



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

“INVESTIGACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECATRÓNICO CON CONTROL INTELIGENTE Y VISIÓN ARTIFICIAL, PARA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y DETECCIÓN DE TETRAPLEJIA AVIAR EN LA AVÍCOLA “POLLOS HERMANOS” DEL BARRIO LA CALERA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

**AUTORES: LENIN JAVIER MANOBANDA CARDENAS
ALEXIS ANDRES SANTAMARIA CASTILLO
DIRECTOR: ING. ANDRÉS GORDÓN**



Objetivo general

Investigar, diseñar e implementar un sistema mecatrónico con control inteligente y visión artificial para optimización de recursos y detección de tetraplejia aviar en la avícola “Pollos Hermanos” del barrio la Calera en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar en fuentes bibliográficas y páginas web certificadas acerca de sistemas de automatización y monitoreo en avícolas existentes en el país.
- Investigar el funcionamiento de un control inteligente y cuáles son los efectos de usar este control sobre otro tipo de controles.
- Diseñar el sistema mecatrónico para controlar la temperatura, humedad, alimentación e hidratación de las aves.
- Seleccionar los componentes del sistema mecánico electrónico y de control para el sistema de automatización.
- Implementar el sistema mecánico, electrónico y de control e integrarlos en un solo sistema mecatrónico
- Investigar los diferentes métodos de adquisición de imágenes para el monitoreo de la tetraplejía.
- Diseñar el sistema de vigilancia con todos los lineamientos necesarios para acoplarlo al sistema.
- Implementar el sistema de vigilancia en la avícola para la observación de la tetraplejía.
- Efectuar pruebas de funcionamiento en el sistema mecatrónico global de control y vigilancia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la avícola “Pollos Hermanos”, el racionamiento de alimento, el racionamiento de agua, el control de temperatura, y la detección de tetraplejia aviar se los realiza de forma manual con ayuda de conocimientos empíricos del avicultor, realizar todas estas actividades implica un gran concurrencia del avicultor al galpón pudiendo contaminar el ambiente de los pollos con agentes extraños, además se necesita tener conocimientos y gran habilidad para racionar el alimento, racionar el agua, controlar la temperatura y detectar la tetraplejia, cabe recalcar que no existe un control de humedad esto implica que las aves están más propensas a las enfermedades. Para lo cual se implementará un sistema mecatrónico con control inteligente y visión artificial, que permitirá racionar de manera precisa tanto el alimento como el agua, además podrá controlar la temperatura y humedad de manera automática y finalmente tendrá la capacidad de detectar la tetraplejia aviar.

SOLUCIÓN

- Diseñar e implementar un sistema mecatrónico con control inteligente y vision artificial para disminuir las actividades que realiza el avicultor, el cual será de fácil utilización para los encargados de la avícola. Así los avicultores tendrán una optimización y podrán detectar de manera oportuna la tetraplejia aviar

Hipótesis

- ¿La Investigación, diseño e implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial permitirá la optimización de recursos, y a su vez detectar la tetraplejia aviar en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi?

Fundamentos Teóricos

AVICOLAS

Una granja avícola es un establecimiento agropecuario para la cría de aves de corral tales como pollos, pavos, patos, y gansos, con el propósito de usarlos como base alimenticia sea matándolos por su carne o recogiendo sus huevos.

PROBLEMAS COMUNES EN AVÍCOLAS

- Programa de alimentación inadecuado
- Deficiente racionamiento de agua
- Control de temperatura no adecuado
- Enfermedades no detectadas a tiempo

AVÍCOLA POLLOS HERMANOS

La avícola “Pollos Hermanos” está ubicada en el barrio La Calera de la parroquia Eloy Alfaro, al Noroeste del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. Cuenta con un área propia, que consta de 2 galpones de una capacidad de 1 pollos en cada galpón.

AVÍCOLAS AUTOMATIZADAS

Los avances tecnológicos y de investigación aplicados en la industria avícola, le han aportado a ésta importantes beneficios tales como:

- Mayor rendimiento y mejor conversión de alimento.
- Disminución de trabajo manual.
- Retorno de inversión a corto plazo.
- Parvadas más homogéneas y saludables.
- Mayor control en la vacunación y el suministro de medicamentos. Menor contacto humano = Menor el riesgo de enfermedades.
- Mayor control en políticas de bioseguridad

MAGAP

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través de la Dirección Provincial de Napo y el Programa de Innovación Tecnológica, ejecuta el proyecto de Crianza de pollos de engorde en siete Comunidades de la Junta Parroquial de Puerto Misahuallí, cantón Tena, provincia de Napo.

El propósito de este proyecto es fortalecer las capacidades locales, mediante la crianza de pollos de engorde en las comunidades de la Junta Parroquial de Puerto Misahuallí, que contribuya a mejorar la Seguridad y Soberanía Alimentaria

TETRAPLEJÍA

La tetraplejía o Cuadriplejía es un síntoma que inmoviliza las extremidades del ave, esta se presenta ante el contagio de enfermedades como la **NewCastle**.

NEWCASTLE

Agente causal:

- Producida por un paramyxovirus. Aunque se conoce solo un serotipo del virus, se han aislado diferentes cepas, que se clasifican de acuerdo a su virulencia o la velocidad con que pueda matar al embrión.

TRANSMISIÓN

Esta enfermedad es muy contagiosa y se transmite por medio de las descargas nasales y excremento de las aves infectadas. (Fernandéz, 2011)

SÍNTOMAS

- Los primeros síntomas son problemas respiratorios son tos, jadeo, estertores de la tráquea y un piar ronco. La mortalidad puede ser mayor al 50 % en animales jóvenes, en ponedoras, aunque no es tan alta, los síntomas para la enfermedad de Newcastle incluyen:
- Pérdida de apetito
- Pérdida de peso
- Estornudos
- Problemas respiratorios
- Diarrea (usualmente de color amarillo y verde brillante)
- Pérdida de coordinación
- Parálisis de enfermedades
- Cabeza oscilante
- Baja en la producción de huevos y huevos con cáscara delgada
- Hinchazón o edema alrededor de los ojos y el cuello

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

PARÁMETROS DE LA AVÍCOLA

Se tiene un volumen 180 m^3 con un área de 60 m^2 , considerando esta área el número máximo de pollos que se puede alojar es de 1080 pollos

SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN

Mediante la investigación se observó la necesidad de dividir el distribuidor de alimentos en subsistemas los cuales son:

- Distribución de alimento.
- Canales de distribución
- Apertura y cierre del racionamiento
- Control del sistema

DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTO

Sistema tornillo de Arquímedes		Distribución mediante aire	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Moviliza grandes cantidades	Costoso	Barato	Complicada manipulación del aire
Es fácil su manipulación	Complicada implementación	Es fácil su manipulación	
Fácil manipulación del tornillo	Difícil limpieza	Fácil de limpiar	
	Tubería sólida difícil de manipular	Fácil implementación	

Análisis

El sistema tornillo de Arquímedes tiene un alto costo y no es factible su implementación debido a que la avícola puede tener un máximo de 1080 pollos y esta cantidad no representaría una ganancia óptima para su implementación.

CANAL DE DISTRIBUCIÓN CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA

$$D = \sqrt{\frac{4\dot{m}}{\pi \frac{P}{RT} v}}$$

Donde:

- \dot{m} : Caudal másico de comida a trasportar
- P: Presión de Latacunga $104.011 \frac{KN}{m^2}$
- T: temperatura absoluta del ambiente de crianza de las aves 303.15Kelvin
- R: Constante universal de los gases ideales $290.7 \frac{Nm}{KgKelvin}$
- v : Velocidad de flujo de aire por la sopladora de $644 \frac{Km}{s}$

$$\dot{m}: \frac{17 * 1lb}{5s} = \frac{17lb}{5s} = \frac{7.71107Kg}{5s} = \frac{1.542214Kg}{s}$$

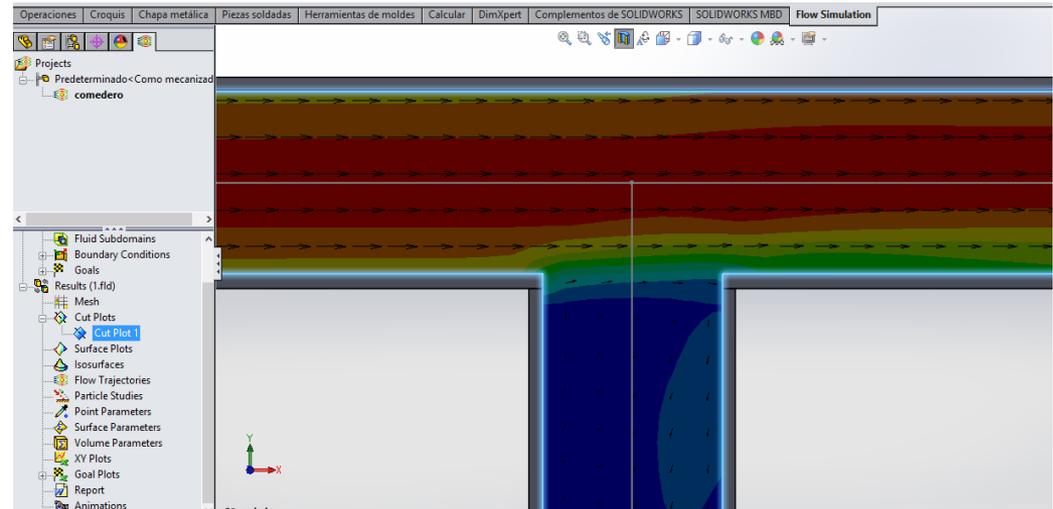
$$D = \sqrt{\frac{41.542214}{\pi \frac{104.011}{290.7 * 303.15} 644000}}$$

$$D = 0.05m = 1.9inch$$

$$D \approx 2inch$$

SIMULACIÓN

La simulación se la desarrollo en software de diseño, en esta se puede observar el flujo de aire el mismo que distribuirá la comida a través de los canales de distribución



Distribución del aire

Apertura y cierre del racionamiento

Tipo Palanca		Tipo Manga	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil implementación	Costoso	Barato	Difícil de controlar
Fácil de controlar	Complicada implementación	Fácil implementación	
Barato	No es hermético	La comida no se adhiere a las tapas	
Mejor control	Comida adherida en las tapas	Es hermético	

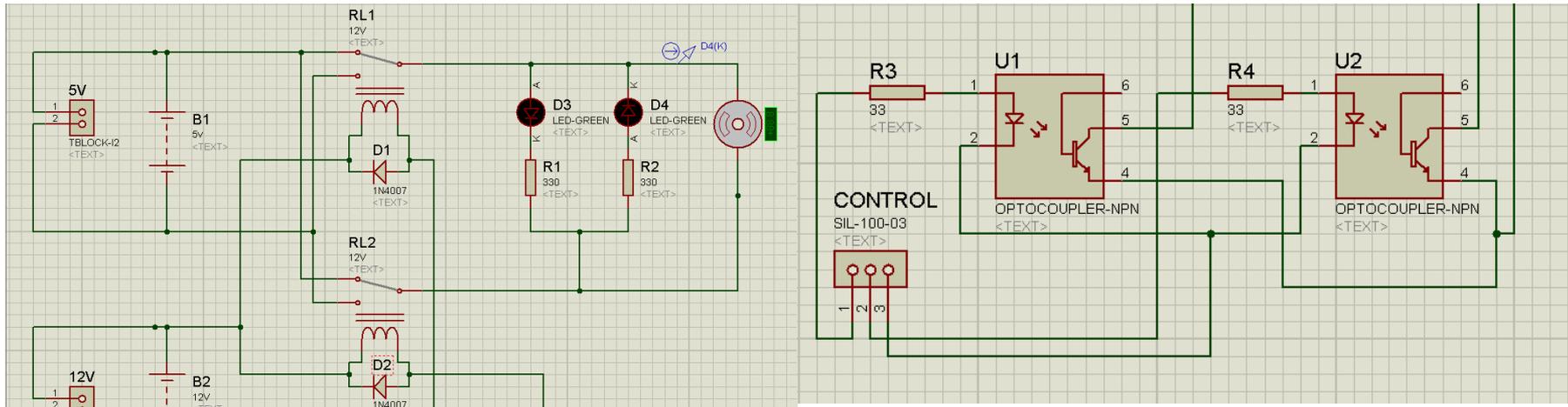
Análisis

La mejor opción es el sistema con tapado hermético ya que este permite tener un mejor control del aire que ingresa al sistema. Este sistema no permita fuga de comida y un mejor proporciona un buen tapado

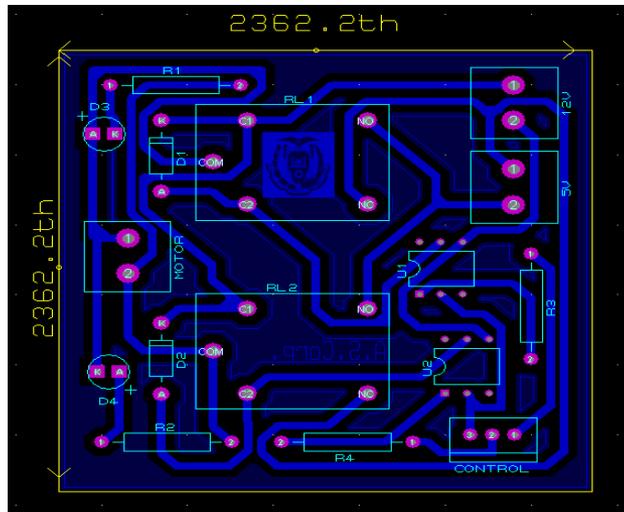
CONTROL DEL SISTEMA

Puente H

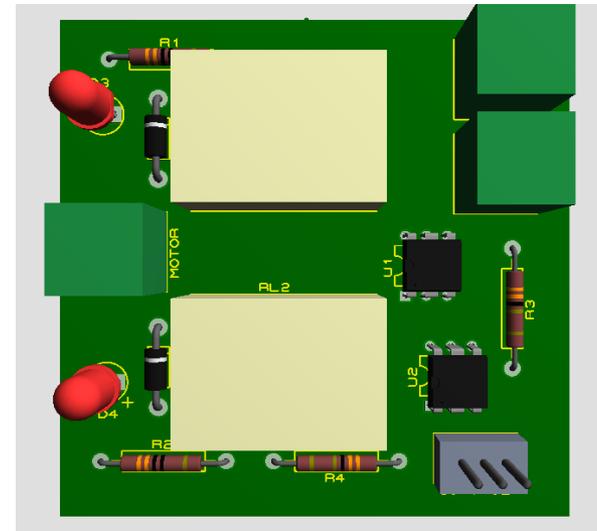
Desacoplamiento



PCB



DISEÑO 3D



Diseño del sistema de control de temperatura y humedad

- Para determinar el tipo de control que cumpla con los requerimientos necesarios para un buen funcionamiento del sistema es necesario la comparación de un control PID que es la comúnmente utilizado y un control inteligente.

Control PID	Control Inteligente
Necesita que las constantes estén correctamente establecidas	Necesita de conjuntos
Es robusto	Es robusto
No permite la selección de una determinada acción ante entradas confusas	Permite una selección rápida ante entradas confusas
Es compleja su implementación	Es fácil su implementación

Análisis

La tabla anterior nos muestra las características de dos grandes sistemas de control, los cuales nos permiten tener un buen manejo de variables a controlar, debido a que nuestro sistema consta de 2 variables las cuales tienen cambios bruscos y por ende confusos, es necesaria la implementación de un control inteligente debido también a su fácil implementación.

SELECCIÓN DEL TIPO DE CONTROL INTELIGENTE

CONTROL FUZZY		REDES NEURONALES	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
No necesita un modelado matemático preciso	La velocidad de procesamiento depende de la precisión	Modela sistemas no lineales	Gran cantidad de datos
Toma de decisiones en ambientes de titubeo	Con gran cantidad de variables el sistema se vuelve lento	Aprende automáticamente	Entrenamiento de la red muy extenso
Tratan con información difusa	No aprende de errores sin cálculos complejos	Tratan con información con ruido	No se puede interpretar lo que aprende

Análisis

- El control difuso puede tratar información confusa en un ambiente de duda sin necesidad de un complejo modelado matemático, el sistema es lento cuando procesa una gran cantidad de variables y no aprende de errores.
- Una red neuronal puede tratar con ruido aprende automáticamente y puede modelar sistemas no lineales. Necesita un extenso entrenamiento y necesita una gran cantidad de datos para obtener un resultado preciso.

En el análisis anterior elegimos el control fuzzy debido a que el sistema solo necesita procesar dos variables, esto produce una gran precisión con una gran velocidad de procesamiento.

Características de sensores de humedad

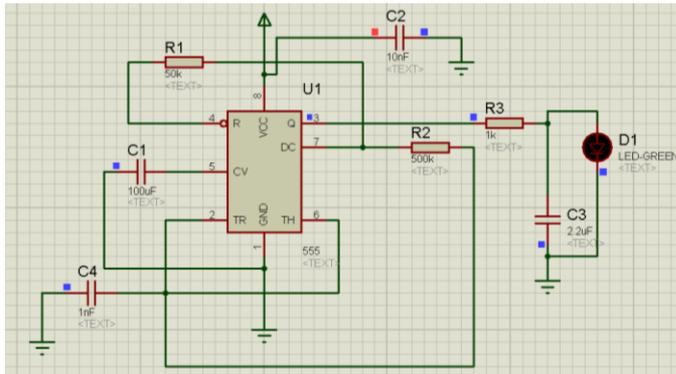
SENSOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bulbo Húmedo/Seco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Método más popular ➤ Alta exactitud ➤ Fácil de operar ➤ Fácil de repara 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A baja humedad Bajo desempeño ➤ Mantenimiento Continuo
Condensación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Depende de la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El gas debe ser transparente ➤ El gas no debe contener impurezas
Mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fácil realización ➤ Aprovecha los cambios en materiales en presencia de humedad 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No es robusto ➤ No tiene aplicabilidad industrial
Capacitivos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ambientes con altas Temperaturas ➤ Alto grado de sensibilidad ➤ Baja humedad respuesta rápida 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se satura fácilmente ➤ No es lineal

Análisis

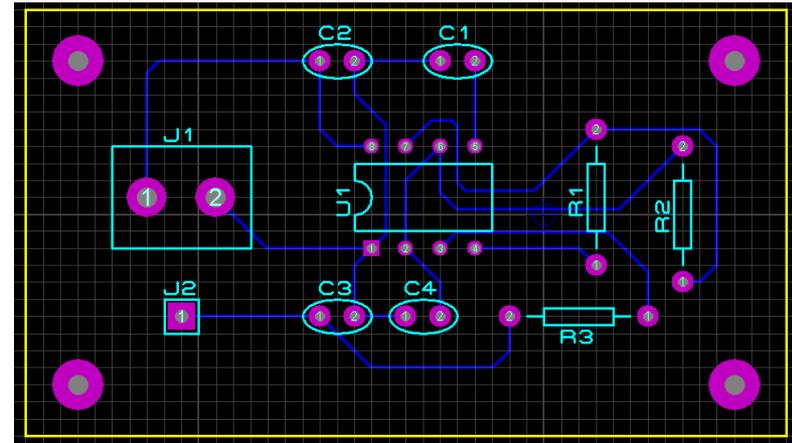
Para el ambiente en el cual se implementará el sensor, un adecuado sensor es del tipo capacitivo debido a que este va a estar expuesto a altas temperaturas, a un ambiente contaminado y necesariamente debe tener una buena sensibilidad. Un ejemplar de este tipo de sensor, es el Hs1101

Acondicionamiento del sensor HS1101

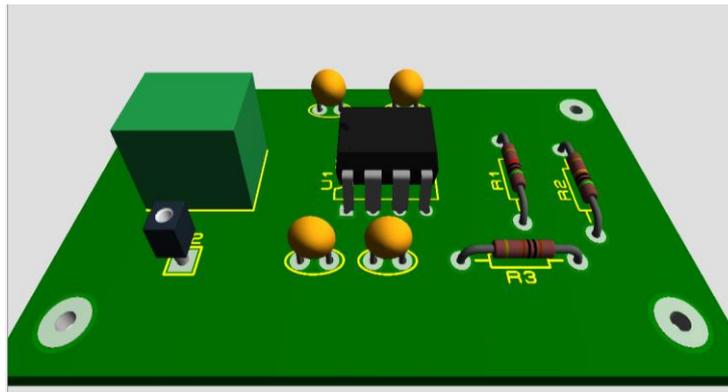
555 astable



PCB



Diseño 3D



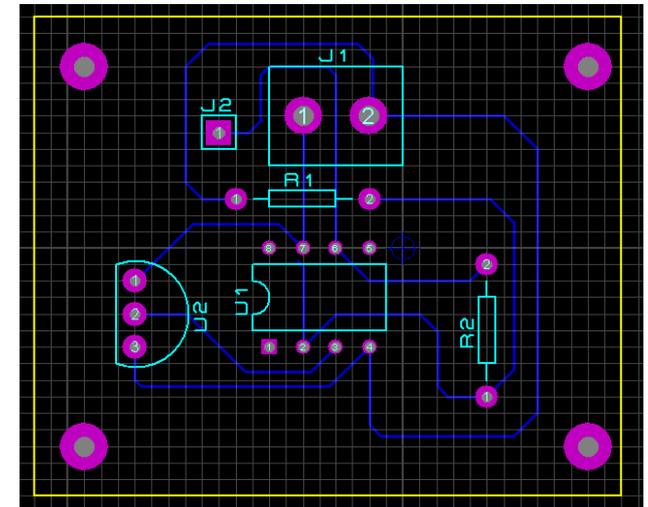
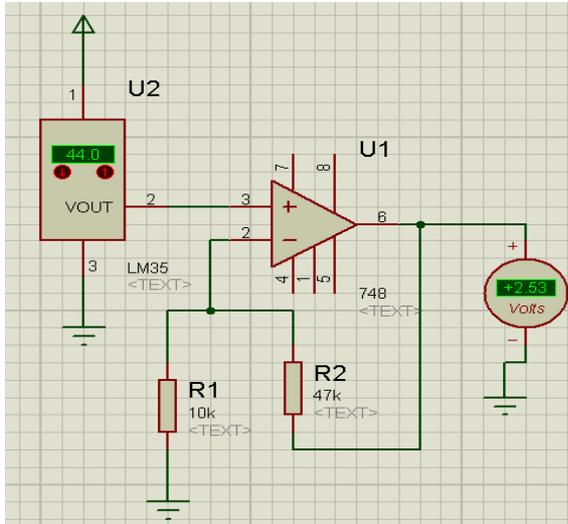
SENSOR DE TEMPERATURA

Se selecciona el sensor LM35 puesto que va a estar expuesto a temperaturas de entre 25 a 35 grados y el rango que este sensor nos proporciona es de -55° a 150°C . La salida que nos proporciona es lineal lo que nos facilita la manipulación de los datos arrojados

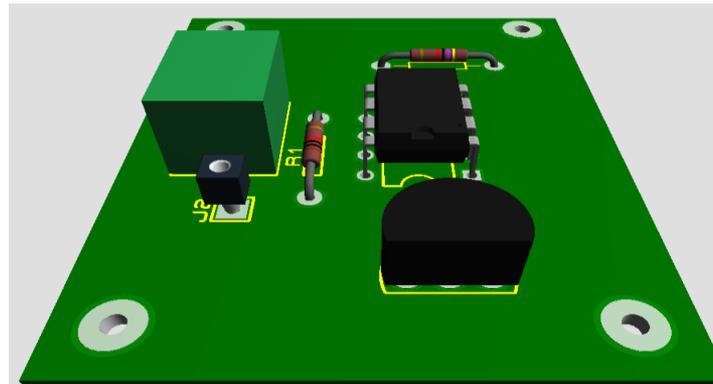
Acondicionamiento del sensor LM35

Diseño de acondicionamiento

PCB



Diseño 3D



ACTUADOR FINAL

- Se eligió un extractor de aire debido a las ventajas que este posee como por ejemplo la fácil manipulación, su fácil control y su bajo costo



CALCULO DE EXTRACCION DE AIRE

Se calcula el volumen total del galpón mediante los siguientes datos ancho 2m, largo 20m y altura 3m. Esto nos da un volumen de 120m^3

En el mercado existen extractores de diferente caudal de extracción, por lo que se recurrió a elegir el más adecuado para un tiempo y volumen de extracción menor a 1 hora, por lo cual se optó adquirir 4 extractores de aire con un caudal de $60\text{m}^3 / \text{hr}$, lo que nos da un total de extracción de $240\text{m}^3 / \text{hr}$, en nuestro sistema el tiempo que tardara en extraer el aire caliente del galpón es de 30 minutos

DISEÑO DE CONTROL DE RACIONAMIENTO DE AGUA

- Para el control del sistema se realizó el análisis de dos tipos de control electrónico y mecánico

SISTEMA DE RACIONAMIENTO DE AGUA ELECTRÓNICO Y MECÁNICO

Sistema de hidratación electrónico.		Sistema de hidratación mecánico.	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Es preciso el racionamiento	Es costoso	Tiene un bajo costo	No tiene un preciso racionamiento
Se puede controlar	Difícil implementación	Fácil de implementar	Es voluminoso
Es compacto	Mantenimiento costoso	El mantenimiento no es costoso	

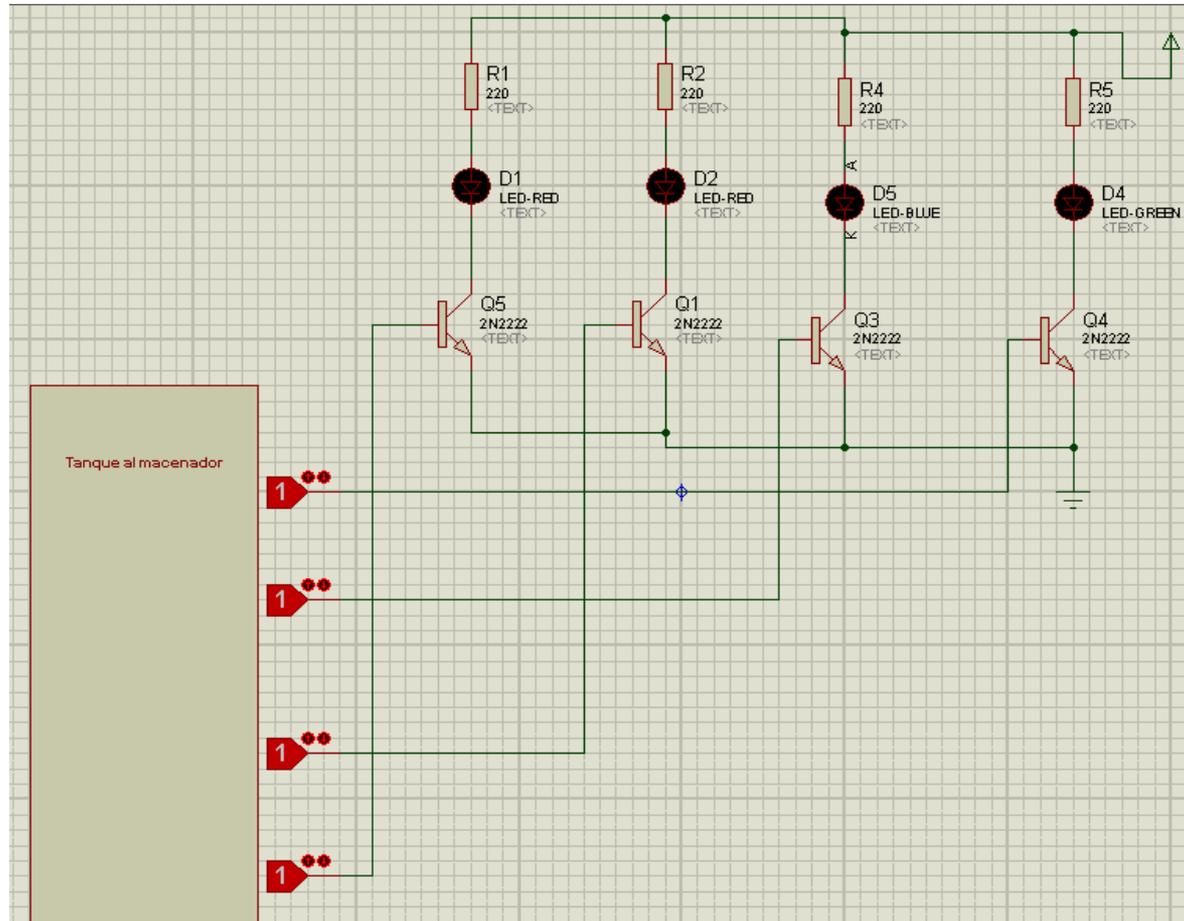
Análisis

- Se tiene dos alternativas la primera es un sistema electrónico el cual tiene como ventajas su precisión su fácil control y su forma física sus desventajas es su alto costo, su difícil implementación y su mantenimiento costoso.
- La segunda alternativa tiene como ventajas su bajo costo su fácil implementación y su fácil mantenimiento. Sus desventajas son su precisión y su forma física ya que esta es voluminosa.
- Por medio del análisis anterior la mejor opción es el sistema de hidratación mecánico puesto que tiene un bajo costo de implementación fácil el mantenimiento fácil de manipular y fácil su implementación.

DISEÑO DE UN SENSOR DE NIVEL

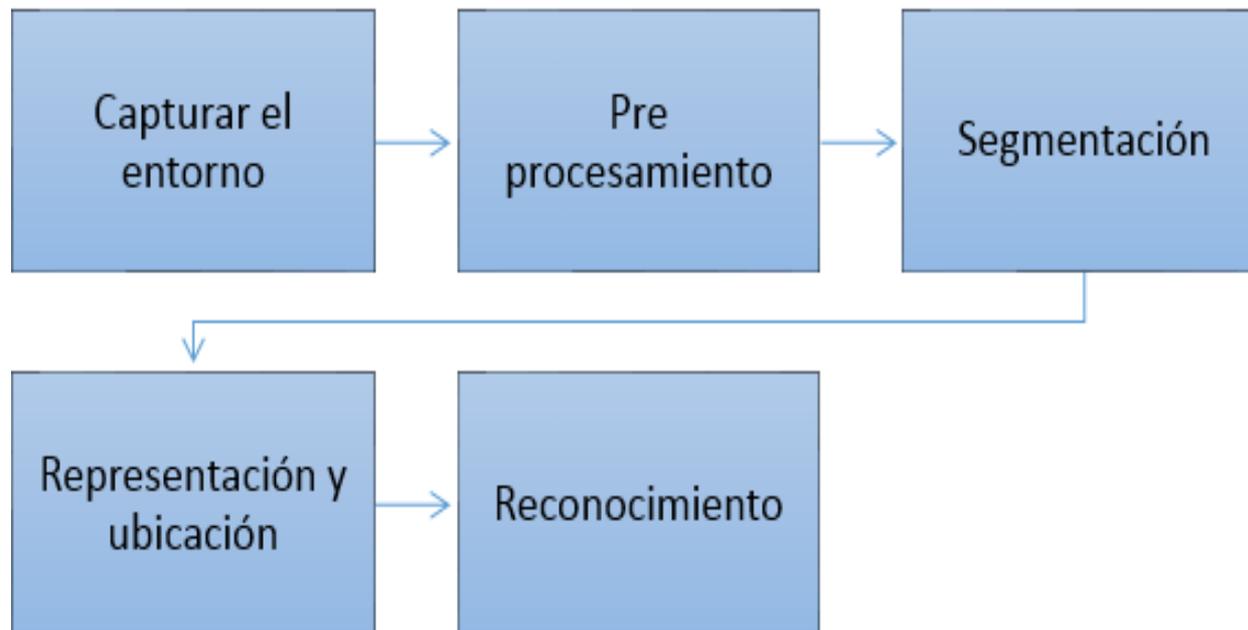
- Para el diseño de un sensor de nivel utilizamos el software de diseño electrónico, este sistema de monitoreo debe ser de fácil visualización fácil implementación y debe ser robusto, por esto se diseñará un sistema el cual consta de sensores de nivel, leds para visualización y un encapsulado

DISEÑO DEL SENSOR DE NIVEL



DISEÑO DEL SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

En este literal se aborda el diseño del sistema de visión artificial para la detección de pollos con el síntoma de tetrapleja. En la siguiente figura se muestra las etapas que sigue simultáneamente el procesamiento digital de las imágenes, para obtener como resultado la solución del problema.





Cámara IP WasCam, modelo HW0024

Fuente (Techresources, 2017)

- Para el presente proyecto se utilizará 2 cámaras IP marca WasCam, modelo HW0024 colocadas en la mitad del galpón de tal manera que una enfoque 10 metros y la otra los siguientes 10 metros.

Características

- Calidad de imagen 720HD H.264 y resolución de 1 mega pixel (1280*720) a 25fps
- 10 led, distancia del IR 10m y lente de 3.6mm
- Audio de dos vías
- Wi-Fi 802.11/b/g/n, PC CMS para control de múltiples cámaras
- Detección de movimiento, FTP upload
- Mascara de video
- Soporte en navegación Firefox, Safari, Chrome
- Soporte Micro SD Card de 32,64 y 128gb
- Fuente de alimentación de 5V DC

- Las cámaras serán conectadas via wifi por medio de un router TP-link **TL-WR741ND**



Como se observa en la figura anterior, el router que se utiliza para el envío de imágenes desde la cámara IP al computador para su posterior etapa cumple con los requerimientos necesarios, fundamentalmente en velocidad lo que evita retrasos en la imagen, su instalación es fácil y compatible con gran variedad de dispositivos, entre esos cámaras IP.

Pre-procesamiento



Imagen original

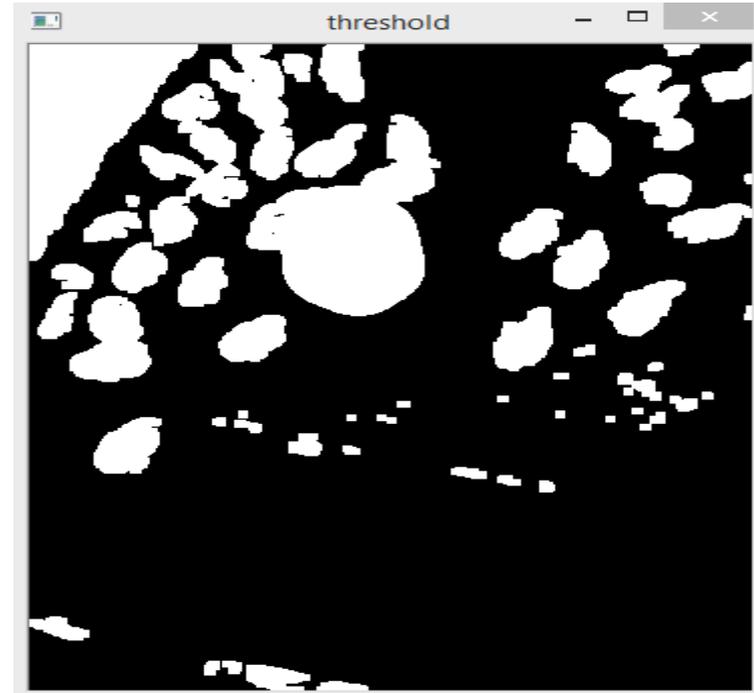


Imagen con binarizado
treshold con filtro
morfológico

SEGMENTACIÓN

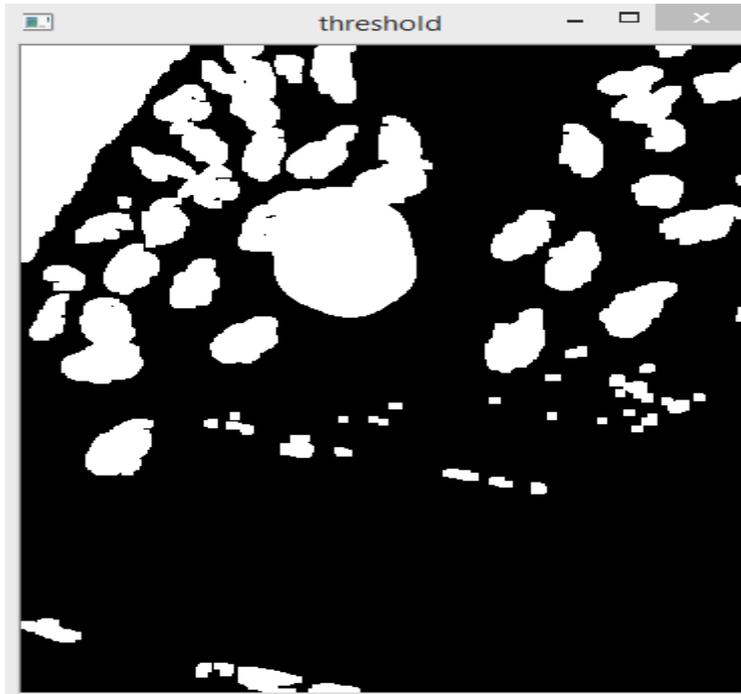


Imagen con binarizado
treshold con
filtro morfológico

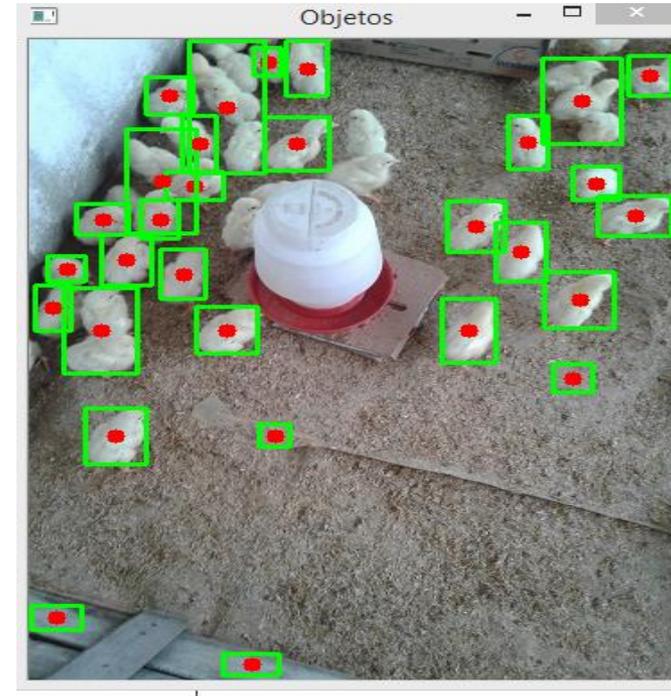


Imagen Canny

SEGMENTACIÓN



Imagen Canny

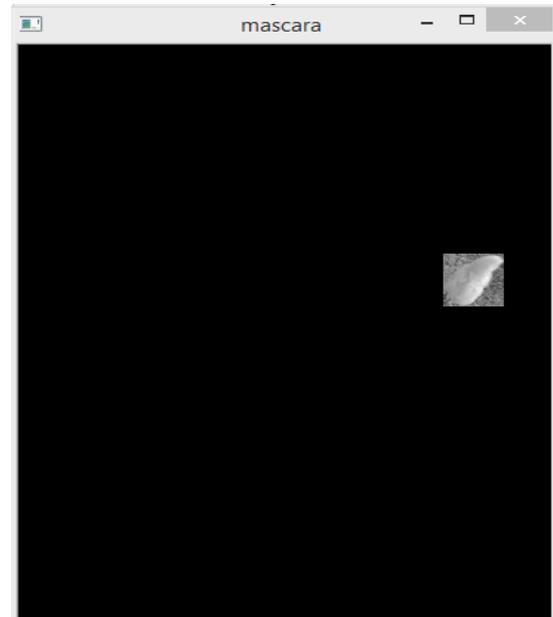


Selección de objetos

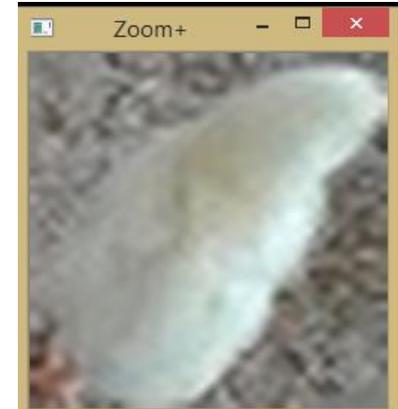
SEGMENTACIÓN



Selección de objetos

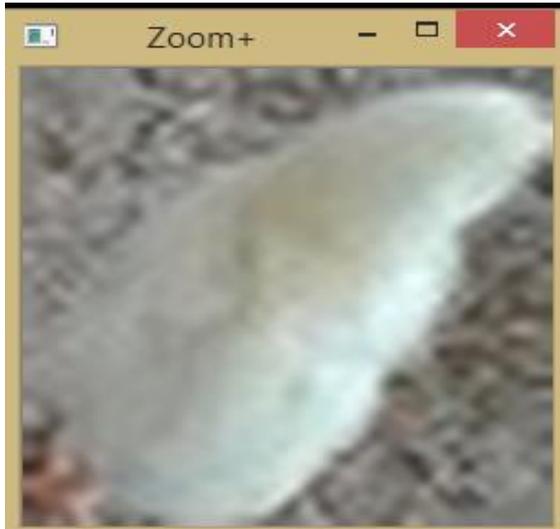


Área de interes

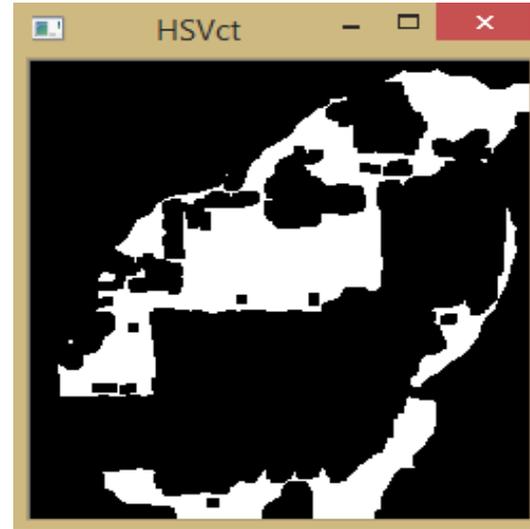


Zoom del
área de
interes

RECONOCIMIENTO

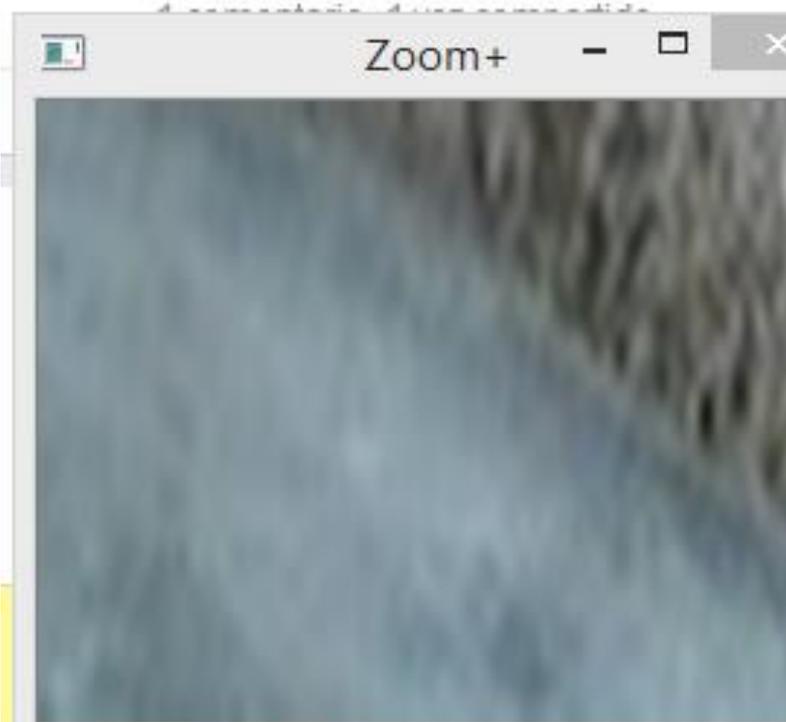


Zoom del
área de
interés

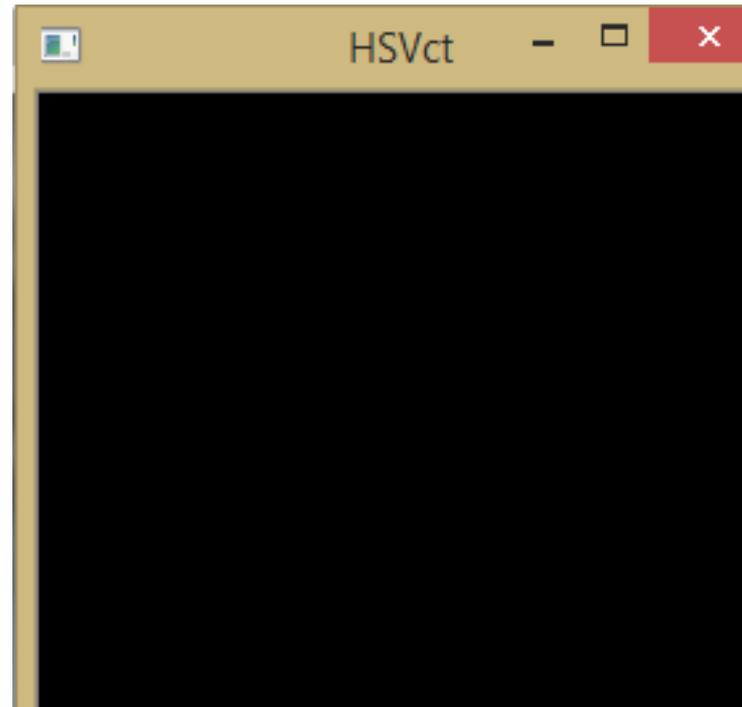


Objeto con
H y S
correctos

RECONOCIMIENTO



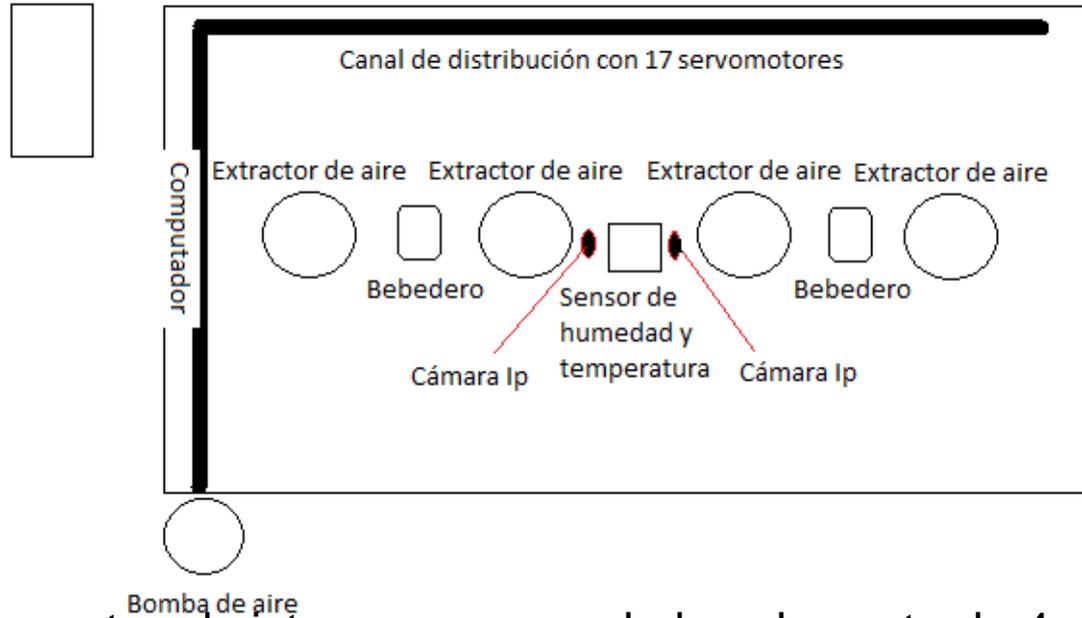
Objeto detectado



Objeto con H y S incorrectos

Diseño general del sistema

Tanque almacenador de agua



La figura anterior muestra el sistema en general el cual consta de 4 extractores de aire distanciados 5 metros uno del otro, dos cámaras que enfocan los dos lados del galpón cada uno 10m, 2 bebederos a 6.5 m de distancia, un canal de distribución suministrado por una bomba de aire y con 17 servomotores para la apertura y sierra de la alimentación, dos sensores controlados por un computador que se encuentra al lado izquierdo del galpón y finalmente el tanque almacenador de agua con monitoreo

IMPLEMENTACIÓN

SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN



Canales de distribución

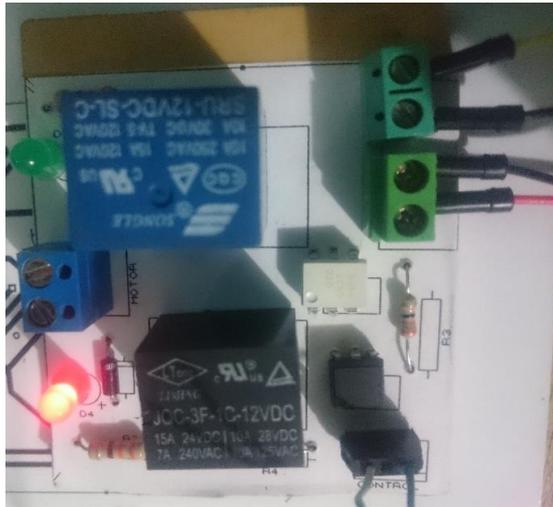


Tapado hermético



Soterramiento de cables

SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALIMENTACIÓN



Control de racionamiento



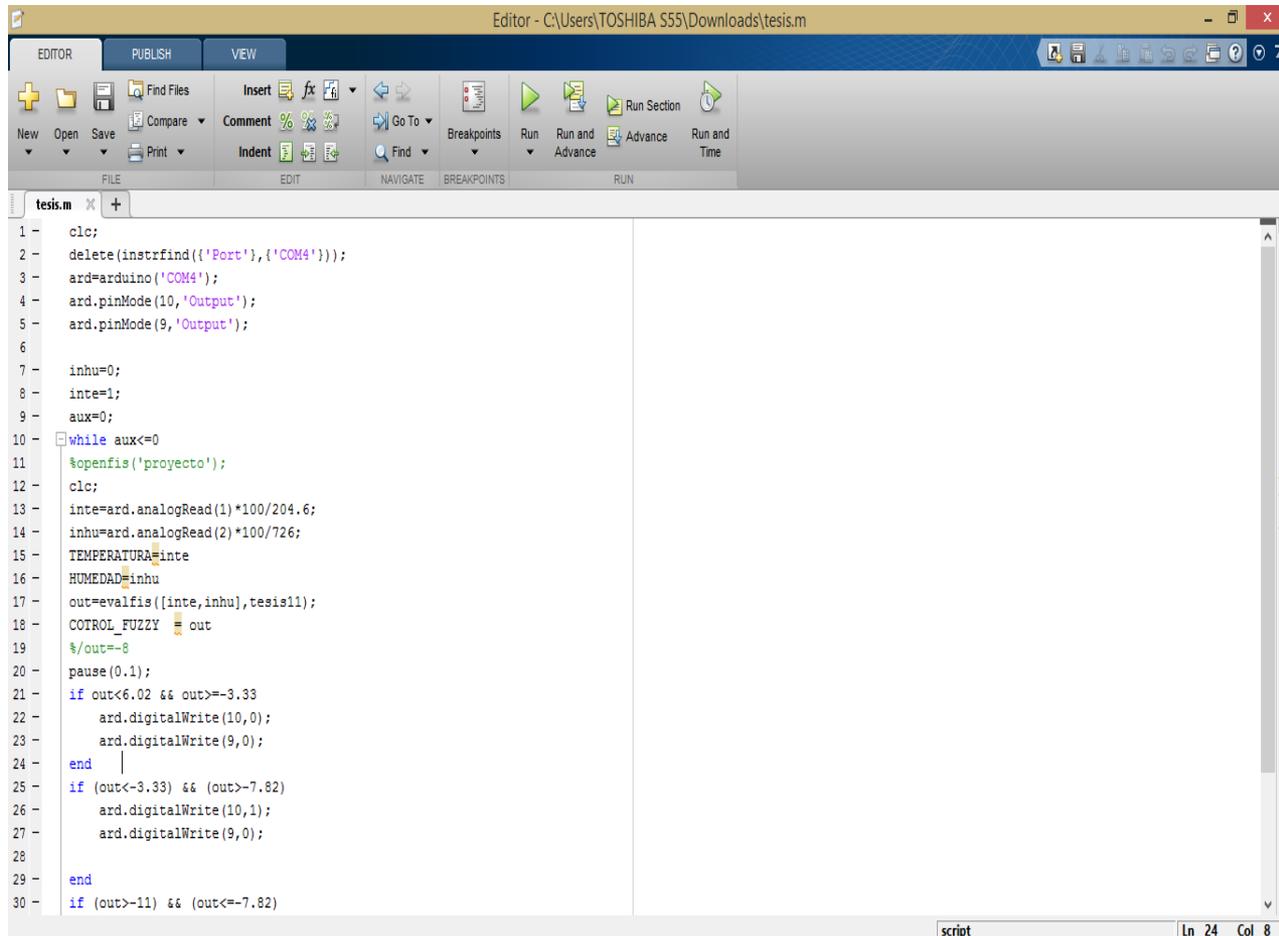
Encapsulado del control de racionamiento

SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE



Sensores y Actuador final

SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE



```
1 clc;
2 delete(instrfind({'Port'}, {'COM4'}));
3 ard=arduino('COM4');
4 ard.pinMode(10, 'Output');
5 ard.pinMode(9, 'Output');
6
7 inhu=0;
8 inte=1;
9 aux=0;
10 while aux<=0
11     %openfis('proyecto');
12     clc;
13     inte=ard.analogRead(1)*100/204.6;
14     inhu=ard.analogRead(2)*100/726;
15     TEMPERATURA=inte
16     HUMEDAD=inhu
17     out=evalfis([inte, inhu], tesis1);
18     CONTROL_FUZZY out
19     %/out=-8
20     pause(0.1);
21     if out<6.02 && out>=-3.33
22         ard.digitalWrite(10,0);
23         ard.digitalWrite(9,0);
24     end
25     if (out<-3.33) && (out>-7.82)
26         ard.digitalWrite(10,1);
27         ard.digitalWrite(9,0);
28     end
29 end
30 if (out>-11) && (out<=-7.82)
```

Código de control Fuzzy

SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE

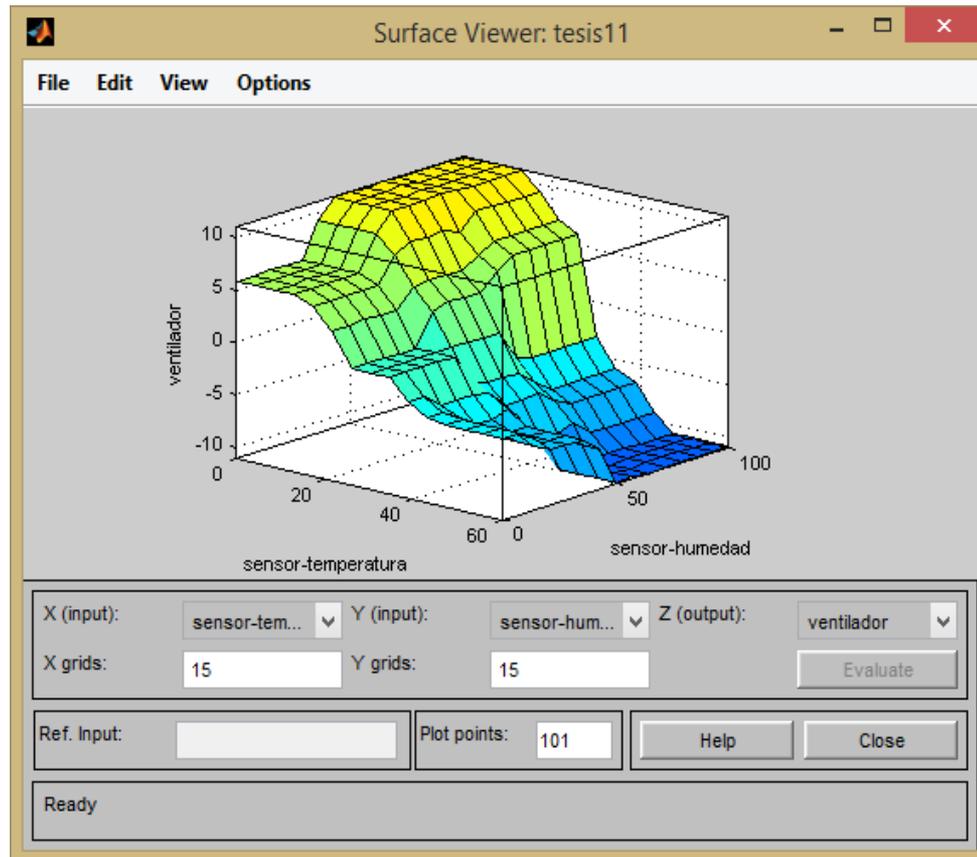
	Humedad				
Temperatura	MB	B	N	A	MA
MB	SN	SN	SG	SG	SG
B	M	M	SP	SP	SN
N	M	M	M	M	BP
A	M	M	BP	BP	BN
MA	BP	BN	BN	BG	BG

Reglas para el control

Simbología para la temperatura: muy bajo 0 a 22 Celsius (MB), bajo de 15 a 30 Celsius (B), normal de 29 a 31 Celsius (N), alto de 30 a 45 Celsius (A) y muy alto de 38 a 60 Celsius (MA).

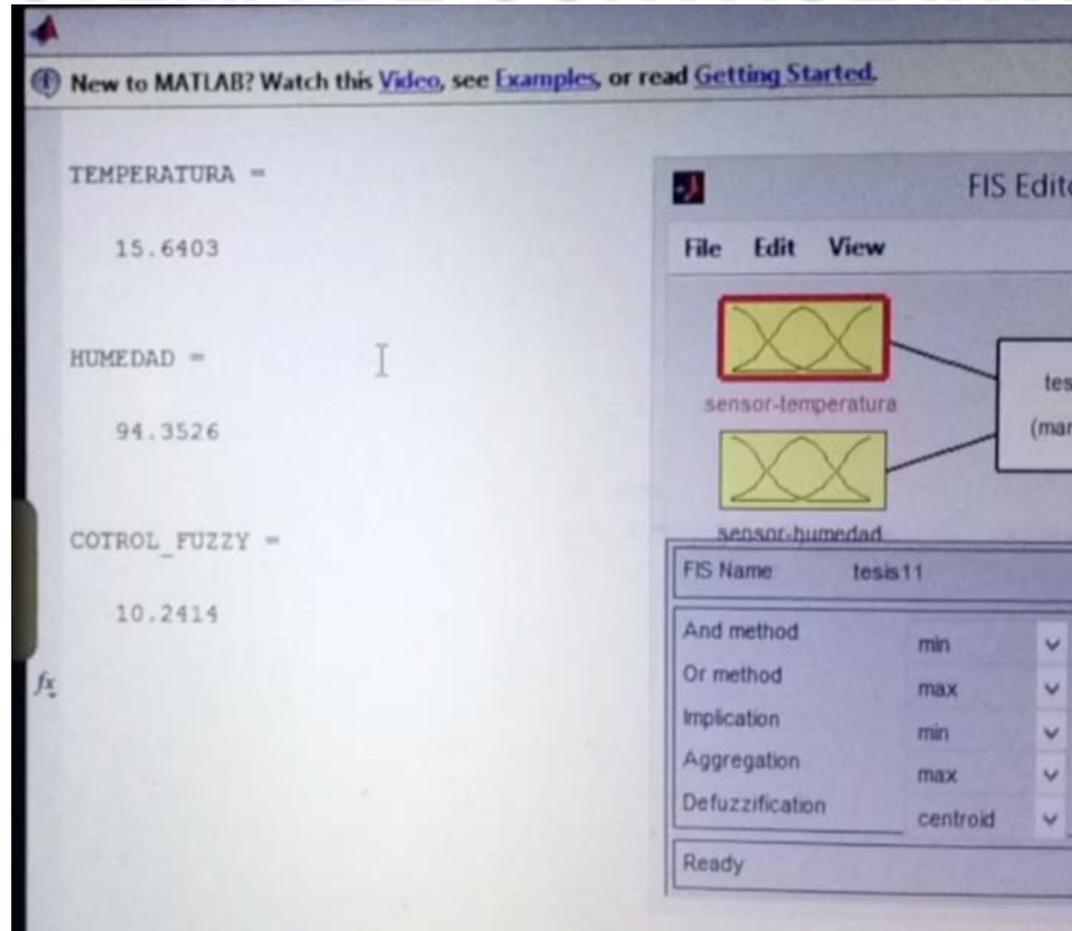
Simbología para la humedad: muy bajo 0 a 20 % (MB), bajo de 10 a 40 % (B), normal de 30 a 60 % (N), alto de 40 a 70 % (A) y muy alto de 60 a 100 % (MA).

SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE



De las reglas anteriores se obtiene una salida con la siguiente simbología bajada grande -15 a -7 (BG), bajada normal -10 a -3 (BN), mantener de -1 a 1 (M), subida pequeña de 0 a 7 (SP), subida normal de 3 a 7 (SN) y subida grande de 7 a 15 (SG).

SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE



Visualización de variables de entrada y salida del controlador

Sistema distribuidor de agua



Bebedero mecánico



Sensor de nivel

SISTEMA DE CONTROL ARITIFICIAL

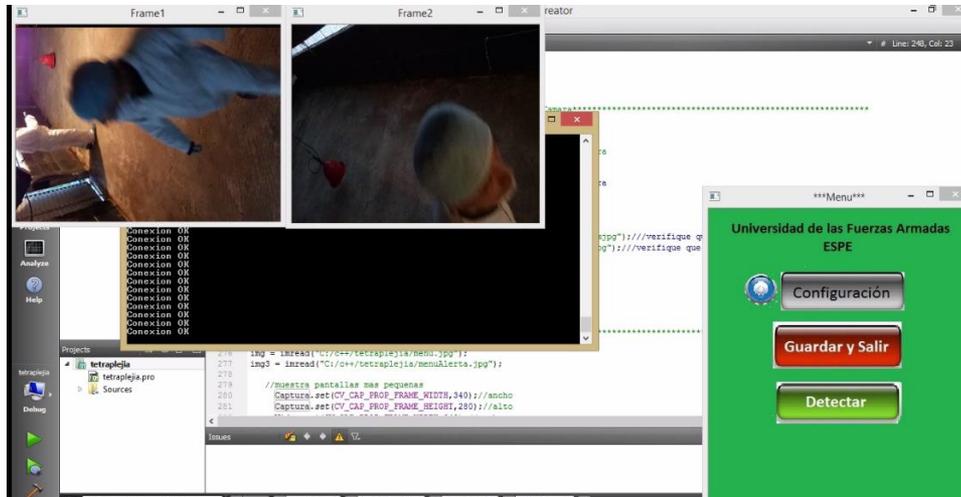


Cámaras



Router

SISTEMA DE CONTROL ARITIFICIAL



Puesta en marcha las dos cámaras



Visualización en dispositivo portable

Pruebas de Funcionamiento

Nº de Comedero	Peso		
	7h00	12h00	15h00
1	1.2 lb	1.3 lb	1.3 lb
2	1.15 lb	1.20 lb	1.1 lb
3	1.09 lb	1.1 lb	1.1 lb
4	1 lb	1.1 lb	0.98 lb
5	1 lb	1 lb	0.96 lb
6	1 lb	1 lb	1 lb
7	1 lb	1 lb	1 lb
8	1 lb	1 lb	1.1 lb
9	1 lb	1 lb	1.1 lb
10	1 lb	1 lb	0.9 lb
11	1 lb	1 lb	1 lb
12	0.9 lb	1 lb	1 lb
13	0.96 lb	0.92 lb	0.99 lb
14	0.94 lb	0.93 lb	0.95 lb
15	0.99 lb	0.97 lb	0.99 lb
16	0.98 lb	1.1 lb	0.99 lb
17	1 lb	1.1 lb	1.02 lb
TOTAL	17.21 lb	17.72 lb	17.48
PROMEDIO	1.0123 lb	1.0423 lb	1.0282 lb
% de error		2.79 %	

Pruebas de Funcionamiento

HORA	Temperatura de ambiente adecuado	Temperatura de ambiente obtenido
7	30	31
8	30	33
9	30	30
10	30	29
11	30	33
12	30	31
13	30	34
14	30	31
15	30	34
16	30	32
17	30	28
18	30	31
PROMEDIO	30	31,42
%ERROR	0	4,73

Temperatura adecuado vs
temperatura obtenida

Pruebas de Funcionamiento

Tipo de muestra	Cantidad	Sin sintoma	Con sintoma
correcto	41	21	20
incorrecto	9	4	5
Total	50	25	25
Error %		18%	

Prueba de reconocimiento de tetrapleja

Validación de la hipótesis

<i>Datos Estadísticos</i>		Nº de			
		Comedero	Peso		
			7h00	12h00	15h00
Media	1,0123529	1	1.2 lb	1.3 lb	1.3 lb
Error típico	0,0175429	2	1.15 lb	1.20 lb	1.1 lb
Mediana		3	1.09 lb	1.1 lb	1.1 lb
Desviación estándar	0,0723299	4	1 lb	1.1 lb	0.98 lb
Varianza de la muestra	0,0052316	5	1 lb	1 lb	0.96 lb
Mínimo	0	6	1 lb	1 lb	1 lb
Máximo	1	7	1 lb	1 lb	1 lb
Suma	17,2	8	1 lb	1 lb	1.1 lb
Cuenta	1	9	1 lb	1 lb	1.1 lb
Nivel de confianza (95,0%)	0,0371886	10	1 lb	1 lb	0.9 lb
		11	1 lb	1 lb	1 lb
		12	0.9 lb	1 lb	1 lb
		13	0.96 lb	0.92 lb	0.99 lb
		14	0.94 lb	0.93 lb	0.95 lb
		15	0.99 lb	0.97 lb	0.99 lb
		16	0.98 lb	1.1 lb	0.99 lb
		17	1 lb	1.1 lb	1.02 lb
		TOTAL	17.21 lb	17.72 lb	17.48
		PROMEDIO	1.0123 lb	1.0423 lb	1.0282 lb
		% de error		2.79 %	

Datos estadísticos peso

Validación de la hipótesis

De la tabla anterior de los datos estadísticos, podemos obtener los siguientes datos:
El error con nivel de confianza 95% que es igual a 0.03718861. La media que equivale a 1.01235

Ahora determinamos los límites tanto inferior como superior con las siguientes fórmulas:

Límite inferior: $\text{media} - \text{error} = 1.01235 - 0.03718861 = 0.97516139$

Límite Superior: $\text{media} + \text{error} = 1.01235 + 0.03718861 = 1.04953861$

Se demuestra que el valor óptimo de 1lb está en el rango del límite inferior y superior

Validación de la hipótesis

Tabla 16:
Datos estadísticos Control de temperatura

<i>Datos Estadísticos</i>	
Media	31,4166667
Error típico	0,54297627
Mediana	31
Desviación estándar	1,88092498
Varianza de la muestra	3,53787879
Mínimo	28
Máximo	34
Suma	377
Cuenta	12
Nivel de confianza (98,0%)	1,4758525

Datos estadísticos
temperatura- humedad

HORA	Temperatura de ambiente adecuado	Temperatura de ambiente obtenido
7	30	31
8	30	33
9	30	30
10	30	29
11	30	33
12	30	31
13	30	34
14	30	31
15	30	34
16	30	32
17	30	28
18	30	31
PROMEDIO	30	31,42
%ERROR	0	4,73

Temperatura adecuado vs temperatura
obtenida

Validación de la hipótesis

De la tabla datos estadísticos temperatura humedad podemos obtener los siguientes datos:

El error con nivel de confianza 98% que es igual a 1,4758525. La media que equivale a 31,4166667

Ahora determinamos los límites tanto inferior como superior con las siguientes formulas:

Límite inferior: $media - error = 31,4166667 - 1,4758525 = 29.94$

Límite Superior: $media + error = 31,4166667 + 1,4758525 = 32.89$

Se demuestra que el valor óptimo de 30°C está en el rango del límite inferior y superior

Entonces se concluye que la Investigación, diseño e implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial permitirá la optimización de recursos, en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi

Validación de la hipótesis

CHI CUADRADO DE PEARSON

El método chi cuadrado de Pearson se utiliza para validar una parte de la hipótesis que hace referencia a la detección de tetrapleja. Para este método utilizaremos los datos de la tabla siguiente

Tipo muestra	de Cantidad	Sin sintoma	Con sintoma
correcto	41	21	20
incorrecto	9	4	5
Total	50	25	25
Error %		18%	

Prueba de reconocimiento de tetrapleja

H0: la implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial no permitió detectar la tetrapleja aviar en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

H1: la implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial permitió detectar la tetrapleja aviar en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi

Validación de la hipótesis

Establecida la tabla de valores para la distribución chi se procede a determinar las frecuencias teóricas de cada uno de los datos utilizando la ecuación siguiente

$$f_t = \frac{(total\ de\ la\ columna)(total\ de\ la\ fila)}{total\ de\ datos}$$

Frecuencia teórica para detección correcta

$$f_{t21} = \frac{(25)(41)}{50} = 20.5$$

$$f_{t20} = \frac{(9)(25)}{50} = 4.5$$

Frecuencia teórica para capturas sin síntoma

$$f_{t4} = \frac{(25)(41)}{50} = 20.5$$

$$f_{t5} = \frac{(9)(25)}{50} = 4.5$$

Ahora se determina el grado de libertad V para esto se utiliza la siguiente ecuación

$$V = (\#de\ filas - 1) * (\#de\ columnas - 1)$$

$$V = (2 - 1) * (2 - 1) = 1$$

El siguiente paso es aplicar la fórmula del chi cuadrado

$$x^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft}$$

$$x^2 = \frac{(21 - 20.5)^2}{20.5} + \frac{(20 - 4.5)^2}{4.5} + \frac{(4 - 20.5)^2}{20.5} + \frac{(5 - 4.5)^2}{4.5}$$
$$x^2 = 0.012 + 53.38 + 13.28 + 0.055 = 66.727$$

Finalmente se compara el chi obtenido con el chi de la tabla de Pearson

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420

$$66.727 > 3.8415$$
$$x^2_{calculada} > x^2_{tabla}$$

Como el chi calculado es mayor que el chi de tabla entonces se anula la hipótesis nula H0: la implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial no permitió detectar la tetraplejia aviar en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Por lo que se verifica que se acepta la hipótesis alternativa H1: la implementación de un sistema mecatrónico con visión artificial permitió detectar la tetraplejia aviar en la avícola “Pollos Hermanos” ubicada en barrio la Calera, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi

CONCLUSIONES

- Mediante la investigación acerca de sistemas de automatización y monitoreo en avícolas, se concluye que la información en fuentes bibliográficas de nuestro país es escasa, pero con páginas web y artículos científicos se complementa el conocimiento y se resuelve las inquietudes de los investigadores.
- En definitiva, la investigación acerca de los distintos tipos de controles permitió conocerlos de mejor manera, sus distintos usos y características; los cuales ayudaron a seleccionar el control inteligente como la mejor opción para este tipo de aplicaciones.
- El diseño del sistema mecatrónico debido a su sinergia entre la mecánica, control, la electrónica y el software permite una versatilidad al momento de realizar una automatización eficiente en la avícola brindando beneficios al avicultor, en comodidad, seguridad, salud y mejorando la calidad en la producción avícola.
- Los componentes se seleccionaron tomando en cuenta los diferentes aspectos como la eficiencia y costo para la realización del sistema mecánico, electrónico y de control, la cual ayudará a tener una eficiente automatización en la avícola.

CONCLUSIONES

- La implementación de un sistema mecatrónico en la avícola facilita distintas actividades tales como alimentación, hidratación, control de temperatura y humedad, contribuyendo en la eficiencia de la avícola y así mismo disminuye la concurrencia del avicultor hacia el galpón.
- Con la investigación realizada se observó que no existe métodos para la detección de la tetraplejia, por ello se optó en combinar métodos como la detección de movimiento y detección de textura.
- El sistema de vigilancia fue diseñado para acoplarse dependiendo de la necesidad que se presente y el envío de información es a través de una red LAN, la misma que se procesa en el software libre Open C.V.
- El sistema de vigilancia implementado no es invasivo de ninguna forma, por lo que no afecta el desarrollo de las aves de corral durante todo el periodo de crecimiento.
- El proyecto de investigación funciona correctamente tanto de forma global y parcial, es decir que si falla uno de los sistemas no alterara ningún otro sistema; dando como resultado un proyecto eficiente e independiente de sus subsistemas tal como fue previsto por los investigadores.

RECOMENDACIONES

- Indagar de manera eficiente en diferentes fuentes bibliográficas, sitios web y artículos científicos para realizar una investigación de calidad.
- Tener precaución al momento de seleccionar un control debido a que de este depende directamente del número de variables a controlar y el tipo de sistema en donde se implementará.
- Para la creación de un sistema mecatrónico se debe tener precaución al momento de realizar las tarjetas de control, deberá estar desacoplarlas de los dispositivos eléctricos de alta potencia.
- Tener en cuenta al momento de seleccionar los componentes que se encuentren disponibles en el mercado local.
- Realizar una inspección espontanea por parte del avicultor, hacia el funcionamiento del sistema mecatrónico implementado en la avícola.
- Elegir métodos correctos y acordes a los parámetros requeridos para el procesamiento de imágenes en la detención de la tetrapleja.
- Seleccionar una IP estática para cada cámara y de esta manera no se tendrá conflictos en los direccionamientos y en el procesamiento de la información.

RECOMENDACIONES

- Se debe implementar componentes que no sean nocivos en las avícolas, para no perjudicar a las aves.
- Realizar las pruebas de error y funcionamiento de los sistemas implementados en el galpón sin que se encuentren las aves de esta manera asistir al problema ocasionado y no alterar el desarrollo del pollo

GRACIAS POR SU
ATENCIÓN