CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO´19

16 Y 17 DE OCTUBRE DE 2019

INTRODUCCIÓN DEL CICLO TRANSCRíTICO UTILIZANDO CO2 COMO FLUIDO FRIGORíFICO EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE FRíO EN SUPERMERCADOS Y TIENDAS DE CONVENIENCIA

Jaume Casanovas

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración

Comunidad de Madrid

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN – POR QUÉ EL CO2?
2. ESQUEMA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CO2
3. COMPRESOR ROTATIVO DE ALTO RENDIMIENTO DE 2 ETAPAS
4. INTERCOOLER
5. SPLIT CYCLE
6. CONTROL DE PRESIÓN CONSTANTE
7. ACEITE, OPTIMIZACIÓN Y CONTROL
8. CONCLUSIONES
9. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN – POR QUÉ EL CO2?

F-Gas (UE) n°517/2014

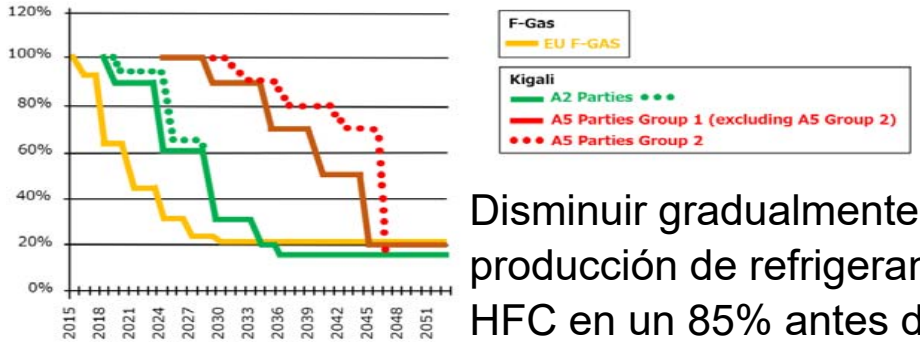
Entró en vigor en todos los países de la Unión Europea el 1 de enero de 2015 y es de aplicación directa en todos los Estados miembros.

- **Objetivo:** Limitar el aumento de la temperatura media global , no más de 2 ° C (posiblemente 1,5) por encima de los niveles pre-industriales.

La Enmienda de Kigali

Entró en vigor el 1 de enero de 2019, tras la ratificación de 65 países.

- **Objetivo:** Ayudará a reducir la producción y el consumo de hidrofluorocarbonos, y evitar así un calentamiento global de hasta 0,4 ° C en este siglo.



Disminuir gradualmente la producción de refrigerantes HFC en un 85% antes del 2036.

Propósito:
Prevenir el calentamiento global.

1. INTRODUCCIÓN – POR QUÉ EL CO2?

En respuesta a la F-Gas y a Kigali :

- Se espera : Que la reducción del uso de refrigerantes HFC se acelerará también en el mercado nacional y otros refrigerantes van a tomar el relevo.
- Se penalizan: Los refrigerantes con mayor GWP.

GWP (Global Warming Potential)

- Es una comparación entre gases de efecto invernadero respecto al CO2.
- Por ejemplo, el GWP del CO2 es 1 y el GWP del R404A es 3922.
- Significa que 1Kg de R404A tiene el mismo efecto invernadero que 3922 kg de CO2.

TEWI (Total Equivalent Warming Impact)

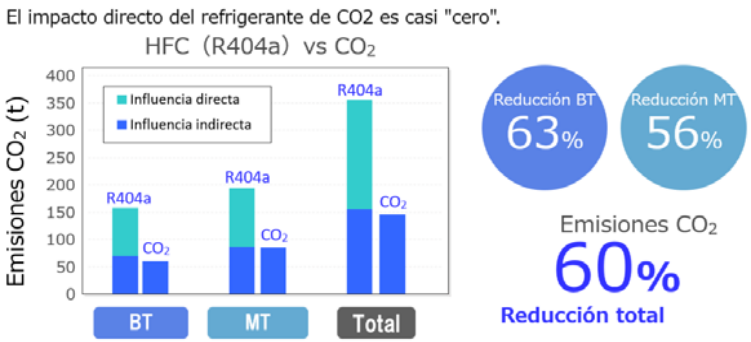
- Es la suma directa (de fugas y purgas) e indirecta (debido a la energía consumida) de cierto equipo durante su vida útil.
- TEWI se calcula a través de la siguiente fórmula:

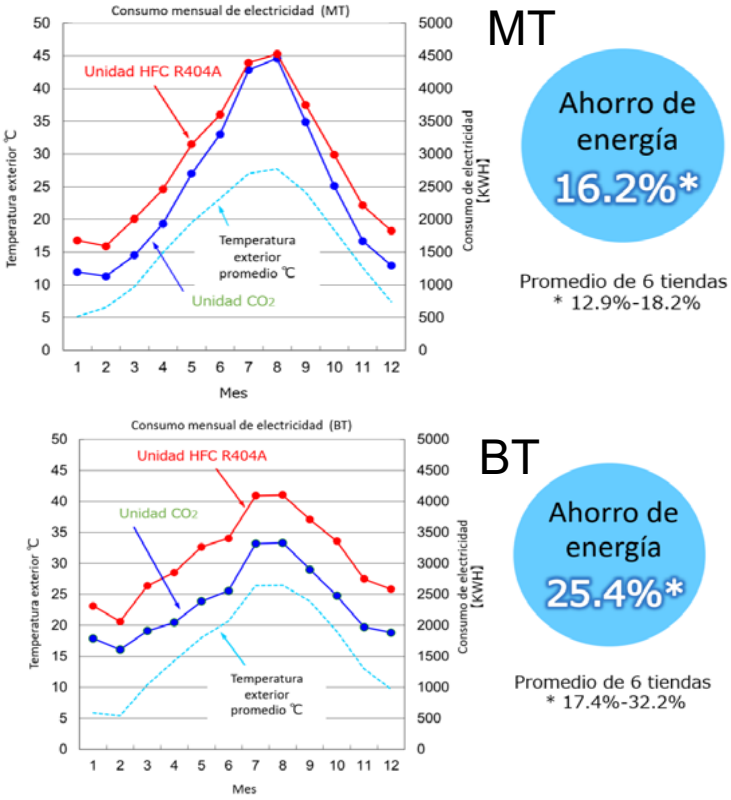
$$TEWI = GWP \cdot L \cdot n + GWP \cdot m \cdot (1-\alpha) + n \cdot E \cdot \beta$$

1. INTRODUCCIÓN – POR QUÉ EL CO2?

1ª Consecuencia :
El mercado demanda productos compatibles con las exigencias de las normativas.

CO2 = Tecnología madura.
CO2 = Componentes transcrítico.
CO2 = Ahorro energético: Superior a los HFC del orden del 16,2% en MT y del 25,4% en BT.
CO2 = Emisiones anuales 56% en MT y del 63% en BT.





1. INTRODUCCIÓN – POR QUÉ EL CO2?

- **"*Ley de uso racional* y *gestión adecuada de los fluorocarbonos*" :** En abril de 2015, entró en vigor, los usuarios están obligados a controlar las fugas de refrigerante.
- La verificación de fugas periódica no se aplica al CO2, con lo que aporta además un ahorro adicional en términos de mantenimiento.

2ª Consecuencia :
El mercado demanda productos compatibles con las exigencias de las normativas.

CO2 = GWP despreciable
CO2 = TEWI despreciable
CO2 = Verificación de fugas no se aplica
CO2 = Facilidad de abastecimiento
CO2 = Bajo precio
CO2 = Ahorra energía
CO2 = Reduce emisiones
CO2 = No es inflamable ni tóxico
CO2 = Recuperación de calor!!!

Solución

Supermercado

C-Store

Supermercados, C-Stores, Gasolineras, Restaurantes, Museos, etc

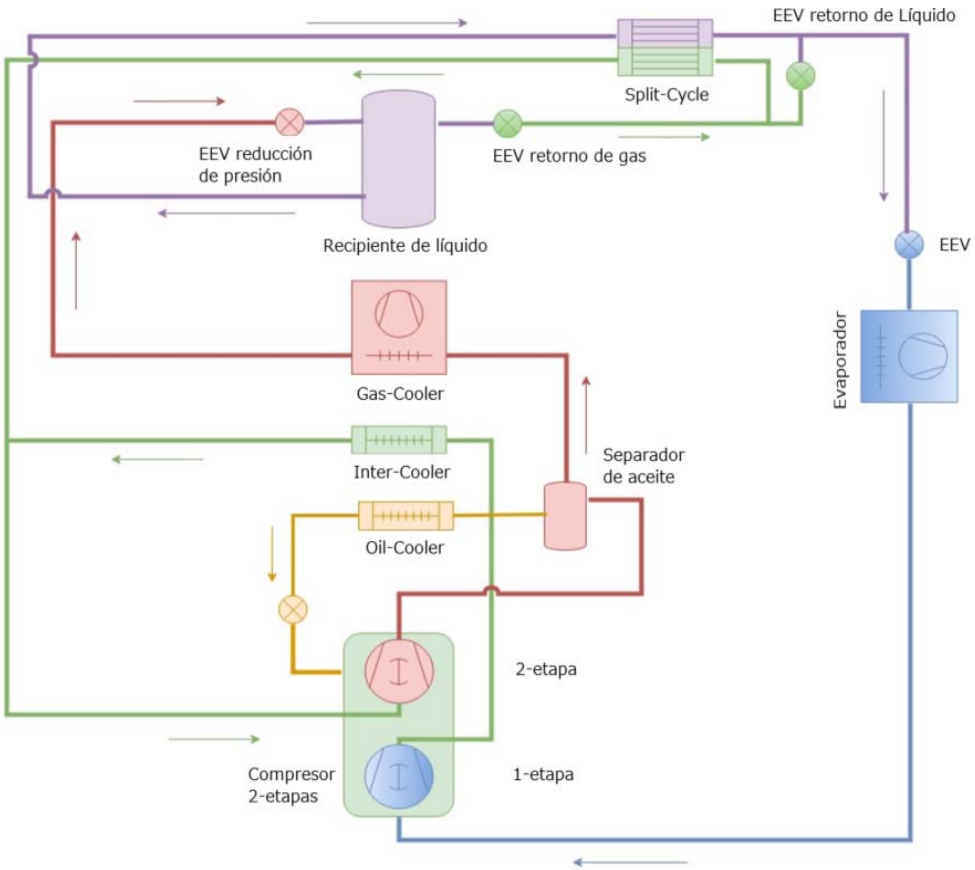
2. ESQUEMA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CO2

Fundamentalmente necesitaremos:

- Componentes de alta fiabilidad (altas presiones).
- Prolongada experiencia (+10 años).
- Tecnologías dedicadas.

- Compresor rotativo de doble etapa (patente Panasonic).
- Intercooler (o desuper-heater).
- Gas-Cooler.
- Split-Cycle (o economizer).

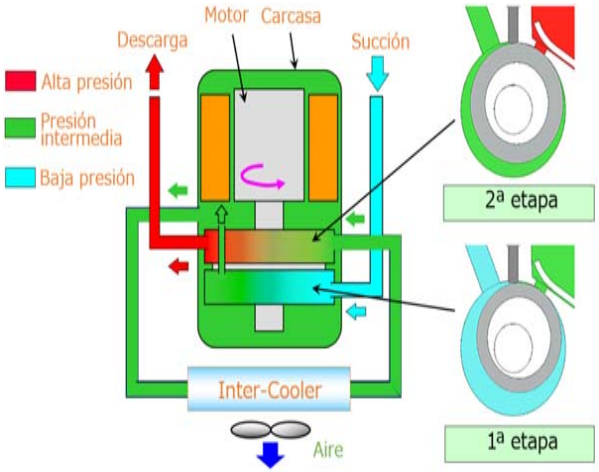
Más de **10.000 unidades** MT/BT se han introducido en el mercado tras el lanzamiento del sistema de refrigeración de CO2.
El primer compresor transcrítico de CO2 de 2-etapas se lanzó en el año **2000**.



3. COMPRESOR ROTATIVO DE ALTO RENDIMIENTO DE 2 ETAPAS

Superar diferentes retos tecnológicos:

- Alta presión de trabajo (120Bar).
- Prevenir fugas internas derivadas de la alta presión a la que se somete.

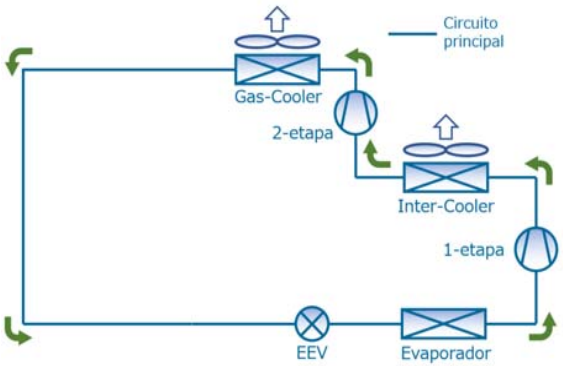


Solución:

- Doble pistón rotativo para la implementación de las dos etapas de compresión.
- Pistones se colocan a 180 ° lateralmente.

Se consigue:

- Se reduce la relación de compresión total (+Eficiente).
- Disminuir la diferencia de presión entre ambas (+Eficiente).
- Reduce la posibilidad de fugas internas (y por lo tanto perdidas de rendimiento) que se dan en compresores de 1 sola etapa, alcanzando la más alta eficiencia de la compresión (+++Eficiente)



1 compresor de 2-etapas (no es un booster)

3. COMPRESOR ROTATIVO DE ALTO RENDIMIENTO DE 2 ETAPAS

Eficiencia

Reducción de la presión entre etapas → Reducción fuga refrigerante → Mejora de la eficiencia

Peso y coste

Carcasa con presión intermedia → Menos espesor de carcasa → Reducción de coste

Fiabilidad — **Vibración y ruido**

Reducción del par (2x180º) → Reducción de carga → Mejora de la fiabilidad y reducción de vibraciones

Fiabilidad — **Eficiencia**

Temperatura de descarga baja → Temperatura del aceite baja → Mejora de la fiabilidad y la eficiencia

4. INTERCOOLER

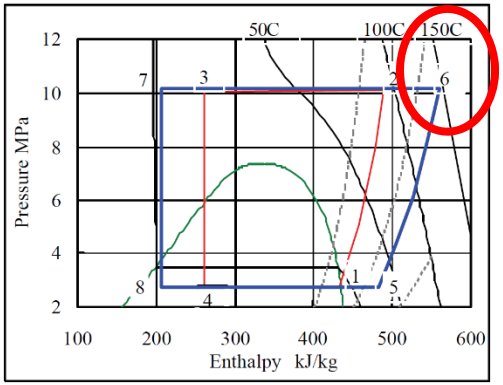
La adopción del Inter-Cooler (o desrecalentador)

Se consigue:

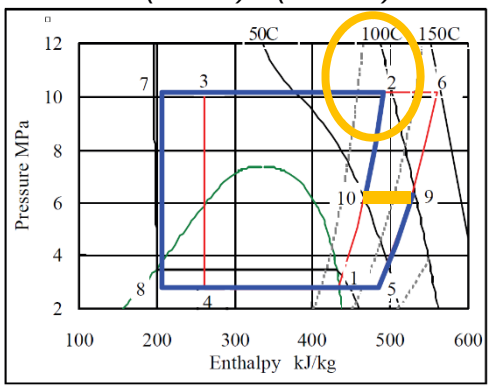
- Reducir la temperatura de descarga.
- Colabora en consecuencia a impedir la generación de la oxidación del aceite o formación de otros compuestos orgánicos y mejorar la durabilidad química en el ciclo de refrigeración.
- Colabora a mantener la eficiencia durante toda la vida útil de la unidad debido a una inmejorable lubricación del compresor.
- Se facilita el retorno de aceite.
- Mejor eficiencia y durabilidad.

Compresores de una sola etapa, no pueden reducir la temperatura de descarga a estos extremos, en consecuencia el aceite debe trabajar en peores condiciones.

*W **sin** IC = (h5 h6-) = (h9 - h5) + (h6 - h9)*



*W **con** IC = (h9 - h5) + (h2 - h10)*

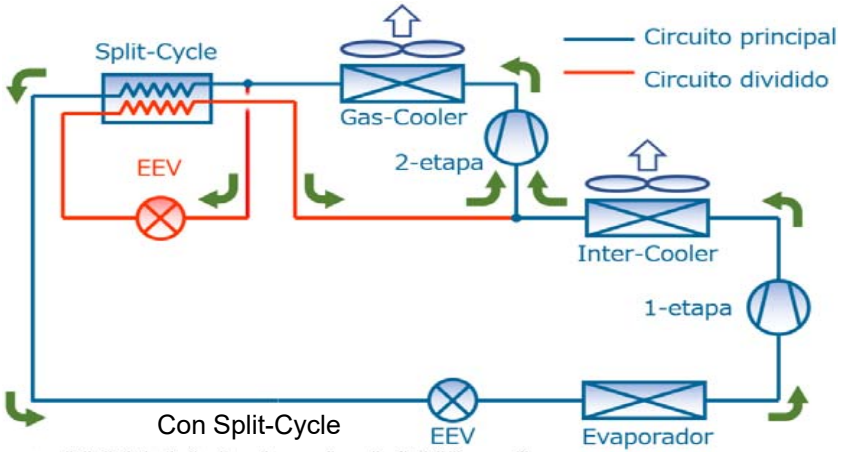


Inter-Cooler se muestra como 5-(9-10)-2-7-8-5

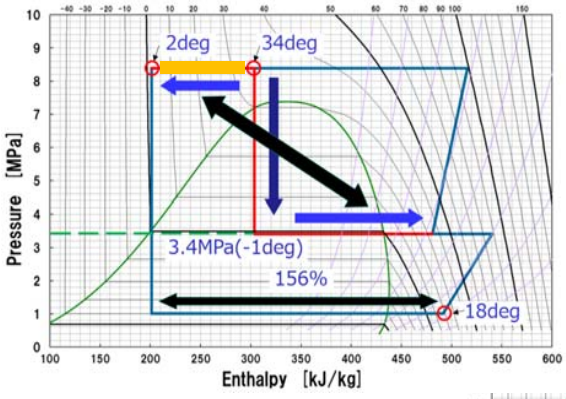
5. SPLIT CYCLE

La adopción del Split-Cycle - “Ciclo dividido”

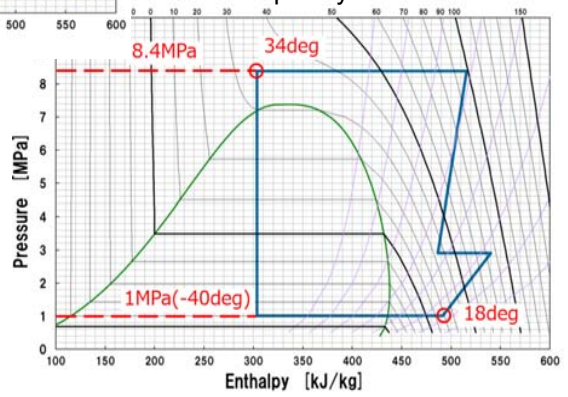
- El refrigerante “dividido” pasa a través de una EEV y por lo tanto se le confiere a este refrigerante la habilidad de “sub-enfriar” el refrigerante principal.
- Al refrigerante del circuito principal se le confiere un mejora de rendimiento de refrigeración.
- Mediante el retorno del gas dividido, el cual se encuentra evaporado, a la aspiración de la segunda etapa del compresor, la temperatura de mezcla del gas de aspiración se reduce, y esto hace posible que la temperatura de la presión de descarga puede mantenerse más baja.



Con Split-Cycle



Sin Split-Cycle

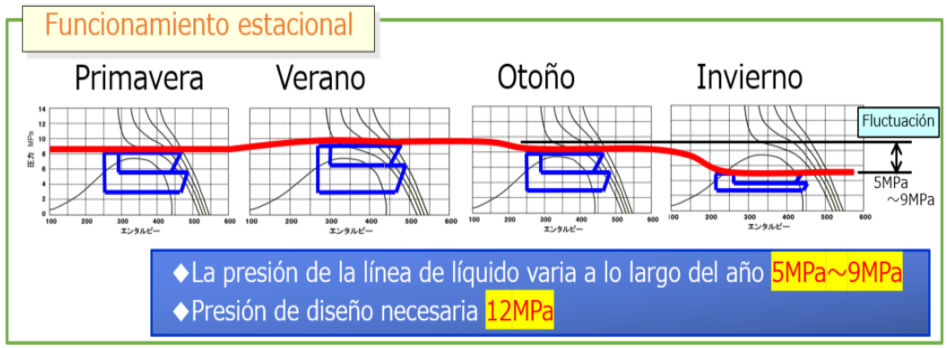


156% aumento de eficiencia !!!

6. CONTROL DE PRESIÓN CONSTANTE

La adopción del control de presión constante

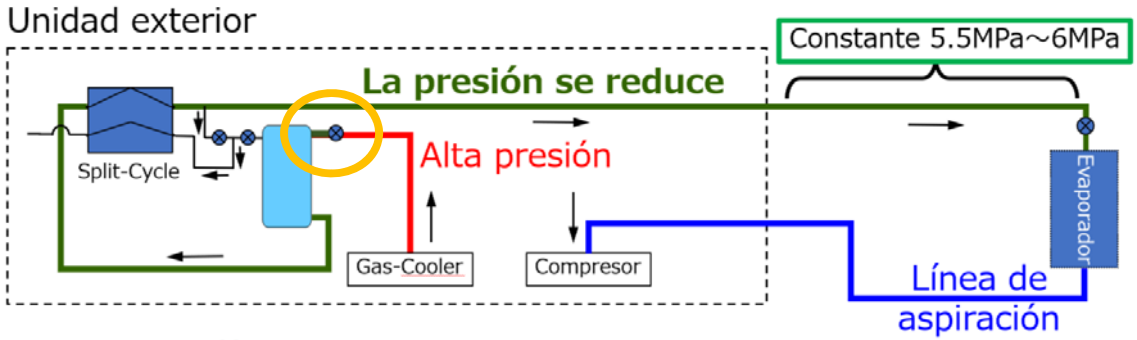
- Como se ha visto, el “ciclo dividido” mejorar el rendimiento de refrigeración aunque todavía confiere problemas “a resolver” en el funcionamiento al conectar esta línea de alta presión con los servicios de MT o BT.
- En el “ciclo dividido”, pueden darse cambios de presión en la línea de líquido con intervalos de 5 MPa a 9 MPa en función de la temperatura del aire exterior.
- El control y selección de la válvula de expansión, se hace mas complicado.

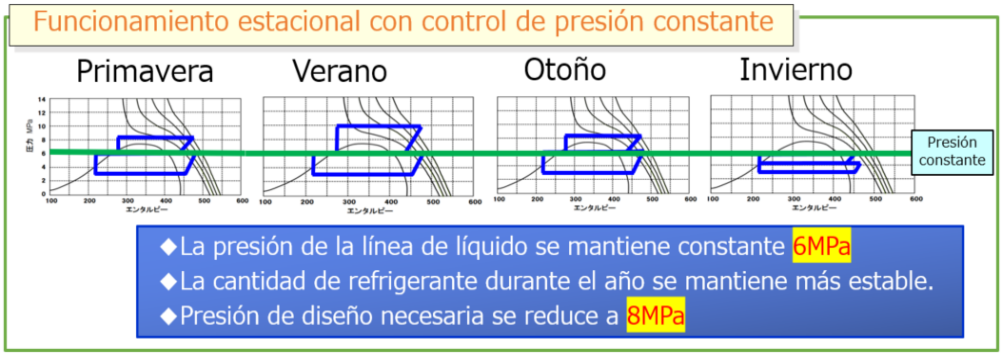


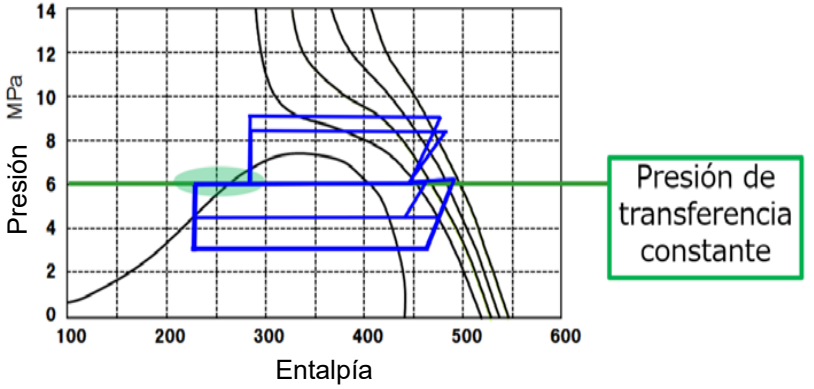
6. CONTROL DE PRESIÓN CONSTANTE

Para solucionar lo anterior

- Se adopta la solución de “control de ajuste de presión constante”.
- Interviene la válvula de reducción de presión y algoritmos de control.
- Permite disminuir el diámetro de la tubería y ajustar el tamaño de la VEx.



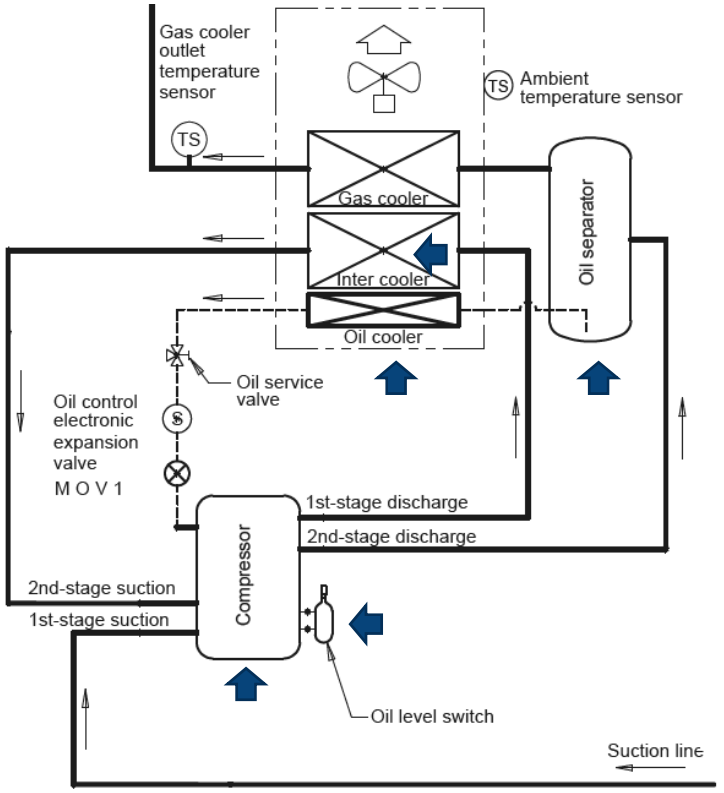




7. ACEITE, OPTIMIZACIÓN Y CONTROL

Recuperación de aceite

- Sofisticado control del compresor.
- Separación de aceite en la unidad de CO2 del 94% @ maxHz a 99% @ minHz.
- Enfriamiento del aceite a través del Inter-Cooler.
- Enfriamiento del aceite a través del Oil-Cooler (se devuelve al cárter del compresor).
- Adopción de control de nivel de aceite.
- Todo ello, ayuda a mantener el aceite en las mejores condiciones de trabajo, y a reducir la temperatura del compresor, aumentando a su vez, su eficiencia.
- Aceite PAG (Poli-Alquilen-Glicol) de doble terminación asimétrico + aditivos químicos específicos. Tolera niveles de humedad 10 veces más alto. Diseñado a base de experiencia.



8.CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la prevención del calentamiento global se requieren:

- **Sistemas eficientes** que procuren un ahorro de energía.
- **Sistemas respetuosos** con el medio ambiente (con bajo GWP).
- **Sistemas de confianza** con tecnología específica , testada y mejorada durante años.
- **Sistemas cada vez más asequibles,** componentes disponibles y más económicos.
- **La tecnología, la normativa, la formación, y la popularización de** los equipos de CO2 transcríticos favorecerán aún mas su implantación.
- **Recuperación de calor,** mejorando así aún mas la eficiencia global del sistema donde algunos países ya promocionan “incentivos”.
- **Compresores de 2 etapas** con mas de **1,2 billones** de unidades en el mercado, así como mas de **10.000 unidades de refrigeración para C-Stores y supermercados**, demuestran la fiabilidad y resultados de estos equipos.

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO´19

16 Y 17 DE OCTUBRE DE 2019

GRACIAS POR TU ATENCIÓN

Jaume.casanovas@eu.panasonic.com

CO_2 REFRIGERATION

Panasonic