

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



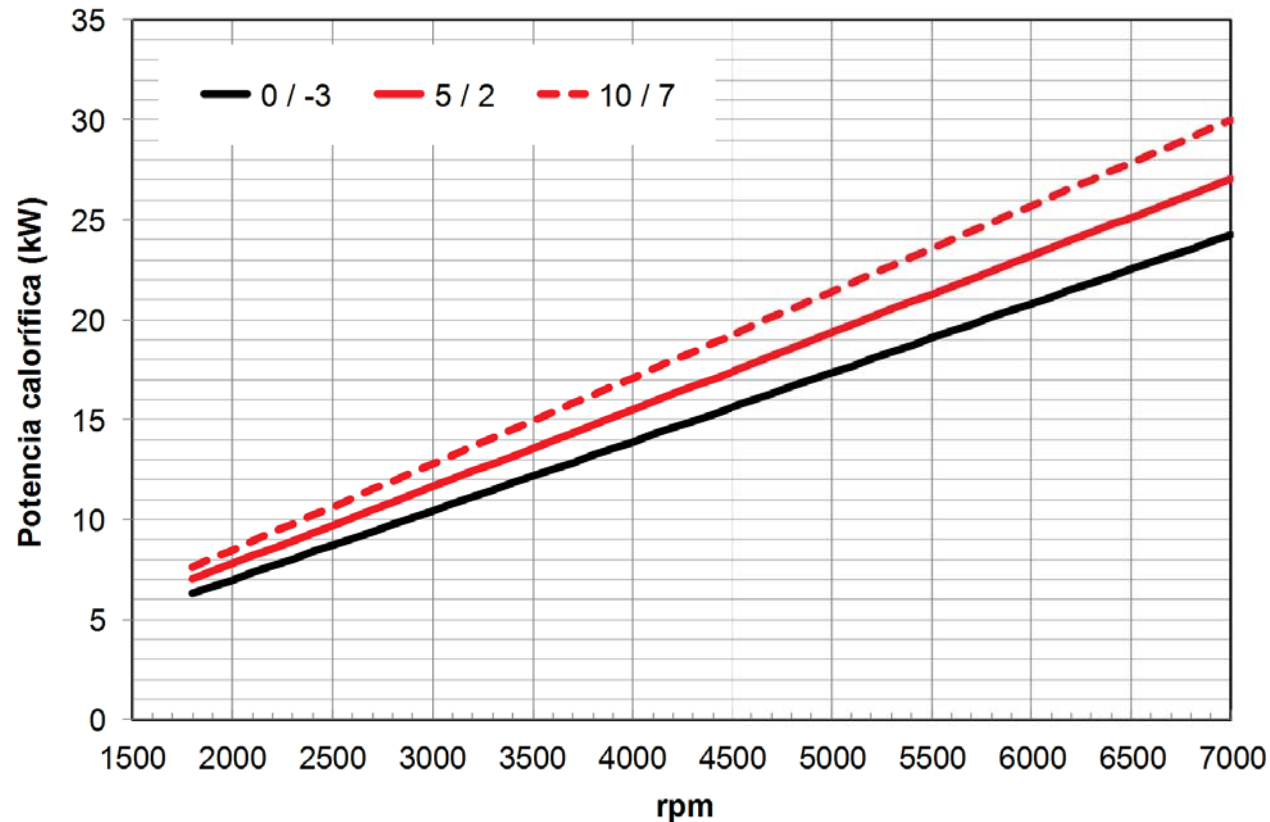
Compresor

- 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

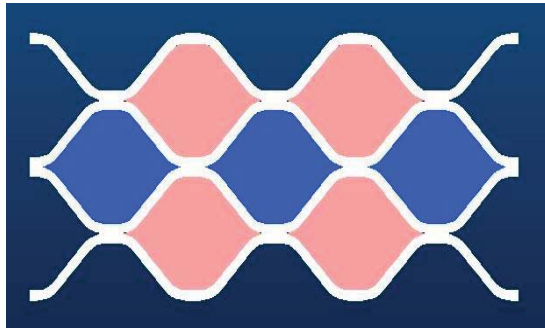
► Ventajas de un sistema inverter + bombas velocidad variable

- 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

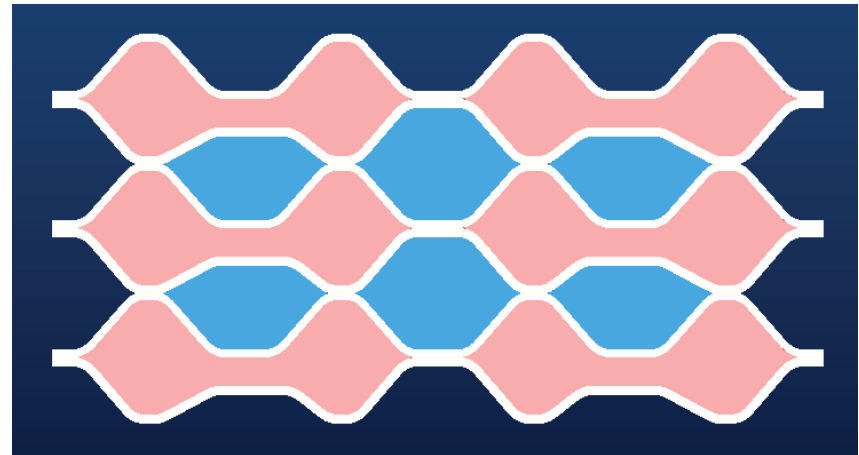
INTERCAMBIADORES

► 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



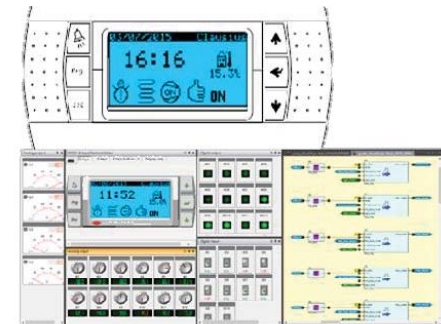
- Se evita el uso de solenoide

- Válvulas bi-flujo

CONTROL

► Control, control, control...!!!

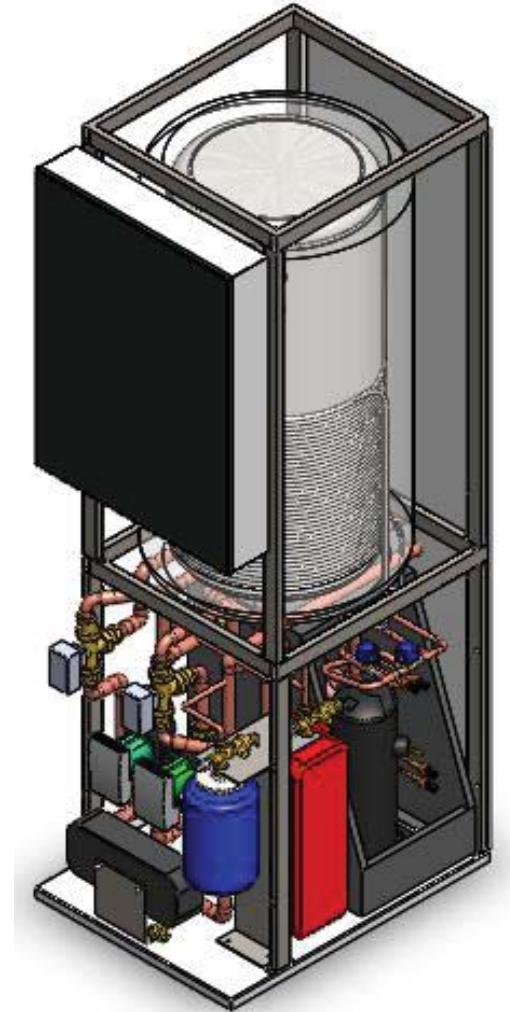
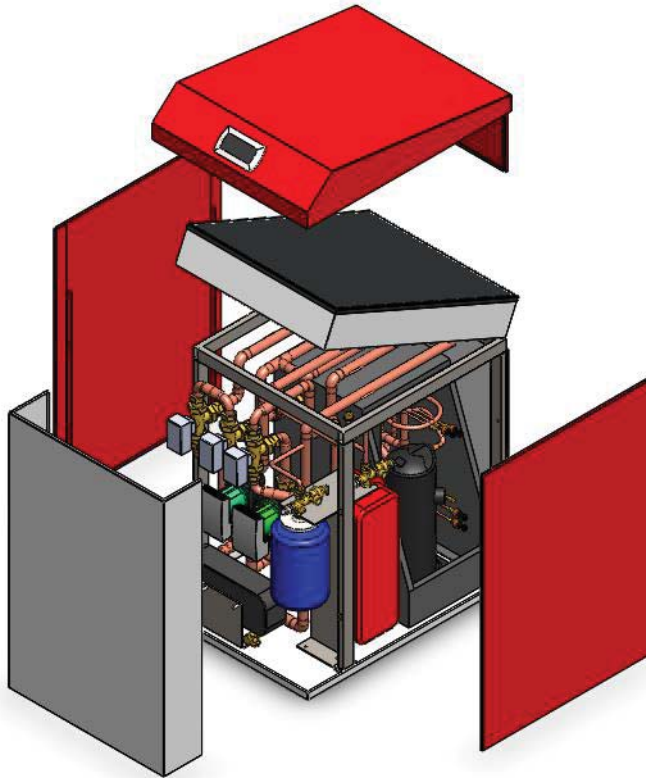
- Especialmente importante en sistemas inverter
- Instrumentación, muy importante
- Desarrollo y pruebas... Fiabilidad
- Control distintas configuraciones de instalaciones
- Información sobre condiciones de operación
- Contadores de energía y eficiencia



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

REFRIGERACIÓN

► Refrigeración con bomba de calor geotérmica

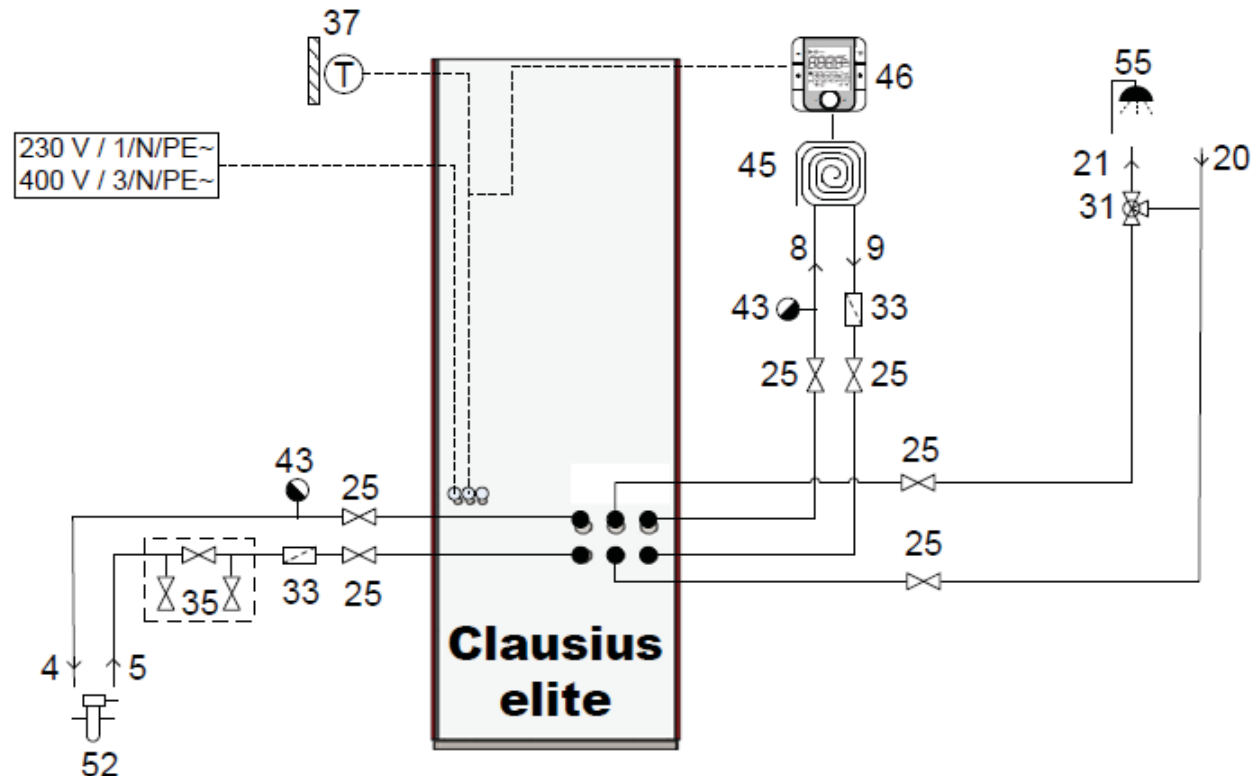
- Integración de frío pasivo
- Frío activo mediante inversión de ciclo
 - Geotermia en los países del sur de Europa
- Integración frío activo y pasivo
- Gran ventaja de las bombas de calor geotérmicas
- Oportunidad para ampliar el campo de utilización



INSTALACIONES

► Instalaciones, SIMPLIFICAR Y ABARATAR

- Bombas compactas, sistemas inverter, no inercia.



SISTEMAS HÍBRIDOS

► Sistemas híbridos, combinación otras energías alternativas

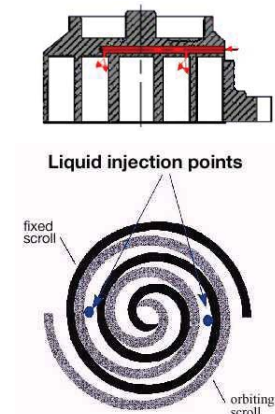
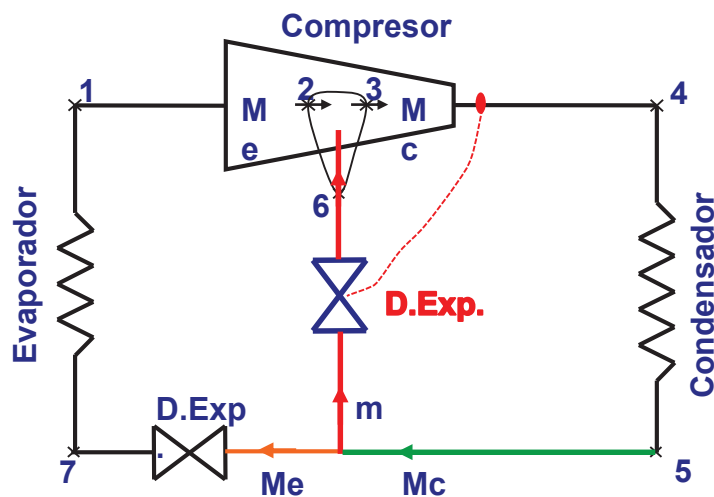
- Captación híbrida: geotermia / aerotermia / solar térmica
- Alimentación híbrida: geotermia / fotovoltaica



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

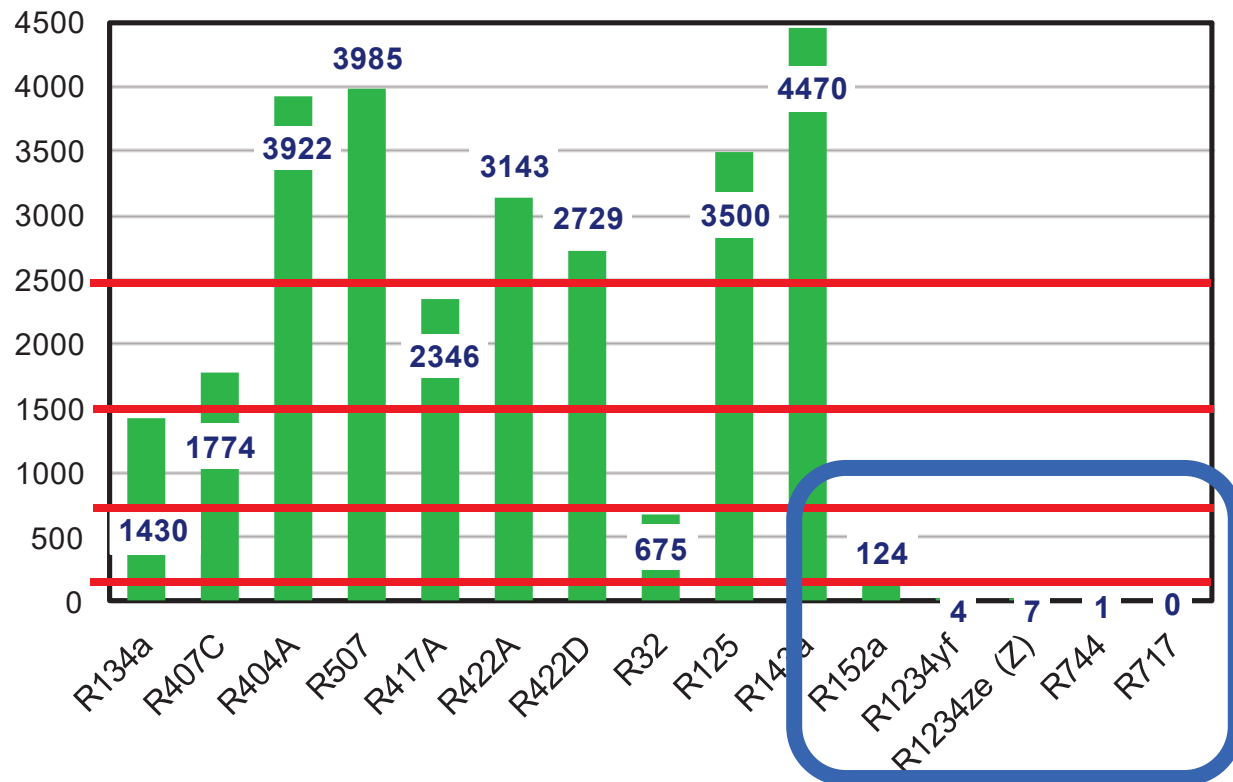
PRODUCTOS Y APARATOS	GWP	PROHIBIDO
Frigoríficos y congeladores domésticos	≥ 150	01/01/2015
Frigoríficos y congeladores para uso comercial herméticos	≥ 2500	01/01/2020
	≥ 150	01/01/2022
Aparatos fijos de refrigeración, excepto aplicaciones $< -50\text{ }^{\circ}\text{C}$	≥ 2500	01/01/2020
Centrales frigoríficas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

● Bombas de calor herméticas con refrigerante, $\text{GWP} \geq 150$

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
 - CO₂, altas presiones, bajas eficiencias
 - NH₃

● Cambios de refrigerante, afectan a los componentes

Gracias por su atención...!