

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I

Proyecto tecnológico

Implementación de un sistema de recirculamiento de agua en una máquina de cubos de hielo

Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Alumna:

Cruz Chagoya Ofelia

Matricula:

205201467

Asesor:

Dr. Antonio de Ita de la Torre

Trimestre 17-P

Ciudad de México, a 26 de Julio de 2017

Declaratoria.

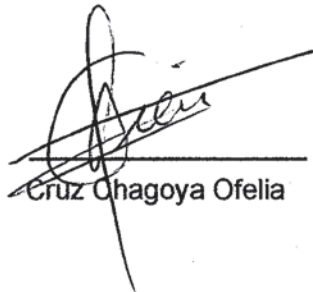
Yo, Dr. Antonio de Ita de la Torre, declaro que aprobé el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Dr. Antonio de Ita de la Torre

Declaratoria.

Yo, Cruz Chagoya Ofelia, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Cruz Chagoya Ofelia

Dedicatoria.

A:
Mi familia que siempre estuvo unida hasta en los momentos más difíciles.

Agradecimientos.

Primero quiero agradecer a mi amada Universidad Autónoma Metropolitana y a los profesores, por abrirme sus puertas y brindarme los conocimientos en Ingeniería Mecánica.

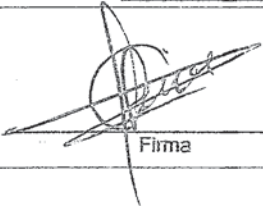
PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta: Fecha: PI-A-MEC

DATOS DEL ALUMNO

Nombre: Matrícula:

Correo personal:


Firma

ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa:

No. económico: Adscripción/Departamento/Sección:

Área de investigación:

Correo institucional:


Firma

COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal:

No. económico/Teléfono: Adscripción/Puesto:

Área de investigación/Departamento:

Correo electrónico:

Firma

MODALIDAD DEL PROYECTO

Proyecto tecnológico Proyecto de investigación Estancia profesional Experiencia profesional


TÍTULO DEL PROYECTO

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación: No Sí Clave (?):

OBJETIVO GENERAL

UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	<input type="text" value="SI"/>	Inicio <input type="text" value="17-1"/>
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II	<input type="text"/>	Término <input type="text"/>
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica	<input type="text"/>	17-P <input type="text"/>

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

Ing. Romy Pérez Moreno

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
CBI DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

COORDINACIÓN DE MECÁNICA
Sello de la Coordinación de Estudios

Resumen.

En el proyecto que se presenta a continuación, se diseñó y fabricó un sistema de recirculamiento de agua en una máquina generadora de cubos de hielo y la elaboración de manuales de usuario y mantenimiento.

Se escogieron los materiales y recipientes, de acuerdo a la simplicidad de reposición y mantenimiento.

Se compararon los tiempos de gastos de agua entre diferentes dimensiones de corte de la barra de hielo.

Por último, se muestra la fabricación y ensamble de las diferentes partes, junto con los cálculos y sus respectivos esquemas y fotografías. Así como, los resultados de las pruebas de recirculación comparativas entre los depósitos de estudio.

Tabla de contenido.

Portada.	¡Error! Marcador no definido.
Declaratoria.	2
Declaratoria.	3
Dedicatoria.	4
Agradecimientos.	5
Resumen.	7
Tabla de contenido.	8
1 Introducción.	10
1 Antecedentes.	10
2 Justificación.	11
3 Objetivos.	12
3.1 Objetivo general.	12
3.2 Objetivos específicos.	12
4 Marco Teórico.	12
4.1 Definiciones.	12
Figura 1. Esquema representativo de un sistema cerrado. Un equipo frigorífico que no permite transferencia de masa desde su espacio refrigerado, donde el límite es la estructura externa. Para que este conserve la temperatura inferior, T_L, se necesita que se efectúe trabajo sobre el sistema, por medio de un compresor de gas, o de lo contrario intentara llegar a un equilibrio térmico con sus alrededores hasta la temperatura más alta, T_H, por transferencia de calor.	13
4.2 El principio de la refrigeración.	15
Figura 2. Proceso de enfriamiento latente y sensible. El calor del espacio tomado por el agua es cedido al hielo.	16
4.3 Definición de una máquina de hielos.	16
4.4 Descripción técnica de la máquina generadora de cubos de hielos.	17
4.5 Características de funcionamiento de una fábrica de hielo.	20
4.6 Primeras máquinas de producción de hielo.	23

4.7 La máquina generadora de cubos de hielos y el medio ambiente.	25
5 Desarrollo del proyecto.	29
5.1 Planteamiento del problema.	29
5.2 Propuesta de un sistema de recirculación de agua.	30
5.2.1 Razones de la propuesta.	30
5.2.2 Componentes del sistema de recirculación del agua.	30
5.2.3 Instalación del sistema de recirculación de agua.	30
5.2.4 Funcionamiento del sistema de recirculación de agua.	31
5.2.5 Caudal.	31
5.2.6 Selección de la bomba de recirculación.	31
5.2.7 Determinación de la Cabeza Total de la Bomba.	32
5.2.8 Consideraciones.	32
6 Resultados.	33
6.1 Análisis experimental de la máquina generadora de cubos de hielos.	33
Tabla 2 . Comportamiento del sistema de recirculación del agua.	34
7 Análisis y discusión de resultados.	35
Grafica 1. Efecto de la temperatura en la descarga y alimentación al sistema de recirculamiento.	35
Grafica 2 Efecto de los caudales de descarga y alimentación al sistema de recirculamiento.	36
8 Conclusiones.	37
9 Referencias Bibliográficas.	38
10 Entregables comprometidos en la propuesta.	39
10.1 Manual de usuario.	39
CORNELIUS	39

MODELO- IAC – 550 _____ SERIE – ED2728949

39

10.2 Declaratoria de máquina de hielos con las adaptaciones correspondientes.
_____ ¡Error! Marcador no definido.

1 Introducción.

Del total del agua existente en la Tierra, el agua dulce disponible en aguas superficiales y en la atmósfera es de tan solo 0.16%, del cual día a día se incrementa su grado de contaminación y desperdicio a cifras alarmantes por la desmedida inconciencia de la especie humana. Por lo tanto, el aprovechamiento máximo de los recursos naturales de este planeta, como lo es el agua, debe crecer proporcionalmente a su explotación, a su contaminación y a su desperdicio.

Hoy en día, máquinas de diferentes procesos y productos que dependen del consumo de agua; no consideran, en sus procesos, el reciclado y/o la reutilización del recurso hídrico. Convirtiéndose en parte de la enorme lista de factores y/o fenómenos que ocasionan la escasez potable de este vital líquido.

La reutilización de aguas residuales a partir de subsistemas mecánico-eléctricos de recirculamiento para determinadas máquinas, como el agua de reposición en sistemas de refrigeración, puede suponer una fuente de ahorro importante en términos económicos, pero sobre todo es un paso hacia adelante desde el ámbito ecológico, mediante la reducción del volumen de agua de descarga, buscando el aprovechamiento máximo de este valioso recurso natural.

1 Antecedentes.

Caballero Magdaleno (2012), muestra una propuesta para diseñar un sistema de recirculamiento de agua de enfriamiento para un proceso de destilación de mezcal artesanal en el cual se hace una elección de bomba que cubra las necesidades que se requieren para este proceso tomando en cuenta las pérdidas en el sistema hidráulico y en la descarga. El sistema se compone de un equipo de bombeo para elevar el agua caliente a cierta altura

considerando el caudal. Se tiene como objetivo alimentar una torre de enfriamiento atmosférica, la cual tiene un arreglo de aspersion que expone al agua al medio ambiente.

2 Justificación.

Se propone realizar adaptaciones a las máquinas generadoras de hielo que además de poseer un proceso de refrigeración, contiene un proceso de calentamiento para separar el hielo del recipiente. Estas adaptaciones involucran el diseño e implementación de un sistema para el recirculamiento de agua en una máquina de hielos, esto debido a una pérdida constante de agua generada por el descongelamiento de las charolas, este proceso es necesario para sacar los cubos y poder servirlos a los usuarios.

El proyecto pretende corregir las fallas antes descritas, con lo que se espera obtener un ahorro en el agua destinada para este fin, como adición, se busca también reducir el impacto al medio ambiente, ya que el equipo es un modelo antiguo sin las regulaciones actuales en materia ambiental y aumentar la eficiencia del mismo, que permita el aprovechamiento máximo del vital recurso hídrico.

Así mismo, se realizará un manual de funcionamiento y mantenimiento del aparato, al no contar con uno que ayude a los usuarios, ya que, al ser un modelo viejo, es necesario realizar los procedimientos adecuados para su uso, a fin de evitar desperfectos. De igual manera, se requiere especificar el proceso de mantenimiento con el objetivo de mantener el equipo en óptimas condiciones.

3 Objetivos.

3.1 Objetivo general.

Implementar un sistema de recirculamiento de agua para una máquina de cubos de hielo.

3.2 Objetivos específicos.

Diseñar y adaptar un sistema de recirculamiento que recicle el agua que desperdicia el dispositivo al generar cubos de hielo.

Elaborar un manual de usuario con todas las operaciones que realiza la máquina.

Elaborar un manual de mantenimiento que describa las operaciones de cuidado para la máquina.

4 Marco Teórico.

4.1 Definiciones.

Debido al tópico de estudio en este documento es ineludible empezar a definir ciertos conceptos básicos y su forma correcta de concebirlos, por lo tanto, también es necesario tener una base del lenguaje de la física y las matemáticas.

Sistema termodinámico¹, es un límite imaginario que con frecuencia coincide con un límite físico y todo sistema que interactúa con los alrededores evoluciona, ver figura 1, por lo tanto, es importante definir los conceptos de sistema, medio ambiente y de entorno o alrededores del sistema:

- Un *sistema* es una región cerrada por límites imaginarios que pueden ser rígidos o flexibles, pueden ser clasificados como cerrados, abiertos o aislados. Sistemas cerrados por ejemplo cuando no permiten la transferencia de masa a través de sus

¹ Holman J.P., Thermodynamics, 3d ed., McGraw-Hill, New York, 1980

límites, mientras que los sistemas abiertos permiten la transferencia de masa y energía. Entonces podemos entender que un sistema aislado, no tiene masa ni energía cruzando sus límites.²

- Se define el *entorno*, o alrededores del sistema, como todo aquello que no está incluido en el sistema y además es inmediato a él permaneciendo en contacto con el sistema.³
- Mientras que la percepción de *medio ambiente* se puede aplicar a aquella zona en la que sus propiedades intensivas son uniformes y no cambian significativamente como resultado del proceso que se efectúe.⁴

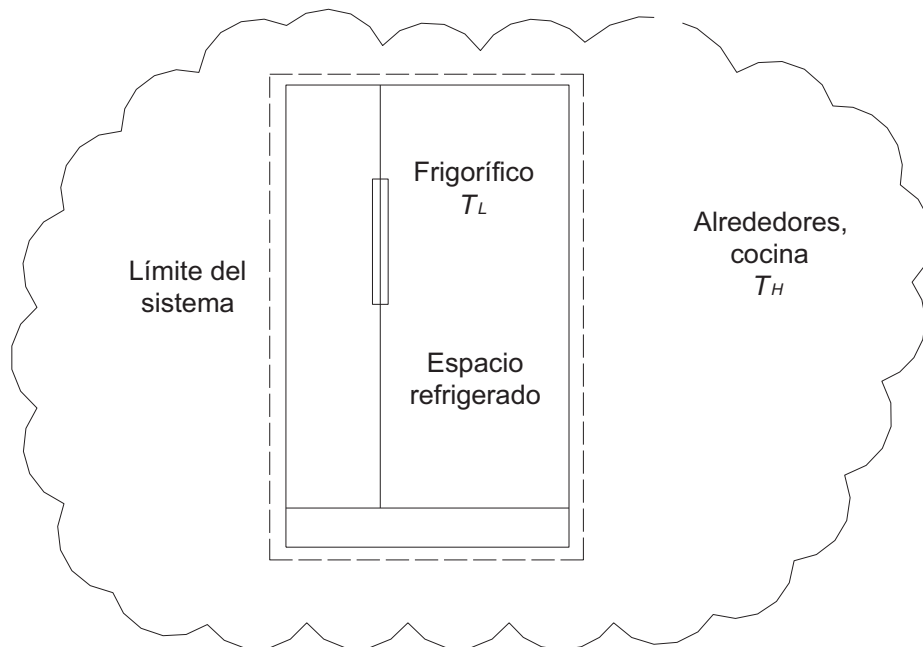


Figura 1. Esquema representativo de un sistema cerrado. Un equipo frigorífico que no permite transferencia de masa desde su espacio refrigerado, donde el límite es la estructura externa. Para que este conserve la temperatura inferior, T_L , se necesita que se efectúe trabajo sobre el sistema, por medio de un compresor de gas, o de lo contrario intentara llegar a un equilibrio térmico con sus alrededores hasta la temperatura más alta, T_H , por transferencia de calor.

² Van Wylen G.J. and Sonntag R.E., Fundamentals of classical Thermodynamics, 2d ed., Wiley. New York .1973.

³ Black W.Z., Hartley J.G., Termodinámica, 6ª reimpresión, ed. Compañía Editorial Continental, México 1999.

⁴ Idem.

⁴ Hatsopoulos G. N., and Keenan J. H., Principles of general thermodynamics, Wiley, New York, 1976.

Todos los sistemas termodinámicos constan de tres elementos fundamentales: la superficie imaginaria que limita al sistema; el volumen dentro de la superficie imaginaria (volumen del sistema ó volumen de control); y los alrededores, todo lo externo al sistema.⁵

Sistema de refrigeración

Se define como un sistema cerrado, en el cuál el proceso de absorción y liberación de calor se realiza por medio de un refrigerante que fluye en un ciclo de compresión de vapor creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en el evaporador y lo ceda en el condensador. (Ruano, 2012)

Según Ruano (2012), los sistemas frigoríficos están presentes en todos los sectores, uno de ellos es el sector comercial, que emplea cámaras aisladas donde se coloca el hielo producido en un sistema de refrigeración, en sus diferentes formas, como pueden ser bloques de hielo de distintas dimensiones. El hielo en cubo o en forma de tubo es empleado para el enfriamiento de bebidas embotelladas, o si cumple las condiciones sanitarias establecidas, para el enfriamiento de líquidos directos. El hielo en bloques es utilizado principalmente en la industria pesquera, pues de esta forma se garantiza que el pescado llegue fresco.

Uno de los sistemas de refrigeración más comunes es la refrigeración por compresión de vapor, donde la sustancia de trabajo cambia de fase de líquido a vapor en el evaporador y vuelve a ser líquido en el condensador. Según De Miranda (2010), Tiene cuatro etapas:

- a. Compresión: El compresor comprime el gas elevando su presión desde la presión de baja presión de evaporación hasta la presión de alta. La temperatura del gas también aumenta.
 - b. Condensación: En el condensador el refrigerante en estado vapor se enfría, se condensa pasando a estado líquido y se suben fría.
 - c. Válvula de expansión: El refrigerante en estado líquido se expande, bajando su presión desde la alta presión a la baja presión, disminuyendo la temperatura. Una parte del líquido se transforma en vapor.
 - d. Evaporación: El refrigerante se evapora completamente, absorbiendo el calor del medio a enfriar.
-

4.2 El principio de la refrigeración.

A mediados del siglo XIX la única manera de mantener objetos a bajas temperaturas era la ventilación y el almacenamiento de hielo, esto propició que se comenzara a trabajar en la creación de sistemas de calefacción y enfriamiento.

Los primeros diseños, ideados por *Carnot en 1824* y posteriormente por *Sir William Thompson y Lord Kelvin en 1853*, fueron publicados en el *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* en los cuales proponían el desarrollo de dicho dispositivo, a partir de un gas que evolucionaba cíclicamente, era comprimido y expandido obteniendo así frío y calor.⁶

Aunque los primeros diseños para obtener dispositivos de enfriamiento fueran teóricamente realizables, los dispositivos que alimentarían la energía no estuvieron disponibles hasta el siglo XX (motores de combustión interna y motores eléctricos).

Dicho lo anterior, el calor deberá ser sustraído de un cuerpo, que se requiere enfriar, y ser transferidos a otro cuerpo cuya temperatura es inferior a la del cuerpo a enfriar. De aquí también podemos deducir que es evidente que refrigeración y calefacción son en realidad los extremos opuestos del mismo proceso.

Debido a que el calor tendrá a fluir de la región de alta temperatura a una región de baja temperatura, siempre se tendrá un flujo de los alrededores a la región refrigerada. Por lo que resulta necesario aislar la región de sus alrededores para limitar el flujo de calor.

La mayoría de los dispositivos de enfriamiento, (aire acondicionado y refrigeración) fueron principalmente desarrollados a partir de motores de combustión ya que su costo y mantenimiento eran inferiores al de cualquier dispositivo eléctrico. Debido a esto, al ser equipos de enfriamiento eléctricos, las máquinas generadoras de cubos de hielos no fueron populares en un inicio, por lo que el estudio de los nuevos gases también se vio afectado.

La velocidad a la que el calor deberá ser eliminado de una región o un cuerpo refrigerado, con objeto de tener las condiciones adecuadas de temperatura se llama *carga de refrigeración o carga térmica*.⁷

⁶ Citado por Fernandez Diez P., "Termodinámica técnica", Cáp. IX "Rendimiento y exergía", Publicado en Internet, 2002: 1-18.

⁷ Roy J. Dossat, "Principles of refrigeration", 2nd. ed. Trans edition, adivision of John Wiley & Sons, Inc., 1980

En cualquier proceso de refrigeración, la sustancia empleada para absorber calor se le llama refrigerante. Todos los procesos de enfriamiento pueden clasificarse ya sea como sensible o latentes de acuerdo al efecto que el calor absorbido tiene sobre el refrigerante.

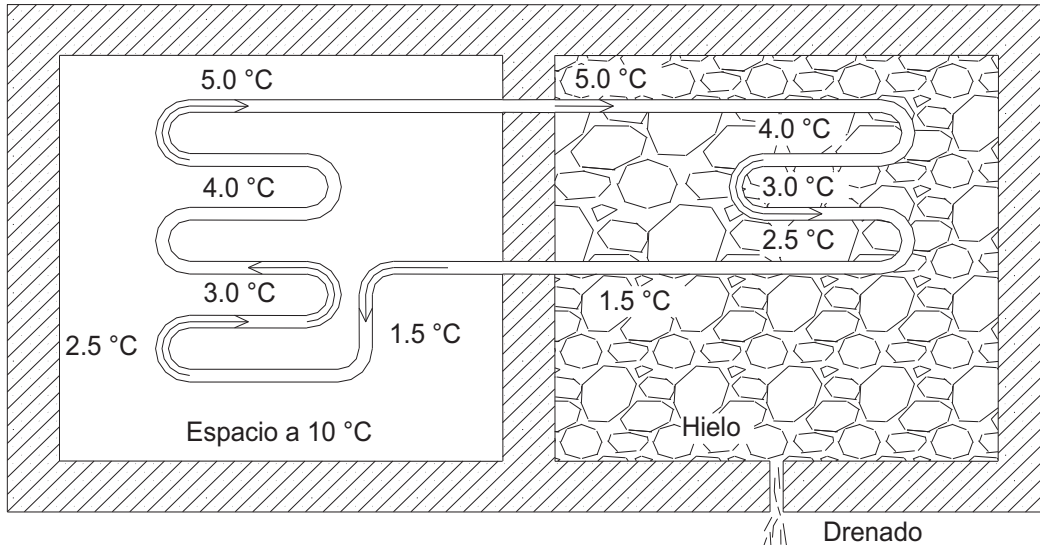


Figura 2. Proceso de enfriamiento latente y sensible. El calor del espacio tomado por el agua es cedido al hielo.

Cuando el calor absorbido provoca un incremento en la temperatura del refrigerante se dice que el proceso de enfriamiento es sensible, pero cuando el calor absorbido causa un cambio en el estado físico del refrigerante se dice que es un proceso de enfriamiento latente. Observe el proceso mostrado en la figura 2.

4.3 Definición de una máquina de hielos.

Una máquina de hielos es un dispositivo que nos permite llevar agua a su punto de congelación o de manera más específica la fabricación de hielos ya sea para consumo humano o bien para conservar productos por más tiempo, generalmente su uso va destinado a servicios de alimentos, restaurantes, bares, industria farmacéutica, supermercados, laboratorios químicos y algunos otros usos.

4.4 Descripción técnica de la máquina generadora de cubos de hielos.

Los componentes con los que cuenta una máquina de hielo son principalmente un abastecimiento o línea de alimentación de agua, un sistema de refrigeración, la bandeja de recogida y una bomba que se utiliza para poder llevar el agua hasta la bandeja de refrigeración. Cuando el agua se encuentra en estado sólido un serpentín de calefacción es el que se encarga de generar calor para que los hielos que se encuentran en la bandeja se aflojen y finalmente puedan recolectarse en la bandeja de recogida. La máquina de hielos cuenta con un sensor o interruptor automático que sirve para que este deje de producir hielo una vez que el contenedor se encuentre lleno.

Sistema de recirculación

Un sistema de recirculación de agua debe contar con los siguientes componentes: depósitos de agua, tuberías de suministro y retorno, bombas y una unidad de tratamiento de agua de manera opcional.

Bombas

Las bombas son dispositivos que transforman energía eléctrica a mecánica a partir de un motor, esta se transfiere a un fluido, generando energía hidráulica, en otras palabras, en energía cinética o de presión, la cual permite que el fluido pueda desplazarse de un lugar a otro, esto puede ser a diferentes alturas y diferentes presiones.

Para nuestro fin son de nuestro interés las bombas de tipo centrifugas o roto-dinámicas ya que estas cumplen con las características requeridas para este proyecto. El funcionamiento de este tipo de bombas consiste en hacer conducir el fluido hacia el exterior mediante un impulsor que cuenta con unos álabes que generan fuerza centrífuga que es la que impulsa el líquido hacia la carcasa de la bomba para posteriormente hacerlo conducir a través de alguna tubería de salida.

1. La unidad debe de estar ubicada bajo techo, en un ambiente controlado

2. La unidad debe de estar ubicada en donde pueda recibir aire de enfriamiento adecuado
3. Proporcionar la energía eléctrica correcta en la máquina
4. Determinar conexiones para el abastecimiento de agua.
5. Instalar las correctas conexiones de drenaje.
6. Nivelar la unidad y recipiente de agua.
7. Adecuar la presión correcta del agua
8. Se debe limpiar o higienizar el interior del depósito antes de usar.

Función y ubicación de cada componente

Recipiente: Contiene la carga de agua que se usa para cada ciclo de fabricación de cubos de hielo.

Válvula de entrada de agua: Se abre para permitir que agua entre al recipiente.

Sensor del nivel de agua: Controla el tamaño del cubo de hielo midiendo la cantidad de agua que se usa en un ciclo. El sensor se moverá ligeramente cuando la bomba esté encendida, esto es normal. A medida que la máquina hace hielo, baja el nivel de agua en el recipiente y la parte visible se desliza hacia abajo por la ranura en el cuerpo del sensor.

Controlador Auto IQ: Controla la operación completa de la máquina fabricante de hielo. La conecta y la desconecta; la cambia entre los ciclos; muestra información por medio de luces indicadoras y detiene la máquina si ocurre un problema.

Evaporadores/Compartimiento de congelación: Ubicación de los evaporadores. Se forma hielo en los evaporadores y se deja salir cuando se calienta durante el ciclo de recolección. El compartimiento de congelación está completamente aislado para obtener la eficiencia máxima.

Deflector de los cubos: Las ranuras en el deflector inclinado permiten que el agua que cae de los evaporadores se devuelva al recipiente, pero cuando caen cubos de hielo durante la recolección, éstos no pasan a través de las ranuras, sino se caen al depósito.

Bomba de agua: Mueve el agua desde el recipiente hasta la parte superior de los evaporadores. El motor está separado del agua del recipiente para reducir al mínimo el contacto con el agua.

Compresor: La bomba de vapor refrigerante. Mueve el refrigerante a través de las tuberías del sistema de refrigeración.

Válvula de gas caliente: Se cierra durante la congelación y se abre durante la recolección para desviar el gas refrigerante de descarga caliente a la entrada de los evaporadores.

Condensador: Descarga el calor que se genera durante la fabricación del hielo modelo enfriado por aire.

Se investigarán diferentes tipos de depósitos para el almacenamiento de agua para el sistema de recirculamiento.

También se seleccionará la bomba que cubra las necesidades requeridas para el proyecto. Por último, se escogerá el tipo de tubería a utilizar en base a la bomba escogida en el paso anterior.

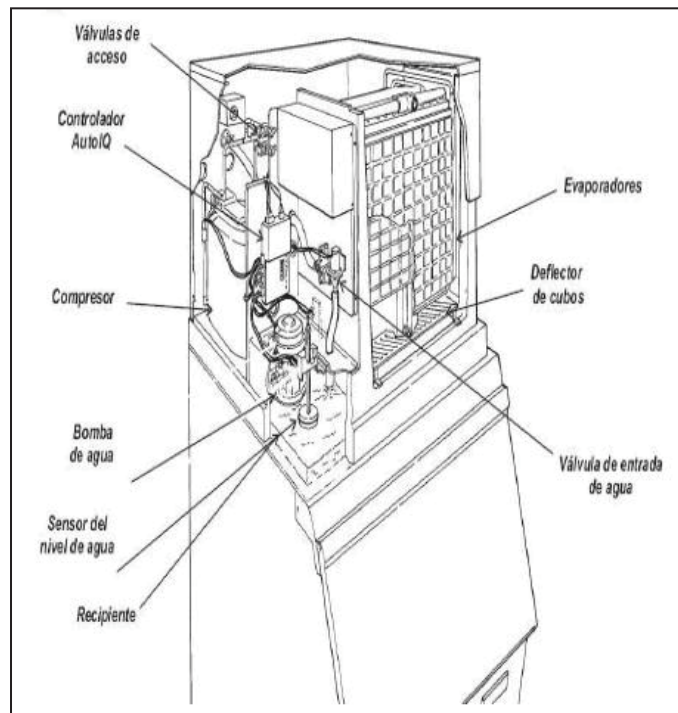


Fig.3 Máquina industrial generadora de cubos de hielos, indicando cada una de las partes que lo integran.

Fuente: Hielo Tube Machine-Factory, (2014)

4.5 Características de funcionamiento de una fábrica de hielo.

Según, Hielo Tube Machine-Factory (2014), los moldes de hielo de paredes delgadas en bastidores especialmente diseñados se llenan con agua previamente enfriada y se sumerge en un tanque donde salmuera fría (solución de sal) se hace circular alrededor de los moldes. El tamaño del tanque requerido está relacionado con la producción diaria.

Después de la congelación, un puente grúa levanta una fila de moldes y los transporta a un tanque de descongelación en el extremo del depósito de congelación, en el que se sumergen en agua para liberar el hielo de los moldes.

Las latas se inclinan para quitar los bloques, rellenos con agua fresca y reemplazados en el tanque de salmuera para un nuevo ciclo. Los bloques se deslizan y se almacenan ya sea en una sala de almacenamiento o distribuidos directamente como un bloque entero.

El hielo se fabrica cuando el agua es tratada quitando durezas, lo que determina el color y la dureza (menos dureza más transparencia). Luego, el agua es circulada por una caldera lo que determina el tamaño del hielo.

En el tanque de la caldera (que también contiene los tubos verticales) se expande un gas que puede ser freón o amoníaco previamente comprimido, al expandirse el gas la temperatura en la caldera baja hasta menos de -20°C lo que hace que el agua que está circulando en los tubos verticales se comience a congelar desde afuera hacia adentro, una vez que el caudal del agua casi se queda en cero debido a la obstrucción de los tubos por congelamiento del agua, se deja de meter el gas (freón o amoníaco) en la caldera, el gas es retirado por el compresor.

Finalmente; se introduce vapor de agua en la caldera y el hielo formado en los tubos verticales se desprende y cae sobre unas cuchillas giratorias que lo cortan en partes más pequeñas.

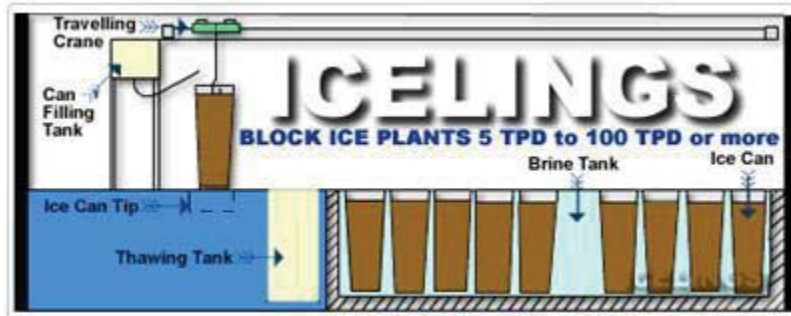


Figura 4: Planta de producción de bloques de hielo de 5ton/día.

Fuente: Hielo Tube Machine-Factory, (2014)

Refrigerante

Un refrigerante se define como “un medio de transmisión de calor que absorbe calor al evaporarse a baja temperatura y lo cede al condensarse a alta temperatura y presión” (Salcedo, 2005), y según Renedo (2010), este proceso tiene lugar con cambios de estado del fluido.

Según Salcedo (2005), para que una sustancia refrigerante sea adecuada debe tener ciertas propiedades químicas, físicas y termodinámicas, las cuales deben garantizar su aplicación; entre estas propiedades encontramos:

Baja temperatura de ebullición	Químicamente estable	Inocuo para los aceites lubricantes
Fácilmente manejable en estado líquido	No corrosivo	Bajo punto de congelación
Alto calor latente de vaporización	Presiones de trabajo moderadas	Bajo costo
No inflamable, no explosivo, no tóxico	Fácil detección y localización de pérdidas	

Amoniaco

Es una sustancia química cuya fórmula molecular es NH_3 , se le conoce también como gas de Amonio, Amoniaco Anhidro, R-717, espíritu de Hartshorn, AM-FOL, Nitro-Si. Industrialmente, está disponible como gas licuado en cilindros de acero y cisternas de hasta 20 toneladas. (Ver Anexo 5)

Según Renedo (2010), el amoníaco es un excelente refrigerante, que presenta las siguientes características:

- Elevadas temperaturas de descarga
- Alto calor latente de vaporización
- Densidad mucho más baja que cualquier refrigerante
- Es un gas incoloro, de fuerte olor, llega a ser tóxico e irrespirable
- Facilidad de detección de fugas
- Con presión y mezclado con aceite, puede formar una mezcla explosiva
- Combustible en determinadas proporciones con el aire del ambiente
- Estable hasta los 150 °C
- Corroe y ataca al cobre y todas sus aleaciones
- No se mezcla con los aceites de nafta ni los sintéticos
- Si hay una fuga, el amoniaco se disuelve en agua; todos los productos alimenticios contienen agua, puede hacer que estos tomen mal sabor, incluso que sean perjudiciales para la salud.

A pesar de ser tóxico y de tener un olor tan penetrante, sus excelentes propiedades térmicas hacen que sea el refrigerante más utilizado en sistemas de refrigeración industrial para fábricas de hielo (Cofrico, 2010), en las cuales se cuenta con los servicios de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia.

4.6 Primeras máquinas de producción de hielo.

Las máquinas para la producción de hielo fueron concebidas ampliamente entre el siglo XIX y principios del siglo XX, surgieron por la gran necesidad de preservar los alimentos a bajas temperaturas, el transporte de carnes congeladas la demanda de bebidas frías, así como la preservación de medicinas, a continuación, se muestran algunas máquinas que fabricaron para la producción de hielo.

Una de las primeras máquinas para la producción de hielo por evaporación fue concebida por el francés Edmond Carré, construida por sistema neumático simple, un matraz de vidrio resistente para el agua a congelar y un depósito de para el ácido sulfúrico, hecho con una aleación de plomo y antimonio, con este pequeño sistema de refrigeración fue posible obtener .34 kg de hielo por cada 0.06 kg de agua evaporada, en la figura se muestra como esta máquina.

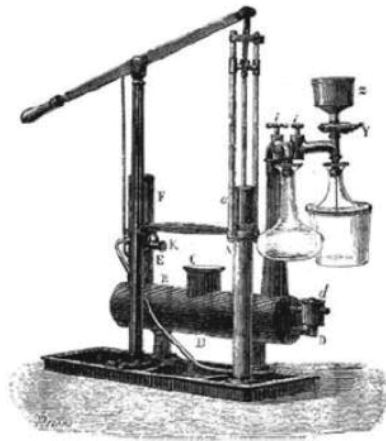


Fig 5. Máquina de producción de hielo de Carré

Las máquinas que trabajaban con los principios de compresión introdujeron nuevos elementos para la producción de hielo, uno de precursores de estos sistemas fue el Ing. Camile Vicent, construyó una pequeña máquina que trabaja con cloruro de metilo como refrigerante. Con esta máquina se obtenían temperaturas de hasta $-23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, teniendo una producción de que oscilaba entre 1y 3 kg por hora, los modelos que fueron mejorándose fueron capaz de producir entre 5 y 23 kg de hielo por hora.

En la figura inferior se presenta el modelo manual de Vicent, un modelo manual que tiene un mecanismo de recuperación del refrigerante y por último un modelo manual adaptado a una máquina de vapor.

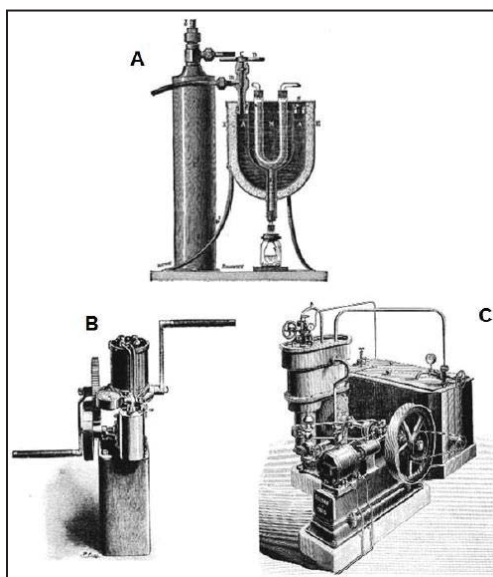


Fig 6 Máquinas de producción de hielo operadas manualmente

4.7 La máquina generadora de cubos de hielos y el medio ambiente.

Los fluidos refrigerantes deben tener ciertas propiedades termodinámicas de tal manera que condensen y evaporen a las temperaturas adecuadas, para lograr su objetivo. Un fluido puede evaporar a mayor temperatura cuando se eleva su presión, pero los compresores no pueden alcanzar cualquier presión y los evaporadores y condensadores no deben trabajar a altas presiones ni depresiones elevadas respectivamente. Por otra parte, los fluidos refrigerantes no deben ser tóxicos, ni inflamables, ni reaccionar con los materiales que constituyen la máquina.⁸

Los fluidos halogenados presentan las mejores propiedades ya que trabajan en las temperaturas y presiones adecuadas para esta aplicación y no son tóxicos ni inflamables.

No obstante, pueden contribuir a la destrucción de la capa de ozono, como se mencionó anteriormente. Por estas razones, la utilización de estos refrigerantes está restringida por ley.

La siguiente tabla proporciona las siglas de los nombres de algunos, considerables, fluidos refrigerantes consumidos en la actualidad. Además de las siglas que figuran en la tabla 1 existen muchas designaciones comerciales.

Tabla1 Fluidos refrigerantes comerciales empleados en la actualidad.	
Sigla.	Nombre Químico.
R-11	Triclorofluorometano – CCl ₃ F
R-12	Diclorofluorometano – CCl ₂ F ₂
R-22	Clorodifluorometano – CClF ₂
R-32	Difluoroetano – C ₂ H ₄ F ₂
R-125	Pentafluoroetano – CHF ₂ -CF ₃
R-134 ^a	Tetrafluoroetano – CHF ₂ -CHF ₂
R-170	Etano – CH ₃ -CH ₃
R-290	Propano – CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
R-600	n-Butano
R-717	Amoniaco – NH ₃
R-744	Dióxido de carbono – CO ₂
R-1150	Etileno – CH ₂ = CH ₂

Cuando reflexionamos sobre el problema de la selección del fluido frigorífico vemos de inmediato que la selección es obvia tanto desde el punto de vista de precio como de las características de la sustancia, factible y seguridad de su empleo.

Además, las propiedades termodinámicas lo convierten en la mejor elección, y de otras propiedades como son:

1. Temperatura y presión de ebullición en el evaporador. La presión de ebullición deberá ser mayor que la atmosférica para que el equipo no trabaje al vacío, ya que cualquier filtración podría permitir aire y humedad al interior del fluido frigorífico.
2. Temperatura de congelación. La temperatura de congelación del fluido refrigerante debe ser muy inferior a la temperatura alcanzada por el sistema para alejar cualquier peligro de que se llegue a congelar el fluido.
3. Temperatura y presión críticas. Se debe procurar que el sistema se desempeñe a presión y temperatura muy inferiores a los valores críticos.
4. Presión media de operación del equipo. Los intercambiadores de calor (evaporador y condensador) podrían ser muy grandes si el equipo funcionase a presiones elevadas, además de un consumo de energía en el compresor muy grande, lo que encarece el equipo considerablemente.
5. Alta densidad. Resultan preferibles los fluidos frigoríficos más pesados.
6. Calor latente y calor específico del líquido. Donde el calor latente de vaporización del líquido deberá ser elevado y el calor específico pequeño.
7. Conductividad térmica. Es recomendable que el líquido tenga una gran conductividad térmica para que la operación en el evaporador sea más eficiente.
8. Temperatura máxima alcanzada en el compresor. La temperatura máxima alcanzada en el compresor deberá ser lo más baja posible, para que el condensador tenga un tamaño pequeño. Esta temperatura y la densidad del fluido tienen una relación muy estrecha con el exponente adiabático. En cuanto sea mayor la densidad más cercana a 1 resulta el exponente adiabático del gas y menor resulta el valor de la temperatura máxima conseguida en la descarga del compresor.
9. Miscibilidad del fluido frigorífico. El fluido se deberá poder mezclar con el aceite lubricante en una extensa escala de valores, para que el aceite lubricante pueda ser arrastrado hacia el compresor con buena lubricación.

10. Baja viscosidad. Puesto que está en constante circulación. La viscosidad elevada origina mayores pérdidas por fricción en las tuberías y las válvulas.
11. No tóxico. Para que no peligre la salud de los usuarios en caso de fuga accidental, no pueden ser contaminantes del medio ambiente, ni se admite toxicidad por lo menos residual cuando están o pueden estar en contacto con alimentos.
12. Costo. El fluido debe ser económico.
13. Estabilidad. El fluido debe ser estable durante periodos prolongados.

La necesidad de encontrar fluidos frigoríficos que cumplan con estas condiciones impulsó las investigaciones y se obtuvieron una limitada cantidad que cumpla con estos requisitos. Los distintos refrigerantes tienen diferentes precios, cuando la cantidad de refrigerante que lleva una máquina es importante el precio no es despreciable. Como solución de trabajo, aunque no satisfacen todas las condiciones mencionadas al menos satisface la mayor parte, se encontraron tres sustancias: R-12, R-22 y R-134a. Las características de selección son las siguientes:

Características del R-12

- Zona de utilización: Media, baja y alta temperatura. Para pequeñas y medianas instalaciones.
- Presiones de condensación muy altas. Incluso a alta temperatura. Temperatura de impulsión muy baja.
- Producción frigorífica volumétrica excelente.
- Calor específico del líquido muy pequeño.
- No tóxico, no inflamable y estable en buen grado.
- El más barato del grupo halogenado y disponible.

Problemas que se pueden presentar:

- Producción frigorífica volumétrica pequeña en el campo de bajas temperaturas.
- Calor específico de vapor muy pequeño.
- Viscosidad del vapor muy elevada.
- Coeficientes de conductividad térmica muy pequeños.
- De utilización restringida de acuerdo al protocolo de Montreal.

Las características del R-22 son:

- Zona de utilización: Media, baja y alta temperatura. Para pequeñas y grandes instalaciones.
- Producción frigorífica volumétrica excelente.
- Aunque elevada, la viscosidad es la menor del grupo halogenado.
- Aunque pequeño, el coeficiente de conductividad de calor es el mayor del grupo halogenado.
- Disponible.
- Su utilización es de forma general.

Inicialmente el R-134a fue utilizado para el aire acondicionado de los automóviles y refrigeración doméstica. Al no contener cloro, no destruye la capa de ozono. Comparado con el CFC 12 (R-12), tiene una contribución significativamente menor al calentamiento calculado del globo, por su relativamente corta vida atmosférica y por las bajas concentraciones atmosféricas resultantes. Los principales fabricantes de compresores para refrigeradores domésticos han ensayado el HFC 134a comparando su rendimiento con el del CFC 12. La industria piensa que la refrigeración y los congelados diseñados para utilizar el HFC 134a no producen un mayor gasto de electricidad que los modelos equivalentes que trabajan con el CFC 12.⁹ A pesar de que las propiedades del R-134a son similares a las del R-12, los aceites minerales estándar utilizados con el R-12 no son miscibles con el R-134a.

En nuestro caso emplearemos el refrigerante comercial R-12, dada las características del compresor, por las características termodinámicas del refrigerante y además de ser el de uso estándar para comparar lo eficiente que resulta respecto a los demás fluidos frigoríficos consideramos que era el más adecuado según el tópico de estudio en este documento, aun cuando nosotros no recomendamos de ninguna manera su uso a nuestro lector debido a lo perjudicial que resulta el uso de este refrigerante para el medio ambiente, las características de este refrigerante cubren en la actualidad las necesidades primordiales de la mayoría de los sectores, su bajo costo. La recomendación actual es el uso de refrigerantes como el R-22 y R-134a.

⁹ Gutiérrez-Ávila J., Quinto-Diez P. y Toledo, M., "Comparación técnica del comportamiento de los sistemas de refrigeración usando como refrigerantes el CFC-12 y el HFC-134a", Congreso Internacional de Ingeniería FIUAEMI96. La Ingeniería en el desarrollo sostenible. Toluca, México. Vol. 1, mayo 1996:119-123.

5 Desarrollo del proyecto.

5.1 Planteamiento del problema.

Generalmente, las máquinas generadoras de hielo poseen un sistema de refrigeración que produce evaporación parcial del agua en el condensador, y/o torre de enfriamiento, estimándose una pérdida aproximada del 25 % de agua, es decir, si se requiere producir 10,000 kilos de hielo, el consumo de agua será de 12,500 Litros. Además, en estas máquinas de hielos, en el momento en que el agua se encuentra en estado sólido, un serpentín de calefacción es el que se encarga de generar calor para que los hielos que se encuentran en la bandeja se aflojen y finalmente puedan recolectarse en la bandeja de recogida. Sin embargo, este proceso de calefacción produce discretamente el desagüe considerable del vital líquido. Calculándose el desagüe del 3 al 5% de la cantidad total de agua utilizada. Muchos litros de agua se evaporan y/o van al desagüe en cada ciclo, desperdiciando tanto agua como energía. El problema del desperdicio y contaminación del agua ocupa cada día más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta.

5.2 Propuesta de un sistema de recirculación de agua.

5.2.1 Razones de la propuesta.

El inconveniente que presenta las máquinas de hielo es el alto consumo de agua, que encarece mucho el proceso. Por lo cual se propone recuperar el agua para hacerla recircular y reutilizarla en su función condensadora con el propósito de la recirculación para el ahorro de agua y energía.

Este sistema permite la reutilización de las aguas de enfriado mediante su recogida y reenvío al alimentador de agua con la cual se generan los cubos de hielo. Con el consiguiente ahorro de agua con respecto a los sistemas clásicos en los que se vierte el agua de congelamiento. La reducción del consumo de agua con este sistema suele ser superior al 70%.

5.2.2 Componentes del sistema de recirculación del agua.

El sistema de circulación está conformado por un tanque de agua, una bomba de recirculación, un filtro de agua (opcional) en el tanque recirculador y un hidroneumático (opcional) utilizado para purga. El tanque de agua recuperada y recirculada lo representa un dispensador de plástico con una capacidad de 8 litros y esta perforado en uno de sus costados para permitir la entrada y salida de agua desde o hacia el alimentador principal de agua de la máquina.

5.2.3 Instalación del sistema de recirculación de agua.

El sistema de circulación puede instalarse ya sea dentro del área acondicionada (si el espacio lo permita) o bien, un área adyacente al equipo primario, o bien, ubicarse a una

distancia alejada de la circulación del agua, mientras una bomba de agua es la encargada de la recirculación en el sistema de cubos de hielo. Esta bomba debe ser debidamente calculada para que suministre la potencia necesaria para poder mover este fluido.

5.2.4 Funcionamiento del sistema de recirculación de agua.

Una vez que el agua es desechada del proceso generador de cubos de hielo, generador de cubos de hielo y depositada en el tanque almacenador, situado al fondo de la máquina de hielos, previo al conducto de expulsión, entra a la cámara de carga (tanque almacenador secundario) a través del dispositivo de control donde una bomba de diafragma es la encargada de enviar nuevamente al reservorio inicial situado en la parte superior. Una pequeña parte del agua se evapora ocasionando que el resto del agua se enfríe y se pueda volver a usar. El agua que es continuamente recirculada alcanza una temperatura de equilibrio igual a la temperatura del aire que ingresa.

Al final se presentan tablas con los resultados del análisis del reciclaje de agua.

5.2.5 Caudal.

El caudal del sistema primario se obtuvo experimentalmente con el tiempo que se demora en llenar el recipiente inferior de drenaje y/o recirculamiento, dando un gasto de 1 lt/hr. Al implementar el sistema de recirculación para el agua desperdiciada hacia el depósito superior de alimentación, permite un caudal de agua constante de 20 l/min; que mantiene periódicamente el agua en movimiento.

5.2.6 Selección de la bomba de recirculación.

La bomba que se implementó al sistema de recirculamiento cumple con las especificaciones necesarias y sus características se especifican a continuación:

Fabricante: AQUASUB

Modelo: 4213

Capacidad: 1200 L/H; 20 L/Min.

Altura máxima: 2M

Frecuencia: 50/60Hz

Watts: 18 W

Volts: 110/120v

5.2.7 Determinación de la Cabeza Total de la Bomba.

Habiendo determinado el diámetro de la tubería y el caudal de la bomba en el diseño del condensador se procede a seleccionar la bomba requerida para circulación del agua, se aplica la ecuación:

$$HT = HD + HS \quad (61)$$

HT = Cabeza total de la bomba [ft de H₂O]

HD = Cabeza dinámica [ft de H₂O]

HS = Cabeza estática [ft de H₂O]

5.2.8 Consideraciones.

Para poder reutilizar el agua es preciso mantener los estándares de calidad microbiológica.

Se debe garantizar la total y correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.

La instalación con circuito de retorno de agua podría no resultar económico de elaborar, ya que puede favorecer procesos de corrosión cuando existen mezclas de metales en los circuitos (por ejemplo, acero galvanizado y cobre), si no se mantiene correctamente favorece la formación de biocapa, la presencia de incrustaciones calcáreas puede disminuir la circulación del agua y crear reservorios de agua estancada y a baja temperatura presentan elevados riesgos.

La capa de carbonatos que se forma sobre las superficies no solamente perturba la circulación del agua porque aumenta la pérdida de carga, con reducción de diámetros de tuberías, sino que también reduce el coeficiente de transmisión de calor por ser un excelente aislante térmico.

Cuando se vaya a apagar el sistema por un período de tiempo prolongado, se recomienda el drenaje del sistema de recirculación de agua. Deje el drenaje del depósito abierto.

6 Resultados.

6.1 Análisis experimental de la máquina generadora de cubos de hielos.

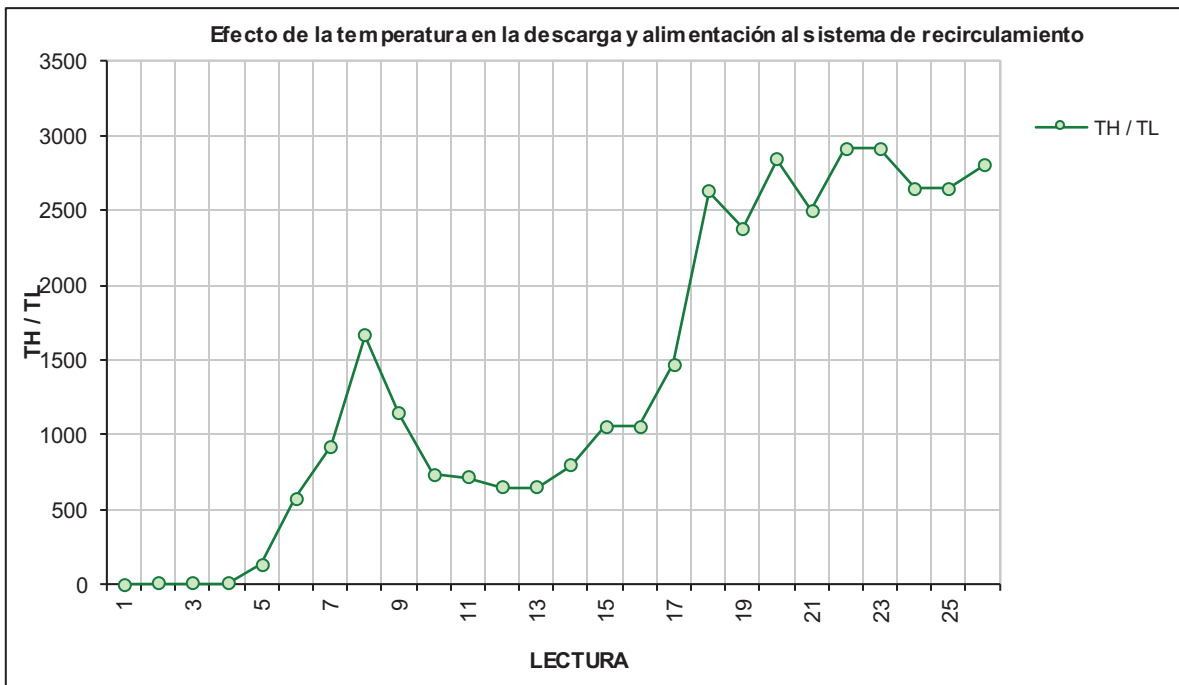
Los perfiles de temperatura promedio, de todas las lecturas realizadas TH (Superficie externa al sistema de refrigeración), TL (Superficie interna del sistema de refrigeración); y los perfiles de caudal C1 (Gasto de agua que drena el sistema de refrigeración) y C2 (Gasto de agua que recupera el sistema de recirculamiento propuesto) para las condiciones de operación convencional, se muestran en la siguiente tabla 2.

Comportamiento del sistema recirculación de Agua						
Lectura	T_H [°C]	T_L [°C]	c_1 [Lt/Hr]	c_2 [Lt/Hr]	c_2/C_1	T_H / T_L
1	0.1	7.2	0.1	0.0	1.46	0.02
2	32.3	-4.8	0.2	0.0	5.15	6.69
3	45.7	-8.8	0.3	0.0	7.44	5.21
4	46.9	-7.3	0.4	0.0	8.85	6.45
5	53.1	0.4	0.4	0.2	1.74	131.80
6	58.6	0.1	0.5	0.4	1.41	572.81
7	63.7	-0.1	0.5	0.6	0.92	918.63
8	66.6	0.0	0.6	0.5	1.04	1660.17
9	68.4	-0.1	0.6	0.5	1.05	1138.58
10	69.3	-0.1	0.6	0.5	1.03	735.40
11	69.3	-0.1	0.6	0.6	1.01	710.64
12	69.3	-0.1	0.6	0.6	0.95	643.59
13	70.2	-0.1	0.6	0.6	0.96	643.27
14	70.2	-0.1	0.6	0.6	0.96	790.94
15	71.1	-0.1	0.6	0.6	0.98	1054.02
16	71.1	-0.1	0.6	0.6	0.98	1054.02
17	71.9	0.0	0.6	0.6	0.98	1465.62
18	72.8	0.0	0.6	0.6	0.99	2624.78
19	72.8	0.0	0.6	0.6	0.98	2380.99
20	73.6	0.0	0.6	0.6	0.97	2841.87
21	73.6	0.0	0.6	0.6	0.97	2495.89
22	74.5	0.0	0.6	0.6	0.98	2915.80
23	74.5	0.0	0.6	0.6	1.00	2915.80
24	75.3	0.0	0.6	0.6	1.00	2642.90
25	75.3	0.0	0.6	0.6	1.00	2642.90
26	75.3	0.0	0.6	0.6	1.00	2798.51

Tabla 2. Comportamiento del sistema de recirculación del agua.

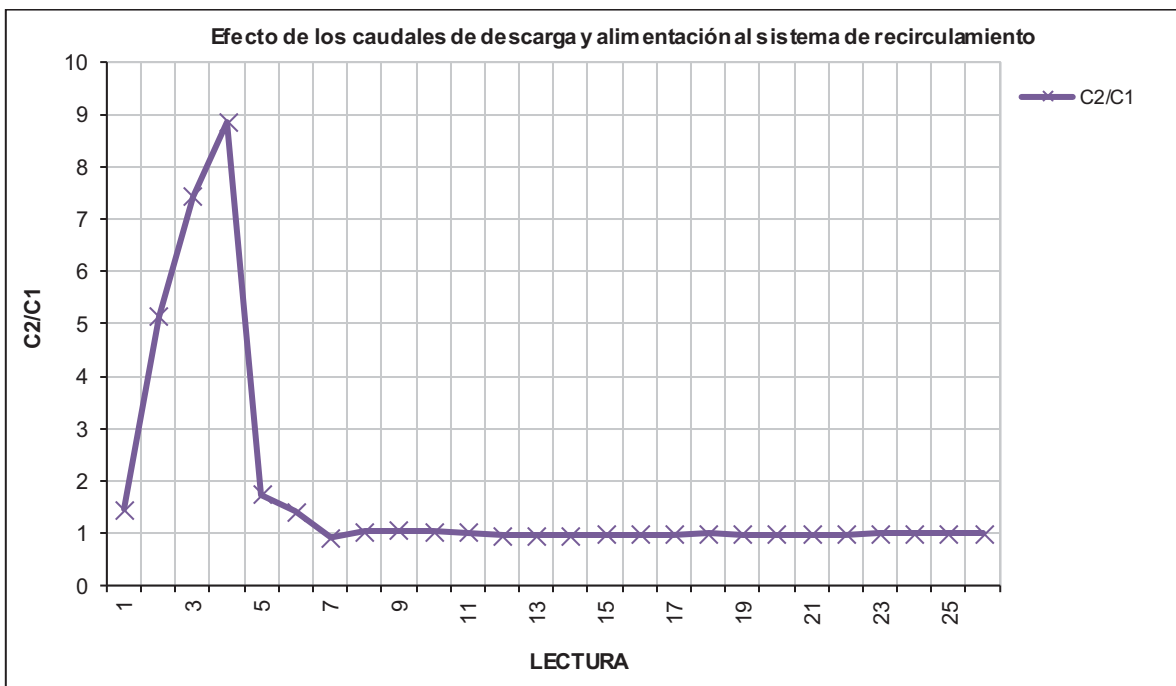
7 Análisis y discusión de resultados.

La relación de temperaturas interna y externa, no es simplemente el resultado de una sola fuente de presencia o carencia de calor. Involucran para el sensor externo la temperatura ambiente, la temperatura del motor y la temperatura del sistema del evaporador; mientras que la temperatura interna del sistema de refrigeración es propia del sistema del condensador y dependiente de la actividad de las resistencias que cortan el hielo. Observe el comportamiento de las curvas.



Gráfica 1. Efecto de la temperatura en la descarga y alimentación al sistema de recirculación.

La relación de caudal alimentador y el caudal de drene/recirculador, no es simplemente el resultado directo del gasto que genera la máquina de hielos o de la acción del bombeo de recirculación. Involucran para C1 (Gasto de agua que dreña el sistema de refrigeración), la acción misma de la generación de cubos de hielo y el deshielo que ocasionan las cuchillas de resistencia térmica; mientras que C2 (Gasto de agua que recupera el sistema de recirculamiento propuesto) es propia del bombeo y dependiente del volumen de agua que exista en el depósito de drene/recirculamiento. Observe el comportamiento de las curvas.



Grafica 2 Efecto de los caudales de descarga y alimentación al sistema de recirculamiento.

8 Conclusiones.

Con el fin de limitar el desperdicio del agua, la contaminación ambiental y ahorrar energía se desarrolló un sistema de recirculamiento de agua en una máquina de cubos de hielos para reciclar el agua que utiliza. Al cabo de unos 30 días de funcionamiento, este sistema recicló el agua de la máquina de cubos de hielos en constante y equilibrado dinamismo. Tomando como base los resultados, las estadísticas y los análisis de los mismos. La primera ventaja de este sistema es, pues, una reducción notable de la utilización de agua tanto desde el punto de vista del volumen de los efluentes como desde el de su carga al sistema de refrigeración primaria. En cuanto a la economía de la energía, no es solo debida al reciclado de agua, sino también, por el hecho de que las condiciones de generación de hielo se mantienen constantes y en equilibrio sin necesidad de alterar las condiciones ideales entre cada carga y descarga de agua al alimentador y drene respectivamente. En otras palabras, en estas condiciones el vapor se condensa casi totalmente y los condensados pueden ser también reciclados en muchos ciclos de forma efectiva, ecológica y económica.

9 Referencias Bibliográficas.

[1] Fundamentos de la máquina de hielo, Shining Fish Technology Limited,

<http://máquinahacerhielo.com/blog/fundamentos-de-la-máquina-de-hielo/>

[2] "Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones", Yunus A. Cengel, John M. Cimbala, McGraw-Hill Interamericana, 2006

[3] "Dispositivos Hidroneumáticos", Alejandro León Galicia, UAM Azcapotzalco, 2015

[4] Tesis. "Diseño y construcción del prototipo de una máquina productora de hielo tubular", Yesid Alfonso Caicedo Amaranto, Omar Ardila Sierra, 2011, Universidad industrial de Santander

[5] Artículo. "Diseño de un sistema de recirculación y enfriamiento del agua para la destilación del mezcal", Caballero Caballero, Magdaleno; Silva Santos, Luis; Montes Bernabé, José Luis, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 4, noviembre-diciembre, 2012, pp. 774-784

10 Entregables comprometidos en la propuesta.

10.1 Manual de usuario.

MÁQUINA DE CUBOS DE HIELO CORNELIUS



FIG 1. MÁQUINA DE CUBOS DE HIELO
CORNELIUS

IMI CORNELIUS INC.
MODELO- IAC – 550 SERIE – ED2728949

Instalación

- Colocar la máquina en un lugar seco y libre de los rayos del sol o fuentes generadoras de calor.
- Dejar espacio por todos los lados de la máquina esta no debe estar en contacto con la pared o con algún otro objeto.
- El espacio donde será instalado el equipo debe estar perfectamente limpio y seco (libre de humedad) para evitar corrosión u oxidación en la máquina.
- Se recomienda conectar directamente a la toma de luz en caso contrario utilizar una extensión eléctrica que resista 5.3 amperios.
- Para que el dispositivo funcione en condiciones óptimas se requiere de 115 voltios y 60herz en una fase.
- Ya que se localizó el lugar idóneo para la colocación del equipo, se procede con el armado del mismo.
- Se coloca la máquina de hielos sobre la base metálica.
- ya que está montada se procede a la instalación del depósito de alimentación y de recirculamiento.

Conectar la manguera de alimentación a su respectivo depósito, a través de la llave de paso del contenedor, verificando que no existan fugas.

Conectar la manguera de recirculamiento al depósito de alimentación, a través de la abertura superior del contenedor, verificando que no existan fugas.

Conectar la manguera de desagüe al depósito de recirculamiento, a través de la abertura del costado superior derecho del contenedor, verificando que no existan fugas.

- Para poder hacer recircular el agua reciclada se requiere encender la bomba por medio de el interruptor.
- Después de haber sido instalado el equipo se debe esperar un día para ponerlo en funcionamiento ya que es necesario esperar que se asienten los gases de refrigeración.

- Si se requieren los hielos para el consumo humano, es necesario asegurar una fuente de agua potable, así como la debida limpieza de la máquina y los depósitos, en caso contrario, puede utilizarse agua corriente.

Funcionamiento

Para poner en funcionamiento el dispositivo es indispensable realizar la limpieza y sanificación de este, que se hace de la siguiente manera:

1. Colocar la perilla de ciclo hasta la posición de apagado
2. Desconectar la toma de alimentación y de recirculamiento y hacer el proceso manualmente.
3. En la parte superior, dentro de la máquina, se encuentra una red de resistencias que cortan el hielo, esta debe desconectarse y desatornillarse.
4. Si hay algunos remanentes de hielo, se procede a retirarlos totalmente.
5. A continuación, se hacen los lavados correspondientes para la sanificación interna del dispositivo.
6. Se vierte agua caliente en la bandeja de la bomba, con un máximo de 60°C de temperatura (para evitar que el recipiente sufra deformaciones), la cantidad necesaria para este proceso es de 1.9 litros.
7. Para que la máquina realice el ciclo de lavado, es necesario mover la perilla a la posición de sanificación y dejar en funcionamiento por 5 minutos, por último, retirar el agua y regresar la perilla a la posición de apagado.
8. Preparar una solución de 140 gramos de ácido cítrico o en su defecto ácido fosfórico en 1.9litros de agua y verter este en la bandeja de la bomba.
9. Colocar la perilla de ciclo hasta la posición sanificación y dejar trabajando la máquina durante 15 minutos, y a continuación, regresar la perilla a la posición de apagado y desalojar el agua.
10. Se realiza un enjuague con agua fresca para retirar los químicos del anterior lavado accionando el ciclo de sanificación, dejar funcionando la máquina durante 5 minutos y retirar el agua.
11. Preparar 29 gramos de hipoclorito de sodio en 3.8 litros de agua y colocarlo en la bandeja de la bomba, colocar la perilla de ciclo en sanificación y dejar trabajar por 5 minutos, apagar la máquina y desalojar el agua.
12. Hacer el ultimo lavado interno con 3.8 litros de agua fresca y limpia, poner la perilla de ciclo en sanificación durante 5 minutos.
13. Lavar toda el área interna de la máquina con agua limpia para retirar impurezas o posibles remanentes.
14. Conectar y colocar la red de resistencias.
15. La máquina habrá quedado sanificada y lista para ponerla en funcionamiento en el momento deseado.
16. Reconectar las mangueras de alimentación y recirculamiento.

Una vez purificado el equipo se calibra el grosor de los cubos de con la perilla "ICE", se aconseja generar cubos de tamaño mediano para que la eficiencia de la máquina sea óptima.

Se recomienda darle mantenimiento mensualmente dependiendo el uso que se le dé.

MÁQUINA DE HIELOS CON SISTEMA DE RECIRCULAMIENTO Y ALIMENTACIÓN IMPLEMENTADOS



Fig 2. Componentes del sistema de recirculación de agua: 1. Tanque de alimentación; 2. Tanque de drenaje/recirculación; 3. Bomba de agua; 4. Base.

TABLA PARA EL AJUSTE DE LA ALTURA Y LA TEMPERATURA

Rotación para el ajuste del tornillo del termostato	Altitud (metros)	Rotación para el ajuste del espesor del hielo	Espesor del hielo en mm
42°	608	1ª marca del botón de ajuste	1.1
114°	1216	2ª	1.2
188°	1824	3ª	1.3
258°	2432	4ª	1.4
330°	3040	5ª	1.5
Todos giran en contra del sentido de las manecillas del reloj.		6ª	1.6
		7ª	1.7

Esta tabla se encuentra ubicada detrás del panel de control

La primera y la segunda columna corresponden a los datos que se relacionan con el ajuste de la altitud en donde se va a instalar la máquina.

La tercera columna corresponde a la graduación que se le va a dar al espesor del hielo.

La cuarta columna se relaciona con la tercera dando el valor en milímetros de espesor del hielo.

Recomendación: colocar la perilla de ajuste de espesor en la posición 4, ya que es el nivel en el cual la máquina realiza un mejor corte de hielo.

FALLAS FRECUENTES QUE SE PUEDEN PRESENTAR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO O LA INSTALACIÓN DE LA MÁQUINA Y SUS POSIBLES SOLUCIONES.

Falla	Posible solución
Que no funcione la máquina después de haberla cambiado de lugar.	-Ajustar la altitud aproximadamente a 50° por ambos lados en la posición en la que se encuentra.
Que las redes de resistencias no realicen el corte de hielo.	-Verificar que la red se encuentre conectada al contacto que se encuentra justo a un costado de esta. -esta falla puede ser ocasionada por el grosor del hielo, se recomienda reducir el espesor de este para un correcto funcionamiento.
No se desprende la placa de hielo de la lámina y esta no cae a la rejilla que realiza el corte.	-Desconectar y desatornillar la rejilla de resistencias para poder revisar que no haya un falso contacto entre la resistencia y la lámina donde se hace el hielo.
La bomba de la máquina no está alimentando el sistema.	-Revisar que en la manguera de alimentación no haya burbuja de aire de ser así aflojar la tuerca (válvula) de la bomba hasta q baje el agua y nuevamente apretarla. -Checar que la llave de paso del depósito se encuentre abierta.