

# **AVANCES EN BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS COMERCIALES**

**José Fernández Seara**

**Área de Máquinas y Motores Térmicos  
E.T.S. de Ingenieros Industriales**



**Universidad de Vigo**

# CONTENIDO

## ► **Bombas de Calor Geotérmicas**

### ● **Tecnología tradicional**

- **Bomba de calor**
- **Servicios e instalaciones**

### ● **Tecnología actual**

- **Innovaciones tecnológicas en la bomba de calor**
- **Nuevos servicios e instalaciones**

### ● **Evolución en el futuro**

- **Bomba de calor geotérmica de alta temperatura**
- **Refrigerantes**

# TECNOLOGÍA TRADICIONAL

## ► Bombas de Calor Geotérmicas tradicionales

- Tecnología estancada
- Componentes
  - Compresores scroll de velocidad fija
  - Intercambiadores de placas tradicionales
  - Válvula expansión termostática
  - Bombas circuladoras de velocidad fija
- Control, muy básico, depósitos de inercia
- Servicios: calefacción, ACS y frío pasivo externo
- Instalaciones complejas y caras, depósitos de inercia
- **Fabricación europea de calidad**

# AEROTERMIA

## ► **Bombas de Calor Aerotérmicas**

- Evolución desde sistemas de aire acondicionado
- Calefacción, ACS y frío activo, inversión de ciclo
- Inversión de ciclo, sistema de desescarche
- Evolución tecnológica continua
- Sistemas inverter, compresores rotativos o scroll
- Válvulas de expansión electrónicas
- Baterías y ventiladores
- Controles más complejo y avanzados

# TECNOLOGÍA RECIENTE

## ► **Tecnología incorporada recientemente, varios fabricantes**

- Sistemas inverter, distintas tecnologías y tipos de compresores
- Bombas circuladoras, velocidad variable
- Nuevas tecnologías en intercambiadores de calor
- Válvula de expansión electrónica
- Sistemas de control avanzados

# TECNOLOGÍA RECIENTE

## ► **Tecnología incorporada recientemente, varios fabricantes**

- Nuevos sistemas de producción de ACS a alta temperatura
- Incorporación de frío activo, frío activo y pasivo
- Reducción del nivel sonoro
- Integración componentes, “all in one” y “plug and play”
- Instalaciones sencillas y baratas, sin depósitos de inercia
- Conexión a internet

# SISTEMAS INVERTER

## ► ¿Qué es un compresor (sistema) inverter?

- Sistema inverter



Driver



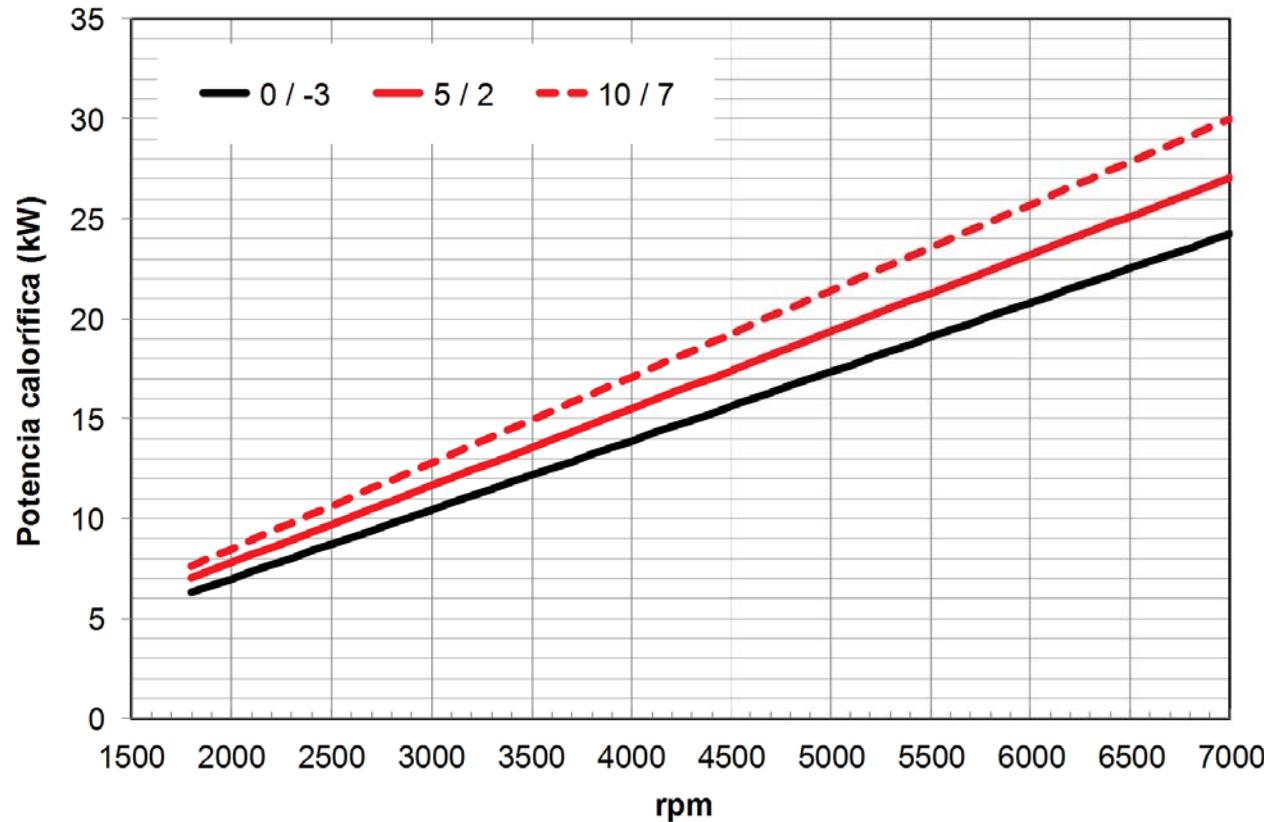
Compresor

- Driver, modifica frecuencia o frecuencia y tensión alimentación
- Motor eléctrico, varía las revoluciones de giro
- Compresor, lubricación

# SISTEMAS INVERTER

## ► Compresores (sistemas) Inverter

- Temperaturas calefacción 30/35 °C. Pozos 0/-3 °C, 5/2 °C y 7/10 °C



# SISTEMAS INVERTER

## ► Tipos de sistemas inverter disponibles



Compresor rotativo



# SISTEMAS INVERTER

## ► Ventajas de un sistema inverter + bombas velocidad variable

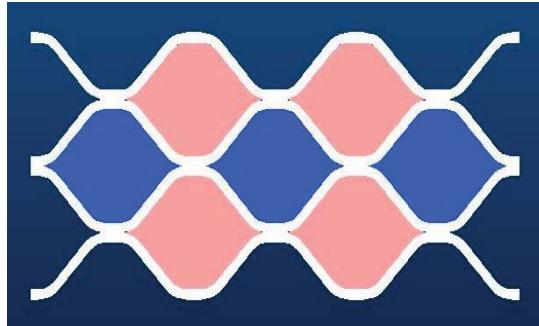
- Simplicidad y abaratamiento de las instalaciones
- No depósitos de inercia
- Incremento de sus posibilidades de regulación
- No picos de consumo en los arranques
- Optimización del funcionamiento de los intercambiadores
- Incremento en la eficiencia

# INTERCAMBIADORES

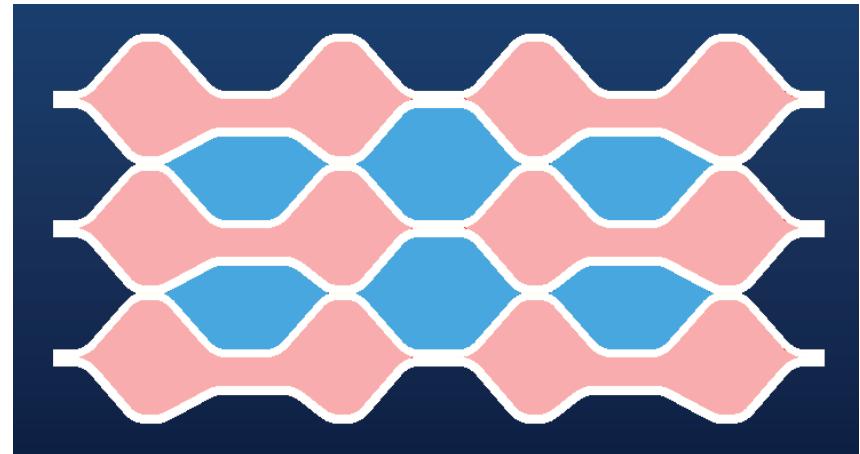
## ► Evaporador y condensador

- De placas soldados

- Última tecnología, canales asimétricos



Section through  
symmetric channels



Section through  
asymmetric channels

# VÁLVULA DE EXPANSIÓN

## ► Válvulas de expansión electrónicas - Evaporador

- Reducción zona de recalentamiento
- Mejor aprovechamiento del evaporador
- Distribución fase líquida
- Conexiones

# VÁLVULA DE EXPANSIÓN

## ► Válvulas de expansión electrónicas. Actuadores.

- Motor por pulsos



- Paso a paso

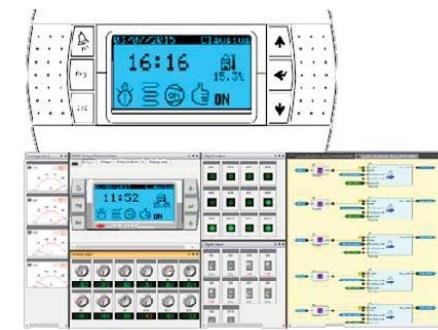
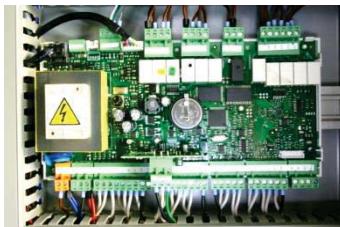


- Se evita el uso de solenoide
- Válvulas bi-flujo

# CONTROL

## ► Control, control, control...!!!

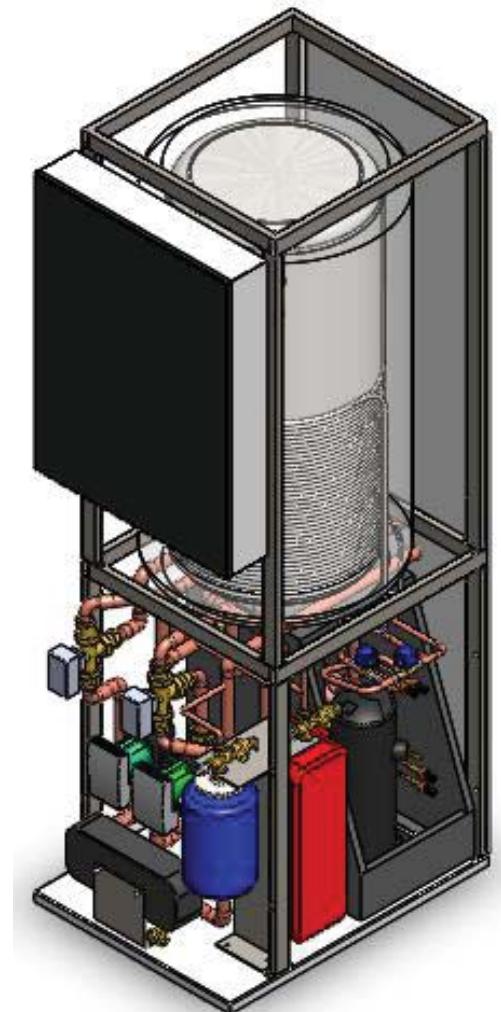
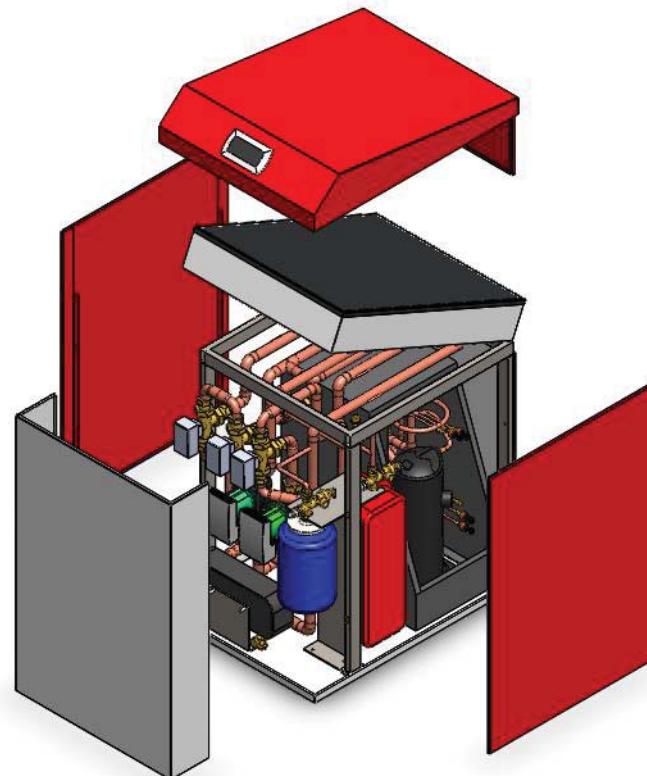
- Especialmente importante en sistemas inverter
- Instrumentación, muy importante
- Desarrollo y pruebas... Fiabilidad
- Control distintas configuraciones de instalaciones
- Información sobre condiciones de operación
- Contadores de energía y eficiencia



# INTEGRACIÓN COMPONENTES

## ► Integración componentes

“all in one” y “plug and play”



# NIVEL SONORO

## ► Nivel sonoro

- Cada vez más importante
- Objetivo... 40 dB
- Materiales y disposición
- “... in the kitchen...”



# PRODUCCIÓN DE A.C.S.

## ► **Sistemas de producción de A.C.S.**

- Sistema tradicional, derivación caudal calefacción a serpentín. T<sup>a</sup> ACS hasta 50/55 °C.
- Uso de desrecalentador con derivación total del caudal de calefacción a serpentín. T<sup>a</sup> ACS hasta 60/65 °C.
- Uso de desrecalentador con derivación parcial del caudal de calefacción a un depósito de inercia. T<sup>a</sup> ACS hasta 60/65 °C.
- Uso de desrecalentador con circuito cerrado de agua en un serpentín. T<sup>a</sup> ACS hasta 60/65 °C
- Calentamiento directo con gases de descarga del compresor. T<sup>a</sup> ACS hasta 80/85 °C.

# REFRIGERACIÓN

## ► Refrigeración con bomba de calor geotérmica

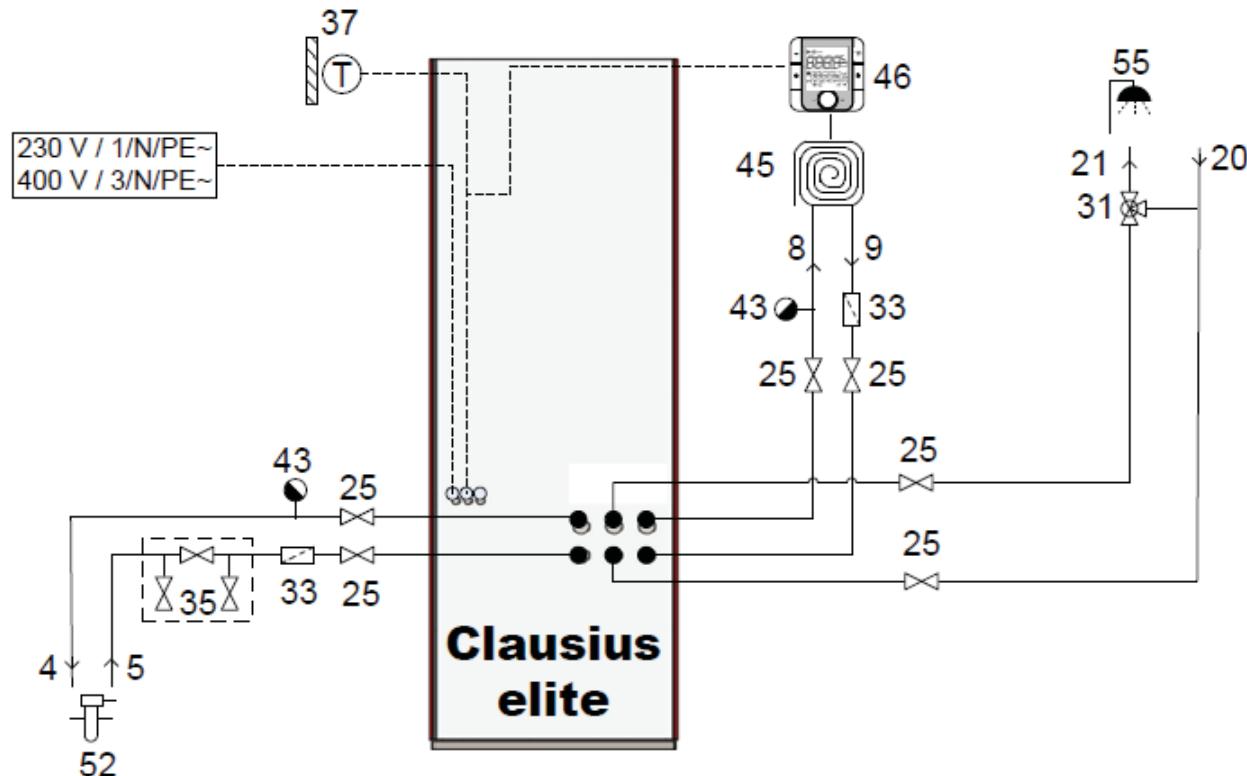
- Integración de frío pasivo
- Frío activo mediante inversión de ciclo
  - Geotermia en los países del sur de Europa
- Integración frío activo y pasivo
- Gran ventaja de las bombas de calor geotérmicas
- Oportunidad para ampliar el campo de utilización



# INSTALACIONES

## ► Instalaciones, SIMPLIFICAR Y ABARATAR

- Bombas compactas, sistemas inverter, no inercia.



# SISTEMAS HÍBRIDOS

## ► Sistemas híbridos, combinación otras energías alternativas

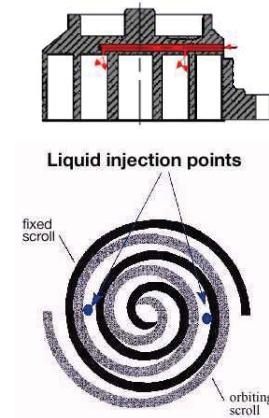
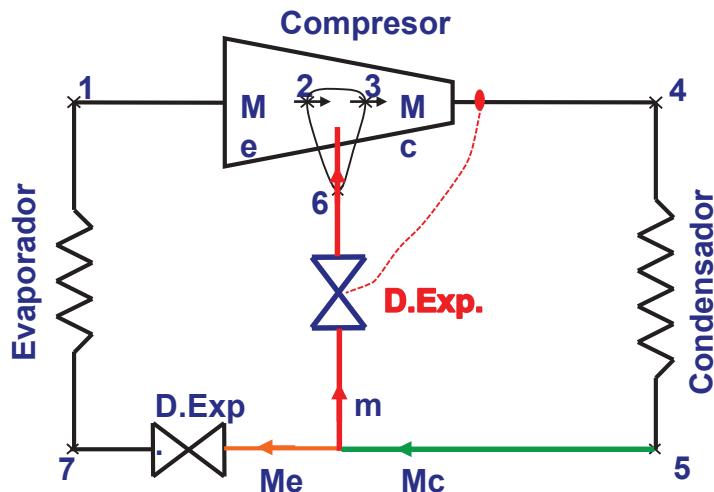
- Captación híbrida: geotérmia / aerotermia / solar térmica
- Alimentación híbrida: geotermia / fotovoltaica



# ALTA TEMPERATURA

## ► Bombas de calor geotérmicas de alta temperatura

- Sistemas con ciclos de doble etapa directa
- Sistemas con cascada
- Por detrás de aerotermia



# REFRIGERANTES

► Refrigerantes. *“Posiblemente la siguiente revolución...”*

● Situación actual, R410A, R407C, R134a. Todos HFCs.

**UE F-GAS REGULATION N° 517/2014, DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre los gases fluorados de efecto invernadero.**

16 de Abril de 2014, 1 de Enero de 2015.

Objetivo. *“Protección del medio ambiente mediante la reducción de las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero”.*

● Gases fluorados, HFC... y otros gases con Fluor.

# REFRIGERANTES

## ► Prohibición de comercialización de aparatos con HFCs

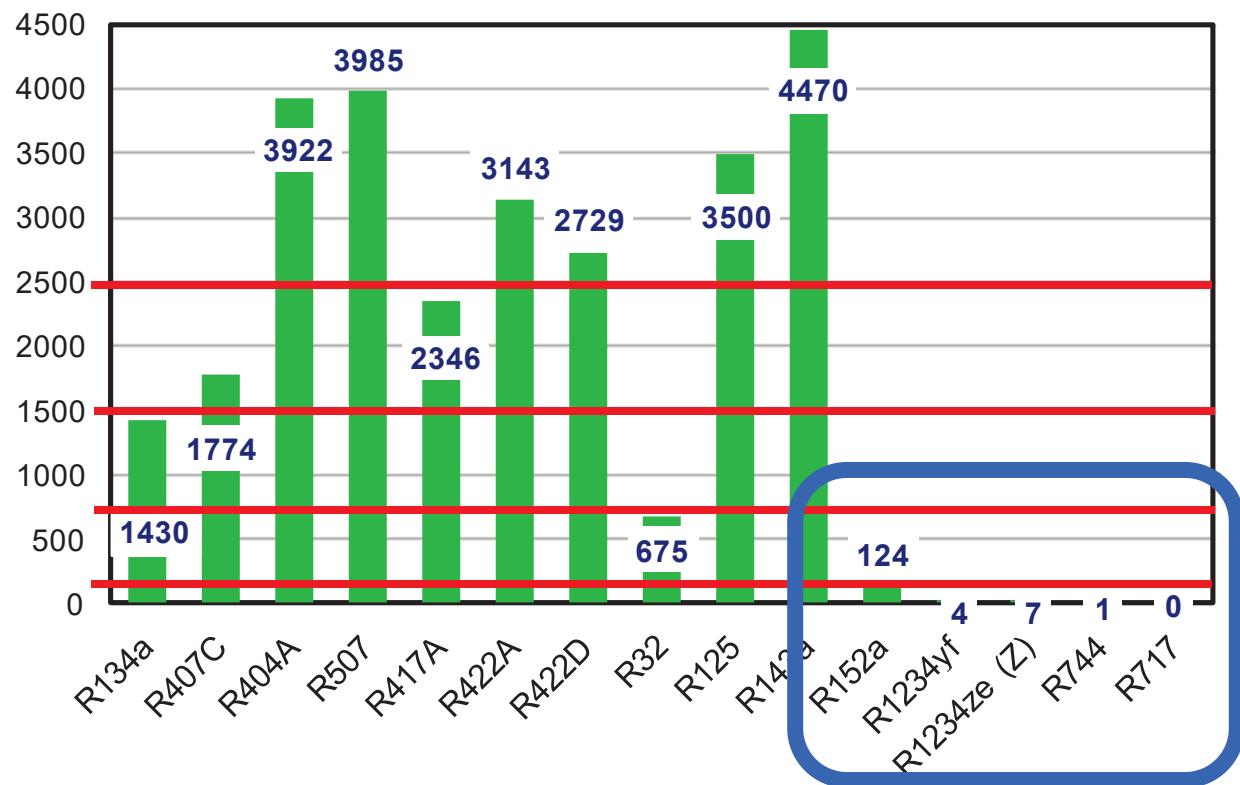
PRODUCTOS Y APARATOS	GWP	PROHIBIDO
Frigoríficos y congeladores domésticos	$\geq 150$	01/01/2015
Frigoríficos y congeladores para uso comercial herméticos	$\geq 2500$	01/01/2020
	$\geq 150$	01/01/2022
Aparatos fijos de refrigeración, excepto aplicaciones $< -50$ °C	$\geq 2500$	01/01/2020
Centrales frigoríficas multicompresor compactas, comerciales, $>40$ kW	$\geq 150$	01/01/2022
Circuitos refrigerantes primarios de sistemas en cascada	$\geq 1500$	01/01/2022
Aparatos portátiles de aire acondicionado, herméticos	$\geq 150$	01/01/2020
Sistemas partidos simples de aire acondicionado, menos de 3 kg	$\geq 750$	01/01/2025

- Bombas de calor herméticas con refrigerante, GWP  $\geq 150$

# REFRIGERANTES

► Prohibición comercialización bombas de calor,  $GWP \geq 150$

R410A,  $GWP = 1890$ ; R407C,  $GWP = 1774$ ; R134a,  $GWP = 1430$



# REFRIGERANTES

## ► Alternativas, a día de hoy...

- HFC con bajo GWP, inflamabilidad, R152a, GWP=124
- HFO - Hidrofluorolefinas. Muy bajo GWP, inflamabilidad R1234yf, GWP=4, A2L; R1234ze(E), GWP=7, A2L
- Refrigerantes naturales
  - Hidrocarburos, inflamabilidad
  - CO<sub>2</sub>, altas presiones, bajas eficiencias
  - NH<sub>3</sub>
- Cambios de refrigerante, afectan a los componentes



***Gracias por su atención...!***