



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Automatización de granja avícola

Poultry Farm Automation

Autor

Iñigo Saiz Sánchez

Director

Cesar Asensio Chaves

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia

Junio 2024

Página intencionadamente en blanco.



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

Automatización de granja avícola

Poultry Farm Automation

424.24.64

Autor: Iñigo Saiz Sánchez
Director: Cesar Asensio Chaves
Fecha: 21/05/ 2024

Página intencionadamente en blanco.

INDICE DE CONTENIDO BREVE

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. RESUMEN | 1 |
| 2. ABSTRACT | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 4. DESARROLLO | 26 |
| 5. PROGRAMACIÓN | 47 |
| 6. SIMULACIÓN PROGRAMA COMPLETO | 62 |
| 7. PRESUPUESTOS | 70 |
| 8. CONCLUSIONES | 73 |
| 9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | 75 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 76 |

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| 1. RESUMEN | 1 |
| 1.1. PALABRAS CLAVE | 1 |
| 2. ABSTRACT | 2 |
| 2.1. KEY WORDS | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 3.1. OBJETIVOS | 3 |
| 3.2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA | 4 |
| 3.2.1. <i>Clima</i> | 4 |
| 3.3. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 3.3.1. <i>Clasificación de las diferentes clases de granjas avícolas.</i> | 5 |
| 3.3.1.1. Granjas avícolas de pollos de engorde o de carne. | 5 |
| 3.3.1.2. Granjas avícolas de puesta. | 5 |
| 3.3.2. <i>Procesos de Producción</i> | 6 |
| 3.3.2.1. Proceso de producción de pollo de engorde o de carne. | 6 |
| 3.3.2.2. Proceso de producción de puesta. | 6 |
| 3.3.3. <i>Condiciones a tener en cuenta para el cuidado de los animales en granja avícola</i> | 7 |
| 3.3.3.1. Condiciones Ambientales. | 7 |
| 3.3.3.1.1. Temperatura | 7 |
| 3.3.3.1.2. Ventilación | 7 |
| 3.3.3.1.3. Iluminación | 8 |
| 3.3.3.1.4. Humedad | 9 |
| 3.3.3.2. Alimentación | 9 |
| 3.3.3.2.1. Componentes de la dieta | 9 |
| 3.3.3.2.2. Formulación de dietas | 9 |
| 3.3.3.2.3. Suministro de alimento | 10 |
| 3.3.3.3. Suministro del agua | 10 |
| 3.3.3.3.1. Importancia del agua | 10 |
| 3.3.3.3.2. Acceso al agua | 10 |
| 3.3.3.4. Espacio y condiciones de las viviendas | 11 |
| 3.3.3.4.1. Densidad Poblacional | 11 |
| 3.3.3.4.2. Espacio Vital | 11 |
| 3.3.3.4.3. Condiciones de la cama | 11 |
| 3.3.3.5. Manejo y Bienestar Animal | 12 |
| 3.3.3.5.1. Manejo Sanitario | 12 |
| 3.3.3.5.2. Observación del comportamiento | 12 |
| 3.3.3.5.3. Capacitación del Personal | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.4. Clasificación de gallinas en granjas avícolas | 13 |
| 3.3.4.1. Gallinas ponedoras | 13 |
| 3.3.4.2. Gallinas de carne | 14 |
| 3.3.4.3. Gallinas de Exhibición | 14 |
| 3.3.4.4. Gallinas de otras funciones específicas | 14 |
| 3.3.5. Diferentes razas de pollos | 14 |
| 3.3.6. Equipamiento en Granjas Avícolas | 15 |
| 3.3.6.1. Sistemas de calefacción | 15 |
| 3.3.6.1.1. Radiadores infrarrojos a gas | 15 |
| 3.3.6.1.2. Generadores de aire caliente | 16 |
| 3.3.6.1.3. Suelo Radiante | 16 |
| 3.3.6.1.4. Intercambiador o recuperador de calor | 17 |
| 3.3.6.2. Sistemas de ventilación | 17 |
| 3.3.6.2.1. Ventiladores | 18 |
| 3.3.6.2.2. Controladores de ventilación | 18 |
| 3.3.6.2.3. Conductos de ventilación | 19 |
| 3.3.6.3. Sistemas de iluminación | 19 |
| 3.3.6.3.1. Lámparas | 19 |
| 3.3.6.3.2. Temporizadores y controladores de iluminación | 20 |
| 3.3.6.4. Alimentación | 20 |
| 3.3.6.4.1. Silos de alimento | 20 |
| 3.3.6.4.2. Tipos de comederos | 22 |
| 3.3.6.4.3. Comederos lineales | 22 |
| 3.3.6.4.4. Comederos de Cadena | 22 |
| 3.3.6.5. Suministro de agua | 22 |
| 3.3.6.5.1. Depósitos de agua | 22 |
| 3.3.6.5.2. Bebederos automáticos | 23 |
| 3.3.6.6. Motores eléctricos | 25 |
| 3.3.6.7. Transportadores | 25 |
| 4. DESARROLLO | 26 |
| 4.1. DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE | 26 |
| 4.2. SISTEMAS DE LA GRANJA AVÍCOLA | 27 |
| 4.2.1. Sistemas de alimentación | 27 |
| 4.2.1.1. Comederos | 27 |
| 4.2.1.2. Transporte de comida | 28 |
| 4.2.1.2.1. Extractor de silo para sistema de alimentación por espiral | 29 |
| 4.2.1.2.2. Motor de transporte de comida | 30 |
| 4.2.1.3. Silo de comida | 30 |
| 4.2.2. Sistema de hidratación | 31 |
| 4.2.2.1. Bebederos | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2.2. Transporte de agua | 32 |
| 4.2.2.3. Bomba de transporte de agua | 32 |
| 4.2.2.4. Depósito de agua | 34 |
| 4.2.3. Sistema de ventilación | 35 |
| 4.2.4. Sistema de iluminación | 37 |
| 4.2.5. Sistema de control | 38 |
| 4.2.5.1. Autómata | 38 |
| 4.2.5.2. Fuente de alimentación (PLC) | 39 |
| 4.2.5.3. Pantalla HMI | 40 |
| 4.2.5.4. Sensores y sondas | 41 |
| 4.2.5.4.1. Sensor de nivel laser | 41 |
| 4.2.5.4.2. Sonda de temperatura | 42 |
| 4.2.5.4.3. Sensor capacitivo | 43 |
| 4.2.6. Configuración del software de control | 43 |
| 5. PROGRAMACIÓN | 47 |
| 5.1. STEP 7 | 47 |
| 5.2. SCADA | 57 |
| 6. SIMULACIÓN PROGRAMA COMPLETO | 62 |
| 6.1. CONTROL DEL SISTEMA DE COMIDA | 62 |
| 6.2. SISTEMA DE CONTROL DE AGUA | 64 |
| 6.3. CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA | 68 |
| 7. PRESUPUESTOS | 70 |
| 8. CONCLUSIONES | 73 |
| 9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | 75 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 76 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Grafico de temperaturas | 4 |
| Ilustración 2: Ventilación natural | 7 |
| Ilustración 3: Ventilación Mecánica | 8 |
| Ilustración 4: Ejemplo de iluminación | 8 |
| Ilustración 5: Cama de pollos de engorde | 12 |
| Ilustración 6: Pollo raza Cobb | 15 |
| Ilustración 7: Pollo raza Ross | 15 |
| Ilustración 8: Radiador de granja avícola | 16 |
| Ilustración 9: Generador de aire | 16 |
| Ilustración 10: Suelo Radiante | 17 |
| Ilustración 11: Intercambiador de calor | 17 |
| Ilustración 12: Ventilador Axial | 18 |
| Ilustración 13: Ventilador Centrifugo | 18 |
| Ilustración 14: Controlador de ventilación | 19 |
| Ilustración 15: Sistemas de iluminación | 20 |
| Ilustración 16: Controlador de iluminación | 20 |
| Ilustración 17: Silos verticales | 21 |
| Ilustración 18: Silo horizontal | 21 |
| Ilustración 19: Silos elevados | 22 |
| Ilustración 20: Depósito de agua | 23 |
| Ilustración 21: Bebedero para pollos de engorde | 24 |
| Ilustración 22: Bebedero de copa | 24 |
| Ilustración 23: Motor eléctrico | 25 |
| Ilustración 24: Transportador de rodillos | 25 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 25:Distribución de la nave | 27 |
| Ilustración 26:Comedero KONAVI | 28 |
| Ilustración 27:Espiral para tubo..... | 29 |
| Ilustración 28:Cajetín de Ø90 mm | 29 |
| Ilustración 29:Motorreductor trifásico 1,5CV | 30 |
| Ilustración 30:Silo de alimento seleccionado | 31 |
| Ilustración 31:Bebedero tipo Nipple | 32 |
| Ilustración 32:Sistema de transporte de agua | 32 |
| Ilustración 33:Electrobomba de pozo | 33 |
| Ilustración 34:VEVOR Electrobomba..... | 33 |
| Ilustración 35:Depósito de agua seleccionado | 35 |
| Ilustración 36:Ventilador de 25.000 m ³ /h | 36 |
| Ilustración 37:Ventilador de 43.000 m ³ /h | 36 |
| Ilustración 38:Distribución de ventiladores..... | 37 |
| Ilustración 39:Lampara CORAX | 37 |
| Ilustración 40:CPU 314C-2DP..... | 38 |
| Ilustración 41:Red MPI | 39 |
| Ilustración 42:Fuente de alimentación | 40 |
| Ilustración 43:HMI MP277 8"..... | 41 |
| Ilustración 44:Sensor Laser LL-100..... | 42 |
| Ilustración 45:Sonda de temperatura | 42 |
| Ilustración 46:Sensor capacitivo | 43 |
| Ilustración 47:Step 7 configuración autómata | 44 |
| Ilustración 48:Direcciones en Step7 | 44 |
| Ilustración 49:Componentes del Step7 | 45 |
| Ilustración 50:Conexión de la red MPI | 45 |
| Ilustración 51:Tabla de símbolos | 47 |
| Ilustración 52:Bloque OB1 | 48 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 53: Bloque FC1..... | 49 |
| Ilustración 54: Bloque FC2..... | 51 |
| Ilustración 55: Bloque FC3..... | 53 |
| Ilustración 56: Bloque FC4..... | 54 |
| Ilustración 57: Bloque FC5..... | 55 |
| Ilustración 58: Imágenes WinCC..... | 57 |
| Ilustración 59: Imagen de Inicio | 58 |
| Ilustración 60: Imagen de sistema de comida | 59 |
| Ilustración 61: Imagen de sistema de agua..... | 60 |
| Ilustración 62: Imagen de sistema de temperatura | 61 |
| Ilustración 63: Proceso comida 1 | 62 |
| Ilustración 64: Proceso comida 2 | 63 |
| Ilustración 65: Proceso comida 3 | 63 |
| Ilustración 66: Proceso comida 4 | 64 |
| Ilustración 67: Proceso agua 1 | 64 |
| Ilustración 68: Proceso agua 2 | 65 |
| Ilustración 69: Proceso agua 3 | 66 |
| Ilustración 70: Proceso agua 4 | 66 |
| Ilustración 71: Proceso agua 5 | 67 |
| Ilustración 72: Proceso agua 6 | 67 |
| Ilustración 73: Proceso temperatura 1 | 68 |
| Ilustración 74: Proceso temperatura 2..... | 68 |
| Ilustración 75: Proceso temperatura 3..... | 69 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Características Espiral de tubo | 29 |
| Tabla 2: Características Cajetín de 90 mm | 29 |
| Tabla 3: Características Motorreductor trifásico 1,5CV | 30 |
| Tabla 4: Características Silo de comida..... | 31 |
| Tabla 5:Características Electrobomba pozo | 33 |
| Tabla 6:Características Bomba depósito | 34 |
| Tabla 7:Características Depósito de agua..... | 34 |
| Tabla 8:Características de Ventilador 25.000m ³ /h..... | 36 |
| Tabla 9:Características Ventilador de 43.000m ³ /h | 36 |
| Tabla 10:Características CORAX | 37 |
| Tabla 11:Características CPU314C-2DP | 38 |
| Tabla 12:Características Fuente de alimentación..... | 40 |
| Tabla 13:Características Pantalla HMI..... | 41 |
| Tabla 14:Características Sensor Laser | 42 |
| Tabla 15:Características Sonda de temperatura | 43 |
| Tabla 16:Características sensor capacitivo | 43 |
| Tabla 17:Presupuestos Sistema de comida..... | 70 |
| Tabla 18:Presupuestos Sistema de agua | 70 |
| Tabla 19:Presupuestos Sistema de temperatura | 71 |
| Tabla 20:Presupuestos Sistema de control | 71 |
| Tabla 21:Presupuestos Instalación eléctrica | 71 |
| Tabla 22:Presupuestos Mano de obra | 72 |
| Tabla 23:Presupuesto Total..... | 72 |

1. RESUMEN

En este trabajo, se presenta la propuesta para automatizar una granja de avícola. Uno de los principales objetivos es lograr un nivel adecuado de control y administración de los recursos utilizados en la instalación. Este proyecto, comienza con la investigación del desarrollo de las granjas de aves de corral, conociendo los principales objetivos de este tipo de granjas, así como las dificultades o retos más comunes y las diferentes oportunidades de mejora que nos podemos encontrar.

Posteriormente, nos enfocaremos en el diseño de la granja, buscando implementar sistemas automatizados. Gracias a estos sistemas automatizados, buscaremos una optimización tanto en la distribución del alimento como del agua, un control de temperatura exhaustivo y una correcta ventilación, iluminación y control de humedad.

Para la automatización de la nave, utilizaremos un autómatas programable (PLC) de la serie SIMATIC S7-300 como sistema de control. Este autómatas será el encargado de gestionar los diferentes sensores y actuadores que instalemos por toda la granja, permitiéndonos así un control de las diferentes variables como puede ser la temperatura de la nave. Además del PLC, contaremos con una pantalla de interfaz HMI que diseñaremos mediante el software WinCC para proporcionar a nuestros operadores una interfaz intuitiva con la que puedan supervisar en tiempo real los sistemas automatizados, así como configurar parámetros según sea necesario.

En definitiva, en este proyecto nos enfocaremos en la implementación de sistemas de automatización, buscando en todo momento una mejora en la eficiencia y el manejo de los recursos de una granja avícola.

1.1. PALABRAS CLAVE

Palabras clave que se tratan en este proyecto son las siguientes:

- Automatización de granja avícola.
- Control de agua, alimentación y temperatura.
- Diseño SCADA.
- Programación PLC SIMATIC S7-300.
- Control mediante pantalla HMI.

2. ABSTRACT

In this work, the proposal to automate a poultry farm is presented. One of the main objectives is to achieve an adequate level of control and administration of the resources used in the installation. This project begins with the investigation of the development of poultry farms, knowing the main objectives of this type of farms, as well as the most common difficulties or challenges and the different opportunities for improvement that we can find.

Subsequently, we will focus on the design of the farm, seeking to implement automated systems. Thanks to these automated systems, we will seek optimization in both the distribution of food and water, exhaustive temperature control and correct ventilation, lighting and humidity control.

For the automation of the warehouse, we will use a SIMATIC S7-300 series programmable controller (PLC) as a control system. This automaton will be in charge of managing the different sensors and actuators that we install throughout the farm, thus allowing us to control the different variables such as the temperature of the house. In addition to the PLC, we will have an HMI interface screen that we will design using WinCC software to provide our operators with an intuitive interface with which they can monitor the automated systems in real time, as well as configure parameters as necessary.

Ultimately, in this project we will focus on the implementation of automation systems, always seeking an improvement in the efficiency and management of resources of a poultry farm.

2.1. KEY WORDS

The keywords that are dealt with in this Project are the following:

- Poultry farm automation.
- Control of water, feeding and temperatura
- SCADA design.
- SIMATIC S7-300 programming PLC.
- HMI screen control.

3. INTRODUCCIÓN

En el sector de la industria de aves de corral moderna, la eficiencia operativa y el bienestar animal son los principales puntos críticos que influyen directamente en la productividad y la rentabilidad de las granjas avícolas. Además, el crecimiento de la demanda de los productos avícolas y la necesidad de abordar desafíos como la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria han sido factores clave para que la automatización se convierta en una herramienta esencial a la hora de optimizar los diferentes procesos de producción y mejorar el bienestar de las aves.

En este trabajo queremos enfocarnos en la automatización de una granja avícola para lograr una mejora en el control y en el manejo de recursos de la instalación. Con esta automatización no queremos lograr únicamente aumentar la eficiencia operativa y la productividad, sino que también buscamos garantizar el bienestar y la salud de las aves, así como la calidad del producto final.

La implementación de sistemas automatizados, nos permitirá una supervisión y un control preciso de diferentes variables como puede ser el control de temperatura o la distribución de alimentos. Gracias a estos sistemas, conseguiremos reducir la dependencia de la mano de obra humana, minimizando así los errores y aumentando la consistencia en los procesos de producción.

3.1. OBJETIVOS

A continuación, se mostrará un listado con los objetivos que se cumplen en este trabajo.

Durante todo el proceso buscaremos cumplir el Real Decreto 637/2021, de 27 de julio, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas.

- Implementación de sistemas automatizados.
- Optimización de la distribución de alimentos.
- Optimización de la distribución de agua.
- Control preciso de temperatura.
- Monitorizar en tiempo real el nivel de nuestros contenedores tanto el de alimento como el de agua.

3.2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Se situará la granja avícola en la zona de Navarra, concretamente cerca de la localidad llamada Tudela, hemos escogido esta localidad debido a que tiene un clima y unas situaciones geográficas lo más estándar posibles dentro del territorio español y que pueden favorecer al correcto desarrollo de nuestra granja.

3.2.1. Clima

Es un clima templado de veranos cálidos con precipitaciones escasas durante todo el año, demasiado escasas para ser un clima mediterráneo. No hay un mínimo marcado en verano. Tiene 4 meses secos y la temperatura media anual es inferior a 18°C. [1]

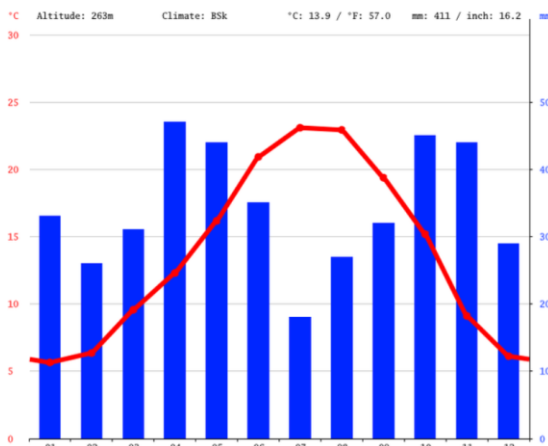


Ilustración 1: Gráfico de temperaturas [op.cit]

3.3. MARCO TEÓRICO

3.3.1. Clasificación de las diferentes clases de granjas avícolas.

3.3.1.1. Granjas avícolas de pollos de engorde o de carne.

Este tipo de granjas son instalaciones especializadas y diseñadas en la cría intensiva de pollos destinados a la producción de carne para el consumo humano. Este tipo de granjas juega un papel fundamental dentro del sector de la industria avícola ya que el pollo es una de las carnes más consumidas en todo el mundo debido a su asequible precio y su versatilidad culinaria.

En el territorio español existen cerca de 5000 granjas de este tipo. En cuanto a la densidad media dentro de estas instalaciones es de 25000-30000 pollos por instalación y sus condiciones están muy sistematizadas, los pollos pueden estar tanto libres por el suelo como en jaulas y suelen gozar de una temperatura acondicionada generalmente alrededor de 26°C. La iluminación y ventilación son factores importantes a tener en cuenta y la mayoría de comederos y bebederos están automatizados por sistemas informáticos que ajustan el caudal exacto de pienso y agua necesario.

3.3.1.2. Granjas avícolas de puesta.

Este tipo de granjas son instalaciones especializadas en la cría de gallinas y en la producción de huevos para el consumo humano. Este tipo de granjas se encargan de mantener a las gallinas ponedoras en condiciones controladas para maximizar la producción de huevos de alta calidad.

En el territorio español existen alrededor de 1340 granjas productoras de huevos que albergan 47 millones de gallinas ponedoras.

Dentro de las granjas avícolas de puesta se pueden encontrar diferentes tipos:

- Granjas avícolas de jaula acondicionada.
- Granjas al aire libre.
- Granjas avícolas camperas.
- Granjas de cría en libertad.

3.3.2. *Procesos de Producción*

3.3.2.1. Proceso de producción de pollo de engorde o de carne.

El proceso de la producción de pollo de engorde se separa en diferentes etapas:

-Incubación: Comienza con la incubación de los huevos fértiles en incubadoras controladas para proporcionar una alta tasa de eclosión exitosa.

-Crianza: Después de eclosionar los huevos, los pollos son transferidos a las instalaciones de crianza donde se les proporciona calor, agua y comida.

- Engorde: En esta etapa, se les suministra una dieta alta en proteínas y energía para estimular un veloz crecimiento muscular.

-Sacrificio y Procesamiento: Una vez los pollos llegan al peso del mercado, son sacrificados en instalaciones especializadas para esta acción y son procesados para distribuirlos en el mercado.

3.3.2.2. Proceso de producción de puesta.

El proceso de la producción en las granjas avícolas de puesta sigue las siguientes etapas:

-Crianza: Las gallinas ponedoras son criadas desde una edad temprana. Durante esta etapa, se les proporciona una dieta y unos cuidados especiales para garantizar el correcto desarrollo de las aves.

-Inicio de la puesta: Una vez las gallinas maduren comienzan a poner huevos, este proceso generalmente ocurre cuando las gallinas tienen alrededor de unas 18-20 semanas de edad.

-Producción de huevos: En esta etapa las gallinas continúan poniendo huevos de manera regular a lo largo de su vida productiva que puede durar varios años. La producción de huevos puede maximizarse mediante la implementación de alimentación específicas y un correcto control de la iluminación y temperatura.

-Recolección y clasificación de huevos: Durante esta etapa los huevos son recolectados de los nidos y transportados a instalaciones de clasificación donde se les realiza una inspección, se lavan y se clasifican según su tamaño y calidad. Una vez realizado este proceso los huevos se embalan y se preparan para distribuirlos en el mercado.

3.3.3. Condiciones a tener en cuenta para el cuidado de los animales en granja avícola

3.3.3.1. Condiciones Ambientales.

3.3.3.1.1. Temperatura

La temperatura es un factor crítico dentro de las granjas avícolas, ya que este factor afecta directamente a la salud de las aves, su comportamiento y su rendimiento de producción. Las aves son mucho más sensibles a los cambios bruscos de temperatura en comparación con los mamíferos, ya que su temperatura corporal es más alta.

Para los pollos de engorde, se recomienda mantener una temperatura alrededor de 20-22°C.

En cuanto a las gallinas ponedoras generalmente, necesitan una temperatura más baja, alrededor de 18-24°C. Temperaturas extremas pueden afectar de manera negativa en la producción de los huevos.

Es muy importante contar con sistemas de ventilación y calefacción adecuados para mantener una temperatura constante dentro de la granja avícola, especialmente durante el invierno y el verano. [2]

3.3.3.1.2. Ventilación

Un correcto sistema de ventilación es esencial para garantizar una buena calidad de aire para nuestras aves. Una ventilación adecuada, es capaz de eliminar el exceso de humedad, gases nocivos, partículas de polvo, así como proporcionar un suministro constante de oxígeno.

Podemos distinguir entre dos tipos de ventilación:

-Ventilación Natural: Esta ventilación se logra mediante la instalación de ventanas, aberturas en las paredes y en el techo de la granja avícola permitiendo así la entrada y salida de aire fresco.



Ilustración 2: Ventilación natural [28]

-Ventilación Mecánica: Para lograr este tipo de ventilación, debemos instalar ventiladores y extractores que controlen activamente el flujo de aire y mantener las condiciones óptimas en la granja avícola.



Ilustración 3: Ventilación Mecánica [29]

Una ventilación adecuada ayuda a prevenir problemas respiratorios, enfermedades y estrés térmico en las aves, promoviendo así su salud y bienestar. [2]

3.3.3.1.3. Iluminación

La iluminación es un factor crucial para el bienestar y el rendimiento productivo de nuestras aves de corral, especialmente para las gallinas ponedoras.

Dos factores influyen en la iluminación de una granja avícola, el fotoperiodo, es la duración de la luz del día; la intensidad y la distribución de la luz. Ambas son muy importantes para garantizar un ambiente adecuado a nuestras aves.

Es necesario sistemas de iluminación artificial como pueden ser lámparas incandescentes, fluorescentes o LED para proporcionar la luz necesaria para las aves. [3]



Ilustración 4: Ejemplo de iluminación [30]

3.3.3.1.4. Humedad

El control de la humedad es un factor esencial para prevenir problemas de salud como enfermedades respiratorias, así como la propagación de hongos y bacterias entre las aves de la granja avícola.

Es recomendable mantener una humedad relativa dentro de la instalación en un rango de 50-70%. Para ello, se utilizan sistemas de ventilación y deshumidificación encargados de mantener la humedad en niveles óptimos para el bienestar y la salud de las aves. [2]

3.3.3.2. Alimentación

Una alimentación adecuada es uno de los factores más importantes que podemos encontrarnos dentro de una granja avícola. Con una correcta alimentación se logrará un correcto crecimiento de las aves que más adelante vendrá recompensado con un crecimiento en el rendimiento productivo. Es necesario llevar a cabo una dieta balanceada y nutritiva.

3.3.3.2.1. Componentes de la dieta

-Proteínas: Las fuentes de proteína más comunes utilizadas en las granjas avícolas pueden ser la harina de soja, el maíz, el trigo, el pescado y las harinas de carne y hueso.

-Carbohidratos: Pueden ser una fuente de carbohidratos, el maíz, el trigo, el arroz y otros granos.

-Grasas: Se suelen utilizar aceites vegetales y grasas animales en este tipo de dieta.

-Vitaminas y Minerales: Este tipo de dieta, se utiliza para agregar suplementos vitamínicos y minerales. [4]

3.3.3.2.2. Formulación de dietas

Las dietas avícolas son un factor crucial para satisfacer los requerimientos específicos de cada tipo de ave y la diferente etapa en la que se encuentra. Hay que tener en cuenta, la edad, el peso, el sexo y la actividad metabólica de las aves. [4]

3.3.3.2.3. Suministro de alimento

En cuanto al suministro del alimento se distingue entre dos tipos:

-De libre acceso: Se trata de un sistema en el que las aves tienen un acceso constante a alimento fresco y agua limpia. Esto permite a las aves alimentarse según sus necesidades individuales.

-Alimentación programada: En este caso, se utiliza un sistema de alimentación programada donde las aves reciben raciones de alimento en horarios específicos. Esto permite un control de la ingesta de alimento y optimizar el rendimiento productivo. [5]

3.3.3.3. Suministro del agua

El suministro de agua fresca y limpia es esencial para el bienestar, la salud y el rendimiento productivo de las aves de corral en una granja avícola.

3.3.3.3.1. Importancia del agua

El agua dentro de nuestra instalación avícola influye en dos factores muy importantes:

-Hidratación: Es esencial mantener hidratadas a las aves ya que la falta de agua puede llevar a la deshidratación y verse afectados varios factores como son la producción de huevos o aumentar en estrés en las aves de corral.

-Digestión: Un correcto suministro de agua garantiza un proceso digestivo eficiente en nuestras aves y una óptima utilización de los nutrientes de nuestra dieta.

3.3.3.3.2. Acceso al agua

Como en el caso del alimento, el acceso al agua puede ser de dos maneras:

-Acceso Continuo: Las aves tienen acceso continuo a agua limpia en todo momento. Se utilizan bebederos automáticos o recipientes para suministrar agua de manera constante.

-Acceso Programado: Las aves tienen acceso a agua durante unas horas específicas programadas.

Es importante mantener una correcta limpieza y desinfección de los bebederos para prevenir la contaminación de agua y reducir el riesgo de enfermedades.

3.3.3.4. Espacio y condiciones de las viviendas

3.3.3.4.1. Densidad Poblacional

La densidad poblacional se refiere a la cantidad de aves que pueden ser alojadas en un determinado espacio. Lo más importante a tener en cuenta, es garantizar el bienestar y la prevención de problemas de comportamiento entre las aves.

En cuanto a los pollos de engorde, la densidad poblacional depende de la raza, el peso y el sistema de alojamiento. En los sistemas de cría intensiva la densidad varía entre 0.1 y 0.2 metros cuadrados por cada pollo, mientras en cría al aire libre puede ser menor.

Para las gallinas ponedoras la densidad poblacional es de 6 a 8 aves por metro cuadrado en sistemas de jaula en batería y de 10 a 12 para sistemas de suelo. [6]

3.3.3.4.2. Espacio Vital

El espacio vital es crucial para el comportamiento natural de las aves de corral. Es necesario que las aves cuenten con este espacio para poder caminar, estirarse, picotear y revolotear. Para ello son importantes dos aspectos; el área de movimiento, es el espacio reservado para que las aves se puedan mover libremente dentro de la instalación y se deben evitar las condiciones que limiten el movimiento como puede ser la aglomeración de aves. Por otro lado, el área de descanso, donde las aves puedan descansar y dormir. [6]

3.3.3.4.3. Condiciones de la cama

Nos referimos a la cama como el área de descanso de nuestras aves, se utiliza para proporcionar una comodidad en el descanso de nuestros animales. Una cama adecuada ayudara a reducir el riesgo de lesiones y enfermedades y a conseguir una mejora en el confort de las aves.

Para el área de descanso se utilizan una variedad de materiales como pueden ser virutas de madera, paja o papel reciclado. Se recomienda mantener una capa de al menos 5 a 10 centímetros de grosor para que la cama cumpla con las necesidades de nuestras aves y

es importante mantener esta zona limpia y seca ya que al ensuciarse puede aumentar el riesgo de enfermedades en nuestros animales. [6]



Ilustración 5: Cama de pollos de engorde [31]

3.3.3.5. Manejo y Bienestar Animal

3.3.3.5.1. Manejo Sanitario

Hay que tener en cuenta dos aspectos a la hora del manejo sanitario:

-Programas de vacunación: Se trata de administrar vacunas específicas según el calendario recomendado por veterinarios especializados en avicultura.

-Control de enfermedades: Consiste en realizar medidas de seguridad para prevenir la propagación de enfermedades dentro de la granja avícola. [6]

3.3.3.5.2. Observación del comportamiento

Es importante realizar observaciones regulares del comportamiento de las aves dentro de la granja avícola para poder detectar signos de estrés, enfermedades o problemas de bienestar. Pueden surgir diferentes comportamientos anormales como canibalismo o agresión entre las aves de la instalación.

3.3.3.5.3. Capacitación del Personal

La capacitación del personal es un aspecto crucial en la gestión eficaz y ética de una granja avícola. Un equipo bien capacitado no solo asegura el bienestar de las aves, sino que también contribuye a la eficiencia operativa, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la granja. La capacitación del personal abarca varios aspectos relacionados con el manejo y cuidado de las aves, así como con la seguridad y la higiene en el lugar de trabajo.

Se proporciona formación en los procedimientos de seguridad y normas de higiene en la granja avícola, incluyendo el uso adecuado de equipos de protección personal, la manipulación segura de productos químicos y la prevención de lesiones laborales.

Se educa al personal sobre los riesgos asociados con el manejo de aves y los posibles peligros para la salud, como alergias, enfermedades y lesiones. Se les instruye sobre medidas preventivas y buenas prácticas de higiene para minimizar el riesgo de enfermedades ocupacionales.

Por otro lado, el personal debe estar familiarizado con las normativas y regulaciones locales, nacionales e internacionales relacionadas con el bienestar animal, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente. Se les instruye sobre los requisitos legales y las responsabilidades de la granja avícola en relación con estas normativas.

Por último, es importante que el personal mantenga unos registros precisos y completos sobre las actividades y operaciones de la granja, incluyendo la salud de las aves, la alimentación y el suministro de agua, las condiciones ambientales y cualquier incidencia o problema relevante. [7]

3.3.4. Clasificación de gallinas en granjas avícolas

3.3.4.1. Gallinas ponedoras

En cuanto a las gallinas ponedoras, se pueden distinguir en dos grupos:

-De Postura: Estas gallinas son únicamente utilizadas para la producción de huevos para el consumo humano. Se distinguen por su alta capacidad de producción de huevos.

-De reproducción: Estas gallinas se utilizan para reproducirse y crías nuevas generaciones de gallinas ponedoras. Se distinguen por su calidad genética y por sus características reproductivas. [8]

3.3.4.2. Gallinas de carne

Se distinguen entre dos tipos:

-Broilers: Este tipo de gallinas son criadas únicamente para la producción de carne destinada al consumo humano. Su rápido crecimiento es una de las características más importantes de este tipo de gallina.

-De doble propósito: Este tipo de gallinas se utilizan tanto para la producción de carne como la producción de huevos, aunque no son tan eficientes en ninguno de los dos aspectos. [8]

3.3.4.3. Gallinas de Exhibición

Estas gallinas se crían principalmente para ser exhibidas en ferias, exposiciones y concursos avícolas debido a su belleza. Se seleccionan por el color, el plumaje, la forma del cuerpo y el tipo de cresta. No son muy comunes en las granjas avícolas. [8]

3.3.4.4. Gallinas de otras funciones específicas

Las gallinas de terapia son criadas en algunas granjas avícolas para el uso en terapias de animales, donde su presencia e interacción con humanos se utiliza con fines terapéuticos y educativos.

3.3.5. *Diferentes razas de pollos*

Podemos diferenciar en dos grandes líneas de pollos de engorde, aunque existen más líneas de pollos de engorde.

- Cobb

La línea de pollos de engorde Cobb es una de las más reconocida y utilizadas en la industria avícola a nivel mundial. Estos pollos se caracterizan por su rápido crecimiento y eficiencia alimenticia, lo que los convierte en una opción popular para la producción de carne de pollo.

También son conocidos por su buena conversión alimenticia y otra característica destacada que tienen es la buena proporción de carne en relación con su tamaño.



Ilustración 6: Pollo raza Cobb [op.cit]

- Ross

Esta raza es otra opción popular en la industria avícola para la producción de carne de pollo, se crían selectivamente para un rápido crecimiento y eficiencia alimenticia. Son conocidos por la calidad de la carne y su capacidad para convertir el alimento en carne de manera eficiente. [9]



Ilustración 7: Pollo raza Ross [op.cit]

3.3.6. Equipamiento en Granjas Avícolas

3.3.6.1. Sistemas de calefacción

Los sistemas de calefacción son fundamentales en las granjas avícolas para mantener una temperatura óptima en las instalaciones, especialmente durante los meses más fríos.

Podemos distinguir diferentes tipos de sistemas de calefacción utilizados en este tipo de granjas.

3.3.6.1.1. Radiadores infrarrojos a gas

Los radiadores infrarrojos a gas emiten calor de manera directa a través de radiación infrarroja. Estos elementos suelen estar instalados en el techo o en las paredes de la instalación avícola y el calor que producen se dirige hacia abajo.

Estos radiadores proporcionan un calor uniforme y confortable para las aves, no causa corrientes de aire y son elementos eficientes en términos energéticos.

Por otro lado, estos elementos requieren una inversión económica alta y pueden ser difícil de instalar en estructuras existentes. [32]



Ilustración 8: Radiador de granja avícola [op.cit]

3.3.6.1.2. Generadores de aire caliente

Los generadores de aire caliente queman combustible, como gas, diesel, propano o biomasa para calentar el aire y distribuirlo a través de conductos o ventiladores a lo largo de la instalación avícola.

Estos elementos mantienen regular a la temperatura, proporcionan un ambiente cálido en los meses más fríos, tienen una excelente flexibilidad ya que permiten un control preciso de la distribución del calor y en cuanto a la eficiencia energética es una muy buena opción. [op.cit]



Ilustración 9: Generador de aire [op.cit]

3.3.6.1.3. Suelo Radiante

El suelo radiante se trata de un conjunto de tuberías instaladas en el suelo de nuestra granja avícola a través de las cuales circula agua caliente o líquido refrigerante. El calor se irradia desde el suelo hacia el techo proporcionando así una fuente de calor uniforme en toda la instalación.

Este sistema reduce la pérdida de calor a través del techo y las paredes, lo que supone un aumento en la eficiencia energética.

Es importante recalcar que es una instalación compleja y costosa y si la granja se encuentra en un clima cálido puede ser menos eficiente que otros sistemas. [op.cit]



Ilustración 10: Suelo Radiante [op.cit]

3.3.6.1.4. Intercambiador o recuperador de calor

Los recuperadores de calor aprovechan el calor residual contenido en el aire caliente que se extrae en las instalaciones avícolas durante el proceso de ventilación. Este mismo aire pasa por el intercambiador que se encuentra en contacto con un flujo de aire fresco. El intercambiador transfiere el aire caliente al aire fresco sin que ambos flujos de aire se mezclen y así recuperar parte de la energía térmica y precalentar el aire fresco antes de que se adentre en la instalación avícola.



Ilustración 11: Intercambiador de calor [op.cit]

3.3.6.2. Sistemas de ventilación

Los sistemas de ventilación son cruciales en las granjas avícolas para garantizar un ambiente saludable y confortable para las aves.

3.3.6.2.1. Ventiladores

Los ventiladores son componentes clave en los sistemas de ventilación de las granjas avícolas. Estos dispositivos están diseñados para mover grandes volúmenes de aire y pueden ser instalados en diferentes ubicaciones, como en las paredes, el techo o en conductos de ventilación.

Podemos diferenciar entre dos tipos:

-Ventiladores Axiales: Son los más comunes, tienen un diseño simple que permite mover grandes volúmenes de aire a alta velocidad. Por otro lado, son eficientes en términos de energía y adecuados para la ventilación general.



Ilustración 12: Ventilador Axial [op.cit]

-Ventiladores centrífugos: Son más potentes y pueden generar una mayor presión de aire que los ventiladores axiales. Son ideales para sistemas con muchas obstrucciones. [op.cit]

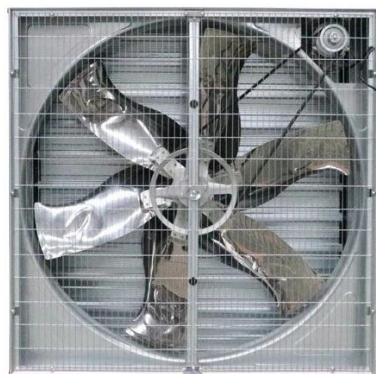


Ilustración 13: Ventilador Centrifugo [op.cit]

3.3.6.2.2. Controladores de ventilación

Estos dispositivos son los encargados de regular el funcionamiento de los ventiladores, teniendo en cuenta factores como la temperatura, la humedad y la concentración de gases que hay en el aire de la instalación avícola.



Ilustración 14: Controlador de ventilación [33]

3.3.6.2.3. Conductos de ventilación

Los conductos de ventilación son sistemas de tuberías que transportan el aire fresco desde el exterior hasta el interior de la granja avícola y expulsan el aire viciado al exterior.

Es posible encontrarse con conductos hechos de acero galvanizado, aluminio o plástico y generalmente podemos diferenciar entre conductos de ventilación principales que son de gran diámetro y conectan los ventiladores principales con las aberturas de ventilación y por otro lado, los conductos de distribución que son de un diámetro inferior y distribuyen el aire desde los conductos principales a áreas específicas de la granja.

3.3.6.3. Sistemas de iluminación

3.3.6.3.1. Lámparas

Las lámparas son dispositivos que emiten luz para proporcionar iluminación artificial dentro de las instalaciones avícolas. Pueden variar en tipo, incluyendo lámparas incandescentes, fluorescentes, LED y de halógenos metálicos.

Estos elementos son encargados de proporcionar una iluminación adecuada para las aves de nuestra instalación y son capaces de mantener un ciclo de luz y de oscuridad adecuado para estas mismas.

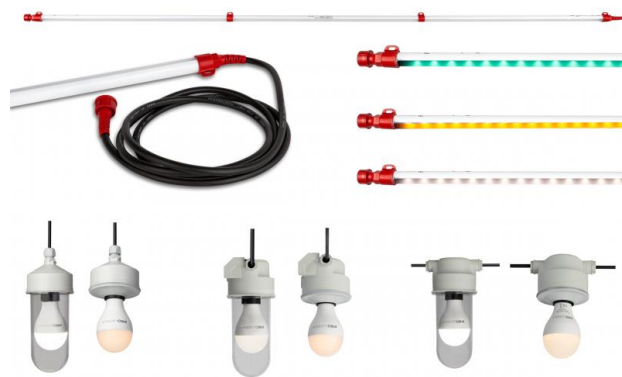


Ilustración 15: Sistemas de iluminación [34]

3.3.6.3.2. Temporizadores y controladores de iluminación

Estos dispositivos se utilizan para programar y controlar el encendido y apagado de las lámparas de manera automática, siguiendo un horario específico para regular el ciclo de luz y oscuridad.



Ilustración 16: Controlador de iluminación [op.cit]

3.3.6.4. Alimentación

3.3.6.4.1. Silos de alimento

Los silos de pienso son estructuras diseñadas para almacenar y distribuir alimentos en las granjas avícolas. Los silos proporcionan una protección a los alimentos almacenados dentro de ellos y a su vez, son capaces de mantener los alimentos con una excelente conservación sin degradar su calidad.

Por otro lado, los silos nos permiten una fácil distribución del alimento, ya sea utilizando sistemas de transporte, como pueden ser transportadores o sistemas de alimentación automatizados.

Dentro de los silos podemos distinguir entre diferentes tipos de silos.

- Silos Verticales

Son estructuras altas y cilíndricas que se elevan verticalmente desde el suelo. Pueden tener una capacidad de almacenamiento significativa y son adecuados para granjas con grandes cantidades de aves.



Ilustración 17: Silos verticales [35]

- Silos Horizontales

Son estructuras más anchas y bajas que se extienden horizontalmente sobre el suelo. Son ideales para granjas con espacio limitado o que necesitan un acceso más fácil para la carga y descarga de alimentos.



Ilustración 18: Silo horizontal [36]

- Silos elevados

Están elevados sobre el suelo mediante patas o soporte, lo que facilita el acceso para la carga y descarga de alimentos aparte de proporcionar adicional protección contra roedores y otros animales.



Ilustración 19: Silos elevados [37]

3.3.6.4.2. Tipos de comederos

Dentro de las granjas avícolas podemos encontrarnos con diferentes tipos de comederos para poder alimentar a las aves.

3.3.6.4.3. Comederos lineales

Los comederos lineales son sistemas automatizados que distribuyen el alimento a lo largo de una línea o corredor. Están diseñados para proporcionar un acceso fácil al alimento y permitir que múltiples aves se alimenten simultáneamente.

El alimento se distribuye a lo largo de la línea y las aves pueden acceder a él a medida que se desplazan a lo largo del comedero. Algunos comederos lineales están equipados con sistemas de control que regulan la velocidad de distribución del alimento.

Pueden tener forma de Tolva, plato...

3.3.6.4.4. Comederos de Cadena

Los comederos de cadena consisten en una cadena que transporta el alimento a lo largo de la nave avícola. Las aves pueden picotear el alimento de la cadena mientras se mueve.

3.3.6.5. Suministro de agua

3.3.6.5.1. Depósitos de agua

Los depósitos de almacenamiento son recipientes grandes diseñados para almacenar grandes cantidades de agua. Pueden ser de plástico, fibra de vidrio o acero inoxidable. Pueden variar en capacidad desde unos pocos cientos de litros hasta miles de litros, dependiendo de las necesidades de agua de la granja avícola.

Los tanques de almacenamiento suelen instalarse en áreas designadas de la granja, como cerca de los galpones de aves, pueden

estar elevados sobre el suelo o enterrados parcialmente para facilitar el acceso.

Los depósitos de agua utilizados en granjas avícolas pueden variar en tamaño, forma, material de construcción y diseño, dependiendo de las necesidades específicas de la granja.

Es crucial mantener los depósitos de agua limpios y en buen estado para garantizar la salud de las aves y la calidad del agua suministrada.



Ilustración 20: Depósito de agua [38]

3.3.6.5.2. Bebederos automáticos

Los bebederos automáticos son dispositivos diseñados para suministrar agua a las aves de forma automática. Pueden estar conectados directamente a los tanques de almacenamiento o a sistemas de abastecimiento de agua.

Los más comunes son:

- Bebederos tipo Nipple

Estos bebederos consisten en una válvula de agua que libera agua cuando se presiona con el pico del ave. El ave activa la válvula al presionar el extremo del bebedero (nipple) con su pico, lo que libera agua. Cuando el ave deja de presionar, la válvula se cierra evitando derrames.

Este tipo de bebederos reducen la contaminación del agua ya que no está en contacto con el suelo y también son fáciles de limpiar y mantener.

Son perfectos para granjas de pollos de engorde que se encuentren en un sistema de cría en el suelo. [39]



Ilustración 21: Bebedero para pollos de engorde [op.cit]

- Bebederos de Plato o Bandeja

Estos bebederos consisten en una bandeja o plato poco profundo que se llena de agua automáticamente hasta un cierto nivel. El agua se suministra a la bandeja mediante un sistema de abastecimiento automático, como una válvula de flotador o un sistema de nivelación. Las aves pueden beber directamente del plato. [op.cit]

- Bebederos de copa

Estos bebederos consisten en una copa o recipiente poco profundo que se llena de agua automáticamente hasta cierto nivel. El agua se suministra a la copa mediante un sistema de abastecimiento automático, como una válvula de flotador o un sistema de nivelación. Las aves pueden beber directamente de la copa.

Son adecuados para pollos de engorde y aves de corral en sistemas de cría de suelo y jaulas. [op.cit]



Ilustración 22: Bebedero de copa [op.cit]

- Bebederos con sistema de pulverización

Estos bebederos liberan agua en forma de niebla o pulverización fina para proporcionar agua fresca y refrescante a las aves. El agua se suministra a través de un sistema de tuberías con boquillas pulverizadoras que dispersan el agua en forma de niebla. Las aves pueden beber directamente de la niebla o del agua que se acumula en el suelo.

Son comunes en granjas avícolas de cría al aire libre. [op.cit]

3.3.6.6. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son componentes clave en muchas operaciones de las granjas avícolas, ya que alimentan una variedad de equipos y maquinaria utilizados en la cría y el cuidado de las aves. Son los encargados de hacer funcionar los ventiladores, bombas de agua, sistemas de alimentación automática, transportadores, sistemas de climatización...

Los más comunes en las granjas avícolas son los motores de corriente alterna debido a su disponibilidad, eficiencia y facilidad de control. Pueden ser motores de inducción o motores síncronos, dependiendo de la aplicación específica. [40]



Ilustración 23: Motor eléctrico [op.cit]

3.3.6.7. Transportadores

Los transportadores son componentes esenciales en las granjas avícolas, utilizados para el movimiento eficiente y seguro de aves, huevos, alimentos y otros materiales a lo largo de la instalación.

Estos sistemas de transporte pueden ser esenciales para mantener la eficiencia y productividad de la granja, al reducir la necesidad de manipulación manual y agilizar los procesos de cría y cuidado de aves.



Ilustración 24: Transportador de rodillos [op.cit]

4. DESARROLLO

Tras barajear las diferentes opciones que tenemos al diseñar una granja avícola, hemos decidido que nuestra granja avícola sea una granja avícola de pollos de engorde.

Al saber que nuestra granja avícola será de pollos de engorde, tenemos que tener en cuenta que en general los pollos de engorde se crían con el objetivo de alcanzar un peso de mercado en un periodo relativamente corto y que este periodo suele oscilar entre las 5 y 7 semanas de edad.

Tenemos que tener claro que nuestro objetivo principal es producir pollos de manera eficiente para la producción de carne. Para ello, tenemos que diseñar la granja para poder maximizar el crecimiento y la eficiencia alimenticia de nuestros pollos, garantizando al mismo tiempo su bienestar y salud.

4.1. DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE

Contamos con una nave que tiene unas dimensiones de 125 metros de largo y 17 metros de ancho la cual tendrá una altura de unos 4 metros.

Reservaremos un espacio en el que meteremos el cuadro general y los diferentes controladores de nuestra granja como puede ser, la pantalla HMI encargada de controlar los diferentes sistemas automatizados de nuestra granja. El resto de la instalación será únicamente para tener nuestros animales con los respectivos equipamientos necesarios para su bienestar.

Para nuestros pollos de engorde, no nos será necesario la instalación de ningún tipo de jaula o barrera, nuestros pollos se criarán libremente en el suelo. Crearemos una línea de comederos lineales y una línea de bebederos totalmente automatizados ambos sistemas.

Teniendo en cuenta que no podemos tener más de 20 pollos de engorde por metro cuadrado, repartiremos cada metro cuadrado de nuestra nave para 15 pollos de engorde, por lo que reservando el espacio para el control de la instalación tenemos 123x17 metros, lo que nos da una superficie de 2091 m² y nos da la capacidad de tener hasta 31.365 pollos de engorde en nuestra granja avícola.

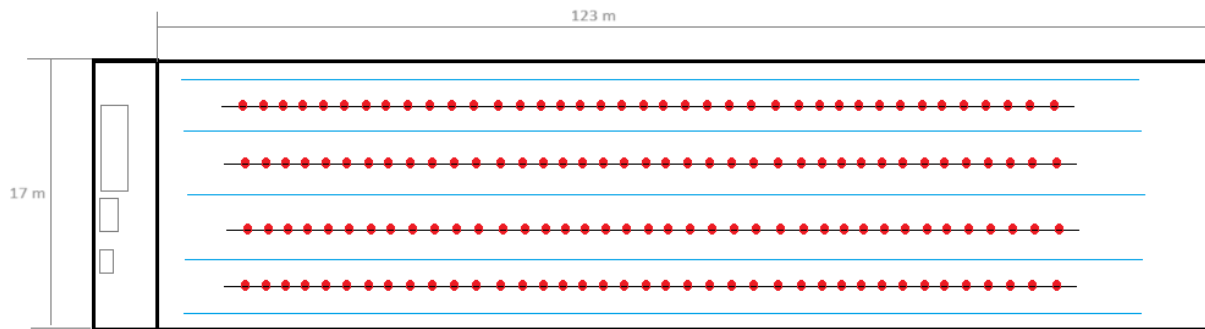


Ilustración 25: Distribución de la nave [Fotografía tomada por el autor]

En esta imagen podemos observar, el espacio reservado para el control de la instalación y el resto de nave donde se situarán los pollos de engorde. Podemos ver de rojo las líneas de comederos que instalaremos más a delante junto a la línea de bebederos representada en color azul.

4.2. SISTEMAS DE LA GRANJA AVÍCOLA

En este apartado, desarrollaremos los diferentes sistemas que utilizaremos en nuestra instalación. Desarrollaremos tanto el sistema de alimentación que utilizaremos, el sistema de temperatura, sistema de agua, la ventilación y la iluminación.

4.2.1. Sistemas de alimentación

Para nuestro sistema de alimentación, tenemos que tener en cuenta los diferentes alimentos que les tenemos que proporcionar a nuestros pollos de engorde. En nuestro caso, los pollos de engorde serán alimentados a base de pienso y tendremos en cuenta la cantidad que les suministremos dependiendo en que etapa de engorde se encuentren.

En la primera etapa, las 3-4 primeras semanas la cantidad de pienso que les suministremos será menor que durante la segunda etapa, la cual es la etapa de crecimiento y desarrollo, en esta etapa la cantidad de pienso que les suministremos aumentará hasta la tercera etapa, que será la etapa de acabado, donde les suministraremos una cantidad normal de pienso a nuestros pollos.

4.2.1.1. Comederos

Hemos hecho un estudio en el apartado de marco teórico de los diferentes comederos que existen en las granjas avícolas. Finalmente, el

tipo de comedero por el que nos hemos decantado para nuestra granja avícola, será comederos de tolva.

Hemos seleccionado este tipo de comedero debido a su eficiencia en la alimentación, ya que permiten almacenar y dispensar grandes cantidades de alimento de manera eficiente, están diseñados para proteger el alimento del contacto directo con las aves, podremos alimentar a varias aves al mismo tiempo y son comederos fáciles de limpiar y mantener.

Concretamente, utilizaremos los comederos KONAVI ya que hemos podido recabar información sobre este tipo de comedero y nos parece el más indicado para nuestros pollos de engorde. Es un comedero innovador y nos ofrece muchas ventajas frente a otros comederos. [12]



Ilustración 26: Comedero KONAVI [op.cit]

4.2.1.2. Transporte de comida

El transporte de la comida, es un proceso crucial para la producción de nuestros pollos de engorde. Como hemos visto, existen diferentes sistemas para el transporte de comida. En nuestro caso, al utilizar comederos KONAVI, utilizaremos un sistema con tuberías de PVC, concretamente de 90 mm para que encajen en nuestro comedero.

Estas tuberías, serán las encargadas de unir los silos de alimentos con nuestros comederos que se encontrarán dentro de la granja.

Hemos seleccionado este tipo de transporte ya que nos ofrecen una distribución del alimento uniforme, tiene una fácil instalación y mantenimiento y sobre todo porque son compatibles con el tipo de comedero KONAVI.



Ilustración 27: Espiral para tubo [op.cit]

Ya que sabemos las medidas que necesitamos para nuestras tuberías en espiral, solo nos falta concretar el modelo. [13]

| Referencia | Diámetro exterior | Diámetro interior | Paso de espiras | Tubo |
|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------|
| G02013051150 | 68mm | 46mm | 50 mm | 90 mm |

Tabla 1: Características Espiral de tubo

4.2.1.2.1. Extractor de silo para sistema de alimentación por espiral

Para que nuestra comida salga desde el silo hasta nuestras tuberías en espiral, necesitaremos un extractor de silo para sistemas de alimentación por espiral. Con este elemento nos aseguraremos que el desperdicio de nuestro pienso sea mínimo y así consigamos repartir el pienso de manera eficiente desde el silo hasta nuestros comederos

Conociendo el diámetro de 90 mm que hemos escogido para nuestras tuberías en espiral, solo tenemos que escoger un extractor de silo del mismo diámetro. Extractor de 90mm Ø:



Ilustración 28: Cajetín de Ø90 mm [op.cit]

| Referencia | Eje Ø | Peso neto |
|--------------|-------|-----------|
| G02011041000 | 45mm | 15,607 kg |

Tabla 2: Características Cajetín de 90 mm

4.2.1.2.2. Motor de transporte de comida

Para que nuestro sistema de tuberías de espiral gire y haga funcionar nuestro sistema de alimentación necesitaremos un motor con reductora.

En nuestro caso, el fabricante del distribuidor por espiral, nos ofrece este motor. [15]



Ilustración 29: Motorreductor trifásico 1,5CV [op.cit]

| Referencia | Tensión (V) | Pot (CV) | Corriente | Velocidad |
|--------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| 3G99T0015A2A | 230V/400V | 1.5 CV | 4.75 A | 300 rpm |

Tabla 3: Características Motorreductor trifásico 1,5CV

4.2.1.3. Silo de comida

Para elegir el silo que va abastecer a nuestra instalación de alimento, es necesario tener en cuenta el consumo de alimentación que vamos a tener. Para ello, contamos con 31.365 aves y el consumo de cada ave son alrededor de unos 130 g de pienso al día.

$$31.365 * 130 \frac{g}{dia} = 4.077.450 \frac{g}{dia}$$

Obtenemos una media de 4.080 Kg/día. Ahora vamos a calcular cuánto consumiríamos en 10 días, ya que así nos aseguramos de que siempre tendremos suficiente pienso para alimentar a nuestras aves, incluso en caso de que nuestro proveedor tenga algún problema para abastecernos.

$$4.080 \frac{Kg}{dia} * 10 dias = 40.800 kg$$

Nos da un resultado de alrededor de 41 T de pienso que necesitaremos para abastecer a nuestros animales. Nos hemos decantado por el siguiente silo:[16]

| Código | Diámetro (m) | Volumen (m ³) | Altura (m) | Capacidad (T) |
|-------------------|--------------|---------------------------|------------|---------------|
| CT45-01206 | 3,66 | 67,39 | 10,0 | 43,2 |

Tabla 4: Características Silo de comida

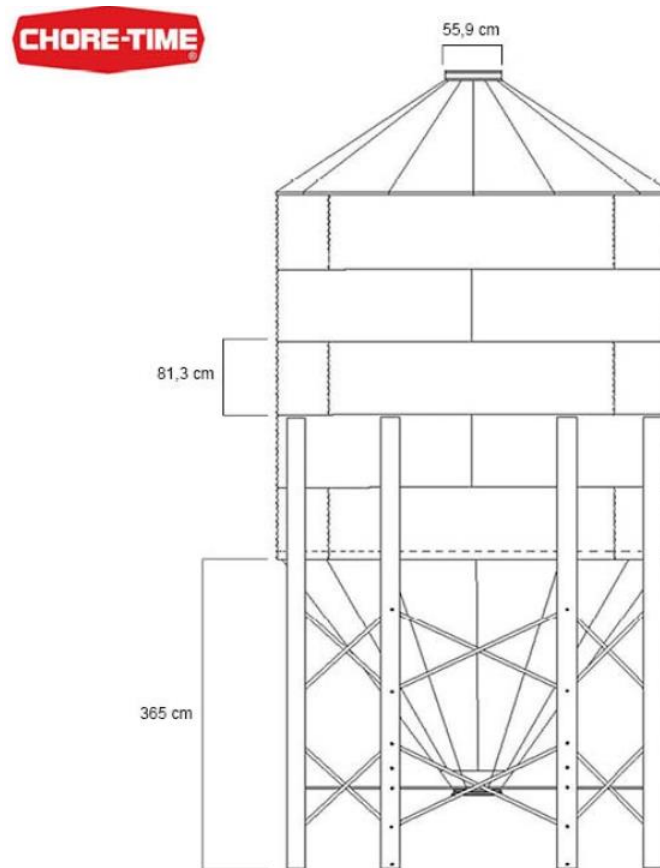


Ilustración 30: Silo de alimento seleccionado [op.cit]

4.2.2. Sistema de hidratación

4.2.2.1. Bebederos

Como hemos podido observar los diferentes tipos de bebederos con los que contamos en el mercado, finalmente, nos hemos decantado por unos bebederos de tipo Nipple. Concretamente el modelo IMPEX 10012.



Ilustración 31: Bebedero tipo Nipple [op.cit]

Nos hemos decantado por este tipo de bebedero ya que está diseñado para que llegue más cantidad de agua a las aves y menos al suelo, evita la activación involuntaria, ofrece el suministro óptimo de agua para todo tipo de pollos y diferentes pesos y por último pueden usarse desde 360°. Aparte de todo esto es fácil de instalar en tuberías de PVC, mangueras, baldes... [17]

4.2.2.2. Transporte de agua

El transporte de agua hasta nuestros bebederos, lo realizaremos mediante un circuito de tuberías de PVC que saldrán primeramente desde una tubería central desde nuestro depósito de agua, se dividirá en dos tuberías en forma de T y estas se repartirán entre las 5 líneas de bebederos que cuenta nuestra granja.

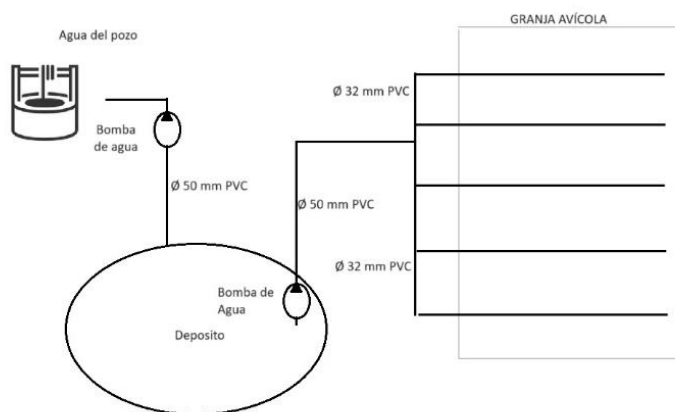


Ilustración 32: Sistema de transporte de agua [Fotografía tomada por el autor]

4.2.2.3. Bomba de transporte de agua

Para poder realizar una distribución correcta del agua en nuestro sistema, necesitaremos dos bombas diferentes. La primera bomba será la encargada de transportar el agua desde el pozo hasta nuestro depósito de agua. La bomba que hemos seleccionado para esta función es:



Ilustración 33: Electrobomba de pozo [op.cit]

| Referencia | Fuente alimentación | Potencia | Caudal máx. | Altura máx. |
|------------------------------|---------------------|----------|-------------|-------------|
| 663189 modelo XTVS100 | 230V Monofásica | 1 HP | 350L/min | 8.5 m |

Tabla 5: Características Electrobomba pozo

Elegimos esta bomba ya que es una bomba adecuada para extracciones de agua de pozos. [18]

Una vez tengamos esa bomba, seleccionamos la bomba que se encargará de transportar el agua desde nuestro depósito hasta las diferentes líneas de bebederos que tenemos en nuestra nave.



Ilustración 34: VEVOR Electrobomba [op.cit]

| Referencia | Voltaje | Potencia | Flujo Máximo | Altura máx. |
|-------------------------|--------------|----------|--------------|-------------|
| Vevor 3.5SDM4/11 | 230 V/ 50 Hz | 750 W | 105 L/min | 62 m |

Tabla 6: Características Bomba depósito

Como hemos observado en una imagen anterior, desde el pozo hasta el depósito el agua irá en tuberías de PVC de 50 mm, posteriormente del depósito hasta la nave, el agua saldrá primeramente desde una tubería de 50mm que se dividirá hasta dos tuberías de 32 mm que irán ya directamente al interior de la nave y a las cuales conectaremos nuestros bebederos tipo Nipple.

4.2.2.4. Depósito de agua

Para nuestro depósito de agua, nos hemos decantado por instalar un depósito metálico por las distintas ventajas que nos ofrecen frente a otros de otro material y ya que es el más adecuado para nuestro tipo de granja.

Primeramente, para seleccionar el modelo de depósito que queremos, tenemos que saber la cantidad de agua que debemos abastecer a nuestros pollos de engorde. Cada pollo bebe un total de 0,26 litros de agua al día, por lo que consumiremos:

$$31365 * 0,26 \frac{\text{Litros}}{\text{cabeza}} = 8155 \text{ Litros diarios}$$

No queremos tener un depósito que abastezca a nuestras aves durante un único día, por lo que calcularemos lo necesario para un total de 10 días:

$$8155 * 10 \text{ dias} = 81550 \text{ litros}$$

Necesitaremos un depósito capaz de almacenar más de 82000 litros. El depósito que cumple nuestras características: [20]

| Modelo | Diámetro | Altura | Litros | Volumen (m ³) |
|---------------------|----------|--------|--------|---------------------------|
| BMM.DDF01011 | 5,72 | 3,42 | 88.178 | 88.178 |

Tabla 7: Características Depósito de agua



Ilustración 35: Depósito de agua seleccionado [op.cit]

4.2.3. Sistema de ventilación

El sistema que vamos a utilizar va ser un sistema de ventilación mecánica, es decir, colocaremos una serie de ventiladores a lo largo de nuestra granja avícola.

Concretamente colocaremos los ventiladores en uno de los extremos de nuestra granja e intentaremos crear una ventilación mecánica por presión negativa que consiste en combinar la ventilación natural con nuestros ventiladores mecánicos.

Para crear este sistema de ventilación utilizaremos dos tipos de ventiladores diferentes. Utilizaremos 3 ventiladores de 25.000 m³ en la parte superior de la pared y 6 ventiladores de 43.000 m³ en la parte inferior. [21]



Ilustración 36: Ventilador de 25.000 m³/h [op.cit]

| Referencia | Velocidad | Potencia | Caudal |
|-------------------------|------------|----------|--------------------------|
| GER.VGXP100T050G | 367 r.p.m. | 0,5 HP | 25.000 m ³ /h |

Tabla 8: Características de Ventilador 25.000m³/h



Ilustración 37: Ventilador de 43.000 m³/h [op.cit]

| Referencia | Velocidad | Potencia | Caudal |
|-------------------------|------------|----------|--------------------------|
| GER.VGXP125T150G | 373 r.p.m. | 1,5 HP | 43.000 m ³ /h |

Tabla 9: Características Ventilador de 43.000m³/h

La distribución de nuestros ventiladores quedaría de esta manera:

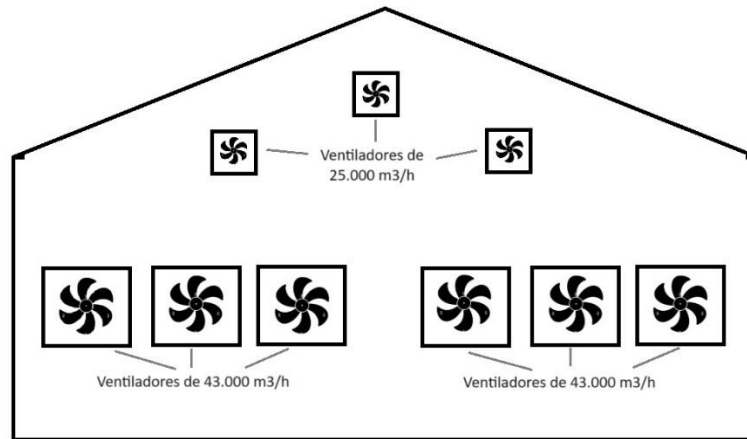


Ilustración 38: Distribución de ventiladores [Fotografía tomada por el autor]

4.2.4. Sistema de iluminación

En cuanto el sistema de iluminación, tenemos que tener en cuenta que es esencial para promover el bienestar de las aves, mejorar la eficiencia de producción y que es importante para mantener las condiciones ambientales óptimas.

Barajando las distintas posibilidades que hay en el mercado para el sistema de iluminación, nos hemos decantado por el siguiente modelo: [22]

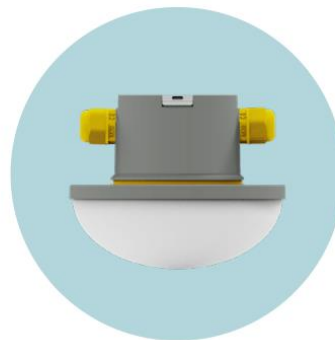


Ilustración 39: Lámpara CORAX [op.cit]

| Modelo | Color | Iluminación | Potencia | Voltaje |
|--------------|-------|-------------|----------|---------|
| CORAX | 3000k | 1050lm | 8.7W | 48 VCC |

Tabla 10: Características CORAX

4.2.5. Sistema de control

En la industria avícola moderna, la automatización es cada vez más importante y toma un papel crucial en la mejora eficiencia operativa, la optimización del rendimiento y el bienestar de nuestras aves. El principal objetivo de este proyecto es poder lograr un control total de nuestra granja mediante la automatización.

Un componente fundamental para esta automatización son los PLC o Controladores Lógicos Programables ya que son una solución robusta y versátil, capaz de satisfacer las demandas específicas de este entorno. Estos elementos son capaces de llevar a cabo la gestión de diferentes operaciones críticas, como puede ser el control de la iluminación, la regulación de la temperatura, el suministro de agua y de alimentos.

4.2.5.1. Autómata

Para el desarrollo de nuestro proyecto, nos será suficiente con emplear un PLC simple y básico sin grandes características, por eso nos hemos decantado por el siguiente modelo:

SIMATIC s7-300, CPU 314C-2DP, 24 DI/16 DO, 4 AI/ 2 AO [23]



Ilustración 40: CPU 314C-2DP [op.cit]

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| Referencia | 6ES7 314-6CG03-0AB0 |
| Tensión de Alimentación | 24V |
| Entradas Digitales (DI) | 24 (0-24Vcc) |
| Salidas Digitales (DO) | 16 (0-24Vcc) |
| Entradas Analógicas (AI) | 4 (80mA) |
| Salidas Analógicas | 2 (50mA) |
| Contadores | 256 |
| Potenciómetros | 1 PT100 |

Tabla 11: Características CPU314C-2DP

El PLC Simatic S7-300, desarrollado por Siemens, se ha establecido como una opción líder en el campo de la automatización industrial debido a su confiabilidad, flexibilidad y capacidad de rendimiento. Está equipado con una potente unidad de procesamiento y una amplia gama de módulos de expansión que nos ofrecen la capacidad de control necesaria para gestionar una granja avícola automatizada. Cumple con todos nuestros requisitos y además nos servirá para crear una red de MPI que nos permitirá comunicar el PLC con una pantalla HMI-SCADA.

La programación de este autómatas se realiza mediante el programa de Siemens SIMATIC STEP7, que es el programa que utilizaremos en el futuro realizar la correcta programación de nuestra granja. [23]

Como he mencionado antes, para poder realizar una comunicación correcta entre nuestro autómatas y nuestra pantalla HMI, crearemos una red MPI. La red MPI es un estándar de comunicación utilizado principalmente en sistemas de automatización industrial de Siemens, su velocidad, confiabilidad y facilidad de configuración la hacen adecuada para una amplia gama de aplicaciones industriales como es nuestro caso.

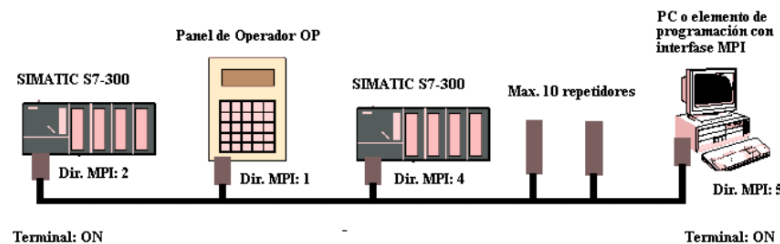


Ilustración 41: Red MPI [op.cit]

4.2.5.2. Fuente de alimentación (PLC)

Las fuentes de alimentación son componentes críticos en los sistemas de control PLC, ya que proporcionan la energía eléctrica necesaria para alimentar y operar el PLC y otros dispositivos del sistema de automatización industrial.

Es importante seleccionar una fuente de alimentación adecuada que cumpla con las especificaciones de voltaje, corriente y protección requerida en nuestro sistema.

Por eso nos hemos decantado por la fuente de alimentación PS307 24V/5A.



Ilustración 42:Fuente de alimentación [op.cit]

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Referencia | 6ES7307-1EA01-0AA0 |
| Tensión de entrada | 230V |
| Tensión de salida | 24V |
| Intensidad de salida | 5A |

Tabla 12:Características Fuente de alimentación

4.2.5.3. Pantalla HMI

Por último, tenemos que elegir una pantalla HMI que cumpla con los requisitos que necesitamos en nuestro proyecto. Tenemos que tener en cuenta que nuestra granja avícola es de pollos de engorde, por lo que no será necesario elegir una pantalla HMI con grandes características, es decir, que sea sencilla de comunicar, no suponga un coste excesivo y sea de un tamaño considerable para que los trabajadores de nuestra planta puedan manipularla sin ningún tipo de problema.

Buscando los diferentes modelos que hay en el mercado, nos hemos decantado por un modelo Siemens SIMATIC HMI MP 277 8".
[24]



Ilustración 43:HMI MP277 8" [op.cit]

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Referencia | 6AV6643-0CB01-1AX2 |
| Display | LCD-TFT |
| Tamaño | 8" |
| Resolución | 640 x 480 |
| Manejo | Táctil |
| Tensión de alimentación | 24V DC |

Tabla 13:Características Pantalla HMI

Como hemos comentado anteriormente, la comunicación con nuestro autómatas será mediante una red MPI y para poder diseñar nuestra pantalla HMI, utilizaremos el software Win CC flexible, el cual nos servirá para simular el programa del PLC y el de nuestra pantalla.

4.2.5.4. Sensores y sondas

4.2.5.4.1. Sensor de nivel láser

Necesitaremos un sensor de nivel para poder tener un control exhaustivo tanto de nuestro silo como de nuestro depósito. Es importante tener un control exhaustivo ya que un fallo en este elemento puede ser crucial para nuestros animales.

Hemos escogido el modelo: [25]



Ilustración 44: Sensor Láser LL-100 [op.cit]

| Referencia | Rango de medida | Tensión | Resolución | Señal de salida |
|---------------|-----------------|---------|------------|-----------------|
| LL-100 | 0,3m-48,77m | 24VDC | 10mm | 4-20 mA |

Tabla 14: Características Sensor Laser

4.2.5.4.2. Sonda de temperatura

Necesitaremos colocar sondas de temperatura a lo largo de nuestra nave para poder tener un control exhaustivo de la temperatura del interior y poder ajustarla a una temperatura adecuada para nuestros animales.

Ya que nuestro sistema está controlado por un PLC de la marca SIEMENS, nos hemos decantado por una sonda de temperatura de la misma marca para que no tengamos problemas de compatibilidad y por eso, el modelo que más se ajusta a nuestros requerimientos sería: [26]



Ilustración 45: Sonda de temperatura

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Referencia | QAM2161.040 |
| Rango de medida | -50°C a 50°C |
| Tensión de funcionamiento | 13.5...35 V (24V) |
| Señal de salida | 0...10Vcc |

Tabla 15: Características Sonda de temperatura

4.2.5.4.3. Sensor capacitivo

Este sensor lo utilizaremos para poder controlar tanto el nivel de agua como el nivel de comida que circula por nuestro sistema de transporte de estos mismos.

Para poder lograr este control, será necesario colocar un sensor capacitivo al final de cada línea, tanto en la línea de comida, es decir, en el último comedero que tengamos en la línea, como en el último bebedero de nuestra línea de bebederos.

Hemos escogido el siguiente modelo ya que es un modelo que se ajusta perfectamente para utilizarlo en materiales a granel y líquidos, como es nuestro caso: [27]



Ilustración 46: Sensor capacitivo [op.cit]

| Referencia | Rango de medida | Tensión | Señal de salida | Protección |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|------------|
| KI5087- KIA3150NFPKG2T/US | 15mm | 10V...36V | 200mA | IP65/IP67 |

Tabla 16: Características sensor capacitivo

4.2.6. Configuración del software de control

Una vez tenemos todos los componentes principales de nuestro sistema, pasaremos a realizar la configuración del software de control, que en nuestro caso es el Step7.

Una vez creado un proyecto en el programa Step7, el primer paso a realizar dentro del software es introducir el autómata que hemos seleccionado anteriormente.

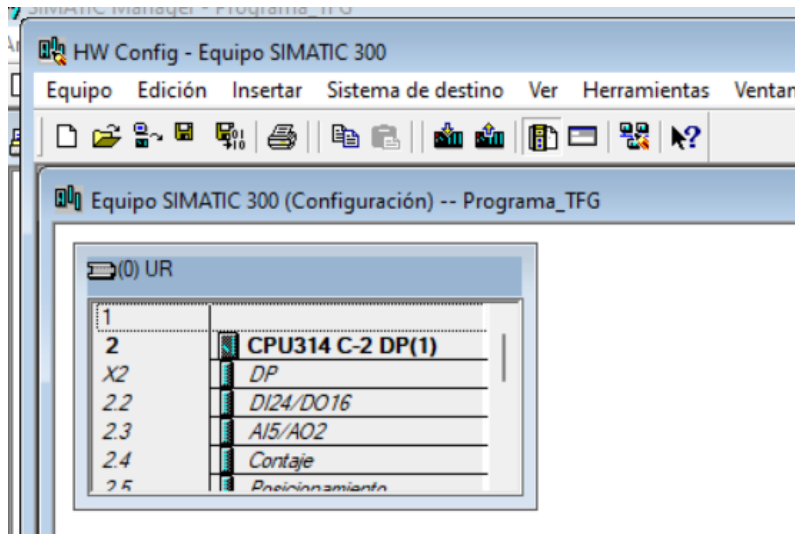


Ilustración 47: Step 7 configuración autómata [Fotografía tomada por el autor]

Una vez introducido el modelo de nuestro autómata, se nos abrirá en la parte inferior una pestaña en donde encontraremos todas las direcciones de nuestro PLC, las cuales tendremos que utilizar posteriormente al realizar la programación.

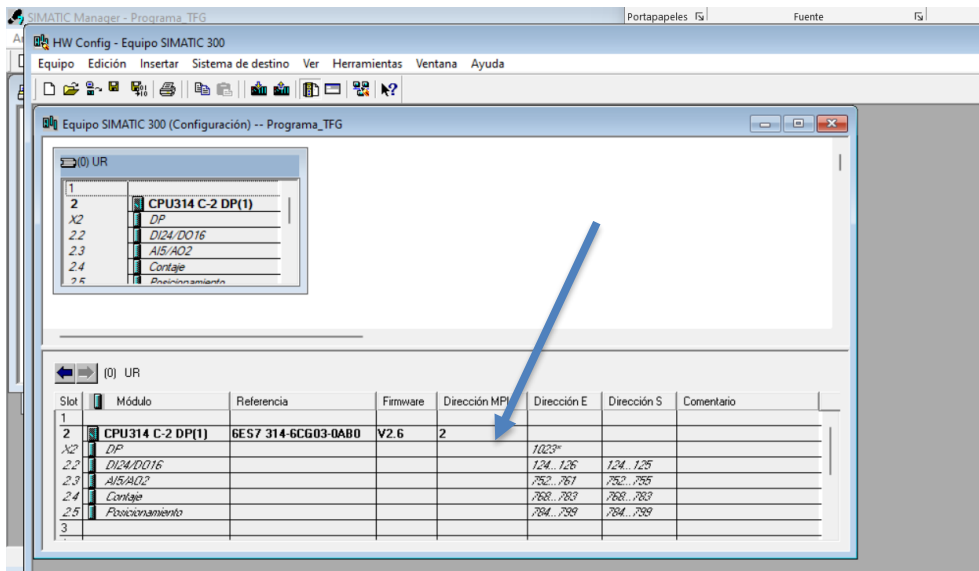


Ilustración 48: Direcciones en Step7 [Fotografía tomada por el autor]

Una vez hemos configurado el autómata, tenemos que instalar la pantalla HMI que utilizaremos para el control de los diferentes procesos de la granja. Insertaremos un nuevo objeto y dentro de este apartado

seleccionaremos una estación HMI de SIMATIC, y concretamente seleccionaremos el modelo Mobile Panel 277 de 8”.

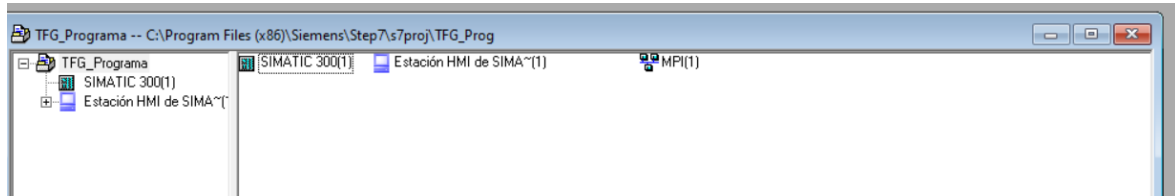


Ilustración 49: Componentes del Step7 [Fotografía tomada por el autor]

Se nos quedara una interfaz así. Una vez hecho esto el siguiente paso será crear la red MPI correctamente para que estén ambos componentes comunicados. Vamos a realizar lo que comúnmente se llama como una comunicación Maestro-esclavo, en donde nuestro autómatas cumplirá la función de maestro y nuestra pantalla HMI cumplirá la función de esclavo.

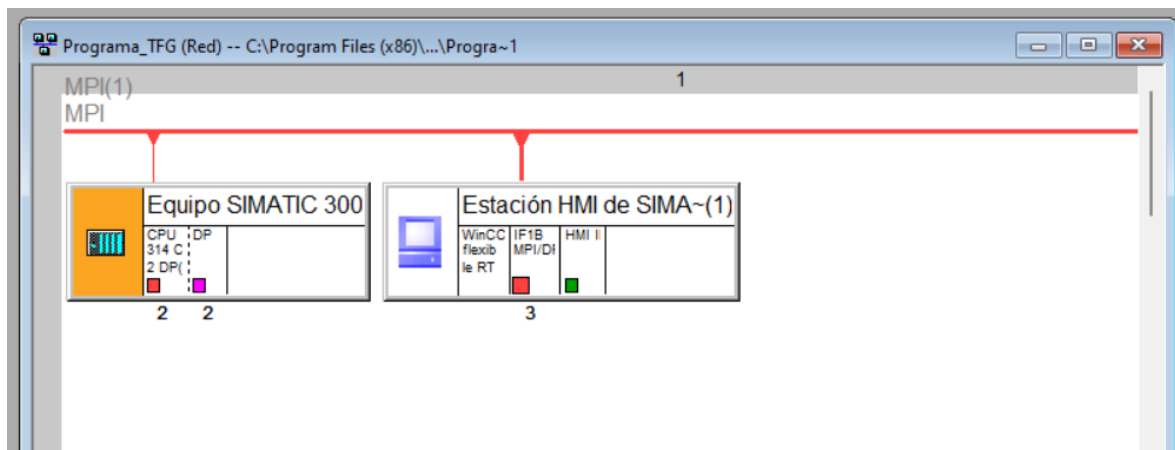


Ilustración 50: Conexión de la red MPI [Fotografía tomada por el autor]

Una vez tengamos la red MPI correctamente integrada, es decir ambos equipos conectados a la misma red MPI, ya tendremos todo lo que necesitamos. El siguiente paso es programar nuestro sistema, para ello, debemos estructurar en diferentes funciones la programación. Estas diferentes estructuras que crearemos tienen como finalidad facilitar tanto la programación como la ejecución del programa general.

Las diferentes estructuras que vamos a utilizar en nuestro programa son las siguientes:

-OB1: Este primer bloque, es el bloque estándar para la ejecución cíclica del programa. Por esta razón, este bloque va a ser el encargado de llamar a las otras funciones y aprovecharemos también para programar el paro de emergencia del sistema.

-FC1: Esta primera función, la programamos para tener un control general de la alimentación de nuestros pollos.

-FC2: En esta segunda función, programamos para poder tener un control del sistema de agua de nuestros pollos. Contará con dos modos de control, un control manual o automático.

-FC3: La tercera función, será la encargada de tener un control de nivel de nuestro silo de alimento. Para ello usaremos una función implementada en nuestro autómatas FC 105, la cual se encargará de escalar el valor que nos proporcione el sensor de nivel de nuestro silo y convertirlo en un valor que nos indicará el porcentaje de alimento con el que cuenta el silo.

-FC4: La cuarta función, cumplirá con un control exhaustivo del nivel de agua que tenemos en el depósito, lo realizaremos también usando la función FC 105 como en la función anterior.

-FC5: Esta última función, será la encargada de controlar la temperatura de nuestro sistema. Obteniendo la información de nuestras sondas de temperatura, realizaremos un escalado con la función FC 105 y podremos controlar el rango de temperatura máximo y mínimo que queremos tener en el interior de nuestra nave.

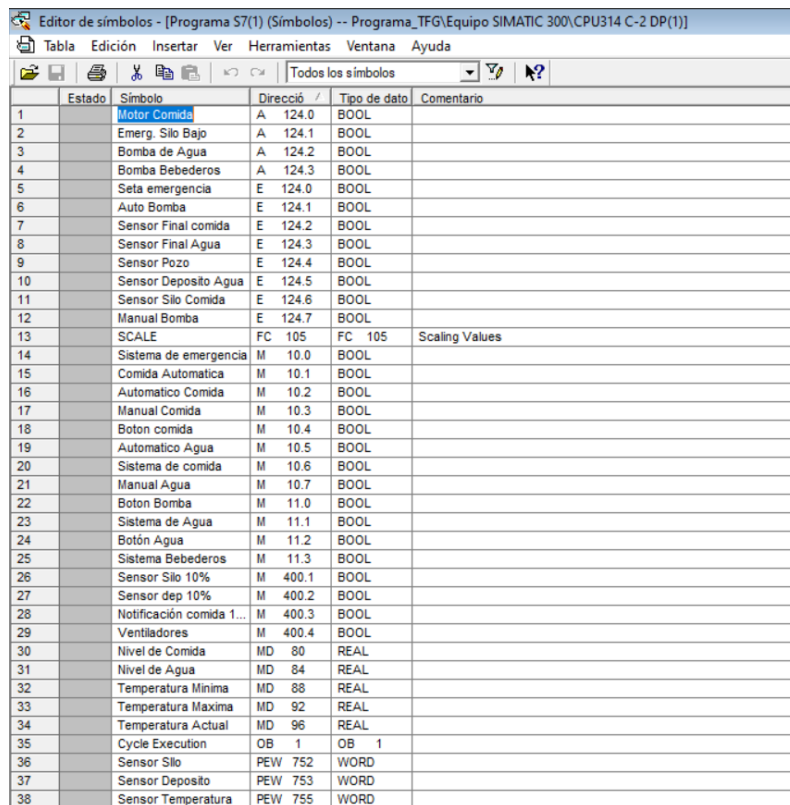
Por último, tendríamos que realizar la configuración de nuestra pantalla HMI, mediante el software WinCC flexible, la cual diseñaremos para tener un control absoluto de nuestra planta.

5. PROGRAMACIÓN

5.1. STEP 7

Como hemos mencionado anteriormente, hemos separado el programa en distintas funciones con la finalidad de que sea mucho más simple y más ordenado. La explicación sobre el este mismo la realizare también explicando uno por uno cada bloque que he creado.

Antes de empezar a explicar los bloques, es importante mostrar la tabla de símbolos en la que se observan todas las diferentes variables, con sus direcciones y el tipo de dato.



| | Estado | Símbolo | Direcció / | Tipo de dato | Comentario |
|----|--------|--------------------------|------------|--------------|----------------|
| 1 | | Motor Comida | A 124.0 | BOOL | |
| 2 | | Emerg. Silo Bajo | A 124.1 | BOOL | |
| 3 | | Bomba de Agua | A 124.2 | BOOL | |
| 4 | | Bomba Bebederos | A 124.3 | BOOL | |
| 5 | | Seta emergencia | E 124.0 | BOOL | |
| 6 | | Auto Bomba | E 124.1 | BOOL | |
| 7 | | Sensor Final comida | E 124.2 | BOOL | |
| 8 | | Sensor Final Agua | E 124.3 | BOOL | |
| 9 | | Sensor Pozo | E 124.4 | BOOL | |
| 10 | | Sensor Deposito Agua | E 124.5 | BOOL | |
| 11 | | Sensor Silo Comida | E 124.6 | BOOL | |
| 12 | | Manual Bomba | E 124.7 | BOOL | |
| 13 | | SCALE | FC 105 | FC 105 | Scaling Values |
| 14 | | Sistema de emergencia | M 10.0 | BOOL | |
| 15 | | Comida Automatica | M 10.1 | BOOL | |
| 16 | | Automatico Comida | M 10.2 | BOOL | |
| 17 | | Manual Comida | M 10.3 | BOOL | |
| 18 | | Boton comida | M 10.4 | BOOL | |
| 19 | | Automatico Agua | M 10.5 | BOOL | |
| 20 | | Sistema de comida | M 10.6 | BOOL | |
| 21 | | Manual Agua | M 10.7 | BOOL | |
| 22 | | Boton Bomba | M 11.0 | BOOL | |
| 23 | | Sistema de Agua | M 11.1 | BOOL | |
| 24 | | Botón Agua | M 11.2 | BOOL | |
| 25 | | Sistema Bebederos | M 11.3 | BOOL | |
| 26 | | Sensor Silo 10% | M 400.1 | BOOL | |
| 27 | | Sensor dep 10% | M 400.2 | BOOL | |
| 28 | | Notificación comida 1... | M 400.3 | BOOL | |
| 29 | | Ventiladores | M 400.4 | BOOL | |
| 30 | | Nivel de Comida | MD 80 | REAL | |
| 31 | | Nivel de Agua | MD 84 | REAL | |
| 32 | | Temperatura Minima | MD 88 | REAL | |
| 33 | | Temperatura Maxima | MD 92 | REAL | |
| 34 | | Temperatura Actual | MD 96 | REAL | |
| 35 | | Cycle Execution | OB 1 | OB 1 | |
| 36 | | Sensor Silo | PEW 752 | WORD | |
| 37 | | Sensor Deposito | PEW 753 | WORD | |
| 38 | | Sensor Temperatura | PEW 755 | WORD | |

Ilustración 51: Tabla de símbolos [Fotografía tomada por el autor]

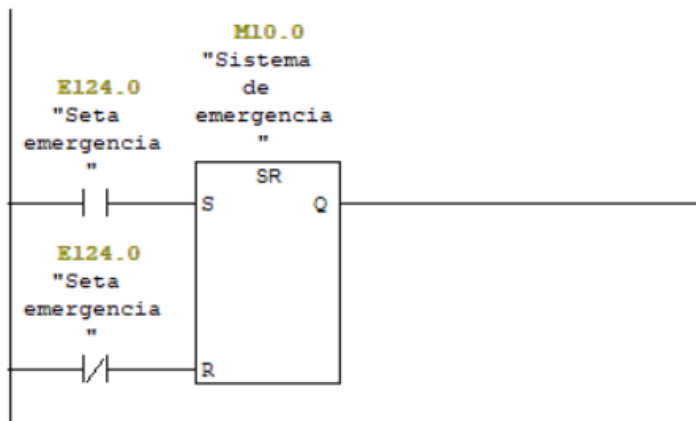
Una vez tengamos todas las variables o símbolos que necesitamos, explicaremos cada uno de los bloques de nuestra programación.

OB1

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Bloque ciclico. Vamos aprovechar a configurar el sistema de paro de emergencia y a llamar a las otras funciones desde este bloque.

Segm. 1: Sistema de paro de emergencia



Segm. 2 : LLamada a las distintas funciones

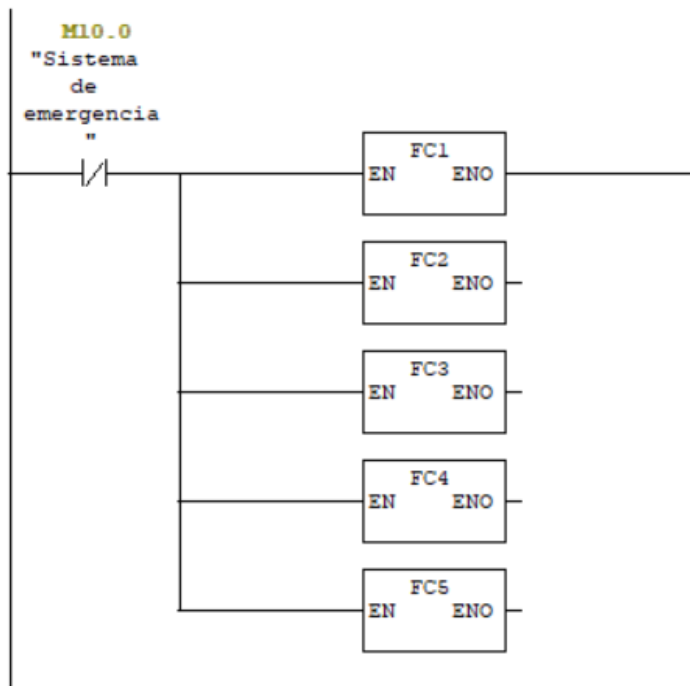


Ilustración 52: Bloque OB1 [Fotografía tomada por el autor]

Como hemos explicado por encima anteriormente, el bloque OB1, es el bloque de organización. Se trata de un bloque cíclico que ejecuta cíclicamente los segmentos que hemos programado dentro del bloque.

Hemos aprovechado este bloque para realizar un sistema de emergencia mediante un bloque Set/Reset (SR) el cual, si se activa,

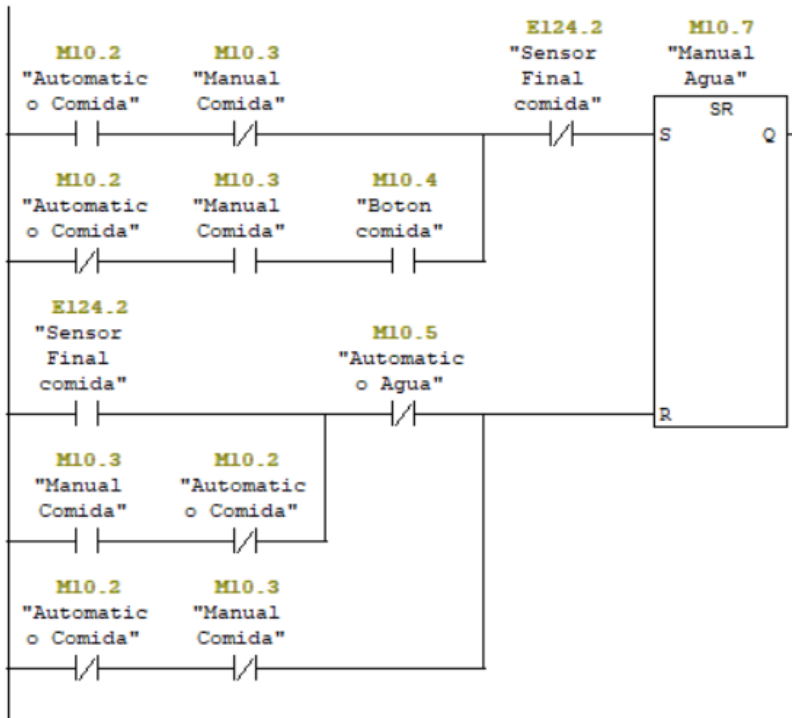
dejara de llamar a los otros diferentes bloques de función que hemos creado en nuestro programa de STEP7.

FC1

FC1 : Título:

Comentario:

Segm. 1: Sistema de control Alimento



Segm. 2 : Activamos el motor para que llegue alimento a dentro de la nave.



Segm. 3 : Emergencia de nivel bajo en el silo



Ilustración 53: Bloque FC1 [Fotografía tomada por el autor]

En la función FC1, nos encontramos con la programación del sistema del transporte de la comida. Este sistema cuenta tanto con la opción de hacerla manualmente mediante un botón que implementaremos en nuestra pantalla HMI, como con la opción de que el transporte se realice de manera automática.

Ambos modos de funcionamiento se detienen en cuanto el sensor final de nuestra línea de comederos detecte que ya hay comida en todos los comederos, sin tener en cuenta el nivel del silo.

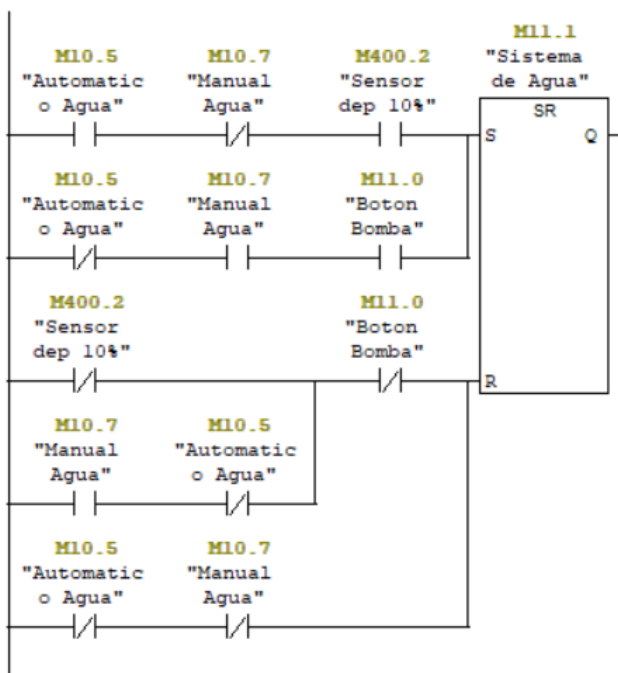
Y, por otra parte, el ultimo segmento de nuestra función FC1, es el encargado de en cuanto nuestro silo se encuentre por debajo del 10% de su nivel máximo mandar una señal de emergencia para informarnos de que nos estamos quedando sin alimento en el silo.

FC2

FC2 : SISTEMA DE CONTROL DEL AGUA

Sistema de agua

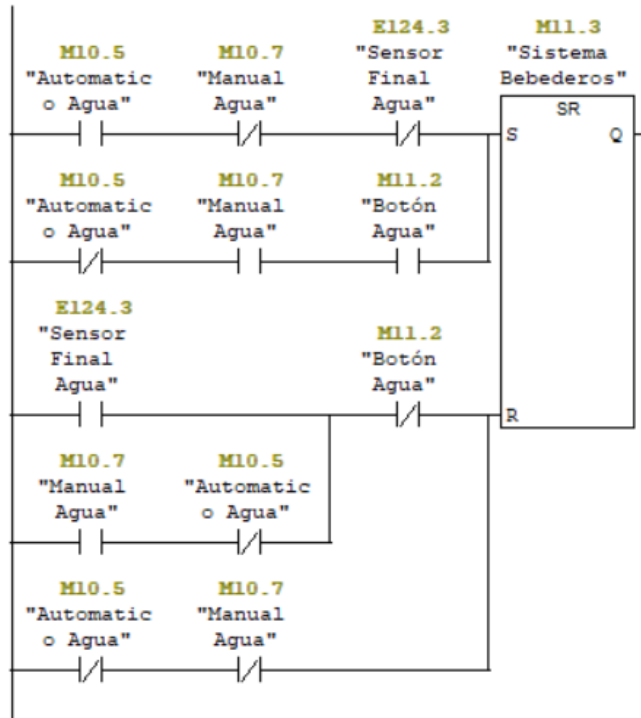
Segm. 1: Control para que el agua pase del pozo al deposito



Segm. 2: Activamos la bomba de agua del pozo



Segm. 3 : Control para enviar agua desde el deposito a los bebederos



Segm. 4 : Activamos la bomba que hace que llegue agua hasta los bebederos



Ilustración 54: Bloque FC2 [Fotografía tomada por el autor]

En la segunda función FC2, hemos programado el control de nuestro sistema de agua. Teniendo en cuenta, que tenemos dos bombas una para que llegue agua desde el pozo al depósito y otra para que llegue agua desde el depósito hasta los bebederos, nos ha llevado realizar más segmentos que para el sistema de comida.

Los 2 primeros segmentos, son los encargados del agua que extraemos desde el pozo. Como en el caso de la comida, también contamos con dos modos de operación, por un lado, tenemos el modo manual y por otro el modo automático. Para que uno de los dos funcione tiene que estar desactivado el otro, es decir, si esta activado el modo manual y queremos pasar a modo automático, tenemos que desactivar primeramente el manual.

Si estamos dentro del modo manual, tendremos que pulsar el botón para poder abastecer de agua el depósito hasta que dejemos de pulsar independientemente del nivel del depósito de agua.

Si estamos en modo automático, no comenzará hasta que el depósito de agua este por debajo del 10%, una vez se detecte que está por debajo, comenzará el llenado del depósito hasta el 95% en donde se parará.

Los 2 siguientes segmentos, es decir el segm.3 y segm.4, programamos exactamente lo mismo, pero para poder activar la bomba encargada de llevar agua desde el depósito hasta los bebederos.

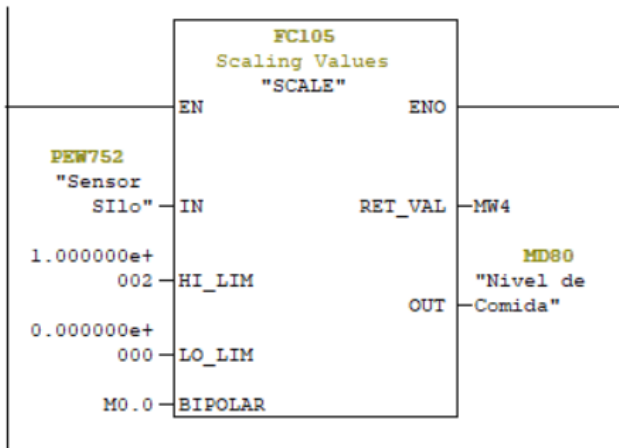
La configuración tanto del modo manual como del modo automático es exactamente igual que la anterior bomba vista en el segm.1 y segm.2.

FC3

FC3 : CONTROL DEL NIVEL DEL SILO

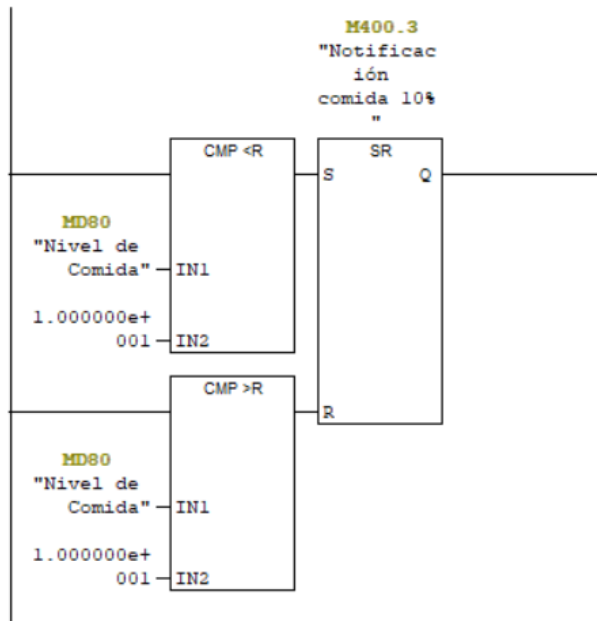
Comentario:

Segm. 1): Función SCALE para escalar señal del sensor de nivel



Segm. 2: Notificación de silo bajo

Quando el silo de la comida se encuentre por debajo del 10%, la marca M400.3, notificara de ello.



Segm. 3: Notificamos que el silo esta bajo



Ilustración 55: Bloque FC3 [Fotografía tomada por el autor]

Esta tercera función FC3 la vamos a utilizar para realizar un escalado de la señal del sensor del nivel de nuestro silo de comida.

Para realizar un escalado hemos tenido que insertar la función especial FC105, que nos permite establecer la señal de nuestro sensor. El valor de la entrada debe estar entre 0 y 27648 y además ajustamos el nivel del silo entre 0% y 100% como podemos observar en el bloque de la función FC105 y así conseguiremos que a la salida obtengamos un porcentaje para que nos indique el nivel de silo.

Una vez hecho el escalado, en el segm.2, realizamos una comparación entre el nivel de comida que tenemos en el silo y el límite mínimo de 10% del nivel. Cuando el nivel del silo este por debajo del 10% enviaremos una notificación de emergencia.

En el último segmento, segm.3, activaremos la señal de emergencia de silo bajo.

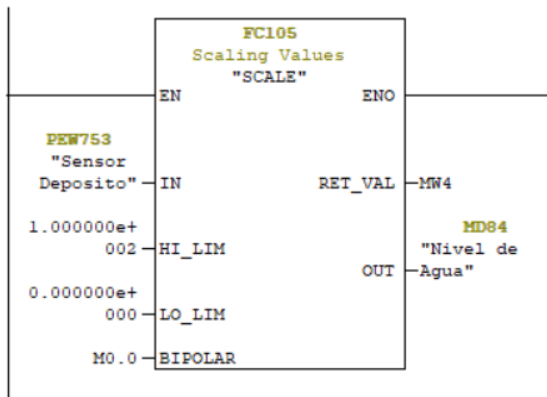
FC4

FC4 : CONTROL DEL NIVEL DEL AGUA EN EL DEPOSITO

Comentario:

Segm. 1 : Escalado para la señal del sensor de nivel de deposito agua

Escalamos la señal de entrada PEW753 que es nuestro sensor de nivel. Se escala la tensión que entra a nuestro automata desde el sensor que puede ser de 0V a 10V, 12V, 24V.



Segm. 2 : Comparamos el nivel del silo con los valores determinados.

En este segmento, comparamos el valor escalado anteriormente, es decir el MD84 con un valor del 10%.

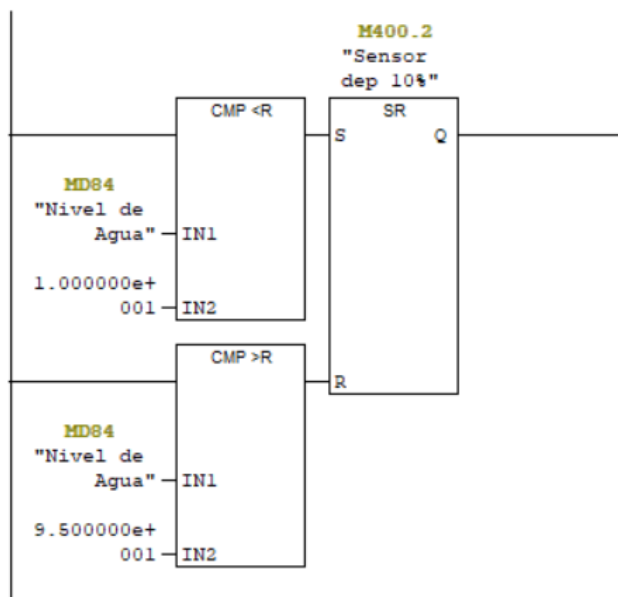


Ilustración 56: Bloque FC4 [Fotografía tomada por el autor]

La función FC4 la hemos utilizado para realizar el escalado del nivel del depósito de agua. El escalado es exactamente igual que el escalado que hemos realizado en el silo de comida.

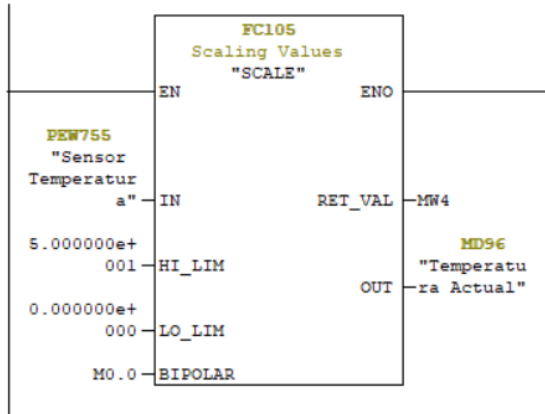
Y para el segundo segmento, hemos realizado la comparación del nivel de agua del depósito, marcando el límite mínimo de 10% con el que activaremos la bomba de extracción del pozo hasta el depósito. Una vez llegue al 95% que la bomba se detendrá.

FC5

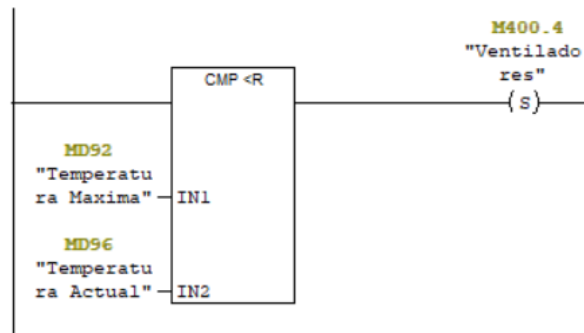
FC5 : ESCALADO TEMPERATURA

Comentario:

Segm. 1 : Escalamos la temperatura de la nave.



Segm. 2 : Comparamos la temperatura de la nave con la temperatura maxima.



Segm. 3 : Comparamos la temperatura de la nave con la temperatura minima.

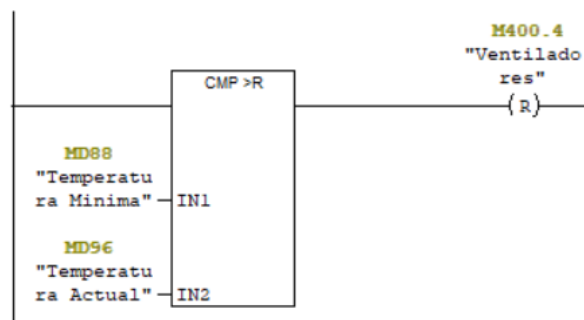


Ilustración 57: Bloque FC5 [Fotografía tomada por el autor]

En esta última función FC5, hemos configurado el control de la temperatura de nuestra nave. En el primer segmento, hemos realizado un escalado de la señal de nuestro sensor de temperatura, pero en este caso a diferencia que en el escalado del agua y de la comida, le hemos modificado el máximo del escalado a 50.

En cuanto al segundo segmento, hemos realizado una comparación entre el límite de temperatura máxima que queremos tener en la nave y la señal escalada de la temperatura. Así si la señal escalada supera el valor máximo que hemos establecido se activarán los ventiladores.

Y, por último, en el tercer segmento, hemos comparado el valor de la temperatura mínima con el valor de la señal escalada. Así cuando la temperatura actual sea inferior a la temperatura mínima se apagan los ventiladores.

5.2. SCADA

Ya tenemos la parte de la programación del Step7 realizada, ahora nos tenemos que meter en el software WinCC flexible. Dentro de este software realizaremos el diseño y la configuración de nuestra pantalla HMI, buscando en todo momento una interfaz simple, sencilla y fácil de manipular por cualquiera de nuestros trabajadores.

Realizaremos primeramente una pantalla principal, la cual dará opción a navegar en las diferentes pantallas que crearemos. Crearemos una pantalla para el controlar el transporte de la comida, otra para el sistema de abastecimiento de agua y otra para poder tener un control sobre la temperatura de la nave.

Nuestras imágenes han quedado de esta manera:

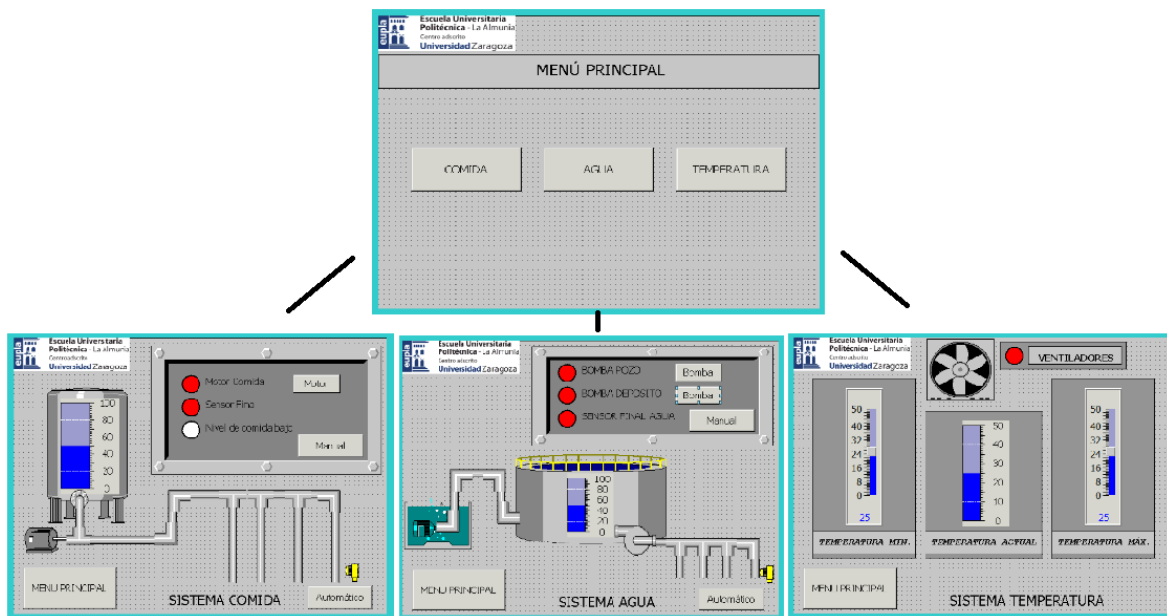


Ilustración 58: Imágenes WinCC [Fotografía tomada por el autor]

Ahora vamos a analizar uno por uno cada una de ellas, así podemos explicar las interacciones que hemos implementado dentro de cada una de ellas.

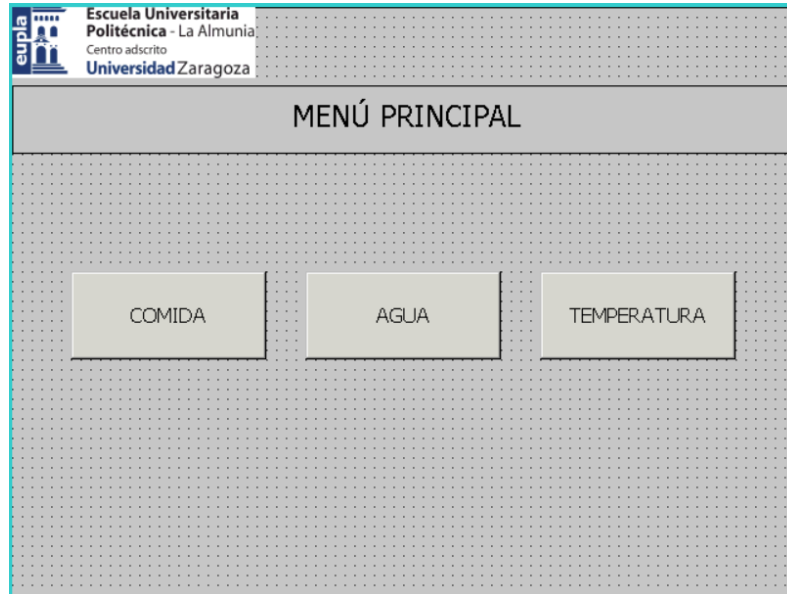


Ilustración 59: Imagen de Inicio [Fotografía tomada por el autor]

Esta es nuestra primera imagen del programa del SCADA, como vemos en el título, esta imagen la vamos a utilizar como menú principal. Esta imagen, nos servirá para movernos entre las diferentes imágenes que hemos creado.

Es una pantalla muy simple, en la que solamente hemos necesitado utilizar 3 pulsadores.

-Botón Comida: Al pulsar este botón, iremos a la imagen del control del sistema de comida.

-Botón Agua: Al pulsar este botón, iremos a la imagen de control del sistema de agua.

-Botón temperatura: Al pulsar el botón, iremos a la imagen de control de la temperatura de la nave.

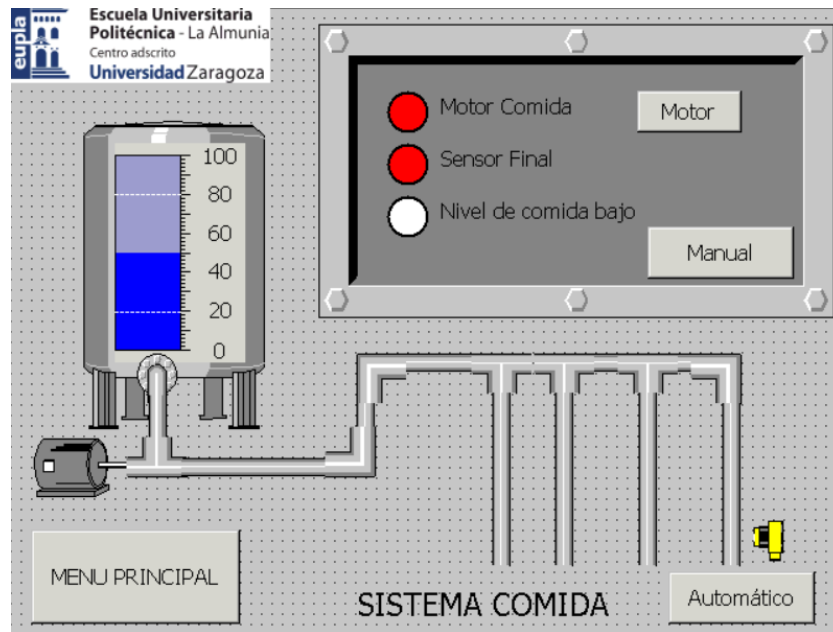


Ilustración 60: Imagen de sistema de comida [Fotografía tomada por el autor]

Como podemos observar en la imagen, esta es la interfaz que hemos diseñado para el control de la comida de nuestra nave. Tenemos por un lado el silo donde almacenamos la comida, el motor encargado de mover el alimento hasta los comederos y un sensor al final de las líneas de comederos.

En cuanto a interfaz útil para el operario, tenemos un sistema manual/ automático para seleccionar el modo de trabajo que queremos. Por otro lado, tenemos 3 indicadores LED. El primer LED, se ilumina rojo o verde dependiendo de si el motor está activado o desactivado; el segundo LED, pasa de rojo a verde dependiendo si el sensor de nuestra línea de comederos detecta comida o no y el tercer LED, es una señal amarilla de emergencia que nos indica que el silo de comida se encuentra por debajo de 10% de su nivel total. También contamos con un botón llamado motor, el cual se encarga de activar el motor del sistema cuando nos encontremos en modo manual.

En cuanto al silo, nos servirá para controlar el nivel de nuestro silo gracias a la señal que le hemos asignado a la barra indicativa.

Por último, la imagen cuenta con un botón llamado menú principal el cual sirve para mandarnos a la imagen de inicio.

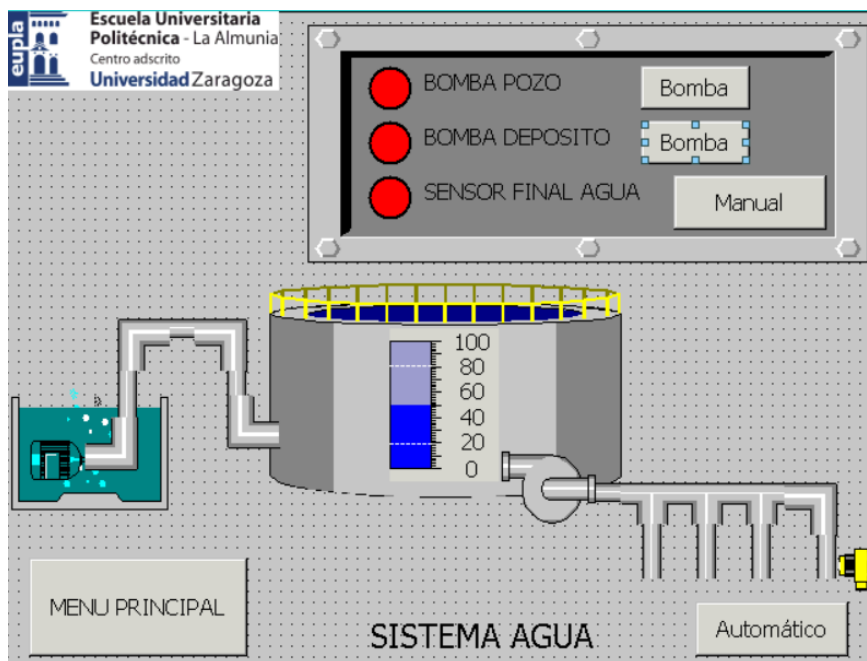


Ilustración 61: Imagen de sistema de agua [Fotografía tomada por el autor]

En esta segunda imagen, podemos observar el control del sistema de abastecimiento de agua de nuestra nave. Hemos conseguido representar las dos bombas que tenemos dentro de nuestro sistema de agua, primeramente, está la bomba del pozo que se encarga de transportar el agua desde el pozo al depósito y a continuación, está la bomba que se encarga de bombear el agua desde el depósito hasta los bebederos.

Igual que la imagen anterior, en esta contamos también con un depósito de agua y un sensor final en nuestra línea de bebederos. También para nuestro sistema de agua, hemos diseñado un sistema automático/manual como se observa en la imagen. Cada bomba cuenta con su pulsador para poder activarlas de manera manual, estos pulsadores se encenderán de verde cuando estén siendo manipulados.

Por otro lado, contamos con 3 LEDs indicadores, el primer LED se encarga de indicarnos si la bomba del pozo se encuentra activa o inactiva mostrándose verde o rojo respectivamente. El segundo LED, servirá exactamente para lo mismo, pero para la bomba del depósito. El tercer LED, es un indicativo de nuestro sensor final de la línea de bebederos, este se encenderá verde si detecta agua y rojo si no detecta.

El depósito tiene una barra indicativa implementada a la cual le hemos asignado la señal de nuestro sensor de nivel del depósito y así poder controlar el nivel del depósito.

Por último, igual que en la imagen anterior, cuenta con un botón para volver al menú principal.

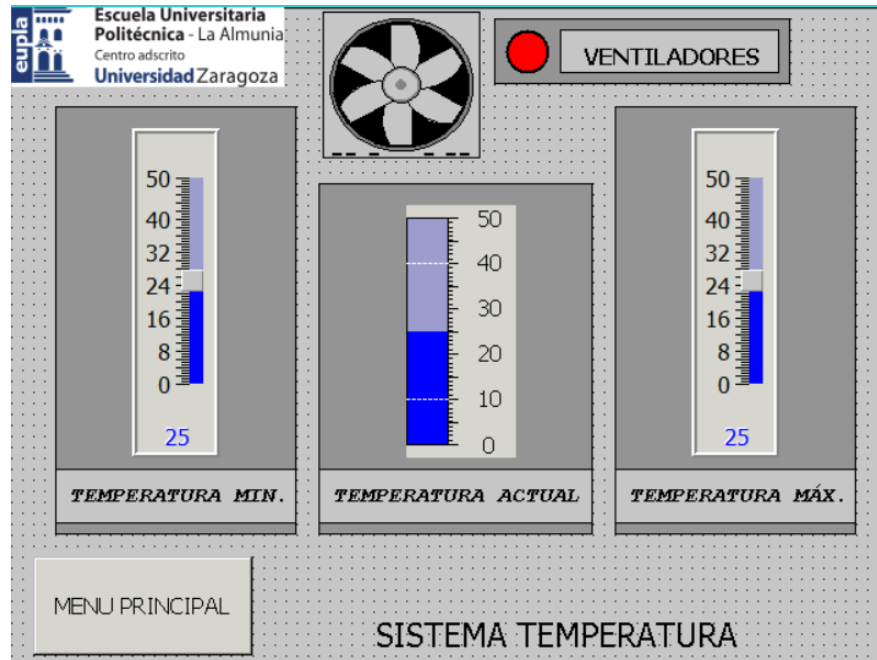


Ilustración 62: Imagen de sistema de temperatura [Fotografía tomada por el autor]

Como última imagen, tenemos diseñado el control de la temperatura de la nave. Como observamos en la imagen, tenemos dos barras deslizadoras que nos indican la temperatura mínima y la temperatura que queremos ajustar para nuestra nave. En medio de ellas, tenemos una barra indicativa a la que le hemos asignado la señal de nuestra sonda de temperatura y nos mostrará la temperatura del interior de nuestra nave.

Por otro lado, tenemos un LED que nos indicará cuando los ventiladores están activados y desactivados y se encenderá de verde o rojo respectivamente.

Estos ventiladores se activarán cuando la temperatura de la nave supere la temperatura máxima determinada y se apagarán cuando la temperatura descienda hasta la temperatura mínima.

6. SIMULACIÓN PROGRAMA COMPLETO

En este apartado vamos a realizar una simulación para poder observar el funcionamiento de nuestra nave. Realizaremos una explicación de cada proceso, tanto del sistema de control de la comida, del agua y de la temperatura.

6.1. CONTROL DEL SISTEMA DE COMIDA

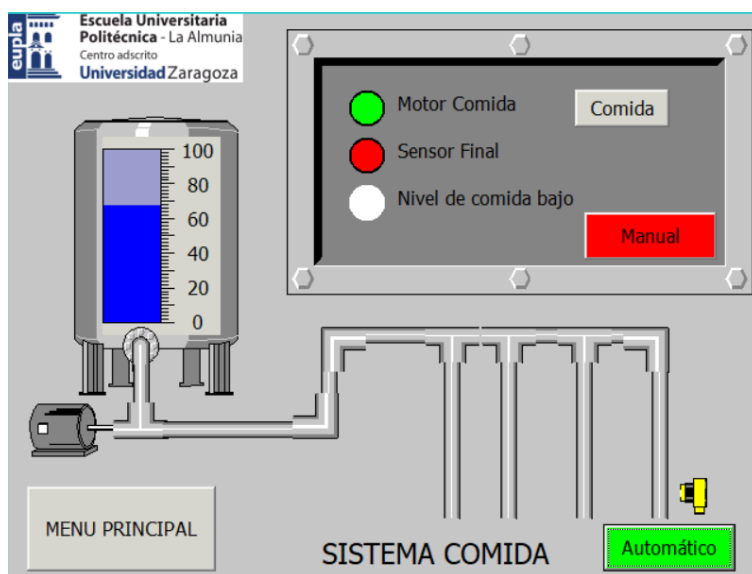


Ilustración 63: Proceso comida 1 [Fotografía tomada por el autor]

En la primera imagen, podemos observar el sistema de comida en modo automático, es decir, el motor de la comida estará activado hasta que en sensor final de nuestra línea de comederos detecte comida y el motor se desactive.

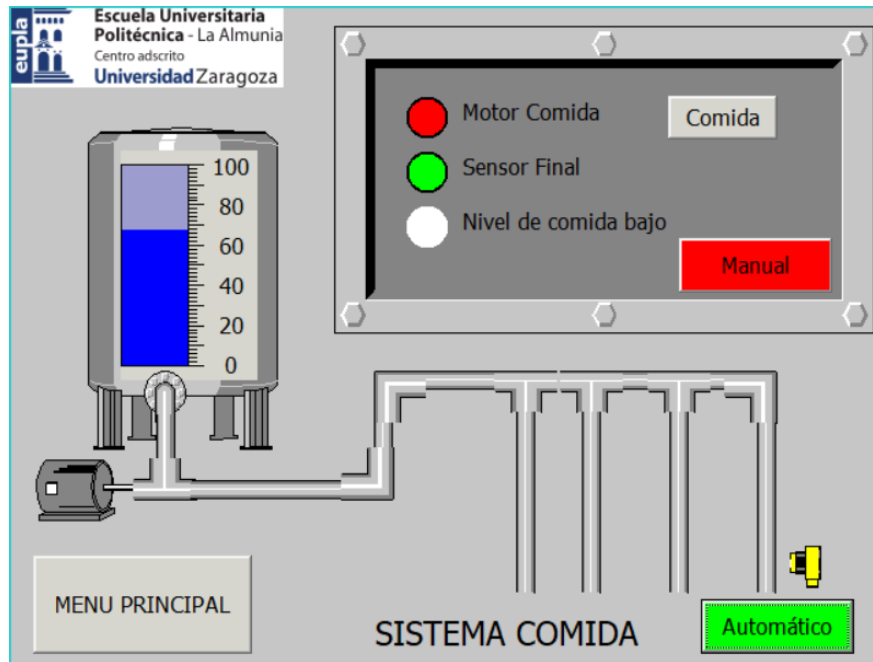


Ilustración 64:Proceso comida 2 [Fotografía tomada por el autor]

En esta siguiente imagen, observamos como el sensor final ha detectado comida y el motor se detiene automáticamente.

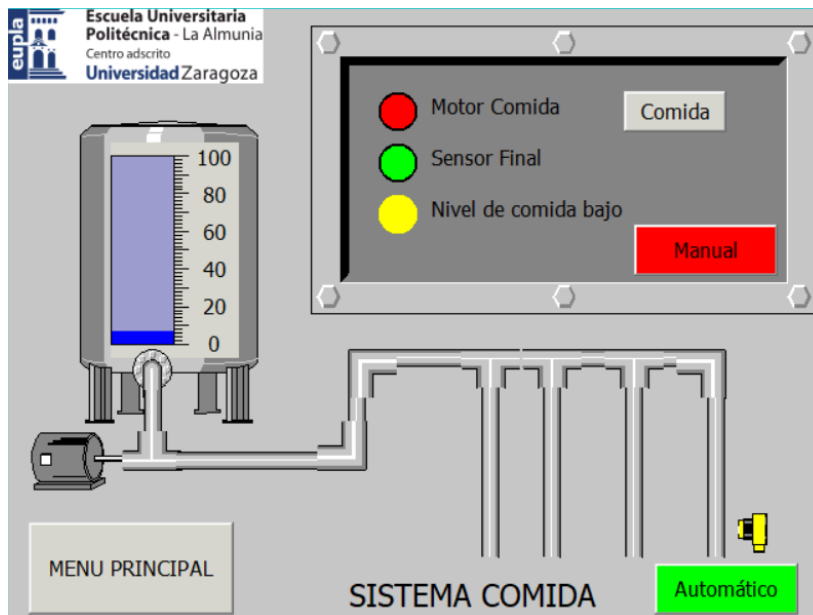


Ilustración 65:Proceso comida 3 [Fotografía tomada por el autor]

En esta otra situación, el silo de comida está por debajo del 10% por eso tenemos encendido un LED de emergencia en el panel de operador y lo que se debería hacer es llenar el silo de alimento cuanto antes, aunque según los cálculos pocas veces el silo se encontrará en esta situación.

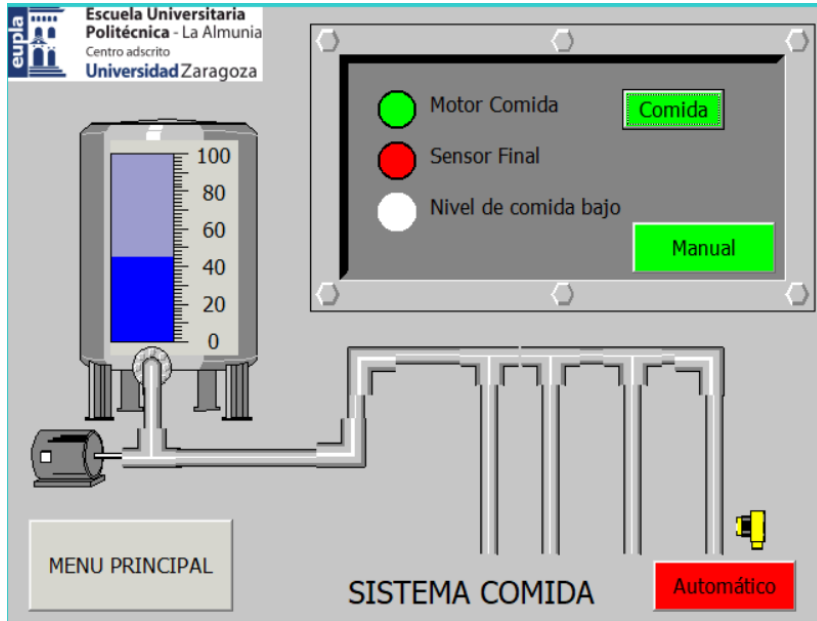


Ilustración 66:Proceso comida 4 [Fotografía tomada por el autor]

En este caso, nos encontramos con el modo manual activado, por lo que tendremos que pulsar el botón de comida si queremos que el motor se active y pueda llegar alimento hasta nuestros comederos por lo que tendrá el operario el control total de la comida. Igual que en el modo automático, cuando el sensor detecte, el LED se encenderá y avisará al operador de que todos los comederos disponen de alimento.

6.2. SISTEMA DE CONTROL DE AGUA

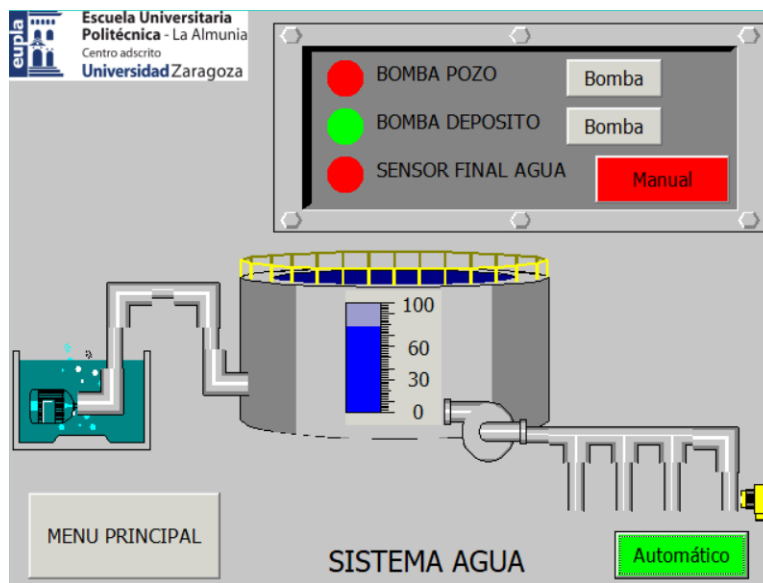


Ilustración 67:Proceso agua 1 [Fotografía tomada por el autor]

Observamos en la imagen, que nuestro sistema de control de agua se encuentra en modo automático, es decir, no será necesario que el operario realice ninguna operación, como podemos ver en el panel superior la bomba del depósito se encuentra activada. Esta bomba se desactivará cuando el sensor final de nuestra línea de bebederos detecte agua.

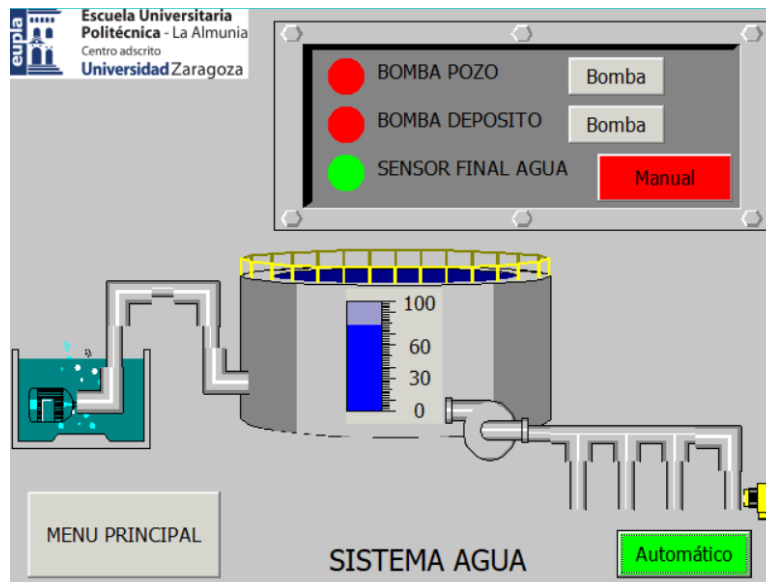


Ilustración 68:Proceso agua 2 [Fotografía tomada por el autor]

En esta imagen, observamos que el agua ya ha llegado a todos nuestros bebederos, en el panel del operador así nos informa ya que el LED se encuentra verde, por lo que la bomba del depósito deja de funcionar y se encuentra desactivada.

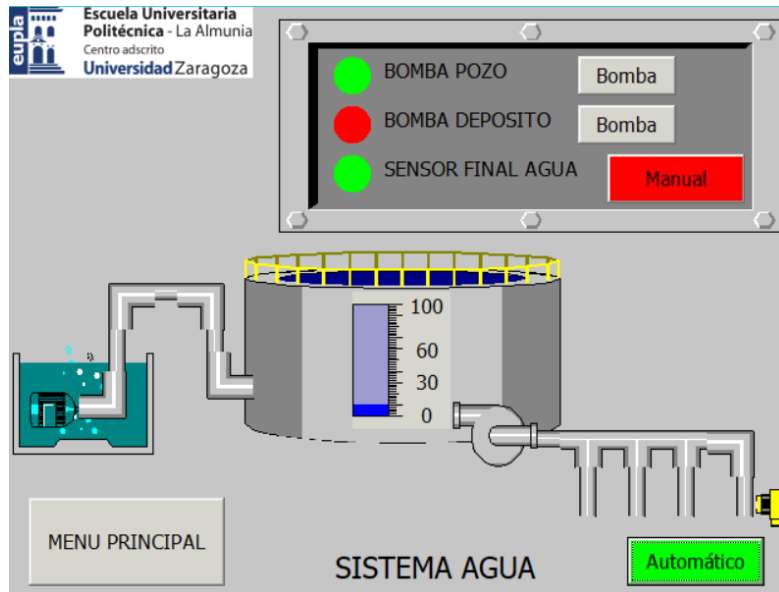


Ilustración 69:Proceso agua 3 [Fotografía tomada por el autor]

En este caso, el depósito de agua se encuentra por debajo del 10% de su nivel total, por lo que la bomba del pozo se activa y comienza el llenado del depósito de agua. Podemos observar que la bomba esta activada en el panel del operador.

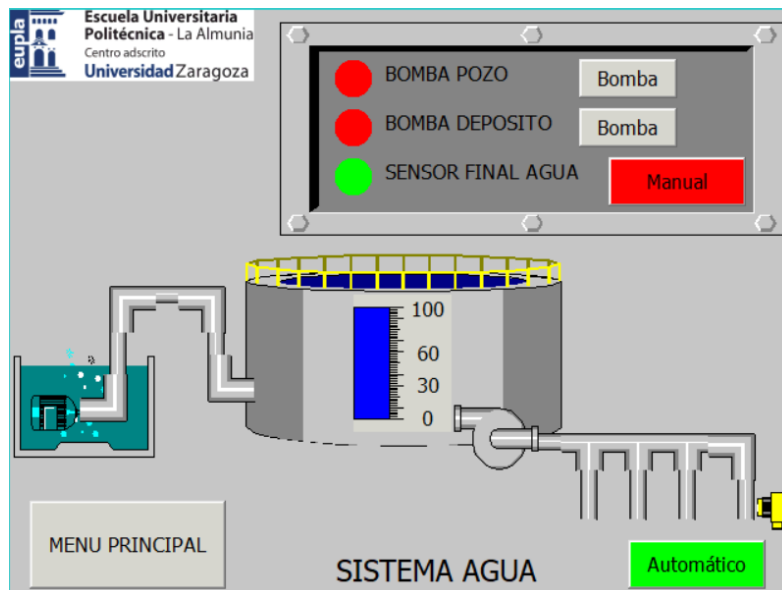


Ilustración 70:Proceso agua 4 [Fotografía tomada por el autor]

Aquí vemos que el depósito ha superado el 95% de su nivel, por lo que la bomba del pozo de agua se detiene.

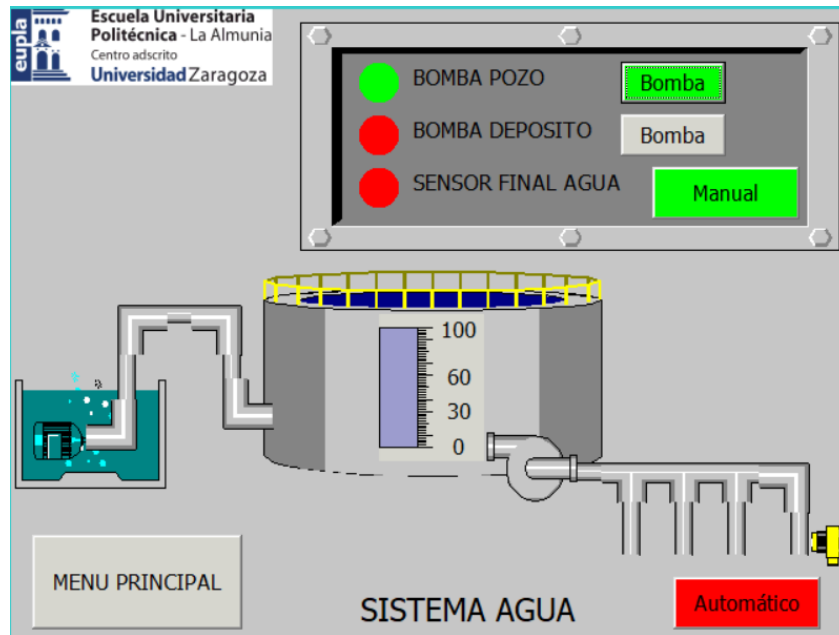


Ilustración 71:Proceso agua 5 [Fotografía tomada por el autor]

En este otro caso, nos encontramos en modo manual y con el depósito de agua vacío, por lo que tendremos que pulsar el botón de la bomba de pozo para activarla y que nuestro depósito se llene.

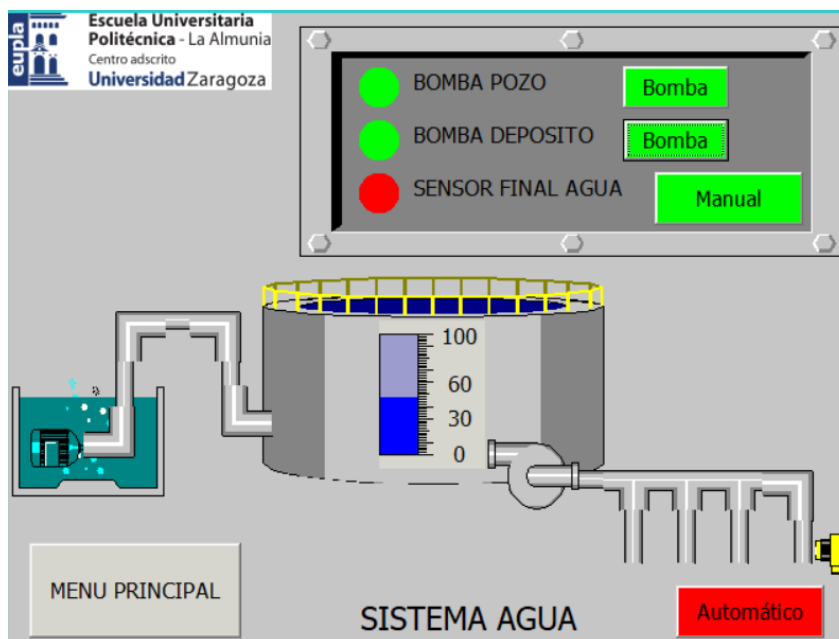


Ilustración 72:Proceso agua 6 [Fotografía tomada por el autor]

Una vez tengamos agua en el depósito llenándose, que así se nos marcara en la pantalla gracias a un sensor de nivel que tenemos configurado, tendremos que activar de manera manual la bomba del depósito para que el agua llegue hasta nuestros bebederos.

6.3. CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA

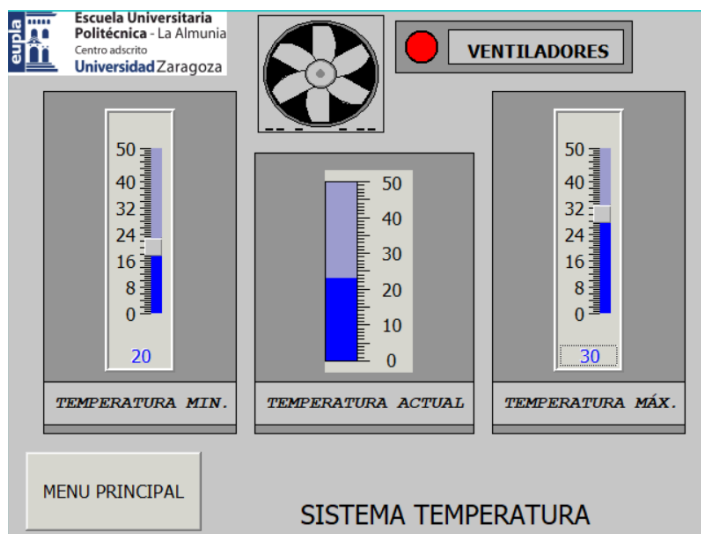


Ilustración 73: Proceso temperatura 1 [Fotografía tomada por el autor]

En este caso, observamos como la temperatura mínima esta ajustada a 20°C y la temperatura máxima a 30°C, la temperatura actual de la nave la controlamos mediante una sonda de temperatura y como se encuentra en el rango de la temperatura mínima y máxima, los ventiladores se encuentran apagados.

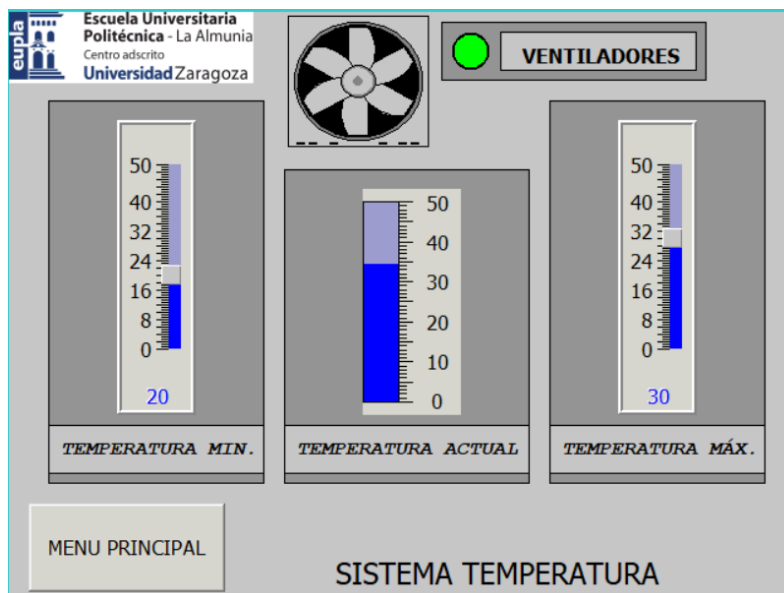


Ilustración 74: Proceso temperatura 2 [Fotografía tomada por el autor]

En esta segunda imagen, ya podemos observar que la temperatura ha superado la temperatura máxima determinada y se han encendido los ventiladores para que la temperatura vuelva a descender hasta la

temperatura mínima que será cuando los ventiladores se vuelvan a desactivar como vemos en la siguiente imagen.

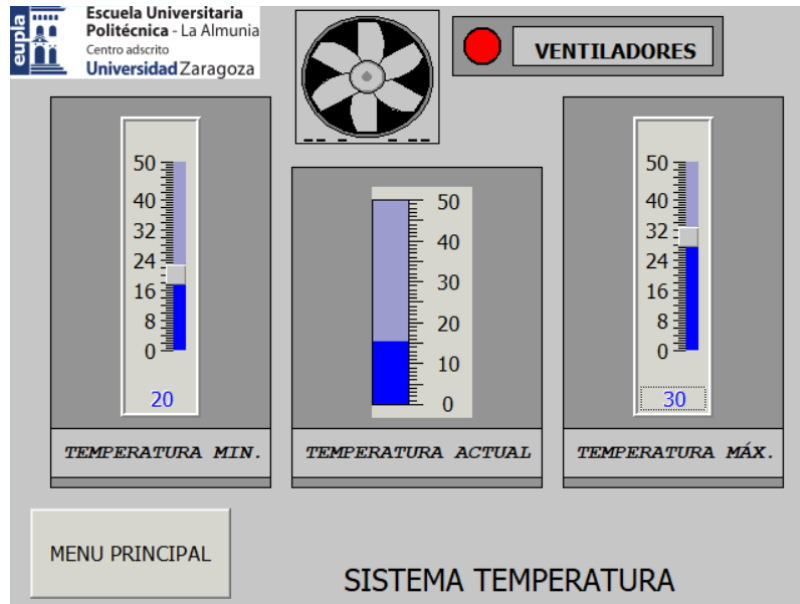


Ilustración 75: Proceso temperatura 3 [Fotografía tomada por el autor]

7. PRESUPUESTOS

Sistema de comida

| Producto | Unidades | Precio/unidad | Precio |
|----------------------------|-----------|----------------|----------|
| Comedero KONAVI | 400 | 135,64€/80 uds | 678,2€ |
| Cajetín de Ø90 mm | 1 | 180,39€ | 180,39€ |
| Espiral de tubo de Ø 68 mm | 100m*5 | 412,50€*5 | 2062,5€ |
| Tubo PVC de 90 mm | 172 de 3m | 8,20€ | 1410,4€ |
| Motorreductor 1,5 CV | 1 | 318,25€ | 318,25€ |
| Sensor capacitivo | 1 | 140,50€ | 140,50€ |
| Sensor láser silo | 1 | 160,43 | 160,43€ |
| TOTAL | | | 4950,75€ |

Tabla 17: Presupuestos Sistema de comida

Sistema de agua

| Producto | Unidades | Precio/unidad | Precio |
|-----------------------|------------|-------------------|----------|
| Bebedero Nipple | 400 | 5,80€/20 unidades | 116€ |
| Tubería PVC Ø50mm | 3 de 5m | 2,48€ | 7,44€ |
| Tubería PVC Ø32mm | 135 de 5 m | 2,04€ | 275,4 € |
| Codo PVC 90º de 50mm | 2 | 1,31€ | 2,62€ |
| T de PVC 50mm | 1 | 1,80€ | 1,80€ |
| Codo PVC 90º de 32 mm | 12 | 0,58€ | 6,96€ |
| T de PVC 32 mm | 3 | 0,83€ | 2,49€ |
| Bomba Pozo | 1 | 165,99€ | 165,99€ |
| Bomba Deposito | 1 | 348,35€ | 348,35€ |
| Deposito | 1 | 3872,14€ | 3872,14€ |
| Sensor capacitivo | 1 | 140,50€ | 140,50€ |
| Sensor láser depósito | 1 | 160,43€ | 160,43€ |
| Total | | | 5100,12€ |

Tabla 18: Presupuestos Sistema de agua

Sistema de temperatura

| Producto | Unidades | Precio/unidad | Precio |
|---------------------------------------|----------|---------------|----------|
| Ventilador 25.000m ³ /h | 3 | 487,63€ | 1462,89€ |
| Ventilador 43.000m ³ /h | 6 | 617,10€ | 3703,6€ |
| Sonda de temperatura | 1 | 141,84€ | 141,84€ |
| Sensor capacitivo | 2 | 140,50€ | 281€ |
| Total | | | 5589,33€ |

Tabla 19: Presupuestos Sistema de temperatura

Sistema de control

| Producto | Unidades | Precio/unidad | Precio |
|--|----------|---------------|----------|
| CPU 314C-2DP | 1 | 2590€ | 2590€ |
| Fuente de alimentación PS307 24/5A | 1 | 225,99€ | 225,99€ |
| Pantalla HMI MP 277 8" TOUCH | 1 | 1550€ | 1550€ |
| Total | | | 4395,99€ |

Tabla 20: Presupuestos Sistema de control

Instalación eléctrica

| Producto | Unidades | Precio/unidad | Precio |
|----------------------------------|----------|---------------|---------|
| Corax | 60 | 80€ | 4800€ |
| Interruptor magnetotérmico 3P | 3 | 98,85€ | 296.55€ |
| Interruptor magnetotérmico 2P | 2 | 45,95€ | 92€ |
| Contadores | 5 | 14,19€ | 70,95€ |
| Cable eléctrico 15m | 4 | 6,25€ | 25€ |
| Total | | | 5284,5€ |

Tabla 21: Presupuestos Instalación eléctrica

Mano de obra

| Producto | Nº Personas | Nº de horas | Precio/persona por hora | Precio |
|------------------------|-------------|-------------|-------------------------|--------|
| Sistema de comida | 3 | 50 | 7€ | 1050€ |
| Sistema de agua | 3 | 70 | 8€ | 1680€ |
| Sistema de temperatura | 3 | 50 | 12€ | 1800€ |
| Sistema de control | 3 | 50 | 15€ | 2250€ |
| Instalación eléctrica | 2 | 90 | 7€ | 1260€ |
| Total | | | | 8040€ |

Tabla 22: Presupuestos Mano de obra

Presupuesto Total

| Sector | Precio |
|------------------------|-------------------|
| Sistema de comida | 4950,75€ |
| Sistema de agua | 5100,12€ |
| Sistema de temperatura | 5589,33€ |
| Sistema de control | 4395,99€ |
| Instalación eléctrica | 5284,5€ |
| Mano de obra | 8040€ |
| TOTAL | 33.360,69€ |

Tabla 23: Presupuesto Total

8. CONCLUSIONES

Este proyecto se hizo con la intención de modernizar tecnológicamente los procesos que se ejecutan en las granjas avícolas de pollos de engorde. Primeramente, se realizó un estudio exhaustivo sobre las granjas avícolas, tipos de granjas, procesos de producción, equipamiento necesario...

Posteriormente ubicamos nuestra granja en una localidad navarra, concretamente Tudela, para realizar un estudio del clima y de las condiciones ambientales que podrían llegar a afectar a nuestra futura granja avícola. Una vez obtenida la ubicación de nuestra nave junto a sus dimensiones y toda la información que habíamos obtenido sobre granjas avícolas comenzamos con el desarrollo de nuestra granja.

El desarrollo de este trabajo estuvo dividido en diferentes partes.

La primera parte, fue todo lo relacionado con la distribución y organización de la nave. En este apartado llegamos a la conclusión que nuestra nave sería una granja avícola de pollos de engorde criados en el suelo. Creando así una nave que nos permitiera el máximo aprovechamiento del espacio y teniendo así el mayor número de pollos permitido para en un futuro obtener los mayores beneficios posibles. Dentro de la distribución de la nave concluimos en crear hasta cuatro diferentes líneas de comederos acompañadas de cinco líneas de bebederos que estarían repartidos a lo largo de la nave.

Una vez concluida la distribución del interior de la nave procedimos a realizar el diseño de los sistemas automatizados que queríamos implantar dentro de la nave. Comenzamos con el diseño del sistema de alimento, el cual decidimos instalar un silo capaz de almacenar el alimento necesario para los pollos de engorde durante al menos una semana, calculando el alimento necesario para diez días por si surgiese algún tipo de problema con el abastecimiento de pienso. Este mismo silo fue conectado mediante tuberías de PVC a nuestra línea de comederos y gracias a un motorreductor y a un sistema de distribución de espiral por tuberías conseguimos ser capaces de crear un sistema de abastecimiento de comida que más adelante fuimos capaces de programar.

Con el sistema de abastecimiento de agua, creamos un sistema que estaba compuesto por dos bombas de agua, una encargada de bombear agua desde el pozo hasta el depósito de nuestra instalación y otra encargada de bombear agua desde el depósito hasta las líneas de bebederos de nuestra granja. Todo este proceso, conectado mediante tuberías de PVC.

En cuanto al sistema de ventilación o refrigeración, instalamos en una de las paredes de la nave hasta un total de nueve ventiladores, controlando así que cuando la temperatura de nuestra nave alcance una temperatura máxima determinada los ventiladores se activen y consigan una temperatura optima en toda la instalación.

Únicamente faltaba seleccionar los diferentes sensores necesarios para poder llevar un control exhaustivo de todos los sistemas que queríamos automatizar.

Una vez concluidos todos los diferentes actuadores, sensores y diferentes elementos que nos eran necesarios, se procedió a programar mediante el software Step7 todos los diferentes procesos de automatización que eran necesarios en nuestra granja avícola. Fueron programados de manera estructurada y lo más simple posible. Para ello, tuvimos que utilizar un bloque de organización OB y diferentes funciones FC para cada uno de los diferentes sistemas a controlar. Todos ellos fueron programados en lenguaje KOP.

Una vez realizada la correcta programación de los diferentes bloques de nuestro programa, procedimos a diseñar nuestra pantalla SCADA-HMI mediante el software WinCC flexible. Creamos unas diferentes imágenes sencillas de manejar para los futuros operarios y con las que pudieran tomar un control total de la instalación.

Con la programación del autómatas y el diseño de la pantalla tuvimos que crear una conexión de red MPI para poder conectar ambos elementos y que tuvieran una comunicación Maestro-Esclavo.

Cuando ya tuvimos la conexión creada realizamos una simulación para verificar que todos nuestros diferentes procesos fueron automatizados y dimos una breve explicación de cada situación de ellos.

En conclusión, este proyecto ha conseguido que mi información acerca de este campo como es la industria de las granjas avícolas aumente en consideración y mis capacidades y conocimientos acerca de los diferentes softwares y hardwares utilizados en el proyecto hayan aumentado.

También es importante decir que este proyecto se ha creado con la intención de que en un futuro se instalen mejoras o actualizaciones como pueden ser:

- Crear un sistema de calefacción automatizado, con la idea de que en los meses más fríos no se perjudique el bienestar de las aves.

- Diseñar un sistema de paneles fotovoltaicos para producir energía y utilizarla en la instalación.

9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los objetivos de este Trabajo Fin de Grado están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y metas, de la Agenda 2030:

- **Objetivo 8** - Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.



- **Meta 8.2** Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
- **Meta 8.3** Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

- **Objetivo 12** - El consumo y la producción mundiales (fuerzas impulsoras de la economía mundial) dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos destructivos sobre el planeta.



- **Meta 12.2** De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
- **Meta 12.3** De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per capita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.

10. BIBLIOGRAFÍA

[1] «Meteorología y climatología de Navarra».

http://meteo.navarra.es/climatologia/zona_sur.cfm (accedido 9 mayo de 2024).

[2] «Lo que hay que saber del control ambiental en avicultura».

<https://avicultura.com/lo-que-hay-que-saber-del-control-ambiental-en-avicultura/> (accedido 9 mayo de 2024).

[3] «Iluminación para aves de corral».

<https://peigganadera.com/iluminacion-aves-de-corral/> (accedido 9 mayo de 2024).

[4] «Nutrición y alimentación».

<https://www.fao.org/poultry-production-products/production/nutrition-feeding/es/#:~:text=Las%20dietas%20de%20las%20aves,cristalinos%20y%20aditivos%20para%20alimentos.> (accedido 9 mayo de 2024).

[5] «Alimentación en granjas avícolas».

<https://www.aviporc.com/alimentacion-en-granjas-avicolas-de-reproductora-pesada/> (accedido 9 mayo de 2024).

[6] «La densidad y el manejo en la recepción en las granjas de pollos».

<https://avinews.com/la-densidad-y-el-manejo-en-la-recepcion-en-las-granjas-de-pollos/> (accedido 9 mayo de 2024).

[7] «Formación del personal que trabaja en granjas avícolas».

<https://laadministracionaldia.inap.es/noticia.asp?id=1227763> (accedido 9 mayo de 2024).

[8] «Tipo de granja avícola».

<https://pazodevilane.com/cronicas-gallinero/granjas-avicolas/> (accedido 9 mayo de 2024).

[9] «Cobb y Ross, las dos líneas genéticas manejadas en pollos de engorde».

<https://www.agronegocios.co/agricultura/cobb-y-ross-las-dos-lineas-geneticas-manejadas-en-pollos-de-engorde-en-colombia-3449100#:~:text=El%20pollo%20Ross%20es%20l%C3%ADder,una%20alta%20cantidad%20de%20huevos.> (accedido 9 mayo de 2024).

[10] «Tipos de equipamiento para una granja avícola».

<https://ganal.es/equipamiento-para-una-granja-avicola/> (accedido 9 mayo de 2024).

[11] «Equipamiento completo de pollos de engorde».

<https://peigganadera.com/granja-pollos-engorde/> (accedido 9 mayo de 2024).

[12] «Comedero para pollos de engorde KONAVI».

<https://www.choretime.com/wp-content/uploads/2023/03/chore-time-konavi-brochure-spanish-ct-2624-es-202302-hr.pdf> (accedido 9 mayo de 2024).

[13] «Espiral para tubo de 90 mm».

<https://growketiendaonline.com/producto/espiral-para-tubo-o90-mm/> (accedido 9 mayo de 2024).

[14] «Cajetín Ø90 mm una salida».

<https://growketiendaonline.com/producto/cajetin-o90-mm-una-salida-inoxidable/> (accedido 9 mayo de 2024).

[15] «Motorreductor trifásico 1,5CV».

<https://growketiendaonline.com/producto/motorreductor-trifasico-15cv-230400v-5060hz-eje-o22-mm/> (accedido 9 mayo de 2024).

[16] «Silos para pienso».

<https://peigganadera.com/silos-granja-almacenamiento-pienso-harina-grano/> (accedido 9 mayo de 2024).

[17] «Bebedores Nipple».

<https://www.ivegaplastics.com/es/productos/bebedero-nipple.php> (accedido 9 mayo de 2024).

[18] «Electrobombas Residuales MATRA XTVS».

<https://www.electrobombas.es/bombas-de-agua/-residuales-xvts-663189.html> (accedido 9 mayo de 2024).

[19] «VEVOR Bomba de pozo profundo».

https://www.vevor.es/bomba-de-pozo-profundo-c_11104/vevor-bomba-de-agua-sumergible-para-pozo-de-750w-105l-min-con-interruptor-230-v-p_010779379399 (accedido 9 mayo de 2024).

[20] «Depósitos BMM».

<https://bmm.es/depositos/> (accedido 9 mayo de 2024).

[21] «Tienda ganadera».

<https://tiendaganadera.com> (accedido 9 mayo de 2024).

[22] «CORAX, el estándar para iluminación avícola».

<https://www.hato.lighting/es/soluciones-de-iluminaci%C3%B3n/iluminaci%C3%B3n-animal/iluminaci%C3%B3n-para-aves-de-corrал/corax> (accedido 9 mayo de 2024).

[23] «CPU 314c-2 DP, 6ES7314-6CH04-0AB0».

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7314-6CH04-0AB0> (accedido 9 mayo de 2024).

[24] «Siemens, SIMATIC HMI MP277».

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/820/23337820/att_68007/v1/hmi_mp_277_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf (accedido 9 mayo de 2024).

[25] «LL-100 Transmisor de nivel laser».

<https://www.tecdas.com.bo/productos/nivel/nivel-continuo/laser/ll-100-transmisor-de-nivel-laser> (accedido 9 mayo de 2024).

[26] «Siemens, Sonda de temperatura».

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/?mlfb=B PZ%3AQAM2161.040> (accedido 9 mayo de 2024).

[27] «Detector capacitivo KI5087».

https://www.ifm.com/es/es/product/KI5087?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwxgayBhDFARIsAANWRnTb3PjWDSrCbso_HYmxqfhMBn8i540mWR-L0h9deYrphZbflYyVCcsaAp5_EALw_wcB (accedido 9 mayo de 2024).

[28] «Ventanas para granja».

<https://tiendaganadera.com/Ventanas-avicola/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[29] «Ventiladores de túnel de velocidad».

<https://avicultura.com/ventiladores-de-tunel-de-velocidad-variable/> (accedido 9 de mayo 2024).

[30] «Iluminación led en explotaciones avícolas».

<https://www.plusled.es/blog/2015/08/06/iluminacion-led-en-explotaciones-avicolas/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[31] «Cama de los pollos de engorde».

<https://avicultura.com/el-volteo-de-la-cama-como-practica-de-manejo-1a-parte/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[32] «Equipamiento de explotación avícola».

<https://avicultura.com/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[33] «Controlador de ventilación AG20».

<https://avicultura.poultry.com/productos/cti-control/controlador-de-ventilacion-ag20> (accedido 9 de mayo de 2024).

[34] «Iluminación para aves de corral».

<https://www.gasolec.com/es/sitemap/lp/iluminacion-para-aves-de-corrall.html> (accedido 9 de mayo de 2024).

[35] «Tipos de silos».

<https://www.alvinox.com/tipos-silos-industria/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[36] «Silos granja prelacados en verde».

<https://silosspain.com/es/project/silos-granja-prelacados-en-verde/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[37] «Silo horizontal presurizado».

<https://www.carmextrailers.com/productos/silo-horizontal-presurizado/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[38] «Almacenamiento de agua en una granja avícola».

<https://www.npibv.com/es/proyectos/procesamiento-y-almacenamiento-de-agua-en-una-granja-avicolatailandia/> (accedido 9 de mayo de 2024).

[39] «Sistema de bebedero automatizado para aves de corral».

<https://www.roxell.com/es/categorias/bebederos> (accedido 9 de mayo de 2024)

[40] «Motorreductor para granja».

<https://www.motorelectricoenstock.com/motorreductores-granja/26549-motoreductor-para-granja-chh-02-s80-de-055kw075cv-motor-1380-rpm-reductor-356-rpm-reduccion-1393.html> (accedido 9 de mayo de 2024).

Relación de documentos

(94) Memoria 94 páginas
(0) Anexos 0 páginas

La Almunia, a 3 de junio de 2024

Firmado: Iñigo Saiz Sánchez

