



Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»



Кафедра физики элементарных частиц №40

Научная исследовательская работа студента на тему:

Газовые системы. Обзор используемых систем. Проектирование нового узла

Работа

студента 3-ого курса

Морозихина Александра Николаевича

Научный руководитель

Тетерин Петр Евгеньевич, к.ф.-м.н.

ИЯФиТ

г. Москва 15.09.2020



- Резюме
- Обзор существующих решений
- Выводы
- Формулировка задачи
- Решение
- Приложение



Создание газовой системы – нетривиальная инженерная задача. Для того, чтобы спроектировать надежный узел необходимо учитывать 4 фактора

Подсказка

Опыт разработки



- Анализ уже отработанных решений на подобных задачах
- Изучение решений относительно требований безопасности

Факторы определяемые техническим заданием

Величина циркулирующих потоков

- Большие потоки
Необходимые решения относительно потоков
- Малые потоки
Необходимые решения относительно потоков

Компоненты смеси

- Смеси содержащие н-пентан
- Смеси не содержащие н-пентан

Метод получения смеси

- Регулирование величин смешивающихся масс
- Регулирование температуры смешивающихся компонент

Результат

Общий вывод

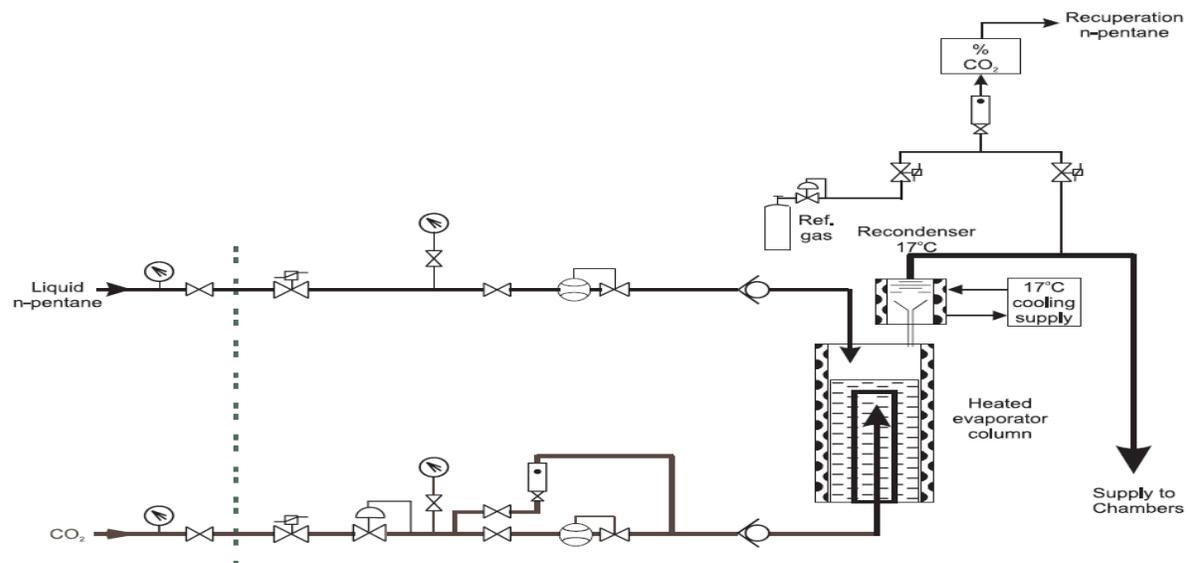
Цель работы - создание газовой системы отвечающей требованиям безопасности и учитывающей опыт предшествующих разработок подобных узлов.

Вывод относительно конкретной задачи

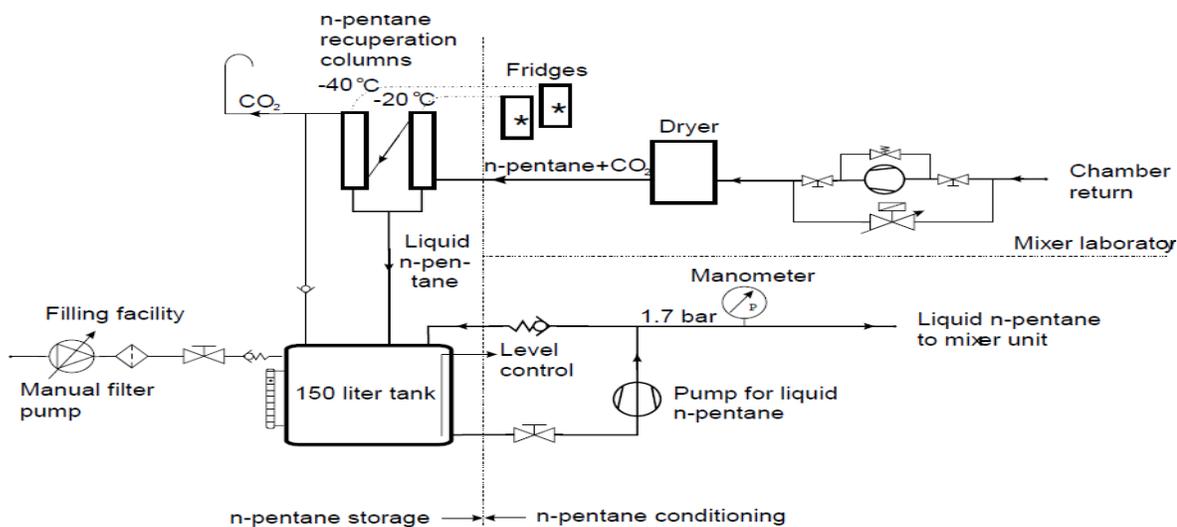
Газовая система используемая для продувки пропорциональных счетчиков устарела, что является предпосылками к работе - ее необходимо модернизировать. Для этого нужно спроектировать новую, более совершенную систему.



Принципиальная схема газовой системы



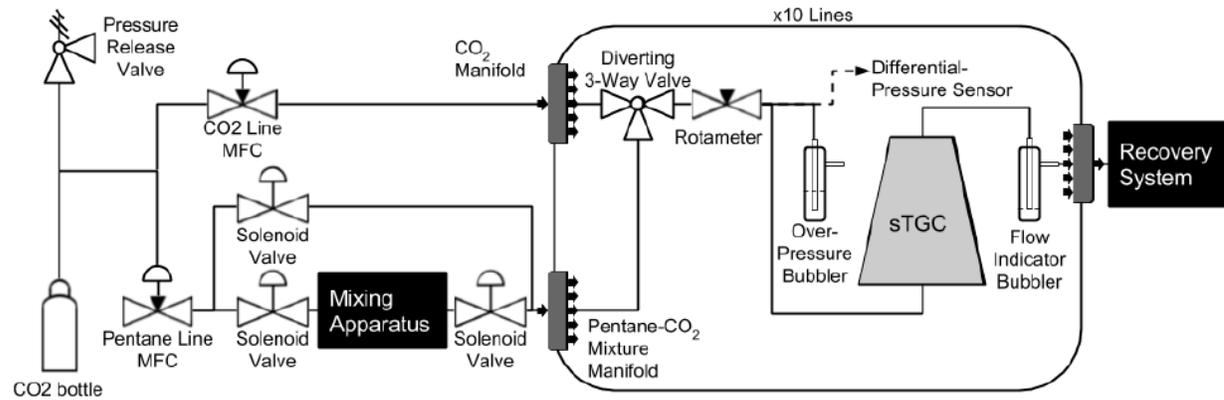
Принципиальная схема рекуператора газовой системы



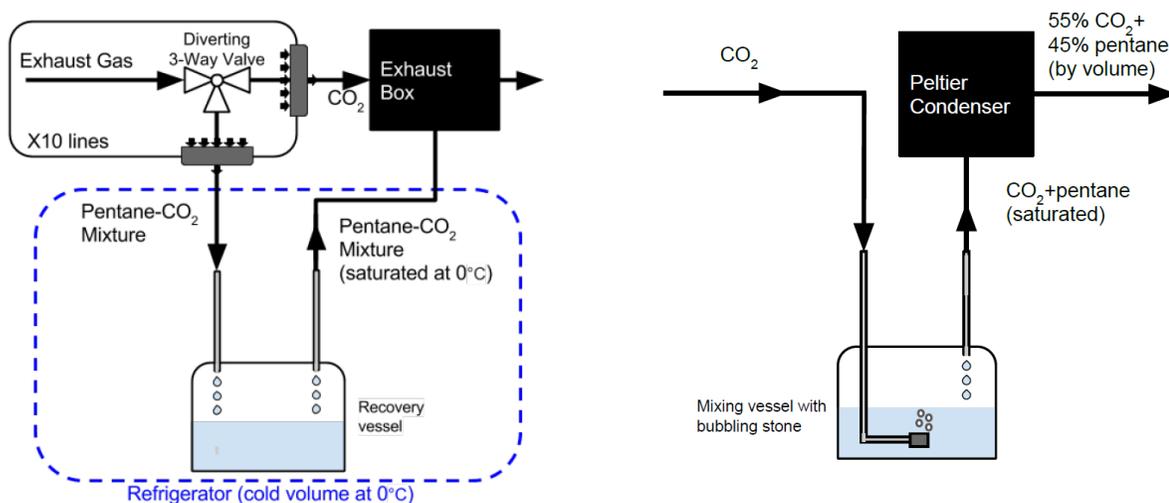
Описание основных особенностей

Газовая система, используемая в ЦЕРНе, рассчитана на газовые потоки больших объемов - $1.3 \text{ m}^3/\text{h}$. Смесь N-pentane:CO₂ (45\%:55\%) получают путем комбинирования двух методов (регулирование смешиваемых объемов и регулирование температуры смеси). Потоки компонент газовой смеси и пара измеряются с помощью регуляторов массового расхода жидкости и газа, которые имеют абсолютную точность $\pm 1\%$. Жидкий N-pentane протекает через испарительную колонну, через которую пропускается поток CO₂.

Принципиальная схема газовой системы



Принципиальная схема рекуператора газовой системы



Описание основных особенностей

Получение смеси N-pentane:CO₂ (45%:55%) происходит в два этапа. Сначала создается насыщенная смесь при 20^oC, которая соответствует более высокой концентрации N-pentane. Затем полученная смесь охлаждается в кулере, который принципиально представляет собой элемент Пельтье, что является примечательным. Данный узел конденсации связан с баком для жидкого N-pentane, в который конденсированный N-pentane стекает под действием силы тяжести.

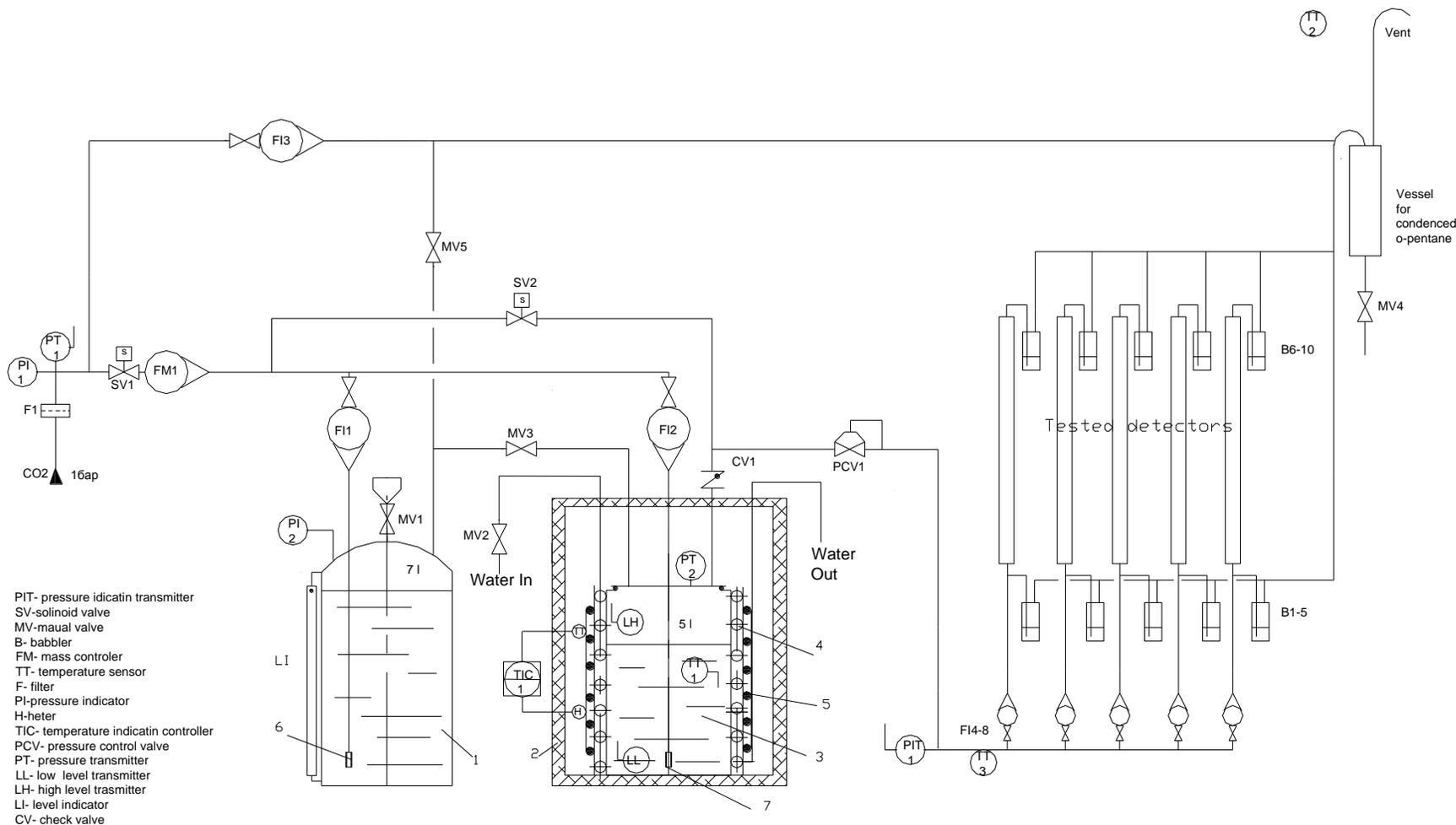
Газовая система имеет 6 независимых друг от друга в отношении давления каналов. Таким образом, представленная газовая система рассчитана на максимальный поток в 525 ml/min, что соответствует 87 ml/min – максимальный поток для каждого канала.

Стоит обратить внимание на данную систему, так как она имеет сходства с системой представленной в Weizmann Institute of Science

Принципиальная схема газовой системы



Описание основных особенностей

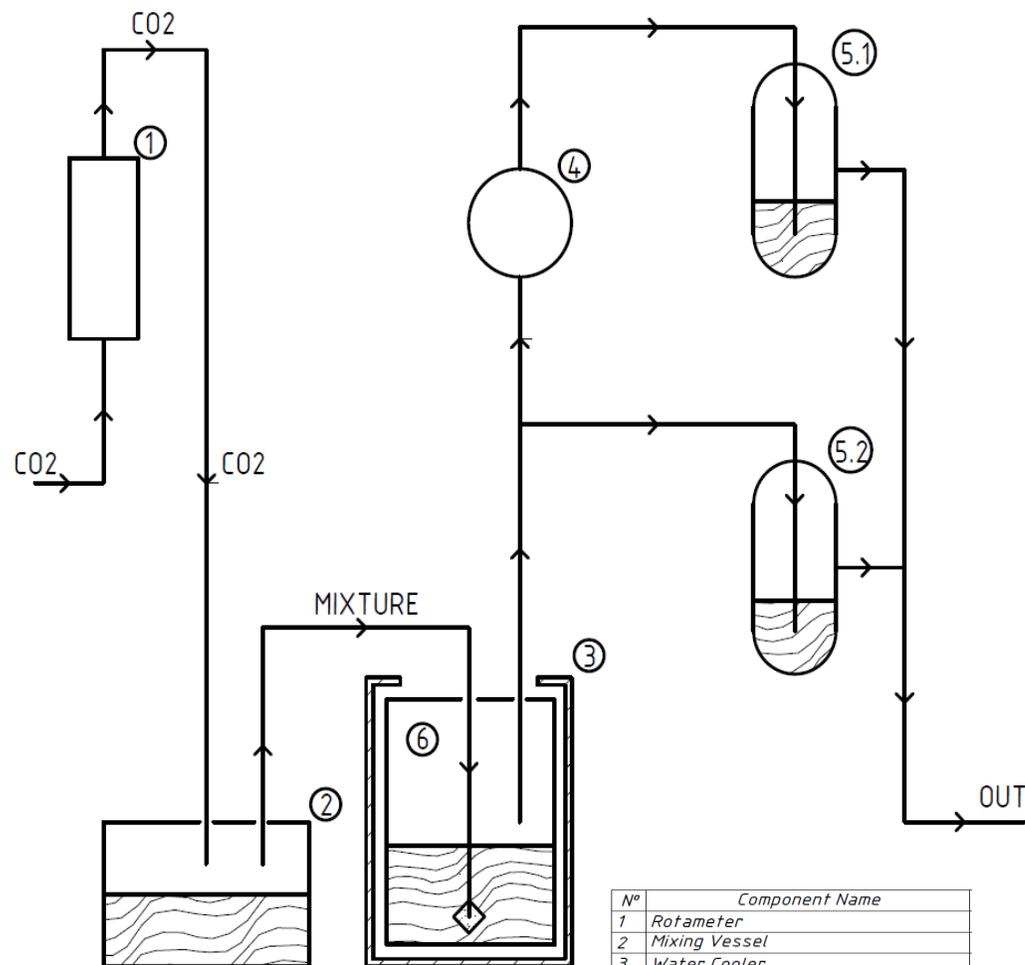


Представленный к обзору узел, используемый в ПИЯФ для тестирования камер sTGC, производит необходимую смесь с помощью первого метода - контроль температуры. Ниже представлена схема установки. Газовая система рассчитана на потоки в интервале 50 - 100 ml/min . Смесь - N-pentane:CO₂ (45%:55%) - готовится путем пробулькивания углекислого газа через жидкий N-pentane при температуре 17±0С.

Система не включает в себя почти никаких измерительных приборов. Система чрезвычайно проста, но не удовлетворяет некоторым требованиям Weizmann Institute of Science



Принципиальная схема газовой системы

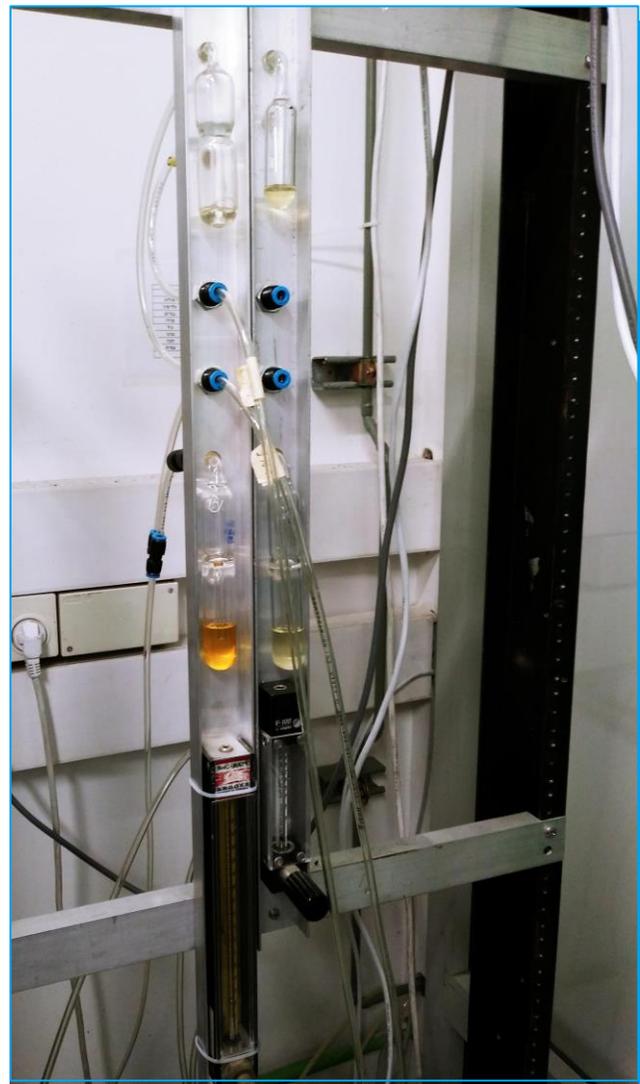
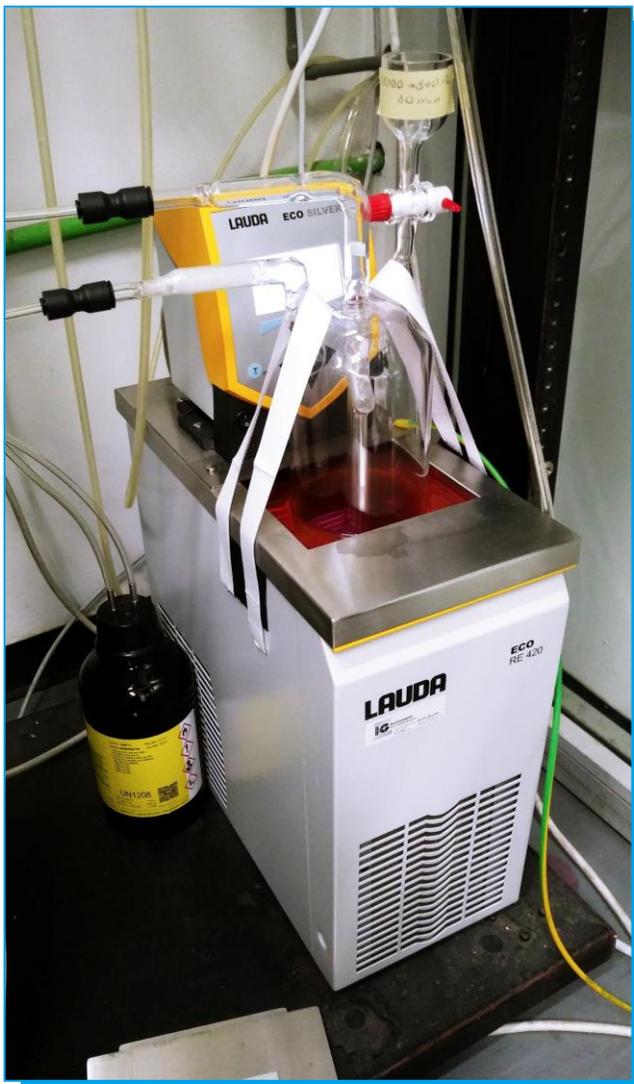


Nº	Component Name
1	Rotameter
2	Mixing Vessel
3	Water Cooler
4	Detector
5.1	Safety Bubbler
5.2	Safety Bubbler
6	Mixing Vessel

Стоит обратить внимание на данную систему, так как она имеет сходства с системой представленной в Weizmann Institute of Science

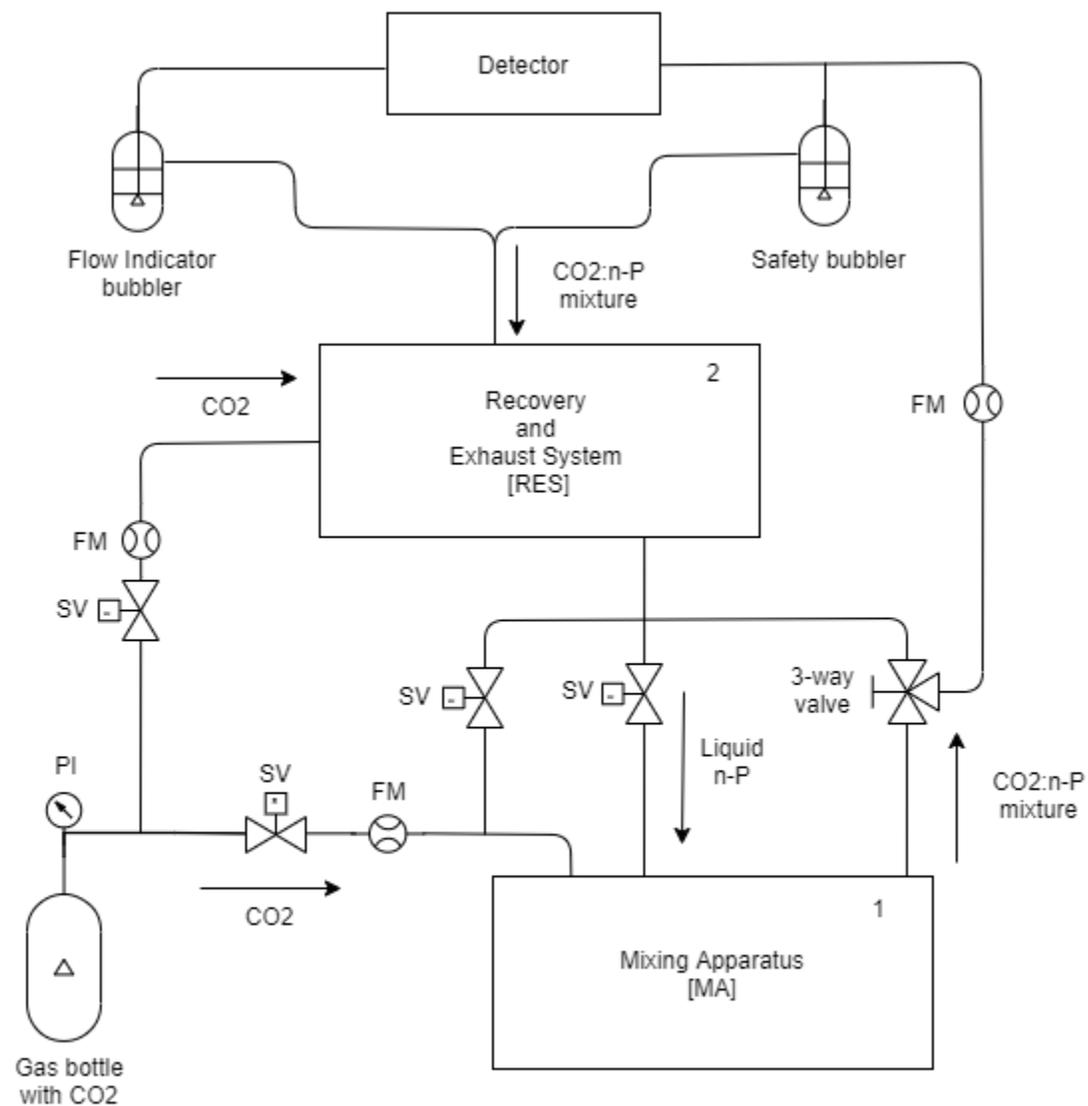
Принципиальная схема газовой системы

Описание основных особенностей

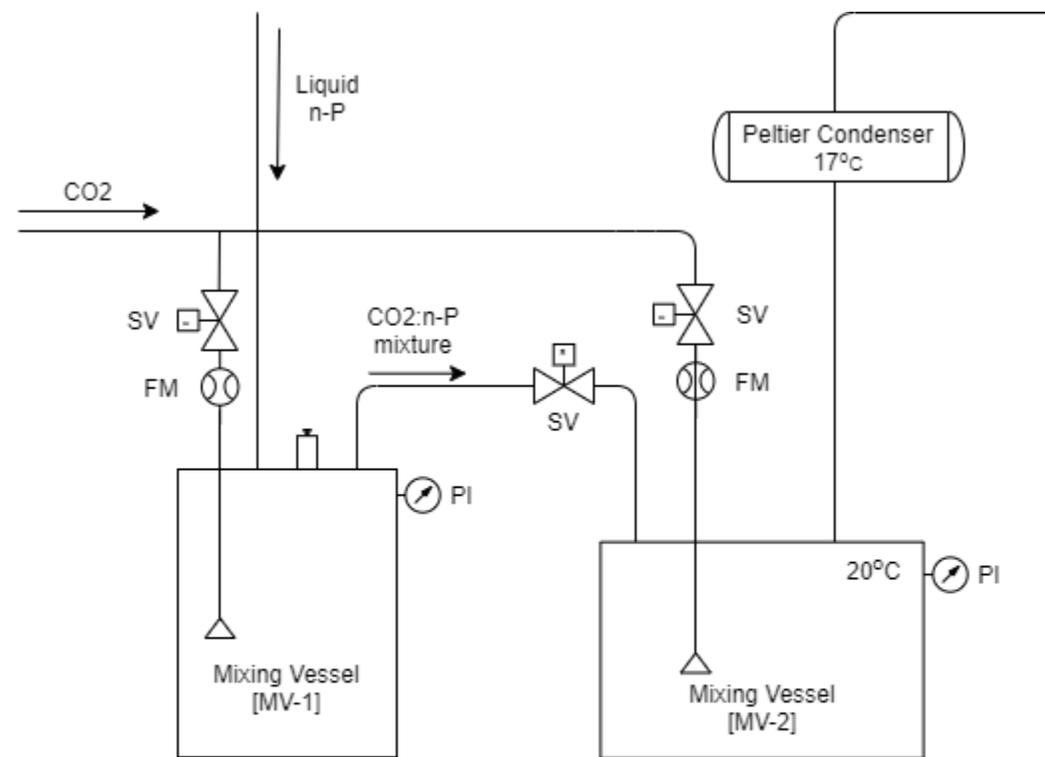


В институте имени Вайцмана (Израиль) проводится тестирование камер sTGC для применения в проекте Нового Мюонного Кольца (NSW) для модернизации экспериментальной установки ATLAS в ЦЕРН. Газовая система используемая для продувки пропорциональных счетчиков устарела, что является предпосылками к работе, ее необходимо модернизировать. Для этого нужно спроектировать новую, более совершенную систему.

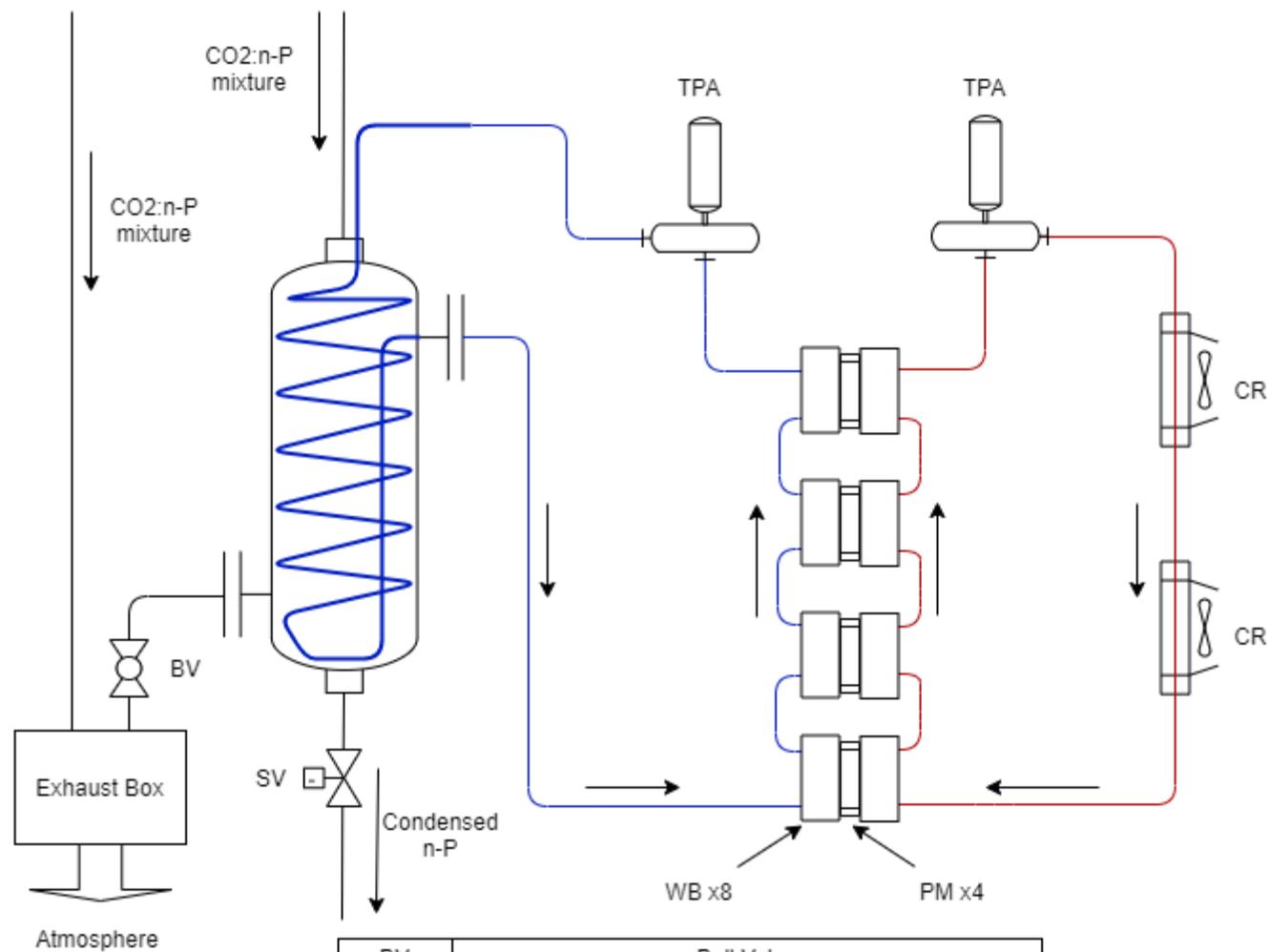
Состояние и оснащение системы на текущий момент можно наблюдать на фотографиях.



SV	Solenoid Valve
FM	Flow Meter
PI	Pressure Indicator



MV-1	Mixing Vessel (room temperature)
MV-2	Mixing Vessel (fix temperature 20°C)
SV	Solenoid Valve
FM	Flow Meter
PI	Pressure Indicator



BV	Ball Valve
SV	Solenoid Valve
WB	Water Block
PM	Peltier Modul
CR	Cooling Radiator
TPA	Tank with Pump for Antifreeze
	Heat removal circuit
	Cooling circuit

