



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Regulación de funcionamiento de un
túnel de oreo aéreo de pollos

Operation regulation of a chicken
aerial oreo tunnel

Autor

Álvaro Lozano Torre

Director

Juan Carlos Sánchez Catalán

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2020



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

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

MEMORIA

Regulación de funcionamiento de un
túnel de oreo aéreo de pollos

Operation regulation of a chicken
aerial oreo tunnel

424.19.18

Autor: Álvaro Lozano Torre

Director: Juan Carlos Sánchez Catalán

Fecha: 05/02/2020

INDICE DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	1
1.1. RESUMEN	1
1.1.1. <i>Palabras clave</i>	2
1.2. ABSTRACT	3
1.3. INTRODUCCIÓN	5
1.3.1. <i>Objetivo</i>	6
1.4. PROCESO PREVIO	7
1.4.1. <i>Transporte del pollo</i>	7
1.4.2. <i>Recorrido de los jaulones</i>	8
1.4.3. <i>Aturdido por atmósfera controlada</i>	9
1.4.4. <i>Colgado, degüello y sangrado</i>	9
1.4.5. <i>Escaldado</i>	11
1.4.6. <i>Desplumado</i>	12
1.4.7. <i>Eviscerado</i>	13
1.5. ANTECEDENTES	17
1.5.1. <i>Túnel de Oreo</i>	17
1.5.2. <i>Funcionamiento</i>	17
1.5.3. <i>Métodos de enfriamiento</i>	19
1.5.3.1. <i>Congeladores de placas</i>	19
1.5.3.2. <i>Congeladores de inmersión</i>	19
1.5.3.3. <i>Congeladores continuos de superficie raspada</i>	20
1.5.3.4. <i>Congeladores de ráfaga de aire (blast)</i>	20
1.5.3.5. <i>Congeladores con convección forzada de aire</i>	21
1.5.3.6. <i>Congeladores por cargas y semicontinuos</i>	21
1.5.3.7. <i>Congelación ultrarrápida</i>	21
1.5.4. <i>Túneles de congelación</i>	23
1.5.4.1. <i>Túneles de congelación lineales</i>	23
1.5.4.2. <i>Túneles de congelación en espiral</i>	23
1.5.4.3. <i>Túneles de lecho fluidizado</i>	24
2. CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO	26
2.1. ELEMENTOS MÁQUINA DE OREO	26
2.1.1. <i>HUMECTADOR</i>	26

INDICES

2.1.2. EVAPORADOR	32
2.1.2.1. Tipos de evaporadores	32
2.1.2.2. Elementos del evaporador	35
1. Intercambiador de calor:	35
2. Válvula regulación de aspiración:	35
3. Bomba de circulación de agua	35
2.1.2.3. Desescarche de los evaporadores	36
2.1.2.4. Elección del ventilador	39
2.1.3. UNIDAD COMPRESORA	43
2.1.3.1. Clasificación de los compresores:	43
2.1.4. CONDENSADOR	48
2.1.4.1. Partes de un condensador	48
2.1.4.2. Tipos de condensadores	49
2.1.5. AISLAMIENTO	52
2.1.5.1. PUERTAS	52
2.1.5.2. PANEL SANDWICH AISLANTE	55
2.1.5.2.1. Panel Continuo	55
2.1.5.2.2. Panel con Gancho	56
2.1.5.2.3. Panel para techo	57
2.1.5.2.4. Paneles para suelos	57
2.1.6. VÁLVULAS DE EXPANSIÓN	58
2.1.7. ACCESORIOS INSTALACIÓN DE FRÍO	62
2.1.7.1. Tuberías	62
2.1.7.2. Latiguillos antivibratorios	63
2.1.7.3. Separador de líquido	63
2.1.7.4. Recipiente de líquido	64
2.1.7.5. Filtro deshidratador	65
2.1.7.6. Purgador de incondensables	65
2.1.7.7. Filtro de retorno de aceite	66
2.1.7.8. Recipiente antigolpe de líquido	66
2.1.8. REFRIGERANTE	67
2.1.8.1. NH3	67
2.1.8.2. Glicol	68
2.1.8.3. Freón	68
2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	69
2.2.1. ARDUINO	70
2.2.2. RASPBERRY PI	71
2.2.3. ZELIO LOGIC	72
2.3. CONTROL REMOTO PLC	74



2.3.1.	SCADA:	74
2.4.	TECLADO CONTROL TÚNEL	75
2.5.	SENSORES	81
2.5.1.	SENSOR DE TEMPERATURA	81
2.5.2.	SENSOR CAPACITIVO	83
2.6.	CONCEPTOS SISTEMAS REFRIGERACIÓN	84
2.6.1.	Evaporación flotante	84
2.6.2.	Temperatura bulbo húmedo	85
2.6.3.	Régimen de inundado	85
2.6.4.	COP	85
2.7.	ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN	86
3.	CAPITULO III –DESARROLLO	87
3.1.	ANÁLISIS FUNCIONAMIENTO TÚNEL	87
3.2.	MANIOBRA TÚNEL	89
3.3.	DESARROLLO SOFTWARE	93
3.4.	SIMULACIÓN MANIOBRA ZELIO	94
3.5.	DISEÑO SISTEMA ADQUISICIÓN DATOS	101
4.	CAPITULO IV – RESULTADOS Y CONCLUSIONES	103
4.1.	RESULTADOS	103
4.2.	CONCLUSIÓN	104
5.	CAPITULO V - BIBLIOGRAFÍA	106

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Proceso previo	7
Ilustración 2 – GP	8
Ilustración 3 - CAS	9
Ilustración 4 - Noria de colgado	9
Ilustración 5 – Degolladora	10
Ilustración 6 - Desangrado	10

INDICES

Ilustración 7 - Escaldado	11
Ilustración 8 - Sin Fin Cabezas	11
Ilustración 9 - Desplumadoras.....	12
Ilustración 10 - Rajadora VO.....	13
Ilustración 11 - Visceradora 1	13
Ilustración 12 - Visceradora 2	14
Ilustración 13 - Cute	15
Ilustración 14 - Cropin	15
Ilustración 15 - FIN.....	16
Ilustración 16 - Congelador de tambor.....	20
Ilustración 17 - Sistema por rocío con evaporación completa	22
Ilustración 18 - Sistema en cascada con recirculación	22
Ilustración 19 - Sistema por convección forzada de gas nitrógeno.....	22
Ilustración 20 - Túnel de congelación lineal.....	23
Ilustración 21 - Túnel congelación en espiral	24
Ilustración 22 - Proceso Túnel de lecho	25
Ilustración 23 - Humectador F2801	26
Ilustración 24 - Esquema Humectador F2801	27
Ilustración 25 - Humectador F2802.....	28
Ilustración 26 - Esquema Humectador F2802	28
Ilustración 27 - Humectador F2805L	29
Ilustración 28 - Humectador F2805R	29
Ilustración 29 - Esquema Humectadores F2805L/R	30
Ilustración 30 - Proceso RBB10	31
Ilustración 31 - Evaporadores de Tubo Desnudos.....	33
Ilustración 32 - Evaporadores de Placas	33
Ilustración 33 - Evaporadores estáticos de tubo y aletas.....	34
Ilustración 34 - Evaporador con tiro de aire forzado	35

Ilustración 35 - Ventilador Axial.....	39
Ilustración 36 - Ventilador Helicoidal	40
Ilustración 37 - Tubo Axial	40
Ilustración 38 - Ventilador Axial.....	40
Ilustración 39 - Ventilador Centrífugo	40
Ilustración 40 - Ventilador Centrífugo	41
Ilustración 41 - Curvas hacia Adelante	41
Ilustración 42 - Palas Radiales	41
Ilustración 43 - Palas inclinadas.....	42
Ilustración 44 - Aerodinámico.....	42
Ilustración 45 - Álaves Curvas	42
Ilustración 46 - Compresor de tornillo	45
Ilustración 47 - Compresor alternativo	46
Ilustración 48 - Compresores Herméticos.....	46
Ilustración 49 - Condensador por agua de doble tubo.....	50
Ilustración 50 - Evaporador.....	51
Ilustración 51 - Puerta de desplazamiento horizontal.....	52
Ilustración 52 - Puerta de doble hoja.....	53
Ilustración 53 - Puerta vertical seccionada con cabezal horizontal	53
Ilustración 54 - Puerta de desplazamiento vertical	54
Ilustración 55 - Puertas batientes	54
Ilustración 56 - Panel Continuo.....	56
Ilustración 57 - Panel con gancho	56
Ilustración 58 - Válvulas automáticas	58
Ilustración 59 - Válvula termostática con igualador externo	59
Ilustración 60 - Válvula solenoide	61
Ilustración 61 - Estación de válvulas	61
Ilustración 62 - Latiguillo antivibratorio	63

INDICES

Ilustración 63 - LCYE Separador de líquido.....	64
Ilustración 64 - LCY Separador de líquido	64
Ilustración 65 - Recipiente de líquido horizontal.....	65
Ilustración 66 - Filtro deshidratador	65
Ilustración 67 - Filtro retorno de aceite.....	66
Ilustración 68 - Antigolpe de líquido.....	66
Ilustración 69 - Nomenclatura Fluidos Refrigerantes.....	67
Ilustración 70 - Placa Arduino UNO	70
Ilustración 71 - Raspberry pi.....	72
Ilustración 72 - Zelio Logic.....	73
Ilustración 73 - SCADA	75
Ilustración 74 - Pantalla control Túnel	75
Ilustración 75 - Arranque con aspersion T1	76
Ilustración 76 - Arranque con refrigeración T1.....	76
Ilustración 77 - Arranque modo almacenaje T1.....	77
Ilustración 78 - Inicio de descongelación T1	77
Ilustración 79 - Producto ligero	77
Ilustración 80 - Producto mediano	77
Ilustración 81 - Producto Pesado	77
Ilustración 82 - Paro del túnel	78
Ilustración 83 - Menú del reloj.....	78
Ilustración 84 - Código de seguridad	78
Ilustración 85 - Apertura menú Túnel 1	78
Ilustración 86 - Túnel 1 modo ventilación	78
Ilustración 87 - Arranque con aspersion T2	79
Ilustración 88 - Arranque con refrigeración T2.....	79
Ilustración 89 - Arranque modo almacenaje T2.....	79
Ilustración 90 - Inicio descongelación T2	79

Ilustración 91 - Producto ligero.....	80
Ilustración 92 - Producto mediano	80
Ilustración 93 - Producto pesado	80
Ilustración 94 - Parada Túnel 2.....	80
Ilustración 95 - Selección túnel	80
Ilustración 96 - Historial Alarmas.....	80
Ilustración 97 - Apertura menú Túnel 2	81
Ilustración 98 - Túnel 2 modo ventilación	81
Ilustración 99 - RTD PT100	83
Ilustración 100 - Sensor Capacitivo.....	84
Ilustración 101 - Grafcet.....	93
Ilustración 102 - Zelio Nuevo programa.....	95
Ilustración 103 - Zelio Referencia	96
Ilustración 104 - Etapa Inicial.....	96
Ilustración 105 - Demanda de Frío	97
Ilustración 106 - Válvula abierta	98
Ilustración 107 - Fin matanza.....	98
Ilustración 108 - Cierre Válvula 50%.....	99
Ilustración 109 - Fin cierre Válvula.....	99
Ilustración 110 - Stop demanda frío	100
Ilustración 111 - Fin ciclo túnel diario	100
Ilustración 112 - Menú y servicios SCADA	101
Ilustración 113 - Sistema túnel.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Ventiladores de flujo Axial	40
Tabla 2 – Ventiladores Centrífugos.....	41
Tabla 3 - Accesorios Instalación.....	62
Tabla 4 - Elementos Zelio	73
Tabla 5 - Elementos Instalación Uvesa	86
Tabla 6 - Entradas Digitales	94
Tabla 7 - Etapas Grafcet	94
Tabla 8 - Salidas Digitales.....	95

1. CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1.1. RESUMEN

En el presente trabajo se pretende mostrar una modificación de la maniobra frigorífica en un túnel de oreo de pollos del Grupo Uvesa, siendo esta una de las empresas líderes en la industria alimentaria en España.

La empresa cuenta con un túnel aéreo compuesto por 2400 metros de cadena, dividida en tres pisos para poder enfriar 8000 aves la hora.

El peso medio de las aves es de 2.4 gramos, entrando con una temperatura de 40 grados centígrados hasta 4 grados centígrados de temperatura que hay en el interior de la canal (lado de la pechuga).

En el enfriamiento del pollo se persiguen dos objetivos, manteniendo claro el orden de prioridad de uno respecto a otro:

-El primero y más importante es el enfriamiento, enfriar muy bien las canales, consiguiendo cuatro grados en el interior de las pechugas. Con esto, conseguimos cortar el crecimiento microbiológico, por lo consiguiente, hace que tenga una mayor calidad del producto y un aumento en la fecha de caducidad del este.

-Como segundo objetivo, debemos de mirar la merma. Cuando hablamos de esta, nos referimos a la cantidad de humedad que pierde la carne, por lo tanto se busca tener la mínima merma posible.

El sistema inicial con el que se realiza el enfriamiento de las aves, está constituido por dos empresas, la parte del túnel de oreo, está compuesta por el fabricante de la maquinaria de proceso STORK, empresa integrada en toda la línea de sacrificio.

Por otro lado, otro proveedor llamado GRENCO, se encarga de la parte frigorífica que engloba el enfriamiento de las canales, así como el enfriamiento de todas las salas y cámaras de la planta.

El sistema inicial con el que se ha estado trabajando hasta ahora seguía el siguiente funcionamiento:

-Elegir temperatura objetivo del túnel (dependiendo del tamaño del ave, seleccionamos si se trata de un pollo pequeño, mediano o grande).

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

-Arrancar Túnel (la presión de aspiración es fija y solo varía dependiendo de la temperatura seleccionada).

-El autómatas regula abriendo y cerrando la válvula de aspiración general, cambiando el caudal de amoníaco circulante, para así conseguir llegar a la temperatura esperada.

Con esta forma de enfriar el túnel, se han visto varios inconvenientes que más adelante comentaremos de manera más detallada.

Para evitar los inconvenientes que tenemos con el sistema inicial, la modificación de este, consiste en:

-Elegir temperatura objetivo del túnel.

-Arrancar Túnel (la válvula de aspiración general ahora se abre por completo), esto quiere decir que ahora tenemos el caudal de aspiración al máximo y la presión de aspiración va variando.

-Recibir información de los sensores colocados por Stork (con esta información el autómatas irá aumentando o disminuyendo la apertura de la válvula para variar la presión de aspiración en función de la temperatura).

Por último, se va a realizar una última maniobra, para conseguir un mayor ahorro energético, cerrando la válvula de aspiración general al 50% cuando se detecta que ya no hay más pollo entrando al túnel).

1.1.1. Palabras clave

Túnel, regulación, aspiración, aves, merma.

1.2. ABSTRACT

The present work aims at showing a modification of the refrigerator manoeuvre in a chicken airing tunnel from the Uvesa Group, being this company of the leaders within the food industry in Spain.

The company has an air tunnel made of 2400 metres of chain divided into three floors in order to cool 8000 birds in an hour. The average weight of the birds is 2.4 grams, entering with the temperature of 40 degrees centigrades and decreasing until four degrees centigrades that is the temperature inside the breast.

There are two main objectives in the process of refrigeration, taking into account the order of priority of one from the other. The former and most important is the refrigeration, obtaining four degrees in the interior of the breasts. Therefore, we could cut the microbiological growth and then obtain a high-quality product with a longer expiration date. The latter objective is to observe the reduction, that is, the amount of humidity the meat lose. Hence, the aim is to have the less reduction possible.

The initial system that refrigerates the birds is constituted by two companies. The company STORK, which takes charge of the machinery, is responsibility for the airing tunnel. On the other hand, GRENCO is another supplier in the charge of the breast refrigeration as well as the refrigeration of the rooms and chambers on the floor.

The initial system in which I have been working pursued the following functioning:

- To choose the target temperature of the tunnel (we will classify between small, medium or big chicken depending on the bird's size).
- To start the tunnel (the suction pressure is fixed and it only changes depending on the temperature selected).
- The automaton stable opening and closing the general suction valve, changing the flow of amoniac circulating in order to get the target temperature.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Taking into consideration this way of refrigerating, I have observed several drawbacks I will broadly explained. In order to avoid these drawbacks in the initial system, I have designed a modification that consists on the following:

- To choose the target temperature of the tunnel
- To start the tunnel (the general suction valve is widely opened so that the suction volume flow of aspiration is maximum and the pressure of aspiration will vary).
- To receive information from the gauges placed by STORK. Then, with this information the automaton will open or close the valve so as to vary the pressure of aspiration according to the temperature.

In conclusion, I will conduct another manoeuvre to achieve a higher energy saving by closing the general suction valve to 50% when it is detected that no more chicken are inside the tunnel.

1.3. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria es la parte de la industria encargada de los procesos relacionados con la cadena alimentaria. Dentro de esta, se incluyen las fases de transporte, recepción, almacenamiento, procesamiento, conservación y servicio de alimentos.

La materia prima de la que partimos para realizar este trabajo fin de grado proviene de la ganadería, son aves comprendidas entre 1.9 y 3.2 gramos.

En la congelación de las carnes, dependiendo del origen de la materia prima, es necesario observar los tiempos y temperaturas necesarios, para lo que se conoce como oreo.

El objetivo de la conservación, es mantener un producto en perfectas condiciones higiénicas, conservando sus cualidades organolépticas durante el mayor tiempo posible. Evitando el cambio de olor, color o sabor. Para ello se debe aplicar el método o sistema de conservación capaz de frenar el deterioro de los alimentos. Este deterioro se produce por:

- 1- Proliferación de microorganismos en los alimentos, debido a la propia naturaleza del alimento.
- 2- Acción de factores físicos ambientales, la exposición a la luz solar y el aire, la temperatura (puede destruir, inactivar o hacer que se reproduzcan rápidamente los gérmenes), el grado de humedad (favorece o impide el desarrollo bacteriano y el enmohecimiento) y de acidez (permite minimizar la pérdida de ciertas vitaminas).
- 3- Efectos o reacciones químicas o biológicas. La oxidación que se produce en las células de los alimentos debido a la exposición a la luz solar y el aire (influye en la pérdida de vitaminas). Reacciones bioquímicas, el proceso de maduración enzimática que se produce de forma natural en alimentos de origen animal o vegetal.
- 4- Actuación de animales sobre el alimento. La acción de insectos, roedores o plagas en general, causan deterioro del alimento y pueden favorecer o acelerar efectos citados anteriormente.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Anteriormente, existía la costumbre de dejar la carne después de la matanza, expuesta a la intemperie, colgadas en lugares frescos y ventilados, donde permanecen varias horas para que la masa muscular adquiriera las características organolépticas de la carne. Recién muerta la res, el músculo constituye un alimento sin sabor, duro y viscoso; en cambio, una vez madurado, el músculo hecho ya carne aparece blando, jugoso, con buen sabor y de buen comer.

Actualmente, consiste en someter los alimentos a la acción de bajas temperaturas, sin alcanzar las de congelación. La temperatura y humedad deberán mantenerse uniformes, durante el período de conservación, dentro de los límites de tolerancia admitidos, en su caso, y ser la apropiada para cada tipo de producto.

El resultado es que aumenta la vida útil de los alimentos y detiene o reduce la velocidad de crecimiento de gérmenes; sin embargo, no los mata, sólo los duerme.

1.3.1. Objetivo

La finalidad del desarrollo de este trabajo es realizar una maniobra frigorífica en un túnel de oreo de pollos mediante un cambio en el concepto de alimentación de frío del túnel. Para ello hemos modificado tanto el código de la programación como aspectos físicos, con la finalidad de conseguir una disminución de la merma, hacer que los compresores y evaporadores trabajen de una manera más cómoda, sin tener que estar tan forzados y controlar la regulación de la instalación frigorífica, quitando capacidad en la instalación si no es necesaria.

La realización de esta maniobra ha sido llevada a cabo ya que el Grupo Uvesa quería realizar un cambio buscando siempre mejoras en el producto y dar más valor a lo que venden, así como intentar conseguir un mayor ahorro energético lo cual supone menos gastos económicos.

En el presente trabajo fin de grado se va a mostrar en primer lugar una pequeña introducción de los procesos por los que pasa el ave hasta llegar al túnel de oreo donde vamos a hablar de manera más detallada en este trabajo.

En el apartado de antecedentes encontraremos de forma clara una explicación de que es el túnel de oreo, su funcionamiento y poner en conocimiento las distintas formas que hay en el mercado de enfriar las instalaciones que lo componen.

Después, en el marco teórico mostraremos los componentes que constituyen el interior de este túnel, así como distintas variantes de estos y su funcionamiento.

Por último, en el apartado de desarrollo explicaremos de manera detallada como se ha realizado el cambio en el túnel, ayudándonos con datos y gráficas donde haremos una comparativa entre antes y después del cambio con su conclusión correspondiente.

1.4. PROCESO PREVIO

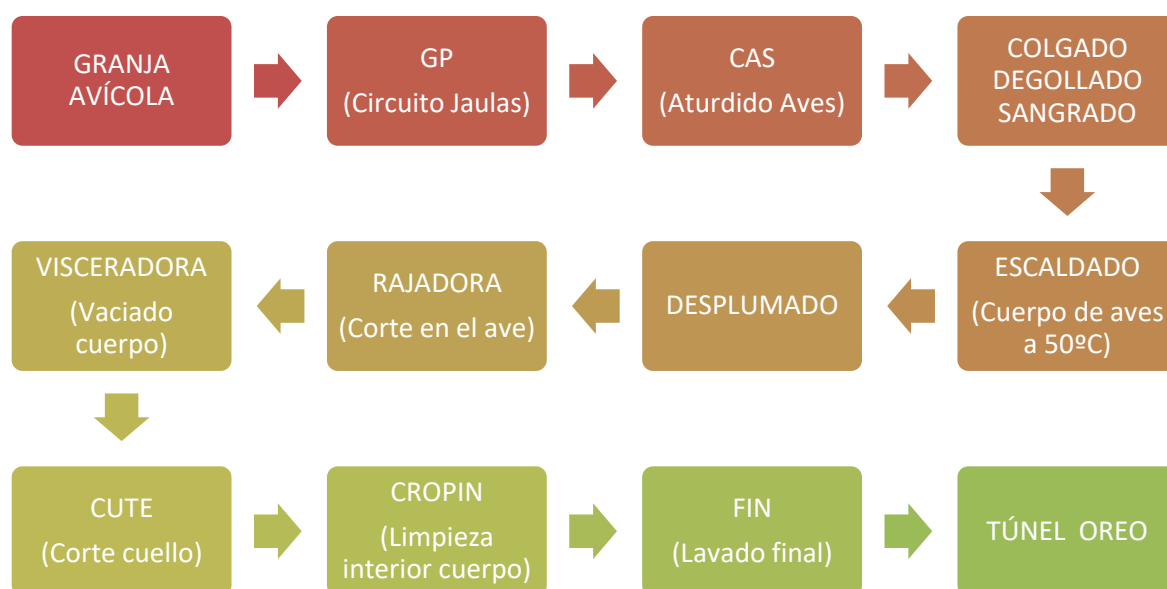


Ilustración 1 - Proceso previo

1.4.1. Transporte del pollo

Desde las diferentes granjas son transportados por camiones cargados con jaulas preparadas para un transporte cómodo y con la capacidad necesaria para tener un buen viaje. En invierno estas jaulas van tapadas para que en ningún momento el animal pueda pasar frío, así como en los meses de calor las jaulas están sin cubrir y conforme van llegando los camiones al matadero durante la noche, se van colocando entre unos ventiladores para mantenerlos a una buena temperatura y que no pases calor.

1.4.2. Recorrido de los jaulones

Este recorrido, que es el comienzo de la matanza tiene tres ciclos.

Lo primero es colocar la jaula en la posición correcta, con un toro mecánico en la parte inicial de este recorrido. Una vez colocada, van avanzando mediante unas cadenas que la arrastran hasta el segundo punto. Un sensor detecta que la jaula está en su sitio y activa la inclinación del suelo donde ahora está apoyada la jaula consiguiendo abrir las puertas de la jaula donde se encuentra los pollos y hacerles caer a una cinta transportadora.



Ilustración 2 – GP

Olvidándonos un segundo del pollo, una vez vaciada la jaula vuelve a ser arrastrada por unas cadenas pasando por un túnel de lavado. Este expulsa agua caliente a presión, así como también producto desinfectante para dejar la jaula completamente limpia.

1.4.3. *Aturdido por atmósfera controlada*

Cuando el pollo ha caído a la cinta transportadora, esta los lleva hasta el Cash, que es una cámara con unas cintas transportadoras en su interior que los transporta de un extremo a otro mientras reciben un porcentaje de CO₂ que los duerme por completo. Este porcentaje de CO₂ es revisado cada día para que reciban la cantidad necesaria.



Ilustración 3 - CAS

1.4.4. *Colgado, degüello y sangrado*

Una vez salen del Cas, dormidos por completo. Caen a una noria rodeada por trabajadores que se encargan de colgarlos por las patas en los ganchos y en la posición correcta para continuar el ciclo.



Ilustración 4 - Noria de colgado

El degüello debe realizarse 10 segundos después del aturdido y 30 como máximo, en el que se cortan los grandes vasos sanguíneos (carótida) del cuello, y tras

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

el cual existe un periodo de desangrado. El sangrado es vertical por gravedad y se produce en un túnel en el que pasan las aves colgadas a una velocidad determinada para controlar que el desangrado es completo. Se hace un repaso manual para asegurar que el corte permita el desangrado completo del animal.

La sangre cae a un canal que la lleva a un depósito para recogerla.



Ilustración 5 – Degolladora

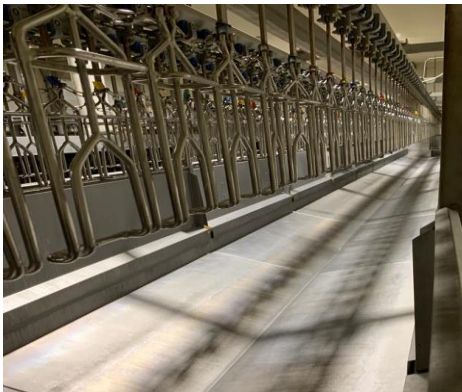


Ilustración 6 - Desangrado

1.4.5. Escaldado

La finalidad de escaldar al pollo es para aflojar la inserción de las plumas en los folículos, ya que su eliminación no es posible realizarla en seco, y de esta manera facilitar la caída de pluma en la operación de desplumado.



Ilustración 7 - Escaldado

Nada más salir de la zona de escaldado, el pollo pasa por un sin fin donde este arranca por completo la cabeza.



Ilustración 8 - Sin Fin Cabezas

1.4.6. Desplumado

El desplumado tiene la finalidad de eliminar las plumas. El proceso se realiza de forma mecánica, por medio del roce del cuerpo con los dedos de goma que tienen los rodillos.

Estos rodillos giran a alta velocidad, en sentido alternativo para eliminar por completo la pluma del pollo.



Ilustración 9 - Desplumadoras

Anteriormente, antes de entrar por los rodillos, estos han pasado por un sin fin que les quita las plumas timoneras del pollo, ya que estas son más difíciles de quitar y con los rodillos solamente no es posible.

Cuando salen ya sin plumas y limpios siguen la cadena y una cuchilla corta las patas del resto del cuerpo.

1.4.7. Eviscerado

En esta zona lo que se hace es vaciar el interior del cuerpo del pollo, para aprovechar sus partes internas y poder llevar el cuerpo al túnel de oreo.

Lo primero que se realiza cuando llega a la zona de eviscerado es un corte en el culo, para poder acceder al interior del pollo con mayor facilidad.



Ilustración 10 - Rajadora VO

Esta segunda máquina, como ya viene el pollo con un corte de la anterior máquina, ensancha todo lo posible sin llegar a dañar el pollo para facilitar aún más el acceso a su interior.



Ilustración 11 - Visceradora 1

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

En esta tercera máquina, llamada visceradora, es aquella donde entra una brazo en forma de cuchara para sacar las tripas y todo lo que tiene en su interior.

Aquí el recorrido se divide en dos, las tripas van por un lado para separar las distintas partes que se pueden aprovechar del pollo como son el corazón, higaditos, mollejas.

Las partes que no son necesarias de las tripas al realizar los distintos cortes para coger las partes que si se aprovechan van cayendo en las tolvas que absorben mediante vacío yendo a parar a un mismo punto.

Por otra parte queda el cuerpo del pollo que sigue colgado pero ahora sin nada en su interior, continuando hasta la siguiente máquina.



Ilustración 12 – Visceradora 2

La función de la siguiente máquina es enganchar el cuello a la vez que va girando para ir estirando de él y cortarlo. El cuerpo sigue su ciclo y la parte de cuello que se ha cortado cae a una tolva que se va llevando los cuellos por vacío.



Ilustración 13 - Cute

Hasta aquí tenemos un pollo vacío por dentro y con todos los cortes necesarios efectuados por la parte exterior.

Para asegurar una limpieza mayor por la parte interior, desde esta máquina entra un brazo cilíndrico, que contiene una cuchilla en su punta y a la vez expulsa agua para sacar cualquier resto que hayamos podido quitar con la cuchilla.



Ilustración 14 - Cropin

Por último paso en la sala de eviscerado, entrar unos chorros de agua al interior del pollo a la vez que entra un tubo para absorber con aire cualquier pequeño resto de que haya podido quedar en su interior, dejando este limpio por completo.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN



Ilustración 15 - FIN

Una vez terminado todos estos procesos de evisceración el cuerpo del pollo está listo para entrar en el túnel de oreo.

1.5. ANTECEDENTES

1.5.1. Túnel de Oreo

Un túnel de Oreo es un área de frío cerrado que se basa en enfriar el producto mediante un sistema de refrigeración por ventilación forzada, junto con la ayuda de un sistema mecanizado para la circulación del producto por el interior del túnel.

Oreo: soplo de aire que da suavemente sobre una cosa.

Este tipo de instalaciones frigoríficas son específicas para mataderos, en los que se introducen especies ovinas, porcinas y avícolas.

Estamos hablando de túneles con una gran capacidad, este tipo de instalaciones que se encargan de enfriar el interior del túnel suelen contener en su interior: amoniaco, mezcla de amoniaco con agua o gases refrigerantes ecológicos.

1.5.2. Funcionamiento

Partimos de un túnel aéreo a temperatura ambiente que queremos enfriar para tenerlo a una temperatura determinada antes de que empiece a entrar las aves a través de la cadena donde estos van colgados.

Para el inicio/arrancado del túnel, lo primero que debemos hacer es comprobar que tanto las puertas de acceso al túnel, como las puertas que cierran los humectadores están en su sitio, así como la verificación tanto de la posición de los contrapesos que sostienen la cadena como de la posición de los sensores capacitivos indicándonos que no se ha estirado la cadena más de lo recomendado o permitido.

Después de todas esas previas comprobaciones, tenemos que ir al panel de mandos, donde en primer lugar elegiremos el tamaño de pollo que va a entrar al túnel y de seguido pulsaremos F1, con lo que pondremos en marcha el arranque del túnel de refrigeración en la posición de aspersión.

Pulsar F1 en este caso supone en primer lugar arrancar los ventiladores de los evaporadores por agrupaciones, consecutivamente con una diferencia de 5 segundos.

También supone activar las unidades de refrigeración de agua, por tanto los humectadores comienzan a expulsar agua.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Por último, al pulsar F1 también manda arrancar el sistema de regulación de temperatura, por lo que detecta falta de frío en el interior del túnel y este se pone en funcionamiento.

Sistema de regulación de temperatura en marcha:

1. Arrancan los cuatro compresores eléctricos, trabajando contra un separador de líquidos (-14).
2. Se realiza una descarga contra dos condensadores de gran tamaño, encargados de transformar el líquido a gas a alta presión.
3. Esta descarga hace que se bombee amoníaco al túnel de oreo, donde 13 evaporadores y un soplador lo enfrían manteniéndolo a la temperatura objetivo.
4. El enfriamiento del túnel es constante mientras exista la entrada de aves al interior de este, ya que estos entrar a altas temperaturas y varían la temperatura interior del túnel.
5. Está programado para que realice desescarches secuenciales cada cierto tiempo y no falsear la temperatura real del interior del túnel.

1.5.3. Métodos de enfriamiento

1.5.3.1. Congeladores de placas

Los congeladores que operan por cargas de tipo horizontal, constan de un gabinete bien aislado provisto de puertas para el acceso. Las placas están dispuestas horizontalmente y por dentro de ellas circulan el medio refrigerante, normalmente amoníaco o freón. Operan con un ciclo de refrigeración por compresión de vapor, con compresión en dos etapas y temperaturas de las placas entre -50 y -30°C. También pueden operar con refrigerantes secundarios.

Las placas se abren por medio de un mecanismo hidráulico, lo cual permite colocar los paquetes del alimento en bandejas planas del tamaño de la placa o en marcos de área fija.

Cuando el producto ya está introducido, las placas se cierran hidráulicamente, entonces el producto transfiere calor a las placas por ambas caras. El gabinete se cierra para la operación del congelador.

Estos equipos operan con varias estaciones en paralelo, cuyo número y especificaciones dependerán de la producción deseada, de la naturaleza del producto y de las temperaturas involucradas.

También hay congeladores de placas verticales, estos tienen un uso extendido en la industria pesquera. El producto se carga en los espacios ubicados entre las placas verticales por gravedad, cuando están cargados, las placas se cierran mediante mecanismos hidráulicos, compactando ligeramente el producto para mejorar los mecanismos de transferencia de calor. Cuando ya se ha congelado el bloque de producto, comienza a circular por las placas un refrigerante caliente con la finalidad de desprender el bloque adherido a las placas. El tiempo medio en este tipo de congelación oscila entre los 180 minutos.

1.5.3.2. Congeladores de inmersión

Estos congeladores operan por inmersión con contacto indirecto con el medio a enfriar. Son congeladores típicos utilizados en la industria de helados para su congelación. La mezcla que compone el helado se vierte en unos moldes metálicos, estos van sumergidos en una solución de salmuera de cloruro de calcio a una

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

temperatura de -20 a -30°C , a la cual se le agrega dicromato de potasio, contenido en un tanque enfriado indirectamente por un serpentín con amoníaco como refrigerante.

El molde se mantiene endureciéndose hasta la salida del tanque, donde los moldes se calientan por los bordes dándoles la vuelta para poder sacar la mezcla en forma de helado congelado.

1.5.3.3. Congeladores continuos de superficie raspada

Este tipo de congeladores son especiales para la congelación continua de líquidos y materiales pastosos semilíquido como purés y concentrados de fruta.

El producto sale del equipo de forma semicongelado. Estos congeladores tienen un tambor giratorio de velocidad regulable, por el cual circula en el interior de este refrigerante que opera en un ciclo de compresión de vapor como amoníaco.

1.5.3.4. Congeladores de ráfaga de aire (blast)

Este tipo de congeladores se clasifican dependiendo de su modo de operación. Pueden subdividirse en equipos por cargas, semicontinuos y continuos.

Equipo congelador continuo:

1. El dispositivo de alimentación extiende el producto sobre el tambor congelador giratorio en una capa uniforme.

2. Es el tambor congelador rotatorio sobre el cual se congela el producto. Los copos se recogen y llevan al granulador por una manga.

3. El granulador rompe los flóculos en gránulos, dirigiéndose a la máquina conformadora.

4. La máquina que compacta y da forma convierte los gránulos en briquetas de 2 a 7 gramos de peso, dependiendo del producto y las necesidades.

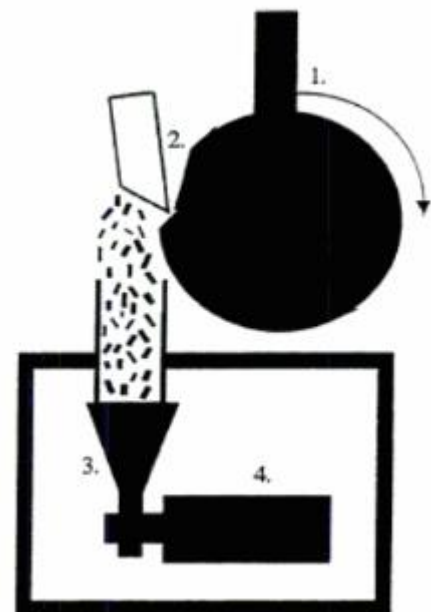


Ilustración 16 – Congelador de tambor

1.5.3.5. Congeladores con convección forzada de aire

En este tipo de congeladores el aire se enfría al pasar por un intercambiador de calor, evaporador, por el que circula refrigerante en un ciclo de compresión de vapor, a un nivel entre -18 y -35°C.

Cuando el aire está frío, pasa por la superficie del alimento a gran velocidad.

1.5.3.6. Congeladores por cargas y semicontinuos

Este tipo de congeladores están compuestos de un local bien aislado en el cual el aire frío recircula a una gran velocidad. El producto se introduce en el interior del local, una vez terminado, se retira el producto congelado. En este caso, los productos deben de estar empacados, puesto que de otra forma las pérdidas de peso son muy apreciables por la alta velocidad de aire.

Este sistema se encuentra en almacenes frigoríficos, para acelerar o reducir la temperatura de los productos que van a ser almacenados en congelación.

1.5.3.7. Congelación ultrarrápida

La congelación ultrarrápida se lleva a cabo mediante la aspersion o inmersión en refrigerantes criogénicos como nitrógeno líquido y dióxido de carbono líquido, con temperaturas de ebullición a presión atmosférica.

En todos los sistemas el producto es distribuido en forma uniforme sobre una cinta transportadora metálica perforada, la cual se mueve con una velocidad lineal que puede ser ajustada de acuerdo a las necesidades del proceso de congelación.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

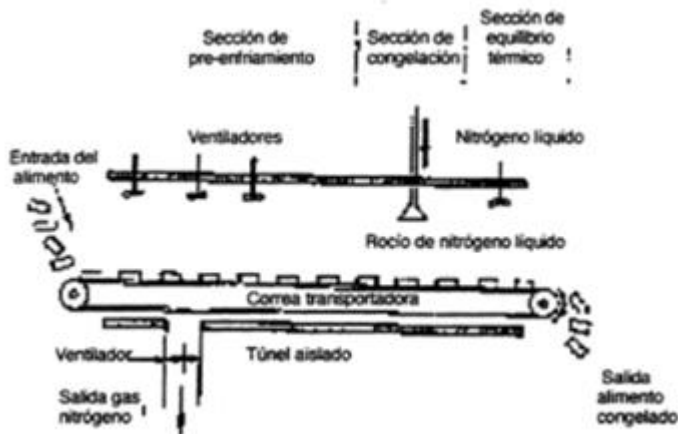


Ilustración 17 - Sistema por rocío con evaporación completa

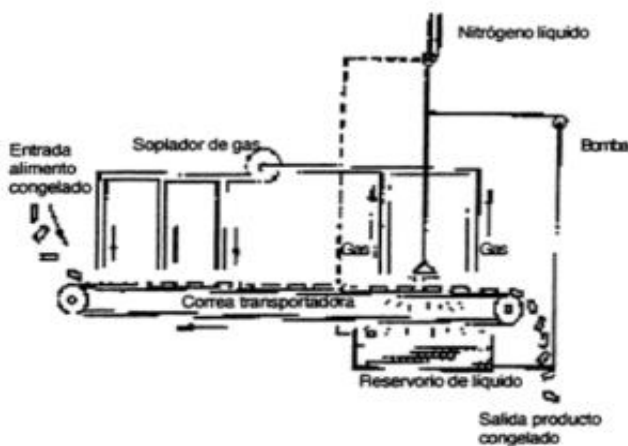


Ilustración 18 - Sistema en cascada con recirculación

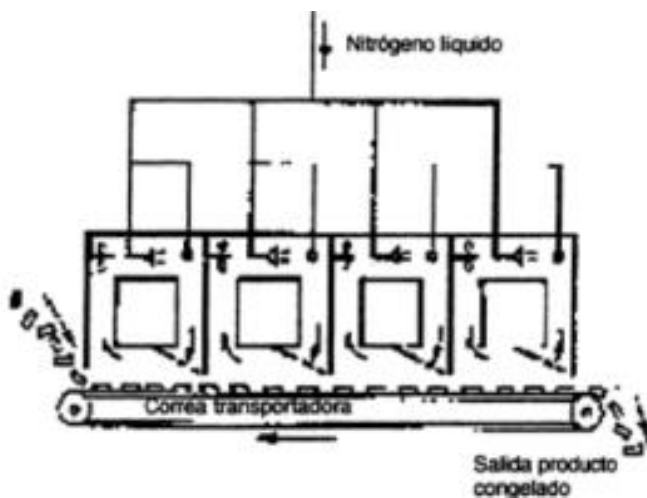


Ilustración 19 - Sistema por convección forzada de gas nitrógeno

1.5.4. Túneles de congelación

1.5.4.1. Túneles de congelación lineales

El producto empaquetado entra en cintas perforadas o sobre correas en forma continua. El flujo de aire frío es en contracorriente a través de la cinta, con velocidades de aire elevadas y temperaturas de operación entre -18 y -30°C .

La velocidad de la correa es variable, dependiendo del tiempo de residencia y de congelación deseado. Son productos que operan de forma lineal, donde entran por un extremo y salen por el lado opuesto ya congelados.

Se adaptan a productos empaquetados o sin empaquetar.

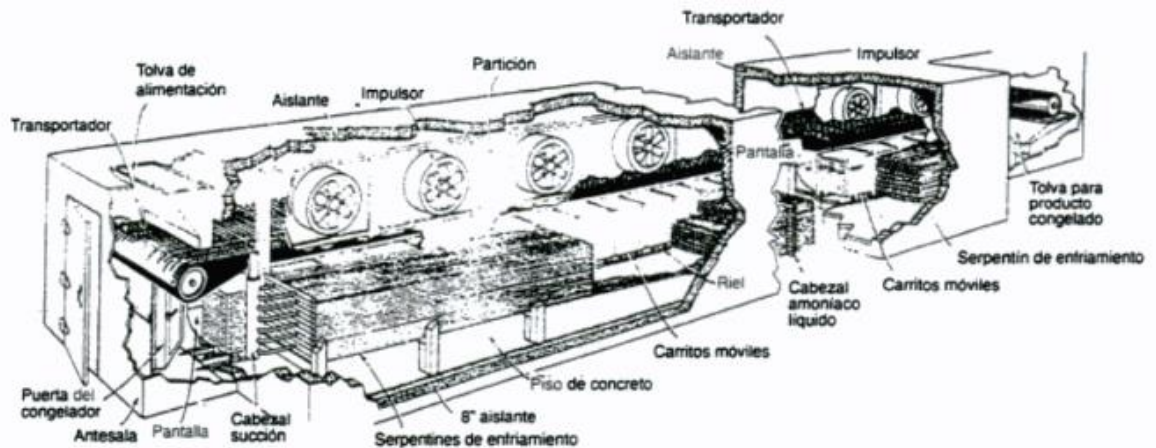


Ilustración 20 - Túnel de congelación lineal

1.5.4.2. Túneles de congelación en espiral

Estos túneles consisten en una cinta perforada en espiral, moviendo el producto de manera vertical, transportándolo desde la entrada por la parte baja hacia la salida en la parte alta. El aire frío es soplado por convección forzada desde el centro de la espiral con flujo horizontal o verticalmente desde arriba en contracorriente.

El flujo vertical es recomendable para unidades pequeñas y reduce la deshidratación del producto y el flujo horizontal es para unidades empaquetadas o de dimensiones grandes, ya que los tiempos de congelación son muy largos.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

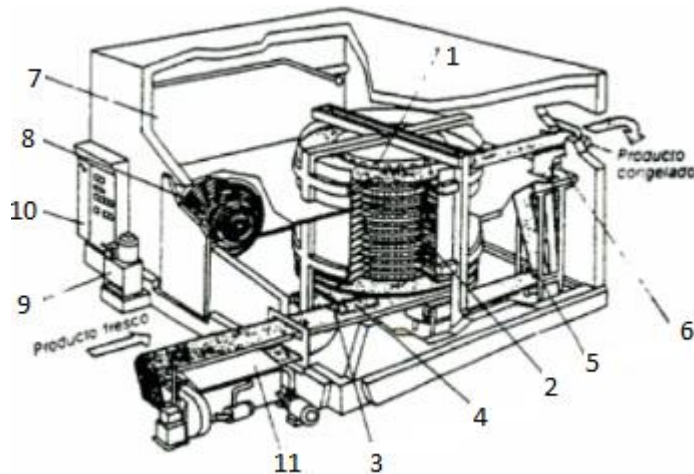


Ilustración 21 - Túnel congelación en espiral

- | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|
| 1. Tambor motriz | 2. Carril en espiral | 3. Cinta | 4. Basculador cinta |
| 5. Sistema de compensación | 6. Propulsor elevador de la cinta | | |
| 7. Refrigerador | 8. Ventiladores | 9. Complejo hidráulico | |
| 10. Cuadro de mandos | 11. Dispositivo lavador de cinta | | |

1.5.4.3. Túneles de lecho fluidizado

Los túneles de lecho fluidizado funcionan con una bandeja perforada sobre la cual se alimenta el producto, forzándose aire en sentido vertical de manera perpendicular a la cinta.

En la práctica se utiliza el método del lecho semifluidizado, donde el producto es alimentado de forma uniforme en una cinta transportadora perforada, recibiendo aire forzado en sentido perpendicular de abajo a arriba, sin alcanzar la velocidad de fluidización de las partículas.

Consta de dos zonas, la primera de glaseado, donde congela el agua superficial, endureciendo la partícula y posteriormente el producto cae a otra correa donde se despega para terminar de congelar hasta la temperatura requerida.

Las velocidades de las cintas son diferentes en ambas secciones, de acuerdo a las características del producto y del proceso de congelación.

Este sistema se da en productos frágiles como coles de Bruselas.

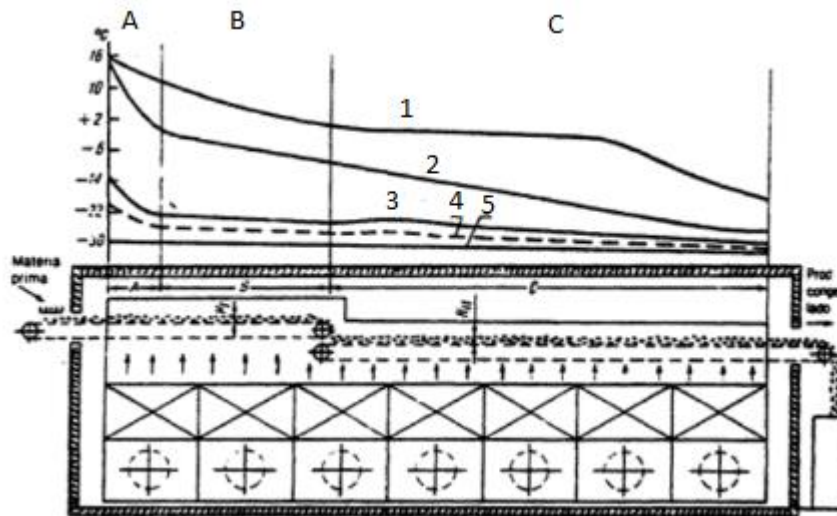


Ilustración 22 - Proceso Túnel de lecho

1. Temperatura interna del producto
 2. Temperatura superficial del producto
 3. Temperatura del aire por encima del lecho
 4. Temperatura promedio del aire
 5. Temperatura de salida
- A. Zona de refrigeración
B. Zona de congelación
C. Zona de enfriamiento congelado

[1]

2. CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

En este capítulo, el marco teórico va referido a los distintos componentes que forman el túnel de oreo, ya sean elementos de la parte mecánica del interior del túnel como partes del circuito de frío. Explicando para que sirven cada una de esas partes, qué tipos hay y cuál es la más apropiada para nuestro caso.

2.1. ELEMENTOS MÁQUINA DE OREO

2.1.1. HUMECTADOR

El humectador es un módulo para la línea de refrigeración. Se encarga de incorporar agua al producto para evitar que este se seque en el resto del proceso.

Para un túnel aéreo de pollos disponemos de las siguientes versiones:

1- Humectador RBB-10 (F2801)

Humectador con una sola rueda ($\varnothing 485$ mm).

Humedece el producto por la parte interior y exterior del pollo.

Idóneo para aquellos casos en los que la distancia con el transportador sea de 485mm.

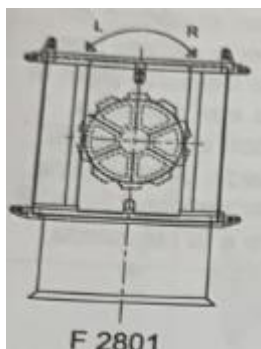


Ilustración 23 - Humectador F2801

En la siguiente imagen podemos apreciar de forma más detallada el esquema de nuestro humectador seleccionado:

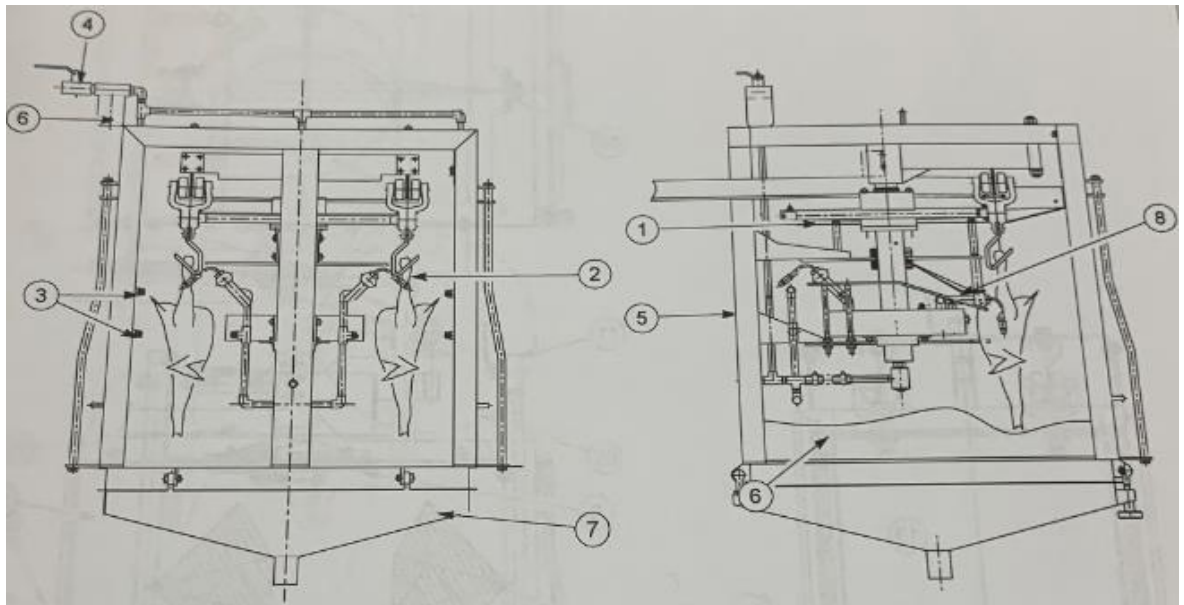


Ilustración 24 - Esquema Humectador F2801

Denominación de los componentes del humectador:

- 1 Rueda de curva
- 2 Aspersores, interior
- 3 Aspersores, exterior
- 4 Suministro de agua a los aspersores
- 5 Túnel
- 6 Protección
- 7 Recipiente colector
- 8 Curva

2- Humectador RBB-10 (F2802)

Humectador instalado en torno a una rueda de curva existente de 180°.

Humedece solo la parte exterior de los productos.

Idóneo para aquellos casos en los que la distancia con el transportador sea de 291mm.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

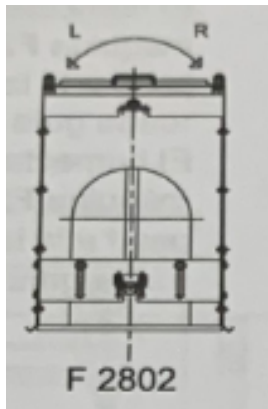


Ilustración 25 - Humectador F2802

En la siguiente imagen podemos apreciar de forma más detallada el esquema del humectador:

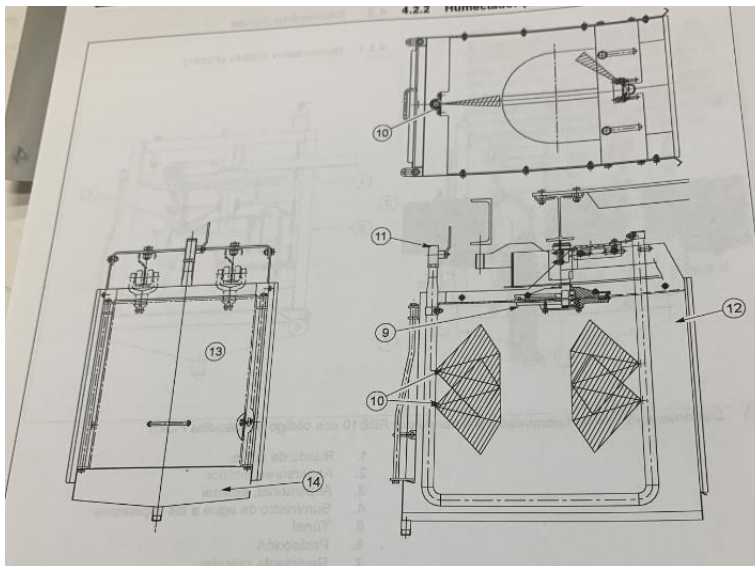


Ilustración 26 - Esquema Humectador F2802

Denominación de los componentes del humectador:

- 9 Rueda de curva
- 10 Aspersores
- 11 Suministro de agua a los aspersores
- 12 Túnel
- 13 Protección
- 14 Recipiente colector

3- Humectador RBB-10 (F2805L)

Humectador con dos ruedas ($\varnothing 485$ mm).

Humedece el producto tanto interior como exteriormente.

Este humectador se utiliza para una distancia de transportador de 291mm.

La rueda guía se encuentra en el lado izquierdo.

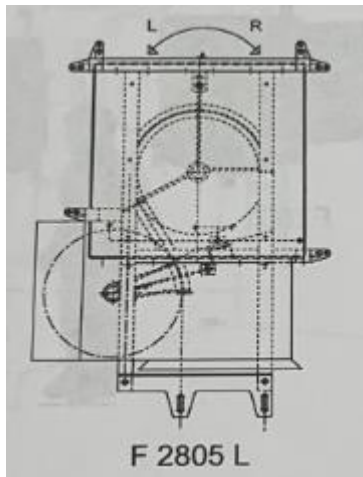


Ilustración 27 - Humectador F2805L

4- Humectador RBB-10 (F2805R)

Humectador con dos ruedas ($\varnothing 485$ mm).

Humedece el producto tanto interior como exteriormente.

Este humectador se utiliza para una distancia de transportador de 291mm.

La rueda guía se encuentra en el lado derecho.

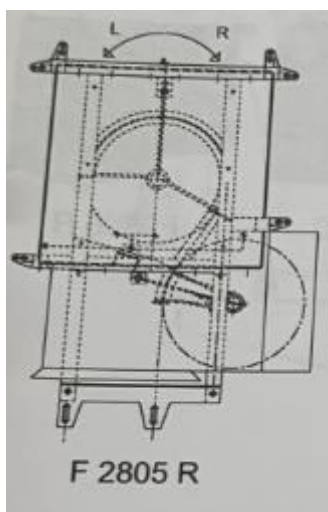


Ilustración 28 - Humectador F2805R

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

En la siguiente imagen podemos apreciar de forma más detallada el esquema del humectador con código de máquina F2805R y F2805L:

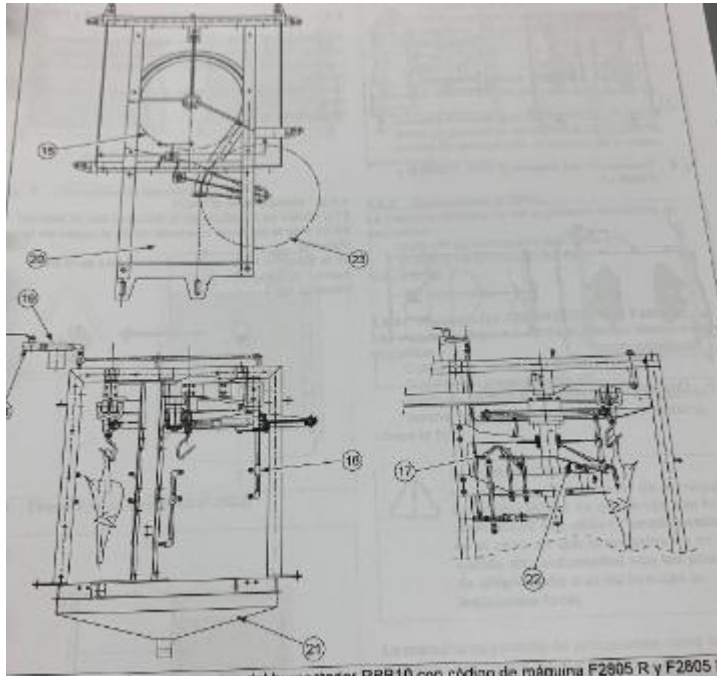


Ilustración 29 - Esquema Humectadores F2805L/R

Denominación de los componentes del humectador:

- 15 Rueda de curva
- 16 Aspersores
- 17 Aspersores
- 18 Suministro de agua a los aspersores
- 19 Filtro de agua
- 20 Túnel
- 21 Recipiente colector
- 22 Curva
- 23 Rueda guía

En nuestro caso, se han colocado Humectadores RBB10 (F2801), puesto que lo que queremos mantener al productor con la mayor cantidad de agua posible para que no se reseque.

Descripción del proceso Humectador RBB10 (F2801):

El producto se introduce en la máquina con el lado del dorso o de la pechuga, orientados hacia la máquina. Los aspersores 1 humedecen el producto en su parte exterior y los aspersores 2 humedecen el producto en su parte interior.

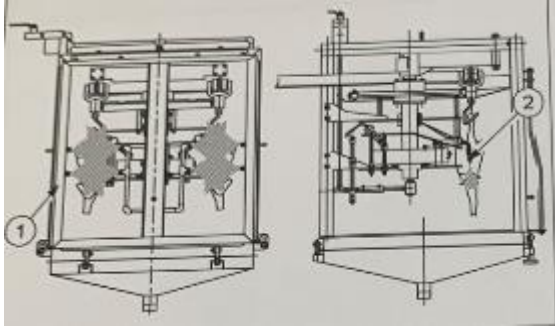


Ilustración 30 - Proceso RBB10

2.1.2. EVAPORADOR

Sistema de regulación (WaterChiller):

Los evaporadores son las unidades que se encuentran en el interior del túnel o de las cámaras frigoríficas. Están presentes en todas las unidades de refrigeración que conocemos, neveras, aire acondicionado o cámaras frigoríficas.

Existen distintos diseños, tamaños, formas y utilizan distintas maneras de hacer llegar el frío hasta el alma del producto a refrigerar.

Los evaporadores son los elementos que realizan el intercambio de calor, donde se realiza el paso de la energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. [2]

El nombre de este elemento lo adopta por el cambio que se produce en el refrigerante al recibir la energía, tras una brusca expansión, que le hace reducir la temperatura. En este proceso de evaporación, este fluido pasa de estado líquido a gaseoso. Un evaporador está compuesto por:

2.1.2.1. Tipos de evaporadores

Los evaporadores se pueden clasificar en función del cometido que se le asigne, pueden enfriar aire o bien pueden enfriar líquidos. [3]

1. Evaporadores de Tubos desnudos:

Estos son de circulación natural, son los más simples y consisten en tubos de cobre de forma recta que conducen el calor a su través.

Si el refrigerante es amoníaco, se utiliza tubos de acero, ya que el amoníaco reacciona con el cobre. Los tubos de aluminio se utilizan normalmente en la fabricación de evaporadores para frigoríficos domésticos.



Ilustración 31 - Evaporadores de Tubo Desnudos

2. Evaporadores de placas:

Estos evaporadores también son de circulación natural, utilizados en refrigeración doméstica, arcones, congeladores y algunos armarios de refrigeración comercial.

Están constituidos por dos chapas o placas de aluminio cuya superficie se prepara previamente y se deposita una pasta antiadhesiva siguiendo el trazado establecido en función de las dimensiones definitivas del circuito de frigorífico.

Otra chapa idéntica a la primera cubre dicho trazado y el conjunto se lamina en caliente y en frío, lo que hace que se suelden molecularmente las dos chapas, salvo en las zonas en donde se ha depositado la pasta antiadhesiva. De esta forma se obtiene un panel de metal homogéneo que comporta en su interior un trazado que no ha sido soldado.



Ilustración 32 - Evaporadores de Placas

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

3. Evaporadores estáticos de tubo y aletas:

Están formados por un serpentín de tubería de cobre la cual se le aplican aletas de aluminio para aumentar así la superficie de transmisión del propio tubo.

Estas aletas deben estar separadas entre sí convenientemente, a fin de que entre ellas se establezca una adecuada circulación de aire evitando la formación de escarcha entre las mismas, ya que de lo contrario ésta actuaría como aislante y se impediría la perfecta absorción de calor. Las aletas van soldadas en el tubo o bien se colocan en el tubo y a continuación conseguir la expansión del tubo.

Normalmente van instalados en el techo de las cámaras o en las paredes interiores de los muebles, y la circulación del aire en este tipo de evaporadores es por gravedad. Los evaporadores aleteados son más pequeños que los de otro tipo para la misma capacidad frigorífica desarrollada.



Ilustración 33 - Evaporadores estáticos de tubo y aletas

4. Evaporadores con tiro de aire forzado:

En los sistemas de acondicionamiento de aire éste es soplado o sobre el evaporador por medio de un ventilador. En este caso el evaporador es un tubo en forma de serpentín, con aletas adheridas, el conjunto va montado dentro de una caja metálica con uno o varios ventiladores directamente dirigidos, de manera que establecen la circulación de aire forzado, aumentando así considerablemente la absorción de calor y reduciendo en consecuencia, la superficie de evaporador que se necesitaría para el tipo de circulación por gravedad.

Con este tipo de evaporador se consiguen temperaturas más uniformes en el interior de la cámara, debido a la rápida circulación del aire.

El espacio entre aletas es más reducido que en los de circulación por gravedad, por lo que la formación de escarcha excesiva podría perjudicar la eficacia del evaporador, pero queda superado por los diferentes sistemas de desescarche que entraran en funcionamiento, a fin de mantener libre de hielo la batería y conseguir su máxima eficacia de transmisión.



Ilustración 34 - Evaporador con tiro de aire forzado

2.1.2.2. Elementos del evaporador

1. Intercambiador de calor:

El intercambiador de calor está situado en el evaporador, entre el agua y el refrigerante. El refrigerante elimina el calor del agua, así conseguimos que el agua se enfríe. Es fundamental mantener el agua en movimiento a través del vaporizador, para evitar que se congele.

2. Válvula regulación de aspiración:

La válvula de regulación de aspiración regula la presión de aspiración del evaporador. Es muy importante mantener la presión de aspiración estable con el fin de conseguir una regulación óptima de la temperatura del evaporador.

3. Bomba de circulación de agua

Bomba encargada de enviar el líquido del separador de aspiración hacia los evaporadores.

2.1.2.3. Desescarche de los evaporadores

El vapor de agua que contiene el aire de la cámara se deposita sobre las aletas o tubos del evaporador cuando la temperatura es inferior a 0°C. Cuando ocurre esto el evaporador está escarchado o lleno de hielo.

La cantidad de escarcha dependerá de las horas de funcionamiento de la instalación, de la cantidad y tiempo que estén abriendo y cerrando las puertas y de la cantidad de producto dentro del túnel.

En función de la clase de producto, del contenido en agua que tenga y de la temperatura de la superficie del evaporador, se establece la cantidad de vapor de agua que, en forma de escarcha se fijará sobre el evaporador.

El exceso de escarcha sobre el evaporador dificulta el mantenimiento del grado higrométrico correcto para la conservación del género almacenado y en consecuencia se establece un desescarche periódico del evaporador.

Modos de realizar un desescarche:

1. Desescarche con el aire de la cámara:

Cuando la temperatura de la cámara es superior a 0 °C, el desescarche del evaporador se puede realizar parando el compresor y dejando el ventilador del evaporador en marcha.

De esta manera, al pasar el aire a través del evaporador sin funcionar el compresor, se provoca el deshielo de la escarcha. Debe durar el tiempo necesario para que el evaporador quede perfectamente limpio.

2. Desescarche con el aire exterior:

También se puede descongelar una cámara o túnel a baja temperatura con el aire exterior, parando el compresor y aislando con compuertas el evaporador de forma que el aire exterior no pueda modificar la temperatura de la cámara.

Este sistema se emplea para descongelar túneles continuos de congelación a baja temperatura, a base de abrir unas compuertas que cogen y expulsan el aire exterior durante el tiempo que el túnel permanece parado.

En el caso de túneles de congelación de volumen reducido, no es necesario aislar con compuertas el evaporador, porque una vez terminado el desescarche, el túnel se

recupera rápidamente. En túneles de ciclo continuo se establecen horarios de funcionamiento seguidos y tiempos de paro, que se aprovechan para efectuar el desescarche del evaporador.

3. Desescarche con agua:

Consiste en colocar en la parte superior del evaporador una bandeja con agujeros, de forma que, al recibir el agua, la distribuye de una forma regular sobre la superficie del evaporador y asegura que el agua desescarche toda la batería.

Este tipo de desescarche es ideal cuando se quiere mantener un grado higrométrico elevado, pero al terminar el desescarche se debe espaciar el tiempo de puesta en marcha del ventilador para que la batería pueda escurrir y no tirar el agua hacia la mercancía.

4. Desescarche con resistencias eléctricas:

Es el sistema actualmente más empleado, por su facilidad de instalación y funcionamiento seguro. Pero por el contrario, también representa un sistema bastante caro.

Consiste en colocar dentro de la batería del evaporador una serie de resistencias eléctricas con tubo de acero inoxidable, que al iniciar el desescarche se calientan y suministran el calor el necesario para deshacer todo el hielo.

En este tipo de desescarche, también se colocan resistencias eléctricas en la bandeja y en el tubo de desagüe.

5. Desescarche con gas pobre:

Al iniciar el desescarche el gas caliente procedente de la compresión, pasando a través de la válvula solenoide se dirige al distribuidor y recalienta el evaporador. Los gases producidos son aspirados por el compresor.

Mientras dura el tiempo de desescarche, los gases de la compresión se van enfriando y tienen menos capacidad para recalentar el evaporador. Se aconseja parar el desescarche para rehacer el sistema, y al cabo de un tiempo, volver a repetir el desescarche hasta que quede limpia la batería.

Este tipo de desescarche tiene limitaciones en su aplicación.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

6. Desescarche por inversión de ciclo:

La inversión de ciclo de una instalación frigorífica se consigue al instalar una válvula de 4 vías que permite permutar el evaporador por el condensador y el condensador por el evaporador.

A la salida de la compresión se instala una válvula de 4 vías. Durante el ciclo de frío normal, el gas caliente procedente del compresor se dirige al condensador y la aspiración del evaporador hacia la aspiración del compresor.

Durante el ciclo de frío, la instalación funciona normalmente. El condensador se encarga de condensar el líquido y el evaporador de evaporarlo. A medida que se acumula hielo en el mismo y baja su rendimiento se puede iniciar el desescarche.

7. Desescarche con gas caliente:

Para efectuar este tipo de desescarche es necesario que como mínimo existan dos evaporadores en una misma cámara o en cámaras diferentes. El principio de funcionamiento es parecido al de la bomba de calor, con la diferencia de que el condensador principal continúa siendo condensador. Una parte del calor a disipar se envía a uno de los evaporadores, mientras el otro continúa produciendo frío.

Para regular la cantidad de gas comprimido hacia el condensador o hacia el evaporador a desescarchar se instala una válvula de presión diferencial, con una válvula solenoide. Cuando la instalación funciona en ciclo de frío normal, la válvula de presión diferencial a través del solenoide la obliga a mantenerse completamente abierta, el condensador elimina todo el calor.

8. Desescarche con glicol caliente:

Cuando la instalación funciona con glicol, el desescarche es puede efectuar con el glicol previamente calentado con el intercambiador de calor del condensador.

Con un juego de válvulas solenoide, se cierran las válvulas solenoide de glicol frío y se abren las válvulas de glicol caliente. De esta forma se efectúa el desescarche de una forma rápida y eficaz.

El glicol procedente del desescarche se envía al depósito de glicol frío para enfriarlo y dejarlo a la temperatura de utilización. [4] [5]

2.1.2.4. Elección del ventilador

La potencia del evaporador se ve distribuida por el ventilador de forma homogénea por toda la cámara, de tal modo que se consigue aprovechar al máximo el evaporador y conseguir los valores de temperatura deseados en el menor tiempo posible.

Leyes del ventilador:

En un sistema dado, un ventilador, si se mantiene constante la densidad del aire, cumple con:

$$Q_1/Q_2 = n_1/n_2 \quad p_{e1}/p_{e2} = (n_1/n_2)^2 \quad hp_1/hp_2 = (n_1/n_2)^3$$

Q = Caudal

hp = Potencia Absorbida

pe = Presión estática

n = Velocidad de giro (rpm)

No todos los ventiladores están preparados para trabajar a unas condiciones de temperatura, caudal y presión adecuados a las necesidades requeridas, para ello tenemos dos tipos de ventiladores fundamentales: [6]

-Ventiladores de flujo Axial:

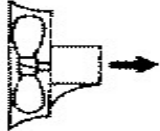
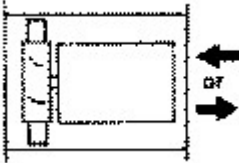
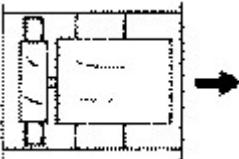
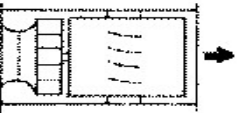
Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma. En líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones. Con velocidades periféricas medianamente altas son en general ruidosas. Dentro de este tipo de ventiladores suelen clasificarse en:



Ilustración 35 - Ventilador Axial

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

Tabla 1 – Ventiladores de flujo Axial

VENTILADOR	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
<p>HELICOIDAL</p>  <p>Ilustración 36 - Ventilador Helicoidal</p>	<p>Ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones. Son de bajo rendimiento. La transferencia de energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica.</p>	<p>Se aplica en circulación y extracción de aire en naves industriales. Se instalan en pared sin ningún conducto. Utilizados con objetivo de renovación de aire.</p>
<p>TUBO AXIAL</p>  <p>Ilustración 37 - Tubo Axial</p>	<p>Tienen rendimiento algo superior al anterior y es capaz de desarrollar una presión estática mayor. Por su construcción es apto para intercalar en conductos.</p>	<p>Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado que requieran altos caudales con presión media a baja. También se utiliza en algunos sistemas industriales como cabinas de pintura y extracciones localizadas de humos.</p>
<p>VENTILADOR AXIAL</p>  <p>Ilustración 38 - Ventilador Axial</p>	<p>Con diseños de palas AIRFOIL, permiten obtener presiones medias y altas con buenos rendimientos. Las palas pueden ser fijas o de ángulo ajustable</p>	<p>Tiene aplicaciones similares a los TUBEAXIAL, pero con la ventaja de tener un flujo más uniforme y la posibilidad de obtener presiones mayores. Para una determinada prestación es relativamente más pequeño que el ventilador centrífugo equiparable.</p>
<p>CENTRÍFUGO</p>  <p>Ilustración 39 - Ventilador Centrífugo</p>	<p>Se trata de un ventilador con rotor centrífugo pero de flujo axial. Reúne las ventajas del ventilador centrífugo y la facilidad de montaje de un axial.</p>	<p>Las mismas aplicaciones que el ventilador VANEAXIAL.</p>

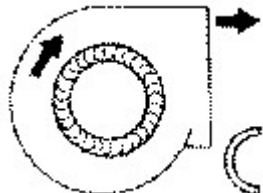
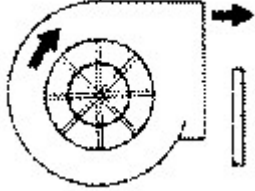
-Ventiladores Centrífugos:

Son aquellos en los cuales el flujo de aire cambia su dirección, en un ángulo de 90°, entre la entrada y la salida. Son utilizados cuando se requieren presiones mayores y se utilizan con distribución por conductos y rendijas para distribuir adecuadamente el caudal. Dentro de este tipo de ventiladores suelen clasificarse en:

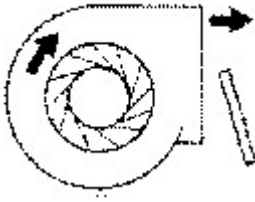
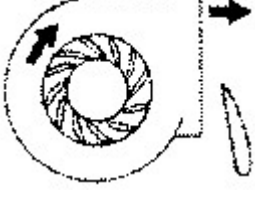
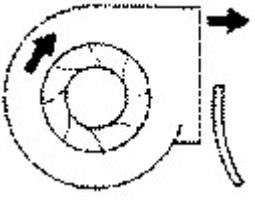


Ilustración 40 - Ventilador Centrífugo

Tabla 2 – Ventiladores Centrífugos

VENTILADOR	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
<p>CURVADAS HACIA ADELANTE</p>  <p>Ilustración 41 - Curvas hacia Adelante</p>	<p>Rotor con palas curvadas hacia adelante, apto para caudales altos y bajas presiones. No es autolimitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro.</p>	<p>Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado de baja presión.</p>
<p>PALAS RADIALES</p>  <p>Ilustración 42 - Palas Radiales</p>	<p>Rotor de palas radiales. Es el diseño más sencillo y de menor rendimiento. Es muy resistente mecánicamente, y el rodete puede ser reparado con facilidad. El diseño le permite ser autolimpiante. La potencia aumenta de forma continua al aumentar el caudal.</p>	<p>Empleado básicamente para instalaciones industriales de manipulación de materiales. Se le puede aplicar recubrimientos especiales anti-desgaste. También se emplea en aplicaciones industriales de alta presión.</p>

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

<p>PALAS INCLINADAS</p>  <p>Ilustración 43 - Palas inclinadas</p>	<p>Rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y autolimitador de potencia. Puede girar a velocidades altas.</p>	<p>Se emplea para ventilación, calefacción y aire acondicionado. También puede ser usado en aplicaciones industriales, con ambientes corrosivos y/o bajos contenidos de polvo.</p>
<p>AERODINÁMICO</p>  <p>Ilustración 44 - Aerodinámico</p>	<p>Similar al anterior pero con palas de perfil aerodinámico. Es el de mayor rendimiento dentro de los ventiladores centrífugos. Es autolimitante de potencia.</p>	<p>Es utilizado generalmente para aplicaciones en sistemas de HVAC y aplicaciones industriales con aire limpio. Con construcciones especiales puede ser utilizado en aplicaciones con aire sucio.</p>
<p>ALAVES CURVAS</p>  <p>Ilustración 45 - Álaves Curvas</p>	<p>Rotores de palas curvadas hacia delante con salida radial. Son una variación de los ventiladores radiales pero con mayor rendimiento. Aptos para trabajar con palas antidesgaste. Son autolimpiantes. La potencia aumenta de forma continua al aumento del caudal.</p>	<p>Como los radiales estos ventiladores son aptos para trabajar en aplicaciones industriales con movimiento de materiales abrasivos, pero con un mayor rendimiento.</p>

[7] [8]

2.1.3. UNIDAD COMPRESORA

El compresor tiene la misión de aspirar los vapores que se producen al evaporarse el líquido refrigerante en un evaporador que se encuentra a baja presión y descargarlo a alta presión en el condensador, realizándose el cambio de estado de vapor a líquido.

2.1.3.1. Clasificación de los compresores:

1. Compresores aerodinámicos:

En estos compresores no existe transformación del movimiento. El fluido circula por medio de una rueda con álabes que gira como el árbol de accionamiento.

Presentan la ventaja de que no contaminan el líquido refrigerante con el aceite de engrase, si bien tienen el inconveniente de que el caudal de desplazamiento es muy sensible a las variaciones de presión.

1.1. Flujo radial (centrifugo o turbo compresor):

Permiten desplazar grandes volúmenes de gas con unas dimensiones reducidas, pero no permiten relaciones de compresión elevadas, a menos que lleven varias ruedas. La compresión se obtiene por la aceleración del gas en las ruedas del rotor. A una velocidad determinada, un compresor centrífugo da una relación de compresión dada y nos obliga a seleccionar un compresor y su velocidad de utilización para un régimen de funcionamiento máximo.

Con estos compresores, no sucede lo mismo que con los de pistón. Puede utilizarse la misma velocidad para regímenes muy distintos.

La reducción de capacidad la efectúan mediante unos álabes directrices orientables, situados en la aspiración, que regulan la cantidad de fluido introducido en el compresor. El rendimiento mecánico es excelente, pues los puntos de rozamiento están limitados a los dos soportes de los cojinetes.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

1.2. Flujo axial:

Debido a los grandes volúmenes desplazados, esta disposición permite reducir la altura de las fundaciones, conductos, filtros y silenciadores.

Tienen el inconveniente que producen mucho ruido, el cual podemos reducir con revestimientos especiales.

Suelen emplearse en la industria química y en los compresores de aire.

2. Compresores de desplazamiento positivo:

2.1. Rotativos (Uno o dos rotores)

En estos compresores no existe transformación de movimiento, como en los compresores de pistón; el movimiento es circular y continuo, como el árbol de accionamiento. No existen válvulas de aspiración y, por lo tanto, el movimiento del gas es más lineal.

El fluido circula siempre en el mismo sentido, flujo continuo. Exigen un abundante engrase y, aunque parece un inconveniente, el aceite inyectado sirve para sustraer el calor resultante de la compresión, por lo cual los vapores en la impulsión se recalientan mucho menos y se pueden elegir mayores relaciones de compresión.

2.2. Compresores de tornillo:

Su nombre proviene de la forma en hélice de sus rotores, parecidos a un engranaje de talla oblicua.

El rotor principal, normalmente, tiene cuatro espiras de sección circular y el rotor auxiliar tiene seis canales en forma de tornillo que se corresponden con el perfil del rotor principal. Al girar el rotor principal y el auxiliar aprisionan en él volumen de gas, que es transportado de manera continua de una extremidad a otra del engranaje, en el cual se encuentran, de forma opuesta, la entrada y la salida.

Normalmente, los compresores de tornillo trabajan inundados de aceite. La inyección de aceite permite aumentar considerablemente la estanqueidad interna del engranaje y alcanzar relaciones de compresión de 1:20 o admitir velocidades de rotación suficientemente bajas para poder realizar el accionamiento directo para motores de 2 y 4 polos.

También se consiguen temperaturas de descarga muy por debajo de las que corresponderían si la compresión del gas se efectuara sin dicha inyección y lubrica perfectamente los cojinetes de apoyo.

En este tipo de compresores, se puede regular su capacidad desde el 10 % al 100 % mediante unas aberturas regulables.



Ilustración 46 - Compresor de tornillo

2.3. Compresores alternativos:

Los compresores alternativos realizan la transformación de un movimiento rotativo en un movimiento alternativo, por lo tanto, hay una reacción a los cambios de carrera, pérdida de energía por transformación del movimiento y limitación de la velocidad por la inercia de sus órganos.

A pesar de tener como inconveniente los indicados anteriormente, se han demostrado insustituibles por su precio y flexibilidad.

Los compresores policilíndricos se utilizan en instalaciones donde son necesarios grandes desplazamientos volumétricos. Podemos clasificar los compresores por sus distintas características:

- Según su forma: Horizontal, vertical en V-W y V+W.
- Según su tipo de construcción: Cáster abierto, cerrado o semihermético.
- Según su número de efectos: Simple efecto o doble efecto.
- Según el sentido de circulación: Flujo alternativo o continuo.
- Según el número de compresiones: Una o dos etapas de compresión.



Ilustración 47 - Compresor alternativo

2.4. Compresores herméticos:

El compresor hermético consiste en situar el compresor y el motor eléctrico dentro de un recipiente cerrado. Por la parte exterior solamente salen la válvula de aspiración, la válvula de compresión y el conexionado eléctrico.

Estos compresores se empezaron fabricando para pequeñas potencias y actualmente se fabrican hasta 20 CV.

Poseen muchas ventajas, pero también el inconveniente de que en caso de avería no tienen reparación; por lo tanto, la instalación debe efectuarse con el máximo de pulcritud para evitar posibles averías.

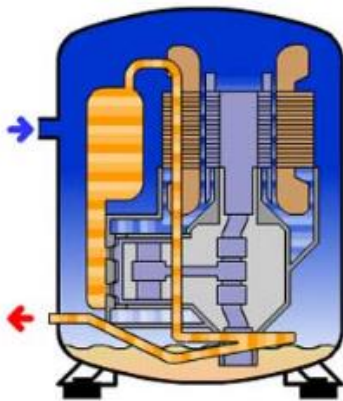


Ilustración 48 - Compresores Herméticos

2.5. Compresores semi-herméticos:

Es el compresor más utilizado para pequeña y mediana potencia.

Dispone de las ventajas de un compresor hermético y en caso de avería es fácilmente desmontable y reparable.

Como el compresor y el motor forman un solo conjunto, no lleva prensaestopas y así se evita el inconveniente de posibles fugas de refrigerante.

Se fabrican compresores para una etapa y para doble etapa.

Todos los fabricantes se esfuerzan en mejorar la calidad de los compresores semi-herméticos en los siguientes puntos:

- Reducción del espacio muerto con mayor sección de paso de gases y así conseguir mayores coeficientes volumétricos e isoentrópicos, al reducir las pérdidas por fricción del flujo de gas.

- Efectuando un tratamiento especial a la superficie del cigüeñal y segmentos cromados para situar en los pistones.

- Reducción de las pérdidas por fricción.

- Máxima protección ante situaciones de riesgo, como puede ser la falla de aceite al compresor, alta temperatura de descarga.

- Muy buen equilibrado, consiguiendo que sea más silencioso.

Al escoger un compresor debe tenerse en cuenta la curva característica del mismo referente al caudal-presión.

También deben tenerse en cuenta las dimensiones y el peso, la existencia o no de válvula, vibraciones emitidas en su entorno, resistencia mecánica de sus piezas, regularidad del caudal, contaminación del refrigerante por el aceite de engrase.

2.1.4. CONDENSADOR

El condensador se encarga de transformar el gas refrigerante a alta presión procedente del compresor de frío en líquido y a su vez evacuar el calor de condensación al exterior mediante un fluido de intercambio (aire o agua).

2.1.4.1. Partes de un condensador

-Cuello: Es el elemento de unión con el escape de la turbina de vapor. Tiene una parte más estrecha que se une al escape de la turbina de vapor bien directamente mediante soldadura o bien a través de una junta de expansión metálica o de goma que absorbe los esfuerzos originados por las dilataciones y el empuje de la presión atmosférica exterior.

-Carcasa: Es la parte más voluminosa que constituye el cuerpo propiamente dicho del condensador y que alberga los paquetes de tubos y las placas. Suele ser de acero al carbono.

-Cajas de agua: Colector a la entrada y a la salida del agua de refrigeración con el objeto de que ésta se reparta de forma uniforme por todos los tubos de intercambio.

-Tubos: Son los elementos de intercambio térmico entre el agua y el vapor. Su disposición es perpendicular al eje de la turbina. Suelen ser de acero inoxidable y titanio.

-Placas de tubos: Constituyen la pared de separación física entre la zona del agua de las cajas de agua y la zona de vapor del interior de la carcasa. Suelen ser de acero al carbono con un recubrimiento de titanio en la cara exterior cuando el fluido de refrigeración es agua de mar. La estanqueidad entre los extremos de los tubos y las placas de tubos se consigue mediante el abocardado de los extremos de los tubos y mediante una soldadura de sellado.

-Placas soporte: Su misión es alinear y soportar los tubos, así como impedir que éstos vibren debido a su gran longitud. Su número depende de la longitud de los tubos. Suelen ser de acero al carbono.

-Pozo caliente: Depósito situado en la parte inferior del cuerpo que recoge y acumula el agua que resulta de la condensación del vapor. Tiene una cierta capacidad de reserva y contribuye al control de niveles del ciclo. De este depósito aspiran la bombas de extracción de condensado.

-Zona de enfriamiento de aire: Zona situada en el interior de los paquetes de tubos, protegida de la circulación de vapor mediante unas chapas para conseguir condiciones de subenfriamiento. De esta manera, el aire disuelto en el vapor se separa del mismo y mediante un sistema de extracción de aire puede ser sacado al exterior.

-Sistema de extracción de aire: Dispositivos basados en eyectores que emplean vapor como fluido motriz o bombas de vacío de anillo líquido. Su misión, en ambos casos, es succionar y extraer el aire del interior del condensador para mantener el vacío. Estos dispositivos aspiran de la zona de enfriamiento de aire. [9]

2.1.4.2. Tipos de condensadores

-Condensador por aire:

Condensador de circulación natural o forzada, en el que el aire es disipado directamente por transferencia de calor. Condensador para humedades relativamente bajas, y en las que el coeficiente de transmisión térmica entre el aire y un vapor a condensar es también pequeño. Esta sería una razón que limitaría para ocasiones de condensación por aire a potencias frigoríficas no excesivamente grandes.

Generalmente, el aire se hace circular de manera forzada, orientándolo o canalizándolo sobre el conjunto de tubos aleteados mediante electro-ventiladores.

-Condensadores por agua:

Inicialmente se utilizaba los condensadores de doble tubo a contracorriente, dos tubos de distinto diámetro colocados de forma concéntrica. El refrigerante circula por el espacio que hay entre los dos tubos y el agua por el conducto interior en sentido contrario. Estos se instalan también como intercambiadores de calor para conseguir un sub-enfriamiento adecuado.

Otra manera mejorada en este tipo de condensadores es la utilización de varios tubos colocados vertical u horizontalmente, variando los diámetros y la colocación de los tubos.

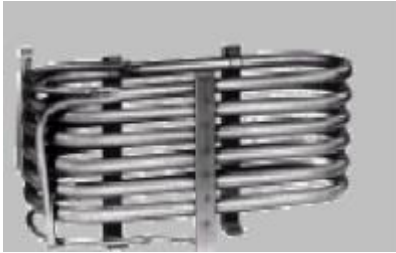


Ilustración 49 - Condensador por agua de doble tubo

-Condensadores Evaporativos:

Un condensador evaporativo es un equipo de refrigeración utilizado para aquellos casos en los que la energía en forma de calor proveniente de un sistema de enfriamiento no puede aprovecharse, por lo que se elimina generando vapor de agua.

Ejemplo teórico funcionamiento básico:

1. El refrigerante sobrecalentado a condensar entra por el colector superior del serpentín
2. El serpentín, a su vez está siendo humedecido constantemente por pulverización con agua que circula dentro del condensador. La refrigeración del agua se realiza por evaporación, al entrar en contacto con el aire y estando pulverizado en finas gotas facilita el intercambio de calor entre aire y agua.
3. En contracorriente al agua, circula aire, aspirado por los ventiladores superiores. La evaporación de una fracción de agua en recirculación elimina el calor de la superficie de intercambio del serpentín. El rendimiento dependerá de la temperatura de bulbo húmedo.

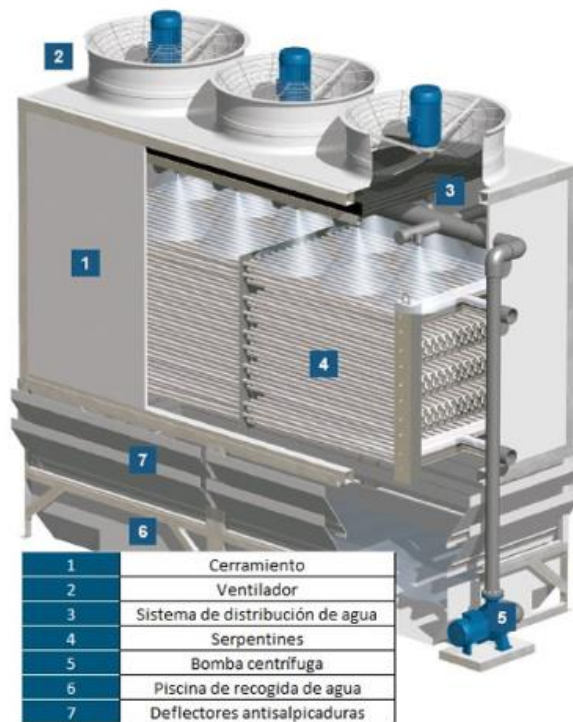


Ilustración 50 - Evaporador

[10] [11]

2.1.5. AISLAMIENTO

Con el fin de reducir al mínimo las aportaciones de calor, desde el exterior hacia el interior del túnel o cámaras frigoríficas, todos los recintos se aíslan con materiales aislantes de diferentes grosores, que dependen de la temperatura a mantener en el interior de estos.

El tema del aislamiento ha tomado últimamente mucha importancia puesto que supone un aumento en los costes energéticos. Un aislamiento bien calculado, escogiendo el material adecuado permite ahorrar muchos Kw al año y reducir sensiblemente los costes de explotación.

2.1.5.1. PUERTAS

Las puertas a instalar suelen ser de tipo correderas, de suspensión libre y accionada por palanca, guiada en su movimiento por discos. Tienen un acabado en chapa lacada interior y exterior, pudiéndose abrir por dentro o por fuera. Según su sistema de apertura, las puertas frigoríficas se dividen en distintos tipos:

1. Puertas de desplazamiento horizontal:

Estas puertas están diseñadas para tráficos continuos y voluminosos con restricciones de espacio, tales como corredores o plataformas de carga, para uso interior o exterior, para medias y bajas temperaturas.

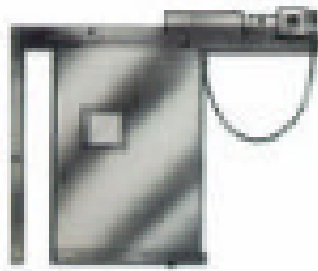


Ilustración 51 - Puerta de desplazamiento horizontal

2. Puertas de doble hoja:

Ideal para aplicaciones donde la rapidez de apertura y cierre es fundamental. Diseñada para áreas donde operan equipos motorizados de tráfico continuo. Para uso tanto en interior como exterior, en medias y bajas temperaturas.



Ilustración 52 - Puerta de doble hoja

3. Puerta vertical seccionada con cabezal horizontal:

Especialmente indicadas para condiciones mínimas de espacio lateral y altura libre. Para aplicaciones en media y baja temperatura, o edificios industriales, para usos interiores o exteriores.



Ilustración 53 - Puerta vertical seccionada con cabezal horizontal

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

4. Puerta de desplazamiento vertical:

Para aplicaciones donde hay un mínimo de espacio lateral, o cuando varias puertas deben colocarse muy juntas. La altura libre requerida por encima del dintel de la puerta es de 0,45 m. a 0,53 m. Para condiciones muy críticas de altura libre, se dispone una puerta doble de deslizamiento vertical.

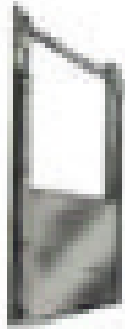


Ilustración 54 - Puerta de desplazamiento vertical

5. Puertas batientes:

Pensada para ser usada con tráfico de personal y carga manual, en media y baja temperatura. Disponible tanto en una como dos hojas.



Ilustración 55 - Puertas batientes

2.1.5.2. PANEL SANDWICH AISLANTE

El panel sándwich es un elemento constructivo compuesto por dos láminas normalmente de acero pre-lacado, aunque también se pueden utilizar otros elementos plásticos que los envuelven haciendo de aislante como poliuretano, poliestireno, polisocianurato o lana de roca.

Los componentes tienen que ser bajos en coeficiente global de transferencia de calor, puesto que son materiales con bajo coeficiente de conductividad térmica.

La idea fundamental es reducir al mínimo las pérdidas de temperatura por conducción y convección, entre el lado interior y exterior de la cámara del túnel.

Uno de los factores por los que varía de forma proporcional el coeficiente de transferencia de calor es el espesor del panel, a mayor espesor, más se reduce la entrada de calor dentro del túnel.

2.1.5.2.1. Panel Continuo

Panel ideal para construcción de cámaras frigoríficas de gran volumen. Este panel está constituido por un núcleo de espuma de poliuretano o polisocianurato inyectado entre 2 láminas de acero galvanizado y lacado, siendo la espuma sin hidroclorofluorocarburos, compuesto formado por átomos de (cloro, flúor, hidrogeno y carbono) y con una densidad nominal de 40kg/m^3 .

La chapa de acero puede ser ligeramente nervada o completamente lisa, y con un espesor de chapa de unos 0,5mm.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

Este tipo de paneles se juntan unos con otros mediante machihembrado y atornillado, teniendo entre ellos unas juntas de silicona. [12]



Ilustración 56 - Panel Continuo

2.1.5.2.2. *Panel con Gancho*

Este panel es fabricado en discontinuo, lo que hace que su precio sea ligeramente superior al panel continuo.

Incorporan ganchos en toda su longitud, cada 50 cm. De esta forma la unión entre paneles viene reforzada mediante el cierre de dichos ganchos para asegurar la estanqueidad.

Suelen ser utilizados para cámaras individuales comprendidas entre 40 y 200 metros cuadrados sin importar la altura. [13]



Ilustración 57 - Panel con gancho

2.1.5.2.3. Panel para techo

En el mercado existen distintas soluciones para la creación de los techos de cámaras frigoríficas, dependiendo esencialmente del tamaño y temperatura a la que se vaya a trabajar.

En cámaras pequeñas los paneles para los techos suelen usar el mismo espesor que los paneles verticales. Pero en cámaras de grandes, donde las luces de sujeción suelen ser elevadas, se debe crear un sistema que permita colgar los paneles a una estructura matriz que sujete la cámara mediante anclajes.

Esta manera de sujetar la estructura se denomina (T) de techo, que por medio de cables atirantados a la estructura del edificio ayudan a soportar luces de mayor dimensión.

2.1.5.2.4. Paneles para suelos

Por lo general en cámaras o túneles de frío con temperaturas positivas, hasta 0°C, un correcto suelo no debería provocar pérdidas térmicas. Poniéndonos en la peor situación, si se pueden tener este tipo de pérdidas, además de deterioros con posibles rupturas y condensaciones si existiesen plantas por debajo.

En estos casos debemos reemplazar parte del suelo por paneles frigoríficos hasta cubrir toda el área de la cámara. Después debemos recubrirlo con hormigón armado.

Otra solución para afrontar un mayor aislamiento en el suelo de una cámara es colocar encima de los paneles un acabado que se pueda pisar como pueda ser una chapa damero o madera fenólica antideslizante. [14]

2.1.6. VÁLVULAS DE EXPANSIÓN

El paso de fluido refrigerante desde la alta presión reinante en el condensador, a la baja de evaporador se consigue mediante su laminación a través de un orificio de sección variable o constante denominada "válvula de expansión", esta circulación va a producir la pérdida de carga necesaria para reducir el nivel de presiones desde la alta a la baja presión.

El papel que juega la válvula de expansión es doble:

-Por un lado, asegura el flujo de refrigerante necesario hacia el equipo de evaporación con el fin de contrarrestar las cargas.

-Por otro permite la existencia de la baja presión de vaporización. [15]

Tipos de válvulas de expansión:

- Válvulas automáticas:

Este tipo de válvulas mantienen constante la presión reinante en el evaporador, sea cual sea la carga a disipar.

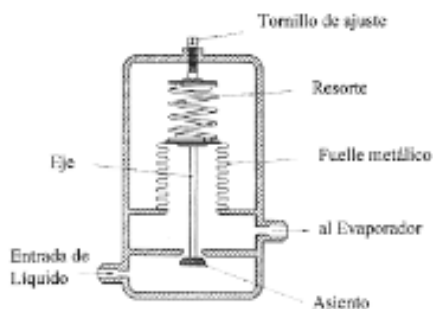


Ilustración 58 - Válvulas automáticas

- Válvulas de expansión termostáticas:

Se trata de las válvulas de mayor utilización en instalaciones industriales, especialmente en los evaporadores "secos", el apelativo "termostática" no indica una regulación sobre la temperatura de evaporación, sino que implica un control del grado de recalentamiento del vapor a la salida del evaporador.

Este grado de recalentamiento es la diferencia de temperaturas existente entre la temperatura de los vapores a la salida del evaporador y la temperatura de ebullición del líquido refrigerante a la presión de baja. Tipos de válvulas termostáticas:

- Válvulas termostáticas con igualador externo:

En cualquier tipo de válvula la acción del líquido refrigerante se manifiesta por medio de la presión a la entrada al evaporador, pero para evaporadores de gran superficie, se producirá una fuerte pérdida de carga, con lo que la presión no será constante en todo el evaporador.

Por tanto, si hay pérdidas de carga importantes, aumentara el recalentamiento. Para evitar este inconveniente, este tipo de válvulas la acción del líquido refrigerante se efectúa por medio de la presión de salida del evaporador.

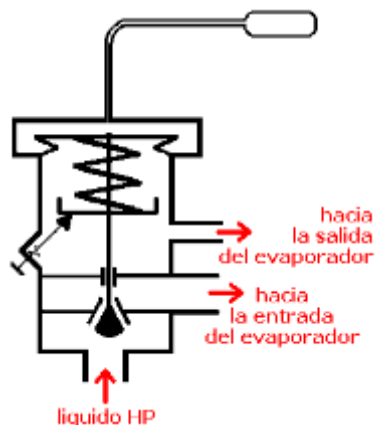


Ilustración 59 - Válvula termostática con igualador externo

- Válvulas termostáticas con limitador de presión:

El limitador de presión tiene como objetivo impedir la apertura de la válvula de laminación hasta que se haya alcanzado un valor pequeño de presión de evaporación.

Su utilización se centra básicamente en instalaciones en las que el aumento en la presión en baja sólo se produce en raras ocasiones (desescarche, parada técnica), es posible suministrar un motor eléctrico de menor potencia, si se dispone de una válvula con limitación de presión.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

- Válvulas termostáticas electrónicas:

Este tipo de válvula modula a base de pulsos de ancho variable que se consiguen mediante el control electrónico. Esta válvula es del tipo solenoide, es decir **ON-OFF**.

Si bien ella está totalmente abierta o totalmente cerrada, actúa como un dispositivo de regulación modulante variando el tiempo que permanece abierta o cerrada.

Otro tipo de válvula de expansión electrónica es la conocida como **HEAT MOTOR VALVE**, válvula controlada por un controlador electrónica el cual en respuesta a las señales de dos sensores controla la cantidad de energía suministrada al elemento de calefacción en el actuador de la válvula.

- Válvulas termostáticas sin tren termostático:

En este tipo de válvulas, los vapores de salida del evaporador pasan por la válvula, usándose como señal de bulbo, evitando así la presión del mismo.

La principal ventaja de este tipo de válvulas es un alto rendimiento conseguido de la superficie del evaporador, ya que con una buena regulación del recalentamiento permite un mayor aprovechamiento de la mayor parte de su superficie.

- Válvulas de flotador:

Un dispositivo de expansión de flotador tiene por objetivo mantener constante el nivel de fluido presente en un recipiente, las variaciones de nivel son detectadas por una boya cuyo movimiento servirá para restaurar el equilibrio.

Este tipo de válvulas se reserva para las instalaciones provistas de evaporadores inundados, en general de gran potencia, manteniendo en ellos un nivel constante de líquido sea cual sea la carga térmica requerida. Desde el punto de vista de transferencia, estos sistemas presentan ventajas frente a los evaporadores secos, dada la eficiente utilización de la superficie total del evaporador.

- Válvula solenoide:

La válvula solenoide se utiliza para controlar el flujo de refrigerante, posee una bobina magnética que, cuando tiene corriente, levanta el émbolo de su interior.

Estas válvulas pueden ser del tipo normalmente abierto o normalmente cerrado. La primera no abre hasta que recibe corriente, y la de tipo normalmente abierto se halla siempre así, y no cierra hasta que llega corriente a la misma.

Las válvulas solenoide son del tipo de acción instantánea que abren o cierran muy rápidamente bajo la acción de la corriente eléctrica que se aplica a la bobina.

Este tipo de válvula puede emplearse para controlar corrientes de líquido o de vapor. La acción brusca de este tipo de válvula puede causar golpes de martillo cuando se instala en la línea de líquido, por lo que se debe tener cuidado en su localización.

El martilleo del líquido ocurre cuando el refrigerante líquido en movimiento se cierra bruscamente por la acción de la válvula solenoide, dando lugar a que el líquido se detenga de forma precipitada. [16]



Ilustración 60 - Válvula solenoide

- Estación de válvulas ICF:

Es una solución de control con múltiples conexiones que ofrece un ahorro importante, puesto que permite sustituir un conjunto de válvulas por una estación de válvulas única.

Está compuesta por una carcasa y un máximo de cuatro a seis módulos de función, de tal forma que constituya una auténtica solución. [17]



Ilustración 61 - Estación de válvulas

2.1.7. ACCESORIOS INSTALACIÓN DE FRÍO

Existen otra serie de elementos que no son tan importantes pero de igual manera, imprescindibles para la instalación, que aseguran un correcto funcionamiento.

TIPO DE TUBERÍA	ACCESORIO
Línea de descarga	Antivibradores
	Separador de aceite
Línea de aspiración	Recipiente anti-golpe de líquido
Línea de líquido	Recipiente de líquido
	Filtro deshidratador
	Visor de líquido

Tabla 3 - Accesorios Instalación

2.1.7.1. Tuberías

Línea de descarga y aspiración:

-Para limitar la pérdida de carga:

Velocidad máxima: 10 m/s (tramos horizontales); 14 m/s (tramos ascendentes).

-Para asegurar el retorno de aceite:

Velocidad mínima: 2.5 m/s (horizontales); 5 m/s (ascendentes).

Velocidad menor de 5m/s a la salida vertical del separador de aceite, para evitar el arrastre del aceite.

Línea de líquido

-Para evitar la caída del líquido:

Velocidad: 0.5 m/s a 1 m/s del recipiente de líquido a la válvula de expansión

< 0.5 m/s del condensador al recipiente

[18]

2.1.7.2. Latiguillos antivibratorios

Están situados en el circuito de alta presión, puesto que están colocados en la salida de los compresores. Su finalidad, como su nombre lo indica es impedir la transmisión de vibraciones del compresor al condensador. [19]



Ilustración 62 - Latiguillo antivibratorio

2.1.7.3. Separador de líquido

El papel fundamental del separador de líquido es proteger al compresor de un retorno del refrigerante en estado líquido, puesto que puede ser una situación peligrosa para su funcionamiento.

Está compuesto por un pequeño sifón de tubería de cobre, ese tubo es el que viene de la línea de líquido. El calor de esa zona del circuito se utiliza para evaporar el líquido que pueda haber en el interior del separador de líquido y así hacer que el compresor únicamente aspire el refrigerante en forma de gas.

El refrigerante líquido cae al fondo del separador y se va vaporizando por la aportación de calor exterior.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

El separador de líquido debe colocarse en posición vertical, lo más cerca posible del compresor y si puede ser, a la misma altura.

La sección de un separador de líquido depende de la potencia frigorífica de la instalación, del tipo y de la carga de refrigerante y de la temperatura de evaporación.

Existen dos modelos de intercambiadores:



**Ilustración 64 - LCY Separador de líquido
(Sin intercambiador)**



**Ilustración 63 - LCYE Separador de líquido
(Con intercambiador)**

Diferenciando uno de otro que los LCYE retornan al compresor el aceite retenido en la parte baja del separador. [20]

2.1.7.4. Recipiente de líquido

Recipiente conectado al sistema de alta presión, aguas abajo del condensador, colocado para eliminar el líquido condensado y tener la mayor superficie útil en el condensador. Las características principales son:

- Compensa las variaciones de caudal de refrigerante.
- Almacena el gas refrigerante de la instalación.
- Asegura la llegada de refrigerante líquido a la válvula de expansión.

Pueden ser recipientes de líquido vertical y horizontal dependiendo de las características del circuito. También cuentan con una válvula de seguridad. [21]



Ilustración 65 - Recipiente de líquido horizontal

2.1.7.5. Filtro deshidratador

Filtro deshidratador o secador es el responsable de evitar impurezas y humedades hacia el elemento de control o hacia el compresor. Una de las principales funciones es la de absorber humedad del sistema, puesto que aunque se realice un proceso de vacío, podría existir algo de humedad.

También tiene la función de impedir que pasen partículas sólidas, haciendo estas cambiar las características del sistema. [22]



Ilustración 66 - Filtro deshidratador

2.1.7.6. Purgador de incondensables

Otro motivo principal de un mal funcionamiento en la instalación es la entrada de aire al interior de esta, produciendo obturaciones si pasa a hielo, aumento de la dificultad para condensar. También esto hace que aumente la tasa de compresión y la potencia consumida. Por estos motivos es necesaria la eliminación de incondensables, con purgadores que pueden ser manuales o automáticos. [23]

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1.7.7. Filtro de retorno de aceite

Este depósito está situado entre el depósito acumulador y la entrada de control del nivel de aceite de los compresores.

Garantizan un buen funcionamiento de los reguladores de nivel de aceite y protegen los compresores de contaminaciones que podrían estropearlos. [24]



Ilustración 67 - Filtro retorno de aceite

2.1.7.8. Recipiente antigolpe de líquido

Para que el vapor de admisión no arrastre líquido al compresor, se instala un separador-acumulador donde se deposita el líquido arrastrado, el cual se evapora con el propio calor de las fuentes externas.

Está situado en el lado de baja presión, aguas arriba de la succión de compresor. [25]

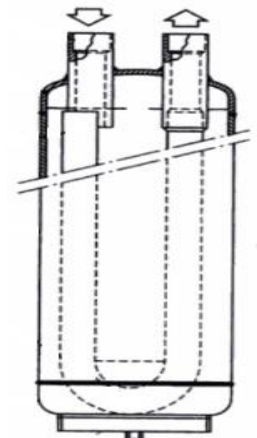


Ilustración 68 - Antigolpe de líquido

2.1.8. REFRIGERANTE

El líquido refrigerante es el fluido utilizado en la transmisión de calor. Es un sistema que absorbe calor a bajas temperaturas y presión, cediéndolo a temperaturas más elevadas. Este proceso ocurre cuando se producen cambios de estado del fluido.

Nomenclatura fluidos refrigerantes:

El nombre se establece a partir de la fórmula química como:
R, seguido de una expresión numérica, con posibilidad de añadir una letra final

R n n n n

Nº átomos de F

Nº átomos de H + 1

Nº átomos de C - 1

Nº enlaces de C no saturados

CHCIF₂

1 - 1 = 0

1 + 1 = 2

R 0022

Si la molécula tiene átomos de Br se añade una **B** a la derecha seguida del Nº átomos de Br

En los derivados cíclicos se añade una **C** a la izquierda

RC n n n n **B1**

Ilustración 69 - Nomenclatura Fluidos Refrigerantes

2.1.8.1. NH₃

Amoníaco o NH₃ es un compuesto químico de nitrógeno. Es un gas incoloro, con un olor muy repulsivo que hierve a -33.34°C, por lo que puede conservarse en estado líquido a bajo presión a temperaturas bajas.

En una instalación con NH₃, el refrigerante se evapora en el depósito de baja presión y se bombea en estado líquido hacia los sistemas a enfriar o congelar. Tiene un gran inconveniente, es tóxico y peligroso para el ser humano, por lo que las instalaciones de esta deberán ser manipuladas por personal cualificado. [26]

Ventajas de utilizar Amoníaco (NH₃):

-Bajo coste.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

- Seguro para el medio ambiente, no contaminante.
- Buen rendimiento termodinámico, poco consumo energético.
- Fácil detección de fugas por su olor.
- Rendimiento termodinámico en torno a un 3-10% superior a otros refrigerantes.

2.1.8.2. Glicol

O también denominado Etilenglicol, es un compuesto químico, orgánico, líquido, transparente, incoloro, espeso y con un leve sabor dulce. A temperatura ambiente es poco volátil. Tiene varias utilidades como anticongelante en circuitos de refrigeración interna, como difusor de calor, como mezcla de agua para deshielo y antihielo en aviones comerciales, para fabricar compuestos de poliéster y como disolvente.

El glicol en este caso, se usa como anticongelante para el agua y su uso en instalaciones frigoríficas consiste en que cuando un intercambiador de calor expulsa el frío generado a una mezcla de agua glicolada, ésta es bombeada mediante una bomba de circulación a los enfriadores de aire de la cámara. [27]

Ventajas de utilizar Glicol:

- Circuito libre de fugas de refrigerante.
- Fácil instalación.
- Gran potencia en espacios mínimos.
- Mantenimiento reducido.

2.1.8.3. Freón

El Freón es un gas a temperatura ambiente, más utilizada para acondicionadores de aire de automóviles, donde son liberados a la atmósfera durante su uso. Sus características principales son:

- Fisicoquímicas
- Gran volatilidad
- Escasa reactividad

-Solubles en líquidos apolares, disolventes orgánicos e insolubles en agua

Se considera un compuesto de escasa toxicidad, pero a concentraciones elevadas se han descrito efectos tóxicos en ojos. [28]

2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un autómata programable o PLC, a aquella máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real procesos secuenciales.

Está diseñada para realizar funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otro tipo de operaciones como cálculos y regulaciones.

La función básica de los autómatas programables es reducir el trabajo de los usuarios, realizando por estos las distintas operaciones a realizar.

Un autómata programable está formado por una fuente de alimentación, encargada de convertir la tensión de red de corriente alterna a 24 voltios de corriente continua y por una unidad central de proceso, encargada de recibir las órdenes del operario por medio de la programación y un módulo de entradas. También cuenta con un módulo de salidas para enviar las respuestas.

Memoria:

- Unidad central o de proceso
- Temporizadores y contadores
- Memoria de programa
- Memoria de datos
- Memoria imagen de entrada
- Memoria de salida

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2.2.1. ARDUINO

Arduino es una plataforma de desarrollo de computación de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear programas en la placa.

Un proyecto de Arduino puede ser autónomo o comunicarse con un programa software que se ejecuta en un ordenador. Su software de desarrollo es abierto.

El Arduino se puede alimentar a través de una conexión USB o con una fuente de alimentación externa. [29]



Ilustración 70 - Placa Arduino UNO

Está compuesto por una serie de pines:

1. Salidas/Entradas Digitales:

Número de pines digitales que se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA.

-Pin 0 y 1: Se utiliza para recibir RX y la transmisión TX de datos serie TTL.

-Pin 2 y 3: Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.

-Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11: PWM, modulación por ancho de pulso.

-Pin 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK): Pines de apoyo a la comunicación SPI.

-Pin 13: Hay un LED conectado al pin digital 13.

2. Salidas Analógicas:

El Arduino tiene 6 entradas analógicas, desde A0 a A5, las cuales ofrecen 10 bits de resolución (1024 estados).

3. Pines de alimentación:

Son aquellos que tienen una salida de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización:

-ViN: Fuente tensión de entrada

-5V: Fuente de tensión regulada de 5V

-3.3V: Fuente de 3.3V generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.

-GND: Pin de tierra.

2.2.2. RASPBERRY PI

La Raspberry pi es un pequeño ordenador que dispone de una placa de reducidas dimensiones. Se diseñó con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas. Esta placa está compuesta por:

-Chip Broadcom BCM2835 con procesador ARM hasta a 1GHz de velocidad.

-GPU VideoCore IV y hasta 512 Mbytes de memoria RAM.

-Un conector RJ45.

-Dos buses USB 2.0.

-Una salida analógica de audio estéreo por Jack.

-Salida digital de video + audio HDMI.

-Salida analógica video RCA.

-Pines de entrada y salida de propósito general.

-Conector de alimentación microUSB.

-Lector de tarjetas SD.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

Todos los pines tienen dos funciones alternativas, si no se utiliza para la función periférica alternativa, cada pin GPIO se puede establecer como entrada o como salida.

El núcleo es alimentado a con un valor máximo de 5V.

Un GPIO puede suministrar hasta 16mA sin exceder de 50mA de la corriente agregada. [30]



Ilustración 71 - Raspberry pi

2.2.3. ZELIO LOGIC

Zelio es un módulo lógico inteligente que permite el control de varias salidas mediante la programación de varias entradas.

-Las salidas pueden ser contactores, relés o cualquier receptor electrónico.

-Las entradas suelen ser interruptores, pulsadores, temporizadores o cualquier elemento de control de un esquema eléctrico.

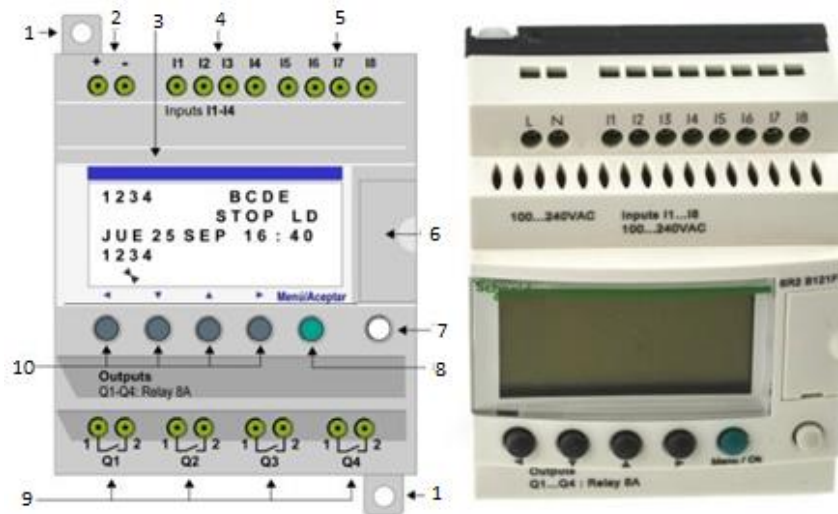


Ilustración 72 - Zelio Logic

INDICADOR	ELEMENTO
1	Soportes de montaje retráctiles
2	Bloque terminal de alimentación
3	Pantalla LCD, 4 líneas, 18 caracteres
4	Bloque terminal de entradas Digitales
5	Entrada Analógica
6	Alojamiento de la memoria de copia de seguridad o cable conexión PC.
7	Tecla Mayús
8	Tecla Menú/OK (Seleccionar y confirmar)
9	Bloque terminal de salida para relé
10	Teclas de navegación o alternativa tecla z

Tabla 4 - Elementos Zelio

El PLC ZELIO tiene 8 entradas digitales y 4 salidas.

Cuando decimos que son digitales nos referimos a que no diferencia entre un valor y otro, cuando entra corriente por la entrada o no, sea del valor que sea, siendo siempre menor corriente de la máxima permitida.

Funcionamiento:

Al enviar una señal a una entrada, esta señal es recibida por el PLC, en lugar de una señal podemos enviar dos, tres, incluso hasta 8 entradas diferentes.

Con estas señales, el PLC ejecuta el programa que hayamos programado en su interior y cuyo funcionamiento dependerá de estas señales externas. Mediante la ejecución del programa, las salidas se activarán o desactivarán según las señales de entrada recibidas. [31]

2.3. CONTROL REMOTO PLC

2.3.1. SCADA:

SCADA proviene de las siglas Supervisory Control And Data Acquisition (Adquisición de datos y supervisión de control).

Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

El control directo lo realizan los controladores autónomos digitales o autómatas programables y están conectados a un ordenador que realiza las funciones de diálogo con el operador, obtención de la información y control de la producción con la utilización de SCADA.

Esquema básico de un sistema de adquisición, supervisión y control:

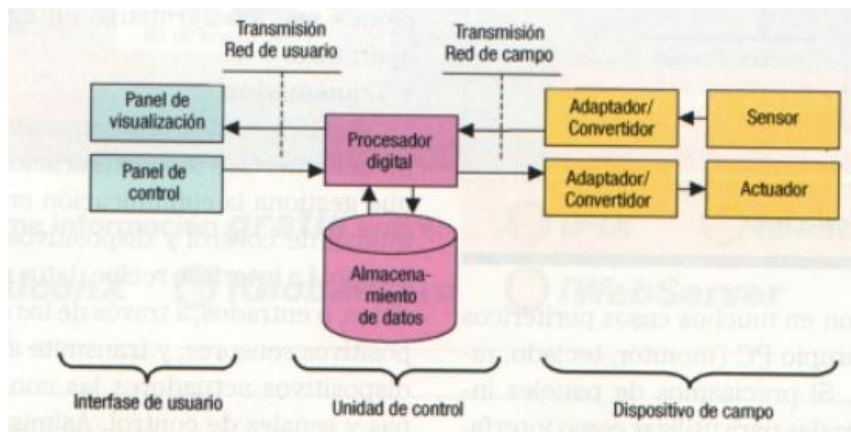


Ilustración 73 – SCADA

La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, dando la posibilidad de controlar los procesos de manera instantánea. [32]

2.4. TECLADO CONTROL TÚNEL

El sistema dispone de un teclado de control donde podemos accionar la demanda de frío al túnel con diferentes versiones según el objetivo, a continuación explicamos la funcionalidad de cada una de las tecla:



Ilustración 74 - Pantalla control Túnel

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

Diodo F1 a F24:

- Apagado: la función de la tecla no está activada.
- Parpadeando: depende de la función de la tecla.
- Encendido: función de la tecla activa.

F1: Arranque del túnel de refrigeración 1 en la posición de aspersión.

-Los ventiladores (por unidad o agrupados) se ponen consecutivamente en funcionamiento con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento.

-La unidad de refrigeración de agua se pone en funcionamiento.



Ilustración 75 - Arranque con aspersión T1

F2: Arranque del túnel de refrigeración 1 en la posición de refrigeración.

-Los ventiladores (por unidad o agrupados) se ponen consecutivamente en funcionamiento con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento.



Ilustración 76 - Arranque con refrigeración T1

F3: Arranque del túnel de refrigeración 1 en la posición de almacenaje.

-La mitad de los ventiladores se ponen en marcha consecutivamente con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento con ajuste de temperatura por separado.



Ilustración 77 - Arranque modo almacenaje T1

F4: Inicio del ciclo de descongelación del primer refrigerador siguiente en el ciclo de refrigeración 1.



Ilustración 78 - Inicio de descongelación T1

F5: Selección de la clase de peso del producto (ligero) en el túnel de refrigeración 1.

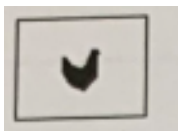


Ilustración 79 - Producto ligero

F6: Selección de la clase de peso del producto (mediano) en el túnel de refrigeración 1.



Ilustración 80 - Producto mediano

F7: Selección de la clase de peso del producto (pesado) en el túnel de refrigeración 1.



Ilustración 81 - Producto Pesado

F8: Parada del túnel de refrigeración 1.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO



Ilustración 82 - Paro del túnel

F9: Apertura del menú del reloj.



Ilustración 83 - Menú del reloj

F10: Apertura del menú del código de seguridad.



Ilustración 84 - Código de seguridad

F11: Apertura del menú del monitor del túnel de refrigeración 1.



Ilustración 85 - Apertura menú Túnel 1

F12: Arranque del túnel de refrigeración 1 en la posición de ventilación.

-Los ventiladores (por unidad o agrupados) se ponen consecutivamente en funcionamiento con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El túnel se para después de transcurrido un tiempo previamente ajustado.



Ilustración 86 - Túnel 1 modo ventilación

F13: Arranque del túnel de refrigeración 2 en la posición de aspersión.

-Los ventiladores (por unidad o agrupados) se ponen consecutivamente en funcionamiento con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento.

-La unidad de refrigeración de agua se pone en funcionamiento.



Ilustración 87 - Arranque con aspersión T2

F14: Arranque del túnel de refrigeración 2 en la posición de refrigeración.

-Los ventiladores (por unidad o agrupados) se ponen consecutivamente en funcionamiento con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento.



Ilustración 88 - Arranque con refrigeración T2

F15: Arranque del túnel de refrigeración 2 en la posición de almacenaje.

-La mitad de los ventiladores se ponen en marcha consecutivamente con una diferencia de tiempo de 5 segundos.

-El sistema de regulación de temperatura se pone en funcionamiento con ajuste de temperatura por separado.



Ilustración 89 - Arranque modo almacenaje T2

F16: Inicio del ciclo de descongelación del primer refrigerador siguiente en el ciclo de refrigeración 2.



Ilustración 90 - Inicio descongelación T2

F17: Selección de la clase de peso del producto (ligero) en el túnel de refrigeración 2.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

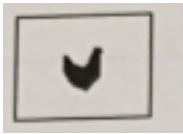


Ilustración 91 - Producto ligero

F18: Selección de la clase de peso del producto (mediano) en el túnel de refrigeración 2.

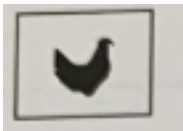


Ilustración 92 - Producto mediano

F19: Selección de la clase de peso del producto (pesado) en el túnel de refrigeración 2.



Ilustración 93 - Producto pesado

F20: Parada del túnel de refrigeración 2.



Ilustración 94 - Parada Túnel 2

F21: Selección del túnel de refrigeración 1 o 2.



Ilustración 95 - Selección túnel

F22: Apertura del menú del historial de alarmas. Después de introducir un código de seguridad B: apertura del menú de ajuste de alarmas.



Ilustración 96 - Historial Alarmas

F23: Apertura del monitor del túnel de refrigeración 2.



Ilustración 97 - Apertura menú Túnel 2

F24: Arranque del túnel de refrigeración 2 en la posición de ventilación.

-Los ventiladores se ponen en marcha consecutivamente con una diferencia de 5 segundos.

-El túnel se para después de transcurrido un tiempo previamente ajustado 2.



Ilustración 98 - Túnel 2 modo ventilación

2.5. SENSORES

2.5.1. SENSOR DE TEMPERATURA

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman un cambio de temperatura en un cambio de señal eléctrica. Este cambio es procesado por un equipo eléctrico o electrónico. Hay tres tipos de sensores de temperatura:

1. Termistor: Está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable, en función de la temperatura.

Dentro de este encontramos dos tipos, tipo NTC (al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia), y tipo PTC (al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia).

Este tipo de sensores tiene dos inconvenientes, son difíciles de calibrar y no son lineales, por lo que es necesario aplicar fórmulas para determinar la temperatura según la corriente que circula.

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

2. Termopar: Formado por dos metales cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico. Este tipo de material permite transformar el calor en electricidad, o generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica.

El termopar genera una tensión, que en función de la temperatura que le aplicamos al sensor varía la tensión (voltios) recibida.

3. RTD (Detector de Temperatura de Resistencia): Es un sensor basado en la variación de la resistencia de un conductor respecto con la temperatura aplicada. Suelen ser de platino, cobre, níquel y molibdeno. [33]

En nuestro caso se ha elegido una Pt100 de platino, puesto que tienen mejor linealidad, más rapidez y un mayor margen de temperatura.

Una vez seleccionado el tipo de sensor y fijada la temperatura objetivo, para que el PLC sepa en todo momento la temperatura en el túnel, Stork posee dentro de este, seis sondas de temperatura.

Con estas seis sondas colocadas en distintos puntos del túnel, se realiza una media para sacar el valor de temperatura que tenemos en el interior.

El sistema está pensado, para que cuando se haga desescarche, el programa quite el valor de la sonda cercana a esa zona para que no afecte ni engañe al valor medio de temperatura.

Contamos con un IPAQ-Hplus, que es un transmisor digital universal programable de dos hilos de alta precisión, linealizado y altamente aislado.

Características:

- Tipo de entrada: RTD (Pt100).
- Extra alta precisión y estabilidad.
- Error de sensor y corrección de erros del sistema (sensor/transmisor) para una precisión total más alta.
- Linealización de 40 puntos: cualquier sensor se puede combinar.
- Configuración sin alimentación externa.
- Actualización de alta velocidad (300 ms).
- Salida 4-20mA.

- Fuente de alimentación 6.5 a 36 VDC.
- Función constante de interrupción del sensor.
- Control de bucle simplificado con salida de calibración. [34]



Ilustración 99 - RTD PT100

2.5.2. SENSOR CAPACITIVO

Es un tipo de sensor eléctrico, que reacciona ante metales y no metales que se asoman a su superficie activa. Tiene un electrodo interno y otro externo, que es la otra pieza a detectar. Tiene distintas aplicaciones:

- Detección de nivel: un objetivo líquido, metálico, aislante, penetra en el campo eléctrico que hay entre las placas del sensor y este es detectado por la variación del valor de capacidad dieléctrica.

- Sensor de humedad: en este caso, el dieléctrico (aire), cambia su valor con respecto a la humedad del ambiente.

- Detección de posición: en esta aplicación tenemos una superficie fija y una móvil, variando de esta forma la cantidad de superficie que hay entre ellas. De esta misma forma varía la capacidad.

Para seguir con un correcto funcionamiento del túnel de oreo y no vernos en la situación de una gran avería, utilizamos distintos sensores de posición capacitivos, colocados con el fin de saber cuánto se ha estirado la cadena que arrastra los ganchos donde van colgados los pollos.

Contamos con varios sensores capacitivos ifm electronic KI5083.



Características:

- Alcance 20mm.
- Dimensiones M30 x 1,5 / L =90mm.
- Tensión de alimentación: 10 – 24 voltios DC
- Alimentación (salida): PNP
- Función de salida: N0/NC (seleccionable).
- Condiciones ambientales: -25 a 110°C.

-Corriente máxima de salida de conmutación DC: 200mA. [35]

Ilustración 100 - Sensor Capacitivo

2.6. CONCEPTOS SISTEMAS REFRIGERACIÓN

2.6.1. Evaporación flotante

El concepto de evaporación flotante consiste en dejar fluctuar libremente en función de las necesidades de la instalación.

La potencia frigorífica de un circuito frigorífico va en función de la temperatura de evaporización y de la temperatura de condensación.

Cuando aumenta la temperatura de evaporación, sube la potencia frigorífica.

Si se consigue la misma potencia frigorífica cuando evaporamos con menos compresores en funcionamiento, conseguimos un ahorro considerable de energía.

Presión de aspiración flotante:

En todos los circuitos de refrigeración, la demanda energética no es constante, de esta forma, cuando no se necesita mucha demanda energética la instalación aumenta la evaporación reduciendo el salto térmico y alargando el tiempo de refrigeración con menos compresores en marcha.

En casos centralizados con muchos evaporadores y una central de compresores, si tenemos en cuenta la temperatura de todos los servicios, podemos hacer que la

aspiración sea flotante, incrementando la presión de evaporización sin perjudicar la calidad del producto, consiguiendo ahorros importantes. [36]

2.6.2. Temperatura bulbo húmedo

La temperatura de bulbo húmedo es un tipo de medición de temperatura que refleja las propiedades físicas de un sistema que consiste en una mezcla de gas y vapor.

La temperatura de bulbo húmedo es la temperatura más baja que se puede alcanzar a través de la evaporación de agua. Se puede traducir en la cantidad de humedad que hay presente en el aire. [37]

2.6.3. Régimen de inundado

Cuando decimos que un evaporador trabaja con un régimen de inundado nos referimos a que se llenan por completo a fin de tener humedecida toda la superficie interior del intercambiador, consiguiendo la mayor transferencia de calor posible.

Estos evaporadores tienen un acumulador de vapor, que sirve como receptor de líquido desde el cual circula el líquido por gravedad a través de los circuitos del evaporador.

El nivel del líquido en el evaporador se mantiene más bajo o más alto mediante un control de flotador y el vapor generado por la acción de ebullición del refrigerante en los tubos se separa del líquido en la parte superior del acumulador de donde es sacado directamente a través de la línea de succión con el gas. [38] [39]

2.6.4. COP

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

Coeficiente de rendimiento, es una expresión de la eficiencia de una bomba de calor. Es la relación entre la potencia (Kw) que sale de la bomba de calor, en este caso como refrigeración y la potencia (Kw) que se suministra al compresor.

$COP = Q \text{ (Salida del condensador)} / W \text{ (Potencia suministrada al compresor)}$.
[40] [41]

2.7. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

MÁQUINA	MODELO
Humectador	Humectadores RBB10 (F2801)
Separador de aceite	Alco OSH-404
Condensador	Baltimore modelo VXC 750 S y VXC 482 S
Válvula Expansión	Válvula de Bola Cónica PV 6200
Filtro deshidratador	EK-163 S
Estación Válvulas ICF	ICF 50-4
Programador	Siemens
Evaporador	Friga-Bohn GT2I
Refrigerante	Amoniaco R717
Compresor	Serie Graso PB – 250Kw

Tabla 5 - Elementos Instalación Uvesa

3. CAPITULO III –DESARROLLO

3.1. ANÁLISIS FUNCIONAMIENTO TÚNEL

Disponemos de una instalación de amoniaco bombeada por cuatro compresores Grasso de 250 KW eléctricos (620 KW frigoríficos) que trabajan contra un separador de líquido.

La descarga de estos se hace contra dos condensadores Baltimore modelo VXC 750 S y VXC 482 S, regulados por una condensación flotante, sistema que va regulando la velocidad de los ventiladores en función de la temperatura y humedad exterior, atendiendo solamente a la temperatura de bulbo húmedo, considerando un diferencial flotante de 7°C. Esta descarga la realizan por la parte inferior del evaporador, teniendo su salida en la parte superior del evaporador.

Y así, de la salida del evaporador conseguimos bombear amoniaco al túnel, lo que se traduce en aumento de la temperatura.

Dependiendo del tipo de pollo seleccionado que entra al túnel (pequeño, mediano o grande), está programada una temperatura objetivo, para que así salga el ave a la temperatura que se quiera.

La manera de llegar a esa temperatura y regular con el PID, es abrir y cerrar la válvula de aspiración general de todos los evaporadores que trabajan en el túnel, cambiando así el caudal de amoniaco circulante.

Gracias a 6 sondas repartidas por el túnel, se realiza una media de temperaturas y se compara con la consigna (temperatura marcada dependiendo del tamaño del pollo), abriendo o cerrando la válvula de aspiración general según las necesidades.

Dentro del túnel de oreo nos encontramos con 13 evaporadores y un soplador que trabajan en régimen de inundado, realizando desescarches secuenciales al tiempo que se le programe.

Cuando se realiza el proceso de desescarcho, las estaciones de válvulas ICF son las encargadas de cortar la inyección de líquido al evaporador, haciendo salir el líquido del evaporador durante un tiempo determinado, unos 120 segundos.

CAPITULO III –DESARROLLO

Cuando ha pasado el tiempo, la electroválvula de aspiración general se corta y se abre otra electroválvula encargada de meter gas caliente al evaporador por la parte superior de este, vaciándose por su parte inferior durante el tiempo programado.

Gracias al control y supervisión que realizamos con SCADA, se puede apreciar de forma muy significativa la mala gestión que realiza el túnel para estabilizarse en una temperatura más o menos fija, ya que al fijarnos en las gráficas tanto del arranque de jornada como del proceso de matanza de un día entero vemos unos picos muy significativos diciéndonos la cantidad de veces que metemos frío o dejamos de hacerlo en el interior del túnel.

La irregularidad y la gran cantidad de picos en la gráfica se traducen en los siguientes inconvenientes:

En el pollo, al no poder controlar el Delta T porque la presión de aspiración es fija, no tenemos control de la humedad, y por consiguiente, como la presión de aspiración es más baja, porque tenemos que ir cortando con la válvula de aspiración, la MERMA de la canal será mayor, por consiguiente, a mayores mermas, disminuye el beneficio.

En los compresores, energéticamente, el consumo y rendimiento de estos, está relacionado con la presión de aspiración, por lo tanto, contra más baja es la aspiración, más electricidad consume un compresor frigorífico y disminuye su COP.

En los evaporadores, también se pierde rendimiento, ya que el mejor rendimiento para cualquier intercambiador es a caudal máximo, por lo tanto como estamos abriendo y cerrando el caudal de este, de manera intermedia, disminuye el rendimiento y empeora el COP.

Por último, la regulación del túnel tiene un sistema de seguridad poniéndose en modo antihielo a 2.5°C para que no lleguen a congelarse las canales de los pollos, cuando esto ocurre, la válvula de presión de aspiración principal se cierra por completo en un tiempo de 40 segundos, tiempo no suficiente para que los compresores reduzcan su capacidad, por tanto hacen que salte la válvula de seguridad haciendo parar casi de golpe los compresores.

3.2. MANIOBRA TÚNEL

Con todos estos inconvenientes encontrados en el análisis de funcionamiento del túnel la idea es realizar una modificación en la maniobra del túnel ayudando al rendimiento del sistema.

Cuando hablamos del funcionamiento del túnel lo primero que debemos de saber es que está dividido en dos partes, la parte mecánica por un lado y la parte que alimenta de frío el interior del túnel por otro.

Dentro de esta parte, lo primero que se hizo fue un estudio entre los principales fabricantes de túneles como son: STORK, MEYN o PLINCO.

La elección fue STORK, pese a ser el proyecto más caro, es el más completo y al haber montado toda la maquinaria del matadero con STORK, tanto la zona anterior donde se realiza la matanza, como la posterior al túnel donde se hace el clasificado y despiece del pollo, pensando de forma lógica, montar la parte del túnel con el mismo fabricante nos hace tener ventajas económicas, una mejor sincronización a la hora de transferir el pollo de una cadena a otra y mayor disponibilidad en caso de avería.

Otro motivo principal es que STORK tiene 13 (Dancer) en el interior del túnel, que son los que van controlando la velocidad de los motores que arrastran la cadena del túnel según la presión que ejerzan las pesas. Hay un motor principal encargado de mover la cadena y los demás en función de este van acelerando o desacelerando los motores, a su vez van siguiendo la cadena mientras que las otras dos empresas realizan este seguimiento y control de la cadena con variadores, método menos fiable.

Por otro lado, la parte encargada de alimentar con frío el interior del túnel tiene los siguientes fabricantes punteros que son: GRENCO, Ramón Vizcaíno, Axima y YORK.

A la hora de elegir los compresores dentro de las marcas más importantes como son: Grasso, YORK y Mayekawa (Mycom), se han tenido en cuenta una serie de criterios:

1. Fiabilidad mecánica, sabiendo que los compresores de tornillo contienen menos piezas de desgaste y menos mantenimiento.
2. Rendimiento energético.
3. Volumen de túnel a trabajar.

CAPITULO III –DESARROLLO

4. Horas de trabajo, dependiendo de las revoluciones por minuto, pese a un mayor coste económico en los compresores de tornillo, dando una seguridad mayor de hasta 50000horas.
5. Elección de rotor hembra o rotor macho.
6. Elección de con o sin economizador, puesto que las diferencias de COP entre los dos sistemas son de un 6%.

Para una correcta elección de los evaporadores, dentro de esta parte mecánica también se han seguido una serie de criterios principales como:

1. Conocer el número de vatios frigoríficos que se necesitan en la instalación.
2. El producto que vamos a meter dentro del túnel.
3. El gas que vamos a utilizar.
4. Buscar evaporadores con desescarche eléctrico, puesto que vamos a pasar de los 0°C.
5. Conocer un aspecto importante como la separación de las aletas de los evaporadores, ya que no es lo mismo para túneles de congelación, que para cámaras de refrigerados o salas de trabajo. En este caso la separación será de entre 8 y 10mm.
6. Conocer el salto térmico o Delta T, ya que influirá directamente sobre el control de humedad relativa que haya en el interior del túnel.

En cuanto a los Condensadores, las empresas punteras son EOS, Tefrinca y Baltimore, siendo esta la elegida basándonos en los siguientes criterios:

1. Para la elección de qué tipo de condensador, condensación por aire o condensadores evaporativos, nos quedamos con estos últimos porque aunque sean más caros y voluminosos, no dependen de las condiciones atmosféricas exteriores y son más fiables, así como mucho más silenciosos.
2. En las torres de refrigeración el tipo de ventilación, natural o mecánica, en este caso queremos dentro de la mecánica que sea de tiro forzado, para una mayor impulsión del aire al interior de la misma e impulsión de la salida por la parte superior.

3. También deberemos fijarnos en la calidad del separador de gotas, ya que un buen separador de gotas consigue minimizar la salida de aerosoles al exterior sin tener posibilidad de que estos afecten a los individuos cercanos al entorno.
4. Como los condensadores se encuentran en la zona exterior, pensar en la facilidad de desaguado de la torre es muy importante, ya que si disponemos de una buena pendiente y desagüe que permita arrastrar y eliminar la suciedad acumulada en el agua.

Greco, como muchos otros fabricantes, para enfriar sus circuitos frigoríficos necesita un refrigerante, que viene siendo un producto químico líquido o gaseoso, que se utiliza como medio transmisor de calor entre aparatos de refrigeración.

Normalmente se suele realizar la refrigeración con amoníaco, es el método más económico y con mejor rendimiento energético.

El amoníaco es un refrigerante que según el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias se rige por la instrucción técnica IF-07.

Para una correcta elección del refrigerante, se exigen una serie de características para escoger el amoníaco correcto:

1. Punto de congelación. Este debe ser inferior a la temperatura máxima que exista en el sistema para no congelarse.
2. Calor específico. Cuanto más alto sea posible para que una pequeña cantidad de líquido absorba una gran cantidad de calor.
3. Volumen específico siendo el más bajo posible, para evitar grandes tamaños en la aspiración y compresión.
4. Densidad, temperatura de condensación y temperatura de ebullición.

Siguiendo esos criterios y por ser el refrigerante más utilizado en este tipo de circuitos frigoríficos la elección del refrigerante es: AMONIACO R-717.

La idea principal ha sido la de abrir la válvula de aspiración principal al 100%, así tenemos a los evaporadores trabajando a máximo caudal durante toda la producción.

CAPITULO III –DESARROLLO

Basándonos en la información fiable de Stork, empresa encargada del frío del túnel, sobre la mejora que se conseguiría al realizar un concepto de Evaporación Flotante el primer paso que se ha realizado es plantear el cambio en una representación gráfica de sucesos mediante un graficet, paso por paso de como tendría que realizarse la nueva maniobra.

Después de planificar como va a funcionar, el sistema hay que trasladar la idea al PLC que es una máquina electrónica que controla en tiempo real procesos secuenciales. Para ello podríamos usar cualquier tipo de PLC que contenga una serie de entradas y salidas digitales, como puedan ser un Arduino, Raspberry pi o un PLC llamado Zelio que ha utilizado Siemens y está montado en el sistema anterior.

Cuando ya hemos realizado el código en Zelio, que más adelante explicaremos de manera más detallada, conectamos el ordenador donde tenemos cargado el programa al PLC y lo transferimos.

El siguiente paso, ha sido cablear las entradas y salidas que se van a utilizar al PLC para que este reciba información y pueda ejecutar las ordenes programadas.

Una vez realizados todos estos pasos, cuando seleccionamos el tipo de pollo que va a entrar al túnel y pulsamos la tecla de inicio la válvula de aspiración principal se abre por completo durante toda la matanza.

Al principio, como el túnel no está a la temperatura objetivo, los compresores trabajan a una potencia elevada y necesaria para llegar a esa temperatura que se necesita para enfriar el pollo, pero cuando ya no hay tanta demanda de frío estos compresores trabajan al mínimo rendimiento para mantener la temperatura de manera más estable, sin que haya grandes variaciones de temperatura.

El resto de funcionamiento se realiza de la misma manera tal y como se ha explicado en el apartado 3.1. Análisis del funcionamiento del túnel.

Por último, para conseguir un mayor ahorro energético y en base a la experiencia, en la que se ha visto que cuando ya no está entrando más pollo al túnel, que solamente queda que salgan los últimos pollos de la matanza, estos salen más congelados que el resto, se ha implementado en el código una maniobra donde se cierra la válvula de aspiración general durante unos segundos hasta llegar a la mitad de su apertura para limitar el caudal.

3.3. DESARROLLO SOFTWARE

GRAF CET: Es un diagrama de control con etapas y transiciones.

Grafcet es un modelo de representación gráfica de los sucesivos comportamientos de un sistema lógico y predefinido con entradas y salidas donde nos permite hacer un modelo del proceso a automatizar, realizando los procesos que provocan estas acciones.

Para la realización de este Grafcet se han analizado las condiciones que se tenían que cumplir para una correcta alimentación de frio en el túnel de oreo, siguiendo paso a paso pasando de una etapa a otra.

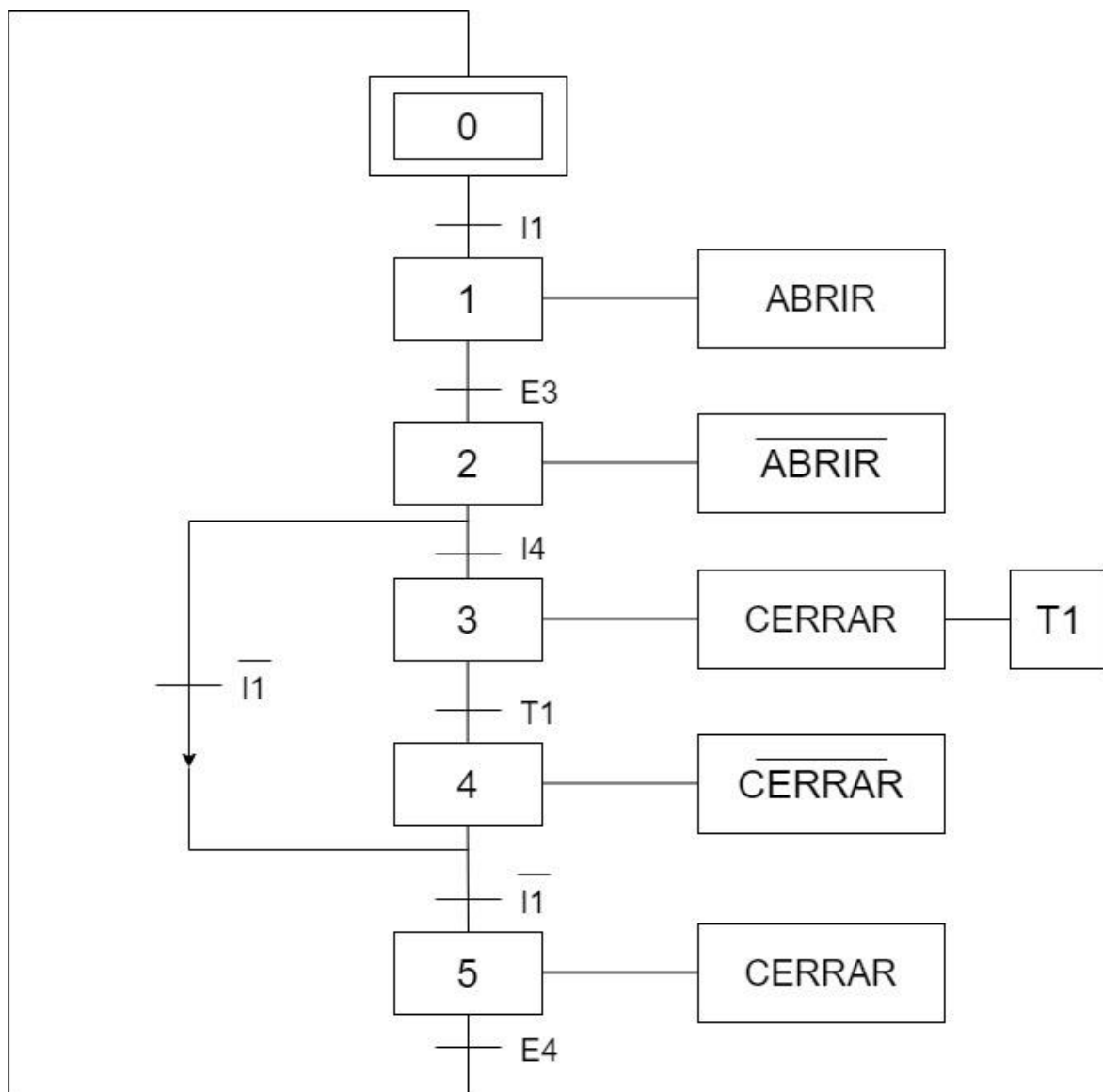


Ilustración 101 - Grafcet

CAPITULO III –DESARROLLO

Etapas:

Etapa 0: Etapa Inicial, el túnel está parado.

Etapa 1: Etapa donde se abre la válvula de aspiración.

Etapa 2: Etapa donde se ordena parar de abrir la válvula de aspiración.

Etapa 3: Etapa donde se cierra la válvula de aspiración durante un tiempo determinado, en este caso, 15 segundos.

Etapa 4: Etapa donde la válvula para de cerrar transcurrido ese tiempo.

Etapa 5: Etapa donde se ordena cerrar la válvula por completo hasta el final.

3.4. SIMULACIÓN MANIOBRA ZELIO

Entrada Digital	Maniobra
I1	Demanda de Frío al túnel
I2	Fin de carrera (Túnel abierto 100%) E3
I3	Fin de carrera (Túnel cerrado 100%) E4
I4	Fin matanza

Tabla 6 - Entradas Digitales

Bobina	Etapa
M1	Etapa 1
M2	Etapa 2
M3	Etapa 3
M4	Etapa 4
M5	Etapa 5
mA	Etapa Inicial

Tabla 7 - Etapas Grafcet

Salida Digital	Maniobra
Q1	Contactor apertura Válvula
Q2	Contactor cierre válvula

Tabla 8 - Salidas Digitales

Zelio:

El primer paso debemos crear un nuevo programa

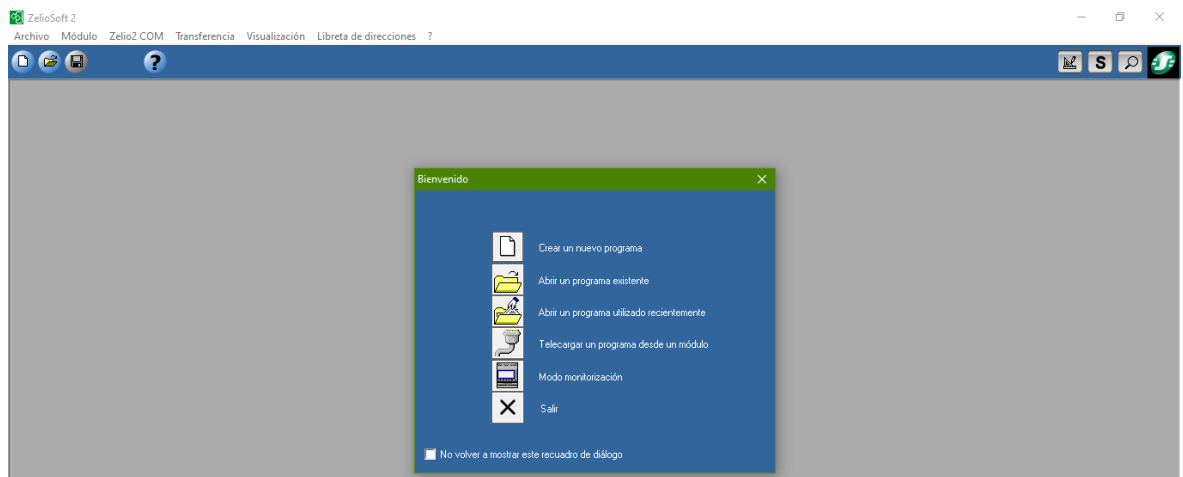


Ilustración 102 - Zelio Nuevo programa

En segundo lugar debemos de elegir el modelo de PLC que nosotros tenemos para realizar una correcta sincronización a la hora de transferir el programa.

- Alimentación: 24 Voltios DC
- Entradas digitales: 6
- Salidas digitales: 4 Relé
- Referencia: SR2A101BD

CAPITULO III –DESARROLLO

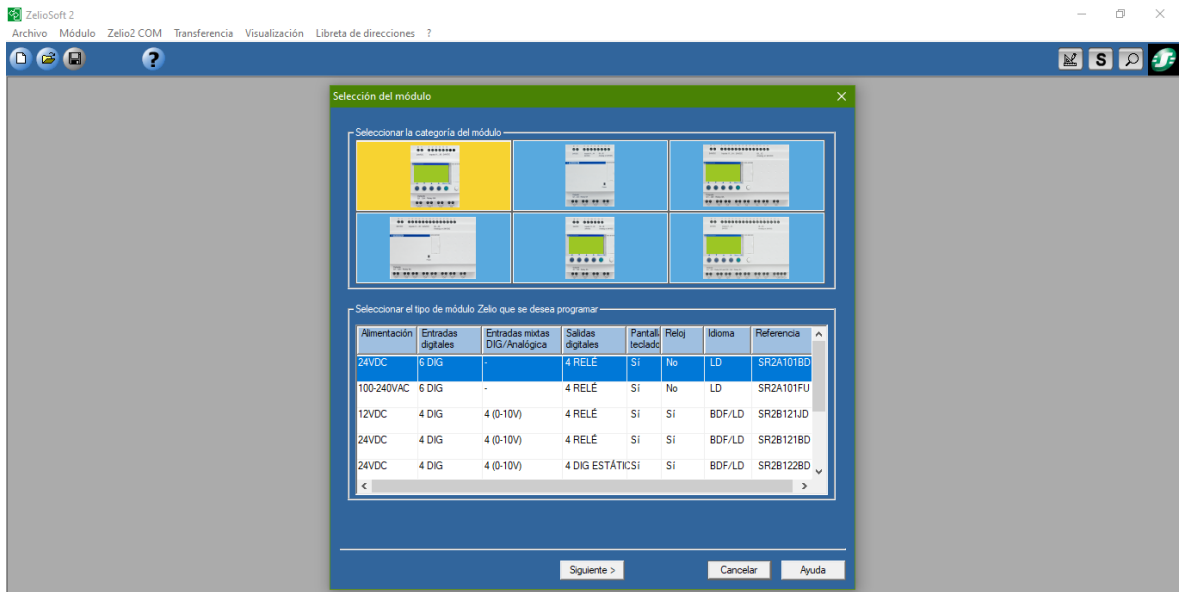


Ilustración 103 - Zelio Referencia

Inicio frío túnel:

En la primera pantalla nos encontramos activada I3, ya que la válvula general de aspiración se encuentra completamente cerrada.

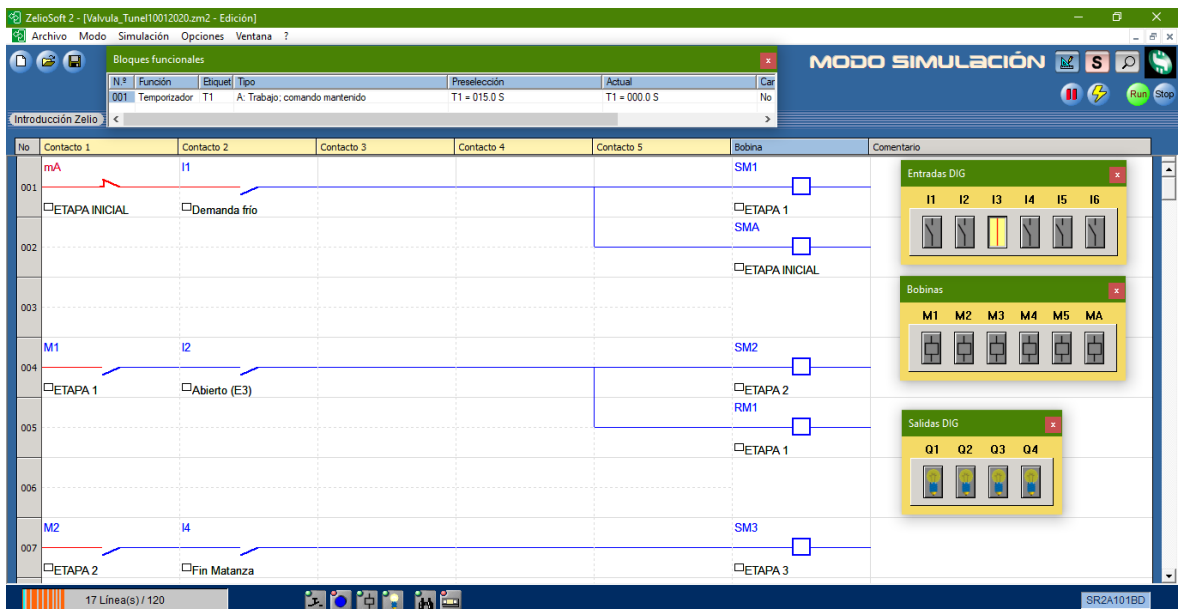


Ilustración 104 - Etapa Inicial

Al pulsar I1 demandando frío al interior del túnel, quitamos la marca de I3 y activamos la primera etapa M1 haciendo que se abra la válvula general de aspiración, activando también MA, dejándola en memoria hasta el final de ciclo.

Vemos también como se ha encendido Q1, activando el contacto de la apertura de la válvula.

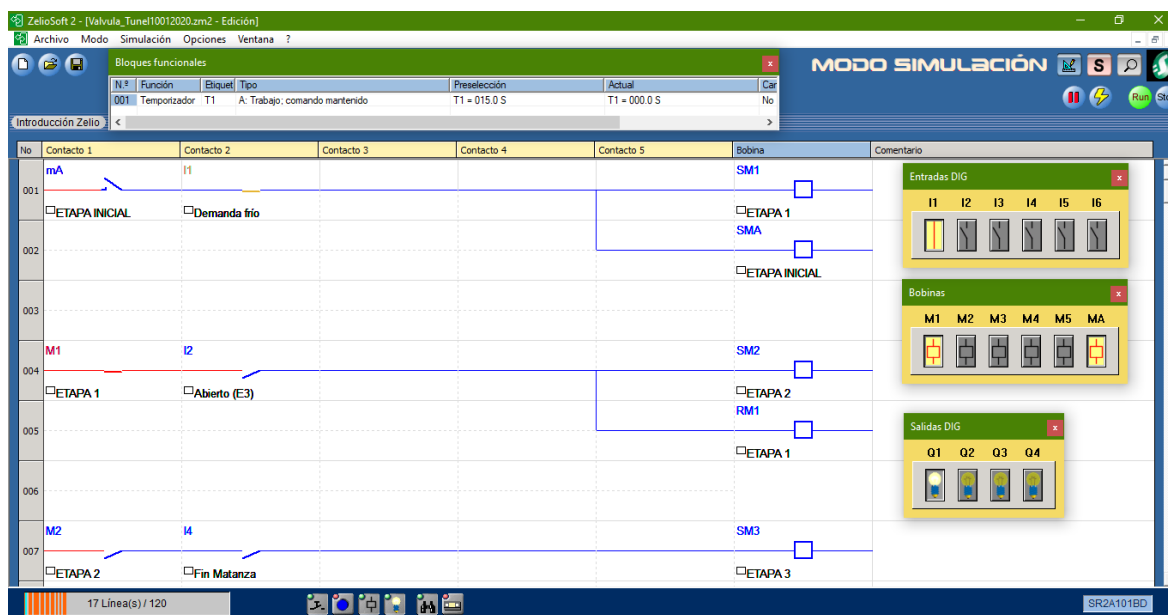


Ilustración 105 - Demanda de Frío

La válvula general de aspiración sigue abriendo hasta que el final de carrera I2 detecta que se ha abierto al 100%, en ese instante resetea la etapa 1 y activa la etapa 2. Con esto conseguimos que la válvula este abierta por completo sin tener que estar pidiéndole todo el rato al contactor que la abra.

CAPITULO III -DESARROLLO

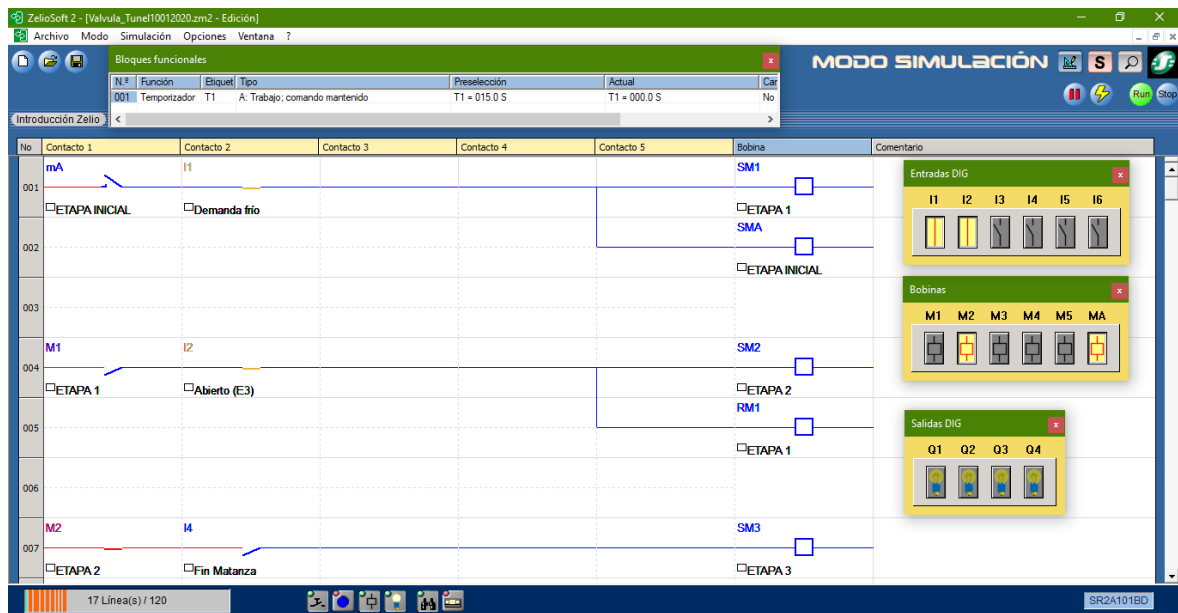


Ilustración 106 - Válvula abierta

Quando se ha terminado la matanza y ya no van a entrar más aves al túnel, un operario está encargado de apagar el escaldado de aves. Cuando realiza esta maniobra, cambiando de posición el interruptor a su vez un contacto cerrado de este hace que se active I4, con el que reseteamos la etapa 2 y activamos la etapa 3.

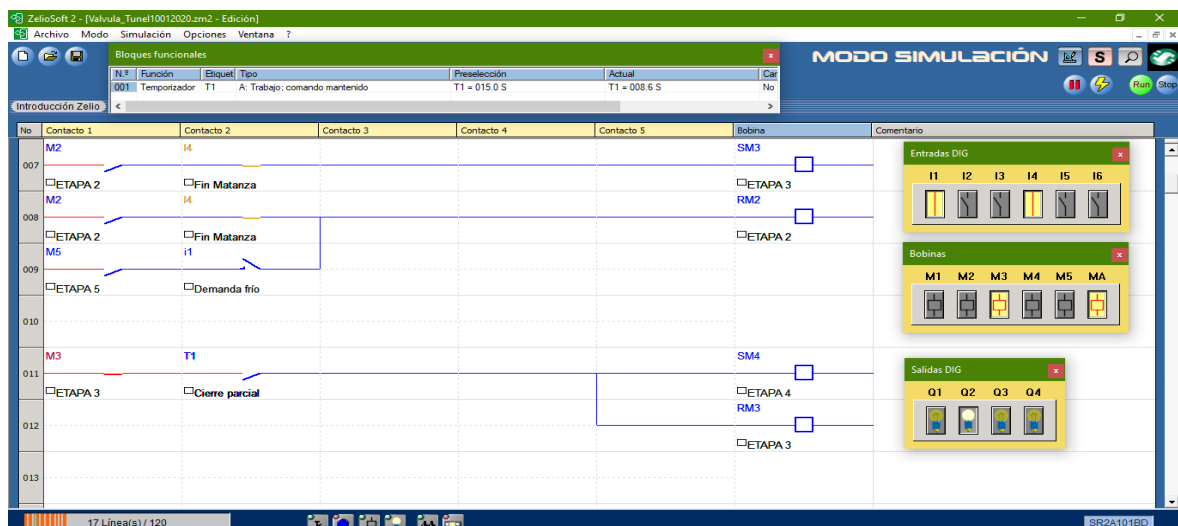


Ilustración 107 - Fin matanza

Una vez activada la etapa 3, se activa un temporizador de 15 segundos, tiempo necesario para cerrar la válvula al 50%.

Vemos también como se ha encendido Q2, activando el contacto de cierre de la válvula.

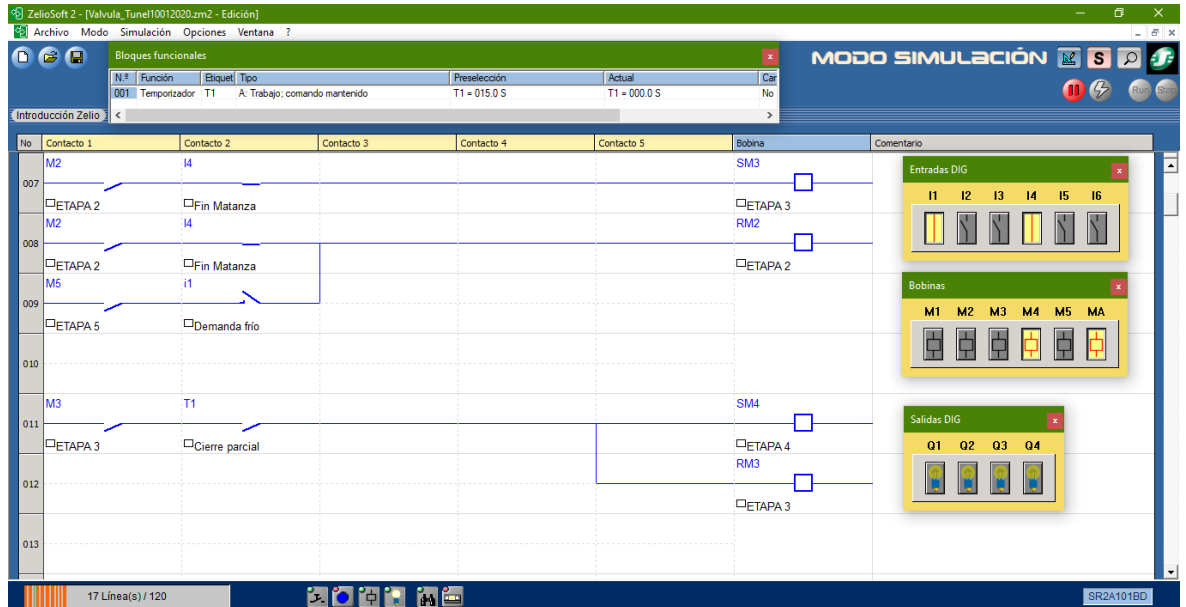


Ilustración 108 - Cierre Válvula 50%

Transcurrido ese tiempo, reseteamos la etapa 3 y activamos la etapa 4 donde la válvula se encuentra abierta a la mitad de su capacidad. El contactor Q2 se ha apagado ya que no necesita seguir cerrando la válvula.

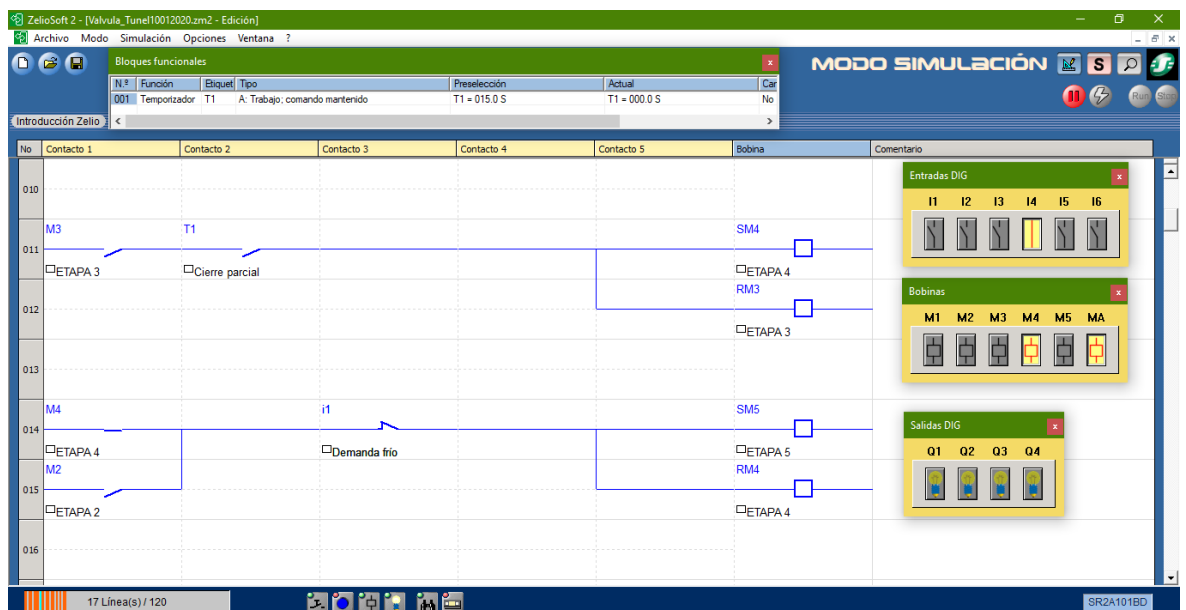


Ilustración 109 - Fin cierre Válvula

CAPITULO III –DESARROLLO

Por último, cuando pulsamos la tecla de STOP del cuadro, lo que quiere decir dejamos de demandar frío en el túnel, reseteamos la etapa 4 y activamos la etapa 5 con la que cerramos por completo la válvula general de aspiración puesto que ya se ha terminado la jornada de matanza y no quedan aves en el interior del túnel.

Vemos también como se ha encendido Q2, activando el contacto de cierre de la válvula, en este caso por completo.

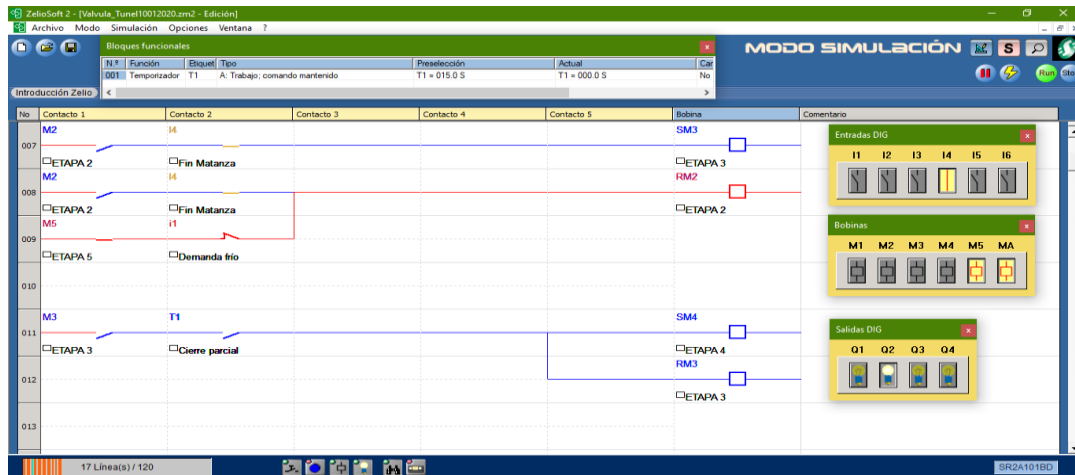


Ilustración 110 - Stop demanda frío

Una vez que la válvula ha cerrado por completo, reseteamos la etapa 5 y las etapa inicial. Viendo iluminados la señal de válvula cerrada por completo I3, e I4 que donde habíamos seleccionado anteriormente el fin de matanza.

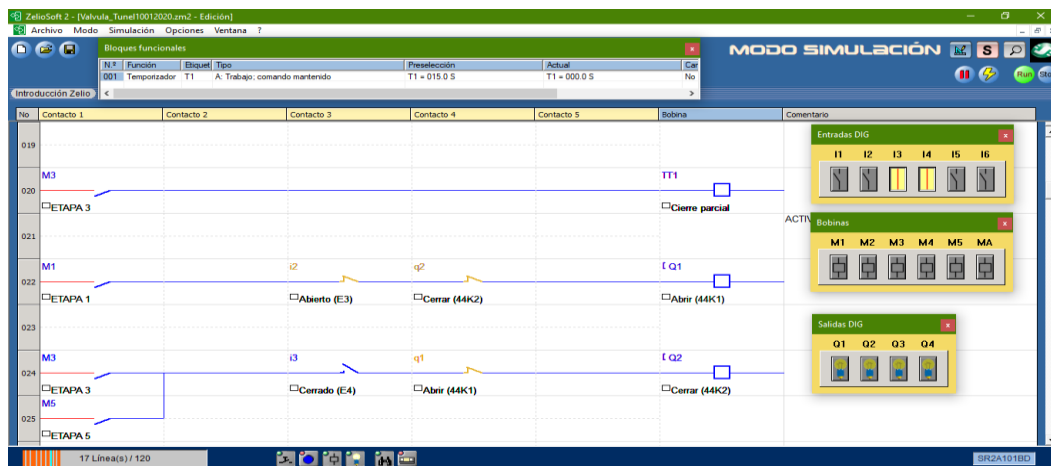


Ilustración 111 - Fin ciclo túnel diario

Si por un casual el operario encargado de apagar el escaldado de aves se ha olvidado de hacerlo, podemos saltarnos el paso de las etapas 3 y 4, saltando directamente a la etapa 5 cuando pulsamos el STOP de demanda de frío, eso sí, aumentando pérdidas energéticas, económicas y congelando a mayor temperatura las últimas aves que entran al interior del túnel.

3.5. DISEÑO SISTEMA ADQUISICIÓN DATOS

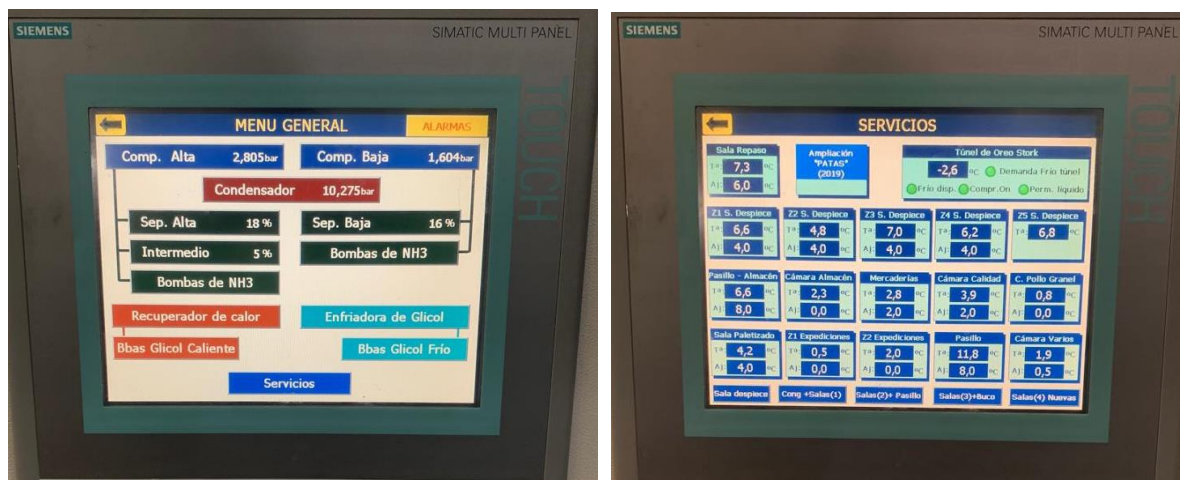


Ilustración 112 - Menú y servicios SCADA

Cuando accedemos a la pantalla de SCADA, diseñada por los fabricantes que alimentan el túnel de frío, GRENCO, accedemos entrando a ella y nos encontramos con un Menú General donde podemos ver el estado al que están trabajando los distintos elementos que componen el enfriamiento del túnel.

Entrando a la opción de SERVICIOS vemos la temperatura de enfriamiento de todas las salas y cámaras de toda la planta así como la que tenemos en el interior del Túnel

CAPITULO III -DESARROLLO

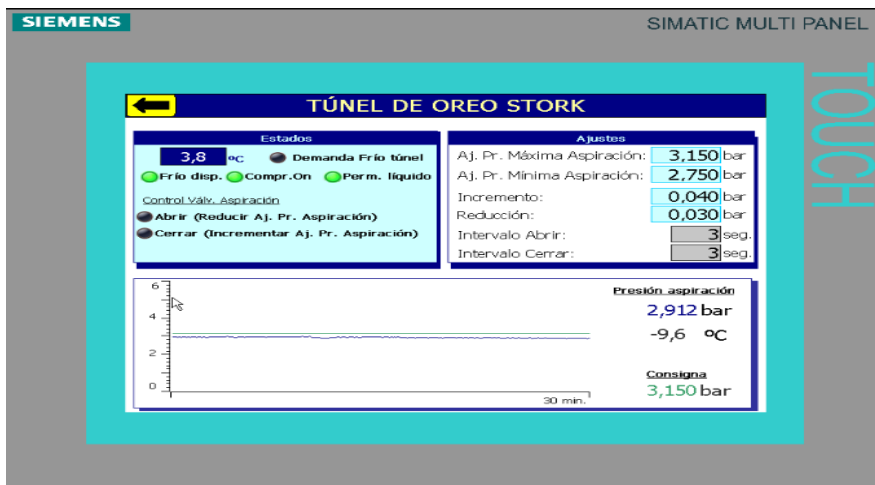


Ilustración 113 - Sistema túnel

Por último, cuando accedemos a la opción TUNEL DE ORO STORK podemos ver a que presión de aspiración nos encontramos, en este caso 2,912 bares y a la temperatura que se encuentra el Amoniaco a esa presión, que es de -9.6°C

4. CAPITULO IV – RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

Con la maniobra realizada los resultados obtenidos han sido los siguientes:

POLLO: Como estamos realizando la mayor aspiración posible, disminuimos el Delta T de los evaporadores.

Gracias a esta disminución mejora considerablemente la humedad relativa, disminuyendo así la merma, que es la cantidad de humedad que pierde la carne.

La merma está directamente relacionada con la humedad relativa del aire del túnel de oreo (cantidad de agua en el aire) y así mismo, la humedad relativa nos la “da” el Delta T (diferencia entre temperatura del amoniaco en el evaporador y la temperatura ambiente del túnel)

Para tener la mínima merma posible, menor pérdida de peso en el enfriamiento de la canal, se busca humedades relativas, lo más altas posibles para no “resecar” la carne, a menor Delta T, mayores humedades relativas consigue una humedad relativa del aire.

De esta misma manera se ha hecho una mejora de ingresos, aprovechando los kilogramos de pollo no perdidos.

ENERGETICAMENTE: Como aspiramos lo más alto posible, estamos mejorando muchísimo el COP de la instalación compresora, además de “hacer trabajar” más cómodos los compresores.

De la misma manera, al trabajar a caudal máximo, el rendimiento de los evaporadores también mejora, mejorando su COP.

REGULACIÓN: Cuando se paran las cadenas del transportador aéreo, el túnel tiene un sistema de seguridad poniéndose en modo antihielo a 2.5°C para que no lleguen a congelarse las canales de los pollos. Ahora con la modificación, teniendo la

CAPITULO IV – RESULTADOS Y CONCLUSIONES

válvula de presión de aspiración principal siempre abierta, los compresores empiezan a quitar capacidad poco a poco, sin llegar a pararse si no es necesario, regulando mucho más suave y sin castigar la instalación frigorífica.

4.2. CONCLUSIÓN

En este apartado vamos realizar unas conclusiones basándonos en los resultados obtenidos tras la realización de la maniobra en el túnel de oreo:

La propuesta realizada por Uvesa fue realizar un cambio en el funcionamiento que administra el frío en el interior del túnel, para ello se necesitaba un caudal de aspiración máximo (abierto 100%), y que los compresores realizasen una variación de la presión de aspiración.

Con un caudal de aspiración máximo conseguimos una gran disminución del Delta T en los evaporadores, disminuyendo así la merma, de esta misma manera se ha hecho una mejora en los ingresos, ya que se han aprovechado los kilogramos de pollo no perdidos.

Cuando hablamos del Coeficiente de Rendimiento o como de eficientes son los sistemas que trabajan para administrar el frío después del cambio, podemos atenernos a través de SCADA viendo como los compresores necesitan menor potencia para mantener el frío, lo que quiere decir que no tienen que rendir tanto como anteriormente ya que la temperatura interior del túnel se encuentra mucho más estable, manteniéndose siempre cerca de la temperatura objetivo. Con todo esto, hacemos trabajar más cómodos, o no tan forzados, puesto que anteriormente igual el túnel demandaba frío bruscamente a los compresores.

Como conclusión global, podría destacar que el concepto de mantener los compresores a una misma potencia durante todo un periodo de trabajo con la idea de una mayor estabilidad de funcionamiento y cuidado de estos es totalmente erróneo, ya que aumentando o disminuyendo la demanda de potencia de los compresores

CAPITULO IV – RESULTADOS Y CONCLUSIONES

cuando sea necesaria, pese a no ser tan estable como antes, como no tenemos cambios muy bruscos mejoramos su COP y la administración de frío en el túnel.

Un planteamiento a desarrollar en un futuro o mejora para la empresa, en base a mi poca experiencia como trabajador en esta, añadiría una mejora que supondría un mayor ahorro energético y económico para el sistema de frío, así como una mayor seguridad al túnel:

Como ya he comentado con anterioridad, cuando la cadena transportadora de pollos en el interior del túnel se para, se activa un sistema de seguridad poniéndose en modo antihielo para que los pollos no se puedan congelar más de la cuenta.

Partiendo de esta idea, y viendo que a veces durante la matanza la cadena que circula por el interior del túnel no se ha parado, pero que esta entra vacía (sin pollos colgados) durante un largo periodo de tiempo, ya sea por diferentes motivos como averías en el GP (zona entrada jaulones), en las distintas máquinas de evisceración o que se caen los pollos en cualquiera de las transferencias de cadenas anteriores al túnel hacen que al seguir circulando la cadena pero sin la entrada de pollos calientes, durante minutos, e incluso horas que contrarrestan la potencia de frío bajen las temperaturas hasta los -5 o -6 grados.

Llegar a esas temperaturas, supondría un riesgo mayor donde se congelaría las cadenas llegando a parar el túnel, incrementando aún más el tiempo de parada y de matanza, todo esto traducido en mayores pérdidas económicas.

Lo lógico sería que el encargado del túnel cuando esto ocurre que lo apagase, pero por distintos motivos o descuido, si no se puede apagar deberíamos implementar un sensor en la entrada del túnel donde activase la parada del enfriamiento del túnel si llevase un tiempo determinado sin detectar pollo colgado dirigido hacia el interior de este.

Para el desarrollo de esta idea, simplemente necesitaríamos un sensor capacitivo bien posicionado, puesto que no todos los pollos son del mismo tamaño y en una posición errónea donde el pollo sean pequeño podría no ser detectado. Este sensor tendría que ser cableado hasta la entrada de nuestro sistema de control ZELIO, donde después de realizar un Grafcet de desarrollo del sistema, lo implementaríamos en el código Software, conexionando a la salida de este la parada del frío.

5. CAPITULO V - BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Tipos de túneles y congelaciones». [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=r7y3XuFAB8UC&pg=PA142&lpg=PA142&dq=tunel+de+frio+antiguos+2000&source=bl&ots=VPUJwmvXkt&sig=ACfU3U3r5wsWQGkyJ5G5Zy--kLO9fUgYiw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTjq_2yvrmAhXy6OAKHSAmAQwQ6AEwEXoECAsQAQ#v=onepage&q&f=false.
- [2] «Evaporador». [En línea]. Disponible en: <https://www.camarasfrigorificas.es/blog/como-elegir-evaporadores-camara-frigorifica/>.
- [3] «Tipos de evaporadores». [En línea]. Disponible en: <https://frigoristas.wordpress.com/evaporadores/>.
- [4] «Desescarche - 1». [En línea]. Disponible en: <https://www.camarasfrigorificas.com/el-proceso-de-desescarche/>.
- [5] «Desescarche - 2». [En línea]. Disponible en: <https://www.cofrico.com/consejos-tecnicos/tipos-de-desescarche-en-funcion-del-tipo-de-instalacionnoticias-2/>.
- [6] «Ventilador y tipos». [En línea]. Disponible en: http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm.
- [7] «Ventilador». [En línea]. Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/enfriamiento-por-aire-forzado/>.
- [8] «Tipos de Ventiladores». [En línea]. Disponible en: http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm.
- [9] «Partes de un condensador». [En línea]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_\(termodin%C3%A1mica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_(termodin%C3%A1mica)).
- [10] «Condensador». [En línea]. Disponible en: <https://blogquimobasicos.com/2015/04/23/condensador-y-evaporador-sus-principios-fundamentales/>.
- [11] «Condensador Evaporativo». [En línea]. Disponible en: <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/que-es-un-condensador-evaporativo.html>.
- [12] «Panel Continuo». [En línea]. Disponible en: <http://refriclim.com/es/productos/panel-frigorifico/panel-sandwich-industrial/?lang=es>.
- [13] «Panel con gancho». [En línea]. Disponible en: <http://refriclim.com/es/productos/panel-frigorifico/panel-de-gancho/?lang=es>.
- [14] «Paneles Suelos y Techos». [En línea]. Disponible en: <https://www.camarasfrigorificas.com/panel-sandwich/>.
- [15] «Válvula de expansión y tipos». [En línea]. Disponible en: <https://tuaireacondicionado.net/la-valvula-de-expansion/>.
- [16] «Válvula solenoide». [En línea]. Disponible en: <https://tuaireacondicionado.net/valvula-solenoide-funcionamiento/>.

- [17] «Estación de válvulas». [En línea]. Disponible en: <https://www.danfoss.com/es-es/products/valves/dcs/icf-flexline-valve-station/#tab-overview>.
- [18] «Elección de Tubería». [En línea]. Disponible en: <https://coolproyect.es/2017/05/07/diseno-y-calculo-de-tuberias-frigorificas-i/>.
- [19] «Latiguillo Antivibratorio». [En línea]. Disponible en: https://www.emmeti.com/portal/es/productos/calefaccion-y-ecoenergia/tipologia/60788_productTipology/familia/67028_productFamily/products/67273_productItem/.
- [20] «Separador de líquido». [En línea]. Disponible en: <http://www.carly-sa.es/Seleccion-del-separador-de-liquido-.html>.
- [21] «Recipiente de líquido». [En línea]. Disponible en: <https://www.tecnac.net/es/products/liquid-receivers/horizontal-and-vertical-liquid-receivers-for-r410a/rh-42/>.
- [22] «Filtro deshidratador». [En línea]. Disponible en: <https://blogquimobasicos.com/2017/02/15/un-filtro-deshidratador-o-secador-correcto-puede-hacer-la-diferencia-en-el-funcionamiento-del-sistema2/>.
- [23] «Eliminación de Incondensables». [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TFG%20UVESA/tfg%20alguien.pdf>.
- [24] «Filtro retorno de aceite». [En línea]. Disponible en: <https://www.directindustry.es/prod/carly/product-17640-886401.html>.
- [25] «Recipiente Antigolpe de Líquido». [En línea]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=vQcusuzVPssC&pg=PA136&lpq=PA136&dq=recipiente+antigolpe+de+liquido&source=bl&ots=nJ67x8fhxK&sig=ACfU3U2v_qpt9p2_Vi_uWdrMtJah9Z5Qgjj&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewi8lszA5sHmAhWJA2MBHZFRDx4Q6AEwEnoECAkQAQ#v=onepage&q=recipiente%20antigolpe%20de%20liquido&f=false.
- [26] «NH3 - AMONIACO». [En línea]. Disponible en: <http://enfrio.es/ventajas-de-amoniaco-nh3-en-camaras-frigorificas-para-fruta-y-citricos/>.
- [27] «Glicol». [En línea]. Disponible en: <http://enfrio.es/ventajas-de-amoniaco-nh3-en-camaras-frigorificas-para-fruta-y-citricos/>.
- [28] «Freón». [En línea]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Fre%C3%B3n>.
- [29] «Arduino». [En línea]. Disponible en: http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf.
- [30] «Raspberry pi». [En línea]. Disponible en: <https://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi/>.
- [31] «Zelio Logic». [En línea]. Disponible en: <https://areatecnologia.com/electricidad/zelio-plc.html>.
- [32] «SCADA». [En línea]. Disponible en: <http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihtm/descargar/scada.pdf>.
- [33] «Tipos de sensores». [En línea]. Disponible en: <https://vestertraining.com/sensores-plc/>.
- [34] «Sensor De Temperatura». [En línea]. Disponible en: <https://www.inor.com/produkt/ipaq-hplus/>.

CAPITULO V - BIBLIOGRAFÍA

- [35] «Sensor Capacitivo». [En línea]. Disponible en: https://www.automation24.es/sensor-capacitivo-ifm-electronic-ki6000-ki-3250nfpkg-pl-2p-us-io?previewPriceListId=1&refID=adwords_shopping_ES&gclid=Cj0KCQiA2ITuBRDkARIsAMK9Q7OBS3F93MCgKhFPqO7Gf__5C6xK9p2ji4dKQhvhEzAJVIiTZdg0GsIaAtUdEALw_wcB.
- [36] «Evaporación flotante». [En línea]. Disponible en: <https://pablojrguez.wordpress.com/2014/02/22/evaporacion-flotante/>.
- [37] «Temperatura bulbo húmedo». [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Term%C3%B3metro_de_bulbo_h%C3%Bamedo.
- [38] «Régimen de inundado 1». [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/94718861/EVAPORADORES-INUNDADOS>.
- [39] «Régimen de inundado 2». [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=mNZaIZe66VM>.
- [40] «COP». [En línea]. Disponible en: <https://mx.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/cop-coefficient-ofperformance.html>.
- [41] «Recopilación de conceptos para el marco teórico». [En línea]. Disponible en: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/473pub.pdf>.



Relación de documentos

(X) Memoria	108	páginas
(_) Anexos	NN	páginas

La Almunia, a 05 de Febrero de 2020

Firmado: Álvaro Lozano Torre





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

Nº TFG:
424.19.18

Director:
Juan Carlos
Sánchez Catalán

Fdo:

Título TFG:

**Regulación de funcionamiento de un túnel de oreo
aéreo de pollos**

Autor:

Álvaro Lozano Torre

05/02/2020



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

Nº TFG:
424.19.18

Director:
Juan Carlos
Sánchez Catalán

Fdo:

Título TFG:

**Regulación de funcionamiento de un túnel de oreo
aéreo de pollos**

Autor:

Álvaro Lozano Torre

05/02/2020



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

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

Regulación de funcionamiento de un
túnel de oreo aéreo de pollos

Operation regulation of a chicken
aerial oreo tunnel

424.19.18

Autor: Álvaro Lozano Torre
Director: Juan Carlos Sánchez Catalán
Fecha: 05/02/2020



Autor: **Álvaro Lozano Torre**
(Director: Juan Carlos Sánchez Catalán)



METODOLÓGIA

- Análisis funcionamiento túnel y datos de partida.
- Búsqueda inconvenientes sistema.
- Planteamiento para mejorar la alimentación de frío del túnel.
- Realización Grafcet y desarrollo Software.
- Implementación Software en PLC.
- Implementación Hardware en PLC.
- Comprobación funcionamiento sistema actual.
- Recogida de datos y comparación con sistema anterior.

FUNCIONAMIENTO SISTEMA

ANTES

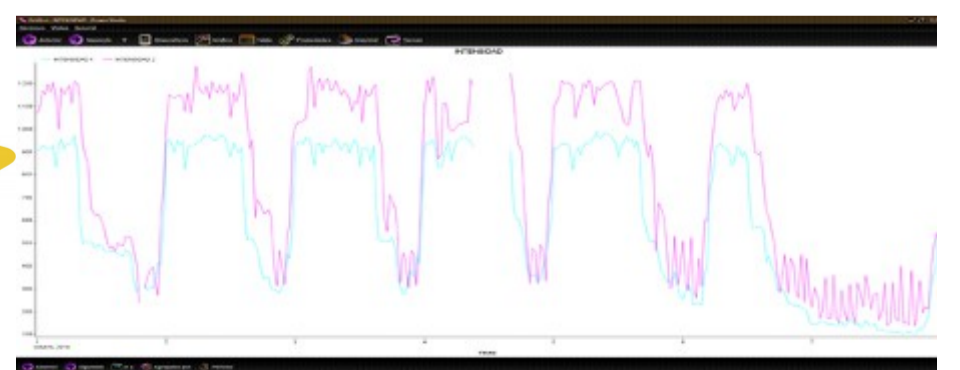
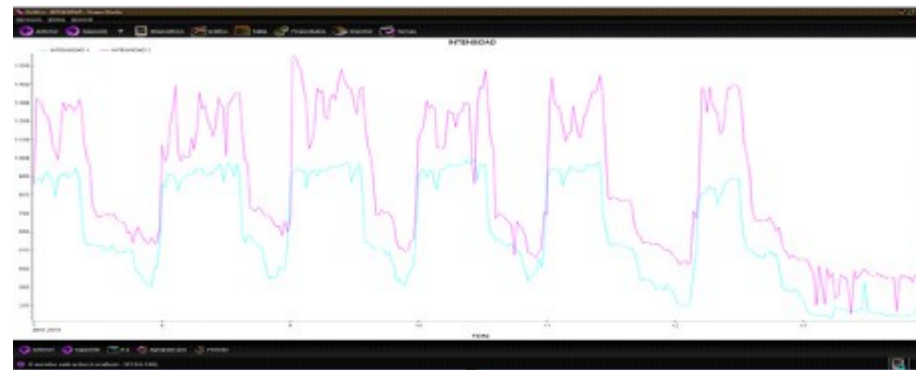
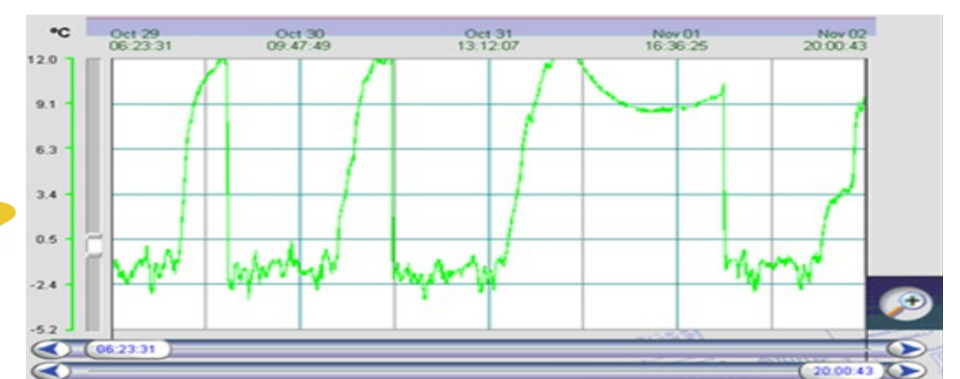
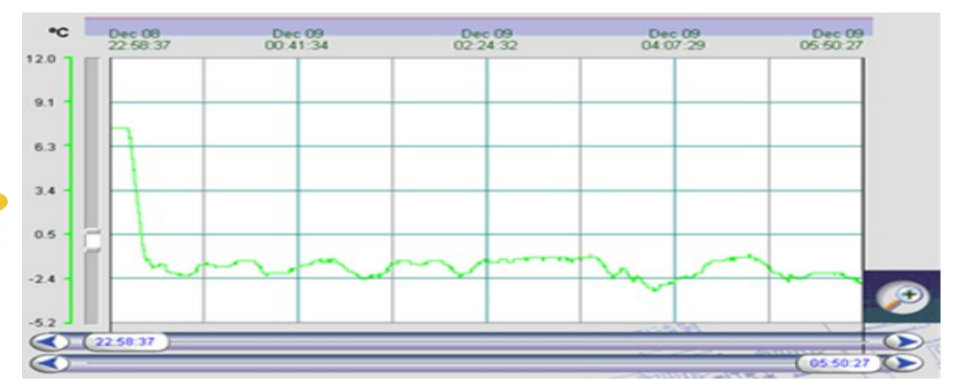
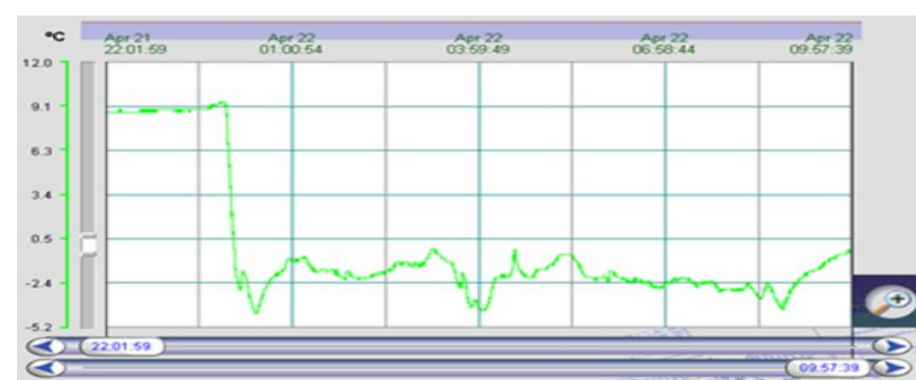
- Presión de aspiración constante
- Regulación del caudal de aspiración

DESPUÉS

- Presión de aspiración variable
- Caudal de aspiración máximo (abierto 100%)

RESULTADOS

- Mejora fluctuación de frío en el arranque del túnel.
- Estabilidad sistema en la producción diaria y semanal.
- Disminución lectura escala de intensidad, por tanto, disminución del consumo eléctrico.



CONCLUSIONES

- Se ha realizado un cambio de alimentación de frío a un túnel de oreo aéreo de pollos para conseguir una mejora tanto en la calidad y beneficios del producto como de los componentes que forman el circuito de frío.
- Teóricamente, se ha realizado y simulado el código software donde hemos diseñado las maniobras a realizar en Zelio, así como la implementación del cableado de manera física.
- También, de manera práctica se ha podido comprobar con resultados favorables, los cambios realizados en el sistema, donde vemos la apertura de la válvula general de aspiración consiguiendo un enfriamiento de la canal y una reducción en la merma.