

СИСТЕМА ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТОРА ТРС В ЭКСПЕРИМЕНТЕ STAR

Л.Коченда, М.Стриханов*, Р.Веллс**, Х.Вайман**,
П.Кравцов, С.Козлов, В.Трофимов, А.Марков

* МИФИ, ** ЛБНЛ (США)

Введение

Рассматривается система газообеспечения для детектора ТРС (Time Projection Chamber) в эксперименте STAR, BNL. Система обеспечивает детектор одной из двух газовых смесей: P10 ($\text{Ar} + 10\% \text{CH}_4$) или ($\text{He} + 50\% \text{C}_2\text{H}_6$) и стабилизирует давление в детекторе. Автоматизированная система контроля и съёма данных защищает детектор в случае аварийных ситуаций, накапливает информацию с датчиков температуры, анализаторов кислорода, воды и метана (этана), а также управляет очисткой газа. Для дополнительной защиты детектора использована дополнительная электронная система защиты (Alarm Interlock System).

Описание газовой системы

Основной задачей системы (рис. 1) является обеспечение ТРС детектора одной из двух газовых смесей, P10 ($\text{Ar} + 10\% \text{CH}_4$) или ($\text{He} + 50\% \text{C}_2\text{H}_6$), при заданной разности внутреннего давления детектора и барометрического давления. Дополнительной задачей системы является охлаждение цепочки высоковольтных резисторов, расположенных в верхней части детектора. Система может работать как закрытая газовая система с рециркуляцией газовой смеси через детектор. При этом небольшое количество свежей смеси добавляется в рециркуляционный контур и эквивалентное количество газовой смеси (включая протечки детектора) выбрасывается в атмосферу. Газовая система может работать и как открытая система в период продувки детектора.

Скорость рециркуляции газа составляет $36 \text{ м}^3/\text{час}$, что позволяет обновить объем детектора (50 м^3) в течение 1.4 часа. Система имеет два вихревых компрессора компании Rietschel (один - рабочий, второй - запасной), производительность каждого из которых составляет 60 м^3 при 100 мБар. Выходное давление компрессора (100 мБар) снижается до уровня 30 мБар с помощью регулятора давления (PCV-1) и затем до 2.4 мБар с помощью второго регулятора (PCV-4), расположенного на входе в ТРС. Водоохлаждаемый теплообменник, расположенный за компрессорами позволяет удалить теплоту сжатия смеси компрессорами. Давление в магистрали обратного потока может задаваться в интервале 0.5-1.6 мБар выше атмосферного давления с помощью дифференциального датчика давления (PT-6) и электропневматического (PID) контроллера, который управляет вентилем (байпас). Второй вентиль (байпас) (MV-9) используется для ручной настройки работы автоматического вентиля в оптимальных пределах.

Чистота и состав смеси контролируется анализаторами кислорода, воды и метана (этана). Поток анализируемой смеси, необходимый для их нормальной

работы, обеспечивается малым мембранным компрессор (SC#1).
 Дополнительный анализатор метана используется для постоянного контроля состава свежей смеси. При необходимости часть рециркуляционного потока может проходить через блок очистки для удаления влаги и кислорода. В качестве адсорбента блока осушки (dryer) используется молекулярное сито 13X. Блок очистки смеси от кислорода базируется на катализаторе, который позволяет образование спирта при наличии кислорода и углеводорода при температуре 220°C. Образующий спирт удаляется блоком осушки (dryer). Свежая смесь обеспечивается газовой системой хранения-обеспечения (Рис. 2).

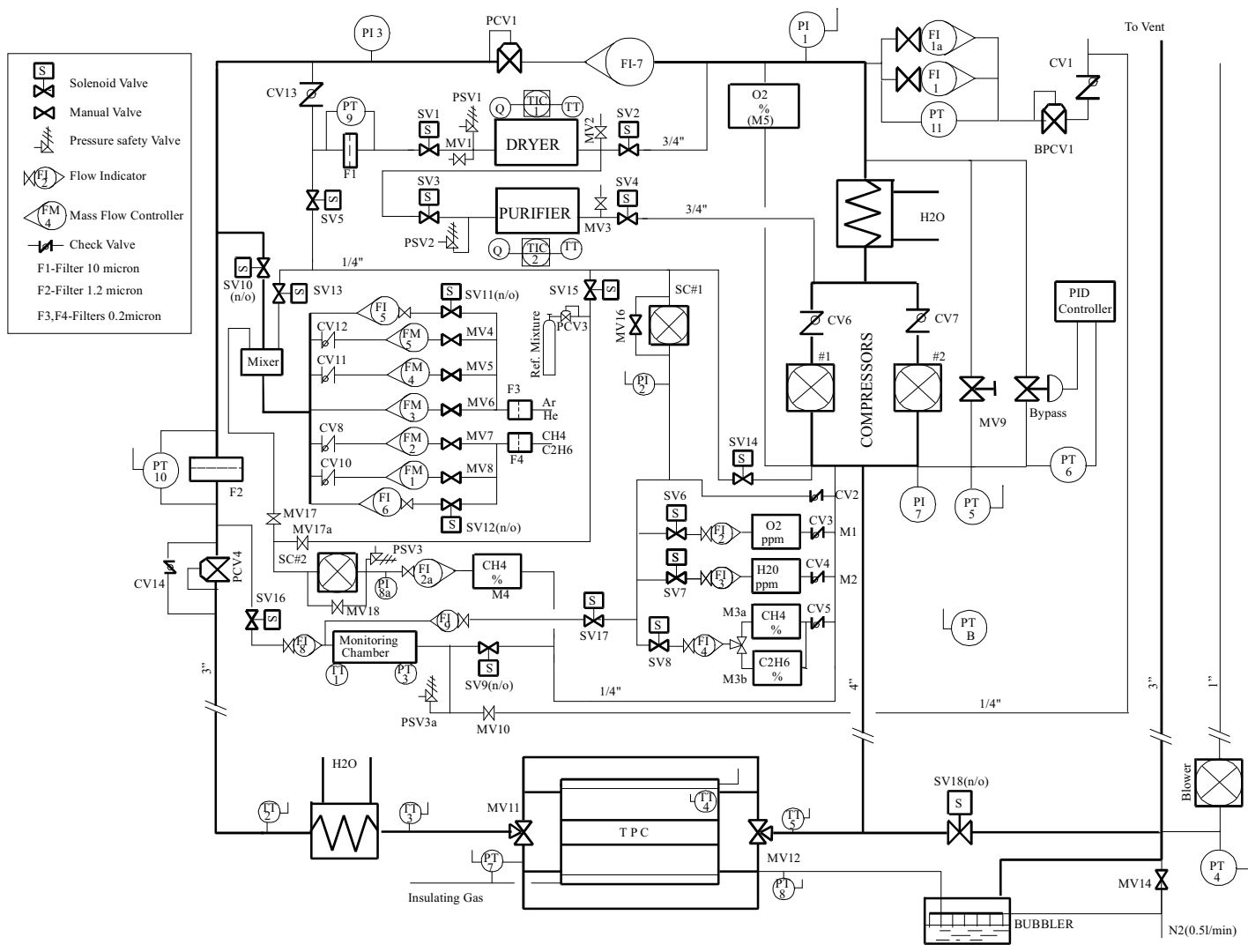


Fig. 1. STAR TPC Gas System.

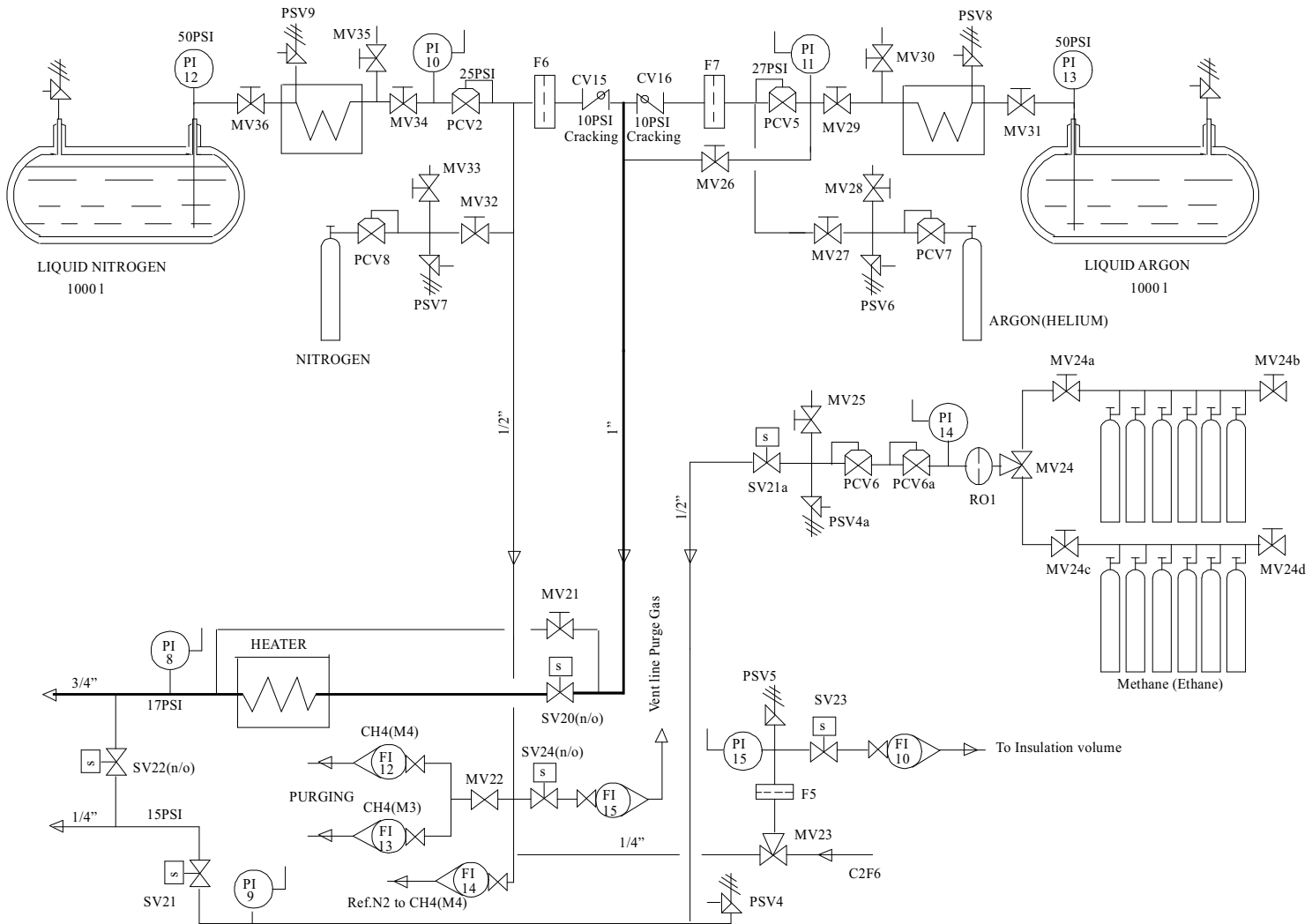


Fig. 2. STAR TPC Gas Storage/Supply System.

Все параметры системы контролируются и накапливаются с помощью компьютерной системы сбора данных и управления (Рис. 3). В нее входит барометр для измерения атмосферного давления, а также 16-канальный коммутатор для измерения температуры, выполненные на базе микропроцессора 8031. Оба устройства подключаются к компьютеру по стандартному RS-232 каналу. Кроме того, компьютер имеет плату ввода-вывода,

которая обеспечивает чтение 32 аналоговых сигналов, управление 32 цифровыми устройствами, а также имеет 8 аналоговых выходов.

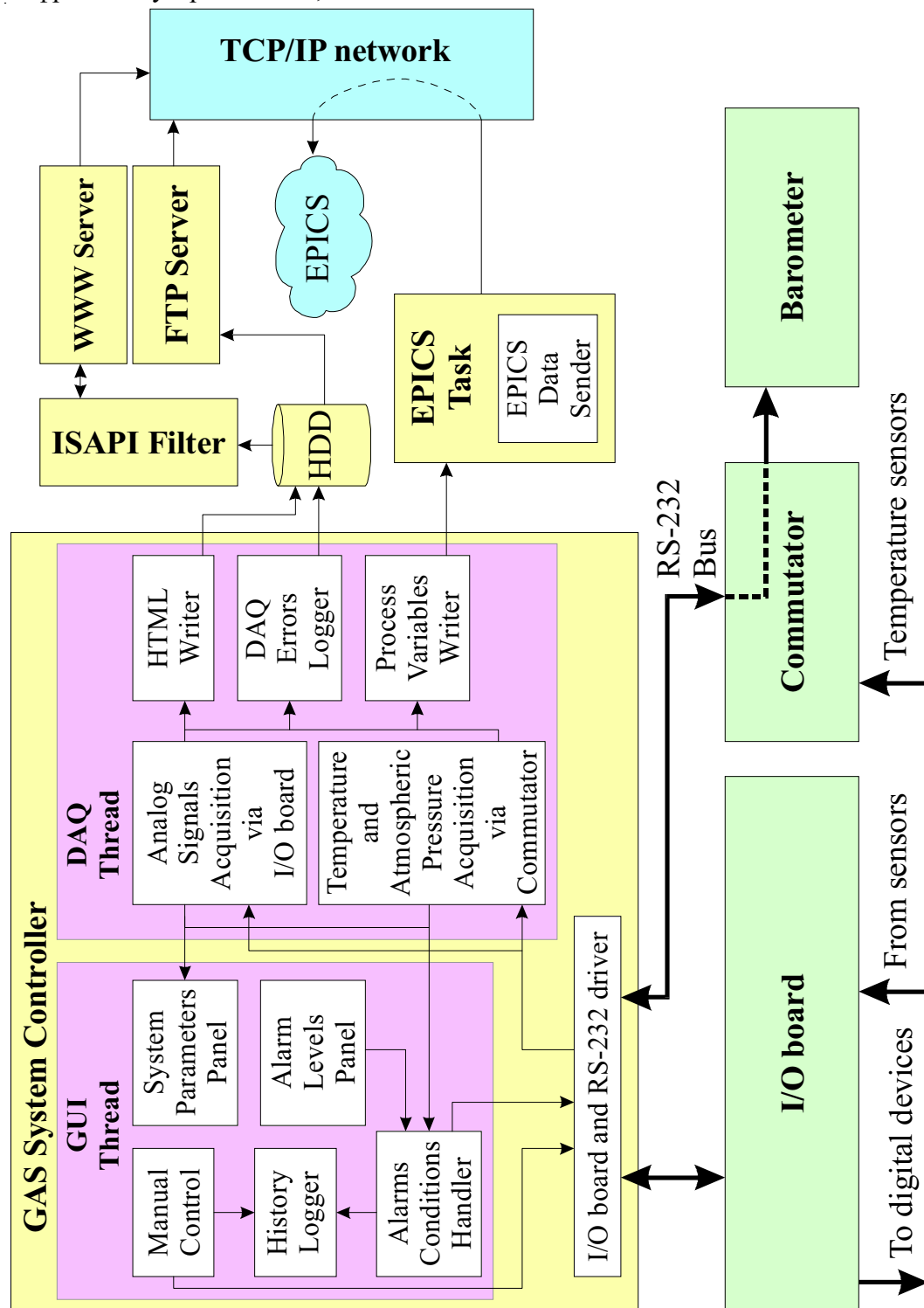


Fig. 5. Block diagram of DAQ and software.

Независимая система контроля (Alarm Interlock System) используется для защиты детектора от превышения положительного и отрицательного порогов давления, а также от превышения установленного уровня содержания метана (этана) в рабочей смеси.

Очень важно в целях безопасности детектора поддерживать разность внутреннего и атмосферного давлений с высокой точностью.

Экспериментальные данные, полученные в процессе испытания системы совместно с детектором в период теста детектора на космических лучах, приведены на Рис. 4. Из графика видно, что при колебаниях барометрического давления в пределах ± 8.2 мБар разность давлений составляла 0.57 ± 0.03 мБар, что говорит о высокой стабильности поддержания давления системой в детекторе.

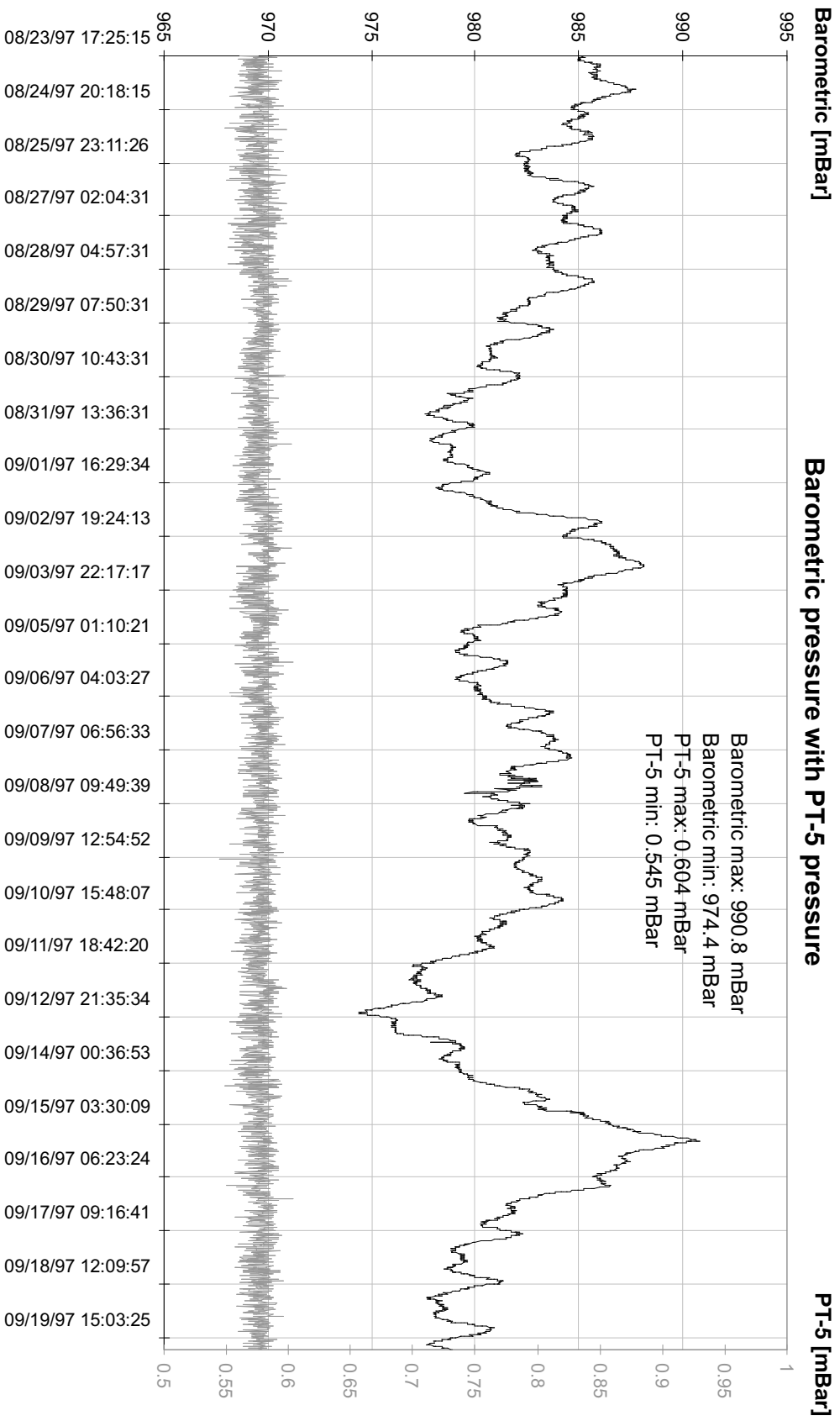


Fig. 7. Test pressure stability with TPC volume.

Список литературы

1. Л.Коченда, М.Стриханов*, Р.Веллс**, Х.Вайман**, П.Кравцов, С.Козлов, В.Трофимов, А.Марков STAR TPC Gas System. Препринт ПИЯФ ЕР-5-1998 № 2219.