

# Desarrollo de una Incubadora Automatizada de Bajo Costo

3 de diciembre de 2010

Gustavo Benjamín Lara Salas  
totopxn@gmail.com

Luis Fernando Reséndiz González  
luis\_fernando\_resendiz@yahoo.com.mx

José Manuel Oxe Kumul  
josman.xt@gmail.com

Mario Edgar Marín Montoya  
marin\_mario@hotmail.com

Universidad Del Caribe  
Cancun Quitana Roo

## Resumen

En la siguiente investigación se plantea una propuesta para poder automatizar el proceso de incubación artificial de huevos mediante el monitoreo y control de los elementos básicos que conllevan una incubación natural, los elementos principales a controlar son: la temperatura, la humedad y la rotación de los huevos. Para poder solucionar la propuesta se utilizara un microcontrolador PIC16F877, un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un motor paso a paso. También se propone una estructura ideal para la incubación artificial.

# 1. Introducción

En la actualidad uno de los sectores que se dedica a la producción avícola se ven a la necesidad de esperar el proceso natural que lleva a la reproducción de las aves, por lo cual lleva un periodo muy largo y rebasa las demandas del producto, otra alternativa que tienen es el de adquirir un aparato capaz de automatizar el proceso que conlleva la producción de aves, pero al momento de adquirir estos aparatos eleva el costo de producción y en algunos casos no logra automatizar el proceso en un 100 %, el proyecto que se plantea a continuación pretende automatizar completamente el proceso de producción de aves.

Esto se lograra en base a un sistema embebido que trabaja en tiempo real para poder monitorear el proceso de incubación, para el monitoreo del proceso de incubacion de debera medir la temperatura, la humedad y la rotacion de los huevos, por otra parte los materiales para la elaboración del prototipo se pueden adquirir de forma sencilla.

El estado original de condiciones en el que se encuentra el problema de investigación, es que las incubadoras en el mercado actual aunque han bajado sus precios en los últimos años (esto se puede comprobar en ciertas páginas de comercio en la internet), aun no logran abarcar a todas aquellas personas que podrías ser sus usuarios potenciales. Es decir, existen todavía ciertos segmentos que no tienen la solvencia económica para poder costear un artefacto de este tipo. Son todas aquellas personas en las que de alguna u otra forma tienen relación sea activa o indirecta con la producción avícola, pero por las condiciones en las cuales se encuentran ya sea geográficas, económicas, sociales no pueden financiar una incubadora.

Actualmente, los sistemas embebidos juegan un factor importante en cada aspecto de nuestra vida cotidiana. Se encuentran presentes en casi cualquier ámbito, desde el control de un simple horno de microondas hasta el control del consumo de gasolina de un automóvil. Puesto que los sistemas embebidos son un sistema informático de menor alcance ya que su uso es más bien especializado a una tarea en particular, resultan ser económicos.

Por lo tanto, mezclando el bajo costo que cuesta crear un sistema embebido y la necesidad que surge de crear una incubadora de bajo costo, es ideal la creación de una incubadora para la cría de aves en el que su funcionamiento este controlado por un sistema embebido.

En el siguiente artículo se desarrollara el proyecto con las las soluciones que se llevaron acabo para cada uno de los modulos del proyecto, ademas se daran a conocer los resultados obtenidos y las conclusiones del proyecto.

## 2. Proceso de Incubación

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

El huevo sometido al calor propio de la incubación, que se desarrolla en torno a los  $37,7^{\circ}\text{C}$ , adquiere vida y se convierte en embrión; éste va creciendo, y lo que en un principio era un pequeño punto insignificante va adquiriendo forma; el embrión se va nutriendo de las sustancias que contiene la yema; a medida que el futuro ser va creciendo, va extendiéndose primero por la yema, y después por la clara hasta abarcar la totalidad del interior. Una vez formado el polluelo, sirviéndose del diamante (minúscula protuberancia córnea situada en el extremo de la mandíbula superior) rompe el cascarón. A los pocos días de la eclosión desaparece el diamante.

Antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación. De esta manera, evitaremos variaciones bruscas

de temperatura y que el vapor de agua se condense en la cáscara, taponando los poros.

Preincubación de Huevos: Los huevos se pueden preincubar para aumentar el porcentaje de incubabilidad . Se someten a una temperatura de 38°C durante 2 horas, y después se enfrían a temperatura ambiente antes de colocarlos en las incubadoras.

### 3. Propuesta

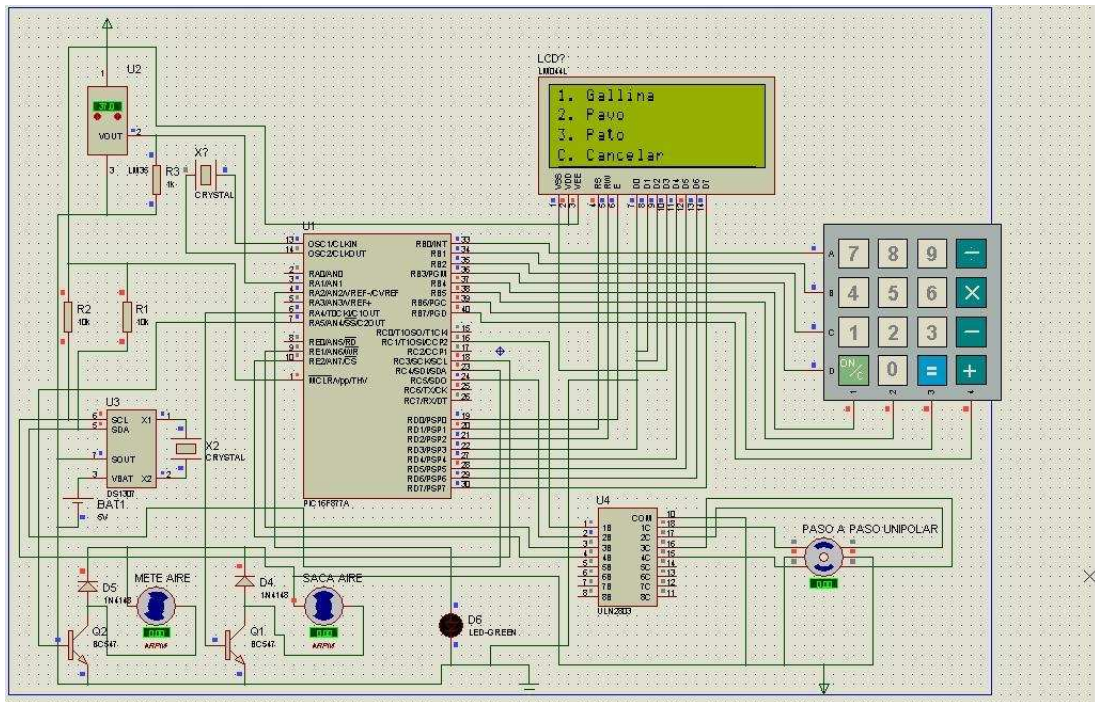


Figura 1: Propuesta general del proyecto.

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

Para poder crear una incubadora capaz de automatizar el proceso de incubación de huevos y aumentar el proceso de eclosión de huevos es necesario

considerar los puntos mas importantes que conllevan la incubacion tales como: La temperatura, la humedad y el volteo. Acontinuación se explican el proceso de controlar dichos elementos.

### **3.1. Microcontrolador PIC16F877**

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).[1]

Durante el proyecto se utilizara un microcontrolador PIC16f877[1] que nos va a poder permitir, mediante una programación, monitorear los datos en tiempo real. Esto nos permitira mejorar el desempeño de la incubadora y asi aumentar el porcentaje de eclosión.

El proceso general que se manejara es el siguiente: mediante el PIC16F877 se monitorea la temperatura que nos proporciona el sensor de temperatura LM35 y mediante un foco podemos aumentar o disminuir la temperatura según sea el caso. Para el caso de la humedad usamos un sensor de humedad del modelo HMZ-433A1[4], por último para el volteo automatizado de los huevos usamos un motor a paso del modelo 55SPM25[5].

### **3.2. La 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 . La temperatura de las incubadoras se enmarca entre 37 y 38°C 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.

Para poder monitorear la temperatura se utilizara un sensor de temperatura del modelo LM35, este sensor de temperatura es de los más económicos en el mercado, su costo varía entre los \$ 35.00, dicho sensor nos proporciona las temperaturas de manera analógica por lo cual se debe de implementar una rutina en el microcontrolador PIC 16F877 el cual deberá ser capaz de convertir la temperatura analógica a digital para facilitar el manejo. Una

vez obtenida la temperatura se procede a comparar las temperaturas. Si la temperatura obtenida es menor a la permitida se procede a activar el foco que nos permitirá aumentar la temperatura.

Las consecuencias de no monitorear la temperatura de una manera correcta pueden ser las siguientes: si es mayor de la permitida puede adelantar el desarrollo de los embriones. Hay gran mortalidad a partir del día 18. Cuando la temperatura rebasa los 40°C aumenta de manera considerable el porcentaje de mortalidad. En caso de que la temperatura se encuentre por debajo de los estándares se retrasa el desarrollo de los embriones y hay una pérdida de embriones en los días 3 y 4.

Por su parte Jones 1991 concluyó que la elevada temperatura ambiental y prolongados periodos de exposición, antes de ser incubados, sobre todo, temperaturas superiores a 40°C por más de 12 horas, matan al embrión.[17]

### **3.3. La 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.

De los huevos se evapora agua durante la incubación, más o menos en función de la etapa de incubación.

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 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.

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. Por tanto en los últimos días de incubación, cuando las reservas de agua en el huevo han sido agotadas, es necesario elevar la humedad relativa del aire en el gabinete a fin de evitar el desecamiento de las membranas de la cáscara y del plumón de los pollitos en fase de eclosión.

Para poder automatizar el proceso del control de la humedad usaremos un sensor de humedad HMZ-433A1[4] que nos permitira monitorear la humedad y para poder manipular dicha humedad se instalara una bandeja de agua en la parte inferior y dos ventiladores, en el momento que la humedad sea menor a la permitida un ventilador inicia la introducción de aire el cual permitira la circulación de aire y de la evaporación de agua el cual nos producira humedad. En caso contrario si la humedad es demasiada se encendera el segundo ventilador el cual realizara la tarea de extracción de aire y disminuira la humedad.

Las consecuencias que produce el aumento no controlado de la humedad puede producir que a la hora de la eclosión los pollitos esten blandos y débiles, en caso de que la humedad sea menor los pollitos pueden estar adheridos a la cáscara.

### **3.4. Rotación**

En la incubación natural, las aves voltean los huevos que incuban con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos. El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación.

El huevo, como se ha explicado antes, pierde agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de desecamiento. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. La frecuencia de volteo óptima es de una vez cada 1 ó 2 horas. El giro debe alcanzar los 90 grados.

Para poder automatizar el proceso de rotación se programa en el micro-controlador el encendido y el apagado del motor paso a paso del modelo 55SPM25[5], el cual esta programado para que cada 2 horas de una rotación de 90 grados de los huevos.



## 4. Resultados Obtenidos

Al finalizar el proyecto se obtuvieron los resultados que se esperaban y los objetivos planteados al inicio del proyecto. El principal punto es que no se rebasaría el presupuesto de \$2000.00 en materiales. En cuanto al sistema, en general se inicio la primera fase con la programación del microcontrolador y para probar la funcionalidad se realizaron simulaciones los cuales funcionaban en un 100 % posteriormente se procedió a la adquisición de los materiales físicos y a realizar las conexiones necesarias y funcionaron correctamente, la tercera fase la cual consiste en realizar pruebas al sistema no se completaron por falta de tiempo .



Figura 2: Base del prototipo.



Figura 3: Cobertura del prototipo.

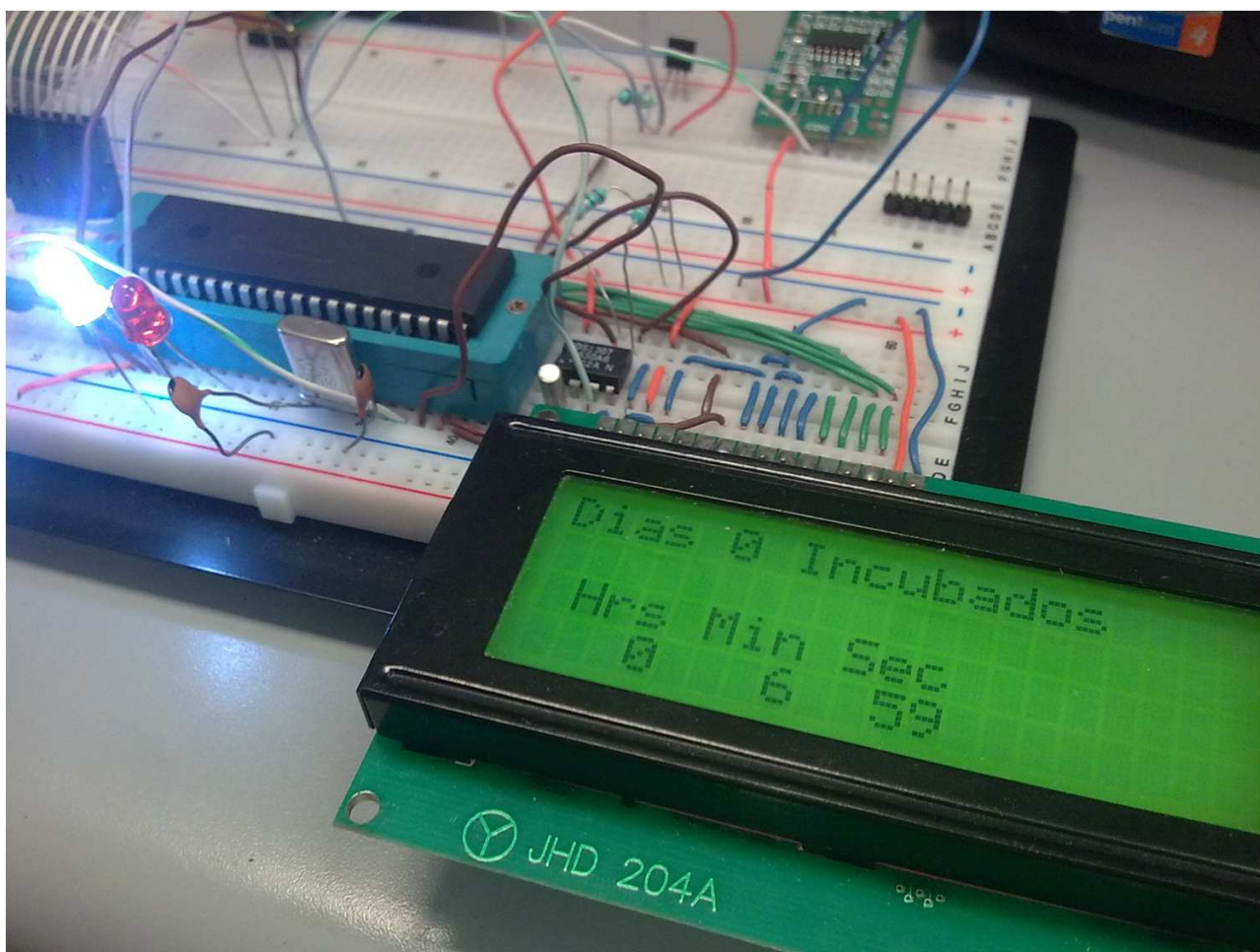


Figura 4: Prototipo Funcional.

## 5. Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto se pudieron llevar a cabo la aplicación de temas vistos en diferentes materias, la parte más interesante del proyecto es la automatización de la incubación artificial y el control de los ambientes naturales y también se estudia la posibilidad de incluir energías alternativas, como son la integración de una celda solar para así poder crear un proyecto que se pueda implementar en la comunidades rurales en las cuales tengan problemas de energía eléctrica.

## Referencias

- [1] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>
- [2] [http://intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia\\_incubacion.pdf](http://intercentres.cult.gva.es/intercentres/03000710/guia_incubacion.pdf)
- [3] [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_avicola/22-patologia\\_de\\_la\\_incubacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_avicola/22-patologia_de_la_incubacion.pdf)
- [4] <http://www.fenghua.com/pdf/humidsensor/HMZ-433A1.pdf>
- [5] <http://www.compucanjes.com/manuales/55SPM25D7.pdf>
- [6] <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/bpa/normtec/Aves/2.pdf>
- [7] <http://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/201011pg14>
- [8] <http://www.cime.es/ca/ceca/35.pdf>
- [9] [http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Hatchery\\_Guide\\_Spanish\\_2008.pdf](http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Hatchery_Guide_Spanish_2008.pdf)
- [10] <http://www.gallinaspuras.com/guia-de-incubacion/>
- [11] [http://www.pasreform.com/downloads/spanish/incubation\\_guide/Example\\_Incubation\\_Guide\\_Broiler\\_Spanish.pdf](http://www.pasreform.com/downloads/spanish/incubation_guide/Example_Incubation_Guide_Broiler_Spanish.pdf)
- [12] M. Pampin, Analisis de la puesta por edades de las gallinas ponedoras, Revista cubana de ciencia. Aví. 1981. 8:17
- [13] Nancy Hidalgo Dittel (2009). Guía avícola: Instrumento de gestión ambiental. San José, Costa Rica: UICN.100pp.
- [14] E. Tandron. Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la incubabilidad, el peso del huevo y los pesos del pollo al nacer y al finalizar la ceba. Revista cubana de ciencia. Aví. 1987. 14:45
- [15] M. Pampin. Influencia de la temperatura sobre la puesta, el consumo de pienso y las bajas de por mortalidad y selección de las gallinas ponedoras.Revista cubana de ciencia. Aví. 1981. 8:31
- [16] MP Jerez Salas. Indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México.

- [17] A Juarez Carat Achea. Incubación del huevo de gallina criolla en las condiciones ambientales del tropico seco. Revista cubana de ciencia. Avícola. 1996. 20:59.
- [18] Amelotti, I., Martella, M.B. y Navarro, J.L.. Difiere la probabilidad de ecloción de los huevos de ñandú (Rhea Americana) según su ubicación dentro de la incubadora. Revista Argentina de Producción Animal 27: 41-46 2007
- [19] Edith, Aguado y R. Sarda. Cambios que experimentan los huevos y posición optima para el almacenamiento prolongado. Revista Cubana de Ciencia Avícola. 1990, 17:79.
- [20] R. Sardá y A. Vidal. Resultados de la incubación de huevos con diferentes días de almacenamiento. Revista Cubana de Ciencia Avícola, 2008, 32:2.