

Programación y Control de Circuitos de una Incubadora de Huevos de Gallina mediante una Plataforma de Código Abierto

Programming and Control Circuits of a chicken egg incubator through open source platform

Leobardo Santiago Paz

Universidad de la Sierra Juárez

lsp@juppa.unsj.edu.mx

Armando Ronquillo Jorge

Universidad de la Sierra Juárez

Resumen

El presente proyecto consiste en el montaje de una incubadora para huevos de gallina a partir de algunos elementos reciclados y otros de bajo costo; en donde los parámetros eficientes de operación como la humedad, la temperatura y el movimiento son controlados de manera autónoma por una unidad de control de código abierto: la placa Arduino DUE.

Abstract

This project involves the installation of an incubator for chicken eggs from some recycled materials and other inexpensive; where efficient operating parameters such as humidity, temperature and movement are controlled independently by a control unit Open Source: Arduino DUE.

Palabras clave / key words: Arduino, Control Automático, Incubadora Artificial. / Arduino, Automatic Control, Artificial Incubator.

1. Introducción

En nuestro país, la industria avícola es la actividad pecuaria más dinámica del país y es un sector importante en ámbito agroalimentario, ya que de cada 10 kilos de proteína animal ofertada en el mercado, 6 corresponden a alimentos avícolas como pollo y huevo (Avicultores, 2014). Lo que favorece que el huevo sea un producto básico en la dieta de la gran mayoría de los mexicanos ya que es un alimento de fácil digestión y componente esencial de variados platillos.

La producción nacional de huevo se compone de 3 estratos, el tecnificado, el semi-tecnificado y el de traspatio o autoabastecimiento, ese último aporta el 5% de la producción total y se practica mayoritariamente en las zonas marginadas del país (Agropecuaria, Centro de Estadística, 2000). Esto da la pauta para pensar que si se alienta el sistema de producción de traspatio entre los consumidores de huevo no sólo en zonas rurales, será posible, el autoabastecimiento además de una independencia a los precios dominantes del mercado.

2. Planteamiento del Problema

El encarecimiento de los productos básicos es una problemática constante que se ha presentado en los últimos años en nuestro país. Uno de los productos en donde se ha resentido de manera notoria el incremento de precios es el huevo. México es el quinto productor de huevo a nivel mundial con 108 millones de cajas anuales, lo que teóricamente garantiza el abasto y precios razonables en el interior del país; En 2012 un brote de gripe aviar en algunas granjas del Estado de Jalisco, entidad en donde se concentra el 55% de la producción nacional de huevo, el virus AH7N7 ocasionó la escasez del producto y un incremento en el precio del kilogramo de huevo, pasando de \$15.00 a \$54.00; aumento de más del 100% (Expansión, 2012). En los siguientes meses del brote de gripe aviar el consumo de huevo en las familias mexicanas fue decayendo, debido a la continuidad en la alza de precios y al desabasto que se logró medianamente estabilizar hasta diciembre de 2012 (Universal, 2013).

Este proyecto consiste en el diseño y montaje de una incubadora de bajo costo, como una propuesta de solución para hacer frente a los altos precios en el mercado, mediante la producción y autoabastecimiento de pollos y huevos en el entorno doméstico y poder satisfacer la demanda alimentaria de poblaciones vulnerables.

3. Objetivos

Replicar un proceso natural, como lo es la incubación de huevos de gallina, mediante materiales reciclados o de bajo costo y tecnologías recientes de código abierto para montar una incubadora artificial que ofrezca las condiciones necesarias para la eclosión exitosa de los huevos; y que pueda ser replicada fácilmente por la población interesada en la producción doméstica de aves y sus derivados.

4. Marco Teórico

El proceso de incubación

La incubación es el proceso mediante el cual un embrión de gallina doméstica se desarrolla y se convierte en polluelo, y en ella se garantiza a los huevos, la temperatura, la ventilación y la humedad necesaria para que se desarrolle normalmente hasta culminar con la eclosión o salida del pollito del huevo. En principio, para que la eclosión de los huevos de gallina sea exitosa, es necesario que los huevos estén fecundados por un gallo. Los huevos que encontramos en tiendas o almacenes no están fertilizados y no llegarán a eclosionar nunca. Si el huevo es fecundado, comienza el desarrollo de las primeras células, que se detiene hasta que el huevo sale de la gallina (postura); y si las condiciones del medio son las adecuadas para la incubación, este proceso se reinicia.

En la incubación natural, este proceso continúa una vez que la gallina ha colocado un número determinado de huevos, de acuerdo a su especie; entra en estado de cloquez, en donde no produce más huevos debido a un bloqueo hormonal que rige este proceso y permanece incubando los huevos hasta el nacimiento de los polluelos. Este período de incubación dura aproximadamente 21 días.

Parámetros de Incubación Artificial

Los cambios que se manifiestan en el huevo durante la incubación evidentemente están regidos por leyes naturales, pero mediante la observación, se han determinado que estos cambios se producen solamente bajo niveles específicos de: Temperatura, Humedad, Posiciones del huevo, Ventilación (Murillo, s.f.) (Brinsea Products LTD).

Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación se logra mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura óptima de incubación se encuentra en el rango de 37 y 38°C. De ser la temperatura menor de 35° o mayor a 40°C los embriones mueren. El nivel óptimo de temperatura a aplicar depende de: el tipo de incubadora, la calidad y el tamaño de los huevos, la edad de los embriones; así como de la especie.

Humedad

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente (deshidratación), lo que expone al embrión en sus primeros días a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede irremediablemente provoca su muerte. La humedad relativa ideal de incubación es de 50 a 55% para huevos blancos y de 55 a 60% para los huevos de color café; que también variarán en función del tamaño de los huevos.

El humedecimiento del aire en las incubadoras artificiales se produce con ayuda de la aspersión de agua, esta se evapora y se disemina por todas las zonas del dispositivo de incubación. El régimen recomendado de humedad ha de disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. Al final del proceso de incubación, se hace necesario elevar la humedad a 75 - 80% para huevos blancos y de 80 a 85% para huevos color café, para reblandecer las membranas de la cáscara y facilitar la salida a los polluelos.

Movimientos

El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. En la incubación natural, la gallina es quien voltea los huevos con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento. Este proceso tiene una gran influencia en el desarrollo, pues evita que los embriones se adhieran a las membranas del huevo.

Todos los huevos deben ser volteados 8 o más veces cada 24 horas, operación esencial durante las 2 primeras semanas de incubación. El éxito de incubación aumenta si se hace más de 8 veces diarias, pero si se voltean los huevos en una sola dirección, se provocará ruptura de vasos sanguíneos y de yemas, ocasionando una alta mortalidad de embriones.

Ventilación

La ventilación tiene tres funciones importantes: permitir la respiración del embrión, al mantener un mínimo de 21 a 22% de oxígeno en incubadoras; limitar el O₂ de la atmósfera en un nivel inferior de 0.5% y nunca rebasar el 1%, pues provocaría lento desarrollo embrionario; y repartir uniformemente la temperatura y humedad. La correcta circulación de aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento de: ventiladores, inyectores o extractores de aire, compuertas u orificios de entrada y salida, etc.

Incubadoras Artificiales

Existen diferentes tipos de incubadoras artificiales cuya clasificación varía según la característica de la incubadora:

I. De acuerdo a su finalidad crecimiento o reproducción de seres vivos, son las que se utilizan en neonatología (bebés prematuros), las de uso en microbiología (cultivo microbiológico) y las destinadas a la reproducción de especies ovíparas, incluyendo la producción comercial de huevos.

II. Por su funcionamiento manuales, semiautomáticas y automáticas.

III. Según el tipo de **ventilación**, se encuentran las incubadoras de ventilación estática y las de ventilación forzada.

IV. Debido al proceso para generar calor; a) por medio de aire y b) los que emplean agua. Ambos sistemas se usan extensamente; el tipo de agua tiene la ventaja que si por cualquier motivo se apaga la lámpara, la temperatura se mantendrá por algún tiempo; en cambio los aparatos de aire se calientan más rápidamente e igualmente pierden el calor.

Tarjeta de Hardware libre Arduino

La búsqueda de herramientas menos costosas para la enseñanza de la electrónica, motivó en 2003 a un grupo de docentes y alumnos en Italia a diseñar una placa de hardware asequible para las prácticas escolares. Arduino, es una plataforma de hardware en código abierto para personas que quiere hacer una introducción a la electrónica sin necesidad de tener conocimientos previos. Esta plataforma fue desarrollada inicialmente para que estudiantes en diseño industrial pudieran tener acceso a unos conocimientos cerrados a ellos hasta entonces. Cabe decir que todo el sistema de desarrollo, el software, los circuitos y la documentación son abiertos. Esto permite a cualquier persona reproducir el sistema y usarlo en beneficio propio. Una de las máximas de sus creadores es que la utilización de la placa Arduino, y el funcionamiento de la comunidad Arduino, contribuyen a la construcción colectiva del conocimiento, promoviendo la interdisciplinariedad, con el fin de que la tecnología se ponga al servicio de la creatividad, el juego, la experimentación y la invención, y ser adaptada a cualquier contexto en el que se requiera (Wikipedia, s.f.).

Hasta este punto podemos distinguir de las líneas previas dos elementos en esencia distintos, una problemática de tipo social, como lo es la carestía en un producto básico y una solución ingeniosa en tecnología, representada por una placa de hardware multipropósito. ¿Elementos distintos o complementarios? Para este proyecto tenemos la certeza de que son elementos complementarios, ya que

la tecnología puede ser la solución para mitigar problemas de primer orden de las personas más necesitadas y no sólo dirigirse a actividades mundanas o superficiales.

5. Diseño Metodológico

Para el desarrollo de este proyecto se siguió la metodología Rational Unified Process (RUP), el cual consta de cuatro fases: Inicio (define el alcance del proyecto), elaboración (definición análisis, diseño), construcción (implementación) y transición (fin del proyecto y puesta en producción), las cuales incluyen seis actividades de ingeniería y una de soporte (Ecured, 2015).

Ingeniería:

Modelado del negocio: Definición del problema.

Requerimientos: Definición de requerimientos.

Análisis y diseño: Diseño del sistema.

Implementación: Implementación de la lógica al realizar el programa.

Pruebas: En cada uno de los dispositivos a controlar (motores, sensores, visualizadores).

Despliegue: Distribución, instalación y uso.

Soporte:

Administración del proyecto: Planificación del proyecto.

Control de dispositivos

El control de los dispositivos se realiza por medio de la Arduino DUE, su construcción se basó en el Diagrama a bloques de la Figura 1. El cual muestra de manera general que los sensores se conectan en los pines de entrada (INPUT) de la tarjeta Arduino DUE y los actuadores en los pines de salida (OUTPUT), de la misma manera el LCD (Liquid Cristal Display).

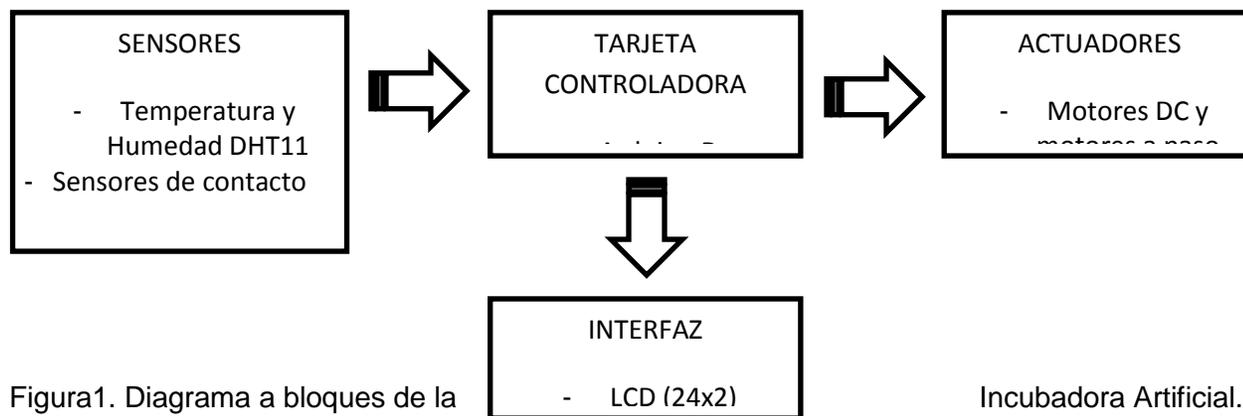


Figura1. Diagrama a bloques de la

Incubadora Artificial.

Material

Uno de los mayores propósitos de este proyecto es obtener un prototipo de muy bajo costo y durable, para que con el paso del tiempo la inversión en su construcción u operación sea rentable. Para la construcción de esta incubadora en particular, la compra de materiales no fue necesaria en la gran mayoría, sino que estaban disponibles a la mano o se encontraron en los desechos. Aun así se detalla en la siguiente lista de materiales indispensables para la construcción del prototipo y su precio actual (abril 2015) en el mercado.

1	Contenedor de Plástico	\$ 150.00
1	Placa Arduino DUE	\$ 300.00
4	Sensores de Temperatura y Humedad DHT11	\$ 19.00 c/u
2	Interruptores de contacto	\$ 8.00 c/u
1	Servomotor	\$ 85.00
1	Relevador	\$ 173.00
2	Bases para focos incandescentes	\$ 15.00 c/u

2	Focos incandescentes de 75 Watts	\$ 10.00 c/u
1	Resistencia/Calentador de agua	\$ 30.00
2	Ventiladores para PC	Reciclado
-	Cables de cobre UTP	Reciclado
1	Rejilla de madera	Fabricación casera

Costo estimado: \$ 880.00

Implementación electrónica

La conexión de los dispositivos electrónicos con la tarjeta principal Arduino Due se realizó de acuerdo al diseño proporcionado por el siguiente esquema Figura 2:

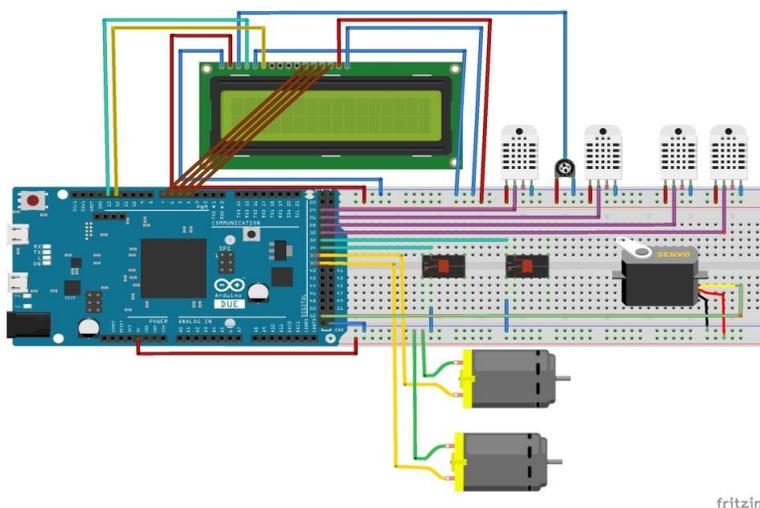


Figura 2. Esquema de conexión gráfico para el control automático de los parámetros de la incubadora artificial.

Funciones o características

Las características que presenta este prototipo son las determinadas por los 4 parámetros importantes de la incubación: Temperatura, Humedad, Movimientos y Ventilación.

El control de la Temperatura: El calor dentro del recipiente es proporcionado por 2 focos incandescentes y con los 4 sensores DHT11 ubicados al nivel de la charola de movimiento se obtiene un promedio de temperatura. En caso de un incremento de la temperatura, se apaga un foco de manera alternada, y se acciona el ventilador para ayudar a disminuir la temperatura. En el caso contrario, de un descenso de temperatura, los 2 focos encendidos son requeridos y el ventilador deja de funcionar. La temperatura oscila entre los 37° y 38°.

El control de la Humedad: Se construyó un humidificador a partir de un recipiente, que básicamente es una resistencia para calentar agua y un ventilador de PC. Con los 4 sensores DHT11 se obtiene el promedio de humedad dentro del recipiente, si la humedad está en un valor bajo se activa el humidificador, es decir la resistencia calienta el agua y el ventilador canaliza las partículas de agua al interior del recipiente. Si la humedad excede los parámetros óptimos, el humidificador se desactiva y se enciende el ventilador para dispersar las partículas de agua. Se estableció entre un 55% y 57% de Humedad.

El control de los Movimientos: Es gracias a un servomotor y unos cables unidos a la rejilla. En los momentos indicados se activa el servomotor con el giro en una dirección, esto desplaza a la rejilla hasta uno de los topes, al hacer contacto con el interruptor el giro del servomotor cambia de dirección lo que desplaza a la rejilla al otro tope. Los movimientos se realizan cada 4 hrs.

El control de la Ventilación: La introducción de aire fresco al contenedor es mediante un ventilador de PC, que se activa como respuesta al incremento de temperatura o al exceso de humedad.

Todas las lecturas de los datos, así como las acciones de los dispositivos son gobernadas por la placa de control Arduino DUE, mediante un código constituido por instrucciones ad-hoc al problema.

Programación

Para realizar el control automático de cada uno de los parámetros de la Incubadora artificial se desarrolló el programa en el entorno de desarrollo de Arduino, que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa. Una vez cargado el programa, la placa controla los componentes electrónicos. Se siguió el esquema que se presenta a continuación Figura 3.

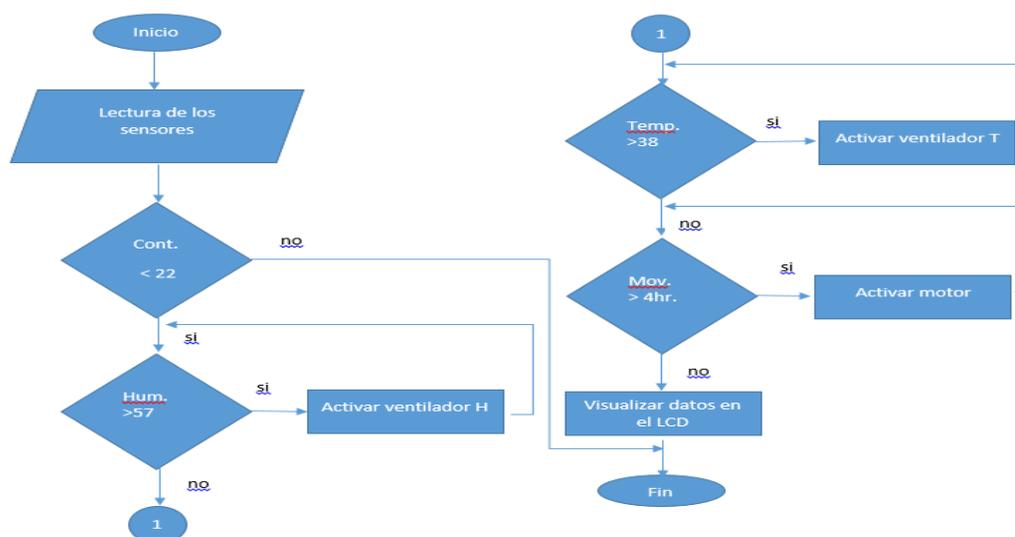


Figura 3. Esquema general para el control de parámetros de la Incubadora Artificial.

6. Conclusión

Con la tecnología de código abierto disponible y un poco de creatividad es posible crear soluciones a problemas de primera necesidad, como es en este caso la construcción de una incubadora de huevos a pequeña escala que satisface la demanda alimentaria de familias de escasos recursos. Hemos probado que la construcción es totalmente rentable en comparación con las de diseño comercial.

Así también uno de los objetivos que se han cumplido, es en la sencillez de su construcción, de manera que pueda ser replicado por cualquier entusiasta. Otros de los alcances que tiene este proyecto es que pueda servir como herramienta académica, tanto para observar el desarrollo embrionario en Biología, como estudio de la Electrónica y Programación en las Ciencias Computacionales.

Los parámetros de temperatura, humedad, ventilación y movimientos a controlar por la tarjeta Arduino Due son funcionales al implementarse desde el entorno de desarrollo de Arduino.

7. Trabajos Futuros

Este proyecto no está concluido, si bien los parámetros están controlados y las acciones del dispositivo responden adecuadamente, es posible complementarlas con otras funcionalidades, como un sistema de respaldo de energía o que el usuario pueda elegir los parámetros previamente preestablecidos para otros tipos de huevos de otras aves domésticas: pato, guajolote, pavo real, ganso o incluso avestruz. Así, también se pretende hacer contacto con alguna reserva de conservación de la naturaleza para realizar pruebas con el dispositivo, en huevos de aves exóticas o en peligro de extinción.

8. Bibliografía

Arduino. (2015). ¿Qué es Arduino?. Recuperado de <https://www.arduino.cc/>

Agropecuaria, Centro de Estadística. (2000). *Situación actual y perspectiva de la producción de huevo para plato en México*.

Avicultores, U. N. (2014). Comunicado. *Unión Nacional de Avicultores*.

Barroeta, A. C. (2010). Manual de Avicultura. *Departament de Ciència Animal i dels Aliments*.

Brinsea Products LTD. (s.f.). *Incubation Handbook*. Somerset, UK: Brinsea.

Expansión, C. (16 de Agosto de 2012). *CNN Expansión*. Obtenido de <http://www.cnnexpansion.com/economia/2012/08/16/el-precio-del-huevo-aumenta-mas-de-100>

Ecured.(2015).Conocimientos con todos y para todos. Recuperado de http://www.ecured.cu/index.php/Proceso_Unificado_de_Desarrollo

Murillo, R. G. (s.f.). *Producción Aviar de Huevo*. Obtenido de Depto. de Zootecnia AICA-UABCS: <http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto01/>

Peralta, F. (1927). *Incubación, cría y alimentación de los pollos*. Obtenido del boletín de fomento del órgano del departamento de agricultura. San José Costa Rica: http://www.mag.go.cr/rev-histo/B_F-06-04.pdf

Universal, E. (2013 de Mayo de 2013). *El Universal*. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/notas/921036.html>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>