Figura 39.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 103 de 142

Figura 26. Sistema de control cooler

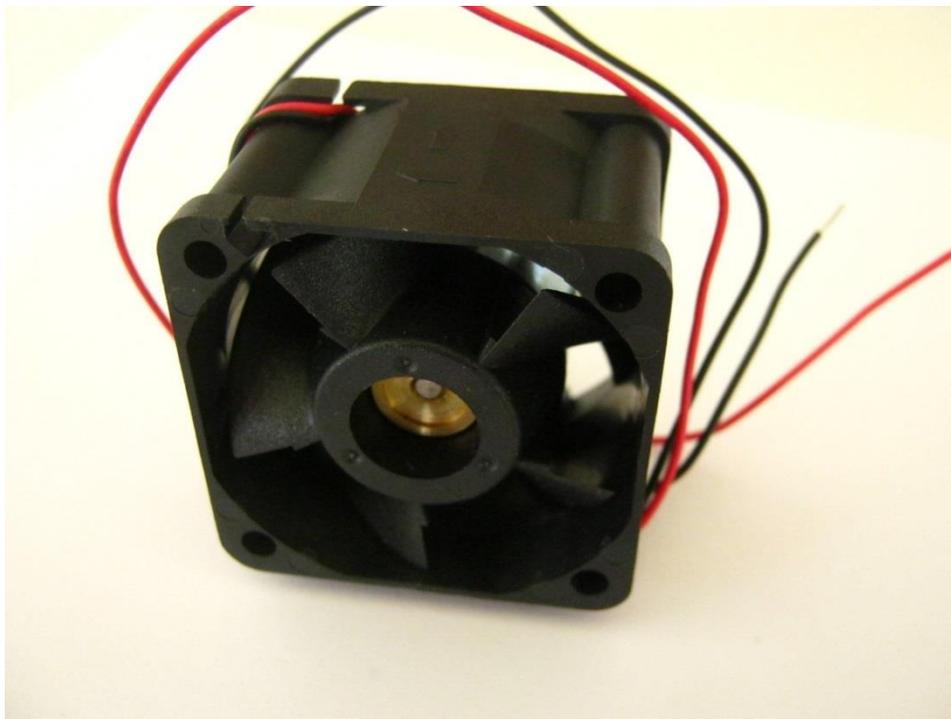


Fuente : diseñoProteus

Para la realización de este diseño en un montaje real, el circuito de ventilación se recomienda construirlo con un potente cooler marca ADDA de 16.000 revoluciones por minuto (rpm), como se muestra en Figura 27, que tiene como función mantener un flujo constante de aire fresco y distribuir uniformemente el calor en el interior de la incubadora.



Figura 27. Cooler ADDA 16.000 rpm



Fuente: <http://www.adda.com.tw> Consultado el 28 de septiembre del 2013



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 105 de 142

5.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VOLTEO Y CONTROL DEL TIEMPO DE INCUBACIÓN.

Para la elaboración de este ítem, se procedió a realizar los diseños de control de volteo de la incubadora, mediante el software de programación MicroCode Studio y fue simulado mediante Proteus.

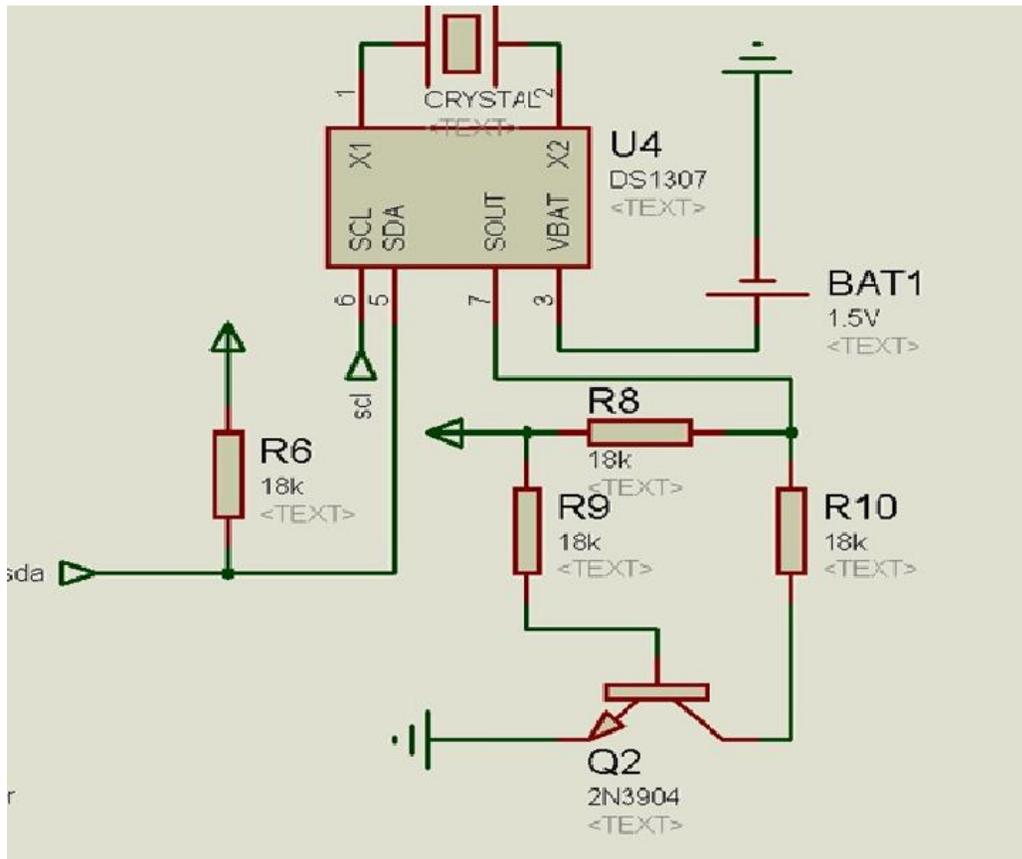
5.3.1 Diseño del sistema de control de volteo

El funcionamiento de este diseño se llevó a cabo por medio del microcontrolador utilizado en el sistema de control de temperatura y humedad. Este sistema controla el tiempo de volteo establecido para cada especie de ave.

El sistema de volteo tiene como función girar dos bandejas unidas por un eje en un tiempo establecido, en el cual se utiliza el integrado DS1307, como se muestra en la Figura 28, que es un reloj utilizado en este diseño para contabilizar minutos, segundos, horas, entre otros. Este integrado muestra la hora en la LCD y compara en el micro si es el tiempo equivalente al de volteo durante el proceso de incubación, para cada especie de ave. Si es así el micro envía una señal al integrado ULN2803 para generar así el giro del motoreductor, como se muestra en la Figura 29.



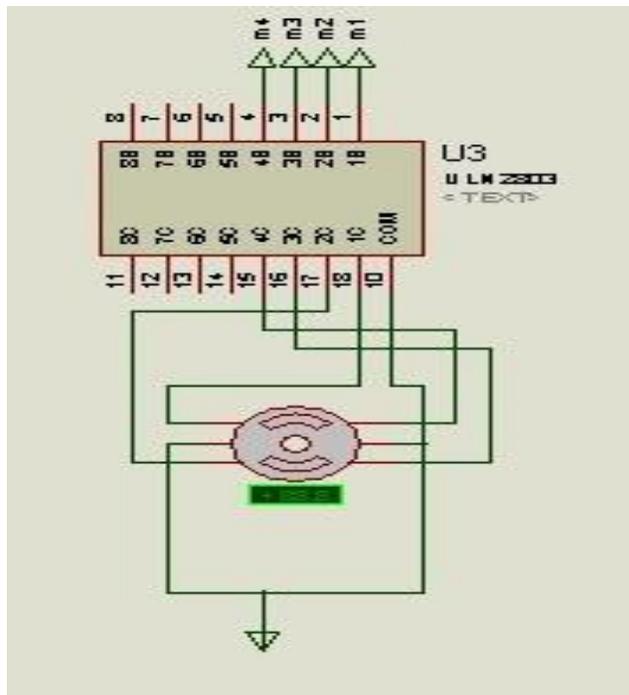
Figura 28. Circuito del integrado Ds1307



Fuente:Diseño proteus



Figura 29. Circuito del integrado ULN2803



Fuente:Diseño proteus

En este diseño se utilizó un motorreductor de alto torque, cuyo esquema se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Motoreductor de alto torque



Fuente: <http://www.teslabem.com/tienda/Motorreductores/1103>, Consultado el 29 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 109 de 142

5.3.2. Características Motoreductor de alto torque

Rango de voltaje de alimentación: 3 a 12Vdc

- Características a 5Vdc:
- Relación 1:280.
- Torque 4.6 KgF*cm.
- Velocidad 30 RPM.
- Consumo de corriente sin carga: 80 mA.
- Consumo de corriente atrancado: 600mA.
- Cuenta con una salida con eje de 5mm de diámetro y orificios para facilitar su montaje con tornillos.
- Medidas: 55mm X 47 mm X 22mm.
- Peso: 32gr.

5.3.3 Diseño del control del tiempo de Incubación

El funcionamiento del diseño de tiempo de incubación se realizó con el integrado ds1307, como se muestra en las Figuras 31 y 32. Este integrado, en [32], lo definen como un dispositivo de bajo consumo de energía, completo con código binario decimal (BCD), reloj/calendario más 56 bytes de NV SRAM. Dirección y datos son transferidos a través de 2 hilos serie, bus bi-direccional. El reloj/calendario provee información de, segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. El final de fecha de mes se ajusta automáticamente durante meses



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 110 de 142

menores de 31 días, incluyendo correcciones para el año bisiesto. El reloj funciona en cualquiera formato de 24 horas o en 12 horas con indicador AM/PM. El DS1307 tiene incorporado un circuito de sensor de tensión que detecta fallas de energía y cambia automáticamente al suministro de batería de respaldo.

Este integrado tiene la función de un reloj, se encarga de contar los minutos, segundos horas, días, entre otros. Para luego comparar con el micro si es igual al tiempo de volteo designado para cada especie de ave.

Figura 31. Integrado DS1307

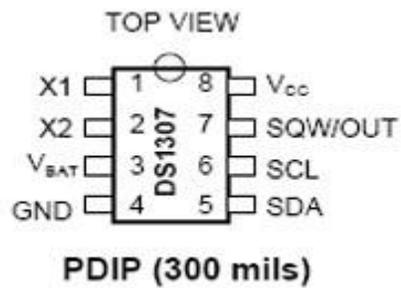


Fuente: <http://mlab.taik.fi/paja/?p=2837>, Consultado el 30 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 111 de 142

Figura 32. Data sheet Ds1307



Fuente: <http://www.diarioelectronico hoy.com/blog/reloj-con-el-ds1307>, Consultado el 30 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 112 de 142

5.4 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

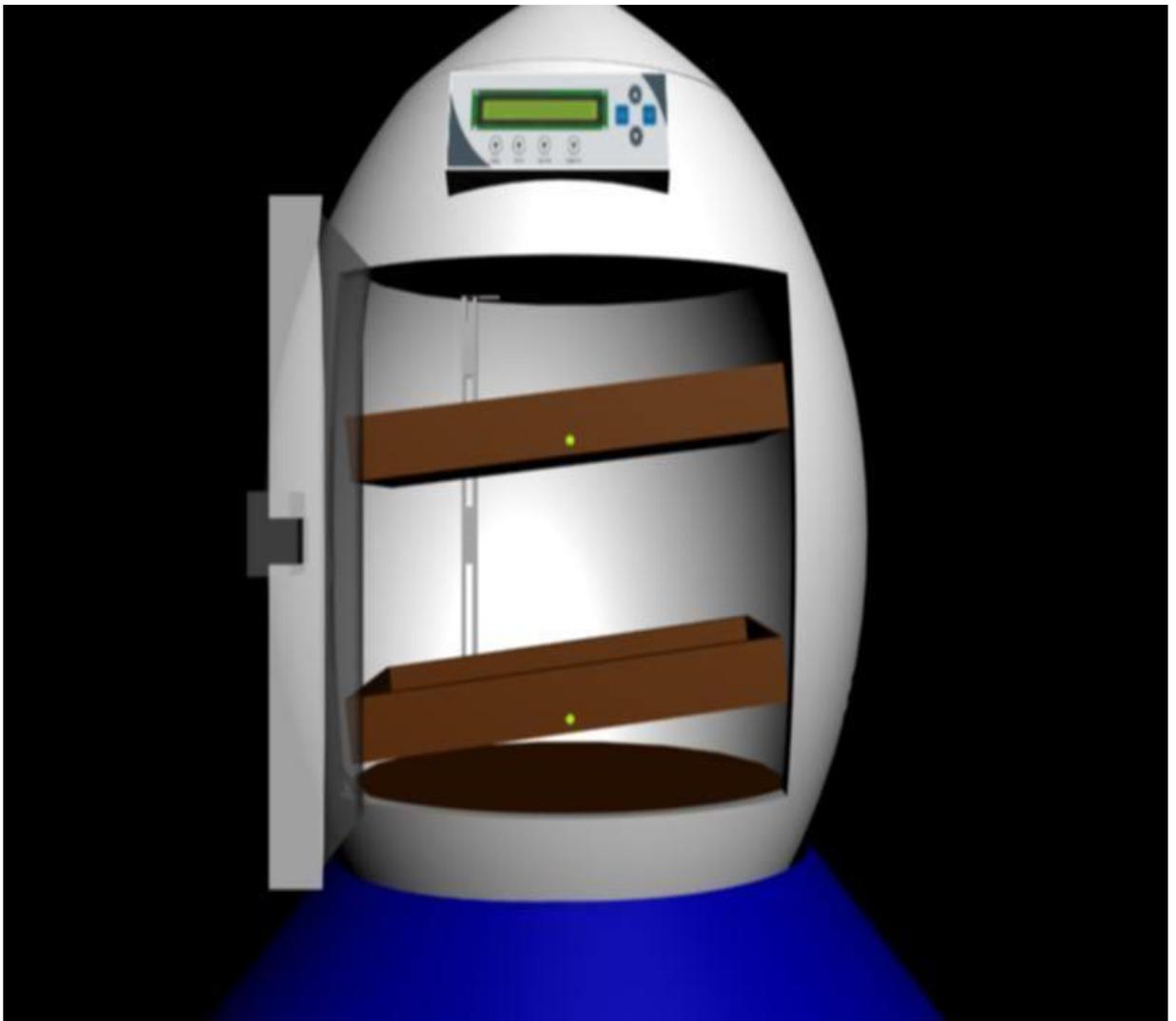
En la elaboración de este ítem se procedió a realizar la simulación de los diseños mecánicos y del sistema control general de la incubadora Milenium S-3000, mediante los software Autodesk® 3ds Max® 2011y Proteus Respectivamente.

5.4.1 Simulación Diseño Mecanico de la Incubadora Milenium s-3000

La elaboración de este diseño se realizó en el software de diseño y animación Autodesk® 3ds Max®, como se muestran en las Figuras 33, 34, 35 , 36 , 37, 38 y 39.



Figura 33. Vista frontal de la Incubadora Milenium s-3000



Fuente: Diseño 3ds Max®



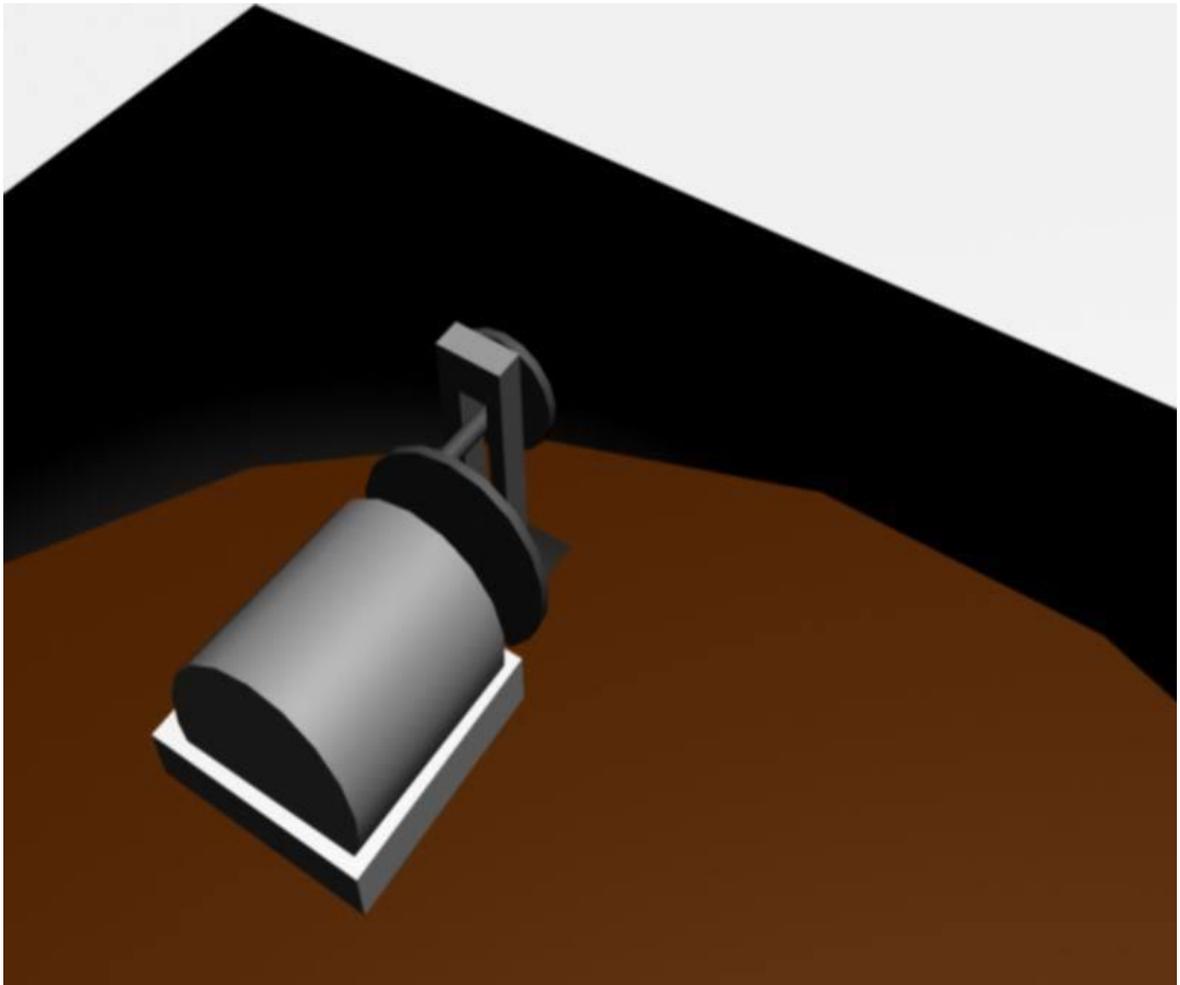
Figura 34. Vista frontal portahuevos Incubadora Milenium s-3000



Fuente: Diseño 3ds Max®



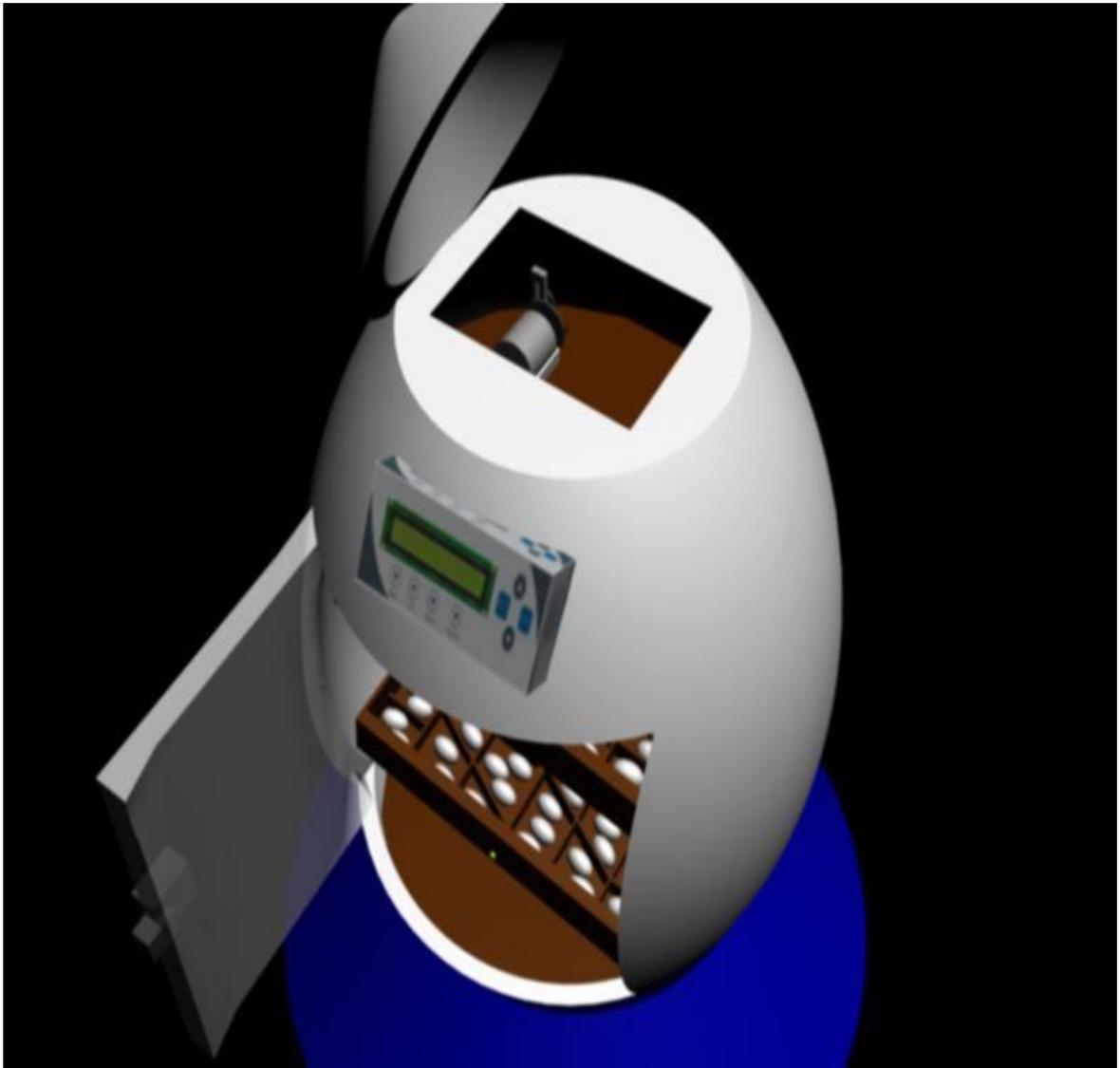
Figura 35. Eje de giro del portahuevos



Fuente: Diseño 3ds Max®



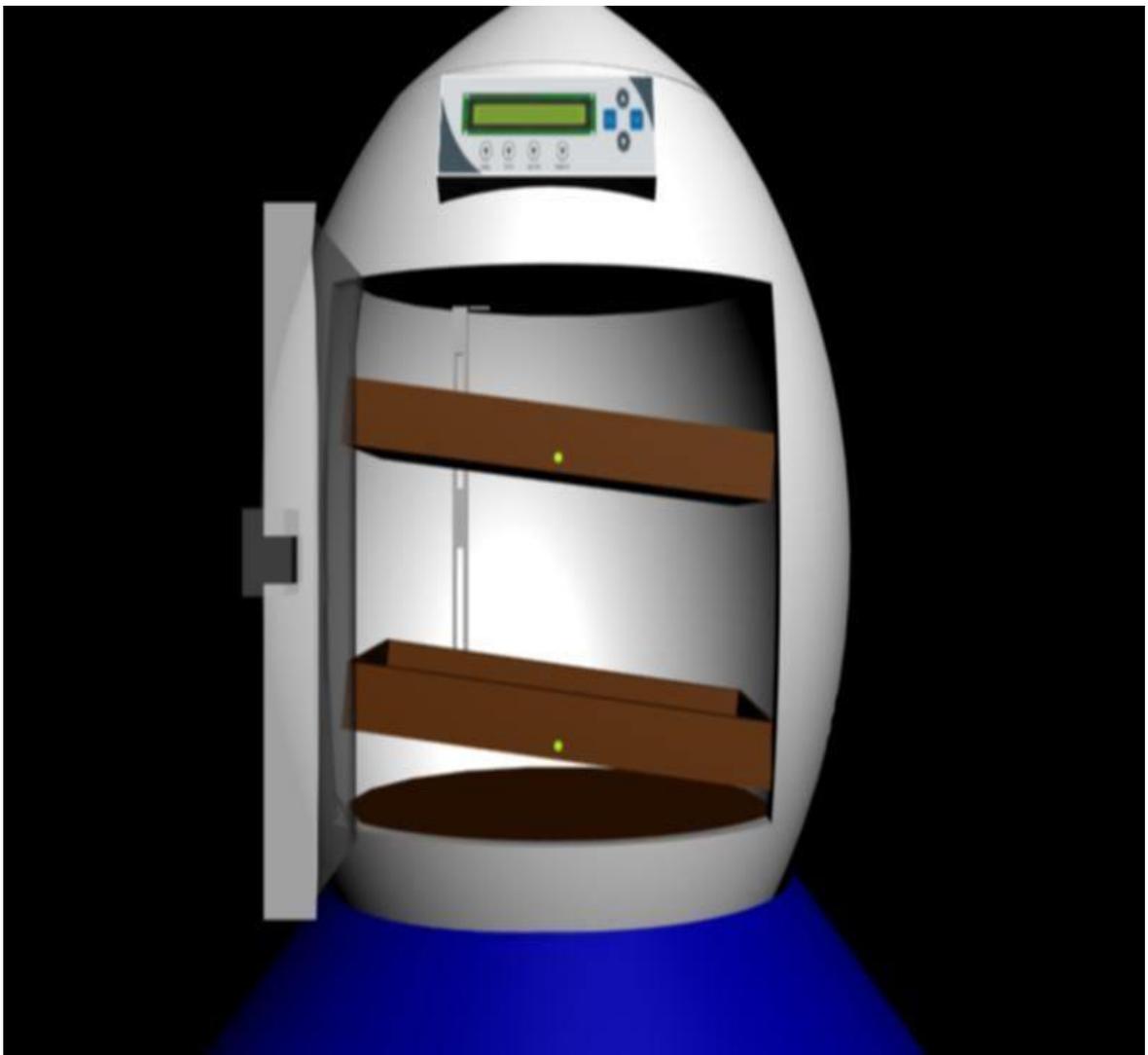
Figura 36. Vista Superior Incubadora Milenium s-3000



Fuente: Diseño 3ds Max®



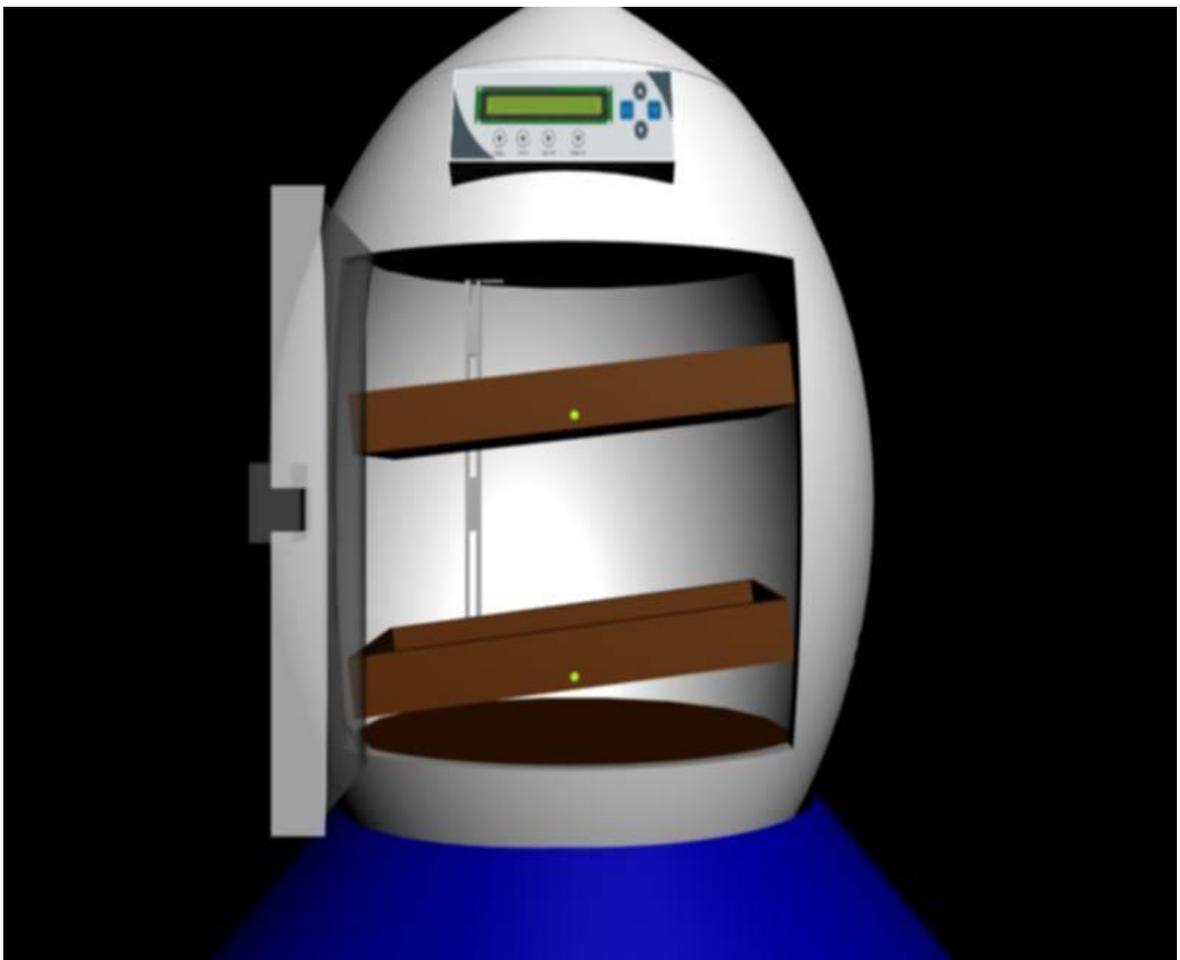
Figura 37. Porta huevos girando a la izquierda



Fuente: Diseño 3ds Max®



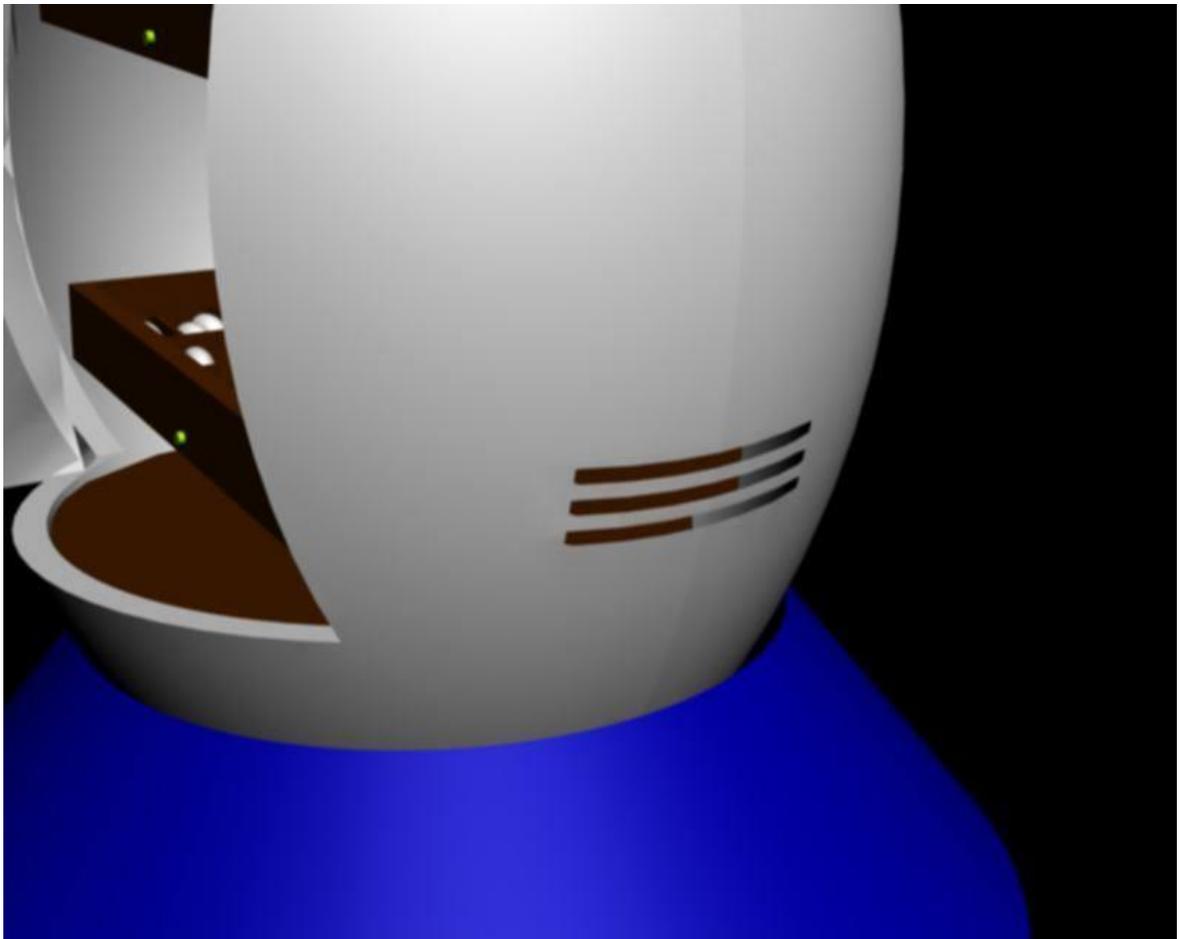
Figura 38. Portahuevos girando a la Derecha



Fuente: Diseño 3ds Max®



Figura 39. Vista lateral Derecha Incubadora Milenium s-3000



Fuente: Diseño 3ds Max®

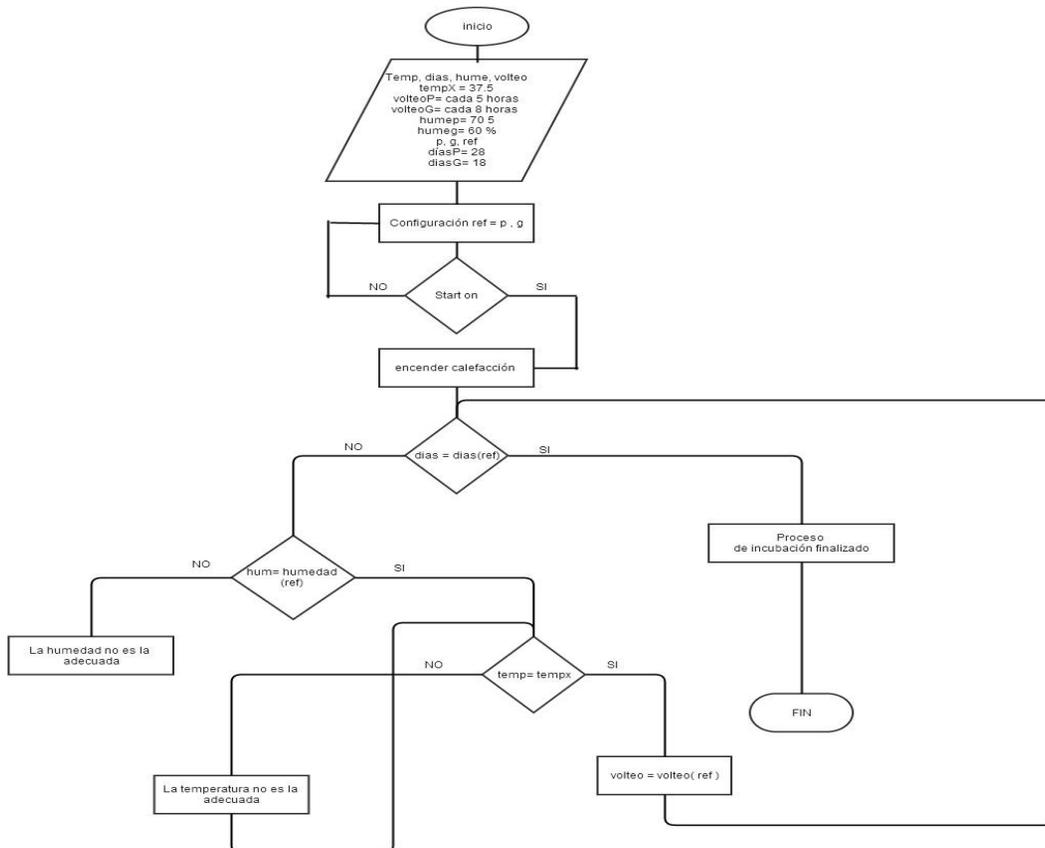


GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 120 de 142

5.4.2 Simulación, diseño y control de la Incubadora Milenium s-3000

Para la realización del sistema de control se realizó un diagrama de flujo general del proceso de incubación de la incubadora Milenium S-3000, como se muestra en la figura 40.

Figura 40. Diagrama de Flujo general de la Incubadora S-3000

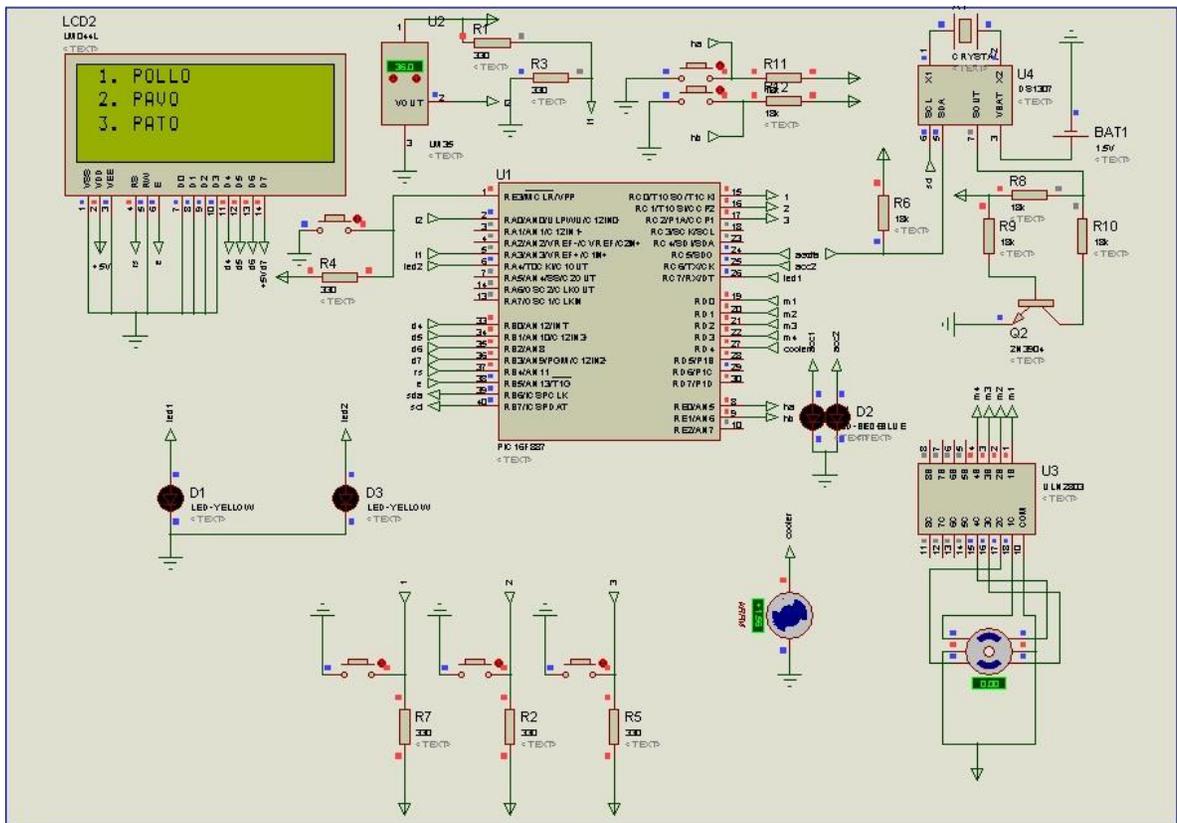




GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 121 de 142

La elaboración de este diseño y simulación se realizó en el software de programación Microcode Studio y se simuló en Proteus, como se muestran en las Figuras 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49.

Figura 41. Sistema general de control Incubadora Milenium s-3000

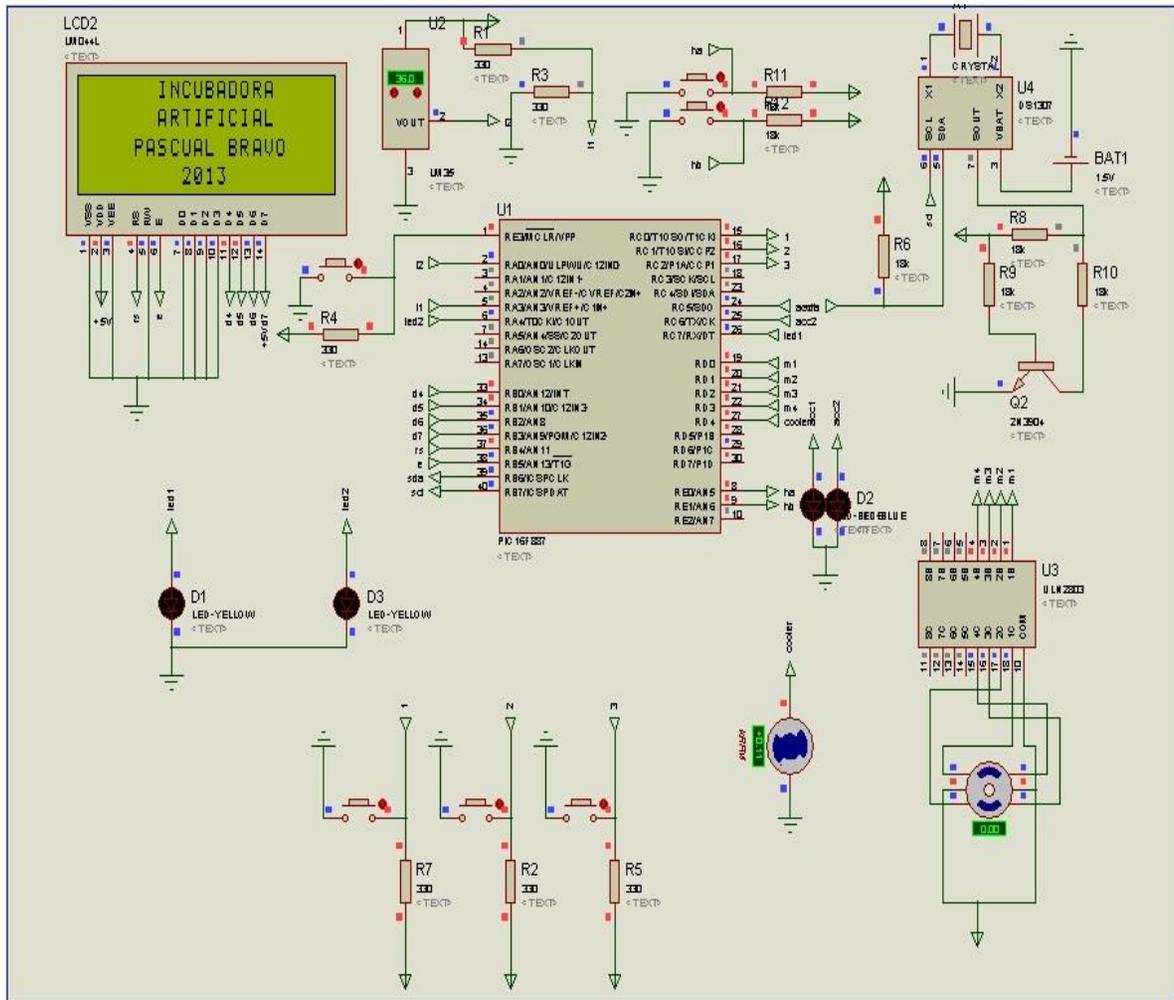


Fuente: diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 122 de 142

Figura 42. Encendido Incubadora Milenium s-3000

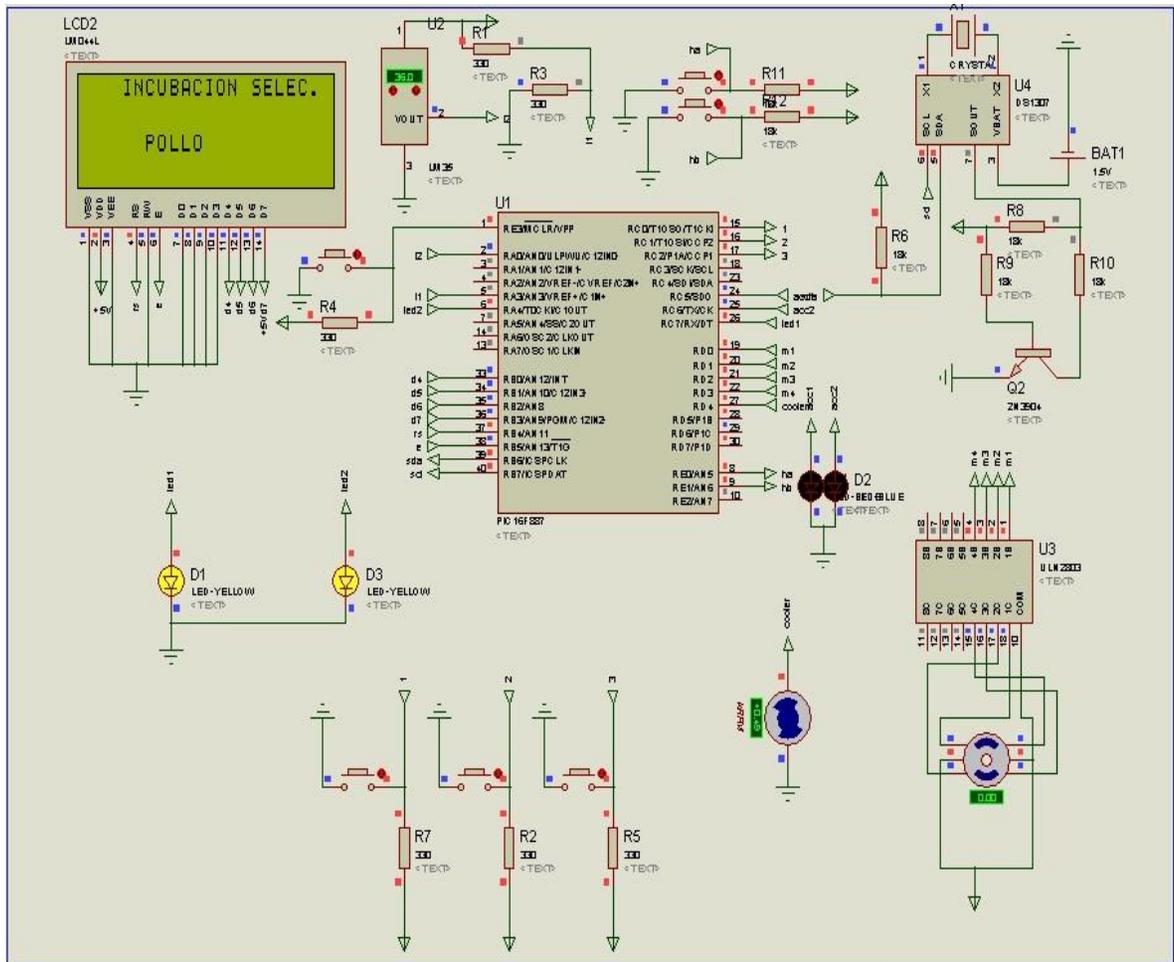


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página:123 de 142

Figura 43. Seleccionando pollo

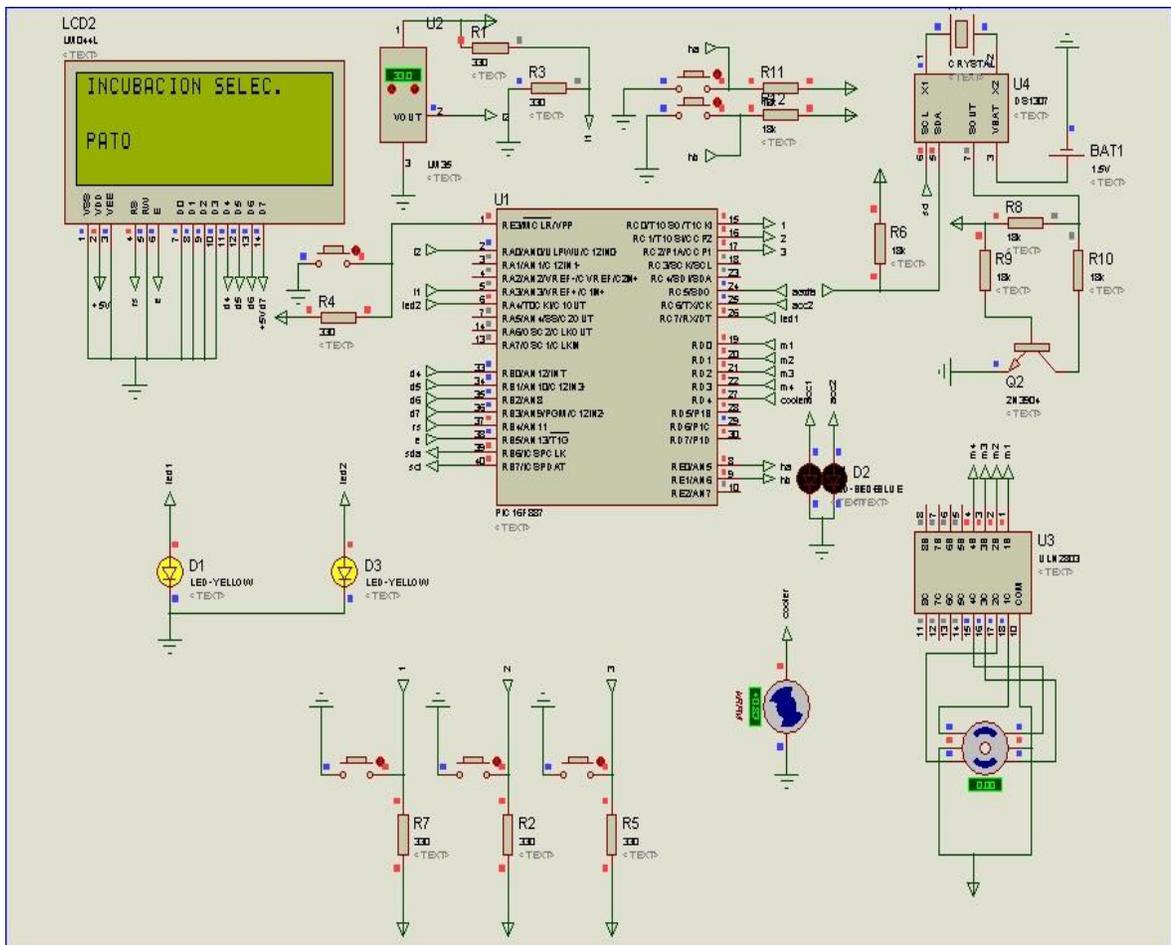


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página:124 de 142

Figura 44. Seleccionando pato

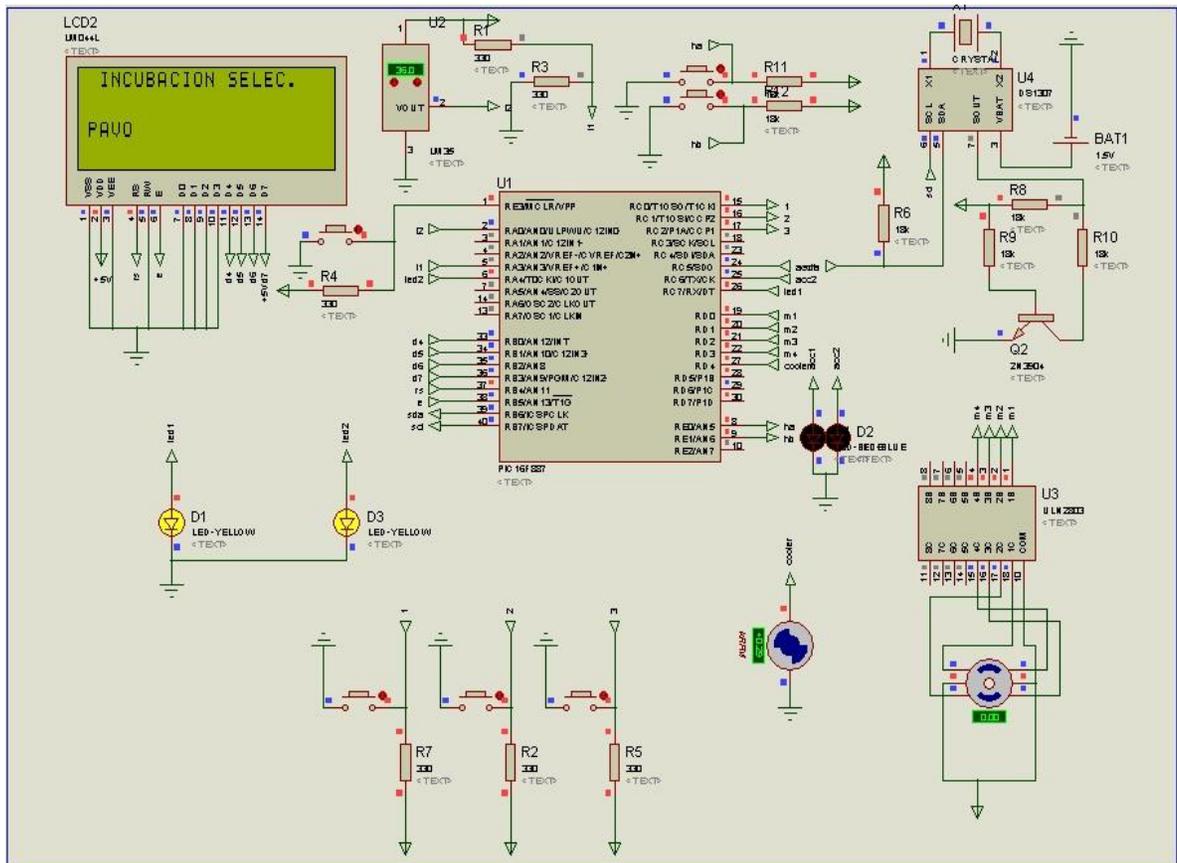


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 125 de 142

Figura 45. Seleccionando pavo

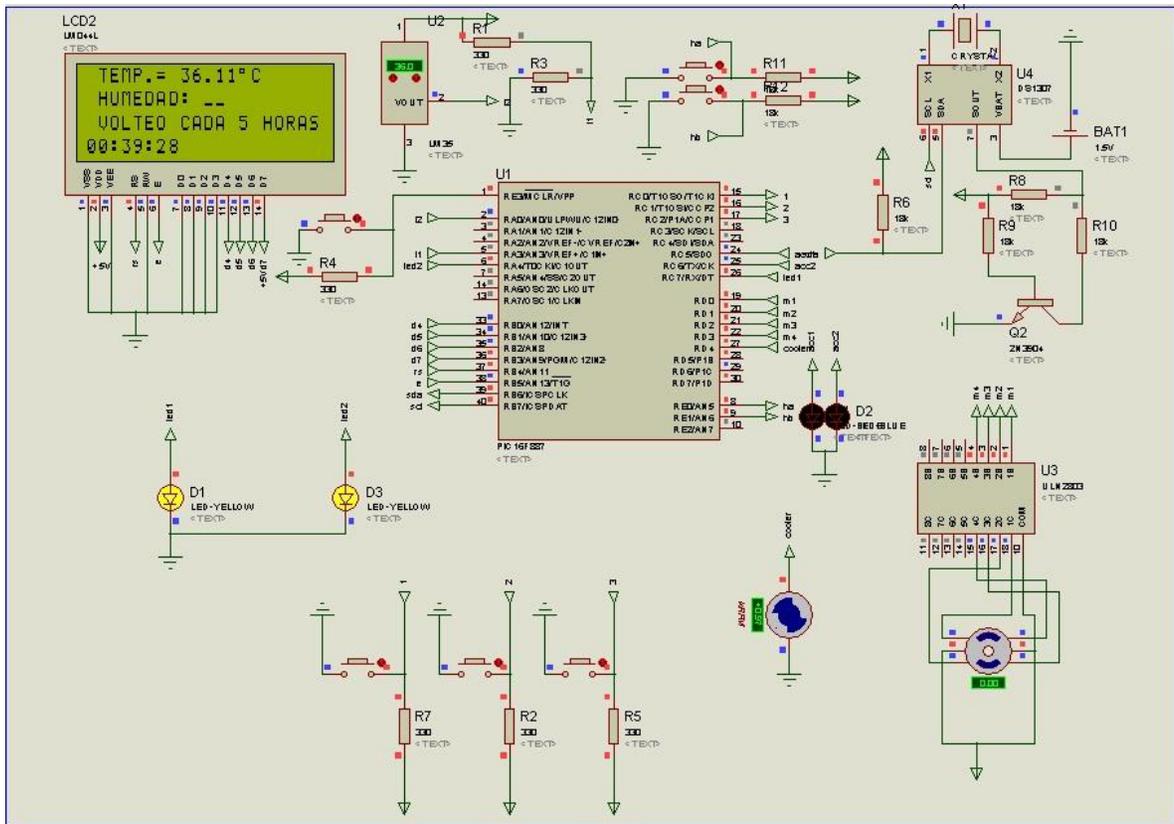


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página:126 de 142

Figura 46. Durante la Incubación del pollo

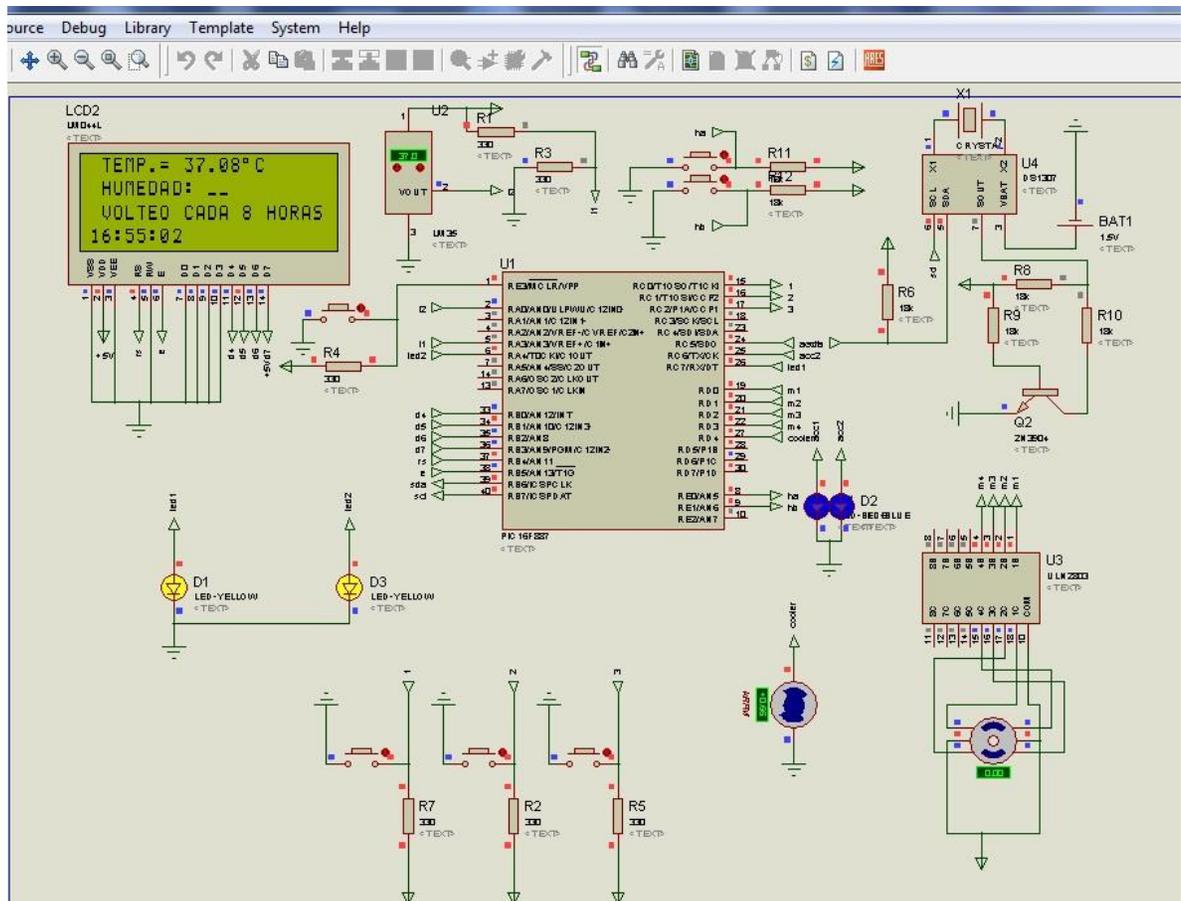


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 127 de 142

Figura 47. Durante la incubación del pato

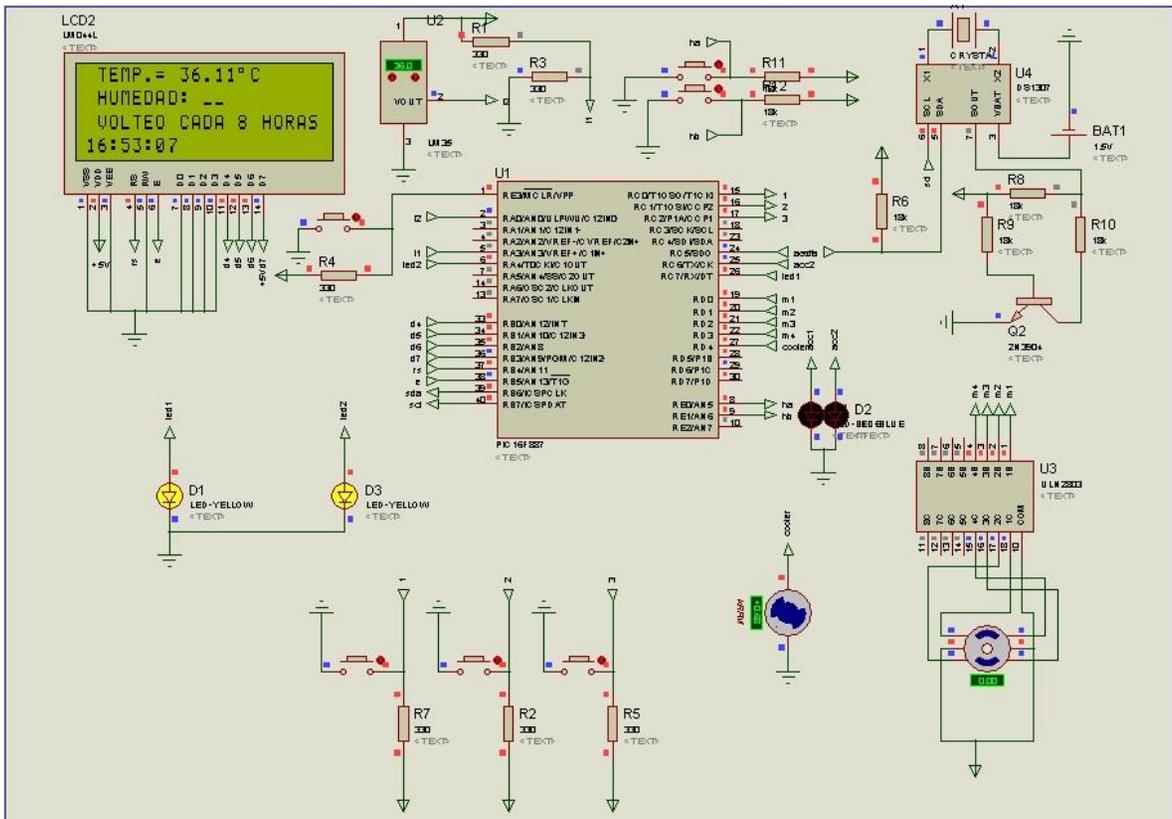


Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 128 de 142

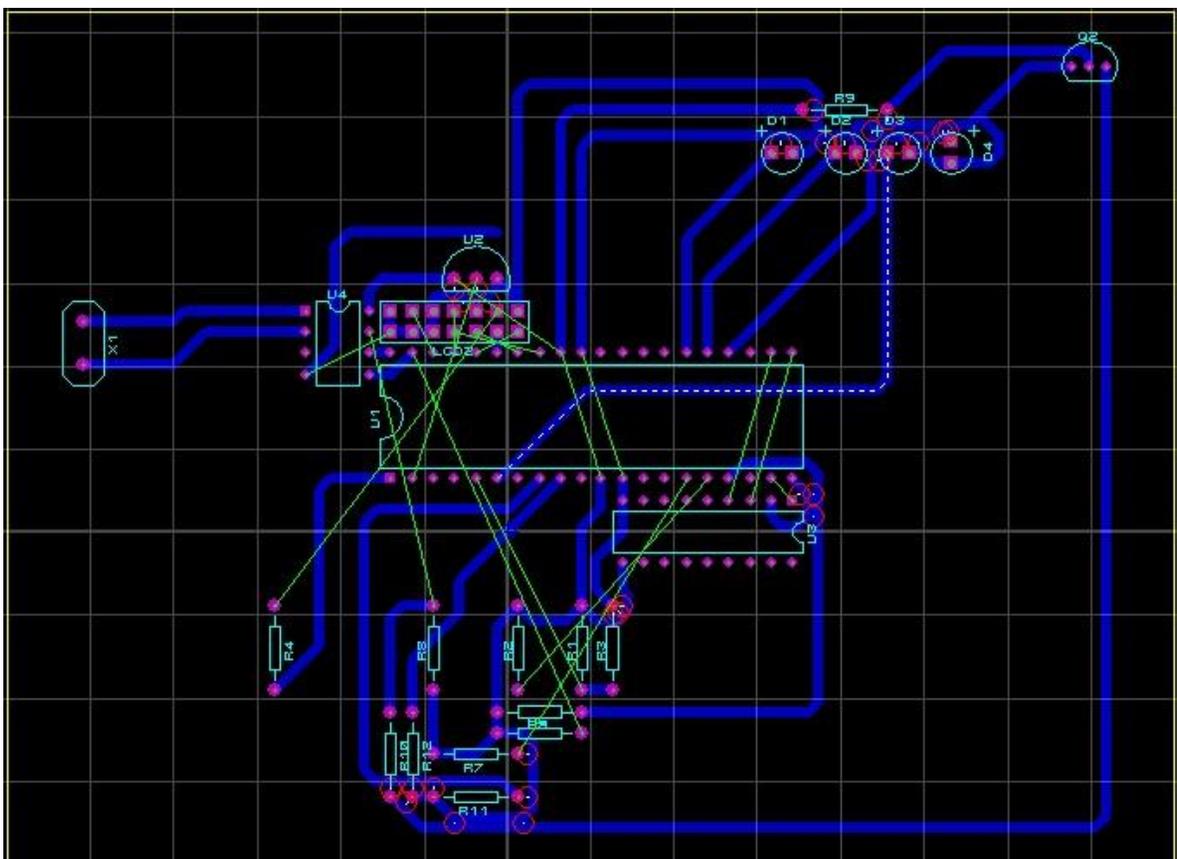
Figura 48. Durante la incubación del pavo



Fuente: Diseño proteus



Figura 49. Circuito impreso del sistema de control de la Incubadora Milenium s-300



Fuente: Diseño proteus



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 130 de 142

CONCLUSIONES

Durante el proceso del desarrollo del diseño de control de la incubadora Milenium S-3000 se emplearon varios temas conocidos en algunas asignaturas de la carrera, por lo cual se cumplió con el objetivo de mejorar las incubadoras avícolas que actualmente están en la industria, con la automatización del proceso y con la inclusión de varios tipos de aves en una sola máquina.

Se obtuvo un extenso conocimiento del ámbito avícola, especialmente en las especies de pato, pavo y pollos, ya que fueron estudiados desde la recolección del huevo fértil, hasta su posterior eclosión.

Al hacer un análisis del fenómeno de la incubación artificial en las incubadora Milenium S-3000, se pudo observar varias ventajas con respecto al proceso de incubación natural para cada tipo de ave:

- Se obtiene una producción continua.
- La incubación puede llevarse a cabo durante cualquier época del año.
- Es eliminado el factor de parásitos que se pasan de la madre al polluelo.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 131 de 142

- Hay una reducción considerable del espacio usado para la incubación, ya que es mejor tener toda una incubadora llena de huevos, que tener un corral repleto de estos.

En la actualidad se producen millones de aves para consumo, es por esto que se puede concluir que la incubación artificial a aventajado considerablemente a la incubación natural, producida por el ave.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 132 de 142

MEJORAS FUTURAS

Como mejora para este diseño tecnológico queda la implementación de fuentes de energías alternativas, debido a que un gran porcentaje de las explotaciones avícolas en el país se encuentran ubicadas en el sector rural , donde el suministro de energía es muy escaso.

En un futuro se busca que la incubadora Milenium S.-3000, se le pueda ampliar las especies de aves a incubar, como por ejemplo condornices, entre otros, además de ampliar la capacidad de huevos a incubar.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 133 de 142

BIBLIOGRAFÍA

- [1]http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Incubadora%20de%20huevos_04zING_IMECA_PII_E%20P.pdf, consultado el 13 de septiembre del 2013.
- [2]<http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Enero/dise%F1o%20y%20construccion%20de%20una%20incubadora%20casera%20para%20huevo%20de%20gallina.pdf>, consultado el 15 de agosto del 2013.
- [3].<http://www.elsitioavicola.com/articles/1802/incubacion-artificial>, Consultado el 4 de septiembre del 2013.
- [4] <http://es.scribd.com/doc/23462918/Incubacion>, Consultado el 5 de septiembre del 2013.
- [5]<http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/guia-incubacion-t3000/124-p0.htm>, Consultado el 6 de septiembre del 2013.
- [6]http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1957_18.pdf, Consultada el 9 de septiembre del 2013.
- [7]<http://www.muticus-pina.com/subm/INCUBACION.pdf>, consultado el 19 de septiembre del 2013
- [8]http://www.ehowenespanol.com/periodo-incubacion-huevos-pato-sobre_104158/, Consultado el 18 del septiembre de 2013.
- [9]<http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/Trabajos/Grupo2.pdf> , Consultado el 19 del septiembre



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 134 de 142

- [10] <http://www.damisela.com/zoo/ave/otros/gall/phasianidae/meleagridinae/gallopa-vo/> , consultado el 19 de septiembre del 2013.
- [11] http://www.infogranja.com.ar/manejo_de_la_incubacion.htm , Consultado el 19 de septiembre del 2013.
- [12] <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2292/tendencias-avacolas-mundiales-2012-produccian-de-pavo-se-dirige-lentamente-hacia-6-millones-de-toneladas> ,consultado el 19 de septiembre del2013
- [13] <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2393/situacion-mundial-de-produccion-y-comercio-avacola-en-2013> , consultado el 19 de septiembre del 2013.
- [14] <http://preescolarcosta.galeon.com/pagina9.htm> ,consultado el 19 de septiembre del 2013.
- [15] http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_7_INCUBACION , Consultado el 19 del septiembre de 2013:
- [16] www.brinsea.com , Consultado el 19 de septiembre del 2013
- [17] http://ice.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=16eaf7c5-e1e6-44c2-a4c6-16f542e08032&groupId=54327 , Consultado el 17 del septiembre del 2013.
- [18] http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control ,Consultado el 17 de septiembre del 2013.
- [19] http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf , consultada el 17 del septiembre del 2013.
- [20] <http://r-luis.xbot.es/pic1/pic01.html> , consultada el 17 de septiembre del 2013.
- [21] <http://www.utp.edu.co/~eduque/arquitec/PIC16F877.pdf> , consultada el 18 de septiembre del 2013.



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 135 de 142

- [22]<http://www.mikroe.com/chapters/view/81/>, consultado el 18 de septiembre del 2013
- [23]<http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php>, consultado el 18 de septiembre del 2013.
- [24]http://expoelectronica.upbbga.edu.co/pdf/pdf_2007_IX/INCUBADORA.pdf, consultado el 18 de septiembre del 2013.
- [25]<http://blog.utp.edu.co/jnsanchez/files/2011/03/LM351.pdf> ,consultado el 18 de septiembre del 2013.
- [26]<http://www.slideshare.net/EducaredColombia/sensores-de-humedad>, consultado el 18 de septiembre del 2013.
- [27]<http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-08-05-sensores-de-humedad.pdf> , consultado el 18 de septiembre del 2013.
- [28]<http://www.todopic.com.ar/utiles/hs1100es.pdf>, Consultado el 18 de septiembre de 2013.
- [29]<http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>, Consultado el 20 de septiembre del 2013.
- [30]<http://www.docentes.unal.edu.co/hfvelascop/docs/CLASES/DIGITALES2/LABRATORIO/Motor%20Paso%20a%20Paso.pdf> ,consultado el 20 de septiembre del 2013.
- [31]<http://jmnlab.com/lcd/lcd.html>, Consultado el 25 de septiembre del 2013.
- [32]http://www.hispavila.com/3ds/atmega/descargas/ds1307_rtc.pdf, Consultado el 29 de septiembre del 2013



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 136 de 142

ANEXOS

Anexo 1. Programa del Sistema de control

```
*****
!* Name   : INCUBADORA ARTIFICIAL *
!* Author : SERGIO OROZCO, FAUSTO ZAPA, ANDRES ARIAS *
!* Notice : Copyright (c) 2013 [select VIEW...EDITOR OPTIONS] *
!*       : All Rights Reserved *
!* Date   : 29/09/2013 *
!* Version : 1.0 *
!* Notes  : DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UNA *
!*          INCUBADORA AVICOLA POR MEDIO DE MICROCONTROLADORES*
*****
@ DEVICE pic16f887,xt_osc,wdt_off,pwrt_on,bod_off,mclr_on,protect_off,cpd_off

DEFINE OSC 4
DEFINE I2C_SCLOUT 1

anselh = $00
portb = $00
trisb = $00
trisd = 00000000

' DEFINICIÓN DE VARIABLES
i var byte
PUL1 VAR portc.0
PUL2 VAR PORTc.1
PUL3 VAR PORTc.2
Resultado VAR WORD
Valor VAR WORD
Temperatura VAR BYTE
B VAR Portb.7
A VAR Portb.6
seg VAR BYTE
minuto VAR BYTE
hor VAR BYTE
```



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 137 de 142

actual VAR BIT

' DEFINICIÓN DE REGISTROS PARA EL LCD

```
DEFINE LCD_DREG PORTB
DEFINE LCD_DBIT 0
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 4
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 5
```

; PARÁMETROS DE CONVERSION ADC

```
DEFINE ADC_BITS 10
DEFINE ADC_CLOCK 3
DEFINE ADC_SAMPLEUS 500
PAUSE 500
```

ADCON1 = %10001110

ADCON0 = %11000001

; INICIO

```
LCDOUT $FE, 1, "  INCUBADORA"
LCDOUT $FE, $C0, "  ARTIFICIAL"
LCDOUT $FE, $94, "  PASCUAL BRAVO"
LCDOUT $FE, $D4, "    2013"
```

PAUSE 1000

```
LCDOUT $FE, 1, " 1. POLLO"
LCDOUT $FE, $C0, " 2. PAVO"
LCDOUT $FE, $94, " 3. PATO"
```

pro:

IF pul1 = 0 then POLLO

IF pul2 = 0 then PAVO

IF pul3 = 0 then PATO

GOTO pro

POLLO:



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 138 de 142

```
LCDOUT $FE, 1
LCDOUT $FE, $C0, " INCUBACION SELEC."
LCDOUT $FE, $94, " POLLO "
```

```
HIGH PORTc.7
high porta.4
PAUSE 1000
```

```
ADCIN 0, RESULTADO
TEMPERATURA = 488*RESULTADO
VALOR = DIV32 10
```

```
CONTROL:
READ 0,actual
```

```
IF actual =0 THEN reloj
I2CREAD a,b,%11010000,0,[seg]
I2CREAD a,b,%11010000,1,[minuto]
I2CREAD a,b,%11010000,2,[hor]
```

```
PAUSE 500
```

```
if VALOR < 3700 THEN ENCENDER
if VALOR > 3800 THEN APAGAR
if hor = 0 then volteo
if hor = 5 then volteo
if hor = 10 then volteo
if hor = 15 then volteo
if hor = 20 then volteo
IF PORTE.1 = 0 THEN high portc.6
IF PORTE.0 = 0 THEN high portc.5
ENCENDER:
ADCIN 0, Resultado
temperatura = 488*Resultado
Valor = DIV32 10
```

```
high PORTc.7
high porta.4
```

```
lcdout,$FE, 1, " TEMP.= ",$FE, $0c,DEC VALor DIG 3,DEC VALor DIG 2,".",DEC VALor DIG 1,
DEC VALor DIG 0,$DF,"C"
lcdout,$FE, $C0," HUMEDAD: __ "
LCDOUT $FE, $94," VOLTEO CADA 5 HORAS "
```



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 139 de 142

LCDOUT \$FE, \$D4,HEX2 hor,":", HEX2 minuto,":", HEX2 seg

PAUSE 500

GOTO control

APAGAR:

ADCIN 0, Resultado
Temperatura = 488*Resultado
Valor = DIV32 10

LOW PORTa.4

lcdout,\$FE, 1, " TEMP.= ",\$FE, \$0c,DEC VALor DIG 3,DEC VALor DIG 2,":",DEC VALor DIG 1,
DEC VALor DIG 0,\$DF,"C"

lcdout,\$FE, \$C0," HUMEDAD: __"

LCDOUT \$FE, \$94," VOLTEO CADA 5 HORAS "

LCDOUT \$FE, \$D4,HEX2 hor,":", HEX2 minuto,":", HEX2 seg

PAUSE 500

GOTO CONTROL

PATO:

LCDOUT \$FE, 1
LCDOUT \$FE, \$C0, "INCUBACION SELEC."
LCDOUT \$FE, \$94, "PATO "
PAUSE 500
GOTO CONTROL1

PAVO:

LCDOUT \$FE, 1
LCDOUT \$FE, \$C0, " INCUBACION SELEC. "
LCDOUT \$FE, \$94, "PAVO "
PAUSE 500
GOTO CONTROL1

CONTROL1:

HIGH PORTc.7
high porta.4



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 140 de 142

ADCIN 0, Resultado
Temperatura = 488*Resultado
Valor = DIV32 10

pause 250

READ 0,actual
IF actual =0 THEN reloj
I2CREAD A,B,%11010000,0,[seg]
I2CREAD A,B,%11010000,1,[minuto]
I2CREAD A,B,%11010000,2,[hor]

if VALor < 3700 THEN ENCENDER1
if VALor > 3800 THEN APAGAR1
if hor = 0 then volteo
if hor = 3 then volteo1
if hor = 6 then volteo1
if hor = 9 then volteo1
if hor = 12 then volteo1
if hor = 15 then volteo1
if hor = 18 then volteo1
if hor = 21 then volteo1
IF PORTE.1 = 0 THEN high portc.5
IF PORTE.0 = 0 THEN high portc.6

ENCENDER1:
ADCIN 0, resultado
Temperatura = 488*Resultado
Valor = DIV32 10

high PORTc.7
high porta.4

lcdout,\$FE, 1, " TEMP.= ",\$FE, \$0c,DEC VALor DIG 3,DEC VALor DIG 2,".",DEC VALor DIG 1,
DEC VALor DIG 0,\$DF,"C"
lcdout,\$FE, \$C0," HUMEDAD: __"
LCDOUT \$FE, \$94," VOLTEO CADA 8 HORAS "
LCDOUT \$FE, \$D4,HEX2 hor,":", HEX2 minuto,":", HEX2 seg
PAUSE 250

GOTO CONTROL1



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO– GU - 01
	Versión: 01
	Página: 141 de 142

APAGAR1:
ADCIN 0, Resultado
Temperatura = 488*Resultado
Valor = DIV32 10

LOW PORTa.4

```
lcdout,$FE, 1, " TEMP.= ",$FE, $0c,DEC VALor DIG 3,DEC VALor DIG 2,".",DEC VALor DIG 1,  
DEC VALor DIG 0,$DF,"C"  
lcdout,$FE, $C0," HUMEDAD: __"  
LCDOUT $FE, $94," VOLTEO CADA 8 HORAS "  
LCDOUT $FE, $D4,HEX2 hor,":", HEX2 minuto,":", HEX2 seg  
PAUSE 250
```

GOTO CONTROL

```
volteo:  
if hor < 59 then control  
for i=0 to 7  
lookup i,[$09,$08,$0c,$04,$06,$02,$03,$01],portd  
next i  
goto control
```

```
volteo1:  
if hor < 59 then control1  
for i=0 to 7  
lookup i,[$09,$08,$0c,$04,$06,$02,$03,$01],portd  
next i  
goto control1
```

```
reloj:  
I2CWRITE A,B,%11010000,0,[$00]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,1,[$30]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,2,[$13]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,3,[$2]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,4,[$27]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,5,[$9]  
PAUSE 10  
I2CWRITE A,B,%11010000,6,[$04]
```



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: GDO- GU - 01
	Versión: 01
	Página: 142 de 142

PAUSE 10
I2CWRITE A,B,%11010000,7,[\$10]
PAUSE 10
WRITE 0,1
GOTO control