

## Teststand zur Prüfung von Servoventilen ValveExpert Pro (Luftfahrt Modell)



**Abbildung 1. ValveExpert PRO (Luftfahrt Modell).**

Der Teststand ValveExpert Pro wurde entwickelt um Servoventile zu prüfen, die in der zivilen Luftfahrt verwendet werden unter anderem für den Airbus und Bombardier. Diese Servoventile arbeiten mit **SKYDROL** (Hyjet), welches ein aggressives Hydrauliköl ist<sup>1</sup>.



**Abbildung 2. Airbus A-340.**

---

<sup>1</sup> Der Teststand kann natürlich auch für andere Flüssigkeiten ausgelegt werden

Der Teststand erlaubt alle statischen und dynamischen Eigenschaften der Ventile zu prüfen bis zu einem Durchfluss von 40 L/min und einem Druck von 250 bar. Im automatischen Test werden folgende Eigenschaften getestet und aufgenommen:

1. Kurve des Differentialdrucks
2. Kurve des Leckageflusses bei blockierten Verbraucher Anschlüssen
3. Kurve der Steuerkolbenposition (bei Servoventilen mit LVDT bestückt)
4. Kurve des Durchflusses
5. Amplitude und Phase der dynamischen Eigenschaften des Ventils
6. Sprungantwort des Servoventils (bei Servoventilen mit LVDT bestückt)
7. Nullverschiebung mit verändertem Betriebsdruck
8. Nullverschiebung mit verändertem Rücklaufdruck
9. Auflösung

Der Computer macht die mathematische Analyse während des Ablaufs des Tests.

ValveExpert analysiert mehr als 30 Parameter wie Druckverstärkung, Null-Verschiebung, Eigenfrequenz usw. Während des Tests wird die Ablaufgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Analysierungs-Aufwands angepasst, so dass eine optimale Testzeit erhalten wird ohne die Genauigkeit der Resultate zu beeinträchtigen. Der gesamte Test sowie die Analyse und Auswertung der Testergebnisse benötigt etwa 5 bis 7 Minuten.

Die herausragende Eigenschaft des Teststands ist dessen hohe Messgenauigkeit. Der erste Kunde hatte eine Korrelations-Genauigkeit von besser als  $\pm 0,5\%$  verlangt, was erreicht wurde. Diese Genauigkeit wurde erreicht durch Verwendung von Messgeräten von hoher Genauigkeit und mathematischer Analyse der Daten. Die Kalibrierung des Teststands ist sehr einfach. Es ist sogar möglich nicht lineare Messinstrumente zu linearisieren. Auch werden digitale Filter angewandt. Mit solchen Methoden wird eine hohe Präzision erreicht.

Ganz besonders ist hervorzuheben, dass das Hydraulikaggregat in den Testsand eingebaut ist. Die Pumpe wird durch einen Synchronmotor angetrieben, welcher in einem geschlossenem Regelkreis betrieben wird und dem ein geschlossener Druckregelkreis überlagert ist. Wenn der gewünschte Druck erreicht ist, dreht der Motor bescheiden langsam um den Leakagefluss zu versorgen. Bei anstehendem Druck ist somit das Aggregat kaum hörbar. Die Pumpe liefert einen Durchfluss von 40 L/min bei einem Druck von 210 bar. Das Hydraulikaggregat ist mit einer Temperaturregelung ausgerüstet, Heizung und Wasserkühlung, die die Öl-Temperatur auf einen konstanten Wert von  $\pm 2^\circ\text{C}$  regelt.

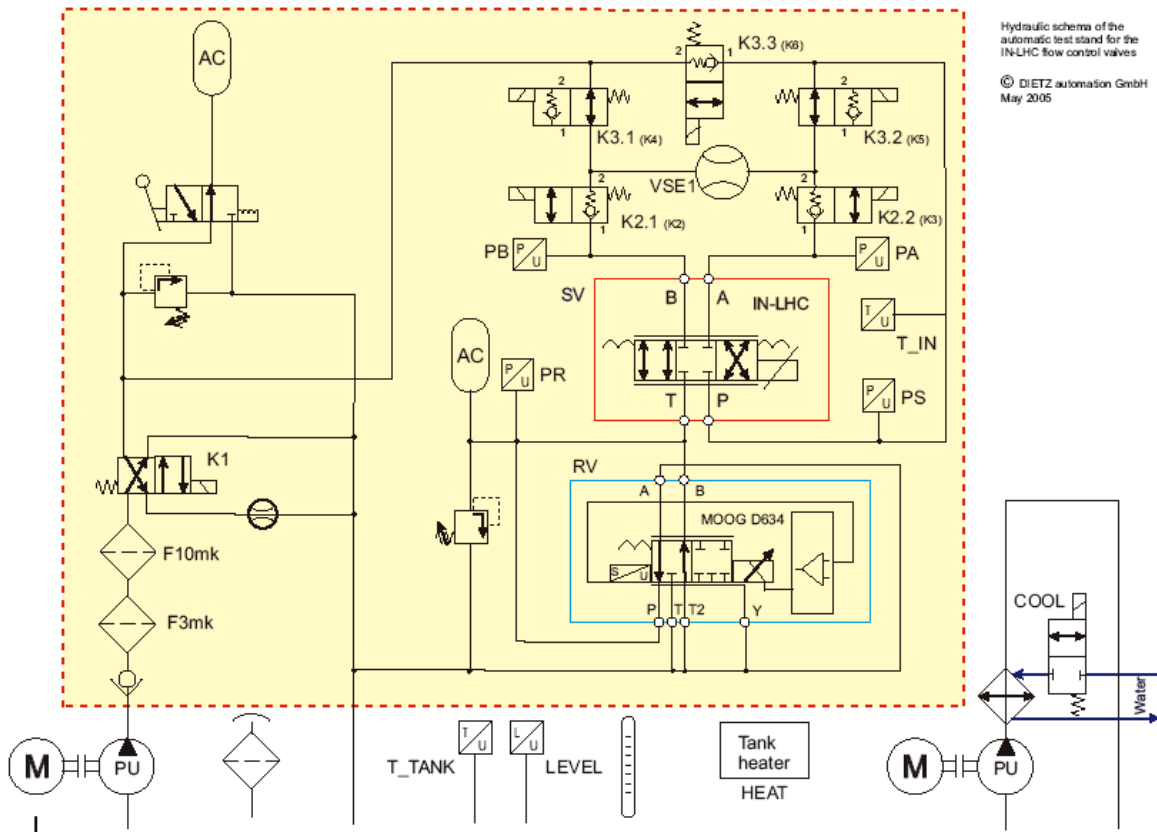


Abbildung 3. Hier ist das Hydraulikschema abgebildet.

Alle Messinstrumente, sowie auch die Schaltventile und Filter sind auf einem Manifold aufgebaut, so dass man von einem sicheren Betrieb ohne Leckage ausgehen kann. Die Verrohrung des Teststands beschränkt sich auf die Druckleitung und die Rücklaufleitung. Hervorzuheben ist auch, dass der Rücklaufdruck sehr genau geregelt werden kann, und zwar für Werte zwischen 0 und 15 bar.



**Abbildung 4.** Dieses Bild zeigt eine Aufnahme während des Aufbaus des Teststands. Man erkennt das Konzept, dass die Messinstrumente, Ventile, Druckgeber, Accus und Filter auf einem Stahl-Manifold aufgebaut sind.



**Abbildung 5.** Diese Abbildung zeigt ein auf den Testsand aufgebautes Servoventil. Es handelt sich um ein Ventil des Airbus A340. Da das Pumpengeräusch sehr gering ist, wird dem Operator durch eine Lampe das Anstehen des Drucks angezeigt.



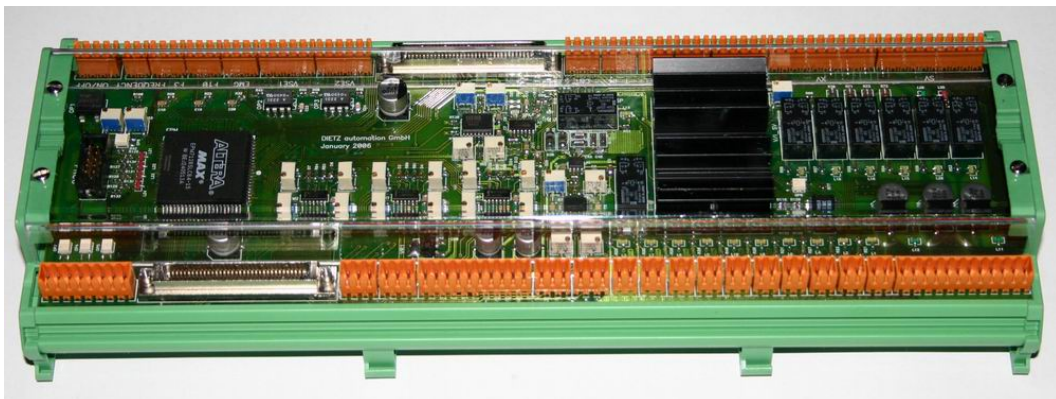
**Abbildung 6.** Diese Ansicht zeigt das Hydraulikaggregat mit dem 100 Liter Öltank, der Heizung und der Wasserkühlung, die eine Temperaturregelung in einer Genauigkeit von  $\pm 2^\circ\text{C}$  gewährleistet. Das Hydrauliköl wird mit einer Pumpe durch das Kühlaggregat gefördert, und zwar mit variabler Geschwindigkeit in Abhängigkeit der notwendigen Kühlung.



**Abbildung 7.** Auf dieser Abbildung ist der Synchron-Servomotor von einer Leistung von 10 kW zu erkennen. Bei erreichtem Druck und kleinem Durchfluss ist das Pumpengeräusch kaum vernehmbar.



**Abbildung 8.** Die gesamte Elektronik ist in einem Gehäuse untergebracht. Das Elektronik-Gehäuse enthält die Schnittstellen und Regler-Elektronikkarte, die Antriebs-Elektronik der beiden Servomotoren, das Netzfilter, die verschiedenen Netzteile, die Motorschütze und Sicherungen.



**Abbildung 9.** Abbildung der Schnittstelle und Regler-Elektronikkarte.

Diese Elektronikkarte enthält alle Elemente zur Steuerung und Regelung der verschiedenen Funktionen des Teststands, und zwar der Druckregelung des Versorgungsdrucks, der Druckregelung des Rücklaufdrucks, der Temperaturregelung, der Stromregelung oder Spannungsregelung des Servoventil-Kontrollsignals sowie die Relaisschaltungen für die verschiedenen Spulenkonfigurationen des Servoventils oder die verschiedenen Schaltstellungen der Hydraulikventile. Außerdem ist diese Elektronikkarte die Schnittstelle zum Computer.

Die Software ist einfach zu verstehen für Anwender, die auf Servo-Hydraulik spezialisiert sind. Für solche Spezialisten ist eine Einschulung überflüssig. Die Datenbank für die Test-Parameter ist im Programm eingebaut. Der Operator hat Zugang zu dieser Datenbank. In der Datenbank sind auch Begrenzungskurven vorgesehen. Diese Begrenzungskurven sind natürlich sehr praktisch um festzustellen, dass das getestete Servoventil innerhalb der Spezifikation liegt. Der Operator kann selbst die Auslegung des Ausdrucks bestimmen, da dieser in einer Excel Datei ausgegeben wird.

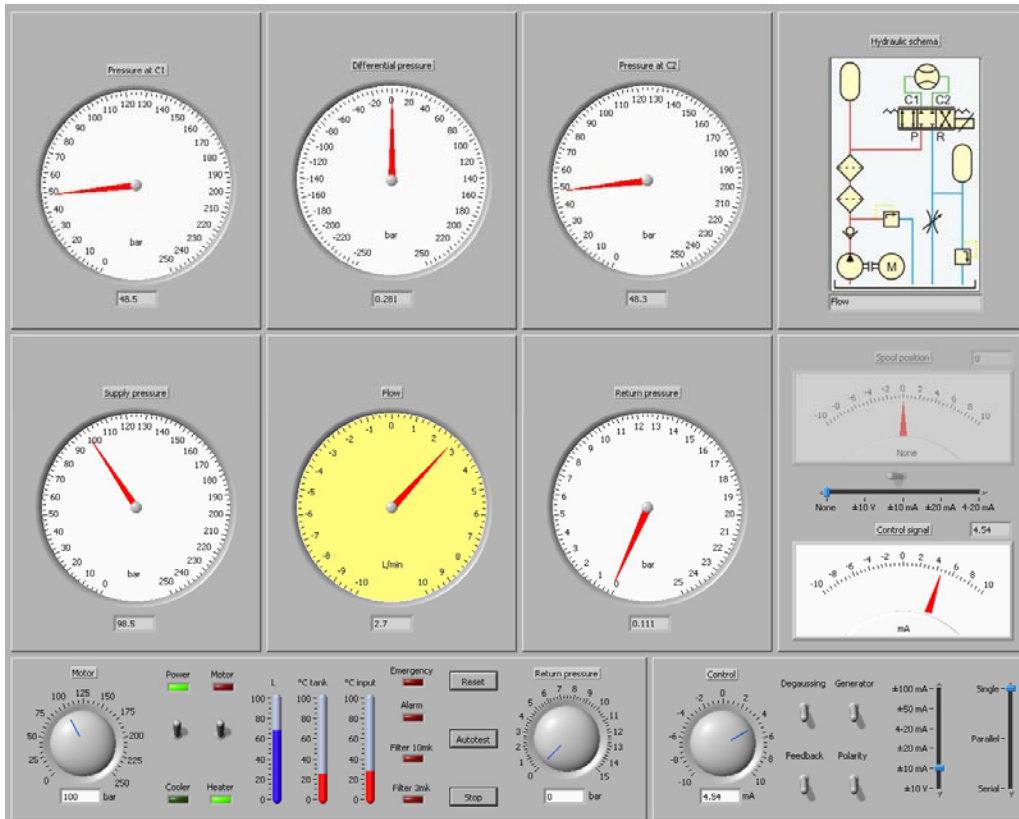


Abbildung 10. Diese Darstellung des Bildschirms wird beim testen im manuellen Modus angezeigt. Für den Spezialisten sind alle Instrumentenanzeigen sofort verständlich interpretierbar. Die Potentiometer und Schalter werden mit der Maus bedient. Beim umschalten der Hydraulik-Konfiguration wird das aktuell verwendete Schema angezeigt.

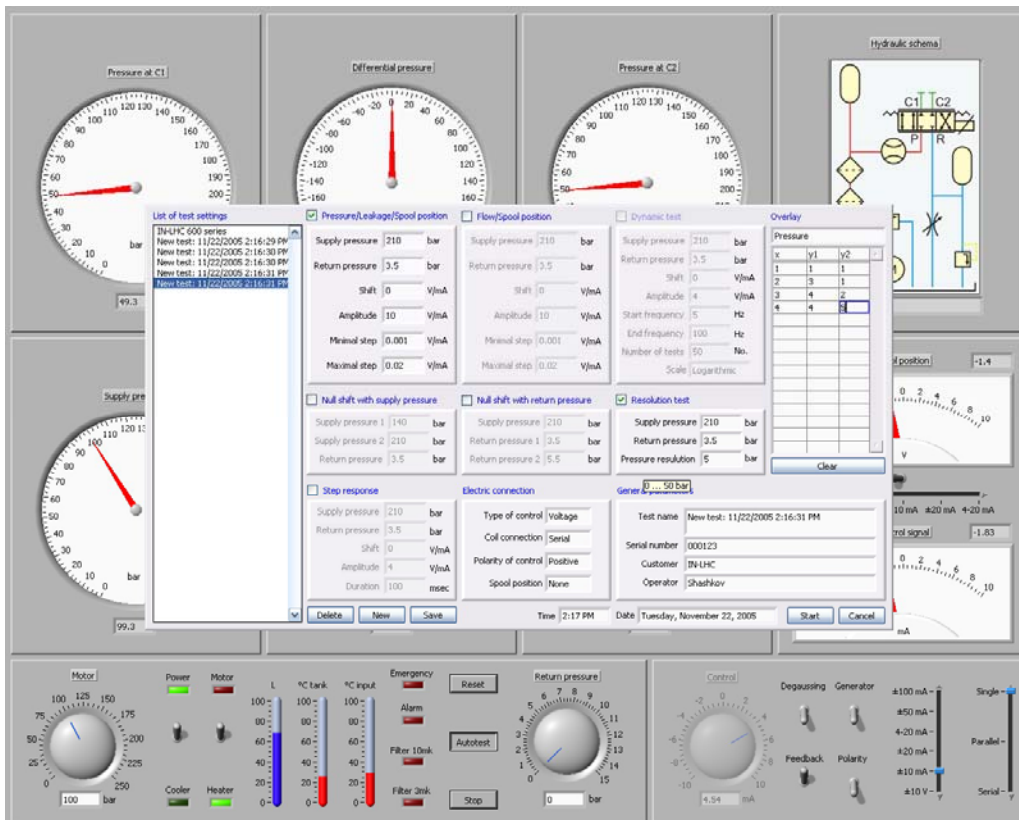


Abbildung 11. Beim Aufruf des automatischen Testmodus erscheint auf dem Bildschirm die Datenbank, die alle Testparameter des entsprechenden Servoventils anzeigt.

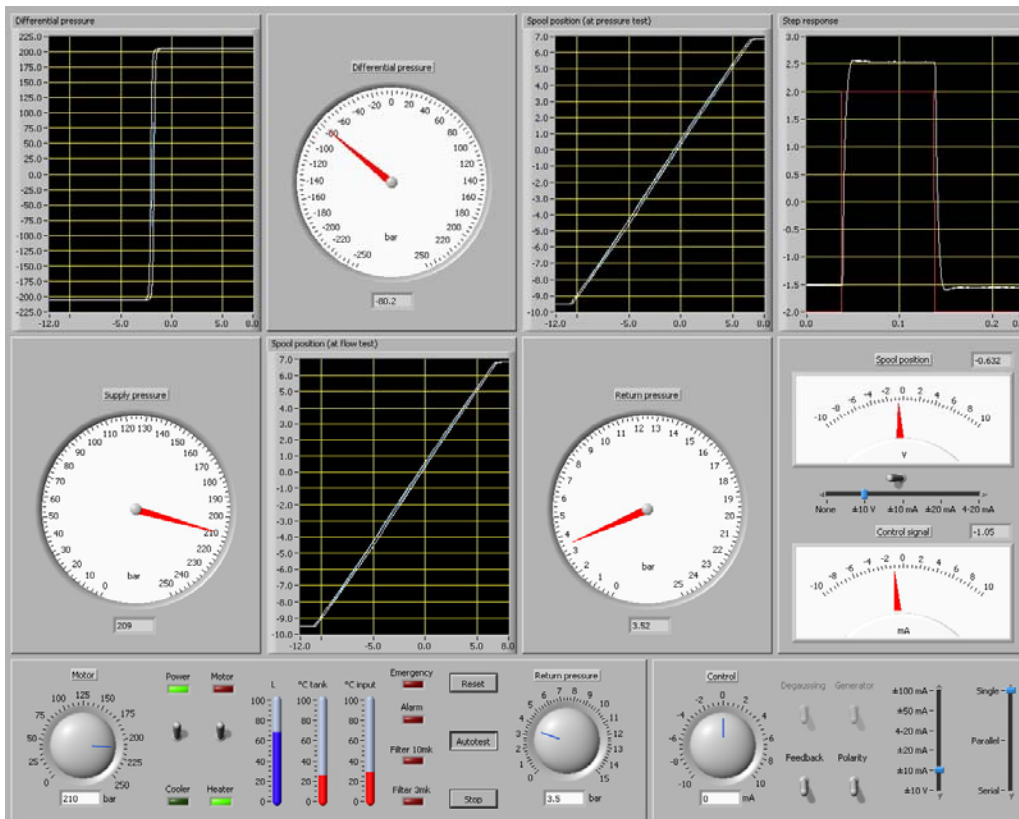


Abbildung 12. Beim Ablauf des Test-Prozesses wird dem Operator unmittelbar das Mess-Ergebnis angezeigt.

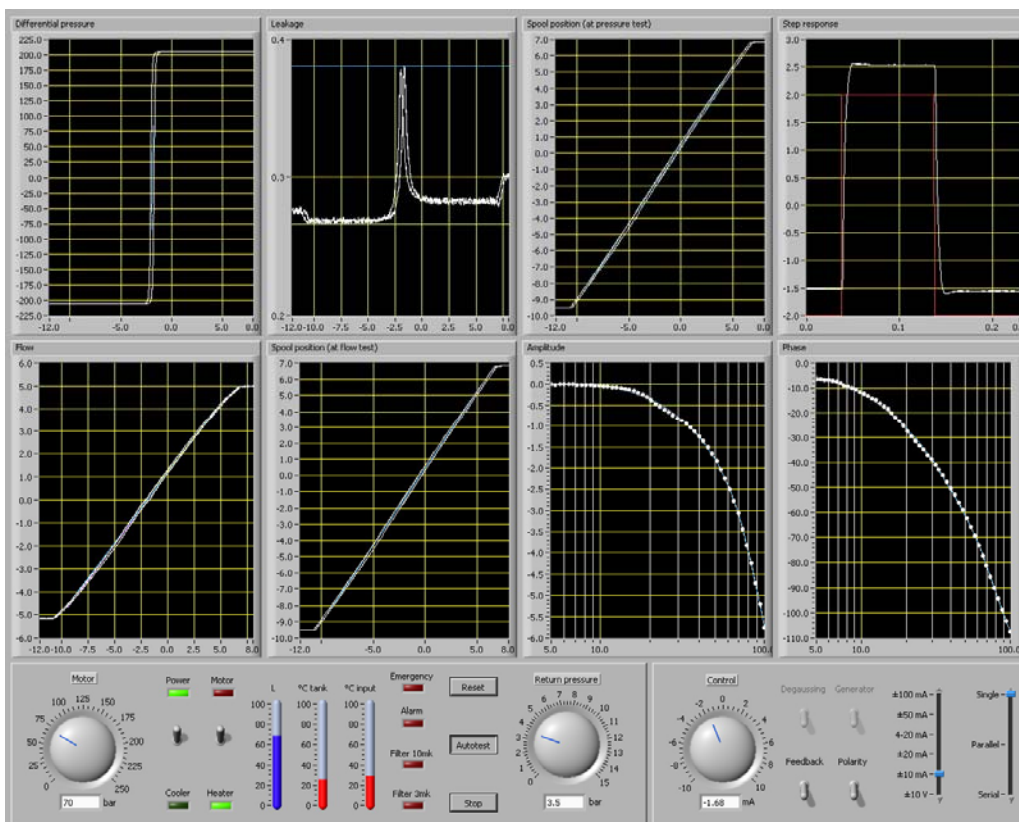
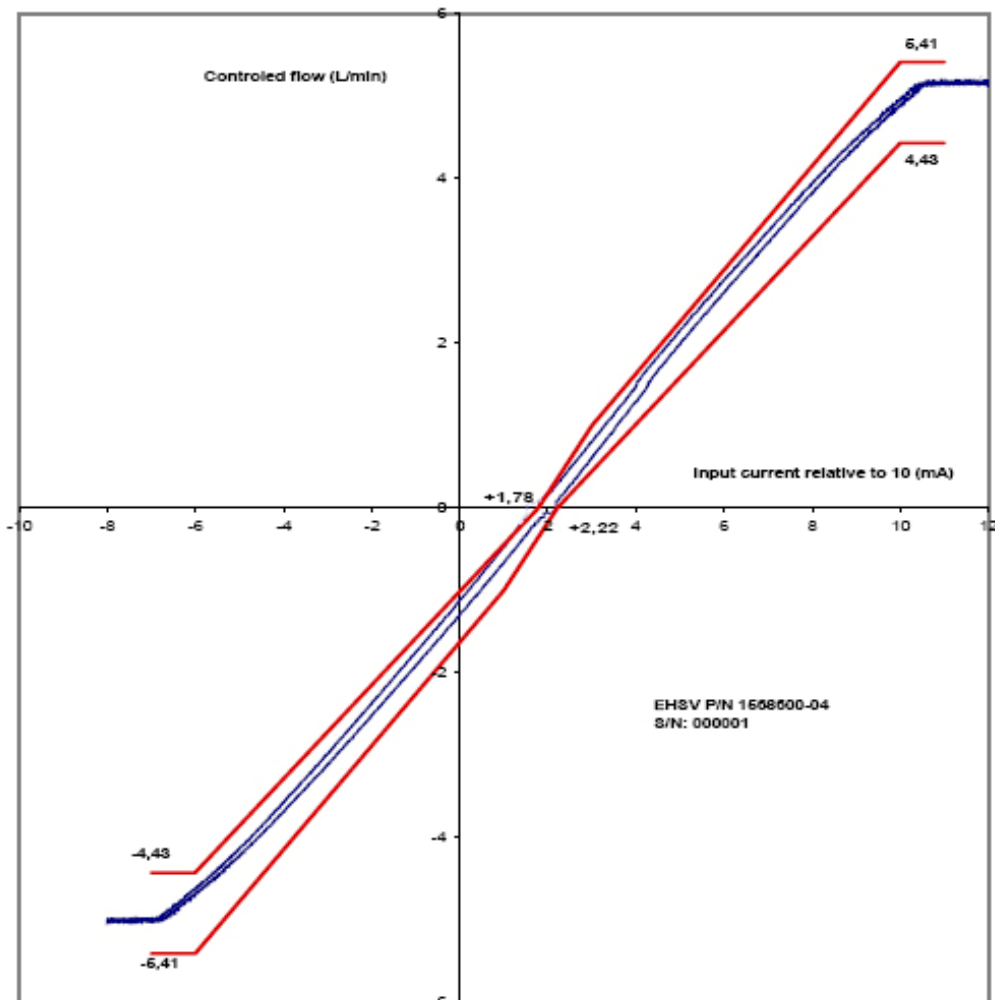


Abbildung 13. Dieses Bild zeigt den Bildschirm wie er sich bei einem vollen automatischen Test anzeigt, und zwar werden gezeigt von oben links angefangen die Ermittlung der Differential-Druckkurve, die Leckagekurve, die Durchflusskurve, die Sprungantwort und unten von links die Durchflusskurve, die Kurve der Steuerkolbenposition, den Amplitudengang und den Phasengang.





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 :		

Abbildung 14. Dieses Bild zeigt ein Beispiel des Ausdrucks der Durchflusskurve. Der Ausdruck wurde mit einer Excel Datei erstellt und kann vom Operator nach Wunsch anders gestaltet werden.