

# Тестовый Стенд для Проверки и Настройки Серво- и Пропорциональных клапанов ValveExpert PRO (AeroSpace Edition)



Рисунок 1. Тестовый стенд ValveExpert PRO (Aerospace Edition).

Тестовый стенд ValveExpert PRO был изготовлен для проверки и настройки сервоклапанов, которые используются в гражданской авиации (для самолетов Airbus и Bombardier) и рассчитаны на работу с агрессивным маслом „Skydrol“<sup>1</sup> (русский аналог - масло НГЖ -4).

Он позволяет измерять практически все статические и динамические параметры четырехпортовых серво- и пропорциональных клапанов с расходом до 40 л/мин и давлением до 250 бар. В частности, в автоматическом режиме снимаются следующие характеристики:

1. Перепадная характеристика давления.
2. Характеристика непроизводительной утечки клапана при заблокированных управляющих портах.
3. Характеристика позиции золотника.
4. Расходная характеристика клапана.
5. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.
6. Ответ клапана на ступенчатый управляющий сигнал.
7. Изменение «нулевой точки» клапана при изменении давления подачи.
8. Изменение «нулевой точки» клапана при изменении давления слива.
9. Разрешение клапана

---

<sup>1</sup> Возможно также изготовление аналогичного стенда и для других гидравлических жидкостей.

В процессе съема характеристик происходит и математический анализ полученных данных. Анализируется свыше 30 различных параметров, таких как коэффициент усиления клапана по давлению, частота резонанса клапана и т.п. Анализ полученных данных в процессе измерения дает возможность адаптировать и сам процесс измерения. Это дает возможность сократить время измерения и повысить точность результатов. Полный процесс измерения всех параметров и исследование клапана занимает примерно 5-7 минут.

Отличительной особенностью стенда является исключительная точность всех измерений. Необходимо отметить, что фирма-заказчик поставила в техническом задании требование корреляции параметров, снимаемых этим стендом, с эталонными параметрами с точностью 0.5%. Благодаря использованию исключительно точных датчиков и достаточно сложному математическому анализу такая точность была достигнута. Процедура калибровки стенда очень проста. Тем не менее, при калибровке имеется возможность корректировать даже нелинейности характеристик датчиков. Дополнительно используются и цифровые фильтры. Именно такой подход к процедуре измерения действительно повышает точность фактически до предела.

Необходимо также отметить, что ValveExpert PRO включает в себя гидравлическую станцию с мощностью 11КВ и реальной производительностью 40 л/мин. В стенд вмонтирована также системы стабилизации температуры масла с точностью до  $\pm 1.5^{\circ}$ . Эта система может производить как охлаждение, так и нагрев масла.

Гидравлическая схема ValveExpert PRO представлена на следующем рисунке. На этой схеме, в центре, клапан в красной рамке – это клапан, который предстоит исследовать. Красной пунктирной линией выделены элементы, смонтированные в едином стальном блоке (см. рисунок ниже). К этому блоку подходят только две трубы - подача и слив. Такая конструкция фактически полностью исключает аварийную утечку в гидравлической системе стенда. Различные клапаны позволяют переключать конфигурацию гидравлики стенда в зависимости от того, какой необходимо провести тест. Сервоклапан MOOG регулирует давление на сливе тестируемого клапана с высокой точностью. Стабильность давления слива обеспечивается даже тогда, когда производится тестирование динамических параметров. При этом давление может держаться на очень низком уровне.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Заказчик специфицировал давление стабилизации от 1 до 20 бар с точностью до 0.5 бар.

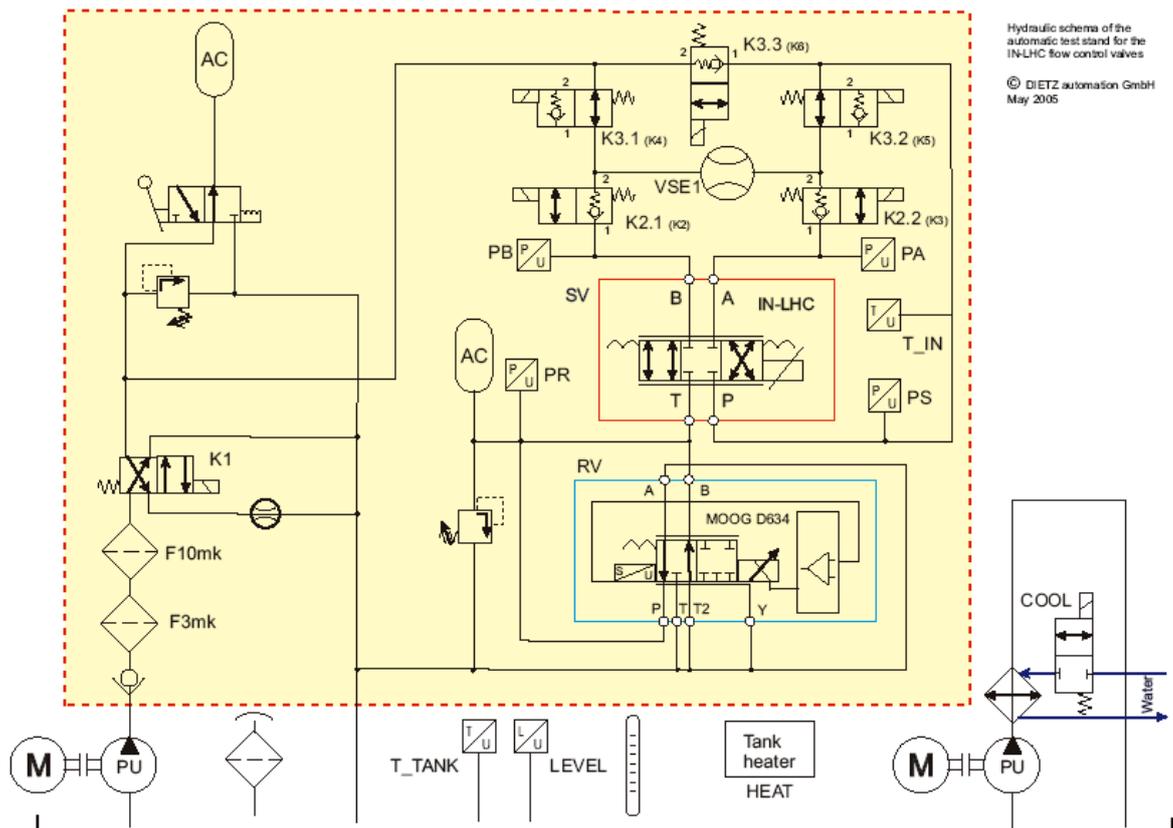


Рисунок 2. Гидравлическая схема стенда.

Электроника ValveExpert PRO собрана в отдельном электрическом шкафу, который защищает как саму электронику от повреждений извне, так и оператора от возможного прикосновения к высокому напряжению.

Программное обеспечение стенда настолько интуитивно понятно, что для людей, связанных с сервогидравликой, обучение практически не требуется. Ниже приведено несколько копий экрана компьютера стенда. В программу встроена база данных параметров тестирования, которая формируется оператором. В эту базу данных также включены линии габаритов, внутри которых должны находиться графики характеристик измеряемого клапана. Эта опция очень полезна для выходного контроля качества и настройки клапана. Оператор уже в процессе измерения видит отклонение параметров от спецификации. Отдельно следует отметить, что выходная форма печати результатов «конструируется» самим пользователем с помощью стандартного и самого распространенного табличного редактора MS Excel. Пользователь может сам «нарисовать» как будут выглядеть на экране и при печати результаты тестирования. По своему усмотрению он может включать в выходную форму те результаты эксперимента, которые его интересуют.



**Рисунок 3. Стенд в процессе сборки. Практически все элементы смонтированы в едином стальном блоке. Такая конструкция исключает аварийную утечку и дает возможность аккуратно измерять динамические параметры клапанов.**



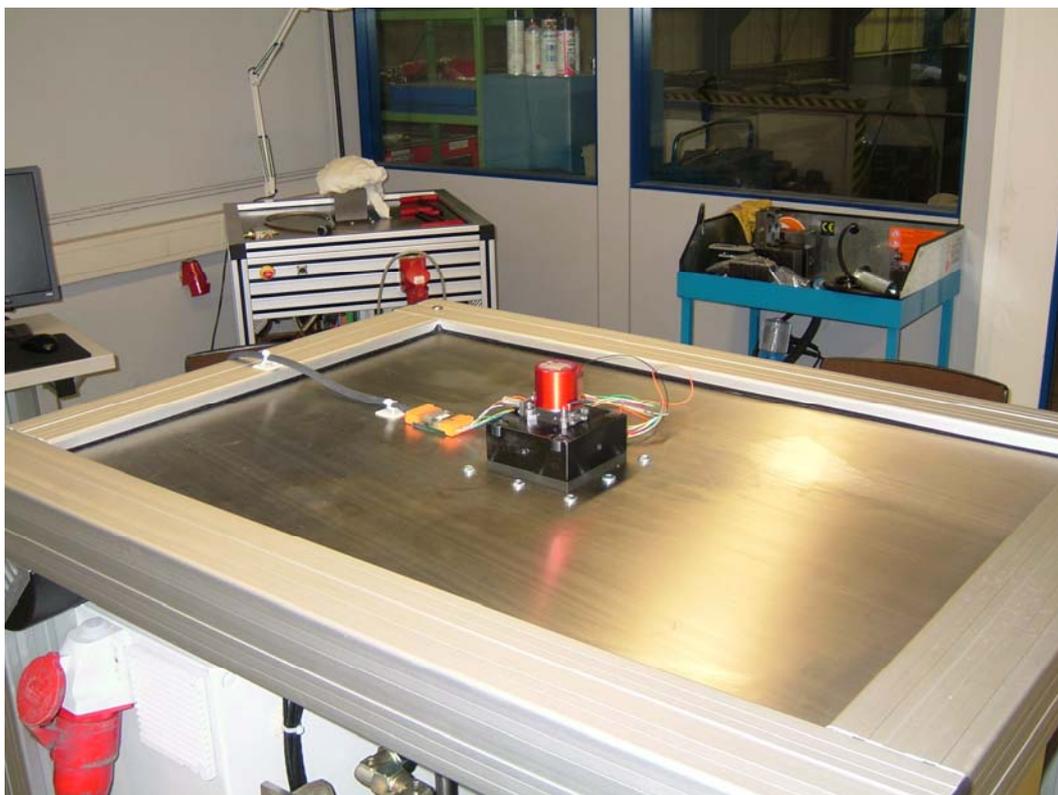
**Рисунок 4. Вид со стороны шкафа с электроникой.**



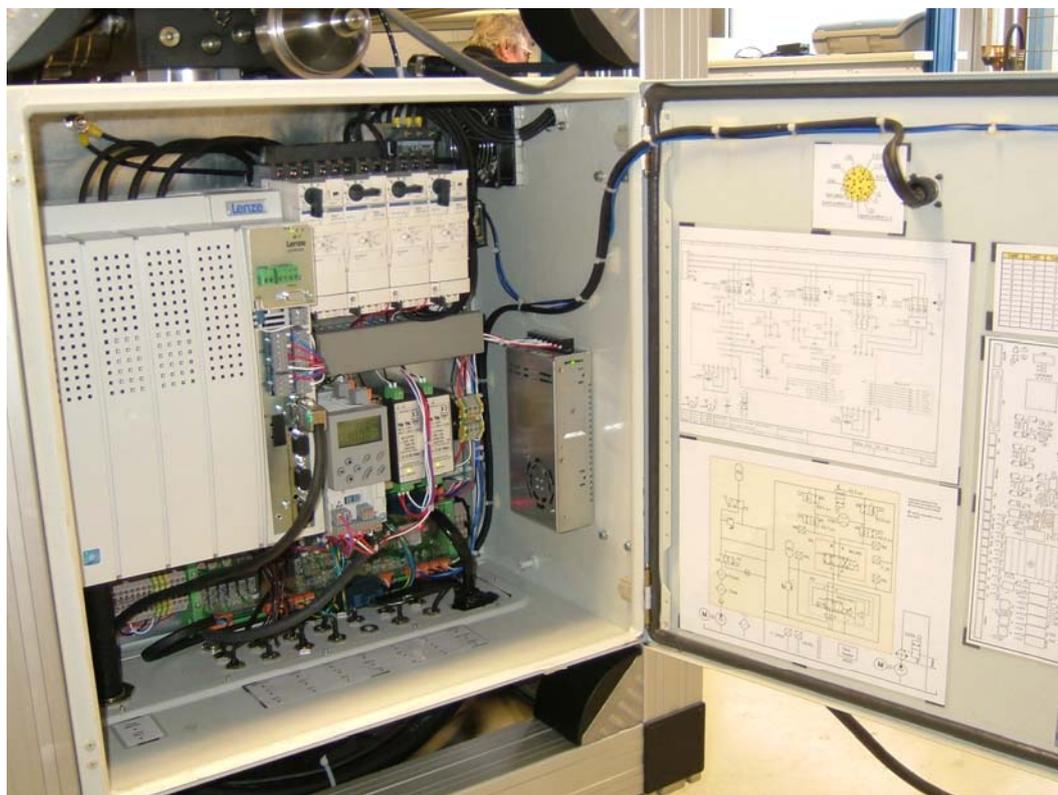
**Рисунок 5.** Бак емкостью 100л, нагреватель и устройство водяного охлаждения дают возможность стабилизировать температуру масла с точностью 1.5С°. В процессе тестирования масло в баке принудительно перемешивается, обеспечивая равномерное распределение температуры.



**Рисунок 6.** Сервомотор мощностью 11КВ обеспечивает давление до 250 бар и расход до 40л/мин. В гидравлической станции используется шестереночный насос с рекордно низким уровнем шумов, поэтому шум от стенда минимален.



**Рисунок 7.** При маленьком расходе стенд абсолютно бесшумный, поэтому чрезвычайно яркий красный светодиод на верхней крышке стенда (на рисунке в дальнем углу) сигнализирует о присутствии высокого давления или аварийной ситуации.



**Рисунок 8.** Электроника содержит интерфейсную плату для работы с компьютером, систему управления двумя сервомоторами, различные предохранители и фильтры. Имеется также схема контроля работоспособности стенда, которая проверяет буквально малейшие повреждения, включая работоспособность датчиков на аппаратном уровне. Вес шкафа с электроникой больше 30 кг.

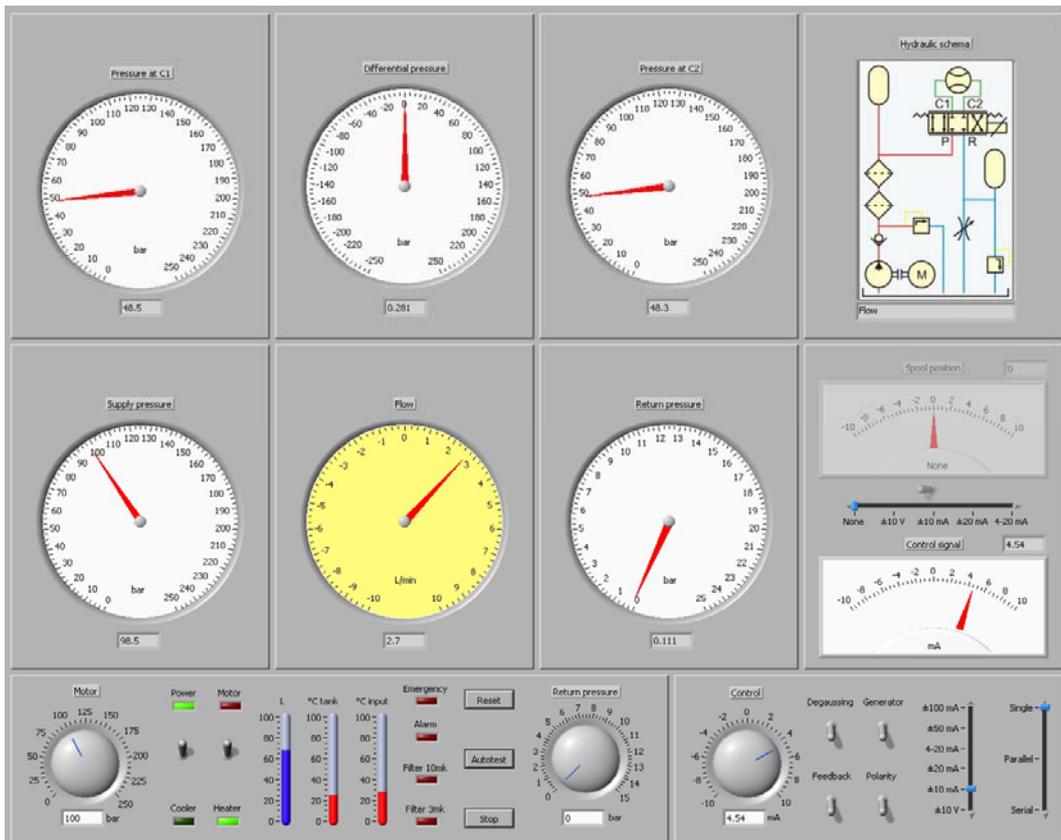


Рисунок 9. Виртуальная гидравлическая лаборатория интуитивно понятна. Гидравлическая схема сверху меняется в зависимости от требуемой конфигурации стенда.

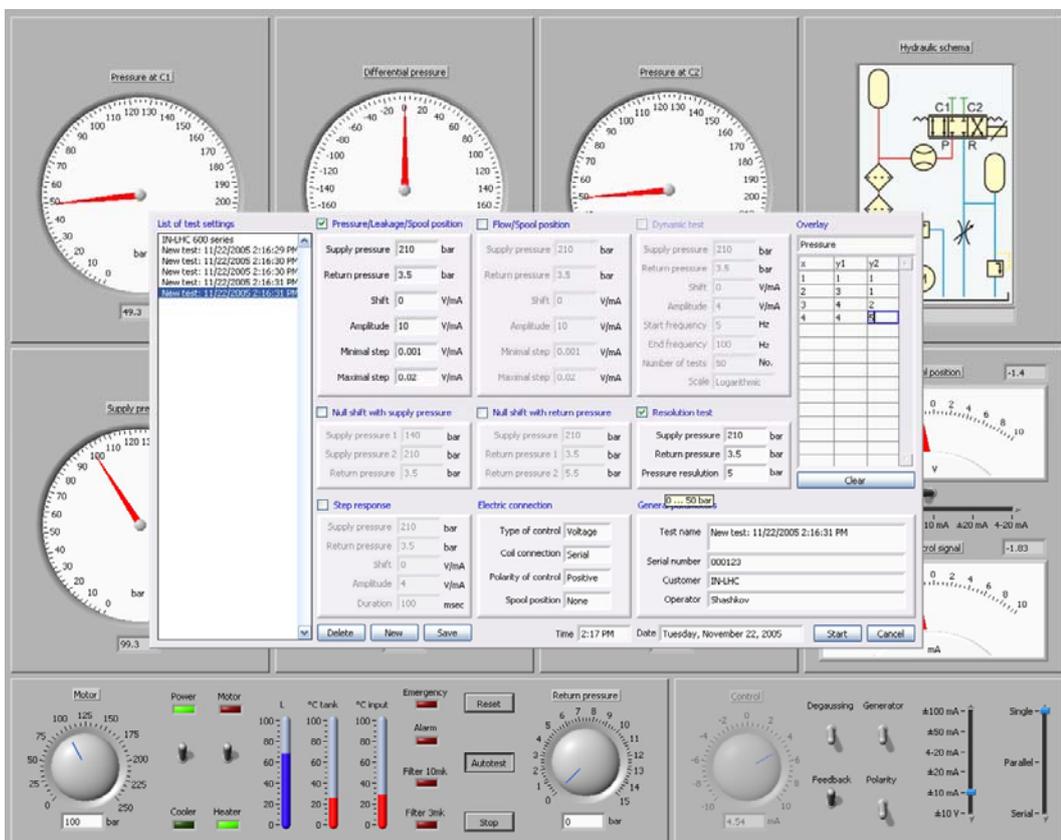


Рисунок 10. При старте автоматического тестирования появляется база данных, содержащая параметры тестирования.

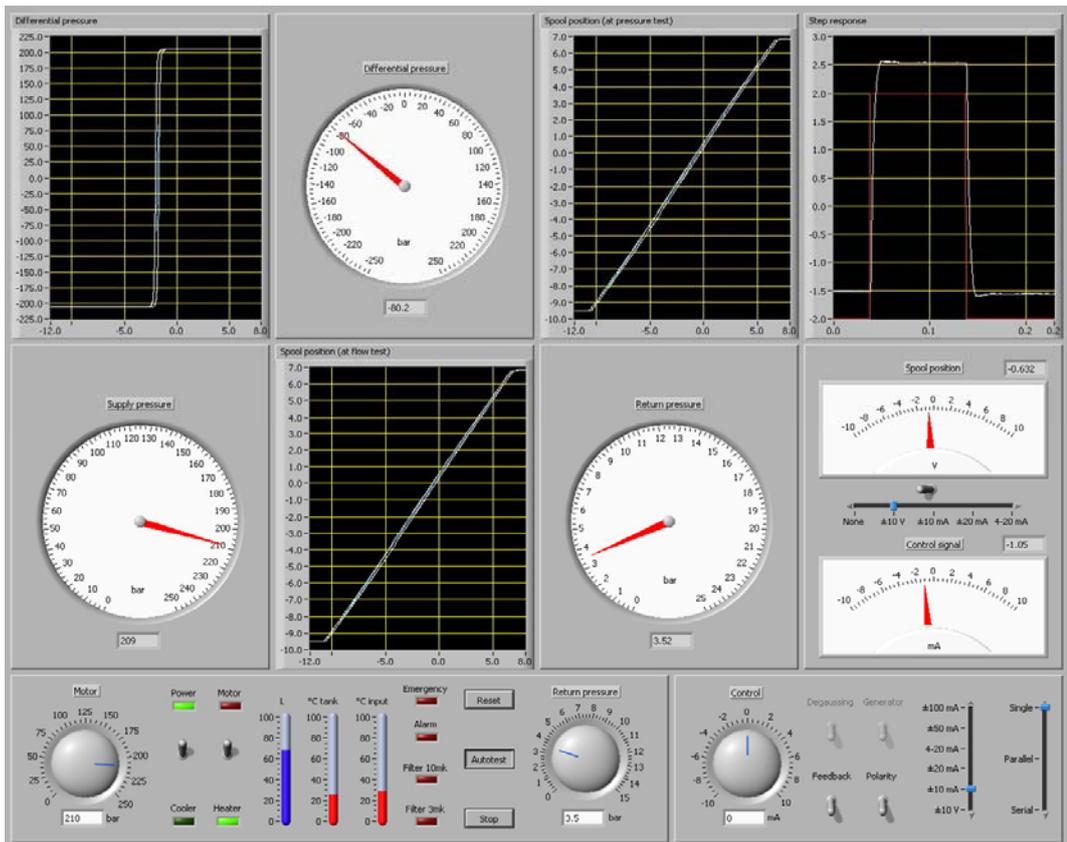


Рисунок 11. В течение автоматического теста оператор сразу видит результаты.

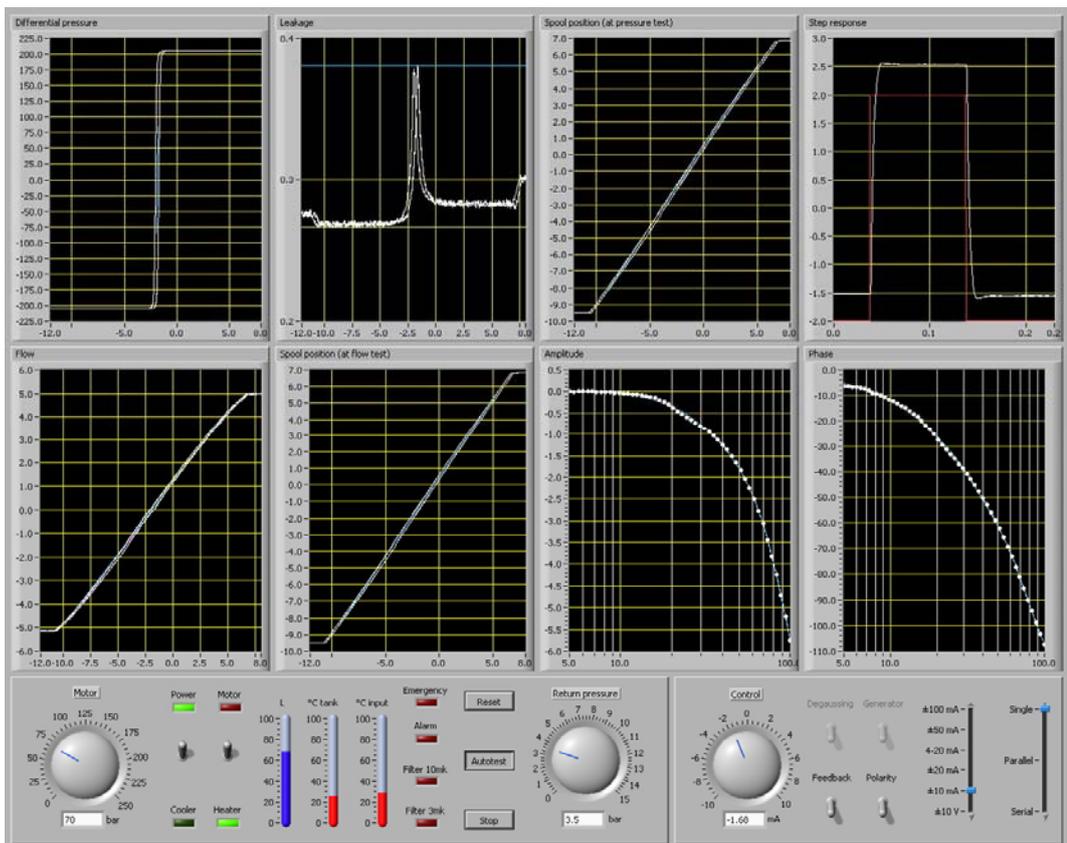
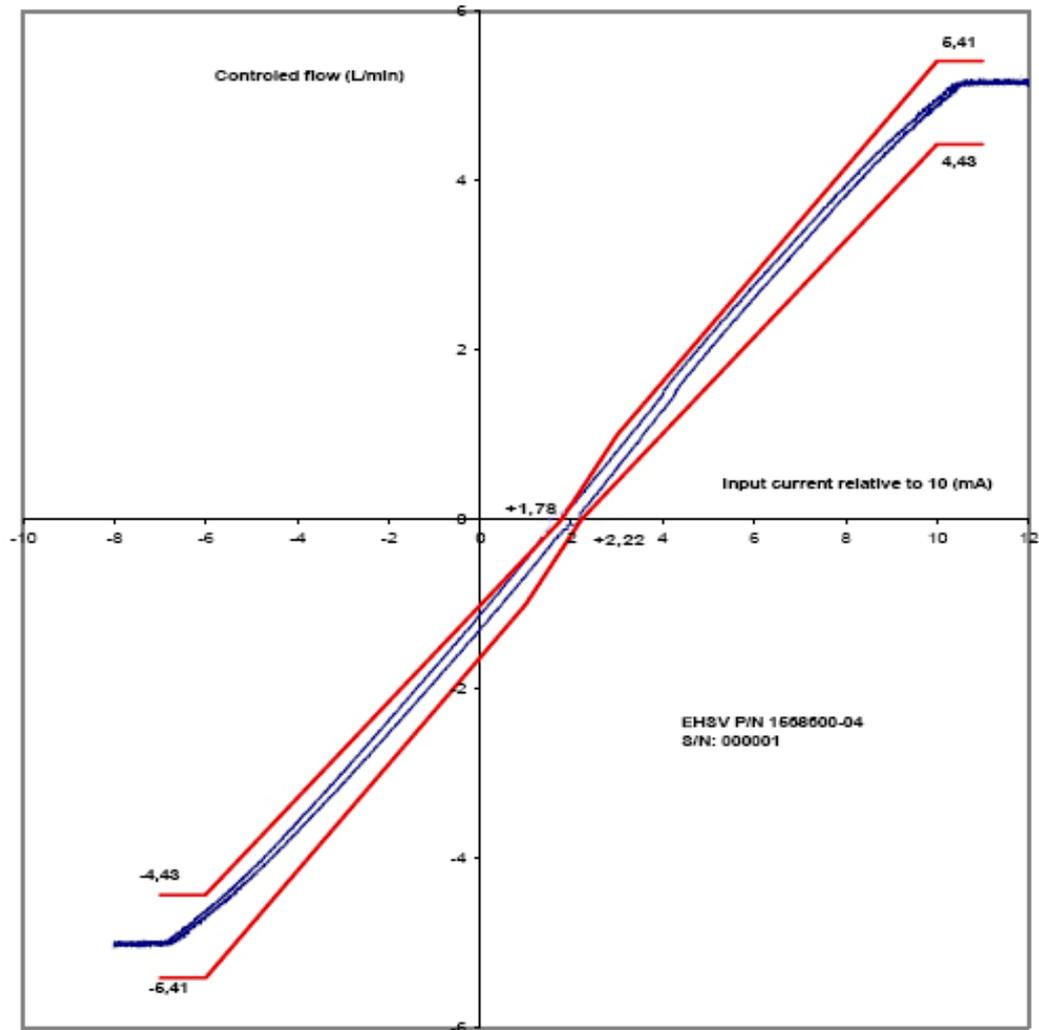


Рисунок 12. В течение автоматического тестирования результаты отображаются в виде графиков, которые также анализируются.



ANNEXE 1 : GABARIT DE LA CARACTERISTIQUE  $Q = f(I)$   
 (APPENDIX 1 : FLOW VERSUS CURRENT ENVELOPE)

Essais réalisés	Direction Qualité Contrôle		Observations
Par :	Par :	Visa :	
Le :	Le :		

Рисунок 13. Пользователь может сам «конструировать» оформление полученных результатов теста с помощью широко распространенного табличного редактора MS Excel.