

# **Automatización de Cámaras de Frío para Leche**

Víctor M Castro Rivas

PhD. Douglas Plaza

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

vmcastro@espol.edu.ec

douplaza@espol.edu.ec

## **Resumen**

*El presente informe consistió en el diseño de la automatización de dos cámaras de frío en la Empresa "Indulac" dedicada a la pasteurización de leche. Para la automatización de estas cámaras se implementó un sistema de control de temperatura a través de un PLC (Controlador Lógico Programable), difusores que permiten el enfriamiento de la leche en las condiciones indicadas y mediante parámetros de temperatura que permiten que la leche no llegue a un punto de congelación y realice un "defrost".*

*Para esto en el diseño se acopló diferentes dispositivos electrónicos que pudieran llevar a cabo las funciones necesarias para cumplir con los parámetros de temperatura. Para obtener los parámetros de temperatura se realizaron pruebas con las cámaras llenas de productos y sin producto debido a la infraestructura de las cámaras que no tenían una forma rectangular. Para solucionar el problema del enfriamiento adecuado se planteó implementar un tablero donde el operador pudiera seleccionar tanto manual como automático el sistema de enfriamiento, para ello se propuso cambiar la conexión de los difusores y realizar el sistema de control electrónico.*

**Palabras Claves:** *PLC, difusores y defrost.*

## **Abstract**

*This report was to design automation two cold rooms in Business "Indulac" dedicated to the pasteurization of milk. For the automation of these cameras system temperature control is implemented through a PLC (Programmable Logic Controller), diffusers that allow cooling of milk in the prescribed conditions and temperature parameters by allowing the milk does not reach a freezing point and make a "defrost".*

*For this design different electronic devices that could carry out the necessary measures to comply with the parameters temperature was coupled functions. For the parameters of temperature test chambers filled with products without product due to the infrastructure of the cameras did not have a rectangular shape were made. To solve the problem of adequate cooling was raised implement a board where the operator could select either manual or automatic cooling system, it was proposed to change the connection of the diffusers and perform electronic control system.*

**Keywords:** *PLC, diffusers and defrost.*

## 1. Introducción

La leche pasteurizada se somete durante un tiempo y una temperatura (80°C), lo suficiente para destruir microorganismos patógenos, aunque no sus esporas, que son formas de resistencia de los microorganismos. Cuando se alcanza el pH óptimo  $> 4.6$  tendremos una acidez baja luego de ese proceso se realiza su respectivo envasado, después del proceso de envasado, se debe tener un enfriamiento final que tiene lugar en la cámara de frío donde estas lo deben mantener en un rango de 4°C hasta unos -5°C. No se puede considerar como un producto de larga duración, por lo que debe mantenerse en refrigeración y consumir en un plazo de 2 a 3 días, se comercializa como leche fresca del día.

El inconveniente con este producto es que si no permanece a la temperatura ya mencionada puede ocasionar que el consumidor final se vea afectado. Por esto se propuso automatizar las cámaras de frío debido a las eventualidades que se pudieran presentar al momento de una operación manual, cuando el operario no mantenga la temperatura en el rango de enfriamiento, al momento de no tener en cuenta el tiempo de “defrost” y olvidar cerrar la válvula de amónico que abre y cierra el paso de este a los difusores para enfriar la cámara ya que si este incrementa su temperatura al ambiente esto ocasionara que los microorganismos patógenos que quedaron en un estado neutro puedan reactivarse y reproducirse ocasionando que la leche cambie su pH y su acidez produciendo que la leche se corte y ya no esté apta para el consumo humano.

## 2. Metodología o solución tecnológica implementada

Para dar una solución a las cámaras de frío de forma automática y manual se procedió a revisar los equipos que la empresa ya había adquirido para la implementación de estas cámaras y equipos necesarios para las líneas de amoníaco y “defrost”.

### 2.1 Análisis y revisión de los equipos adquiridos por la empresa

En la fábrica se encontró dos difusores para ser acoplados en nuestro sistema de automatización, al momento de revisar cada difusor se pudo observar que se encontraba conectados los cuatro moto-ventiladores en un solo encendido.

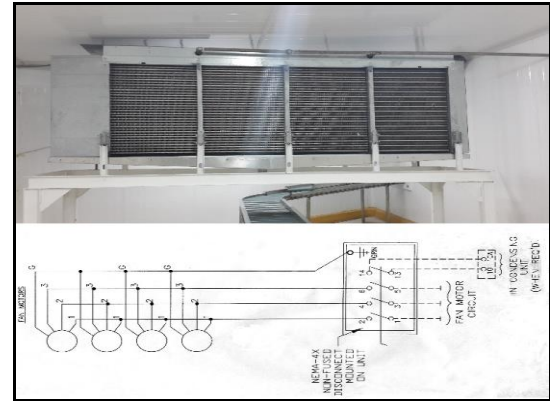


Figura 1. Conexión de difusor inicial.

### 2.2 Revisión de las líneas de suministro para el enfriamiento

Para el enfriamiento se necesitan dos líneas de suministros que son:

- **Amoniaco**

El amoníaco, llamado en otro tiempo álcali volátil, álcali flúor, espíritu de sal, es una sustancia naturalmente gaseosa [1].

En esta fábrica se realiza la refrigeración por compresión, constan de un evaporador, en el que se evapora el refrigerante (amoníaco) produciendo frío [2].

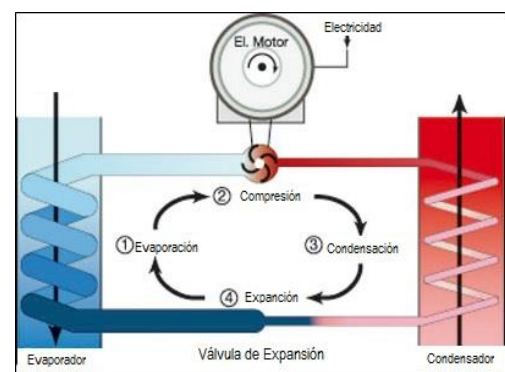


Figura 2. Refrigeración por compresión

En los difusores se tienen válvulas solenoides normalmente cerradas para el paso de amoníaco las cuales se deberán energizar a 220 [V] para que estas puedan realizar su accionamiento mecánico y abrir el paso para enviar amoníaco al difusor

- **Agua**

El agua que utilizamos normalmente suele tener disueltas otras sustancias, sobre todo sales minerales, El agua cambia de un estado a otro si variamos su temperatura [3].

El agua cuando llega a los difusores circula por una tina que realiza la circulación por las parrillas de los mismos y se produce el “defrost” con los moto-ventiladores encendidos.

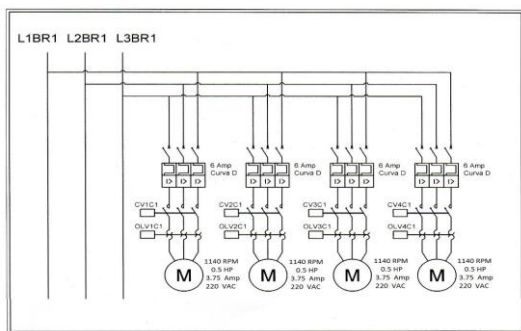
La circulación de agua para los difusores viene directamente de la calle para esto se debe controlar el paso en la línea el paso con unas válvulas solenoides normalmente cerradas.

### 3. Resultados Obtenidos

Para solucionar el problema del enfriamiento adecuado se planteó implementar un tablero donde el operador pudiera manipular tanto manual como automáticamente el sistema de enfriamiento, para ello propuso cambiar la conexión de los difusores y realizar el sistema de control electrónico.

#### 3.1 Cambio de la conexión de los difusores

La conexión de los difusores iba a ocasionar inconvenientes al momento de que uno de estos dejara de funcionar como se lo observó inicialmente. Para ello se propuso realizar el encendido individual de cada moto-ventilador con la finalidad de monitorear si cada uno de ellos deja de funcionar individualmente.



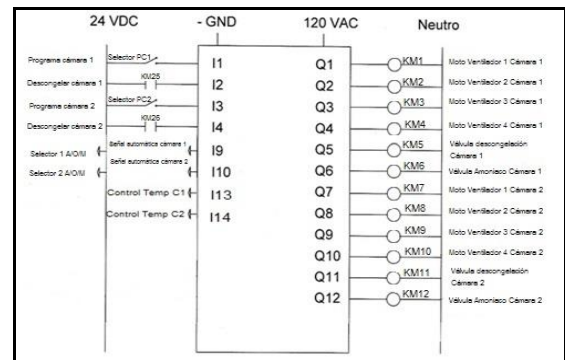
**Figura 3.** Conexión individual de los moto-ventiladores

#### 3.2 Diseño e implementación del sistema manual y automático de enfriamiento

Para realizar el diseño se tuvo que proceder a programar el PLC e interconectar el sistema manual y automático para su respectivo funcionamiento.

#### 3.2.1 Conexión del PLC

Para el sistema automático se usó los parámetros ya establecidos de temperatura, tiempos de encendidos y apagados de los moto-ventiladores para realizar los diferentes cambios, en los dos sistemas se tiene que tener en cuenta las válvulas solenoides para paso de amoníaco y para realizar el “defrost”.

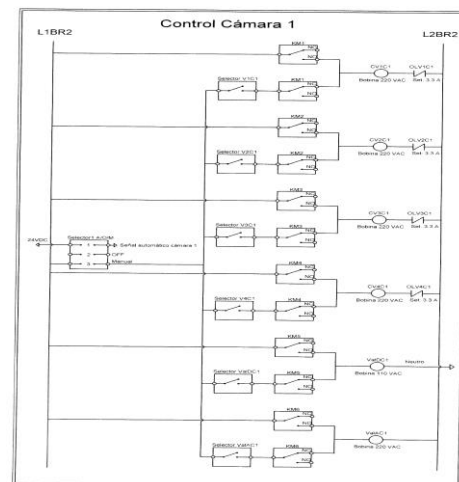


**Figura 4.** Conexión de entradas y salidas del PLC

Las entradas y salidas del PLC se debe saber que el PLC que se utilizó para el proyecto fue un GE VersaMax de 40 entradas y 24 salidas de las cuales se está usando ciertas entradas y salidas, mientras las otras se encuentran en RESERVA.

#### 3.2.2 Diseño del sistema de control electrónico

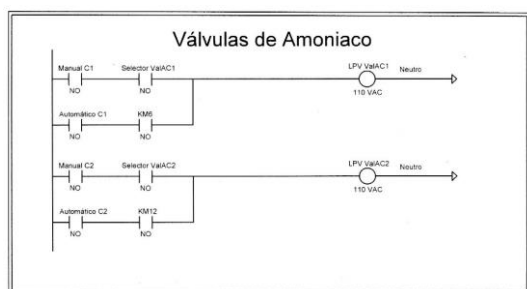
Para el diseño del control se tuvo en consideración la programación del PLC sus entradas y salidas. Con esta conexión se procedió a analizar los voltajes de alimentación de las válvulas de amoníaco y “defrost”, moto-ventiladores requeridos para realizar el diagrama de interconexión tanto para el funcionamiento manual como automático



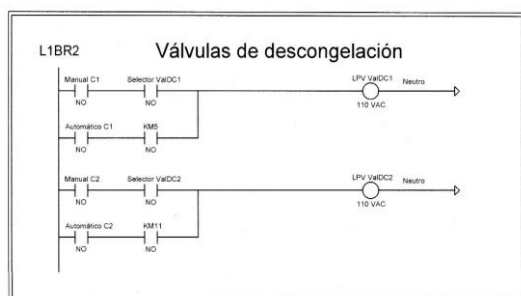
**Figura 5.** Control de cámara de frío

El control del sistema teniendo en cuenta que el panel posee para el encendido 3 posiciones automático, off y manual. En el modo automático se realizará de acorde al programa ya establecido en el PLC, en el off será la posición de apagado del sistema y en el modo manual se adecuó el sistema para que se pueda seleccionar lo que el operador necesite del sistema.

Por último se tiene que visualizar los encendidos con luces pilotos de los diferentes equipos a usar como se muestra a continuación.



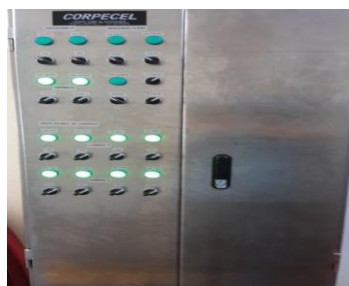
**Figura 6.** Luces piloto manual y automático para las válvulas de Amoniaco



**Figura 7.** Luces piloto manual y automático para las válvulas de "Defrost"

### 3.2.3 Implementación del sistema en un tablero

Para realizar la implementación de conexión y cableado en el tablero se tenía que tener en cuenta la posición de cada selector y luz piloto.



**Figura 8.** Tablero de cámaras de enfriamiento

## 4. Conclusiones

- A partir de la automatización de las cámaras se pudo ver que el producto permanece en las condiciones óptimas de temperatura para su respectiva distribución. Por qué a través de los cambios de los difusores se obtuvo un mejor monitoreo en los moto-ventiladores y así puede evitar que la temperatura descienda o que demore en enfriar las cámaras.
- La implementación de manera automática beneficia al personal de operación en los turnos nocturnos en solo tomar registros para saber cómo se encuentra cada cámara y a la vez el sistema de control del tablero les permite saber que se encuentra encendido o apagado

## 5. Agradecimientos

Primeramente agradezco a Dios por su misericordia en mi vida, a mi madre por su esfuerzo y apoyo al culminar mi carrera y al Ing Manzur Hanna.

Por ultimo les agradezco a todas personas que me ayudaron a que esta meta se vuelva una realidad en mi vida.

## 6. Referencias

[1] Enciclopedia Española del Siglo Diez y Nueve, Amoniaco, <https://books.google.es/books?id=LZxeAAAaAAJ&pg=RA3-PA251&dq=amoniaco+es&hl=es&sa=X&ei=Rd7TVJuxIoOmgwSSsICwBw&ved=0CB8Q6AEwADgK#v=onepage&q=amoniaco%20es&f=false>  
Fecha de consulta enero 2015.

[2] Mundo HVACR, Refrigeración con Amoniaco, <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2009/03/refrigeracion-con-amoniaco/>  
Fecha de consulta enero 2015.

[3] junta de andalucia, Agua, <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41010061/WEB%20JCLIC2/Agrega/Medio/Agua/El%20agua/contenido/>  
Fecha de consulta enero 2015.