



ValveExpert

Automatischer Servoventil Prüfstand



Einleitung

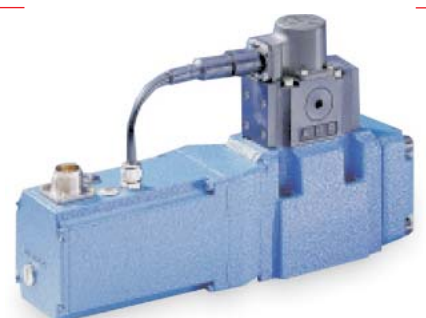
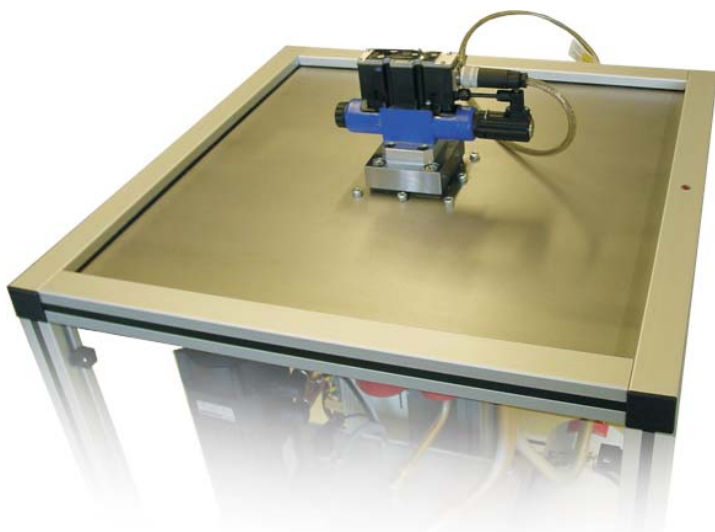
ValveExpert wurde entwickelt, um Servoventile und Proportionalventile zu testen. Eine neue und ausgereifte Technik ermöglicht die Prüfung von 4-Wege-Durchfluß-Servoventilen und Proportionalventilen bis zu einem Fluss von 80 L/min und bei einem Druck von 210 bar. Der Test wird schnell und mit geringstem Energieaufwand abgewickelt. Eine moderne und wohldurchdachte Computer-Technologie macht dies möglich. Der Benutzer wird mit Unterstützung von Grafik auf dem Bildschirm geleitet. Die Testergebnisse können schließlich gespeichert und ausgedruckt werden.

Was ist nun neu und anders als sonst?

Alte herkömmliche Teststände werden meist an ein bestehendes Hydrauliksystem angeschlossen. Sie benötigen dafür die Beistellung eines Hydraulik-Aggregats. Ein solches muss in der Regel etwa 40 KW leisten, um ein Servoventil mit einem Nennfluss von 80 L/min und einem Druck von 210 bar zu testen. Da der Testvorgang keine Nutzleistung verbraucht, wird die Verlustleistung in Wärme umgesetzt. Es muss also aufwendig gekühlt werden. Dazu braucht man entweder eine kräftige Ventilation oder eine komplizierte Wasserkühlung.

Ganz anders die neue ValveExpert-Technologie: Sie erfasst die Charakteristiken eines Servoventils in kürzester Zeit. Für den raschen Prüfvorgang wird ein Großteil der Energie aus einem Hydraulikspeicher entnommen. Hierzu reicht eine installierte Leistung von nur 6 KW aus, wo sonst 40 KW notwendig sind. Wegen der extrem kurzen Dauer des Prüfprozesses setzt sich nur wenig Energie in Wärme um. Auf eine zusätzliche Kühlung wird verzichtet und ein kleiner Öltank reicht aus. Das Hydraulik-Aggregat ist platzsparend in dem Prüfstand selbst eingebaut.

Sollten Sie nun Servoventile oder Proportionalventile testen wollen, so bietet Ihnen der Teststand ValveExpert auf geringstem Raum und zu geringsten Kosten ein praktisch vollständiges Labor.



Merkmale

Plug and Play

Diese Parole trifft ziemlich genau die Eigenschaften des Teststandes: Der Benutzer schließt den Strom an. Er schraubt ein Servoventil auf und schaltet ein. Fertig. Minuten später liegen schon die ersten Testergebnisse vor. Druckreif.

Mobilität

Das Hydraulik-Aggregat ist im Teststand eingebaut und damit sind Hydraulikleitungen entbehrlich. Es wird keine besondere Kühlung benötigt und somit entfällt auch der sonst obligatorische Wasseranschluss. Der Prüfstand kann also problemlos an verschiedenen Orten aufgestellt werden.

Vollautomatischer Test

Neben der Möglichkeit ein Ventil manuell prüfen zu können, kann der Bediener des Teststands einen vollautomatischen Test ausführen. Nach etwa 5 Minuten liegen ihm je nach Ventiltyp 3 bis 4 Seiten Diagnose-Ergebnisse vor die er speichern und ausdrucken kann.

Wenig Vorkenntnisse

Man möchte fast sagen es sind keine Vorkenntnisse nötig um den Prüfstand ValveExpert bedienen zu können. Aber es genügen Grundkenntnisse über den Umgang mit Windows und auch ein Verständnis darüber wie ein Servoventil oder ein Proportionalventil funktioniert.

Sparsam

Dank dem geschlossenen Druckregelkreis wird nur soviel Energie verwendet, wie gebraucht wird. Ein Elektromotor treibt eine Hydraulikpumpe mit festem Schluckvolumen und hohem Wirkungsgrad an. Ist das Servoventil ohne Durchfluss, dreht der Motor bescheiden langsam. Er deckt nur gerade noch den Leckfluss. Da wenig Energie in Wärme umgewandelt wird, entfällt zudem noch die Kühlung.

Leise

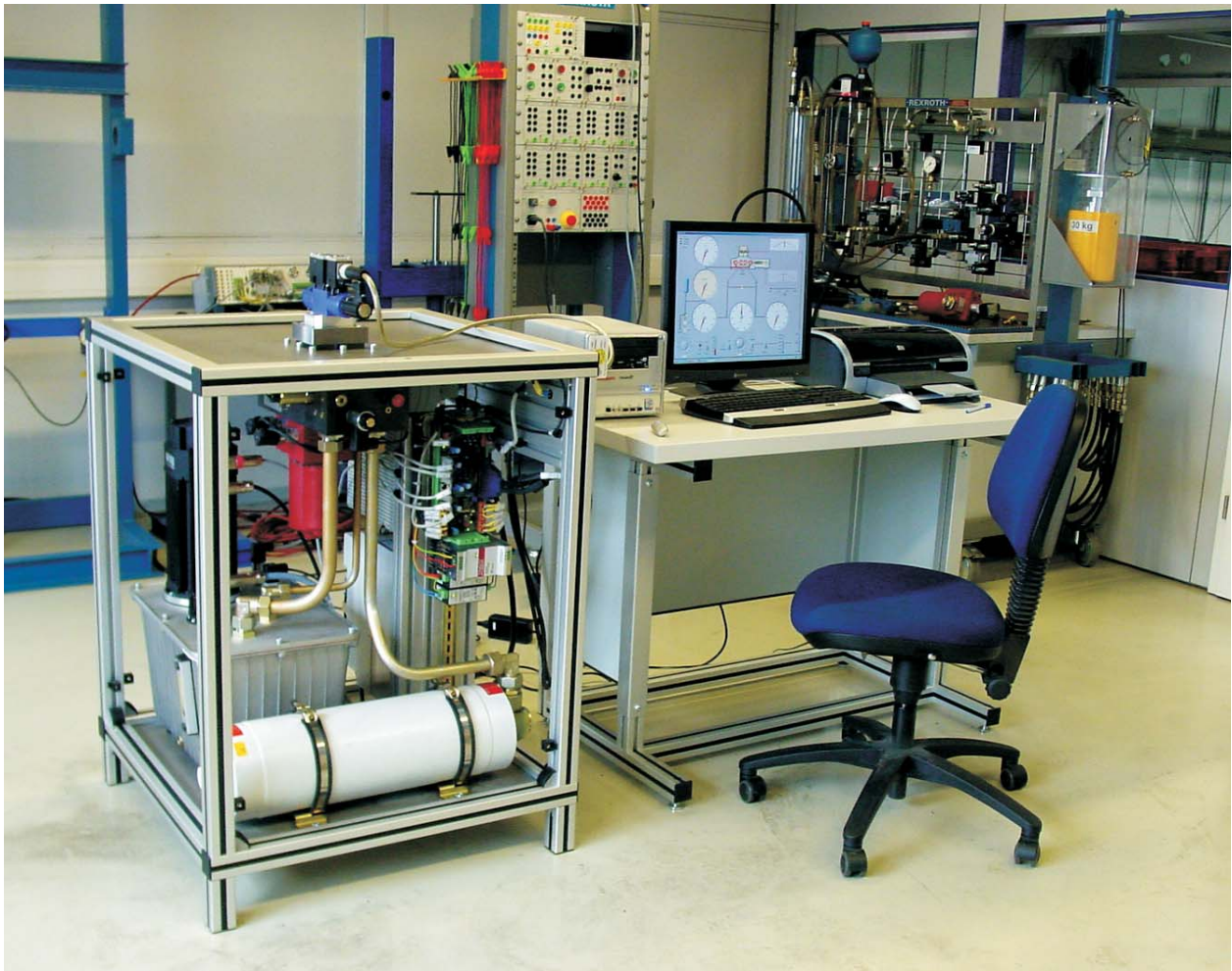
Die Pumpe ist die leiseste Hochdruck-Zahnradpumpe auf dem Weltmarkt. Das sagt jedenfalls der Hersteller, der sie uns geliefert hat. Wir glauben es und haben sie noch dazu in den Öltank eingepackt. Im geschlossenen Gehäuse soll sie auf diese Weise kaum noch vernehmbar sein.

Zuverlässig

- Die Innenzahnradpumpe ist von der Druckauslegung überdimensioniert. Sie läuft meist bei niedrigem Druck, mittlerer Geschwindigkeit und kurzer Einschaltdauer. Man kann also mit einer hohen Lebensdauer der Pumpe rechnen.
- Der bürstenlose Synchronmotor mit Permanentmagneten ist völlig wartungsfrei.
- Schaltventile, Druckmeßumformer und Filter sind auf einem Block montiert, und im Prüfstand sind nur 3 Rohrleitungen verlegt; Störungen durch Lecköl sind somit unwahrscheinlich.

Niedrige Kosten

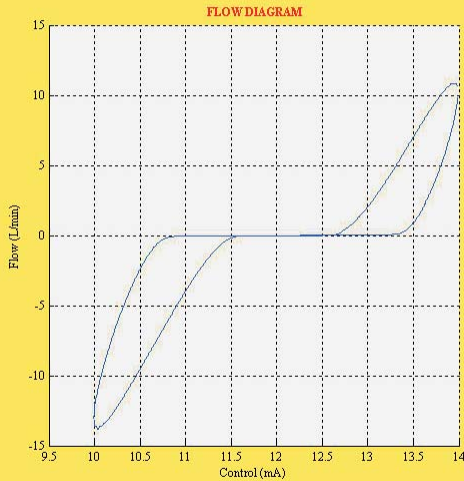
- Die Installationskosten beschränken sich auf den Anschluß an das Drehstromnetz.
- Die kleinen Abmessungen des Teststands helfen Platzkosten sparen.
- ValveExpert ist den Eigenschaften entsprechend sehr preisgünstig.



Das Mess-Prinzip

Eine der herausragenden Eigenschaften dieses Teststandes ist das eingebaute Hydraulikaggregat. Wie ist es aber möglich mit einem so kleinen Aggregat einen Durchfluss bis zu 80 L/min zu messen. Der Witz liegt darin, dass der Durchfluss schnell gemessen wird und die dazu benötigte Energie aus einem größeren Akkumulator entnommen wird. Jedoch wird bei der Erkennung der Durchflusskennlinie diesselbe regelgerecht „aufgeblasen“ denn der Steuerkolben kommt nicht so schnell nach wie das Eingangssignal eingegeben wird. Wir scheidern diesen dynamischen Effekt durch eine Korrektur aus indem wir die Phasenverschiebung zwischen Aus- und Eingangssignal ermitteln. Diese Korrektur wird an den beiden Diagrammen verdeutlicht.

Flow Test



GENERAL INFORMATION

Customer:
Valve model: 4WREE6E32
Serial number:
Principle: direct drive type
Nominal flow rate at 70bar: 60L/min
Nominal signal: +4 ... +20mA
Polarity: Positive connection
Nominal bias: +11.84 ... +12.16mA
Nominal hysteresis of flow: $\leq 3.0\%$
Nominal leakage at 70bar: $\leq 2.0\text{L/min}$

TEST CONDITIONS

System pressure: 70bar (no load conditions)
Test amplitude: 2mA (2.5% of rated signal)
Oil temperature: 36°C

TEST RESULTS

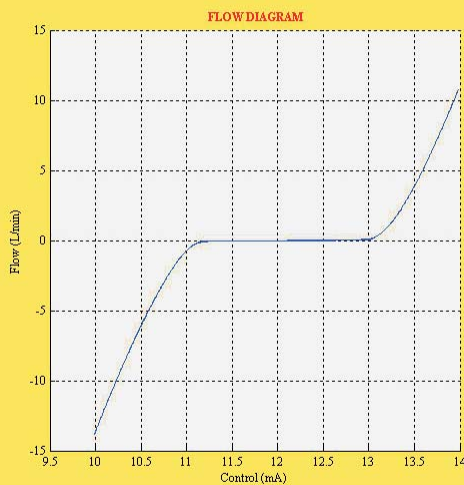
DSS correction: no correction
Flow at +10.0mA: -13.1L/min
Flow at +14.0mA: +10.3L/min
Hysteresis of output flow: 0.0%

Date: 12.15.26/2004

Operator:

Dieses Diagramm zeigt die Durchflusskennlinie eines Proportionalventils der Firma REXROTH. Dieses Ventil ist mit einer Rampen-Funktion versehen. Die Rampe soll bewirken, dass das Eingangssignal über eine Rampe verzögert auf das Ventil gegeben wird. Das Ventil kann also bewusst dynamisch verlangsamt werden. Wie man erkennt, ist die Kurve „aufgeblasen“ und man kann nicht erkennen ob das Ventil Hysterese hat, wo die Nullüberdeckung liegt und wie auch der kurvenlineare Verlauf ist. (Das Diagramm wurde mit einem Eingangssignal von $\pm 25\%$ vom Nennsignal und mit einer Frequenz von 0,01Hz geschrieben).

Flow Test



GENERAL INFORMATION

Customer:
Valve model: 4WREE6E32
Serial number:
Principle: direct drive type
Nominal flow rate at 70bar: 60L/min
Nominal signal: +4 ... +20mA
Polarity: Positive connection
Nominal bias: +11.84 ... +12.16mA
Nominal hysteresis of flow: $\leq 3.0\%$
Nominal leakage at 70bar: $\leq 2.0\text{L/min}$

TEST CONDITIONS

System pressure: 70bar (no load conditions)
Test amplitude: 2mA (2.5% of rated signal)
Oil temperature: 36°C

TEST RESULTS

DSS correction (negative): made at 0.01Hz
Flow at +10.0mA: -13.8L/min
Flow at +14.0mA: +10.8L/min
Hysteresis of output flow: 0.0%

Date: 12.15.26/2004

Operator:

Nach der dynamischen Korrektur erhalten wir das nebenstehende Diagramm. Jetzt kann man erkennen, dass das Ventil keine Hysterese hat, was zu erwarten war, denn das Ventil hat eine elektrische Rückführung der Kolbenposition im geschlossenen Regelkreis. Auch kann man genau erkennen wo die Nullüberdeckung liegt und wie die Kurve verläuft. Ein weiterer Vorteil unserer Methode liegt darin, dass man ein solches Ventil prüfen kann ohne die Rampe verstellen zu haben. Meist wird ja die Einstellung der Rampe für eine bestimmte Anwendung optimiert, was dann nicht wiederholt werden muss.

Hydraulik

Bürstenloser Servomotor und Innenzahnradpumpe.

Ein bürstenloser Servomotor treibt eine Innenzahnradpumpe an, die selbst im Tank eingebaut ist. Der Servomotor wird im geschlossenen Geschwindigkeitsregelkreis betrieben dem ein geschlossener Druckregelkreis überlagert wird. Der Druckmessgeber liegt direkt am Systemdruck-Eingang des Servoventils. Sobald der Druck erreicht ist, bleibt der Servomotor stehen oder fast stehen....er dreht noch langsam um den Leckfluss zu decken. Bei anstehendem Druck ist folglich das Hydraulikaggregat völlig geräuschlos. Aus diesem Grund haben wir neben dem zu testenden Servoventil eine rote Lampe angebracht damit der Operator aufmerksam gemacht wird, dass noch der Druck ansteht. Auch beim Hochlauf zur Akkumulatorfüllung ist die Pumpe recht leise; nach Angabe des Pumpenherstellers handelt es sich um die leiseste Pumpe auf dem Weltmarkt. Da kein Anschluss für Kühlwasser benötigt wird und das Aggregat so leise ist, kann der Teststand in einem Büroraum verwendet werden ohne sonderlich zu stören.

Filter.

Der größere Filter hat eine Feinheit von 3μ und macht die Reinigungsarbeit. Der kleinere Filter hat eine Feinheit von 12μ und ist in Reihe hinter dem größeren angelegt; er ist ein sogenannter „last chance“ Filter.

Hydraulik Verteilerblock.

Alle Schaltventile und Messelemente wie Druckgeber und Volumenmesser sowie auch die Filter sind auf einem Hydraulik-Verteilerblock angebracht. Folglich werden nur drei Rohrleitungen verwendet, womit Lecköl-Pannen bestens vereitelt werden.

Überprüfung und Wartung.

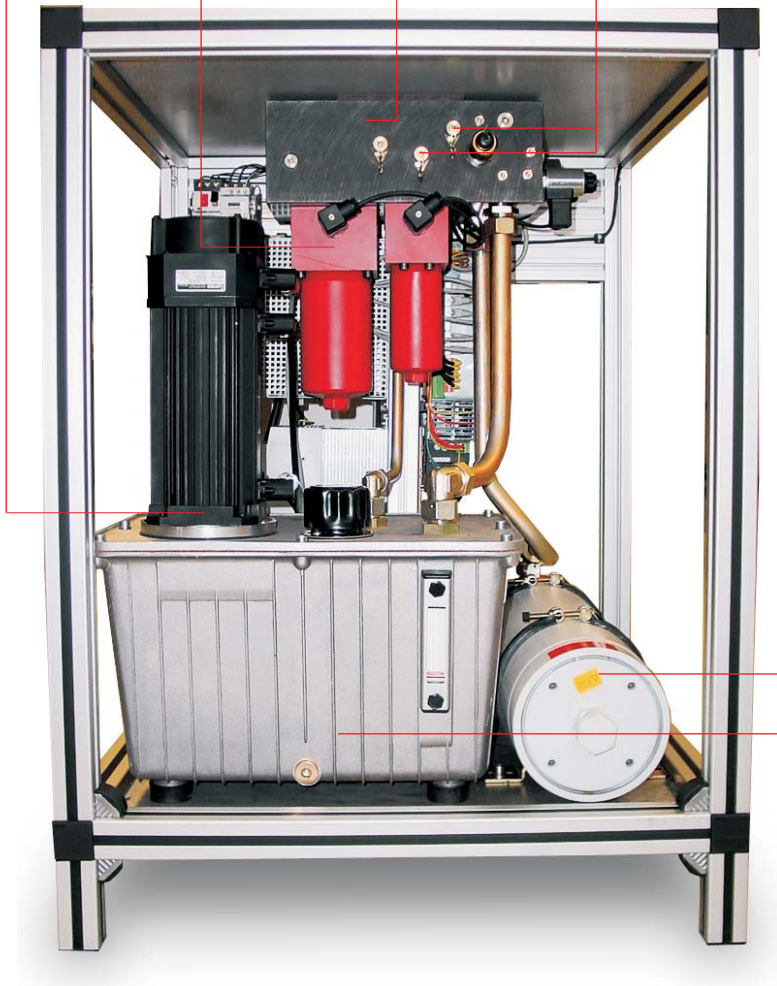
Alle Wartungsarbeiten am Hydraulikaggregat lassen sich von dieser leicht zugänglichen Seite durchführen: Überprüfung und Nachfüllung des Ölstandes, der Akkumulatorladung, Austausch der Filterelemente, Überprüfung der Druckwerte mittels Minimes-Anschlüssen. Alles ist bequem zugänglich.

Akkumulator.

Ein großer Kolben-Akkumulator mit einem Volumen von 6 Liter und einer Vorspannung von 35 bar gibt die nötige Energie ab für größere Durchflüsse.

Ölbehälter.

Der Ölbehälter hat einen Inhalt von 40 Liter. Bei normaler Betreibung des Teststandes pendelt sich die Temperatur bei 40°C ein. Bei sehr intensiver Betreibung steigt die Temperatur weiter an; bei Erreichen von 60°C wird der Teststand abgeschaltet. Wir empfehlen die Verwendung eines Hydrauliköls mit sehr flacher Viskositätskennlinie wie etwa Shell Tellus Arctic. Da der Durchfluss eines Servoventils turbulent verläuft, ist der Einfluß der Temperatur bei der Durchflussermittlung vernachlässigbar. Bei der Ermittlung des Leckageflusses hat die Temperatur jedoch einen Einfluss. Messungen der Leckage bei Temperaturen von $40^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ haben eine Abweichung der Leckage von $\pm 0,2 \text{ L/min}$ ergeben.



Elektronik

SMD Technologie

Die kleinen Ausmaße der Elektronik-Karte wurden durch Verwendung der „Surface Mounted“ Technologie erreicht. Die Elektronik-Karte ist in einem Phoenix Gehäuse untergebracht. Die Abdeckung ist aus durchsichtigem Plexiglas; dies erlaubt die Beobachtung der Leuchtdioden welche den Status von verschiedenen Funktionen anzeigen.

Stecker

Alle Verbindungen zu den Messinstrumenten, Netzteilen und Computer sind mit abgeschirmten Kabeln verwirklicht. Auch die Stecker für die Messinstrumente sind selbst abgeschirmt. Der 100-pin Stecker ist für das Kabel zur Verbindung der I/O Karte im Computer.

Relais

Die verschiedenen Schaltarten für die Spulen der zu testenden Servoventile werden mit Relais-Schaltungen hergestellt (Serien-, Parallel- oder Individual-Schaltung). Das erspart dem Bediener des Teststands Arbeit und Zeit diese Schaltungen selbst herzustellen, denn hier genügt ein Mausklick um die gewünschte Schaltungsart herzustellen.

Strom-Ausgangsverstärker

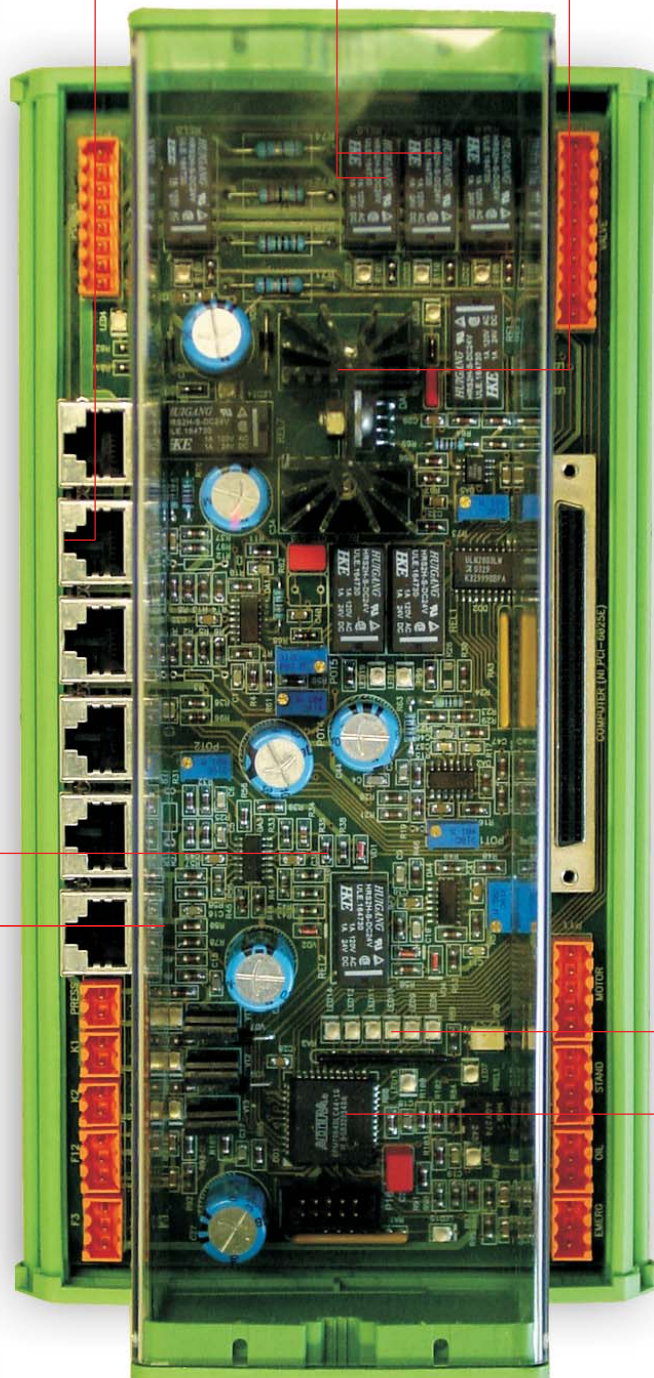
Auf einem großzügig dimensionierten Kühlkörper sitzt der Ausgangsverstärker für den Strom der zu testenden Servoventile. Der Verstärker wurde auf einen Strom von 120mA begrenzt.

Leuchtdioden

Alle wichtigen Funktionen des Teststandes wie Schaltung der Hydraulikventile, Zustand der Filter, Ölstand, Impulse des Volumenzählers, positiver oder negativer Strom zu dem zu testenden Servoventil, Netzteilfunktion, Relaissteuerung usw. werden mit Leuchtdioden angezeigt. Im Falle einer notwendigen Wartung erleichtert dies natürlich enorm die Fehlersuche.

ALTERA

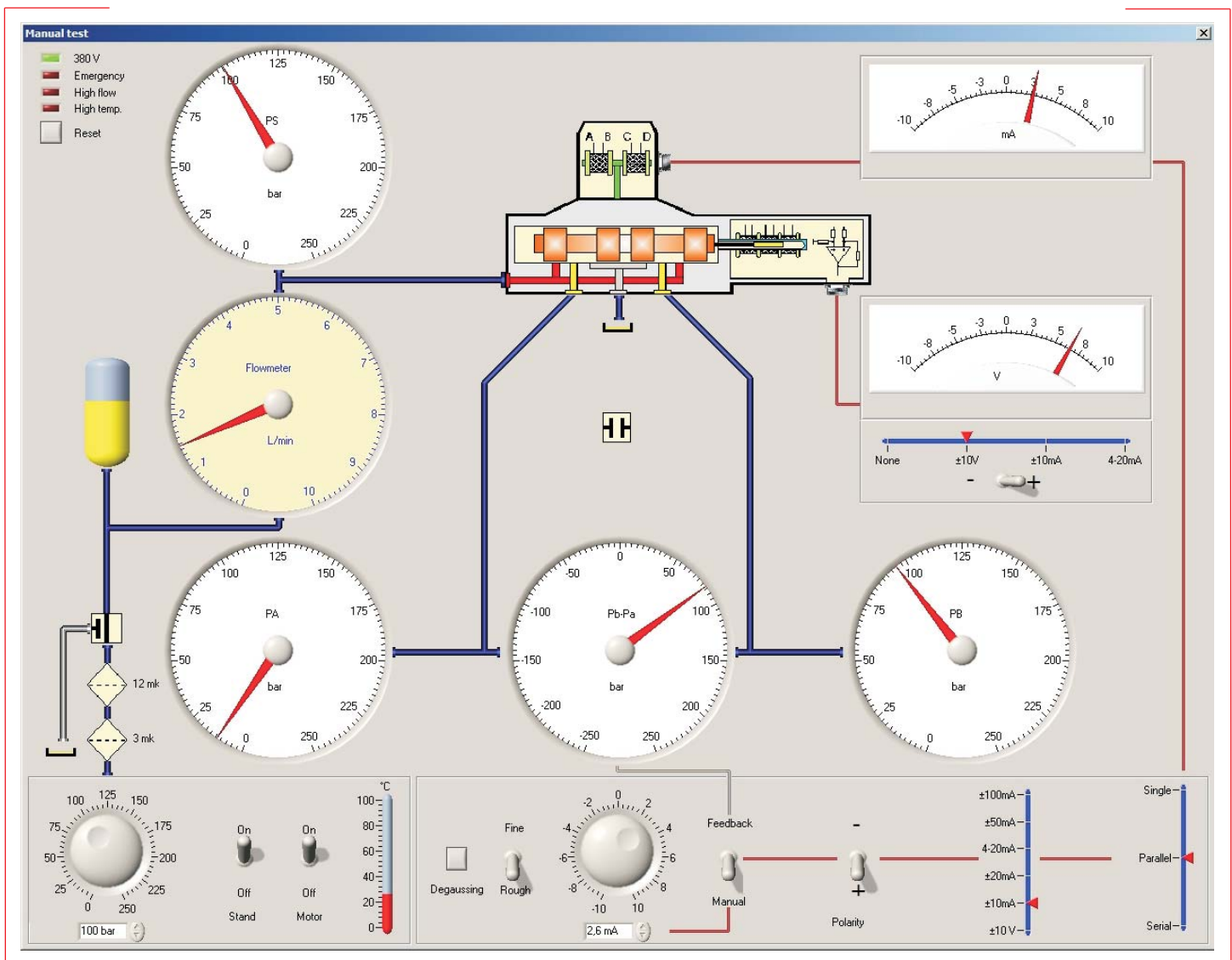
Die benötigten Digital Schaltungen wurden auf einem programmierbaren ALTERA chip verwirklicht. Eventuelle Änderungen der Elektronik lassen sich durch eine neue Programmierung erreichen. Der Stecker zur Ladung eines solchen Programms ist auf der Elektronik-Karte vorgesehen.



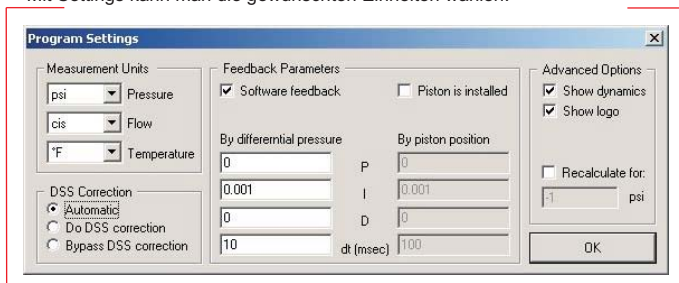
Manueller Test

Bei Aufrufen des Programms „MANUAL“ erhalten wir auf dem großen 19 Zoll Flachbildschirm die unten abgebildete Darstellung. Wir haben es hier buchstäblich mit einem vollständigem Labor auf dem Bildschirm zu tun.

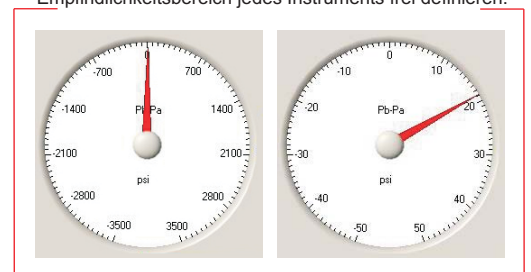
- Vier Manometer die nicht lecken und auch nicht durch Schockbelastung zerstört werden können. Jedes Manometer lässt sich auf die gewünschte Auflösung einstellen...250 bar, 100 bar oder 20 bar und sogar umschalten auf andere Einheiten wie psi oder pascal. Mit einem Mausclick auf das Manometer wird der augenblickliche Wert ein paar Sekunden lang digital angezeigt.
- Eine analoge Flussmessanzeige mit Schleppzeiger. Auch hier kann der Messbereich umgestellt werden auf Empfindlichkeit und Messwert wie L/min, cis oder Gal/min. Ebenfalls Digitalanzeige mit Mausclick.
- Zwei Multimeter zur Kontrolle des Eingangssignals so wie der Kolbenposition bei elektrisch rückgeführten Ventilen.
- Temperatur-Anzeige: ebenfalls Digitalanzeige durch Mausclick.
- Füllstandsanzeige des Akkumulators.
- Jeder Schalter und jedes Schaltventil werden durch einen Mausclick betätigt.
- Ein Kommando-Panels zur Einstellung des Systemdrucks und des Eingangssignals, analog per „Potentiometer“ oder digital per Keyboard. Einstellung der Schaltart der Servoventil-Spulen...Serie, Parallel oder Individual. Einstellung der Empfindlichkeit des Rückführsignals der Steuerkolbenposition.
- Und ganz besonders hervorzuheben ist die „feedback“ Einstellung. Bei Servoventilen ist oft der Nullpunkt verstellt. Diesen Nullpunkt mit herkömmlichen Testständen zu verstellen ist meist eine Plage. Nicht so mit ValveExpert: mit der Schalterstellung „feedback“ wird der Nullpunkt (hydraulisch null) automatisch eingestellt, und zwar im geschlossenen Regelkreis um den Differenzdruck Pb-Pa auf Null zu stellen. Dann genügt es die Nullverstellung des Servoventils so zu verdrehen, dass das Amperemeter des Eingangssignals auf Null oder auf einen gewünschten Wert gestellt wird.



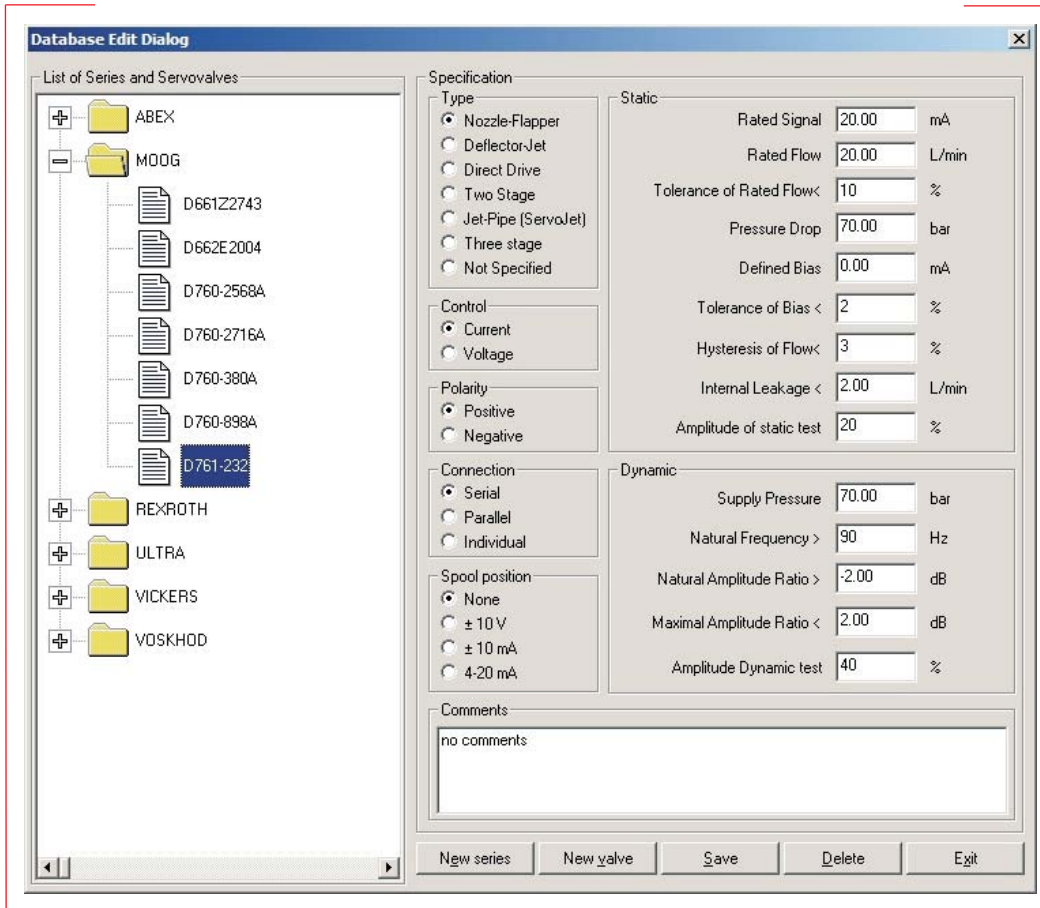
Mit Settings kann man die gewünschten Einheiten wählen.



Mit Mausclick auf ein Messinstrument, Manometer, Voltmeter, Amperemeter oder Durchflussmesser kann man den Empfindlichkeitsbereich jedes Instruments frei definieren.



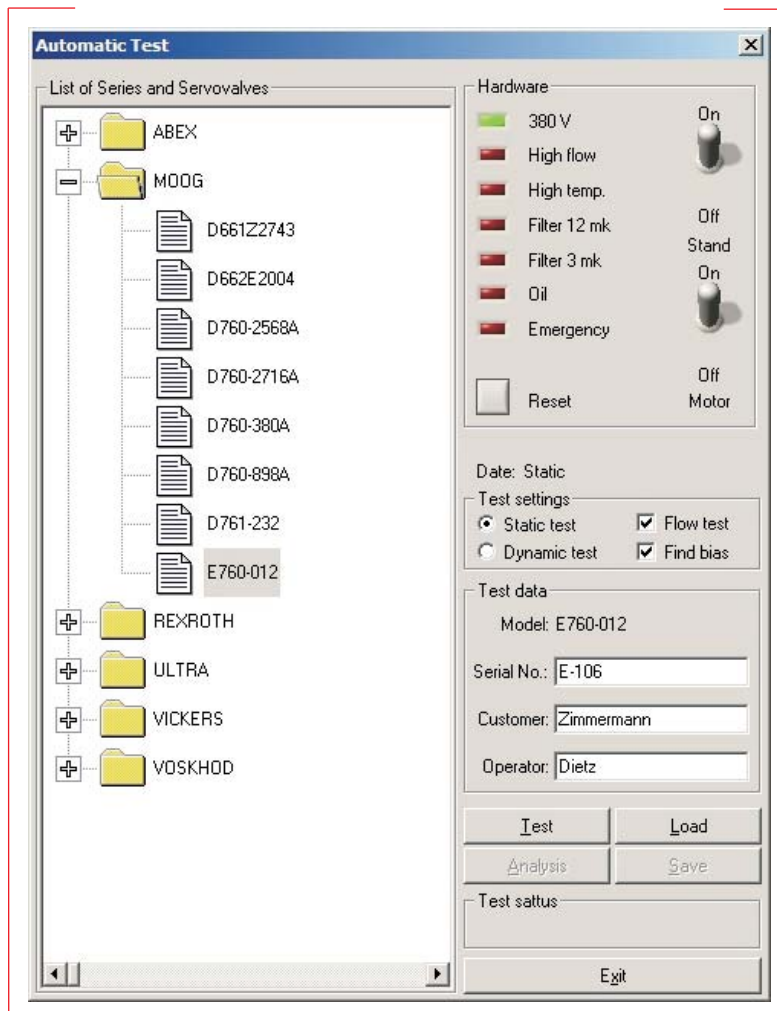
Automatischer Test



Die Datenbank

In der Datenbank werden die Spezifikationen der zu testenden Servoventile gespeichert. Bei modernen Servoventilen oder Proportionalventilen sind diese Daten anhand eines Schlüssels aus dem aufgeklebten Etikett des Ventils zu entnehmen. Ansonsten müssen diese Daten aus dem Herstellerkatalog entnommen werden, oder auch direkt vom Hersteller angefordert werden. Die Verwaltung der Datenbank funktioniert wie der „Windows Explorer“. Auf diesem Blatt ist eine Anordnung gezeigt die die Dateien nach Herstellern ordnet. Der Benutzer kann jedoch die für ihn bequemste Anordnung selbst auswählen.

Der Teststand ist mit einem einzigen Volumenmeter ausgerüstet, das im Vorlauf des Testventils liegt. Folglich ist der Druckabfall am Ventil gleich dem Systemdruck. Da das Messprinzip darin liegt einen Großteil der Energie aus einem Akkumulator zu entnehmen, der ja auf 35bar vorgeladen ist, können keine Drücke unter etwa 40 bar gefahren werden. Es wird empfohlen die Ventile mit 70bar (oder 1000psi) zu testen, was bei den allermeisten Servoventilen dem Nenndruckabfall entspricht.

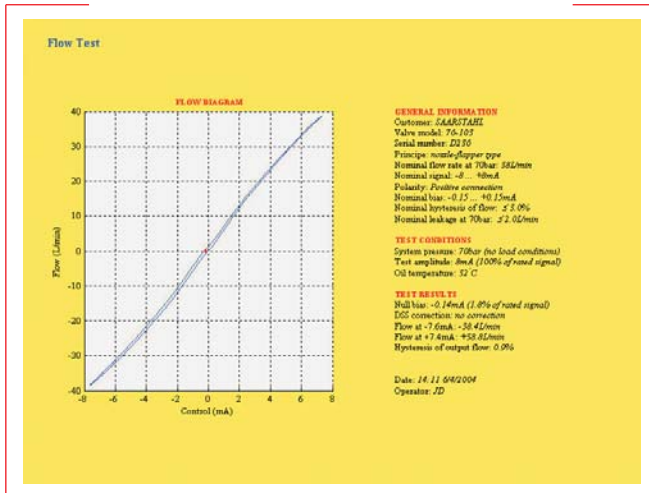


Programm für den vollautomatischen Test

Der Operator des Teststands ruft das Programm auf. Er gibt die Modellnummer des zu testenden Ventils ein. Die Spezifikation des Ventils wird von der Datenbank geladen. Weiterhin gibt er die Seriennummer, den Kundennamen und seinen eigenen Namen ein. Auch hat er noch ein paar Optionen wie Dynamiktest, Durchflusstest oder Biastest zu übergehen. Auf den Befehl „Test“ läuft das Testprogramm vollautomatisch ab. Nach Ablauf des Programms, das etwa 5 Minuten lang dauert, wird die Analyse der Testergebnisse durchgeführt. Auch hier hat der Operator mehrere Möglichkeiten die Art der Analyse zu bestimmen so wie die Wahl der Dynamikkorrektur, aber wichtiger noch in welchen Einheiten er die Auswertung wünscht. Wenn die Testergebnisse gespeichert wurden, kann die Analyse immer wiederholt werden auch mit verschiedenen Einheiten wie L/min, cis, Gal/min, bar, psi usw.

Auch kann das Ergebnis des Flussdiagramms auf einen vom Test verschiedenen Ventil-Druckabfall umgerechnet werden, und zwar nach der Bernoulli-Relation, dass der Durchfluss der Wurzel des Druckabfalls proportional ist. So wird ein Proportionalventil, das mit einem Nenndruckabfall von 10 bar definiert ist, bei einem Druckabfall von 70bar getestet, wobei der Durchfluss nach Belieben dann auf einen Druckabfall von 10 bar umgerechnet wird.

Diagnose (Ausdruck der Testergebnisse)

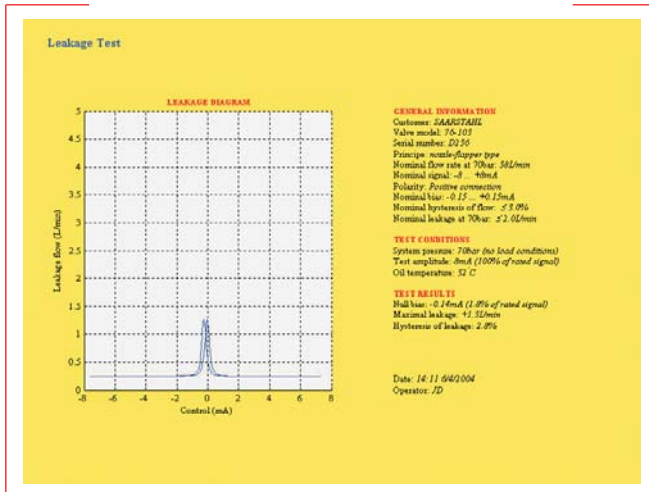


Flow Test.

Das nebenstehende Diagramm zeigt das Ergebnis der Durchflussmessung in Abhängigkeit des Eingangssignals.

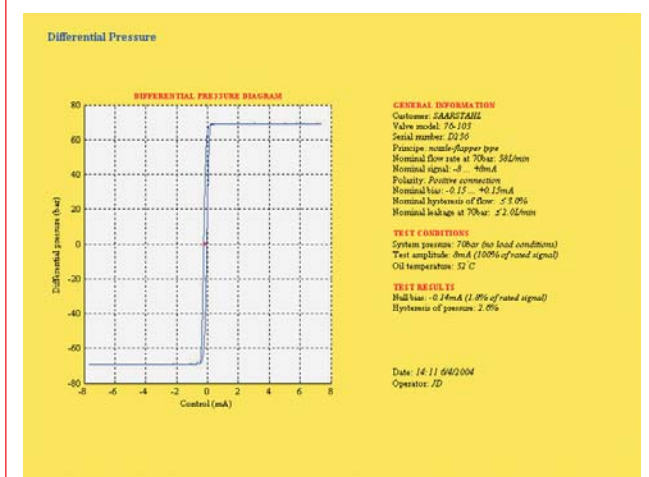
Anhand eines solchen Diagramms kann man am besten Fehler am Ventil erkennen, zum Beispiel Nichtlinearitäten, erhöhte Hysteresis durch Verschmutzung oder auch ein Spiel in der mechanischen Rückführung des Ventils.

Jedes dieser Diagramme kann entweder gespeichert oder ausgedruckt werden.



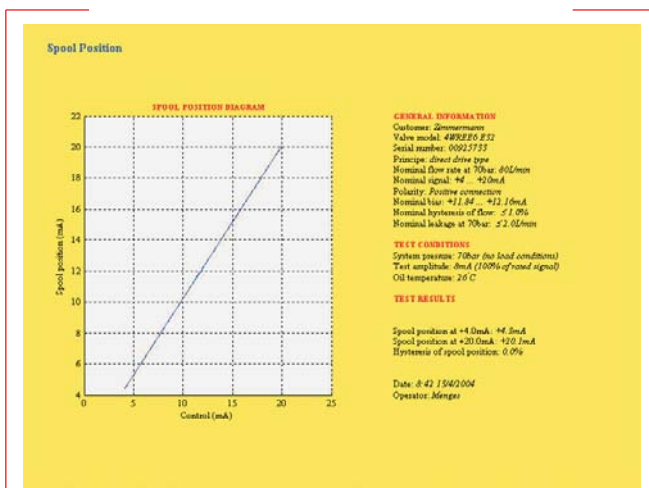
Leakage Test.

Dieses Diagramm zeigt den Leckagefluss des Servoventils in Abhängigkeit des Eingangssignals. Die Erhöhung der Leckage um den Nullpunkt entspricht der Leckage des Steuerkolbens und an dieser Stelle wird die Gesamtleckage festgestellt. Der niedrige Wert links und rechts zeigt den Leckagefluss der Steuerstufe. Ein höherer Wert auf einer Seite würde auf eine verletzte Dichtung in der Pilotstufe hinweisen.



Differential Pressure.

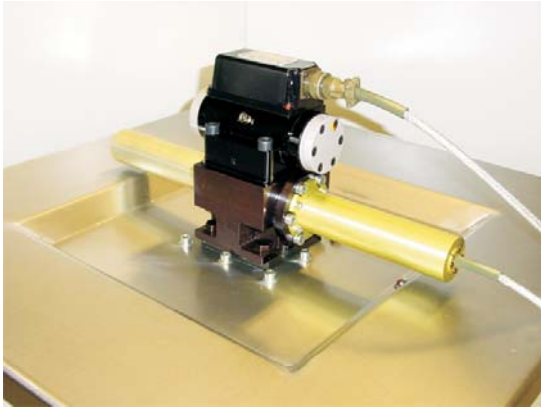
Dieses Diagramm zeigt die Druckverstärkung des Servoventils. Diese Information wird nur in seltenen Fällen gebraucht und wenn, dann meist die Druckkurve um den Nullpunkt.



Spool Position.

Das nebenstehende Diagramm ist eins der wichtigsten. Bei größeren Servoventilen oder Proportionalventilen wird der Steuerkolben in einem geschlossenen Positions-Regelkreis gestellt. Hierzu wird ein Positionsgeber verwendet, dessen Ausgangssignal auf den Stecker des Ventils ausgegeben wird. Da diese großen Ventile meist einen sehr großen Durchfluss haben, für dessen Prüfung riesige Leistungen benötigt würden, so begnügt man sich mit der Kontrolle der ordentlichen Funktion des Steuerkolbens. Der Durchfluss wird dann nur um den Nullpunkt herum überprüft.

Ermittlung der dynamischen Eigenschaften (Option)



Zur Ermittlung der dynamischen Eigenschaften eines Servoventils mit mechanischer Rückführung der Steuerkolbenposition benötigt man einen Frequenzgangzylinder der zwischen das zu testende Ventil und der Anschlussplatte eingebaut wird (Option). Bei Ventilen mit elektrischer Rückführung ist dies nicht notwendig da hierzu das Positionsignal des Steuerkolbens benutzt wird.

Die dynamischen Eigenschaften eines Servoventils können in Annäherung mit linearen Differentialgleichungen beschrieben werden (so genannte lineare Modelle). Namentlich aus diesem Grund werden die dynamischen Eigenschaften von Servoventilen von den Herstellern mit der Übergangsfunktion (Eigenfrequenz bei 90° Phasenverschiebung und Amplitude bei dieser Frequenz) angegeben, die ja lineare Modelle beschreiben. Um die entsprechende Amplitude-Phase Eigenschaft (Übergangsfunktion) zu bekommen, sollten wir das beste lineare System finden, welches unser Servoventil beschreibt. Dies ist die leitende Idee welche wir in unserem Programm benutzen um die Dynamik des Servoventils zu beschreiben. Um die Dynamik zu ermitteln, benutzen wir daher folgende Gleichungen mit vier Parametern:

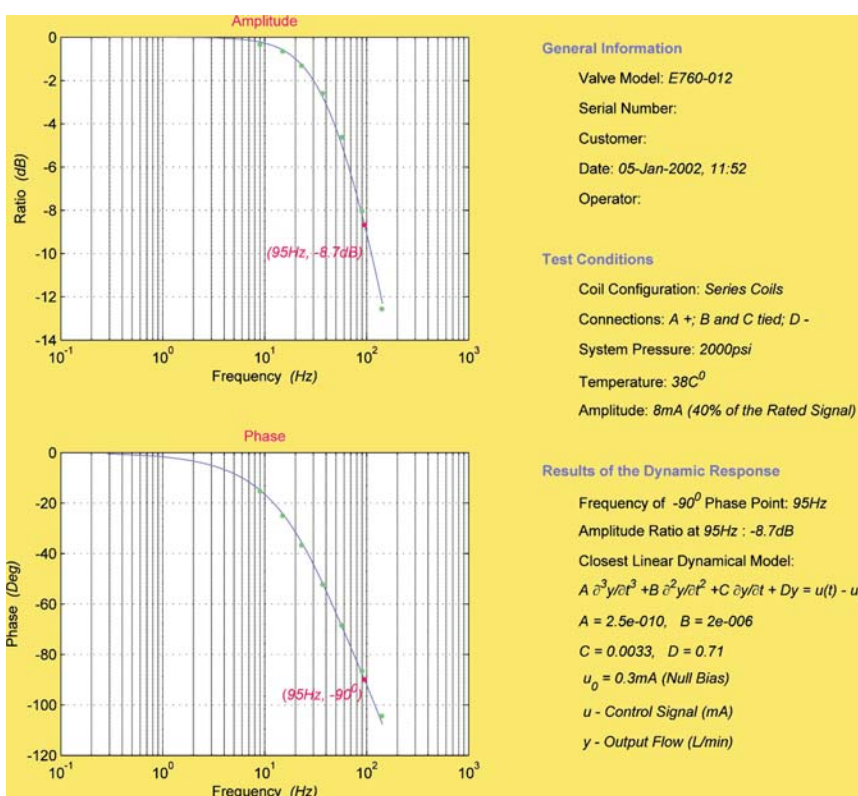
$$A \frac{\partial^3 y}{\partial t^3} + B \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + C \frac{\partial y}{\partial t} + Dy = u(t) - u_0$$

mit folgenden Anfangsbedingungen

$$\left. \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \right|_{t=0} = \left. \frac{\partial y}{\partial t} \right|_{t=0} = y|_{t=0} = 0$$

Worin $u(t)$ das Eingangssignal des Servoventils, und $y(t)$ den Ausgangs-Fluss darstellen (u_0 ist der Nullstrom). Unter der Annahme, dass ein Servoventil durch eine solche Gleichung beschrieben werden kann, führen wir den Test mit einer speziellen Funktion $u(t)$ aus. Dann bekommen wir das Ausgangssignal $y(t)$ und erzeugen den Erkennungsprozess um die Parameter A , B , C und D zu bestimmen. Nachdem wir die Gleichung erhalten haben, berechnen wir alle dynamischen Eigenschaften (Phasenverschiebung, Amplitude und so weiter).

Zu bemerken ist, dass die Funktion $f^{-1}(y)$ keine lineare Funktion ist und vielmehr ist $f^{-1}(y)$ durch die Hysterese nicht eindeutig bestimmt. Jedoch kann die so erhaltene Funktion für Computer- Simulationen genutzt werden um hydraulische Systeme zu entwickeln. Für analytische Untersuchungen empfehlen wir die lineare Näherung zu benutzen, wie wir sie im dynamischen Test erhalten haben.

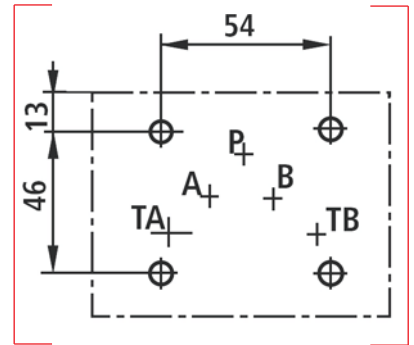
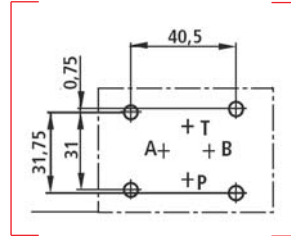
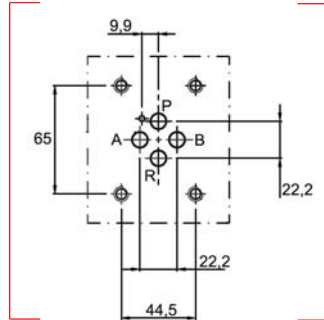
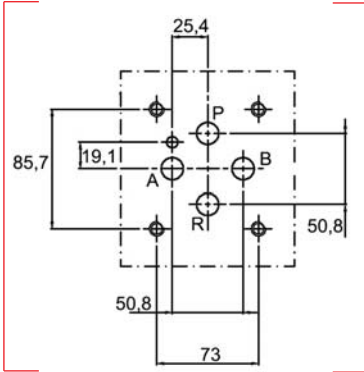


Die Resultate des dynamischen Tests werden in einem Bode Diagramm gezeigt, so wie es bei den meisten Herstellern gebräuchlich ist. Die auf dem Diagramm gezeigten grünen Punkte stellen die gemessenen Werte dar. Die blau eingezeichnete Kurve zeigt die Darstellung der Differentialgleichung, welche die dynamische Eigenschaft des Servoventils am besten beschreibt. Das ist einmalig und eine ganz besondere Qualität des Prüfstandes ValveExpert.

Standardausführung und Zubehör

Basis-Ausführung:

Die Grundausrüstung hat folgende Anschlussplatten:



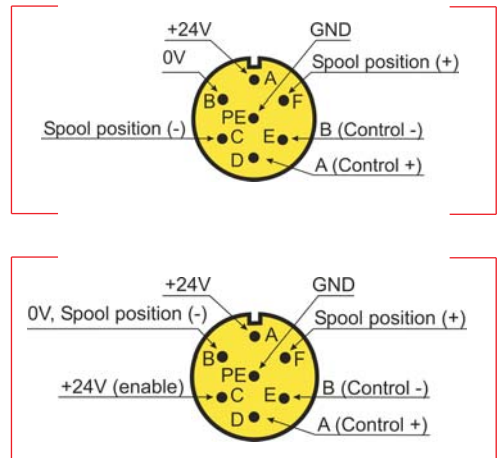
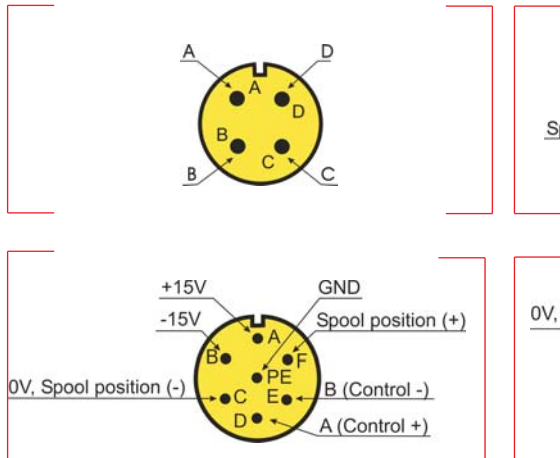
Nach ISO 10372-06-05-0-92
Dies ist das Lochbild der Grundplatte auf der die Anschlussplatten für weitere Ventile aufgeschraubt werden.
Sie ist für Servoventile folgenden Typs:
MOOG X072,
MTS 252,3x,
STAR 8XX
ULTRA 4550
(mit interner Pilotansteuerung)

Nach ISO 10372-04-04-0-092 für Servoventile folgenden Typs:
ATCHLEY 209,
MOOG X062,
MOOG X073,
MOOG X076,
MOOG X760,
MOOG X761,
MOOG X765,
MTS 252.2x,
PEGASUS 122A,
REXROTH 4WSE2EM10A-45
STAR 5XX
ULTRA 4653,
VICKERSS M4-20,
VOSKHOD UG176
(mit interner Pilotansteuerung)

Nach ISO 4401-03-03-0-94 Nenngröße NG6 für Servoventile folgenden Typs:
MOOG D633
REXROTH 4WRAE
REXROTH 4WREE
REXROTH 4WRSE
REXROTH 4WRSEH
VOSKHOD 133

Nach ISO 4401-05-05-0-94 Nenngröße NG10 für Servoventile folgenden Typs:
MOOG D634
MOOG D661
REXROTH 4WRAE
REXROTH 4WRDE
REXROTH 4WREE
REXROTH 4WRGE
REXROTH 4WRKE
REXROTH 4WRSE
REXROTH 4WRSEH
REXROTH 4WRTE
REXROTH 4WRZE
STAR 1652R

Für die Steuersignale der oben benannten Ventile stehen in der Standardausführung vier Kabel zur Verfügung:



Zubehör:

Weitere Anschlussplatten und Kabel sind als Sonderzubehör auf Anfrage erhältlich:

Auch eine Abdeckhaube ist als Sonderzubehör erhältlich:

