

**SISTEMA DE MONITOREO Y REGULACION DE VARIABLES FISICAS DE UNA  
INCUBADORA DE CODORNICES Y SU PRODUCCION AVICOLA EN ZONAS  
CON ALTITUDES SUPERIORES A LOS 2000 m.s.n.m.**

**SYSTEM OF MONITORING AND REGULATION OF PHYSICAL VARIABLES OF  
A QUALITY INCUBATOR AND ITS AVICOLA PRODUCTION IN AREAS WITH  
ALTITUDES OVER 2000 m.s.n.m.**

Esneyder Fabián Gutiérrez\* Juan Pablo Sanabria Velandia\*\* Aldemar Fonseca Velásquez\*\*\*

**Resumen:** En el presente documento se describe el desarrollo de un sistema de monitoreo y regulación de variables físicas para una incubadora de codornices a través de un microcontrolador, el cual permite un correcto funcionamiento de todos los procesos involucrados en el sistema. Básicamente se utilizó el microcontrolador PIC 18f4550, el cual se usó para la respectiva toma de datos de los sensores DHT22 ubicados en la incubadora y los cuales indican la temperatura y humedad relativa en el ambiente, además el microcontrolador realiza un control ON-OFF de los distintos actuadores utilizados como resistencias, válvulas y motores, el microcontrolador también realiza una visualización en una LCD 16x2 y una transmisión de datos a través del protocolo serial RS232 que comunica el microcontrolador con un módulo WI-FI ESP-8266 el cual se configuró como servidor para subir datos a una plataforma conocida como FIREBASE de Google services que facilita la creación de bases de datos. Se realizó también una aplicación android desarrollada en ANDROID STUDIO para móviles con android superior 5.0 para la lectura de los datos de temperatura y humedad en tiempo real, la cual permite monitorear el estado del sistema de una mejor forma.

---

\* Estudiante Tecnología en Electrónica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. Email: efgutierrez@correo.udistrital.edu.co

\*\* Estudiante Tecnología en Electrónica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. Email: jupsanabriav@correo.udistrital.edu.co

\*\*\* Ingeniero Electrónico, Especialista Teleinformática, Magister Ingeniería Biomédica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. E-mail: aldefonseca@yahoo.com

**Palabras Clave:** Control, redes inalámbricas, temperatura humedad

**Abstract:** This paper describes the development of a system for monitoring and regulating physical variables for a quail incubator through a microcontroller, which allows a correct operation of all the processes involved in the system. Basically, the PIC 18f4550 microcontroller was used, which was used for the respective data acquisition of the DHT22 sensors located in the incubator and which indicate the temperature and relative humidity in the environment, in addition the microcontroller does an ON-OFF control of the Different actuators used as resistors, valves and motors, the microcontroller also performs a display on a 16x2 LCD and a data transmission through the RS232 serial protocol that communicates the microcontroller with an ESP-8266 WI-FI module which is configured as a server To upload data to a platform known as FIREBASE of Google services that facilitates the creation of databases. An ANDRIOD application was also developed in ANDROID STUDIO for mobile phones with 5.0 android for reading the temperature and humidity data in real time, which allows monitoring the state of the system in a better way.

**Key Words:** Control, wireless networks, temperature, humidity.

## 1. INTRODUCCION

Actualmente el sector avicultor presenta problemas al momento de realizar una nueva línea productiva de codornices, debido a que esta se realiza de forma artesanal y con falencias en el control de variables físicas como temperatura, humedad etc. Otro factor de gran importancia es la altitud en la que se debe realizar la incubación, ya que generalmente en sectores con una altitud superior a los 2000 m.s.n.m. no se presenta una óptima eclosión de los huevos. Analizando lo anterior se observan las limitaciones que sufre el pequeño avicultor frente a grandes industrias, por lo que se pretende en cierta manera facilitar el control de la producción avícola mediante un dispositivo electrónico con el objetivo de reducir el tiempo utilizado en los 18 días de incubación y de esta misma manera se realicen diferentes actividades paralelas a este tiempo.

Se diseñó entonces un dispositivo de regulación de variables físicas de temperatura y humedad, además de proporcionar un volteo de huevos de aproximadamente 45° a 35°, esto con el objetivo de evitar la muerte del embrión, se presentó también una interfaz usuario maquina a través de un teclado 4x4 y una LCD 16x2 y una aplicación

android de monitoreo a distancia vía WI-FI a través de la plataforma FIREBASE de Google Services que permite el uso de bases de datos para datos y autenticación de usuarios.

## **2. ANTECEDENTES**

Hoy en día en el sector de la avicultura se observa una amplia aplicación de la tecnología en los procesos artificiales de incubación, para la explotación avícola en pequeña y mediana escala, por lo que en el mercado se encuentra una gran variedad de incubadoras en su mayoría de alta gama en donde los precios en muchas ocasiones no son asequibles a los pequeños agricultores, además de no ofrecer métodos de control o monitoreo inalámbricos que puedan mejorar la supervisión de la incubadora. [1],[2],[3],[4].

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Proceso de Incubación Artificial**

Para llevar a cabo el proceso de incubación artificial es necesario tener en cuenta como las variables físicas intervienen en el proceso, para ello se muestra los principales cuidados que se deberán tener al momento de efectuar el uso del dispositivo a implementar, y como de acuerdo al desarrollo del embrión, la temperatura y humedad puedan variar.

Primeramente la temperatura del aire constituye un factor fundamental de la incubación, ya que el calentamiento de los huevos se produce debido al intercambio de calor entre el aire y los huevos. Durante la incubación, el nivel de temperatura óptimo de la incubadora se enmarca entre 37 y 38°C. Aunque al llegar a los últimos días (2 o 3) de incubación es necesario reducir la temperatura, también se sugiere una temperatura de alrededor de los 37.7 además de un error de alrededor del 2%, por otro lado teniendo en cuenta que el aire seco no es un buen conductor del calor, es necesario humedecerlo para obtener un mejor calentamiento de los huevos, dependiendo de la especie los niveles de humedad se enmarcan entre el 40% y 70%. Siendo del 55% el nivel de humedad más aconsejable durante el principio de la incubación y de entre 65-70% durante los 3

últimos días, para que se reblandezcan las membranas de la cáscara facilitando así su eclosión. [6],[7],[8],[9].

Otro factor que influye en la incubación de los huevos es el volteo ya que si no se realiza, el embrión se quedaría pegado a las membranas de la cáscara, provocando su muerte. En el volteo, el giro de los huevos tiene que alcanzar al menos los 35 grados respecto al eje vertical. Por otro lado la incubación artificial de una codorniz promedio tiene un periodo de 14–18 días, dependiendo de la estirpe y de los procedimientos de incubación. En donde se desarrollara en embrión y hacia el día 14 se dejara de lado el volteo de huevos ya que durante el periodo de tiempo del día 14 al día 18 ocurrirán las eclosiones. [6],[7],[10],[11].

### 3.2. Diagrama de bloques del sistema

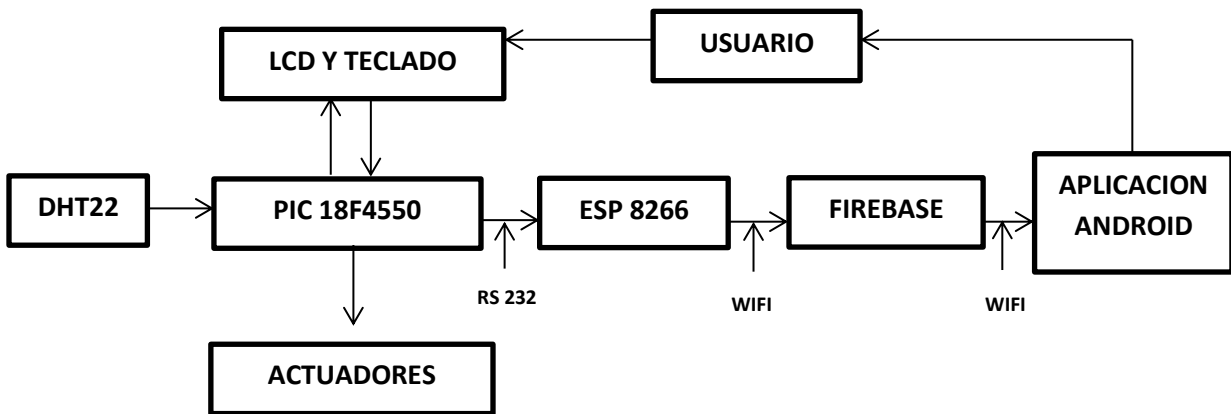


Figura 1. Diagrama de bloques incubadora. Autoría Propia

### 3.3. Diseño exterior e interior de la incubadora

La incubadora tiene una capacidad para 200 huevos aproximadamente de tal forma que se adecuó un espacio cerrado delimitado por láminas de acero inoxidable y madera para la conservación de la temperatura al interior de la incubadora, en la figura 2 se observa el montaje externo de la incubadora.

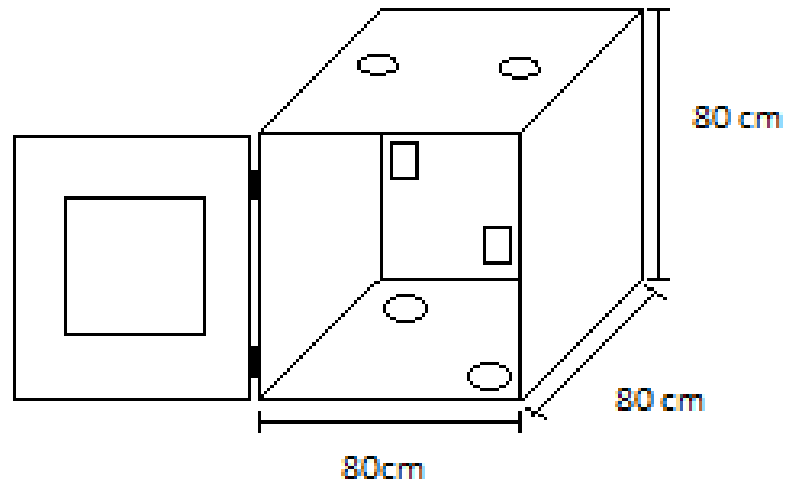


Figura 2. Exterior incubadora. Autoría propia

Por otra parte se diseñó una estructura para el movimiento de 35 a 45 grados del motor y así mismo la ubicación de los huevos en sus respectivas bandejas de incubación como se observa en la figura 3 y 4, es decir el volteo de huevos se controla a través del sistema mecánico y electrónico como se observa en la estructura.

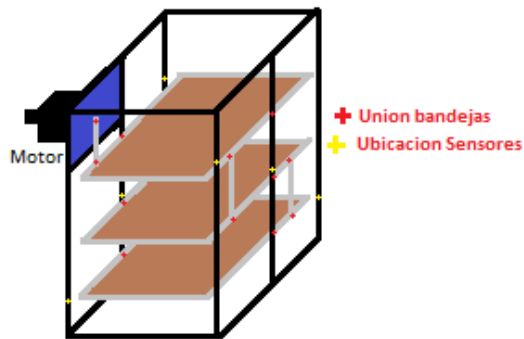


Figura 3. Estructura interna incubadora. Autoría propia

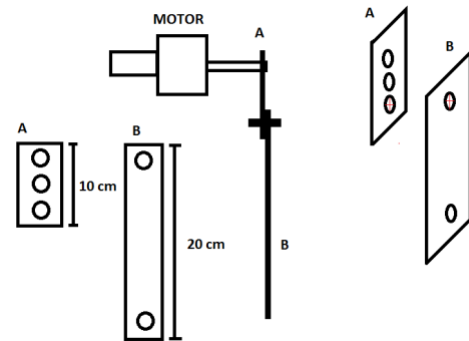


Figura 4. Sistema de volteo huevos. Autoría propia

Por último la ubicación de las resistencias, ventiladores de distribución y la válvula de agua se observa en la figura 5 con el objetivo de obtener la mejor distribución de temperatura y humedad como fuera posible al interior de la incubadora.

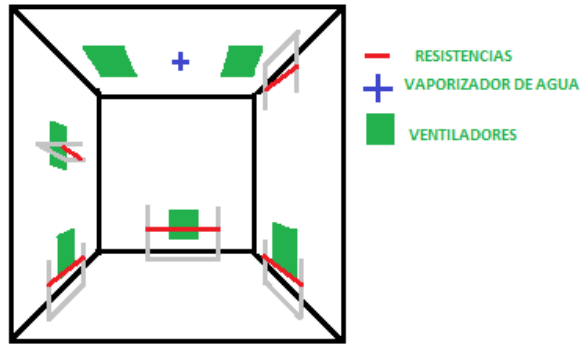


Figura 5. Interior de la Incubadora. Autoría Propia

### 3.4. Sensores

Se utilizaron sensores digitales de humedad y temperatura DHT22 los cuales fueron distribuidos al interior de la incubadora como se observa en la figura 3. El DHT22 utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no hay pines de entrada analógica). Requiere una sincronización para tomar datos, ya que sólo se puede obtener nuevos datos una vez cada 2 segundos. Su rango de alimentación se encuentra entre los 3.3v y 5v tiene un rango de medición entre los  $-40^{\circ}\text{C}$  a los  $80^{\circ}\text{C}$ . Posee una precisión de temperatura del  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y una resolución del  $0.1^{\circ}\text{C}$ . En lo referente a la humedad posee un rango de 0 a 100% con una resolución de 0.1% y una precisión del  $\pm 2\%$  [12].



Figura 6. Sensor de temperatura DHT22 [13]

### 3.5. Control

En la etapa de control los valores medidos por los sensores llegan a un microcontrolador PIC 18f4550, el cual se encarga de interpretar los datos para saber si se encuentra en la temperatura y humedad adecuada para la incubación, en dado caso se alterarse dichos valores se procederá a dar órdenes a los distintos actuadores usados al interior de la incubadora. El microcontrolador por tanto envía pulsos de activación o desactivación, realizando un control ON-OFF del sistema, además se encarga de una visualización a través de una LCD y una transmisión de datos por el protocolo serial RS232. Los valores de incubación pueden ser regulados y elegidos por el usuario a través de un teclado matricial 4x4 ubicado en la incubadora.

### 3.6. Etapa de potencia

Se diseñaron circuitos para la conmutación de las señales entregadas por el PIC 18F4550 ya que este entrega 5VDC pero se necesitan al menos 12VDC para la activación de relés, así mismo se garantiza la protección del microcontrolador contra corrientes parasitas los cuales entregarán el pulso a los actuadores; a continuación en la figura 7 se observa el circuito utilizado para lograr la activación de los actuadores en la incubadora.

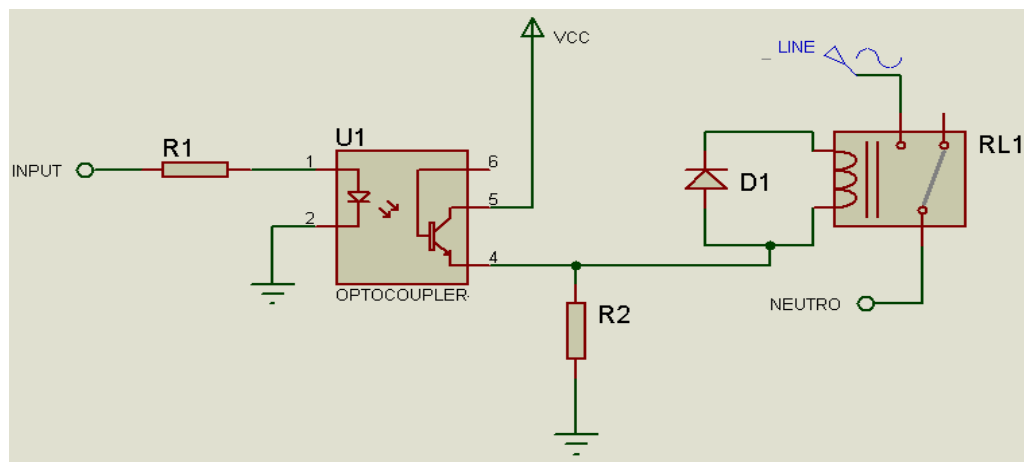


Figura 7. Circuito de protección y activación de relés. Autoría Propia

### 3.7. Alimentación Del Sistema

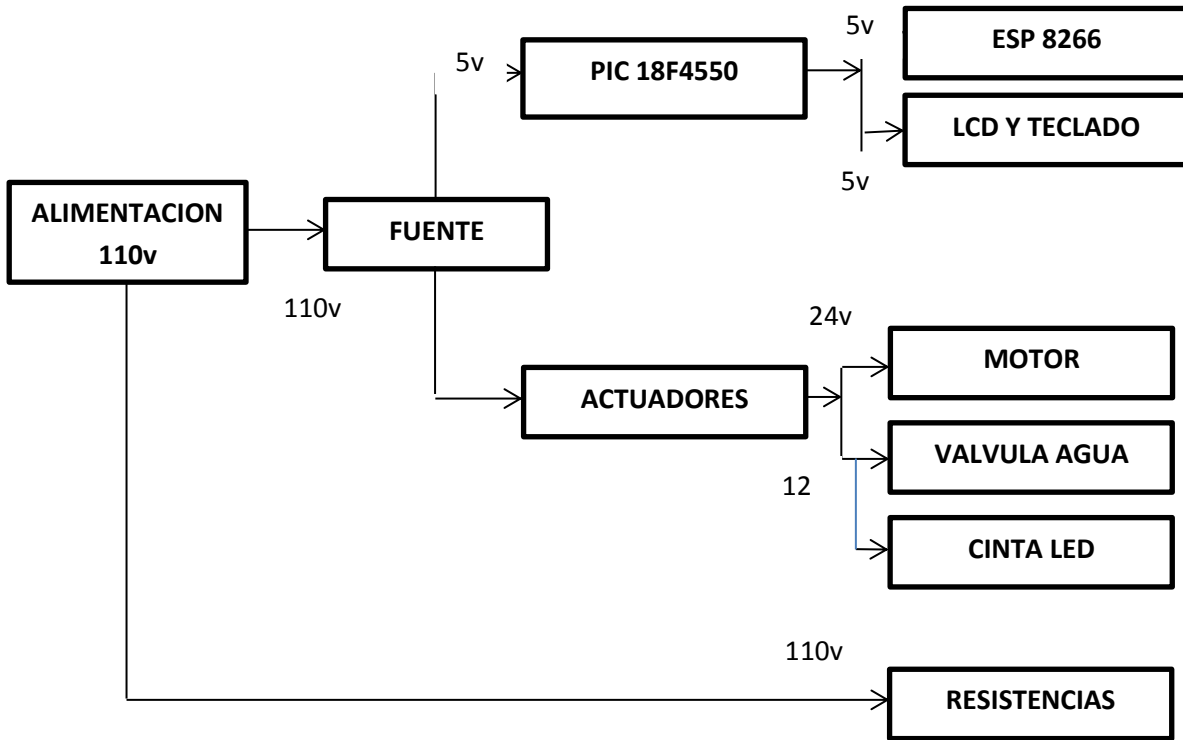


Figura 8. Alimentación del sistema. Autoría Propia

En la figura 8 se observa la distribución de energía en el sistema. Para obtener estos voltajes se realizó un circuito básico para la distribución de energía a través de un transformador de 120VAC a 12VAC de tap central es decir 24VAC línea a línea y donde tras utilizar un puente de diodos para rectificar dicha señal pasa a un condensador que sirve de filtro y posteriormente a los respectivos reguladores de voltaje se obtuvieron dichos voltajes, a continuación un esquema del circuito utilizado en algunas de las fuentes ya que en el motor no es necesario ubicar un condensador ya que el bobinado interno nos genera el filtro para convertir esta señal alterna de 24VAC en 24VDC

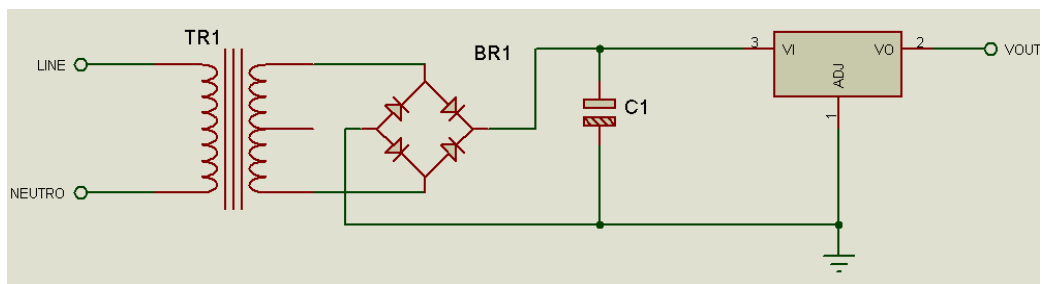


Figura 9. Circuito Básico para fuente DC. Autoría Propia



### 3.8. TRANSMISION DE DATOS

El microcontrolador realiza una primera etapa de envío de datos a través del protocolo serial RS232, donde envía temperatura, humedad, día de incubación, movimientos del motor en el día, estado de la cinta led de iluminación para así ser recibidos por el módulo ESP-8266 MCU, el cual se configura como servidor para subir dichos datos en tiempo real a la plataforma conocida como FIREBASE, siendo esta última una interfaz para el desarrollo de aplicaciones entre las que se usó las bases de datos y la autenticación web a través de los servicios de Google, en el siguiente diagrama observamos el bloque funcional de la transmisión de datos.

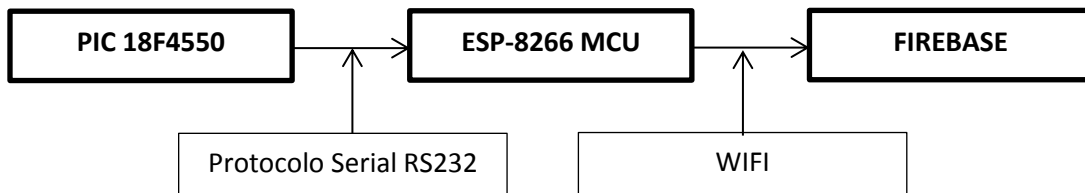


Figura 10. Diagrama de Transmisión de datos. Autoría Propia

### 3.9. APLICACIÓN ANDROID

Al utilizar los servicios de autenticación web y bases de datos de FIREBASE, se diseñó y desarrollo una aplicativo andriod para dispositivos Smartphone con sistema operativo 5.0 o superior en donde se generó en primera instancia una vista previa del acceso de la aplicación en donde se solicita el ingreso de un correo y contraseña registrado como se observa en la figura 11, posteriormente al ingresar a la aplicación se obtiene una nueva vista en donde se realiza la respectiva visualización de los datos subidos en la plataforma o DATABASE FIREBASE como se observa en la figura 12.



Figura 11. Aplicación Android inicio. Autoría propia

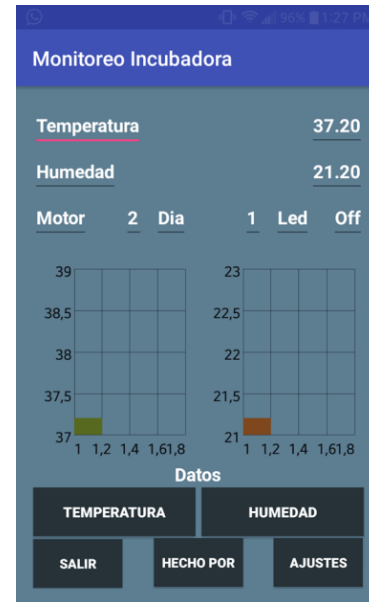


Figura 12. Aplicación Android datos. Autoría propia

#### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

En las pruebas realizadas se verificó el funcionamiento del microcontrolador operando durante los 18 días de incubación continuos y a temperatura de constante, esto gracias a que en la programación se optó por activar el modo WATCHDOG TIMER, debido a que el microcontrador no posee la capacidad para mantenerse encendido sin problema alguno, debido a esto se almacenaron los valores configurados anteriormente en la memoria EEPROM del microcontrolador así al ser reiniciado por el WATCHDOG TIMER el microcontrolador retoma los valores nuevamente sin generar problema alguno en la incubación.

Por otra parte se verificó el error de los sensores a través de un medidor de Temperatura y Humedad Relativa solicitado en los laboratorios de la universidad en donde se obtuvo un error de aproximadamente 0.5% a 1% en todos los sensores. En el control de la humedad relativa se usó el nebulizador netafim el cual nos proporcionó una buena alternativa para aumentar la humedad en el ambiente, no obstante se evidencia un gran gasto de agua potable y problemas en mantener la temperatura, ya que al humedecer el interior de la incubadora ocurre un fenómeno de sedimentación y goteo el cual variaciones pequeñas en la temperatura.

En la visualización a través de la LCD y la aplicación android se obtuvieron buenos resultados ya que la velocidad de subida oscila entre los 3 y 4 segundos esto debido primeramente a que el sensor usado nos genera un retardo de aproximadamente 2 segundos en su actualización de datos y lo restante en el flujo de datos hacia FIREBASE, la aplicación android ademse se diseñó específicamente para dispositivos android superiores a 5.0 y específicamente para monitoreo y observación del comportamiento del sistema, permite el registro de cualquier persona a través de un correo y contraseña, y restablecer esta última en caso de pérdida o de olvidarla; como a dicha aplicación accede cualquier persona se optó por dejar una interfaz usuario maquina solo a través del teclado matricial 4x4 instalado incubadora, en donde se puede decidir el tiempo límite en días, el número de veces en que el motor gira, la temperatura y humedad con un error de alrededor del 0.5% al 1% ya que al ser un control ON-OFF no regula de forma óptima el control de los actuadores usados por último se implementaron protecciones para el microcontrolador y los actuadores en dado caso de una falla eléctrica no afecten el dispositivo.

## **5. CONCLUSIONES**

- La implementación de sensores más veloces para la medición de temperatura y humedad podría hacer que la velocidad de subida mejorara, no obstante hay que recalcar que los cambios en temperatura y humedad generalmente no son bruscos y por tanto hay un tiempo muerto en el que se puede responder de forma óptima en la activación de los actuadores
- Se debe de buscar una forma más eficiente para el control de la humedad relativa en el ambiente, más que en el control, optar por buscar un actuador que nos brinde una mejor solución a este problema ya que el gasto de agua no es muy bueno para el medio ambiente
- De ser necesario se puede cambiar la estructura externa de la incubadora por una más liviana ya que el peso de la incubadora es de alrededor de 30 kg o más lo que dificulta el transporte de la misma.
- La implementación de un tanque de oxígeno o un actuador que brinde un aire optimo aparte de los ventiladores brindaría un incremento en el porcentaje de éxito de la incubadora

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J. P. Marqués and F. M. D. Boluda, "Incubadora con pic16f877," 2005.
- [2] R. V. C. O. Rodriguez A. Wendy V, "Control Remoto via Internet de un Proceso Industrial," 2006.
- [3] G. Villanueva, M. René, M. Elena, C. Osorio, G. C. Nubia, D. Ocampo, M. Ángel, D. Valle, S. Benigno, P. J. Sebastian, Z. N. Centro, and C. Mor, "Automatización de una Incubadora Solar," pp. 151–156, 2007.
- [4] V. C. F. J. Jimenez Rueda A. Jairo, "Modelo Funcional de una Incubadora de huevos para la Industria Avicola," 2008.
- [5] J. César, P. Castro, L. Gabriel, M. Collazos, J. Antonio, and M. Peña, "Sistema Prototipo para la Incubacion Artificial de Aves Mediante Logica Difusa," vol. 4, no. 1, 2011.
- [6] Massi A. Alexandra. G. Solís R. Viviana L. Análisis Financiero de la producción de huevos de codorniz para la diversificación de exportaciones no tradicionales. Instituto de ciencias humanísticas y económicas. Guayaquil. Ecuador. [Online]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3646/1/6173.pdf>
- [7] Nutreco. Crianza y aprovechamiento de la codorniz. [Online] <https://mguadalpjm.files.wordpress.com/2014/11/manejo-codorniz-2.pdf>
- [8] Ramos Vilchis Gerardo. Crianza Y Explotación de la Codorniz. Universidad Autónoma Agraria Antonino Narro. Noviembre 2008.Mexico[Online] <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6073/T16941%20VILCHIS%20RAMOS,%20GERARDO%20%20MONOG..pdf?sequence=1>
- [9] Cordero Salas Rodney Orlando CODORNICES. Ed Fiorella Monge Lezcano. [Online]. [http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/manejo\\_animales\\_granja/documentos/modulo\\_codorniz.pdf](http://repositorio.uned.ac.cr/multimedias/manejo_animales_granja/documentos/modulo_codorniz.pdf)
- [10] LA CRÍA DE CODORNICES, RODRIGO EFRÉN VÁSQUEZ ROMERO HUGO HUMBERTO BALLESTEROS CHAVARRO. PRODUMEDIOS. junio de 2007 Bogotá, DC, Colombia [online] <http://www.agroindustriasladespensa.com/files/files/CodornicesNo1.pdf>
- [11] Castillo Torres Roberto Carlos LA CODORNIZ Universidad de Matanzas."Camilo Cienfuegos". CD de Monografías 2008. [Online] <http://monografias.umcc.cu/monos/2008/Agronomia/m089.pdf>.
- [12] SainSmart DHT22/AM2302 Digital Temperature Humidity Measurement Sensor Module 3D Printing, Arduino, Robotics | Sainsmart. [Online]. Available:

<http://www.sainsmart.com/sainsmart-dht22-am2302-digital-temperature-humidity-measurement-sensor-module.html>.

[13] DHT22. Images Sigma Electronica.[Online].  
<http://www.sigmaelectronica.net/images/DHT22b.jpg>

## 7. ANEXOS



Figura 13. Nebulizador del agua para el control de humedad.

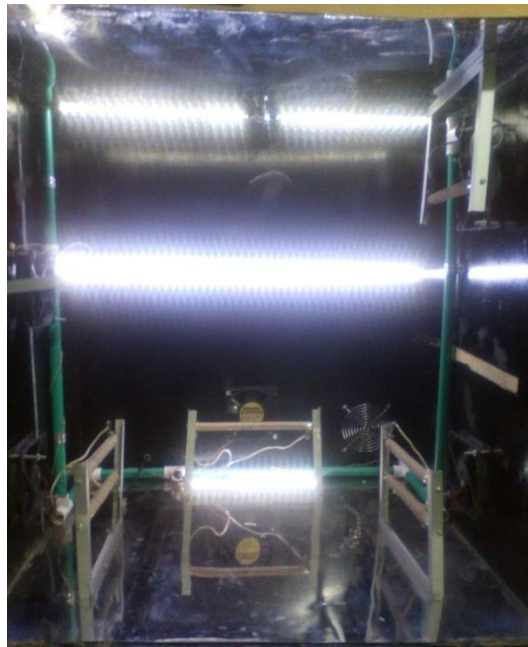


Figura 11. Incubadora sin base de huevos, distribución de las resistencias y ventiladores.



Figura 15. Tubería eléctrica de los respectivos actuadores.



Figura 16. Base y bandejas de los huevos, con su respectiva ubicación de los sensores de humedad y temperatura.



Figura 17. Vista de la incubadora al abrirla.