



CONGRESO SOBRE  
TECNOLOGÍAS DE  
REFRIGERACIÓN

**TECNOFRÍO'16**

28 Y 29 SEPTIEMBRE DE 2016

[www.congresotecnofrio.es](http://www.congresotecnofrio.es)

## SISTEMAS DE CONDENSACIÓN EFICIENTES EN LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS

Pedro Romero Jiménez



Asociación Técnica Española  
de Climatización y Refrigeración

[www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)



Fundación de la Energía  
de la Comunidad de Madrid

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



Comunidad  
de Madrid

## Índice

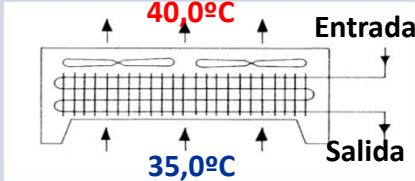
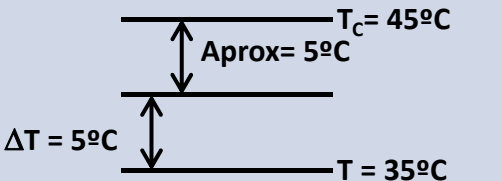
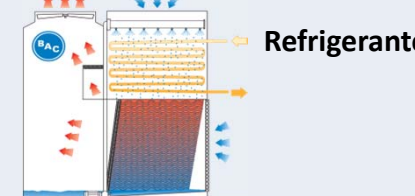
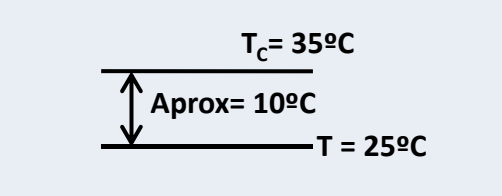
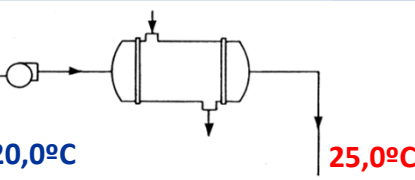
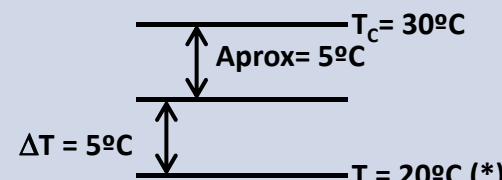

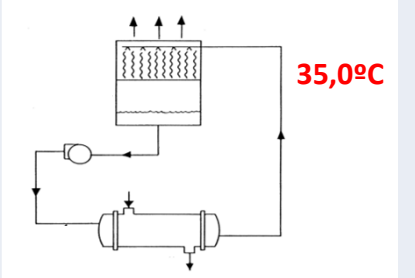
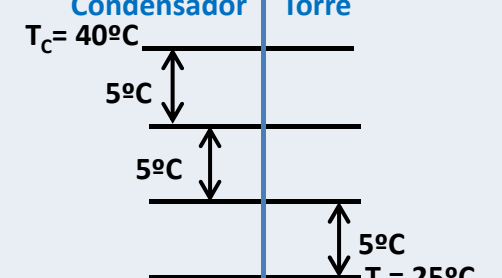
- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONDENSACIÓN
- 3 CONDENSADORES EVAPORATIVOS
- 4 CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO
- 5 AEROCONDENSADORES ADIABÁTICOS
- 6 CONCLUSIONES

## INTRODUCCIÓN

- El consumo y eficiencia de las instalaciones frigoríficas y la Presión de condensación.
  - Sistemas de condensación:
    - Condensadores evaporativos
      - ✓ Garantizan la eficiencia de la planta frigorífica, durante todo el ciclo de vida de la instalación, frente a otros sistemas de condensación.
      - ✓ Disminución del riesgo higiénico-sanitario: facilidad de acceso y mto.
  - Impacto ambiental:
    - Electricidad total generada en nuestro planeta
      - ✓ 15% en sistemas de refrigeración: 40% en la cadena de frío (incluida la refrigeración doméstica).
    - Instalaciones de refrigeración: ~ 85% de las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> son debidas al efecto indirecto de consumo de energía primaria.
    - Consecuencia: el consumo energético en refrigeración, el 6% del total, representa el 85% de emisiones de CO<sub>2</sub> (el efecto directo equivaldría a un 1% adicional de energía consumida).
- ✓ *La disminución del consumo energético en las instalaciones de refrigeración, disminuyen los costes operativos y reducen el impacto medioambiental.*

- o El consumo de la instalación durante su ciclo de vida vendrá determinado, para una potencia frigorífica determinada, por la decisión adoptada sobre el tipo de medio condensante y por la adaptación de la producción a la demanda.
  - o Dentro de las diferentes tecnologías existentes, en función del tipo de medio condensante, podemos realizar la siguiente clasificación:
    - Condensador de aire (adiabático).
    - Condensador de agua (sistema de un solo paso "reservorio" o con recirculación mediante torre de enfriamiento).
    - Condensador evaporativo.
      - ✓ ¿Selección? Relevancia de evaluar el TCO
  - o La presión de condensación queda determinada por el nivel térmico del foco caliente y, en consecuencia, la elección del sistema de condensación afectará directamente a:
    - El coste de la instalación.
    - Los costes de explotación.
    - El rendimiento energético del sistema de enfriamiento.
    - El medioambiente.
- ✓ *EER dependerá de la presión de condensación del refrigerante utilizado.*

## CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONDENSACIÓN

Tipo de condensador	Esquema	Evolución de T <sup>a</sup>
Aire		
Evaporativo		
Agua (carcasa-tubos) <i>(*) Los valores pueden ser inferiores</i>		
Agua (carcasa-tubos y torre) 		

## CONDENSADORES EVAPORATIVOS

- Principio de enfriamiento evaporativo ( $T^a$  de bulbo húmedo)
- $T^a$  condensación: función de la temperatura del foco caliente y el salto térmico en el condensador.
  - Determinada la temperatura de condensación y en función del refrigerante seleccionado para la instalación: Presión de condensación.
  - Referencia: la disminución de  $1,0^{\circ}\text{C}$  en la temperatura de condensación del gas refrigerante, supone un ahorro del 3,0% en la potencia absorbida en el compresor.
- Características:
  - Balance energético y costes operativos
  - Inversión inicial
  - Espacio o superficie ocupada
  - Tecnología respetuosa con el Medioambiente
  - Consumo de agua: directo e indirecto
  - Riesgo proliferación de la legionela (RD865/2003)
  - Mantenimiento
- ✓ *El adecuado mantenimiento minimiza los riesgos higiénico-sanitarios, sin renunciar a una tecnología eficiente, conocida en el sector, que permite disminuir los costes operativos, incrementar la relación calidad-precio del negocio y ser más competitivo en el mercado respetando nuestro medioambiente.*

## CONDENSADORES EVAPORATIVOS

*Instalación frigorífica de 1.050 kW y R717*

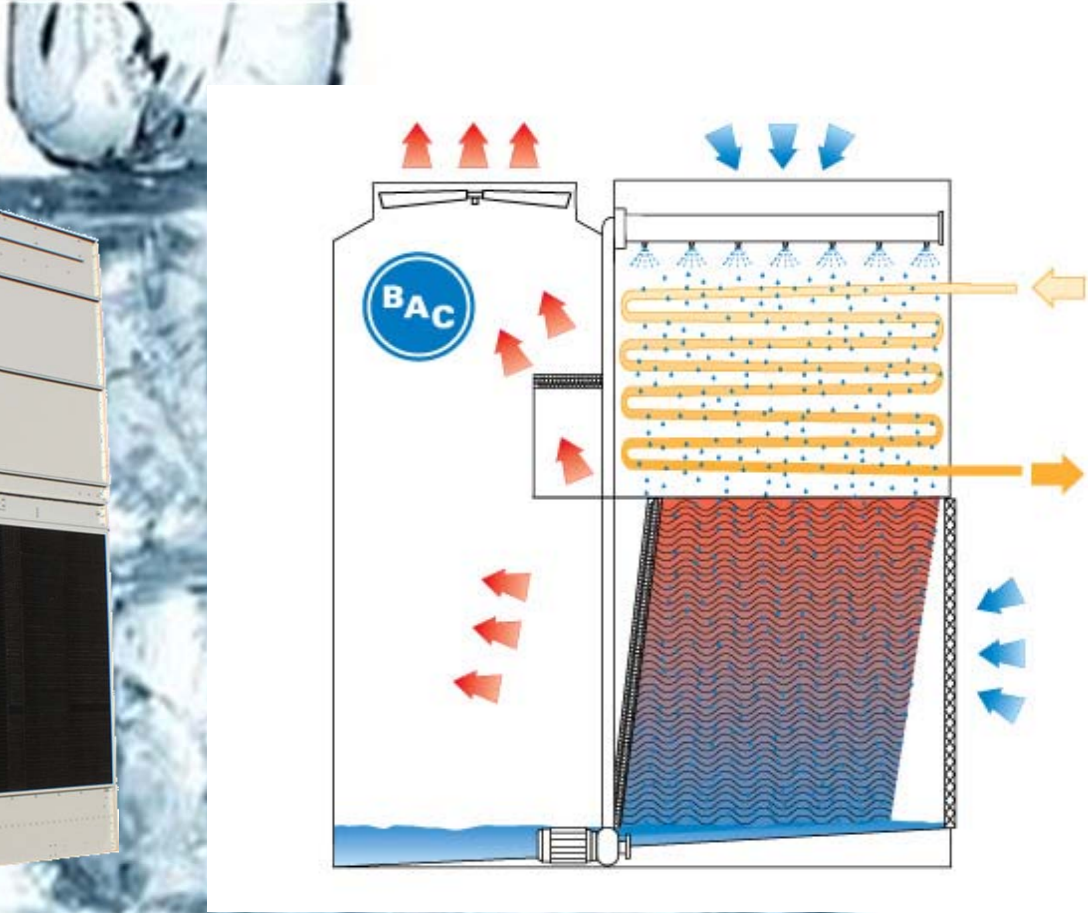
	Condensador Evaporativo	Condensador y torre	Aerocondensador
Tª condensación (°C)	30	35	45
P. absorbida compresor (kW)	205	236	324
Potencia a disipar (kW)	1.255	1.286	1.374
Ventilador/Bomba (kW)	23	32	33
Consumo total (kW)	228	268	357

*Instalación frigorífica de cámaras de conservación a +4,0°C*

Sistema de condensación	Compresor/-es (kW)	Condensador (kW)	Total (kW)	%
Enfriado por aire	104,5	7,8	112,3	+41,0%
Condensador multitubular y Torres	79,8	13,8	93,6	+17,5%
Condensador de placas y Torres	78,0	13,5	91,5	+15,0%
Condensador evaporativo	72,2	7,5	79,7	-

4

## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO



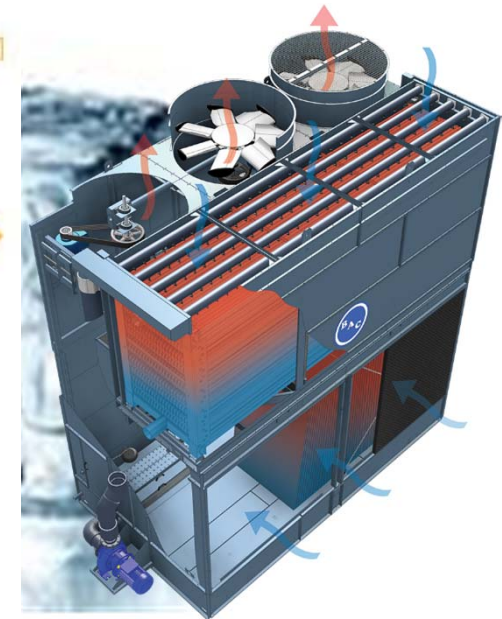
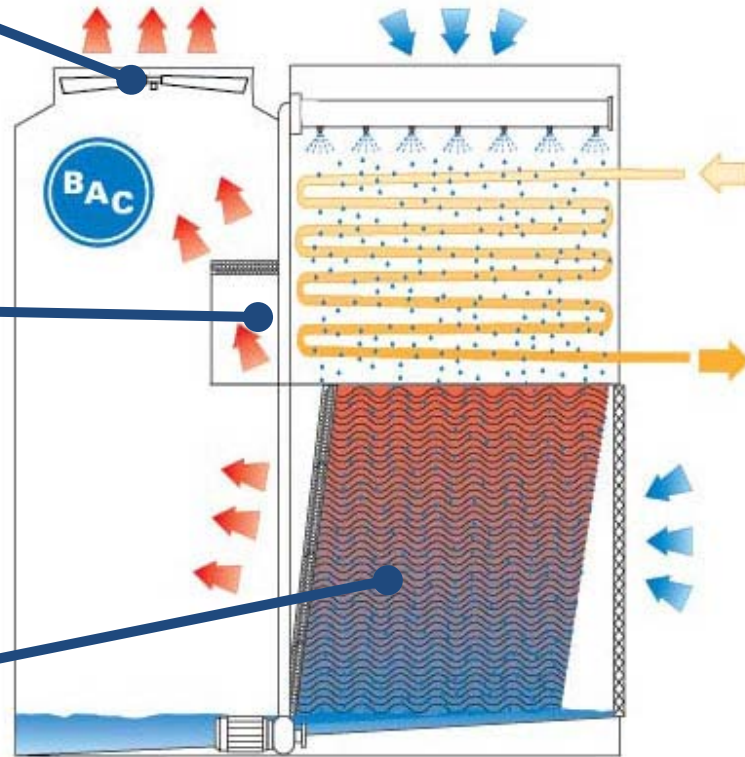


4

## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

o Principio de funcionamiento y configuración

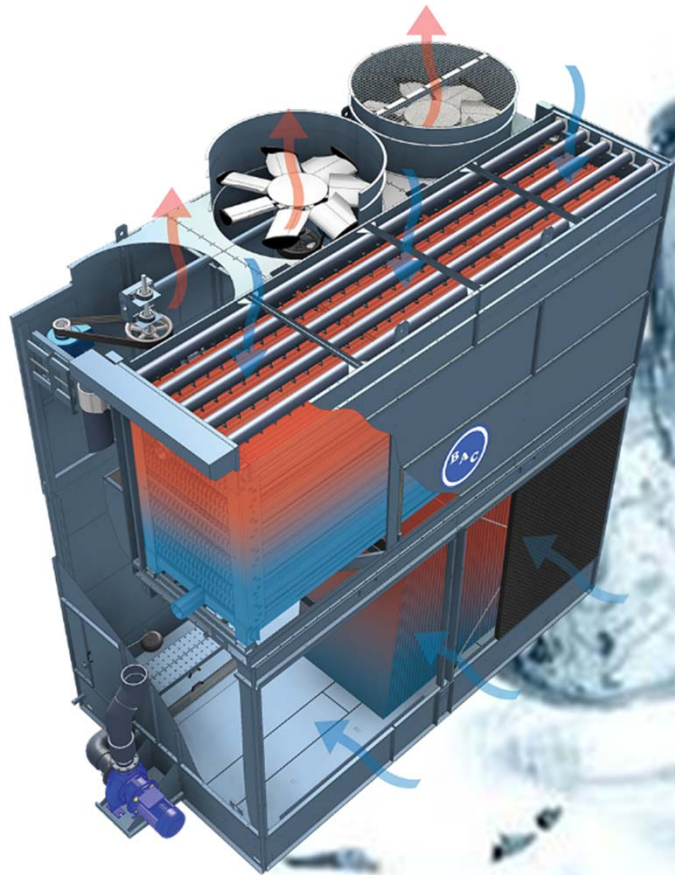
- Flujo combinado
- Ventiladores axiales
- Tiro inducido
- Doble sección de intercambio
- Plenum



4

## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

o Principio de funcionamiento: sección de intercambio térmico y plenum



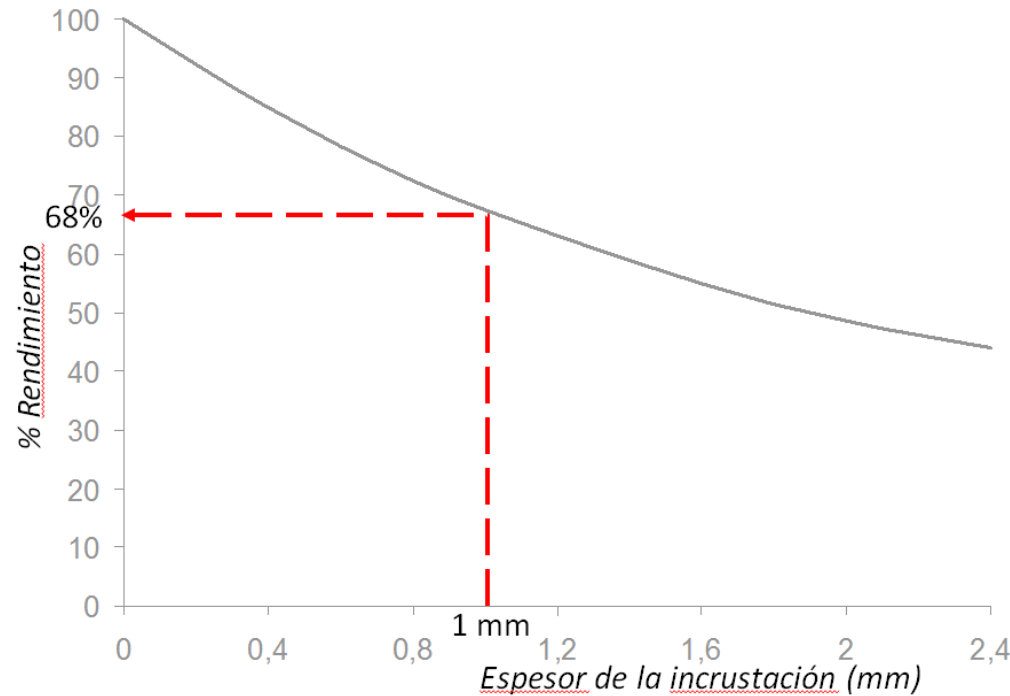
- Superficie adicional de intercambio térmico que disminuye el tamaño de la batería de condensación:
  - disminuye la carga de refrigerante en la instalación



- Disminuye la tasa de evaporación y la generación de incrustaciones sobre la batería.

## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

- o Generación de incrustaciones en los equipos evaporativos



*La generación de incrustaciones en una batería de intercambio influye directamente en la presión de condensación y en el consumo eléctrico del compresor de la instalación con el consecuente incremento de costes de operación de la planta frigorífica.*

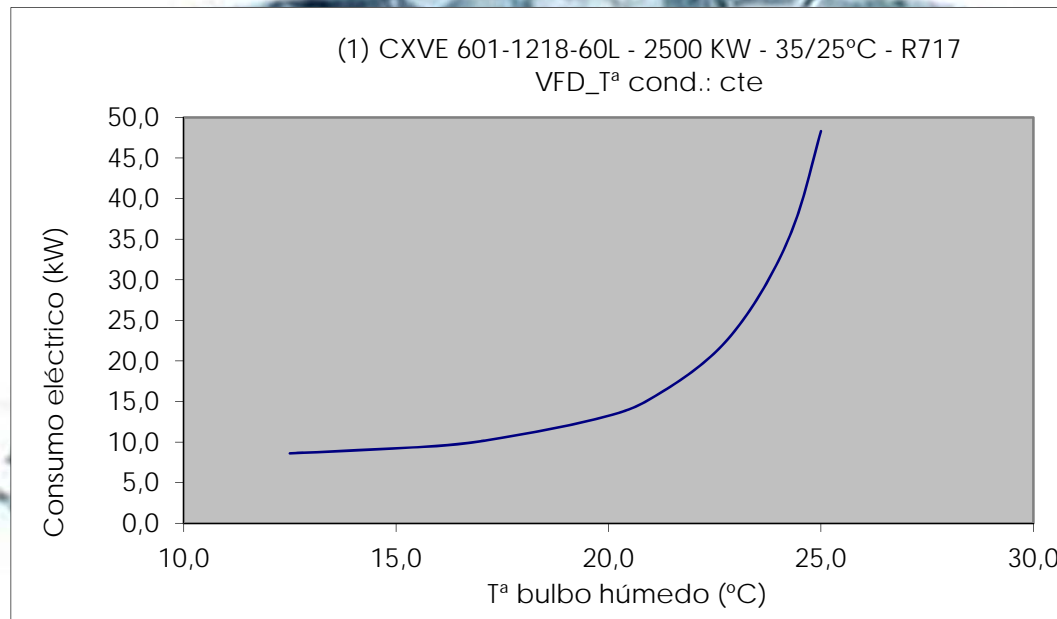
## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

- o Accesibilidad: Inspección y mantenimiento

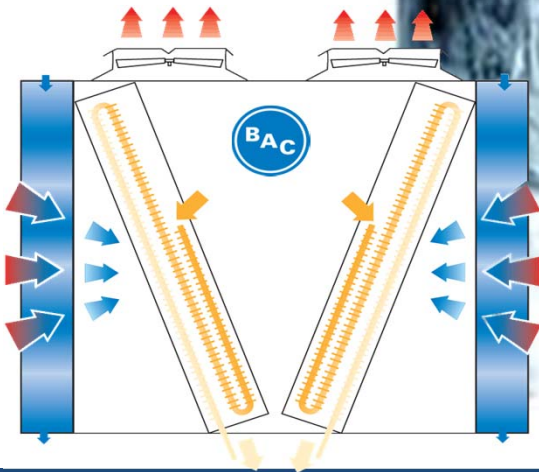


## CE DE FLUJO MIXTO Y DOBLE SUPERFICIE DE INTERCAMBIO

- o Regulación de capacidad
  - Estrategia de ahorro energético: minimizar consumos en compresores.
  - Dada una relación de compresión mínima: estrategia de ahorro energético minimizando el consumo en los ventiladores del condensador evaporativo (variadores de frecuencia y para una presión de condensación dada).
    - Los ventiladores utilizados en los condensadores evaporativo presentan un comportamiento cuadrático en el que la potencia absorbida es una función cúbica respecto de la frecuencia utilizada. En consecuencia, cuando el ventilador/-es giren al 50% de velocidad consumirán tan solo un 12,5% de la potencia nominal.



## AEROCONDENSADORES ADIABÁTICOS



- o Alternativa eficiente a la condensación por aire incrementando los valores del EER de la instalación a costa de un consumo de agua.
- o Presenta un consumo de agua a diferencia de los aerocondensadores secos pero disminuyen los consumos eléctricos de la planta (costes operativos dependientes del coste de la energía eléctrica y del coste del consumo de agua).
- o Equipos excluidos por las Consejerías de Sanidad de aplicación del RD865/2003 (proceso de pre-enfriamiento del aire: sin recirculación de agua, sin arrastre de gotas y sin generación de aerosoles).
- o Criterio adecuado de diseño: equilibrio inversión-coste de operación situado en una presión de condensación de diseño media entre la condensación seca o por aire y la evaporativa.
- o Este tipo de tecnología presenta unos niveles de inversión similares a los aerocondensadores secos, siendo muy superior a los condensadores evaporativos.

## CONCLUSIONES

- El ahorro energético, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos y el respeto por el medioambiente constituyen las directrices de la competitividad industrial.
- La condensación evaporativa es una tecnología beneficiosa para el usuario, el medio ambiente y para el conjunto de la sociedad así como segura siempre que se realice un mantenimiento mecánico e higiénico-sanitario adecuado.
  - Disposición de equipos que permiten acceder a los diferentes componentes facilitando las rutinas de mantenimiento sin renunciar a los beneficios que presenta la tecnología.



CONGRESO SOBRE  
TECNOLOGÍAS DE  
REFRIGERACIÓN

**TECNOFRÍO'16**

28 Y 29 SEPTIEMBRE DE 2016

[www.congresotecnofrio.es](http://www.congresotecnofrio.es)

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



[www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

