

Este sistema permite el estudio de los sistemas frigoríficos y de probar en la práctica los cálculos termodinámicos aplicados a la refrigeración. La particularidad es que se puede manejarlo desde Internet con un navegador como Internet Explorer, Firefox o Chrome.

Consiste en dos cuartos fríos con evaporador individual pero con un circuito compartido de fluido refrigerante tipo R134a (compresor, condensador...).

El control y la configuración del sistema se hace de dos maneras:

- con un panel de control : pulsador, switch, pantalla digital
- con un controlador lógico programable industrial de tipo PAC (programmable automation controller) Compact [Fieldpoint](#) de National Instruments

El Le Compact Fieldpoint agrega la función de control remoto por Internet, la visualización de las curvas de temperatura del aire, del fluido refrigerante y su presión, las potencias y todo eso en diferentes puntos para entonces calcular las características termodinámicas del sistema frigorífico como la entalpía, la entropía, el diagrama de Mollier y los rendimientos.



El sistema frigorífico con su panel de control y el circuito del fluido refrigerante

Hardware

El software está embebido en un módulo controlador Compact [Fieldpoint](#) de National Instruments lo cual tiene un conector RJ45 Ethernet que permite conectarlo a la red; gracias a eso, el software desarrollado en la computadora con

[LabVIEW](#)

se descarga por medio del FTP del controlador Compact

[Fieldpoint](#)

y se comunica con este software por intermedio de las variables compartidas publicadas en la red (shared variable). Se usan módulos de entradas y salidas digitales, analógicos y relés para enviar ordenes (sí/no, velocidad del compresor, electroválvulas para el fluido refrigerante, ventiladores del condensador y de los evaporadores, luces y calentadores de los cuartos fríos), y la adquisición de las mediciones. La potencia consumida se mide con el vatímetro incluido en el regulador. Ese regulador comunica únicamente con el protocolo Jbus (una implementación del Modbus) por eso se usa el puerto

[RS-232](#)

del controlador Compact

[Fieldpoint](#)

en lo cual se conecta un convertidor

[RS-232](#)

<-->

[RS-485](#)

. Una tarjeta Ethernet manejada por el software del controlador aumenta el número de relés del sistema.



El sistema frigorífico con los módulos Compact [Fieldpoint](#) en azul con [LabVIEW](#) tiempo real embebido.

Se ve en el lado derecho las puertas de los dos cuartos fríos.

Software

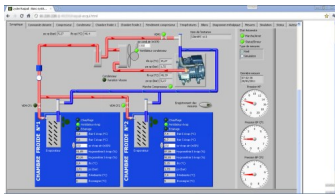
- [LabVIEW](#) para el desarrollo (programación y compilación) del software embebido en el controlador Compact Filedpoint
- [LabVIEW](#) RT: módulo que permite desarrollar, en [LabVIEW](#) , software embebidos para

componentes tiempo real como Compact

[Fieldpoint](#)

o Compact RIO de National Instruments

- Sistema operativo del Compact [Fieldpoint](#) : OS tiempo real Phar Lap ETS de IntervalZero (grupo [Citrix](#))
- Servidor HTTP embebido en el controlador Compact [Fieldpoint](#) para publicar una pagina flash permitiendo a un navegador web (Firefox, Internet Explorer...) poner en la pantalla los controles gráficos y la curvas
- Servidor FTP embebido embebido en el controlador Compact [Fieldpoint](#) para descargar los archivos compilados del software y sus archivos de configuración y de datos



Pantalla del software desarrollado en [LabVIEW](#) , embebido en el controlador del autómata Compact [Fieldpoint](#) de National Instruments. Se muestra esta pantalla en el navegador web como aquí en Google Chrome por medio de Internet.

Como funciona

El usuario tiene la posibilidad de elegir, por medio de un conmutador, de usar el regulador del panel de control (modo local) o el estudio y la regulación con el Compact [Fieldpoint](#) , llamado modo remoto con lo cual se puede ver todas las mediciones, características, curvas y resultados de cálculos de entalpía, entropía, diagrama de Mollier y los rendimientos conectándose al controlador por medio de un navegador web. Una luz se prende cuando un usuario remoto toma el control para cambiar las configuraciones de temperatura, velocidad o otras ordenes. Se puede recordar todas las mediciones y exportar en Excel. Del mismo modo se puede recargar esos archivos en el sistema para simular el sistema frigorífico sin prenderlo. Hasta 20 usuarios pueden conectarse al sistema para ver la pantalla pero solamente uno a la vez puede tener el control remoto .

Presentación vídeo

Las vídeos siguientes fueron grabadas durante una conferencia que di en una universidad de México. Presentan como funciona el sistema frigorífico al nivel del hardware y del software. Para ver toda la conferencia (mas de una hora), visita [mi blog](#) .

Presentación hardware del sistema frigorífico

Presentación software del sistema frigorífico