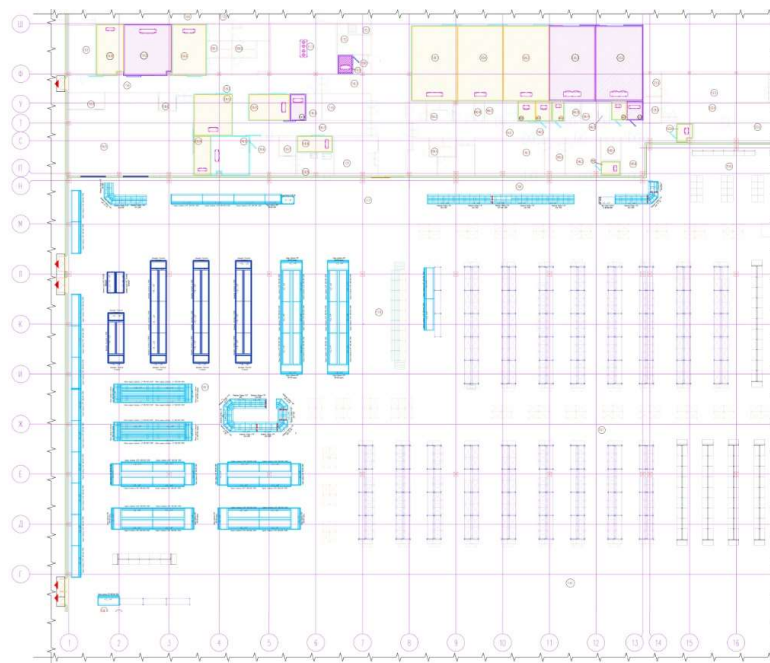




Интегрированная система холодо/теплоснабжения и ГВС на базе бустерной установки CO2 для гипермаркета

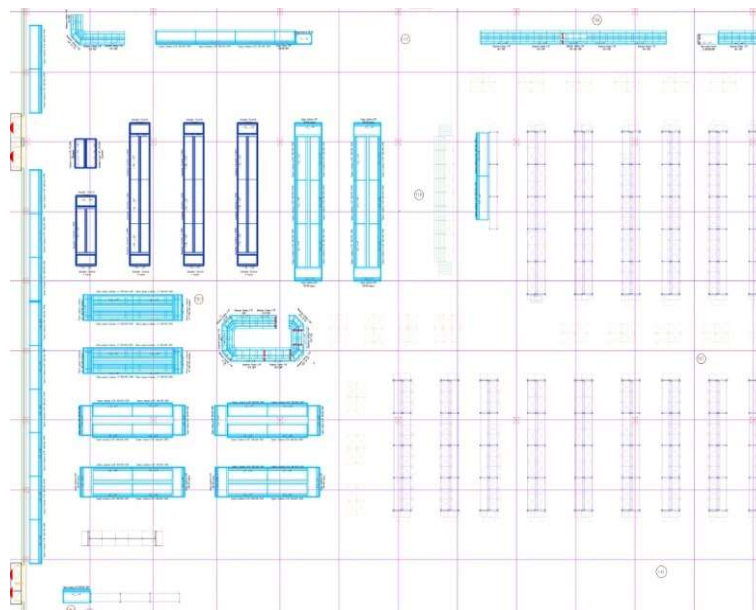
Исходные данные:

- ✓ Холодопроизводительность СТ потребителей – 330 кВт ($T_0 = -8...-10\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- ✓ Холодопроизводительность НТ потребителей – 70 кВт ($T_0 = -32...35\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- ✓ Расчетный коэффициент загрузки – 0,7
- ✓ Потребность объекта в горячей воде – 20 м³/сутки
- ✓ Пиковый расход горячей воды – 7 м³/час
- ✓ Расчетная нагрузка на отопление – 2 МВт
- ✓ Фактическая максимальная среднесуточная нагрузка на отопление – 800 кВт
- ✓ Площадь объекта – 5000–7000 м²
- ✓ Средняя продолжительность работы установки в транскритическом режиме в теплое время года – 4 часа в сутки.
- ✓ Регион – средняя полоса России



Цели проекта:

- ✓ *Переход на «зеленые хладагенты»*
- ✓ *Оптимизация при подборе оборудования*
- ✓ *Уменьшение капитальных затрат*
- ✓ *Уменьшение эксплуатационных затрат*
- ✓ *Максимальное снижение потребления энергетических ресурсов*
- ✓ *Уменьшение CO₂ следа от эксплуатации объекта*
- ✓ *Отказ от внешних систем обеспечения ГВС и системы отопления*

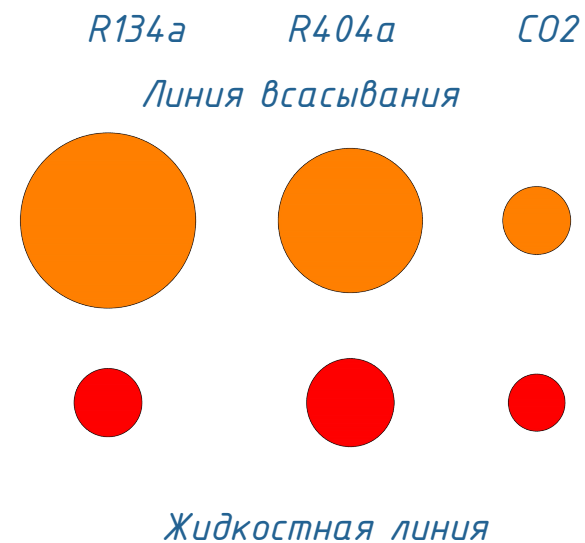


Переход на природные хладагенты (особенности CO₂):

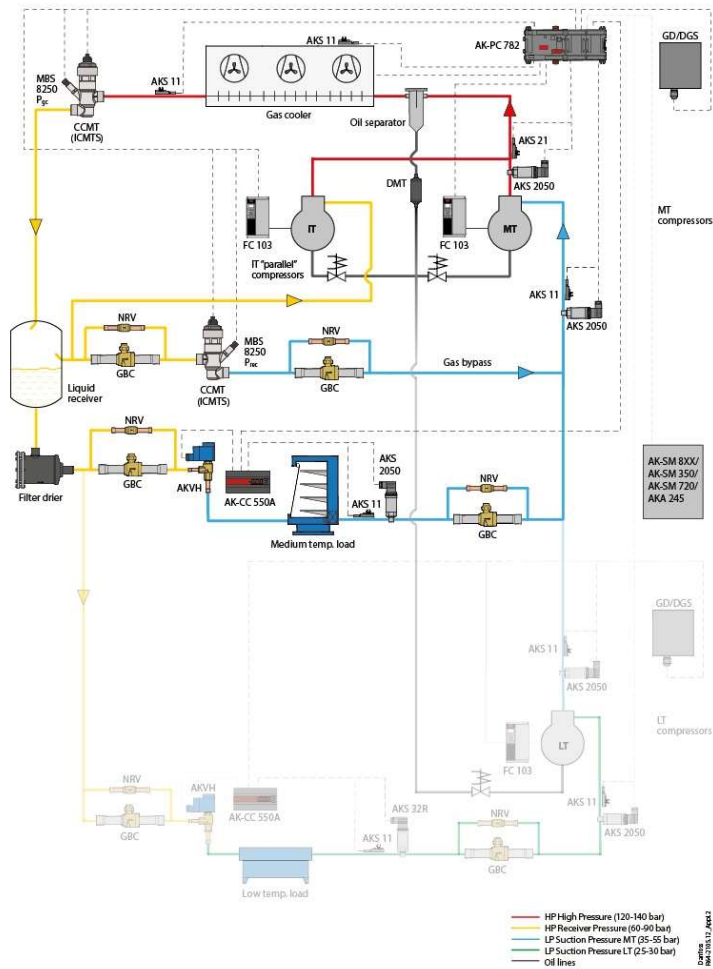
- ✓ Экологичность ($ODP^* = 0$ и $GWP^{**} = 1$)
- ✓ Безопасность (не взрывоопасный и не токсичный)
- ✓ Энергоэффективность
- ✓ Меньше компрессоры и насосы
- ✓ Меньше трубопроводы, арматура и изоляция
- ✓ Меньше объем заправки хладагента
- ✓ Низкая стоимость хладагента
- ✓ Снижение установленных мощностей ЦХМ
- ✓ Отличающиеся критические параметры и высокие давления

* ODP – Потенциал разрушения озона

** GWP – Потенциал глобального потепления



Переход на природные хладагенты (транскритическая бустерная система):

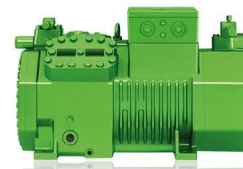


LT - Bitzer 4FSL-7K(INV)+2x4FSL-7K



MT - Bitzer 4DTC-25K(INV)+4x4DTC-25K

IT - Bitzer 6FTE-50K(INV)+6FTE-50K



Переход на природные хладагенты (причины выбора транскритической системы):

- ✓ *Зеленый хладагент с $GWP^* = 1$, полный отказ от «вредных» хладагентов*
- ✓ *Максимальный COP^{**} при работе в субкритическом режиме*
- ✓ *Возможность получать «бесплатную тепловую энергию» в теплый период времени*
- ✓ *Возможность получать энергию для системы отопления в переходный или холодный период времени*
- ✓ *Стоимость системы сопоставима с субкритической системой CO_2*



* GWP – Потенциал глобального потепления

** COP – Тепловой коэффициент – отношение холодопроизводительности к потребляемой мощности

Оптимизация при подборе оборудования (снижение необходимой холодопроизводительности при постоянных поставленных задачах)

- ✓ *Применение более эффективного холодильного оборудования*
- ✓ *Использование крышек для НТ бонет*
- ✓ *Установка «стеклянных» дверей на холодильных горках*
- ✓ *Использование ЕС* технологии в устанавливаемых вентиляторах*
- ✓ *LED освещение*
- ✓ *Оптимизация техпроцессов и учет эффекта в теплотехнических расчетах (уменьшение времени открытия холодильных камер, например)*
- ✓ *Применение комплекса современных систем управления: плавающая конденсация, плавающее кипение, адаптивный кантовый обогрев по датчику, оттайка по требованию, инверторы и т.д.*
- ✓ *Постоянный мониторинг оборудования, контроль за соблюдением оптимальных параметров*

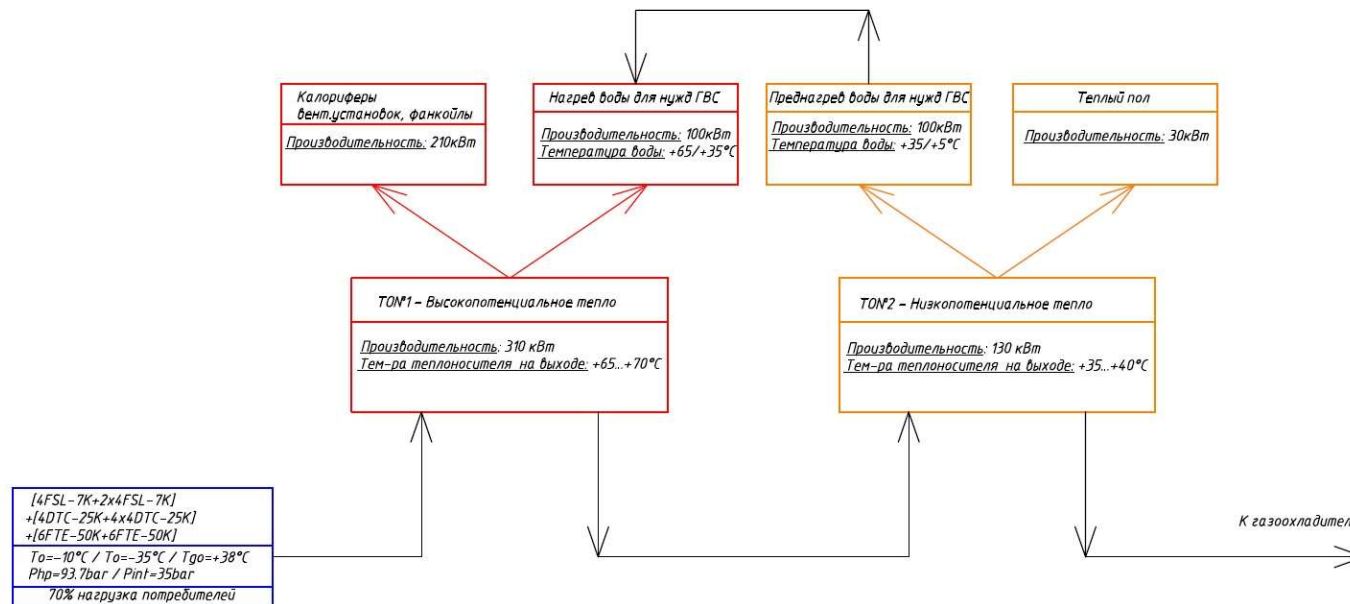
* ЕС – Электронно-коммутируемый (Electronically Commutated)

Уменьшение потребной холодопроизводительности на величину до 30%

Объединение инженерных систем магазина (исходные данные)

- ✓ Холодопотребление СТ системы с учетом коэффициента загрузки и одновременности работы – 235 кВт*час
- ✓ Холодопотребление НТ системы с учетом коэффициента загрузки и одновременности работы – 50 кВт*час
- ✓ Тепло снимаемое с нагнетания, используемое для нагрева воды (бросовое, вырабатываемое постоянно) – 35 – 50 кВт*час
- ✓ Тепло, которое можно использовать в системе ГВС и отоплении (транскритический режим) – около 400–450 кВт*час
- ✓ Стоимость 1 кВт тепла (установка работает в транскритическом режиме по погодным условиям) – 0 руб
- ✓ Стоимость 1 кВт тепла (установка может работать в субкритическом режиме по погодным условиям) – 1,2...1,7 руб
- ✓ Уменьшение покупаемых тепловых мощностей на – 400–450 кВт*час

Объединение инженерных систем магазина (схема использования тепла)



Стоимость кВт энергии в зависимости от типа ресурсов:

Тепло, получаемое в газовой котельной –

Бросовое тепло от холодильной машины –

Тепло, вырабатываемое холодильной машиной в холодный период года –

Тепло, получаемое тепловым насосом –

Тепло, получаемое в дизельной котельной –

Тепло, получаемое путем нагрева электрическими тэнами –

0,7...1,0 руб./кВт*час

0...0,1 руб./кВт*час

1,0...1,7 руб./кВт*час

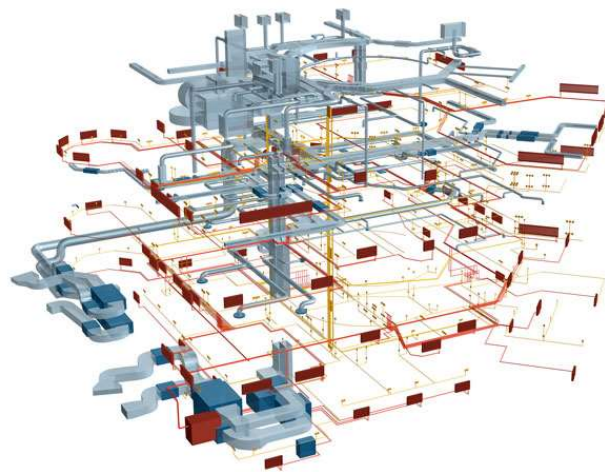
1,5...2,5 руб./кВт*час

2,3...2,7 руб./кВт*час

4,0...5,0 руб./кВт*час

Изменение стоимости холодильного оборудования при использовании бустерной холодильной системы на CO₂ в сравнении с R404a (на начало 2017 года)

- ✓ *Холодильная мебель – +0...5%*
- ✓ *Холодильные камеры – 0%*
- ✓ *Испарители – +0...5%*
- ✓ *Холодильные машины (централы) – +40...45%*
- ✓ *Газоохладитель/конденсатор – 0%*
- ✓ *Автоматика – +20...25%*
- ✓ *Расходные материалы – -10...15%*
- ✓ *Общее изменение стоимости (без учета стоимости холодильной мебели) – +7...10%*
- ✓ *Общее увеличение стоимости холодильного оборудования – около 5%*



Возможности по снижению капитальных затрат

- ✓ *Полный отказ от систем подогрева воды в теплый период года*
- ✓ *Меньшая стоимость лимитов за счет уменьшения установленной мощности централей на 20–30% или всей системы на 10–15%*
- ✓ *Меньшая стоимость распределительной и защитной электрической аппаратуры по причине меньших мощностей, экономия на подводящем кабеле (уменьшение сечения кабеля)*
- ✓ *Возможность уменьшения тепловых мощностей на 400–450 кВт, если это экономически обосновано*
- ✓ *Полный отказ от тепловых мощностей, в случаях когда вырабатываемого тепла достаточно (супермаркеты, где доля холодильного оборудования в потреблении энергии выше; арендные объекты; супермаркеты в южных регионах; при использовании энергоэффективных конструкций и т.д.)*
- ✓ *Уменьшение стоимости холодильной системы за счет активного применения энергосберегающих технологий, описанных выше*

Уменьшение эксплуатационных затрат (CO₂ & R404a)

- ✓ Экономия на электроэнергии при работе системы в субкритическом режиме – 25-30%
- ✓ Экономия на электроэнергии в течение всего года – 5-10%
- ✓ «Бесплатная» горячая вода в теплое время года
- ✓ Уменьшение затрат на дозаправку системы в 10 раз

Анализ затрат на хладагент			
N п/п	Компрессор	R404a	R744
1	Емкость системы, кг	1040,00	780,00
2	Стоимость баллона хладагента, руб	4 500,00Р	1 200,00Р
3	Емкость баллона хладагента, кг	10,90	20,00
4	Стоимость 1 кг хладагента, руб	412,84Р	60,00Р
5	Стоимость заправки системы, руб	429 357,80Р	46 800,00Р
6	Потери хладагента от общей заправки системы в год, %	10,00	10,00
7	Стоимость дозаправки в год, руб	42 935,78Р	4 680,00Р

Итоги:

- ✓ *Экономия за счет электроэнергии и нагрева воды при исходных данных – около 8000,00 евро или 5–6 лет окупаемости*
- ✓ *Текущая разница в капитальных затратах для типового гипермаркета – около 5%*
- ✓ *Разница в оборудовании постоянно снижается, в Европе уже выгоднее устанавливать бустерные CO₂ системы*
- ✓ *Уже сегодня можно применять современные бустерные системы без увеличения стоимости при интеграции холодильной системы в смежные комплексы магазина*
- ✓ *Изменение подхода в проектировании инженерных систем (общий подход)*





Учебный центр ООО «Ингениум»

Общие данные:

- ✓ *Местоположение: Ростов-на-Дону*
- ✓ *Состав испытательного центра: фреоновая и транскритическая бустерная холодильные установки*
- ✓ *Особенность УЦ: полная идентичность холодильных нагрузок для двух разных систем*
- ✓ *Холодопроизводительность СТ контура – 8 кВт*
- ✓ *Холодопроизводительность НТ контура – 1,7 кВт*
- ✓ *Потребители холода – СТ камера, холодильная горка, низкотемпературная бонета*
- ✓ *Основные участники проекта – Ингениум, Bitzer, Danfoss, Thermofin*



Основные партнеры проекта:



ENGINEERING
TOMORROW



Схема фреоновой холодильной установки:

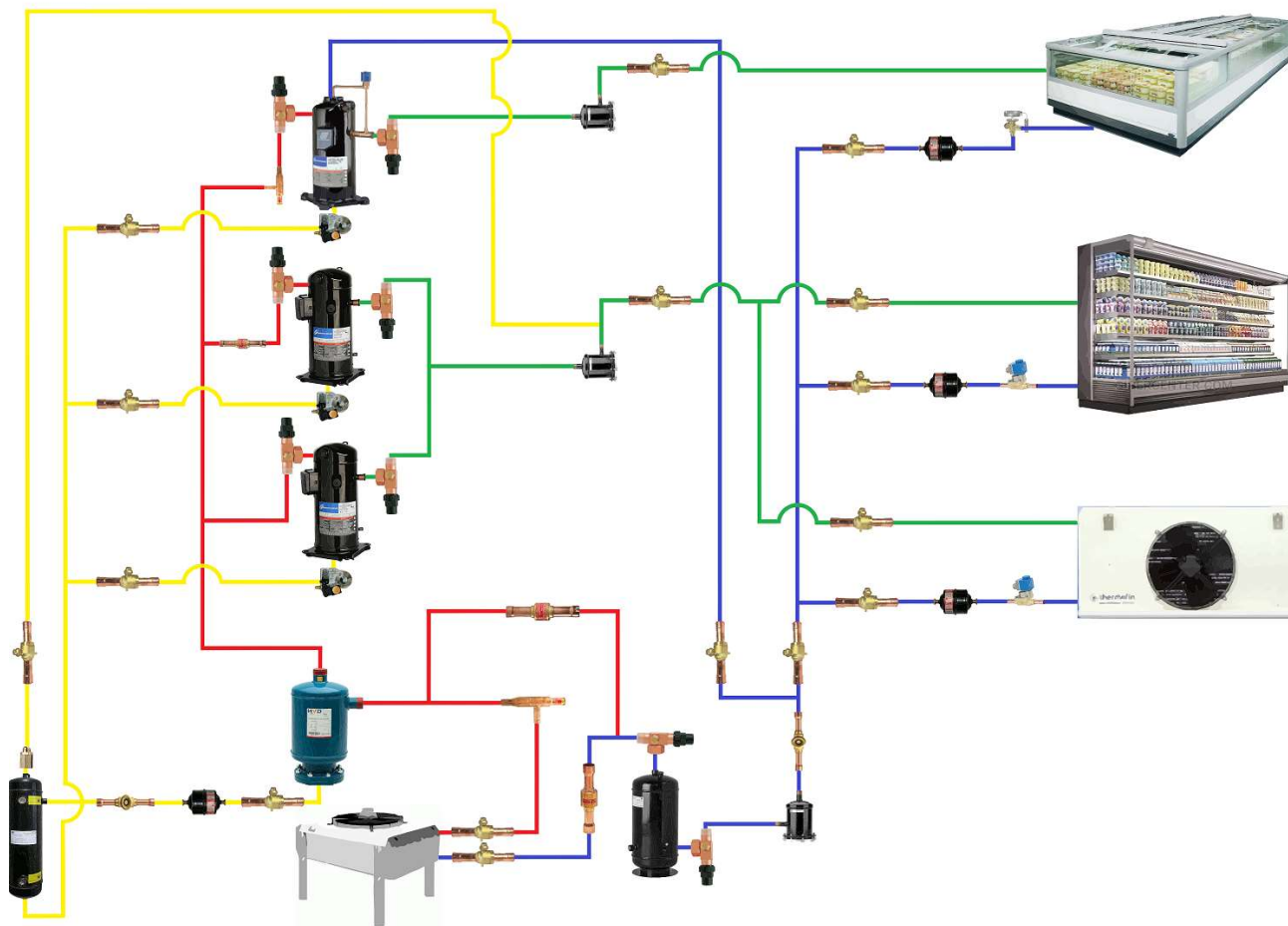
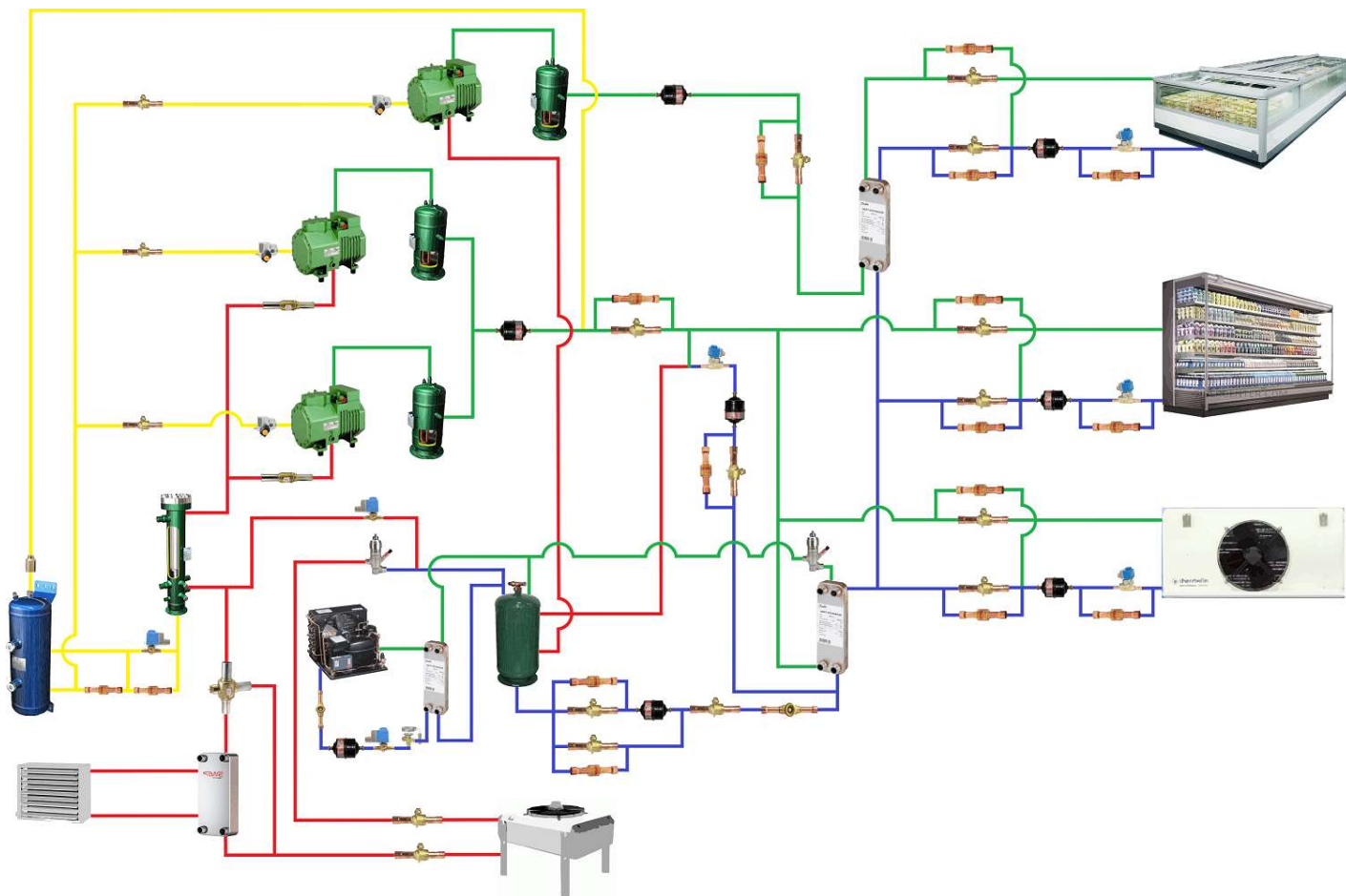
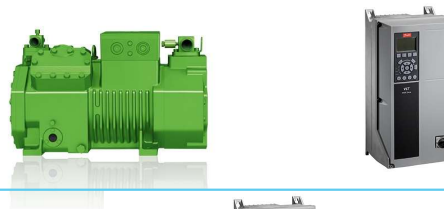


Схема CO₂ холодильной установки:



Особенности примененных решений:

- ✓ Частотное управление компрессорами (СТ и НТ контуры)



- ✓ Частотное управление вентиляторами газоохладителя



- ✓ Система рекуперации тепловой энергии



- ✓ АКВН на всех потребителях холода



- ✓ Самая современная система управления мониторинга Danfoss ADAP-KOOL™



Цели проекта:

- ✓ *Обучение персонала работе с CO₂ установками*
- ✓ *Демонстрация потенциальным потребителям особенностей систем на диоксиде углерода*
- ✓ *Подтверждение теоретических данных посредством эксперимента «в поле»*
- ✓ *Тестирование новых компонентов на фреоновом и CO₂ контуре*
- ✓ *Проведение с партнерами образовательных и демонстрационных мероприятий*

