

UNIVERSIDAD IBERO AMERICANA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.
FACULTAD DE QUIMICA BERZELIUS

PROYECTO DE UN EQUIPO DE REFRIGERACION
PARA ALCOHOL ETILICO A TEMPERATURAS DE
30°C BAJO CERO.

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

FERNANDO NUÑEZ GUTIERREZ

MEXICO, D. F. 1959



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres:

Sr. Alfonso Núñez y

Sra. María Ines Gutiérrez.

Con gratitud y cariño.

A mis abuelitos.

A mis hermanos.

A mis tíos.

*Al Ing. Quím. Armando Patiño
por la dirección de esta tesis.*

*A la Distribuidora Minco S. A. y a
su gerente Sr. J. J. Schneider, por las
facilidades prestadas para la realización
de este trabajo.*

*A mis maestros, compañeros
y amigos.*

SSUMARIO

INTRODUCCIÓN.

CAP. I. - GENERALIDADES SOBRE EL ALCOHOL ETÍLICO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDROCARBUROS FLUORADOS "FREON".

CAP. II. - ESTUDIO TEÓRICO DE LA REFRIGERACIÓN.

CAP. III. - CÁLCULO DEL EQUIPO.

CAP. IV. - COSTO DEL EQUIPO INSTALADO.

CAP. V. - CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

I N T R O D U C C I O N .

EL PRESENTE TRABAJO, TIENE POR OBJETO, EFECTUAR EL ESTUDIO - Y CÁLCULO DE UN EQUIPO PARA ENFRIAR ALCOHOL ETÍLICO, A UNA TEMPERATURA DE -30°C , PARA SER APLICADO EN ESTE CASO PARTICULAR, EN COSMÉTICOS.

EN EL CAPÍTULO PRIMERO, SE HABLARÁ UN POCO ACERCA DEL ALCOHOL ETÍLICO Y DE LA FAMILIA DE REFRIGERANTES "FREON". EN EL SEGUNDO SE HARÁ UN ESTUDIO TEÓRICO DE LA REFRIGERACIÓN. EN EL TERCERO, SE CALCULARÁ EL EQUIPO NECESARIO (COMPRESORA Y SERPENTÍN) PARA EFECTUAR DICHO ENFRIAMIENTO. EN EL CUARTO, SE DARÁ EL COSTO DEL EQUIPO INSTALADO, LISTO PARA SER USADO. LLEGANDO A UNAS CONCLUSIONES - EN EL CAPITULO SIGUIENTE, VIENDO FINALMENTE LA BIBLIOGRAFÍA.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL ALCOHOL ETILICO Y CARACTERISTICAS DE LOS --
HIDROCARBUROS FLUORADOS "FREON".

ALCOHOL ETILICO. - LOS ALCOHOLES SUELEN SER CONSIDERADOS COMO DERI--
VADOS OXIDRILICOS DEL AGUA, EXISTIENDO EN REALIDAD, SEMEJANZAS CON
(1)
AMBOS TIPOS DE SUBSTANCIAS MADRES:

R - H	R - OH	H - OH	C ₂ H ₅ -OH
(HIDROCARBURO)	(ALCOHOL)	(AGUA)	(ALCOHOL ETILICO)

SE PUEDE HACER UNA CLASIFICACIÓN DEL ALCOHOL ETILICO, Y ESTA
SERIA LA SIGUIENTE: A).- ANHIDRO; B).- DESNATURALIZADO; C).- IN--
DUSTRIAL. PARA EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO, SE TOMARÁ EN CUENTA,
SOLAMENTE EL PRIMERO.

A).- ANHIDRO.- ESTA CLASE DE ALCOHOL TIENE LAS SIGUIENTES --
PROPIEDADES: ES INCOLORO, CLARO, MUY VOLÁTIL, INFLAMABLE, CON OLOR
AGRADABLE, TIENE UN SABOR CARACTERÍSTICO, ABSORBE AGUA RÁPIDAMEN--
TE DEL AIRE, TIENE UNA DENSIDAD DE 0.798 A 15.5°C. TIENE UN PUNTO
DE EBULLICIÓN DE 78.5°C, UN PUNTO DE CONGELAMIENTO DE -130°C, UN --
PUNTO DE ENCENDIDO DE 9-11°C. ES MISCIBLE CON EL AGUA EN TODAS PRO--
PORCIONES Y CON MUCHOS SOLVENTES ORGÁNICOS. DEBE DE SER CONSERVADO
(2)
EN UN LUGAR FRÍO LEJOS DEL FUEGO Y PERFECTAMENTE CERRADO.

LOS PRINCIPALES USOS DE ESTE ALCOHOL SON: EN BEBIDAS ALCOHO--
LICAS, COMO SOLVENTES EN LABORATORIOS E INDUSTRIAS, EN LA MANUFAC--
TURA DEL ALCOHOL DESNATURALIZADO, EN PERFUMERÍA Y EN SÍNTESIS OR--
GÁNICAS.

B).- DESNATURALIZADO.- TODO ALCOHOL DESNATURALIZADO PROVIENE
DEL ALCOHOL ETILICO. ESTE ALCOHOL ES EL MAS EMPLEADO EN PERFUMERÍA,
PARA LOCIONES Y COLONIAS. TODO ALCOHOL USADO EN INDUSTRIAS, ES EL -
DESNATURALIZADO, A MENOS QUE EL CASO REQUIERA ALCOHOL ETILICO PURO.

ESTE TIPO DE ALCOHOL, SE LE LLAMA DESNATURALIZADO, PORQUÉ VA MEZCLADO CON OTRAS SUSTANCIAS, COMO LAS SIGUIENTES: METANOL, ALCANFOR, ALDOL, ALCOHOL AMÍLICO, GASOLINA, ISOPROPANOL, BENCENO, ACETONA, NICOTINA, ANILINA, ETHER, YODURO DE CADMIO, MENTOL, BASES DE PIRIDINA, ÁCIDO SULFÚRICO, KEROGENA, FTALATO DE DIETILO, ETC. (3)

DEPENDE DEL USO DESTINADO PARA ESTE ALCOHOL, PARA AGREGAR EL DESNATURALIZANTE. ESTE ALCOHOL ES MUY TÓXICO Y DEBE EVITARSE EL USO DE DICHO ALCOHOL PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS ALCOHOLICAS.

C). - INDUSTRIAL. - EL ALCOHOL ETÍLICO INDUSTRIAL ES UNA MEZCLA DE 95.5 PARTES DE ALCOHOL ETÍLICO EN PESO Y 4.5 PARTES DE AGUA. ESTA MEZCLA TIENE UN PUNTO DE EBULLICIÓN CONSTANTE (78.2°C) Y LIGERAMENTE MÁS BAJO QUE EL DEL ALCOHOL ABSOLUTO (78.5°C), POR LO CUÁL NO PUEDEN SEPARARSE POR UNA DESTILACIÓN ORDINARIA. (4)

HIDROCARBUROS FLUORADOS FREON. - LA FAMILIA "FREON" DE HIDROCARBUROS FLUORADOS, ES UN GRUPO DE COMPUESTOS QUE EXHIBEN PROPIEDADES QUÍMICAS SEMEJANTES, SOBRE UN AMPLIO MARGEN DE CONDICIONES FÍSICAS. LA FAMILIA INCLUYE SOLAMENTE PRODUCTOS CUYO USO ES SEGURO. NO DEBEN SER INFLAMABLES, NI EXPLOSIVOS, NI IRRITANTES, RELATIVAMENTE NO TÓXICOS, INCOLOROS E INODOROS, PARA PODER LLEVAR ESTE NOMBRE.

QUÍMICAMENTE ESTOS PRODUCTOS SON DERIVADOS DE HIDROCARBUROS FLUORADOS DE LAS SERIES DE CADENA CORTA, CARACTERIZADOS POR SU EXTREMA ESTABILIDAD. LA IMPORTANCIA COMERCIAL HOY EN DÍA, SON LOS DERIVADOS DEL METANO Y ETANO. (5)

LOS COMPUESTOS FREON, SON USUALMENTE INERTES Y DESARROLLAN UNA REACCIÓN QUÍMICA CON DIFICULTAD. SON ININFLAMABLES EN TODAS PROPORCIONES BAJO CONDICIONES NORMALES. ESTA ESTABILIDAD ANORMAL, ESTÁ ASOCIADA CON UNA ACTIVIDAD FISIOLÓGICA BAJA, Y REALMENTE PUE

DE DECIRSE QUE LA MAYORÍA DE LOS MIEMBROS DE LA FAMILIA, SON MENOS TÓXICOS QUE EL CO_2 . LOS COMPUESTOS FREON FORMAN GASES INCOLOROS, SIENDO TAMBIÉN INCOLOROS SUS RESPECTIVOS LÍQUIDOS, Y SE CONGELAN PARA FORMAR SÓLIDOS BLANCOS. EN CONCENTRACIONES MENORES DE 20% EN VOLUMEN EN EL AIRE LOS COMPUESTOS DE LA FAMILIA FREON, SON INODOROS. REALMENTE EN CONCENTRACIONES MÁS ALTAS, LOS OLORES SON MUY SUAVES Y ALTO ETEREOS. (5)

PROPIEDADES QUÍMICAS. - LA PRESENCIA DEL ÁTOMO DE FLUOR EN LA MOLECULA, HACE DE LOS COMPUESTOS FREON, UNOS DE ESPECIAL IMPORTANCIA, CON RELACIÓN A LA INFLAMABILIDAD Y TOXISIDAD DE DICHS COMPUESTOS.

LA RELATIVA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LA FAMILIA FREON HA SIDO DETERMINADA POR EL ESTUDIO DE VARIAS REACCIONES QUÍMICAS. LAS TRATADAS AQUÍ SERÁN LAS SIGUIENTES: DESCOMPOSICIÓN POR CALENTAMIENTO (ESTABILIDAD TÉRMICA), OXIDACIÓN (INFLAMABILIDAD Y CONDUCTA EN PRESENCIA DE UNA FLAMA), REACCIÓN CON EL AGUA (HIDRÓLISIS) Y REACCIÓN CON LOS METALES (NATURALEZA CORROSIVA).

ESTABILIDAD TÉRMICA. - LOS ESTUDIOS REALIZADOS DEMUESTRAN QUE LOS COMPUESTOS FREON SE ENCUENTRAN ENTRE LOS MÁS ESTABLES, DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS. DE ESTAS PRUEBAS SE HA ESTABLECIDO QUE: EL FREON 14 (TETRAFLURO-METANO) ES EL MÁS ESTABLE, NO DESCOMPONIENDOSE A 400°C , DURANTE EL PERÍODO DE 500 HORAS. ESTO SE COMPARA CON EL FREON 11 (TRICLORO-MONOFURO-METANO), EL MENOS ESTABLE DE LA FAMILIA, QUE NO MOSTRÓ UNA DESCOMPOSICIÓN APRECIABLE, HASTA QUE SE ELEVÓ LA TEMPERATURA A 200°C . AÚN ESTA RUPTURA DEL FREON 11 A 200°C , INDICÓ UNA DESCOMPOSICIÓN DE SÓLO 2% POR AÑO. (5)

OXIDACIÓN. - LA OXIDACIÓN DE LOS COMPUESTOS FREON, ES UN PROCEBO -

EXTREMADAMENTE DIFÍCIL Y SÓLO OCURRE A TEMPERATURAS MUY ELEVADAS. CUÁNDO SE PONEN EN CONTACTO CON UNA FLAMA, LOS COMPUESTOS FREON -- SE DESCOMPOENEN EN VARIAS FORMAS, COMO CUALQUIER OTRO PRODUCTO OR-- GÁNICOS. LA CARENCIA DE PELIGRO DE ESTA DESCOMPOSICIÓN, FUÉ CON-- SIDERADA POR LOS LABORATORIOS UNDERWRITER, DESPUÉS DE HABER REA-- LIZADO PRUEBAS DE LOS PRODUCTOS FREON, DE LA MANERA SIGUIENTE: EN LA PRESENCIA DE UNA FLAMA, EL FREON 12 (DICLORO-DIFLUORO-METANO)-- Y EL FREON 114 (DICLORO-TETRAFLUORO-ETANO), SE DESCOMPOENEN EN LA - FORMACIÓN DE PRODUCTOS TÓXICOS, QUE SON EXTREMADAMENTE IRRITANTES, Y POR CONSIGUIENTE, SU PRESENCIA EN EL AIRE ES NOTADA MÁS FÁCIL-- MENTE AÚN EN BAJAS CONCENTRACIONES. EL PELIGRO DE LOS HUMOS DEPEND DE LA CONCENTRACIÓN Y DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN, PERO BAJO CONCENTRACIONES NORMALES, EXCEPTO EN LUGARES NO VENTILADOS, NO INVOC-- (5)
LUCRA UN PELIGRO SERIO PARA LA VIDA.

LOS LABORATORIOS UNDERWRITER ESTIPULA TAMBIÉN LO SIGUIENTE: - NO SE OBSERBÓ PROPAGACIÓN EN LA FLAMA, EN LAS PRUEBAS CON FREON 12 (DICLORO-DIFLUORO-METANO), FREON 114 (DICLORO-TETRAFLUORO-ETANO), - Y FREON 11 (MONOCLORO-TRIFLUORO-METANO), AÚN CUANDO LAS TEMPERATURAS INICIALES DE LA MEZCLA VAPOR-AIRE, FUERON LEVANTADAS A 100°C. ASÍ MISMO SE ASEVERA: EL FREON 21 (DICLORO-MONOFLUORO-METANO), -- FREON 22 (MONOCLORO-DIFLUORO-METANO) Y EL FREON 113 (TRICLORO-TRIFLUORO-ETANO), SON INEXPLOSIVOS E ININFLAMABLES A TEMPERATURAS ORDINARIAS. LA FORMACIÓN DE MEZCLAS COMBUSTIBLES POR ESTOS COMPUESTOS, BAJO CONDICIONES PRÁCTICAS ES IMPROBABLE Y SU PELIGRO DE COMBUSTIÓN POR CONSIGUIENTE ES MUY PEQUEÑO.

HIDRÓLISIS. - ESTA VARÍA POR CADA COMPUESTO FREON INDIVIDUALMENTE - TAL COMO LO HACEN LAS DEMAS PROPIEDADES QUÍMICAS, PERO UNA VEZ MÁS, LOS MIEMBROS DE LA FAMILIA FREON, EXHIBEN UN GRADO DE ESTABILIDAD -

SIN COMPARACIÓN, CON OTROS COMPUESTOS HALOGENADOS. ESTO ES DEMOSTRADO POR LOS DATOS DE HIDRÓLISIS DE LOS FREONES, COMPARADA CON LA DE LOS COMPUESTOS NO-FLUORADOS, CLORURO DE METILO Y METILENO, SEGÚN LA TABLA SIGUIENTE:

RANGO DE HIDROLISIS EN AGUA (GR/LTS/AÑO)

(5)

COMPUESTO	PRES. 1 ATM A 30°C	PRES. SATURACIÓN 50°C
CLORURO DE METILO	- - - - -	110
CLORURO DE METILENO	- - - - -	55
FREON 113	- - - - -	40
FREON 11	19	28
FREON 12	0.8	10
FREON 21	5.2	4
FREON 114	1.4	3
FREON 22	0.1	- - - -

EN AGUA SOLA A TEMPERATURA AMBIENTE, LA VELOCIDAD DE HIDRÓLISIS ES MUY BAJA, SIENDO MENOS DE 1 MILIGRAMO POR LITRO DE AGUA AL MES, PARA EL FREON 12, FREON 21 O FREON 22.

EFFECTO SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. EL EFECTO SOBRE ESTOS MATERIALES POR LOS PRODUCTOS FREON, ES RARAMENTE EVIDENCIAL Y SOLAMENTE A TEMPERATURAS MUY ELEVADAS. BAJO CONDICIONES NORMALES DE USO, LA FAMILIA FREON NO ES CORROSIVA PARA LOS MATERIALES USADOS EN CONSTRUCCIÓN, TALES COMO: ACERO INOXIDABLE, HIERRO FUNDIDO LATÓN, ESTANO, COBRE, PLOMO, ZINC Y ALUMINIO, PERMITIENDO UNA AMPLIA SELECCIÓN DE MATERIALES. A ELEVADAS TEMPERATURAS LA INFLUENCIA DE LOS VARIOS METALES DE CONSTRUCCIÓN, SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN, ES APRECIABLE, POR EJEMPLO, LA SIGUIENTE LISTA DE MATERIALES, ESTÁ

ARREGLADA DE ACUERDO CON LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN:

ACERO INOXIDABLE > NIQUEL > ACERO > BRONCE

EL AGUA O VAPOR DE AGUA TIENE EFECTO CORROSIVO SOBRE ESTOS -- METALES, PERO ESTA CORROSIÓN, NO ES ACELERADA, NI RETARDADA, POR LA PRESENCIA DE UN COMPUESTO FLUORADO.

CUANDO LOS COMPUESTOS FREON Y OTROS MATERIALES CONTENIENDO -- HALÓGENOS, SON USADOS COMO REFRIGERANTES, EL SISTEMA DEBERÁ ESTAR COMPLETAMENTE SECO, ESTO ES PARA ELIMINAR LA POSIBILIDAD, DE QUE LA HUMEDAD SE CONGEE EN LA VÁLVULA REGULADORA O DE QUE HAYA UNA -- EMULSIFICACIÓN DEL ACEITE, YA QUE CUALQUIERA DE ESTAS, PUEDE CAUSAR UNA OPERACIÓN DEFECTUOSA.

PROPIEDADES FÍSICAS. - LA CARTA DE LA PÁGINA SIGUIENTE DARÁ UN RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FAMILIA FREON Y SE HABLARÁ SOLAMENTE UN POCO, ACERCA DE LA SOLUBILIDAD Y VISCOSIDAD DE ESTOS COMPUESTOS.

SOLUBILIDAD. - DICHA SOLUBILIDAD DE LOS COMPUESTOS FREON, ESTÁ --- ALIADA MÁS CERRADAMENTE CON LOS COMPUESTOS CLORADOS, SIN EMBARGO -- HAY UNA ACTIVIDAD SUFICIENTEMENTE DIFERENTE, DE MANERA, QUE NO SE PUEDEN ESTABLECER ANALOGÍAS EXACTAS. SON LÍQUIDOS TÍPICAMENTE NO-- POLARES Y COMO TALES SE HA ENCONTRADO QUE SON BUENOS SOLVENTES PARA MATERIALES NO-POLARES Y MALOS SOLVENTES PARA MATERIALES ALTAMENTE POLARES. LA EFICIENCIA DE UN COMPUESTO FREON, DEPENDE PRINCIPALMENTE DE SU ESTRUCTURA. UNO QUE CONTENGA CLORO, TAL COMO EL FREON 14 (TETRAFLURO-METANO), EXHIBE UNA ALTITUD SOLVENTE SOBRE UN NÚ--
(5)
MERO MUY LIMITADO DE COMPUESTOS.

IGUALMENTE LA PRESENCIA DE UN ÁTOMO DE HIDRÓGENO EN LA MOLÉCULA, AUMENTA LA SOLUBILIDAD PARA COMPUESTOS DE NATURALEZA POLAR.

PROPIEDADAS FISICAS DEL GRUPO FREON* DE COMPUESTOS FLUORADOS

	METANOS				ETANOS		NOTAS
	"FREON-11"	"FREON-12"	"FREON-21"	"FREON-22"	"FREON-113"	"FREON-114"	
Fórmula Química	CClF	CCl ₂ F	CHCl ₂ F	CFCF ₂	CCl ₂ F-CCl ₂ F ₂	CCl ₂ F-CCl ₂ F ₂	
Peso Molecular	137.38	120.92	102.93	86.48	187.39	170.93	
Punto de Ebullición a 1 atm.	C. F.	23.77 74.78	29.80 21.64	8.92 48.06	40.80 41.44	47.57 117.63	3.55 38.39
Punto de Congelación	C. F.	111 168	158 252	133 211	160 256	31 31	94 137
Temperatura Crítica	C. F.	198.0 388.4	112.0 233.6	178.5 353.3	96.0 204.8	214.1 417.4	145.7 294.3
Presión Crítica	atm. lbs./pulg ² a bs.	43.2 635	40.8 690	51.0 750	48.7 716	33.7 495	32.1 474
Volumen Crítico	cc/mol pies ³ /lb.	247 0.0289	217 0.0267	197 0.0307	164 0.0305	325 0.0278	293 0.0275
Densidad Crítica	g./cc lbs./pies ³	0.554 34.6	0.558 34.8	0.532 33.6	0.525 32.8	0.576 36.0	0.582 36.3
Densidad, Líquido a 30° C a 86° F.	g./cc. lbs./pies ³	1.464 91.38	1.293 80.71	1.354 84.52	1.175 73.36	1.553 96.96	1.440 89.91
Densidad, Vap. Sat. al p. e.	g./l. lbs./pies ³	5.85 0.365	6.26 0.391	4.57 0.285	4.82 0.301	7.38 0.461	7.82 0.488
Calor Específico, Líquido (Capacidad Térmica a 30° C. a 86° F.)	cal./g./ C. B.T.U./lb./ F.	0.209	0.240	0.256	0.335	0.218	0.238
Calor Específico, Vapor a Pres. Const. (Capacidad Térmica: 1 atm.) a 30° C. a 86° F.	cal./g./ C. B.T.U./lb./ F.	0.135	0.145	0.140	0.152	0.161 (a 60° C. 140° F.)	0.160
Razon de Calor Específico, a 30° C. 1 atm. (C _v /C _p)		1.136	1.137	1.175	1.184	1.080 (a 60° C. 140° F.)	1.088
Calor de Evaporación al p. e.	cal./g. B.T.U./lb.	43.51 78.31	39.86 71.74	57.86 104.15	55.92 100.66	35.07 63.12	32.78 59.00
Conductibilidad Térmica a 30° C., 86° F.	B.T.U. pies/pies ² hora F. B.T.U. pies/pies ² hora F.	0.0609 0.00484	0.0492 0.00557	0.0497 0.00569	0.0595 0.00678	0.0521 0.00450 (0.5 atm.)	0.0447 0.00646
Viscosidad a 30° C., 86° F.	centipoise centipoise	0.405 0.0111	0.251 0.0127	0.330 0.0116	0.229 0.0131	0.619 0.0104 (0.1 atm.)	0.356 0.0117
Tensión Superficial a 25° C., 77° F.	dinas/cm. dyes/cm.	19	9	19	9	19	13
Índice de Refracción del Líquido	ⁿ _D	1.384	1.285	1.361	1.252	1.355	1.290
Resistencia Dieléctrica Rel. a 1 atm. 23° C. (nitrogeno "1")		3.1	2.4	1.3	1.3	2.6 (0.4 atm.)	2.8
Constante Dieléctrica	Líquido Vapor (0.5 atm.)	2.28 ²⁰ 1.0019 ²³	2.13 ²⁰ 1.0016 ²⁰	5.34 ²⁴ 1.0035 ¹⁰	6.11 ²⁴ 1.0035 ¹⁴	2.44 ²⁰	2.17 ²¹ 1.0021 ¹⁴
Solubilidad del "Freon" en Agua a 1 atm., temp. en C.	g./100g.		0.028 ²⁴	0.69 ²⁰	0.30 ²¹		0.014 ²⁰
Solubilidad del Agua en "Freon" a 30° C. (86° F.) a 0° C. (32° F.)	g./100g. g./100g.	0.013 0.0036	0.012 0.0026	0.16 0.055	0.15 0.060	0.013 0.0036	0.011 0.0026
Inflamabilidad		Ininflamable	Ininflamable	Ininflamable	Ininflamable	Ininflamable	Ininflamable
Toxicidad		Grupo 5A	Grupo 6	mucho menos que el Grupo 4, algo más que el Grupo 5	Grupo 5A	mucho menos que el Grupo 4, algo más que el Grupo 5	Grupo 6

En los compuestos "Freon" estos valores varían considerablemente con los cambios de presión y temperatura.

Resultados de los ensayos de los Laboratorios Underwriter; clasificación adoptada: Grupo 1, muy tóxico; Grupo 6, no hay evidencia de toxicidad. (Véanse U. L. Reports MH-2375 para el "Freon-11"; "Freon-12"; "Freon-114"; MH-2630 para el "Freon-21"; MH-3134 para el "Freon-22"; y MH-3072 para el "Freon-113" que se pueden suministrar a pedido dirigido a Du Pont.)

AUNQUE EL AGUA ES ECENCIALMENTE INSOLUBLE EN TODOS LOS FREONES EL GRADO DE INSOLUBILIDAD VARÍA PARA CADA COMPUESTO. LA SOLUBILIDAD DEL AGUA EN ALGUNOS FREONES, ESTÁ DADA POR LA TABLA SIGUIENTE:

(5)

SOLUBILIDAD EN AGUA (% EN PESO).

COMPUESTOS	0° F	32° F.
FREON 11	0.0015	0.0036
FREON 12	0.0008	0.0026
FREON 21	0.0270	0.0560
FREON 22	0.0310	0.0600
FREON 113	0.0015	0.0036
FREON 114	0.0010	0.0026

PUEDE VERSE FÁCILMENTE QUE LOS COMPUESTOS CON HIDRÓGENO, TALES COMO EL FREON 21 Y EL FREON 22, DESPLIEGAN UNA MAYOR SOLUBILIDAD PARA EL AGUA, QUE AQUELLOS QUE NO CONTIENEN HIDRÓGENO.

LA MAYORÍA DE LOS REFRIGERANTES FREON, SON MÁS O MENOS MICIBLES CON ACEITES MINERALES LUBRICANTES, LO CUÁL REDUCE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE, PERO LA MICIBILIDAD DEPENDE DE LA TEMPERATURA Y PRESIÓN DE LA SOLUCIÓN, BASE DEL ACEITE. LOS REFRIGERANTES FREON QUE ESTÁN CONSIDERADOS INMICIBLES CON ACEITES MINERALES LUBRICANTES SON: FREON 13 (MONOCLORO-TRIFLUORO-METANO), FREON 14 (TETRAFLURO-METANO), Y FREON 115 (MONOCLORO-PENTAFLURO-ETANO). LOS QUE SON COMPLETAMENTE MICIBLES: FREON 11 (TRICLORO-MONOFLURO-METANO), FREON 12 (DICLORO-DIFLUORO-METANO), FREON 112 (TETRACLORO-DIFLUORO-ETANO) Y FREON 113 (TRICLORO-TRIFLUORO-ETANO). MIENTRAS QUE EL FREON 114 Y EL FREON 22, SON PARCIALMENTE MICIBLES. SIN EMBARGO ESTA CUESTIÓN DE INMICIBILIDAD, NO ES UN PUNTO QUE INFLUYA EN LA

(5)
ELECCIÓN DEL FREON, SINO EN EL DISEÑO DEL APARATO.

VISCOSIDAD. - LA VISCOSIDAD DE LOS COMPUESTOS FREON ES MUY IMPORTANTE PARA MUCHAS DE SUS APLICACIONES, PRINCIPALMENTE COMO REFRIGERANTE. NO ES SOLAMENTE LA VISCOSIDAD UNA RELACIÓN CON EL FLUJO DEL MATERIAL, SINO TAMBIÉN, TIENE UN MARCADO EFECTO SOBRE LA TRANSMISIÓN DEL CALOR DEL MISMO. POR LO TANTO, YA QUE LOS CICLOS DE OPERACIÓN DEPENDEN DE AMBAS OPERACIONES, ES NECESARIO TENER CONOCIMIENTOS DE LA VISCOSIDAD DEL FLUIDO.

ACCIÓN FISIOLÓGICA. - LA TOXISIDAD DE ESTOS PRODUCTOS ES MENOR QUE LA DE OTROS PRODUCTOS MONOFLUORADOS CONTENIENDO HALÓGENOS DE ESTRUCTURA SIMILAR. LOS PRIMEROS EJEMPLOS DE ESTA INFLUENCIA DE LOS ÁTOMOS DE FLUOR, SOBRE LA NATURALEZA TÓXICA DE ESTOS PRODUCTOS, SON FREON 12 Y FREON 114. ESTOS DOS COMPUESTOS HAN SIDO PROBABLEMENTE LOS MÁS ESTUDIADOS, QUE NINGUNO OTRO DE LOS COMPONENTES DE LA FAMILIA FREON.

RESPECTO AL FREON 12, EL BUREAU DE MINES REPORTÓ: LA EXPOSICIÓN DE 7 U 8 HORAS DIARIAS AL FREON 12 AL 20% EN VOLUMEN, PRODUCE UN TREMOR QUE VARÍA DE LIGERO A MODERADO, EN LOS MONOS. CUANDO INTENTAN CAMINAR, ACTÚAN COMO PERSONAS ATACADAS POR ATAXIA ALCOHOLICA. REACCIONAN A LA LUZ Y A LOS ESTÍMULOS Y NO LLEGAN A PERDER EL SENTIDO. LA MÁXIMA SEVERIDAD EN LOS SÍNTOMAS SE OBTIENEN EN LOS PRIMEROS 10 Ó 20 MINUTOS DE EXPOSICIÓN. UNA TOLERANCIA SE DESARROLLA CON LAS EXPOSICIONES SUCESIVAS Y SE MANIFIESTA EN UNA DISMINUCIÓN EN LA SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS. (5)

NO OCURRIÓ NINGUNA MUERTE ENTRE LOS PERROS Y MONOS. LAS MUERTES ENTRE LOS PUERCOS DE GUINEA, USADOS PARA SÍNTOMAS, PESO Y OBSERVACIONES DE MUERTE, FUERON 2 EN UN GRUPO DE 16 EXPUESTOS AL GAS. (5)

APLICACIONES. - LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE LA FAMILIA FREON, SON; EN LA REFRIGERACIÓN, COMO PROPELENTES EN LOS PRODUCTOS AEROSOLLES. OTRAS APLICACIONES SON LA DE SOLVENTES, PRODUCTOS QUÍMICOS -- INTERMEDIOS, AGENTES EXTINGUIDORES DE FUEGO, EN AERODINÁMICA, ETC.

CAPITULO II

ESTUDIO TEORICO DE LA REFRIGERACION

LA REFRIGERACIÓN COMO LA VAMOS A VER A CONTINUACIÓN, PUEDE --
SER DEFINIDA EXTENSAMENTE, COMO EL ARTE DE PRODUCIR FRÍO, REFIRI--
ENDOSE PARTICULARMENTE AL ENFRIAMIENTO MÁS ABAJO DE LA TEMPERATURA
AMBIENTE. LOS MEDIOS MÁS COMUNMENTE USADOS PARA TAL ENFRIAMIENTO -
SON: INDUCIR UN CAMBIO DE FASE EN UN CUERPO ABSORBEDOR DE CALOR, -
TAL COMO OCURRE EN LA VAPORIZACIÓN DEL AMONÍACO LÍQUIDO O EN LA --
FUSIÓN DEL HIELO. EN LA PRODUCCIÓN DE AIRE LÍQUIDO, EL ENFRIAMIE--
NTO SE PRODUCE EXPANDIENDO EL GAS A TRAVES DE UN CHIFLÓN. OTROS ---
CAMBIOS FÍSICOS, TALES COMO LA CONTRACCIÓN DEL HULE EXPANDIDO, -
O LA EXTENSIÓN DE UN RESORTE DE ACERO, EL PASO DE LA CORRIENTE ---
ELÉCTRICA A TRAVES DE UNA UNIÓN BIMETÁLICA, Y DE HECHO CUALQUIER -
CAMBIO FÍSICO REVERSIBLE, QUE ABARQUE LA PRODUCCIÓN DE UN TRABAJO,
ES CAPAZ DE PRODUCIR FRÍO. LA RADIACIÓN DE CALOR DE LA SUPERFICIE
DE LA TIERRA AL ESPACIO INTERESTELAR, PUEDE SER USADO EN ALGUNAS -
LOCALIDADES PARA ENFRIAR AGUA, Y LAS AGUAS FRÍAS DE LA TIERRA, HAN
SERVIDO DESDE TIEMPO INMEMORIAL, PARA PRESERVAR COMESTIBLES. (6)

REFRIGERANTE, PUEDE SER DEFINIDO, COMO CUALQUIER MATERIAL ---
CAPAZ DE ABSORBER CALOR. LA UNIDAD DE REFRIGERACIÓN EN LOS ESTADOS
UNIDOS ES LA TONELADA DE REFRIGERACIÓN STANDARD DE 288000 BTU, ---
QUE ES CASI IGUAL AL CALOR DE FUSIÓN DE 2000 LB DE HIELO A 0°C. LA
TONELADA COMERCIAL DE REFRIGERACIÓN ES A RAZÓN DE 200 BTU/MIN. NÓ--
TESE QUE LA TONELADA STANDARD, TIENE DIMENSIONES DE CALOR, MIENTRAS
QUE LA COMERCIAL TIENE DIMENSIONES DE CALOR POR TIEMPO. (7)

CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DE LODOS AGITADOS. - EXISTEN VARIAS --
FORMAS DE CONSIDERAR LOS PROCESOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR. SI SE -
DEBEA LLEVAR A CABO DETERMINADA OPERACIÓN EN UN TIEMPO DETERMINADO

EL PROBLEMA QUE SE PRESENTA EN LA REFRIGERACIÓN, ES ABSORBER EL CALOR DE LOS CUERPOS Y AMBIENTE QUE LOS RODEA A UNA TEMPERATURA BAJA Y TRANSMITIRLO O DISIPARLO A OTRO AMBIENTE (AIRE O AGUA), QUE ESTÁ A UNA TEMPERATURA MÁS ALTA.

POR LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA, SABEMOS QUÉ, PARA EFECTUAR EL INTERCAMBIO DE CALOR EN ESTAS CONDICIONES, NECESITAMOS, CONSUMIR CIERTA CANTIDAD DE TRABAJO MECÁNICO.

EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA, APLICADO A LA REFRIGERACIÓN, LO PODEMOS ENUNCIAR EN TÉRMINOS GENERALES, DEL MODO SIGUIENTE: PARA QUE EL CONTENIDO DE CALOR DE UNA FUENTE A BAJA TEMPERATURA, PUEDA SER TRANSMITIDO A OTRO DE ALTA TEMPERATURA, SERÁ NECESARIO CONSUMIR CIERTA CANTIDAD DE ENERGÍA EXTERNA. (10)

EL TRANSPORTE DE CALOR SE HACE POR MEDIO DE AGENTES QUE NO CAMBIAN DE CONSTITUCIÓN DURANTE EL TRABAJO (FLUIDOS REFRIGERANTES)

LA ENERGÍA EMPLEADA PARA ESTAS TRANSFORMACIONES PUEDEN SER:

A).- ENERGÍA CALORÍFICA (MÁQUINAS DE ABSORCIÓN)

B).- ENERGÍA MECÁNICA (MÁQUINAS DE COMPRESIÓN)

A).- MÁQUINAS DE ABSORCIÓN. - LAS MÁQUINAS DE ABSORCIÓN UTILIZAN LA ENERGÍA TÉRMICA DE UNA FUENTE, QUE PUEDE PROCEDER DE UN COMBUSTIBLE CUALQUIERA O DEL PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA POR UNA RESISTENCIA DE CALEFACCIÓN.

EL AGENTE DE TRANSPORTE DE CALOR CASI EXCLUSIVAMENTE EMPLEADO, ES EL AMONIACO, POR SU PROPIEDAD DE SER FÁCILMENTE ABSORBIDO POR EL AGUA Y SEPARABLE DE ELLA POR LA ACCIÓN DEL CALOR. (11)

B).- MÁQUINAS DE COMPRESIÓN. - EN ESTE SISTEMA SE EMPLEA PARA TRANSPORTAR CALOR, UNO DE LOS FLUIDOS CONDENSABLES, LLAMADOS VULGARMENTE REFRIGERANTES.

MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO. - EL LÍQUIDO REFRIGERANTE EL CUÁL ESTÁ APROXIMADAMENTE A LA PRESIÓN Y TEMPERATURA DEL AMBIENTE EN UN DEPÓSITO, PASA A TRAVÉS DE UNA VÁLVULA REGULADORA, A OTRO DEPÓSITO CERRADO, LLAMADO EVAPORADOR O SERPENTÍN, QUE SE MANTIENE A UNA BAJA PRESIÓN. POR EFECTO DE LA DEPRESIÓN ENCONTRADA EN ESTE DEPÓSITO, EL LÍQUIDO REFRIGERANTE, ENTRARÁ EN EBULLICIÓN, ABSORBIENDO EL CALOR AMBIENTE QUE LO RODEA HASTA UNA TEMPERATURA, DADA POR LA NATURALEZA DEL LÍQUIDO Y POR LA PRESIÓN QUE REINA EN EL DEPÓSITO Y ENFRÍA EL AMBIENTE DE LA CÁMARA. LA BAJA PRESIÓN, ESTÁ SOSTENIDA POR LA COMPRESORA, QUE ASPIRA LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE A MEDIDA QUE SE VAN FORMANDO, Y LOS COMPRIME A ALTA TEMPERATURA Y DIRIGIÉNDOLOS AL CONDENSADOR, EN EL CUÁL SE DISIPA EL CALOR CONTENIDO EN LOS VAPORES, TRANSMITIÉNDOLOS A UN AMBIENTE QUE LO RODEA (AIRE O AGUA), HASTA QUE LA PRESIÓN Y EL DESCENSO DE TEMPERATURA LLEGUEN A CONDENSARSE O LICUARSE, PARA SER UTILIZADOS DE NUEVO. POR LO ANTERIORMENTE CITADO QUE SE QUE EL PROCESO ES REVERSIBLE.

ACLARANDO CONCEPTOS, PODEMOS DECIR QUE EL CALOR CONTENIDO EN LOS CUERPOS ALMACENADOS Y EN EL AMBIENTE DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA A BAJA TEMPERATURA PASARÁ A LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE, PRODUCTO DE LA EBULLICIÓN EN EL SERPENTÍN, EN UN VALOR IGUAL AL CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN DEL LÍQUIDO EMPLEADO COMO REFRIGERANTE. ESTOS VAPORES, AL SER COMPRIMIDOS POR LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN, SUFRIRÁN UN RECALENTAMIENTO MUY GRANDE, LLEGANDO A ALCANZAR UNA TEMPERATURA MUY ALTA, LO QUE PERMITIRÁ UNA TRANSMISIÓN DE CALOR DEL REFRIGERANTE AL AMBIENTE QUE RODEA AL CONDENSADOR Y QUE ESTÁ A UNA TEMPERATURA SUPERIOR A LA QUE RODEA AL SERPENTÍN. LA ALTA PRESIÓN DEBIDA AL COMPRESOR DEBE DE TENER UN VALOR QUE PERMITA LA

CANDEZACIÓN O LICUEFACCIÓN DE LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE A UNA TEMPERATURA POCO SUPERIOR A LA DEL AMBIENTE EXTERIOR.

ESTE CALOR DISIPADO EN EL CONDENSADOR SERÁ DE UN VALOR IGUAL, AL DEL CALOR LATENTE DE CONDENSACIÓN, QUE ES EL MISMO QUE EL CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN MÁS EL CALOR ADQUIRIDO POR EL REFRIGERANTE POR EL EFECTO DE LA COMPRESIÓN A LA ALTA TEMPERATURA SOMETIDA.

EN RESUMÉN, VEMOS QUE CON LA AYUDA DE UN TRABAJO MECÁNICO, -- HEMOS PASADO CALOR DE UNA FUENTE CON NIVEL DE TEMPERATURA INFERIOR A OTRO CON NIVEL DE TEMPERATURA SUPERIOR. (12)

SIENDO EN DEFINITIVA, LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN, UNA MÁQUINA - TÉRMICA, AUNQUE EL TRABAJO PRODUCIDO SEA NEGATIVO, PODREMOS ESTUDIAR SU FUNCIONAMIENTO BASÁNDONOS EN LOS PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA Y APLICANDO EL CICLO DE CARNOT, ESTUDIADO SOBRE EL DIAGRAMA ENTRÓPICO DEL FLUIDO REFRIGERANTE EMPLEADO. (13)

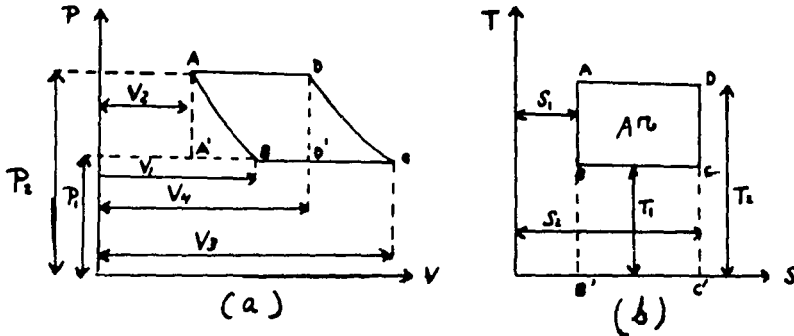
EL CICLO TEÓRICO IDEAL QUE DEBE DESCRIBIR UNA MÁQUINA FRIGORÍFICA, SERÁ POR LO TANTO, UN CICLO REVERSIBLE ENTRE DOS PUNTOS O FUENTES DE TEMPERATURA CONSTANTES, UNO FRÍO Y OTRO CALIENTE, Y SE COMPONE DE LOS SIGUIENTES PASOS:

- 1.- ABSORCIÓN ISOTÉRMICA DE CALOR DEL PUNTO FRÍO.
- 2.- CESIÓN ISOTÉRMICA DE CALOR AL PUNTO CALIENTE.
- 3.- PASAR DE LA BAJA TEMPERATURA A LA ALTA, POR COMPRESIÓN - POLITRÓPICA.
- 4.- PASAR DE LA ALTA TEMPERATURA A LA BAJA, POR EXPANSIÓN -- ADIABÁTICA.

TENEMOS POR LO TANTO UN CICLO CARACTERÍSTICO DE CARNOT.

PARA ACLARAR IDEAS, ESTUDIAREMOS UN CICLO DE CARNOT, SOBRE - LOS 2 DIAGRAMAS P,V Y T,S, DESCRITO DE UNA MANERA TEORICA IDEAL, -

SIN PÉRDIDAS DE NINGUNA CLASE.



PARTIREMOS DEL PUNTO A, QUE REPRESENTA EL ESTADO DEL FLUIDO - REFERIDO A LA TEMPERATURA T_2 DEL AMBIENTE EXTERIOR, A LA PRESIÓN - P_2 DE CONDENSACIÓN Y AL VOLUMEN v_2 .⁽¹⁴⁾

PRIMERA FASE. - PRODUCIR EN EL REFRIGERANTE UNA BAJA TEMPERATURA -- PARA LLEVARLO A UNA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN ADECUADA, PARA PODER EN LA SEGUNDA FASE, ABSORBER CALOR DEL PUNTO O FUENTE FRÍA. ESTE - EFECTO SE CONSIGUE POR LA OPERACIÓN LLAMADA "LAMINADO", QUE NO ES MAS QUE UNA EXPANSIÓN ADIABÁTICA IRREVERSIBLE, AL DEJAR PASAR EL - LÍQUIDO CONTENIDO EN EL DEPÓSITO A ALTA PRESIÓN Y TEMPERATURA AL - SERPENTÍN, DONDE EXISTE UNA BAJA PRESIÓN. EL FINAL DEL LAMINADO -- VIENE DADO POR EL PUNTO B, QUE REPRESENTA EL ESTADO DEL LÍQUIDO -- REFRIGERANTE A UNA PRESIÓN P_1 Y TEMPERATURA T_1 , BAJAS Y A UN VOLUMEN v_1 , CON ENTROPIA CONSTANTE. EN LA FIGURA (A) VEMOS QUE ESTA -- FASE SE HA CUMPLIDO, CON UNA PEQUEÑA PRODUCCIÓN DE TRABAJO, REPRESENTADO POR EL ÁREA AA'B IGUAL A $P \cdot dv$.

EN LA FIGURA (B) VEMOS QUE LA EVOLUCIÓN, SE HA EFECTUADO CON ENTROPIA CONSTANTE, SIENDO LA RECTA AB, PARALELA AL EJE DE LAS ORDENADAS, SIN ABSORCIÓN NI CESIÓN DE CALOR (ADIABÁTICA).

SEGUNDA FASE. - ABSORBER CALOR DE LOS CUERPOS A BAJA TEMPERATURA. - SE CONSIGUE MEDIANTE LA EBULLICIÓN DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE A UNA TEMPERATURA ALGO INFERIOR A LA DESEADA EN LA CÁMARA, A FÍN DE ASEGURAR LA TRANSMISIÓN DE CALOR DEL CUERPO QUE SE DESEA ENFRIAR, AL REFRIGERANTE LÍQUIDO, PARA QUE ÉSTE ENTRE EN EBULLICIÓN. SABEMOS - QUE LA TEMPERATURA Y LA PRESIÓN, DURANTE LA EBULLICIÓN DE UN LÍQUIDO ENTRE LOS PUNTOS B Y C, ADEMÁS DE ISOTÉRMICA DEBE DE SER ISOBÁRICA. EL PUNTO C REPRESENTA EL ESTADO DEL FLUÍDO AL FINAL DE LA VAPORIZACIÓN Y ENTRADA DEL COMPRESOR, CON UNA PRESIÓN P_1 Y UNA TEMPERATURA T_1 , IGUALES A LAS DEL PUNTO B Y CON UN VOLUMEN V_3 MUY SUPERIOR A V_1 , POR LA PRODUCCIÓN DE VAPORES EN EBULLICIÓN. LA ENTROPIA S_2 HABRÁ AUMENTADO, POR HABER OCURRIDO ABSORCIÓN DEL CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN. EN LA FIGURA (A) VEMOS, QUE POR SER EL PROCESO ISOTÉRMICO E ISOBÁRICO, NO HA HABIDO, NI PRODUCCIÓN NI ABSORCIÓN DE TRABAJO INTERNO. EN LA FIGURA (B) VEMOS, QUE HA HABIDO AUMENTO DE ENTROPIA, CON ABSORCIÓN DE CALOR.

TERCERA FASE. - TRANSPORTE DEL CALOR ABSORBIDO EN EL PUNTO O FUENTE FRÍO AL CALIENTE, PARA EL CUÁL ES NECESARIO, AUMENTAR LA TEMPERATURA DE LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE, PARA PONERLOS EN CONDICIONES DE TRANSMITIR SU CALOR AL PUNTO O FUENTE CALIENTE. SE CONSIGUE MEDIANTE UNA COMPRESIÓN ADIABÁTICA, PARA PASAR DE LA TEMPERATURA T_1 A T_2 , ASEGURANDO QUE NO HAY OTRAS TRANSMISIONES CON OTROS PUNTOS O FUENTES DISTINTAS DE LOS CONSIDERADOS.

EL FLUIDO EN PROCESO ES LLEVADO AL PUNTO D, REPRESENTANTE DEL ESTADO DE PRESIÓN P_2 , TEMPERATURA T_2 Y VOLUMEN V_4 MENOR QUE V_3 . LA ENTROPIA NO VARÍA, POR SER ADIABÁTICO EL PROCESO.

EN LA FIGURA (A) VEMOS, QUE HA HABIDO UNA ABSORCIÓN DE TRABA-

JO EXTERNO, REPRESENTADA POR EL ÁREA $DD'C$. EN LA FIGURA (B) VEMOS, QUE NO HA HABIDO NI CESIÓN, NI ABSORCIÓN DE CALOR.

CUARTA FASE. - CESIÓN DE CALOR AL PUNTO O FUENTE CALIENTE A TEMPERATURA CONSTANTE. SE CONSIGUE MEDIANTE LA LICUEFACCIÓN TOTAL DE LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE COMPRIMIDOS, EN PROCESO ISOTÉRMICO E ISOBÁRICO DE D A A.

LA PRESIÓN P_2 Y LA TEMPERATURA T_2 SE MANTIENEN CONSTANTES; EL VOLUMEN V_2 DISMINUYE A V_1 Y LA ENTROPIA DISMINUYE DE S_2 A S_1 .

A, ES EL PUNTO REPRESENTATIVO INICIAL.

EN LA FIGURA (A) VEMOS, QUE NO HA HABIDO NI ABSORCIÓN NI PRODUCCIÓN DE TRABAJO. EN LA FIGURA (B) VEMOS, QUE HA HABIDO CESIÓN DE CALOR.

COMPLETANDO EL CICLO, PODREMOS ESTABLECER EL BALANCE CALORÍFICO.

Q_1 IGUAL AL CALOR ABSORBIDO DEL PUNTO O FUENTE FRÍA IGUAL AL ÁREA $BB'C'C$.

Q_2 IGUAL AL CALOR CEDIDO AL PUNTO O FUENTE CALIENTE IGUAL AL ÁREA $AB'C'D$.

VEMOS A PRIMERA VISTA QUE EL ÁREA $AB'C'D$, ES MAYOR QUE EL ÁREA $BB'C'C$, PERO SABEMOS, POR EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA DE LA TERMODINÁMICA QUE DEBE DE EXISTIR UNA EQUIVALENCIA ENTRE LAS CANTIDADES DE CALOR PUESTAS EN JUEGO Y EL TRABAJO DESARROLLADO O ABSORBIDO. SIENDO EL CALOR CEDIDO MAYOR QUE EL ABSORBIDO, LA IGUALDAD DE EQUIVALENCIA TIENE QUE SER DE LA FORMA $Q_2 = -A' + Q_1$. LO QUE NOS INDICA QUE HA HABIDO TRABAJO NEGATIVO, O SEA ABSORBIDO. LA IGUALDAD PUEDE PONERSE EN LA FORMA $Q_2 - Q_1 = A'$, LO QUE NOS INDICA QUE EL ÁREA $ABCD$, DIFERENCIA ENTRE LAS ÁREAS $AB'C'D$ Y $BB'C'C$,

ES A_7 , O SEA EL EQUIVALENTE CALORÍFICO DEL TRABAJO ABSORBIDO PARA DESARROLLAR EL CICLO FRIGORÍFICO. (15)

EL CICLO QUE ACABAMOS DE VER ES UN CICLO IDEAL, VEAMOS AHORA EL REAL.

EN PRIMER LUGAR, LOS PUNTOS A Y B NO PUEDEN ESTAR SITUADOS EN LA MISMA VERTICAL QUE EXIJE VALORES IGUALES DE ENTROPIA, PUES EL PROCESO IRREVERSIBLE DEL LAMINADO, SUPONE UNA VARIACIÓN, AUNQUE PEQUEÑA DE ENTROPIA. SEGUNDO, LOS PUNTOS C Y D TAMPOCO PUEDEN ESTAR SOBRE LA MISMA VERTICAL, QUE REPRESENTA VALORES DE ENTROPIA, YA QUE POR CORRESPONDER A ESTADOS DE VAPOR BATURADOS SECOS, A LAS TEMPERATURAS RESPECTIVAS, DEBEN DE ESTAR SITUADOS, SOBRE LA LÍNEA LÍMITE SUPERIOR DE VAPOR SATURADO, CON ENTROPIAS DISTINTAS. TERCERO Y ÚLTIMO; LA VERTICAL CD QUE REPRESENTA LA COMPRESIÓN ADIABÁTICA, EMPEZANDO POR EL PUNTO C, NO PASARÁ POR EL PUNTO D, POR SER SU ENTROPIA DIFERENTE COMO ANTES HEMOS DICHO, SINO QUE SE VERÁ PROLONGADO HASTA ENCONTRAR LA ISOBÁRICA P_2 , EN LA REGIÓN DE VAPORES RECALENTADOS.

FLUIDOS REFRIGERANTES. - LAS CONDICIONES QUE DEBE DE REUNIR TODO LIQUIDO REFRIGERANTE, SON LAS ENUMERADAS A CONTINUACIÓN. (16)

NO DEBEN DE SER TÓXICOS, NI INFLAMABLES, IRRITANTES, CORROSIVOS EN LAS CONDICIONES DE EMPLEO.

TENER UNA COMPOSICIÓN QUÍMICA ESTABLE, EN LAS CONDICIONES NORMALES DE USO.

TENER TEMPERATURA CRÍTICA ELEVADA.

TENER TEMPERATURA DE EBULLICIÓN A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA BAJA.

NO EXIGIR GRANDES PRESIONES DE CONDENSACIÓN.

NO NECESITAR PRESIONES DE EVAPORACIÓN DEMASIADO INFERIORES---

A LA ATMOSFÉRICA.

OCUPAR UN VOLUMEN ESPECÍFICO PEQUEÑO.

NO DESCOMPONER EL ACEITE INCOGELABLE DE ENGRASE DEL COMPRESOR, CON EL QUE NECESARIAMENTE VA MEZCLADO.

POSEER GRAN VALOR DEL CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN.

TENER UN PRECIO BAJO DE ADQUISICIÓN.

DE AQUI SE DEDUCE, QUE LOS FLUIDOS A EMPLEAR COMO REFRIGERANTES, DEBEN DE PERTENECER AL GRUPO DE LOS LLAMADOS "FLUIDOS CONDENSABLES", ENTRE LOS CUÁLES SE ENCUENTRAN LOS PERTENECIENTES A LA FAMILIA "FREON."

POTENCIA FRIGORÍFICA DE UN REFRIGERANTE. - LA POTENCIA FRIGORÍFICA DE UN REFRIGERANTE, ES LA CANTIDAD DE CALOR QUE PUEDE ABSORBER, POR UNIDAD DE PESO O DE VOLUMEN, EN LAS CONDICIONES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DEL RÉGIMEN DE TRABAJO DE REFRIGERACIÓN FRIGORÍFICA. (17)

EN OTRAS PALABRAS, ES EL PRODUCTO DEL CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN POR SU PESO ESPECÍFICO.

ELECCION DEL FLUIDO REFRIGERANTE. - EL RENDIMIENTO DE UN COMPRESOR ES INDEPENDIENTE DEL FLUIDO EMPLEADO COMO REFRIGERANTE, POR LO TANTO, EN LA ELECCIÓN DE ESTE FLUIDO, DEBERÁ PARTIRSE, DE ESTAS OTRAS CONDICIONES:

- A).- LA TEMPERATURA DESEADA DE ENFRIAMIENTO.
- B).- TEMPERATURA DISPONIBLE EN EL CONDENSADOR.
- C).- PROPIEDADES DEL FLUIDO.
- D).- DIMENSIONES Y ESPACIO OCUPADO POR EL COMPRESOR.

ELECCIONES DE PRESIONES PARA UN CICLO DE REFRIGERACION. - TODO CICLO DE REFRIGERACIÓN, ESTÁ CARACTERIZADO POR DOS PRESIONES DIFERENTES QUE SE MANTIENEN CONSTANTES DURANTE EL PERÍODO DE FUNCIONAMIENTO.

UNA, ES LA PRESIÓN CONSTANTE CORRESPONDIENTE A LA TEMPERATURA DE LICUEFACCIÓN DEL FLUIDO REFRIGERANTE EN EL CONDENSADOR. LA OTRA ES LA PRESIÓN TAMBIÉN CONSTANTE, DE LA EBULLICIÓN DEL FLUIDO REFRIGERANTE EN EL SERPENTÍN. (18)

LA PRIMERA PERSISTE DESDE LA PARTE DEL CIRCUITO COMPRENDIDA DESDE LA SALIDA DE LA CABEZA DEL COMPRESOR, HASTA LA ENTRADA EN LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN, PARTE QUE SE CONOCE CON EL NOMBRE DE LADO DE ALTA.

LA SEGUNDA PERSISTE DESDE LA PARTE COMPRENDIDA DESDE LA SALIDA DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN, HASTA LA ENTRADA EN EL CILINDRO DEL COMPRESOR, PARTE QUE SE CONOCE CON EL NOMBRE DE LADO DE BAJA.

SERPENTÍN (EVAPORADOR). - EL SERPENTÍN ES UNO DE LOS ÓRGANOS PRINCIPALES EN TODA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA; ES EL VERDADERO PRODUCTOR DEL FRÍO. RECIBE EL NOMBRE DE SERPENTÍN POR SU FORMA. RECIBE TAMBIÉN EL NOMBRE DE RADIADOR IMPROPIAMENTE, YA QUE SU MISIÓN NO ES RADIAR CALOR, SINO ABSORBERLO.

LOS SERPENTINES PROPORCIONAN UNO DE LOS REMEDIOS MÁS BARATOS PARA LA OBTENCIÓN DE CALOR. ESTÁN CONSTRUÍDOS USUALMENTE DE TUBOS ENROLLADOS DE COBRE, ACERO, ETC. (19)

CONDENSADOR. - EL CONDENSADOR ES UN RECIPIENTE CERRADO, DONDE SE VERIFICA LA CONDENSACIÓN O LICUEFACCIÓN DE LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE PRODUCIDOS POR LA EBULLICIÓN DEL MISMO EN EL SERPENTÍN Y ASPIRADOS Y COMPRIMIDOS POR LA COMPRESORA.

SU MISIÓN ES CEDER AL AMBIENTE QUE LO RODEA (AIRE O AGUA), TODO EL CALOR QUE CONTIENEN LOS VAPORES DEL REFRIGERANTE. (20)

HAY VARIOS TIPOS DE CONDENSADORES, A SABER:

CONDENSADORES POR AIRE FORZADO.

CONDENSADORES POR AGUA A CONTRACORRIENTE.

CONDENSADORES POR AGUA A INMERSIÓN.

CONDENSADORES POR AGUA MULTITUBULARES.

COMPRESOR. - LOS COMPRESORES PARA REFRIGERANTES, SON MUY SIMILARES A LOS USADOS PARA GASES O AIRE. DEBIDO A QUÉ CUÁNDO ENTRA EL REFRIGERANTE A LA COMPRESORA, GENERALMENTE VIENE MÁS FRÍO QUE CUALQUIER MEDIO REFRIGERADOR, NO TIENE OBJETO EL USAR ALGUN MEDIO DE ENFRIAMIENTO EN EL COMPRESOR. SIN EMBARGO, COMO LA TEMPERATURA FINAL DE LA COMPRESIÓN ES BASTANTE ALTA, ES CONVENIENTE ENFRIAR LA CABEZA Y EL CILINDRO DEL COMPRESOR, PARA EVITAR SOBRECALENTAMIENTOS EN LAS VÁLVULAS DE ASPIRACIÓN Y EXPULSIÓN. (21)

LA REGULACIÓN SE EFECTÚA DE UNA MANERA MUY ECONÓMICA, DE ACUERDO CON LA CANTIDAD DE REFRIGERANTE BOMBEADO, VARIANDO LA VELOCIDAD DEL COMPRESOR.

LA LUBRICACIÓN DE LOS COMPRESORES, ES PROBLEMA DEL ESPECIALISTA, DEBIDO A QUE LAS TEMPERATURAS PUEDEN SER O MUY ALTAS O MUY BAJAS Y SE PRECISA UNA CLASE ESPECIAL DE ACEITE.

LAS PARTES PRINCIPALES DE UN COMPRESOR SON:

CUERPO DEL COMPRESOR.

EMBOLO O PISTÓN.

VÁLVULAS DE ASPIRACIÓN Y COMPRESIÓN. (22)

ESTOPERO DEL EJE.

CUERPO DEL COMPRESOR. - LAS PARTES PRINCIPALES DEL CUERPO DEL COMPRESOR SON:

1. - EL CILINDRO PROPIAMENTE DICHO, LLAMADO ASÍ POR SU FORMA CILÍNDRICA RECTIFICADA MECÁNICAMENTE EN SU INTERIOR.

- 2.- EL CÁRTER, QUE CONSTITUYE LA BASE DEL COMPRESOR Y TIENE LA FORMA APROPIADA, PARA PERMITIR EL MOVIMIENTO DE LAS BIELAS Y LA FIJACIÓN DE TODAS LAS DEMÁS PARTES A ÉL ADOPLADAS.
- 3.- LA TAPA INFERIOR DEL CÁRTER, ESTÁ FIJADA AL CÁRTER HERMÉTICAMENTE.
- 4.- LA TAPA SUPERIOR DE LA CABEZA DEL CILINDRO (CULATA), QUE SIRVE PARA CONducIR EL REFRIGERANTE.
- 5.- LAS TAPAS LATERALES, QUE SIRVEN PARA TAPAR LOS APOYOS O COGINETES DEL EJE DEL CIGÜENAL.

UNA VEZ MONTADO EL CUERPO DEL COMPRESOR CONSTITUYE UN RECINTO HERMÉTICAMENTE CERRADO, A EXCEPCIÓN DEL LADO DEL COGINETE, QUE SE CIERRA POR MEDIO DEL ESTOPERO DEL EJE, DEL CUAL SE HABLARÁ MAS -- ADELANTE.

TODO COMPRESOR FRIGORÍFICO, VA PROVISTO DE DOS ORIFICIOS DE COMUNICACIÓN CON EL CIRCUITO DEL REFRIGERANTE, UNO DE ELLOS, LO PONE EN COMUNICACIÓN CON LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN O ADMISIÓN Y EL OTRO CON LA TUBERÍA DE COMPRESIÓN O EXPULSIÓN.

EMBOLO. - COMO CONJUNTO DEL ÉMBOLO, PODEMOS CITAR LAS PARTES MÓVILES SIGUIENTES:

- PISTÓN O ÉMBOLO PROPIAMENTE DICHO.
- SEGMENTOS O AROS DEL PISTÓN.
- BULÓN O EJE DEL PISTÓN.
- BIELA.
- EJE DE ROTACIÓN.
- EJE DEL CIGÜENAL.
- COGINETES DEL EJE.

VALVULAS DE ASPIRACION Y COMPRESION. - LAS VÁLVULAS DE ASPIRACIÓN Y COMPRESIÓN, SON, LOS ÓRGANOS DE CONducIR EL FLUIDO REFRIGERANTE DENTRO DEL COMPRESOR. ESENCIALMENTE ESTÁN CONSTITUIDAS -- POR DOS PIEZAS, UNA FIJA O ASIENTO DE FORMA ANULAR CILÍNDRICA O CÓNICA Y LA OTRA MÓVIL SUSCEPTIBLE DE ADAPTARSE PERFECTAMENTE, -- CONSTITUYENDO UN CIERRE HERMÉTICO SOBRE EL ASIENTO. EL FUNCIONAMIENTO DE TODAS ELLAS ES AUTOMÁTICO, DEBIENDO SATISFACER CIERTAS CONDICIONES, A SABER:

GRAN SECCIÓN DE PASO, PARA SU LEVANTAMIENTO PEQUEÑO.

APERTURA Y CIERRE RÁPIDOS.

CIERRE HERMÉTICO.

SER ACCESIBLE CON FACILIDAD PARA SU INSPECCIÓN Y LIMPIEZA.

COLOCACIÓN ADECUADA, CON EL FÍN DE EVITAR QUE EN CASO DE ROTURA PUEDAN CAER TROZOS DEL CILINDRO.

ESTOPERO DEL EJE. - ES UN ÓRGANO MUY IMPORTANTE EN TODO COMPRESOR, CUYA MISIÓN ES IMPEDIR CUALQUIER FUGA DEL FLUIDO REFRIGERANTE QUE INDISCUTIBLEMENTE LLENA LA PARTE INTERNA DEL COMPRESOR, EN UN ESTADO DE VAPOR A PRESIÓN SUPERIOR A LA ATMOSFÉRICA. EN LOS COMPRESORES QUE FUNCIONAN CON PRESIONES DE ASPIRACIÓN INFERIORES A LA ATMOSFÉRICA, LA MISIÓN DEL ESTOPERO DEL EJE, ES LA DE IMPEDIR LA POSIBLE ENTRADA DEL AIRE EXTERIOR O VICEVERSA.

(25)

VALVULAS DE EXPANSION. - LAS VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TIENEN POR MISIÓN REGULARIZAR EL PASO DEL FLUIDO REFRIGERANTE EN ESTADO LÍQUIDO HACIA EL SERPENTÍN, INTRODUCIENDO EN ÉL, LA CANTIDAD JUSTA Y Estrictamente NECESARIA, PARA EVITAR QUE LOS VAPORES SEAN ASPIRADOS POR EL COMPRESOR EXCESIVAMENTE RECALENTADOS Y AL CONTRARIO, QUE LLEGUEN AL COMPRESOR PORCIONES DE REFRIGERANTE LÍQUIDO Y ADEMÁS -

MANTENER LA DIFERENCIA DE PRESIONES NECESARIA

ATENDIENDO AL MODO DE REGULAR, SE LES PUEDE CLASIFICAR EN --
VÁLVULAS FIJAS ACCIONADAS A MANO Y VÁLVULAS AUTOMÁTICAS ACCIONA-
DAS POR DIFERENTES PRESIONES O TEMPERATURAS DEL FLUIDO REFRIGERAN
TE EN EL SERPENTÍN, O POR EL NIVEL DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE. LAS
VÁLVULAS AUTOMÁTICAS SE PUEDEN SUBDIVIDIR EN: PRESOSTÁTICAS, TER-
MOSTÁTICAS Y DE FLOTADOR.

CONSIDERACIONES GENERALES OBSERVADAS EN LOS COEFICIENTES DE TRANS-

MISION DE CALOR. - UNA ECUACIÓN PARA PREDECIR EL COEFICIENTE SU--
PERFICIAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR EN UN CASO PARTICULAR, INCLUYE
TODAS LAS PROPIEDADES DEL FLUIDO Y LAS CONDICIONES DE ESE FLUIDO -
QUE AFECTAN AL PROBLEMA. EN UN CASO PARTICULAR, ESOS FACTORES PUE
DEN SER: DIÁMETRO DEL TUBO, VELOCIDAD DEL FLUIDO, DENSIDAD, VIS--
COSIDAD, CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, CALOR ESPECÍFICO Y POSIBLEMENTE -
OTROS. LA MAYOR PARTE DE LOS CASOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR SON DE
MASIADO COMPLEJOS, QUE ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE AGRUPAR ESOS --
FACTORES EN UNA ECUACIÓN, QUE ESTARÁ BASADA EN UNOS RAZONAMIENTOS
(27)
PURAMENTE TEÓRICOS.

BIBLIOGRAFIA.

- (6).- PERRY J.H. (1676)
- (7).- PERRY J.H. (1676)
- (8).- KERN D. Q. (625)
- (9).- VIVES J. (85)
- (10).- VIVES J. (82)
- (11).- VIVES J. (82)
- (12).- VIVES J. (84)
- (13).- VIVES J. (85)
- (14).- VIVES J. (87)
- (15).- VIVES J. (89)
- (16).- VIVES J. (100)
- (17).- VIVES J. (107)
- (18).- VIVES J. (96)
- (19).- KERN D. Q. (720)
- (20).- VIVES J. (184)
- (21).- FAIRES V. M. CAP XV.
- (22).- VIVES J. (185)
- (23).- VIVES J. (185)
- (24).- VIVES J. (190)
- (25).- VIVES J. (192)
- (26).- VIVES J. (192)
- (27).- BADGER AND BANCHERO (127)

CAPITULO III

CALCULO DEL EQUIPO.

CAPACIDAD. - DICHA CAPACIDAD, VA A ESTAR FIJADA POR LAS NECESIDADES DE LA PRODUCCIÓN. SE NECESITAN ENFRIAR 500 KGS. DE ALCOHOL ETÍLICO A UNA TEMPERATURA DE -30°C , EN UN TIEMPO DE 2 HORAS.

CÁLCULO DEL TANQUE. - FÓRMULA: $V = W / P.E.$

$$W = \text{CANTIDAD DE ALCOHOL} = 500 \text{ KGS} = 1102.3 \text{ LBS.}$$

$$P.E. = \text{PESO ESPECÍFICO DEL ALCOHOL} = 0.79 \text{ GR/ML.} \quad (28)$$

SUBSTITUYENDO:

$$V = 500 / 0.79 = 635 \text{ LTS.}$$

$$V = 635 \text{ LTS.}$$

COMO EL TANQUE NO VA A ESTAR TOTALMENTE LLENO, SE LE DARÁ UN 10% MÁS DE CAPACIDAD, QUEDANDO FINALMENTE EN 698.5 LTS DE CAPACIDAD.

$$V = 698.5 \text{ LTS.}$$

CÁLCULO DE LONGITUD Y DIÁMETRO DEL TANQUE.

FÓRMULA:

$$V = \pi R^2 L \quad (\text{VOLUMEN DE UN CILINDRO})$$

$$L = \frac{V}{\pi R^2}$$

$$S = 2\pi R L + 2\pi R^2 \quad (\text{SUPERFICIE DE UN CILINDRO})$$

PARA OBTENER LA SUPERFICIE MÁXIMA DEL TANQUE, DERIVAMOS LA SUPERFICIE CON RESPECTO AL RADIO Y LA IGUALAMOS A CERO.

$$\frac{dS}{dR} = 0$$

SUBSTITUYENDO L Y DERIVANDO QUEDA:

$$\frac{dS}{dR} = \frac{-2V}{R^2} + 4\pi R = 0$$

DESPEJANDO R QUEDA:

$$R \sqrt[3]{\frac{2V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{2 \times 698500}{4 \times 3.1416}} = 48.3 \text{ CM}$$

$$R = 48.3 \text{ CM}$$

$$D = 96.6 \text{ CM}$$

SUSTITUYENDO EL VALOR DEL RADIO, PARA ENCONTRAR L QUEDA:

$$L = \frac{698500}{3.1416 \times (48.3)^2} = 95.5 \text{ CM}$$

$$L = 95.5 \text{ CM}$$

AUMENTANDO UN POCO LA ALTURA, QUEDAN FINALMENTE LAS DIMENSIONES DEL TANQUE:

$$L = 1.10 \text{ MTS.}$$

$$D = 90.0 \text{ CM.}$$

MATERIAL DEL TANQUE. - EL TANQUE VA A SER DE ACERO INOXIDABLE, CON--
NSTRUIDO CON LÁMINA 18-8, TIPO 304, CALIDAD NO. 16, CON UN AISLA--
MIENTO DE LANA DE VIDRIO CON UN ESPESOR DE 3 IN (7.62 CM). (LEVA--
RÁ ACOPLADO UN MEZCLADOR DE 420 R.P.M. Y UNA PALA DE UN DIÁMETRO -
DE 160 MM. DENTRO DEL TANQUE LLEVARÁ UN SERPENTÍN DE COBRE DE 1/2
IN DE DIÁMETRO.

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE CALOR, CONSIDERANDO EL AISLAMIENTO. - SU--
PONIENDO LAS CONDICIONES EXTREMAS, ES DECIR, LAS FINALES DE LA ---
OPERACIÓN ($T = -30^{\circ}\text{C}$) TENEMOS:

$$Q_T = \frac{k \cdot 2\pi L (T_1 - T_2)}{2.3 \log_{10} (R_2/R_1)} \dots\dots\dots (29)$$

$$k = \text{CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL AISLANTE} = 0.023412 \text{ BTU/FTHR}^{\circ}\text{F} \quad (30)$$

$$L = \text{ALTURA DEL TANQUE} = 3.609 \text{ FTS.}$$

$$T_1 = \text{TEMPERATURA INTERNA} = -30^{\circ}\text{C} = -22^{\circ}\text{F.}$$

$$T_2 = \text{TEMPERATURA EXTERNA} = 20^{\circ}\text{C} = 68^{\circ}\text{F}$$

SUBSTITUYENDO QUEDA FINALMENTE:

$$Q_T = \frac{0.023412 \times 2 \times 3.1416 \times 3.609 \times (-22-68)}{2.3 \log_{10} (1.73/1.48)}$$

$$Q_T = \frac{47.70}{0.157} = 304 \text{ BTU/HR}$$

$$\underline{Q_T = 304 \text{ BTU/HR}}$$

CONSIDERANDO QUE LA PÉRDIDA MÁXIMA QUE SE PUEDA TENER, ES CUÁNDO SE MANTIENE LA TEMPERATURA FINAL DEL ALCOHOL, DURANTE LAS DOS HORAS SE TENDRÁ:

$$\underline{Q_T = 608 \text{ BTU/2 HRS.}}$$

ESTO SE HA SUPUESTO ASÍ, PARA TENER UN MARGEN DE SEGURIDAD - AL DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN.

CALOR CEDIDO POR EL ALCOHOL.

FÓRMULA:

$$q = w C_p (T_1 - T_2)$$

$$w = \text{CANTIDAD DE ALCOHOL ENFRIADO} = 1102.3 \text{ LBS}$$

$$C_p = \text{CALOR ESPECÍFICO DEL ALCOHOL} = 0.48 \text{ BTU/LB}^{\circ}\text{F} \dots\dots\dots (31)$$

$$T_1 = \text{TEMPERATURA INICIAL DEL ALCOHOL} = 68^{\circ}\text{F}$$

$$T_2 = \text{TEMPERATURA FINAL DEL ALCOHOL} = -22^{\circ}\text{F}$$

SUBSTITUYENDO QUEDA:

$$q = 1102.3 \times 0.48 (68 - (-22))$$

$$\underline{q = 47600 \text{ BTU/2 HRS}}$$

$$\underline{q = 23800 \text{ BTU/HR}}$$

ELECCIÓN DEL REFRIGERANTE. - PARA PODER ELEGIR EL REFRIGERANTE, HAY QUE TENER EN CUENTA LAS PROPIEDADES DE ÉSTE Y ADEMÁS LAS PRESIONES QUE OCUPA A LAS TEMPERATURAS DE TRABAJO. PARA ESTE TRABAJO SE ESCOGIÓ UN REFRIGERANTE PERTENECIENTE A LA FAMILIA FREON, POR SUS

PROPIEDADES DE BAJA TOXISIDAD Y FLAMABILIDAD.

COMO LA FAMILIA FREON ES MUY NUMEROSA, SE ESCOGERÁ ENTRE LOS ENUMERADOS A CONTINUACIÓN: FREON 11 (TRICLORO-MONOFUORO-METANO), FREON 12 (DICLORO-DIFLUORO-METANO), FREON 21 (DICLORO-MONOFUORO-METANO), FREON 22 (MONOCLORO-DIFLUORO-METANO), FREON 113 (TRICLORO-TRIFLUORO-ETANO) Y FREON 114 (DICLORO-TETRAFLUORO-ETANO).

UNO DE LOS PUNTOS MÁS IMPORTANTES PARA LA ELECCIÓN DE DICHO REFRIGERANTE, ES COMO SE DIJO ANTERIORMENTE, LA DE TOMAR EN CUENTA LAS PRESIONES DE TRABAJO, PORQUE DE ELLAS DEPENDE DIRECTAMENTE, LA POTENCIA DE LA COMPRESORA, QUE VA A DESARROLLAR EL TRABAJO.

A CONTINUACIÓN DAREMOS UNA TABLA DE REFERENCIA DE LAS PRESIONES DE LOS DIFERENTES FREONES, A LAS PRESIONES CORRESPONDIENTES A LAS TEMPERATURAS DE TRABAJO. UNA DE LAS TEMPERATURAS SE TOMA UN POCO MAYOR QUE LA ATMOSFÉRICA (30°C), PARA ASEGURAR QUE EL FREON CEDA AL CONDENSADOR, TODO EL CALOR ADQUIRIDO DURANTE LA EBULLICIÓN Y COMPRESIÓN. TODOS LOS VALORES DE LA TABLA SIGUIENTE ESTÁN EXPRESADOS EN LB/IN^2 ABS.

TABLA (32)

TEMP.	FREON 11	FREON 12	FREON 21	FREON 22	FREON 113	FREON 114
86°F	8.28	108.40	31.23	174.76	7.8560	36.69
-22°F	1.334	14.566	2.426	23.882	0.3995	3.249

COMO PUEDE APRECIARSE FÁCILMENTE DE LA TABLA ANTERIOR, VEMOS QUE PARA ESTE CASO, LOS MAS CONVENIENTES PARA SER USADOS SON EL FREON 12 Y EL FREON 22. DE ESTOS DOS SE ESCOGE EL FREON 12, POR NECESITAR LA COMPRESORA UN MOTOR MÁS CHICO, YA QUE LA DIFERENCIA DE PRESIONES DEL FREON 12 (93.834), ES MENOR QUE LA DIFERENCIA DEL FREON 22 (150.878). PARA ASEGURAR QUE EL FREON 12 SALGA A UNA ---

TEMPERATURA MÁS FRÍA QUE LA DESEADA EN LA CÁMARA FRIGORÍFICA, SE LE DARÁ UN MARGEN DE 18°F . POR LO TANTO, LA TEMPERATURA QUE TENDRÁ EL GAS FREON 12 DENTRO DEL SERPENTÍN SERÁ DE -40°F , Y LA PRESIÓN OCUPANTE A ESA TEMPERATURA ES DE $9.3076 \text{ LB/IN}^2 \text{ ABS}$. COMO PUEDE VERSE, LA DIFERENCIA ENTRE ESTA NUEVA PRESIÓN Y LA ANTERIOR -- (98.7224), ES TODAVÍA MÁS BAJA QUE LA DIFERENCIA DEL FREON 22 --- (150.878).

POR LO TANTO LAS PRESIONES DE TRABAJO SERÁN:

$$P_1 = 9.3076 \text{ LB/IN}^2 \text{ ABS} = 10.9709 \text{ IN DE VACÍO.}$$

$$P_2 = 108.4 \text{ LB/IN}^2 \text{ ABS.}$$

PROPIEDADES DEL FREON 12.

NOMBRE.- DICLORO-DIFLUORO-METANO..... (32)

PESO MOLECULAR.- 120.92

FÓRMULA.- CCl_2F_2

TEMPERATURA DE EBULLICIÓN.- $-29.8^{\circ}\text{C} = -21.62^{\circ}\text{F}$

TEMPERATURA DE CONGELAMIENTO $= -158^{\circ}\text{C} = -252^{\circ}\text{F}$

TEMPERATURA CRÍTICA $= 600 \text{ LB/IN}^2 \text{ ABS} = 40.8 \text{ ATM}$.

TOXIBILIDAD.- NO ES TÓXICO.

FLAMABILIDAD.- NO ES INFLAMABLE.

CÁLCULO DEL SERPENTÍN

CANTIDAD DE CALOR CEDIDO POR EL ALCOHOL. - PARA NO INCURRIR EN UN ERROR MUY GRANDE, SE TOMARÁ LA TEMPERATURA MEDIA (23°F) PARA EL CÁLCULO. ESTE DATO YA FUÉ CALCULADO EN LA PÁGINA NO. 32.

$$q = 23800 \text{ BTU/HR}$$

PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DE CALOR:

$$\% = \frac{Q_T}{q} \times 100$$

$Q_T = 304 \text{ BTU/HR}$ (CALCULADO EN LA PÁGINA NO. 32)

$$q = 23800 \text{ BTU/HR}$$

$$\% = \frac{304}{23800} \times 100 = 1.28\%$$

$$\Sigma = 2$$

CALOR ABSORBIDO POR EL FREON 12.

$$Q_{\text{FREON}} = q + q_T$$

$$Q_{\text{FREON}} = 23800 + 304 = 24104$$

$$Q_{\text{FREON}} = 24104 \text{ BTU/HR}$$

CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DE CALOR Y DIMENSIONES DEL SERPEN-
TÍN.

FÓRMULA:

$$\frac{dQ}{d\theta} = U A \Delta T \dots\dots\dots (33)$$

Q = CALOR ABSORBIDO O CEDIDO.

θ = TIEMPO DE ENFRIAMIENTO.

U = COEFICIENTE TOTAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR.

A = ÁREA DE TRANSMISIÓN DE CALOR.

ΔT = DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ENTRE EL ALCOHOL Y EL FREON 12

COMO LAS MAGNITUDES Q, U Y ΔT VARÍAN, PARA PODER RESOLVER LA ECUACIÓN, ES NECESARIO HACER UNA INTEGRACIÓN GRÁFICA, CONSIDERANDO INTERVALOS, EN LOS CUÁLES NO VARIEN LAS MAGNITUDES ANTES MENCIONADAS. SE CONSIDERAN 7 INTERVALOS, EN LOS CUÁLES SE SUPONE QUE NO VARÍAN LAS MAGNITUDES U, Q Y ΔT .

LA ECUACIÓN POR INTEGRAR QUEDA DE LA FORMA SIGUIENTE:

$$\int \frac{dQ}{U \Delta T} = \int A d\theta$$

INTEGRANDO LA ECUACIÓN ENTRE LOS LÍMITES Q DE 0 A Q Y θ DE 0 A 2

$$\int_0^Q \frac{dq}{U \Delta T} = 2A$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR (U).

FÓRMULA:

$$U = \frac{1}{1/H_1 + L/K + D_1/D_2 H_2} \dots \dots \dots (34)$$

H_1 = COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR DEL ALCOHOL.

H_2 = COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR DEL FREON 12

L = ESPESOR DEL SERPENTÍN DE 1/2 IN = 0.000893 FT. (35)

K = CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SERPENTÍN = 225 BTU/M4FT⁰F. (36)

D_1 = DIÁMETRO INTERNO DEL SERPENTÍN = 0.626 IN. (35)

D_2 = DIÁMETRO EXTERNO DEL SERPENTÍN = 0.840 IN. (35)

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR DEL ALCOHOL.

FÓRMULA:

$$H_1 = K/D \cdot 0.87 (L^2 N \rho)^{2/3} (C_p \mu / K)^{1/3} (\mu / \mu_w)^{0.14} \dots (37)$$

K = CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL ALCOHOL. VER LA TABLA. (38)

D = DIÁMETRO DEL TANQUE = 90.0 CM = 2,96 FT.

C_p = CALOR ESPECÍFICO DEL ALCOHOL. VER TABLA. (31)

N = VELOCIDAD DEL AGITADOR = 420 R.P.M. = 25200 R.P.HR.

ρ = DENSIDAD DEL ALCOHOL. VER TABLA. (39)

μ = VISCOSIDAD DEL ALCOHOL. VER TABLA. (40)

μ_w = VISCOSIDAD DE LA PELÍCULA DEL ALCOHOL.

NO ESTE DATO SE DESCONOCE, SE SUPONE LO SIGUIENTE: 1.- EL ALCOHOL ESTÁ EN AGITACIÓN CONSTANTE. - 2.- LA PELÍCULA FORMADA DESAPARECE EN EL ACTO, PORQUE POR MEDIO DE LA AGITACIÓN LA TEMPERA-

TURA EN EL ALCOHOL Y LA PELÍCULA ES LA MISMA, VALIENDO LA RELACION DE VISCOSIDADES UNO.

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR DEL FREON 12.

FÓRMULA:

$$H_2 = k/D \cdot 0.0225 (DV/\mu)^{0.8} (CP\mu/k)^{0.4} \dots \dots \dots (41)$$

k = CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL FREON 12 = 0.00384 BTU/FTHR⁰F. (42)

D = DIÁMETRO DEL SERPENTÍN (INTERNO) = 0.626 IN. (35)

V = VELOCIDAD DEL FREON 12.

ρ = DENSIDAD DEL FREON 12

μ = VISCOSIDAD DEL FREON 12 = 0.02565 LB/FTHR. (42)

CP = CALOR ESPECÍFICO DEL FREON 12 = 0.145 BTU/LB⁰F. (42)

COMO LA VELOCIDAD DEL FREON 12 DENTRO DEL SERPENTÍN NO SE CONOCE, SE CALCULA EL GASTO, QUE ES EL PRODUCTO DE LA VELOCIDAD POR LA DENSIDAD, PERO TAMBIÉN ES IGUAL AL COCIENTE DE LA CANTIDAD DEL GAS, ENTRE LA SECCIÓN DEL TUBO.

$$G = V\rho = \pi/S$$

π = CANTIDAD DEL FREON 12

S = SECCIÓN DEL SERPENTÍN DE 1/2 IN = 0.00214 FT². (35)

PARA PODER CALCULAR LA CANTIDAD DE GAS FREON 12, ES NECESARIO CONOCER SU CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN, QUE ES DE 72.903 BTU/LB.

$$\lambda = 72.913 \text{ BTU/LB.} \dots \dots \dots (42)$$

CON ESTE VALOR Y EL CALOR ABSORBIDO POR EL FREON 12, SE PUEDE CALCULAR LA CANTIDAD DE GAS FREON 12 USADO.

$$\pi = Q_{\text{FREON}}/\lambda = 24104/72.913 = 333.2 \text{ LB/HR}$$

$$\pi = \underline{333.2 \text{ LB/HR}}$$

CON ESTE VALOR CONOCIDO PUEDE SER CALCULADO EL GASTO DE FREON

12 Y POR LO TANTO, EL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR DE DICHO GAS.

A CONTINUACIÓN SE DARÁ UNA TABLA CON UN RESUMEN DE TODOS LOS PASOS Y VALORES INTERMEDIOS, NECESARIOS, PARA CALCULAR LA GRÁFICA DE LA INTEGRAL Y PODER CONOCER EL VALOR DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN - DE CALOR.

Tem. inicial	Tem. final	Tem. media.	Calor esp. medic.	Calor cedido alcohol.	Conductividad térmica.	Pérdidas %	Calor total absorbido.
T_1	T_2	T_m	C_{pm}	q	k	Q_t	Q
$^{\circ}F$	$^{\circ}F$	$^{\circ}F$	BTU/lb $^{\circ}F$	BTU/hr	BTU/ft 2 hr $^{\circ}F$	BTU/hr.	BTU/hr.
68	55	61.5	0.550	3950	0.105310	79.0	4099.0
55	48	48.5	0.530	3300	0.103390	76.0	3276.0
48	29	35.5	0.510	3350	0.102470	73.0	3723.0
29	16	22.5	0.480	3440	0.101600	68.8	3508.8
16	3	9.5	0.450	3225	0.100400	64.5	3289.5
3	-10	-3.5	0.430	3080	0.109210	61.6	3141.6
-10	-22	-16.0	0.405	2675	0.109960	53.5	2728.5

Coefficiente alcohol.	Coefficiente Frec 12	Coefficiente Total	Diferencia de temperaturas	UAT	$L/U \Delta T$	Areas
h_1	h_2	U	ΔT	UAT	$L/U \Delta T$	A
BTU/hrft 2	BTU/hrft 2	BTU/hrft 2	$^{\circ}F$	BTU/hrft 2	hrft 2 /BTU $^{\circ}F$	ft 2
144.5	45.0	109.5	101.5	4010	0.00079	0.835
120.5	45.0	109.1	68.5	3350	0.00088	1.093
117.0	45.0	39.8	75.5	3010	0.000332	1.238
112.2	45.0	39.2	62.5	2450	0.000407	1.460
108.2	45.0	38.6	49.5	1910	0.000523	1.740
105.0	45.0	38.3	36.5	1400	0.000715	2.250
94.0	45.0	36.6	24.0	879	0.001180	3.220

Como pu
de Q ca
interve
consta
Valor
Valor

media.	Calor esp. medic.	Calor cedido alcohol.	Conductividad térmica.	Pérdidas %	Calor total absorbido.	Densidad del alcohol.	Viscosidad del alcohol.	Número de Reynolds	Leid leid
m	Cpm	g	k	qt	Q	ρ	μ	Re.	J
°F	BTU/lb°F	BTU/hr	BTU/ft ² hr°F	BTU/hr.	BTU/hr.	lb/ft ³	lb/ft ² hr.	- - - -	- -
11.5	0.550	3950	0.105614	79.0	4095.0	49.25	2.146	180000	18
18.5	0.530	3800	0.106350	76.0	3876.0	49.80	5.630	108000	13
25.5	0.510	3650	0.106720	73.0	3723.0	50.00	4.114	95000	12
32.5	0.480	3440	0.107500	68.8	3508.8	50.20	4.961	80000	11
39.5	0.450	3225	0.108400	64.5	3289.5	50.40	5.324	75000	10
46.5	0.430	3080	0.109210	61.6	3141.6	50.80	5.808	69000	10
53.5	0.405	2975	0.109950	58.5	2728.5	51.10	7.260	55100	8

eficiente	Diferencia de temperaturas			Areas
U	ΔT	UA	1/UA	A
BTU/ft ²	°F	BTU/ft ²	ft ² /BTU°F	ft ²
12.5	101.5	4010	0.000249	0.925
10.1	88.5	3650	0.000274	1.033
39.8	75.5	3010	0.000332	1.238
39.2	62.5	2450	0.000407	1.460
38.6	49.5	1910	0.000523	1.740
38.3	36.5	1400	0.000715	2.250
36.6	24.0	879	0.001180	3.280

Como puede verse, no hay una gran diferencia entre el valor de Q calculado globalmente, con el valor de Q calculado por intervalos, por lo tanto se considera el flujo del Freon constante en el serpentín.

Valor calculado globalmente. = 24296.00 BTU/hr

Valor calculado por intervalos. = 24104.00 BTU/hr

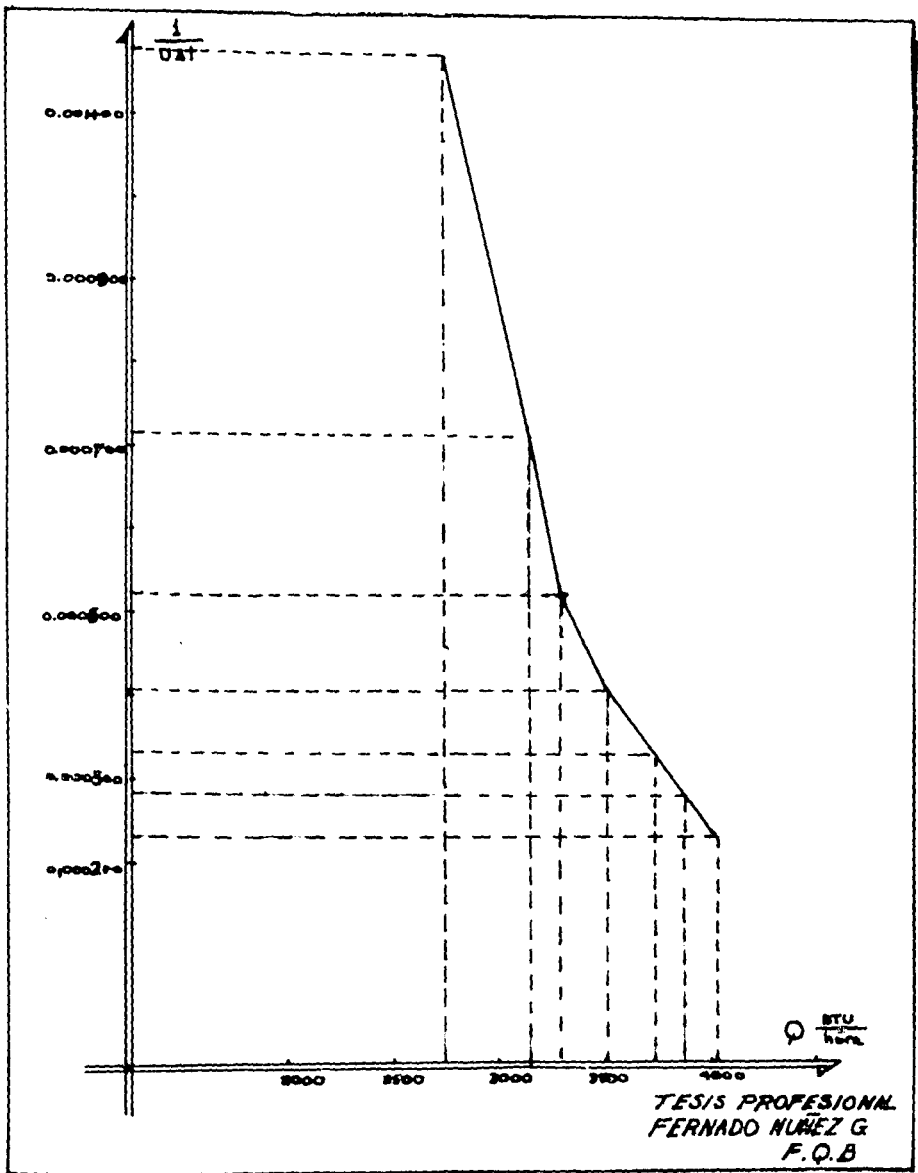
Condicionabilidad aproximada.	Reynolds	Valor total aproximado.	Longitud del alambre.	Distorsion del alambre.	Número de Reynolds	Lección leída.
	Re.	¢	ft.	ft.	Re.	ft.
0.100000	80.0	40.00	10.00	0.00	10000	1000
0.100001	79.7	39.88	9.98	0.02	10000	1000
0.100002	79.4	39.76	9.96	0.04	10000	1000
0.100003	79.1	39.63	9.93	0.07	10000	1000
0.100004	78.8	39.51	9.91	0.09	10000	1000
0.100005	78.5	39.38	9.88	0.12	10000	1000
0.100006	78.2	39.26	9.86	0.14	10000	1000
0.100007	77.9	39.13	9.83	0.17	10000	1000
0.100008	77.6	39.01	9.81	0.19	10000	1000
0.100009	77.3	38.89	9.79	0.21	10000	1000
0.100010	77.0	38.76	9.76	0.24	10000	1000

	Areas
0.100000	1.000
0.100001	1.000
0.100002	1.000
0.100003	1.000
0.100004	1.000
0.100005	1.000
0.100006	1.000
0.100007	1.000
0.100008	1.000
0.100009	1.000
0.100010	1.000

Como puede verse, el error no gran diferencia entre el valor de Q obtenido globalmente con el valor de Q calculado por intervalos, por lo tanto se considera el flujo del Foco 12 constante en el experimento.

Valor calculado globalmente, $Q = 24094.00 \text{ m}^3/\text{hr}$

Valor calculado por intervalos, $Q = 24004.00 \text{ m}^3/\text{hr}$



LA SUMA DE LAS AREAS PARCIALES ES DE 11.936 FT²

$$A = 11.936 \text{ FT}^2$$

COMO LA ECUACION HABIA QUEDADO (PÁG. 32)

$$\int_0^A \frac{dQ}{U \Delta T} = 2A$$

SUBSTITUYENDO QUEDA:

$$11.936 = 2A$$

$$A = \frac{11.936}{2} = 5.968 \text{ FT}^2$$

$$A = 5.968 \text{ FT}^2$$

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL SERPENTÍN.

DE LA FÓRMULA DEL ÁREA DE UN CILINDRO, DESPEJAMOS LA LONGITUD Y QUEDA:

$$L = \frac{A}{\pi D} = \frac{5.968}{3.1416 \times 0.07} = 26.2 \text{ FT}$$

$$L = 26.2 \text{ FT}$$

$$D = \text{DIÁMETRO DEL SERPENTÍN (EXTERNO)} = 0.07 \text{ FT} \dots (35)$$

$$L = 26.2 \text{ FT} = 8.27 \text{ MTS} = 8.30 \text{ MTS}$$

$$L = 8.30 \text{ MTS.}$$

CÁLCULO DEL NÚMERO DE VUELTAS Y DISTANCIAS ENTRE CADA UNA DE ELLAS.

$$N = \frac{L}{P} = \frac{830}{157} = 5.29 = 6$$

N = NÚMERO DE VUELTAS.

$$P = \text{PERÍMETRO DEL CILINDRO: (TANQUE)} = 3.1416 \times 50 = 157.1 \text{ CM}$$

SE TOMÓ COMO DIÁMETRO DEL TANQUE 50 CM Y NO 90 CM, PORQUE EL SERPENTÍN NO VA A ESTAR COLOCADO CERCA DE LA PARED DEL TANQUE, SI NO A UNA DISTANCIA DE 20 CM DE DICHA PARED.

$$\underline{M = 6 \text{ VUELTAS.}}$$

$$S = \frac{H}{M}$$

H = ALTURA DEL TANQUE.

S = DISTANCIA ENTRE CADA VUELTA.

COMO EL ALCOHOL NO VA A OCUPAR TODO EL TANQUE, SINO UN 10% MENOS, LA ALTURA DEL TANQUE A DONDE LLEGARÁ EL ALCOHOL SERÁ DE -- 99 CM.

$$H = 99 \text{ CM}$$

SUBSTITUYENDO QUEDA:

$$S = \frac{99}{6} = 16.5 \text{ CM}$$

$$\underline{S = 16.5 \text{ CM}}$$

COMO SE HA CALCULADO, EL SERPENTÍN DARÁ 6 VUELTAS AL TANQUE - (INTERIORMENTE) A UNA DISTANCIA CADA VUELTA DE 16.5 CM. PERO COMO EL SERPENTÍN EMPEZARÁ A 4.5 CM DEL FONDO, CONTINUARÁ DANDO LAS 6 - VUELTAS, PERO A UNA DISTANCIA DE 15 CM, PARA TERMINAR A 4.5 CM. -- DEL NIVEL DEL ALCOHOL.

CÁLCULO DE LA COMPRESORA.

FÓRMULA:

$$W = \frac{kVRT_1}{1-k} (T_2/T_1 - 1) \text{ (ADIABÁTICO)}$$

W = TRABAJO O POTENCIA DEL COMPRESOR

W = CANTIDAD DE GAS MANEJADO = 333.2 LB/HR = 5.55 LB/MIN.

R = CONSTANTE DE LOS GASES = 1544/PM = 1544/120.92 = 12.8

PM = PESO MOLECULAR = 120.92

k = CONSTANTE DE LAS ADIABÁTICAS = 1.137 (PARA EL FREON 12) (42)

T₁ = TEMPERATURA INICIAL = -40°F = 420°R.

$T_2 = \text{TEMPERATURA FINAL} = 86^\circ\text{F} = 546^\circ\text{R.}$

SUBSTITUYENDO LOS VALORES QUEDA:

$$W = \frac{1.137 \times 5.55 \times 12.8 \times 420}{1.137} \quad (546/420-1)$$

$$W = 89,500 \text{ FT-LB/MIN.}$$

$$W = 2.71 \text{ H.P.} = 3 \text{ H.P.}$$

$$W = 3 \text{ H.P.}$$

ACCESORIOS. - ADEMÁS DE LA COMPRESORA DE 3 H.P., SON NECESARIOS --
 LOS ADITAMENTOS SIGUIENTES: VÁLVULAS DE EXPANSIÓN, MANÓMETROS, --
 LLAVES DE PASO, CONTROLES, TANQUE ECUALIZADOR, SEPARADOR DE ACEI-
 TE Y TABLERO.

BIBLIOGRAFIA.

- (28).- KERN D.Q. (808).
- (29).- STOEVER H. (16).
- (30).- STOEVER H. (260).
- (31).- KERN D.Q. (804).
- (32).- CATÁLOGO.
- (33).- KERN D.Q. (626) .
- (34).- STOEVER H. (59).
- (35).- PERRY J. H. (428).
- (36).- STOEVER H. (259).
- (37).- KERN D. Q. (722).
- (38).- BROWN G.G. (610).
- (39).- INTERNATIONAL CRÍTICA TABLES VOL. V (11).
- (40).- KERN. D.Q. (822).
- (41).- STOEVER H. (76).
- (42).- CATÁLOGO.

CAPITULO IV.

COSTO DEL EQUIPO INSTALADO.

TANQUE DE ACERO INOXIDABLE CON CAPACIDAD DE 700 LTS, DE 90 CM DE DIÁMETRO Y 1.10 MTS DE ALTURA, CONSTRUIDO CON LÁMINA 18-8 TIPO 304, CALIDAD NO. 16.....	₡	4,250.00
MEZCLADOR ELÉCTRICO CON MOTOR MONOFÁSICO DE 1/3 DE H.P., CON FLECHA Y PALA DE ACERO INOXIDABLE DE 160 MM DE DIÁMETRO, DE 420 R.P.M.....	₡	1,520.00
MÁQUINA BRUNNER DE 3 H.P. ENFRIADA POR AGUA, CON MOTOR TRIFÁSICO Y CARGA DE GAS FREON 12 COMPLETA.....	₡	9,176.00
JUEGO DE MANÓMETROS, LLAVES DE PABO Y SU TABLERO RESPECTIVO.....	₡	775.00
SEPARADOR DE ACEITE.....	₡	590.00
TANQUE ECUALIZADOR.....	₡	480.00
CONTROL DE ALTA Y BAJA PRESIÓN.....	₡	225.00
TUBERÍA DE COBRE DE 1/2 IN Y CONEXIONES.....	₡	450.00
DESHIDRATADOR.....	₡	150.00
VÁLVULAS DE EXPANSIÓN.....	₡	325.00
INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y MANO DE OBRA.....	₡	800.00
		<hr/>
IMPORTE.	₡	18,641.00

DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO.-

EL EQUIPO FORMADO POR LA COMPRESORA Y SUS ACCESORIOS, DESPUÉS DE HABER TRABAJADO DURANTE 5 AÑOS, PIERDE UN 85% DE SU VALOR.

FÓRMULA:

$$D = \frac{P-L}{N}$$

D = DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO ANUAL.

P = VALOR ACTUAL DEL EQUIPO

L = VALOR QUE TENDRÁ EL EQUIPO AL CABO DE 5 AÑOS DE TRABAJO.

N = NÚMERO DE AÑOS.

P = \$ 12,871.00

L = \$ 1,931.00

N = 5 AÑOS

SUBSTITUYENDO QUEDA:

$$D = \frac{12871 - 1,931}{5} = 2,188$$

$$D = \underline{\underline{\$ 2,188 \text{ ANUALES}}}$$

CAPITULO V
CONCLUSIONES

- 1.- PARA ESTE CASO EN PARTICULAR, SE VIÓ LA NECESIDAD DE EMPLEAR GAS FREON 12 (DICLORO-DIFLUORO-METANO) COMO EL REFRIGERANTE DE LA COMPRESORA CALCULADA, DADAS SUS PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS, EN LAS CONDICIONES DE EMPLEO.
- 2.- USAR EL SERPENTÍN DE ENFRIAMIENTO INTERIOR EN EL TANQUE, YA QUE SEGÚN SE VIÓ, LAS PÉRDIDAS DE CALOR, SON CASI DESPRECIABLES (2%).
- 3.- USAR UNA COMPRESORA DE 3 H.P., PARA ENFRIAR EL ALCOHOL ETÍLICO A UNA TEMPERATURA DE -30°C , QUE ERA LA DESEADA, EN UN TIEMPO DE DOS HORAS.
- 4.- EL CÁLCULO DEL EQUIPO INSTALADO Y LIBRO PARA SER USADO, FUÉ DE \$ 18,641.00.
- 5.- LA DEPRECIACIÓN CALCULADA AL CABO DE CINCO AÑOS DE TRABAJO FUÉ DE \$ 2,188.00 ANUALES.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- 1.- FIESER L.F. Y FIESER M. QUÍMICA ORGÁNICA. EDITORIAL ATLANTE S. A. MÉXICO, D. F. 1948.
- 2.- THE MERCK INDEX. SIXTH EDITION PUBLISHED BY MERCK & CO. INC. RAHWAY N. J. U.S.A. 1952.
- 3.- CATÁLOGOS:
CARACTERÍSTICAS DE LOS REFRIGERANTES FREON.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 12. E. I. DUPONT DE NEMOURS & COMPANY (INC). 1955 Y 1956.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 11. COPYRIGHT 1938 BY KINETIC CHEMICALS, INC.
KINETIC TECHNICAL BULLETIN B-2. FREON COMPOUNDS 1954
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 21. COPYRIGHT 1939 BY KINETIC CHEMICALS, INC.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 22. COPYRIGHT 1942 BY KINETIC CHEMICALS, INC.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 113. COPYRIGHT 1938 BY KINETIC CHEMICALS, INC.
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF FREON 114, COPYRIGHT 1944 BY KINETIC CHEMICALS, INC.
- 4.- PERRY J.H. CHEMICAL ENGINEER HANDBOOK. 3D EDITION. MCGRAW-HILL COMPANY INC. NEW YORK 1950
- 5.- KERN Q.D. PROCESS HEAT TRANSFER. FIRST EDITION. MCGRAW-HILL COMPANY INC. NEW YORK 1950
- 6.- VIVES J. INSTALACIONES FRIGORÍFICAS. TERCERA EDICIÓN 1950
- 7.- FAIRES V.M. APPLIED THERMODYNAMICS. THE MACMILLAN COMPANY NEW YORK 1952.

- 8.- BADGER AND BANCHERO. INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING
MCGRAW-HILL. BOOK COMPANY, INC. NEW YORK 1955
- 9.- STOEVEER H. TRANSMISIÓN DE CALOR Y SUS APLICACIONES. EDITO-
RIAL COLEGIO. BUENOS AIRES, ARGENTINA. 1952
- 10.- BROWN G.G. OPERACIONES BÁSICAS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA
MANUEL MARÍN Y COMPAÑÍA. BARCELONA, ESPAÑA. 1955
- 11.- INTERNATIONAL CRITICAL TABLES OF NUMERICAL DATA PHYSICS
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. VOL V. PUBLISHED FOR THE NA-
TIONAL RESEARCH COUNCIL BY THE MCGRAW-HILL BOOK COMPANY
INC 1929