

®

tsar

## iX77™ Rheometer User Manual



101625591  
Revision F

iX77<sup>™</sup> Rheometer User Manual

©2010 Fann Instrument Company

Houston, Texas, USA

All rights reserved. No part of this work covered by the copyright hereon may be reproduced or copied in any form or by any means (graphic, electronic, or mechanical) without first receiving the written permission of Fann Instrument Company, Houston, Texas, USA.

Printed in USA.



---

The information contained in this document includes concepts, methods, and apparatus which may be covered by U.S. Patents FANN<sup>®</sup> reserves the right to make improvements in design, construction, and appearance of our products without prior notice.

---

FANN<sup>®</sup> and the FANN logo are registered trademarks of Fann Instrument Company in the United States and/or other countries.

iX77<sup>™</sup> is a trademark of Fann Instrument Company.

## Contact FANN



## Phone

TELEPHONE: 281-871-4482

TOLL FREE: 800-347-0450

FAX: 281-871-4358



## Mail

Fann Instrument Company

P.O. Box 4350

Houston, Texas, 77210 USA



## Location

Fann Instrument Company

15112 Morales Rd Gate 7

Houston, Texas 77032, USA



## Online

[www.fann.com](http://www.fann.com)[fannmail@fann.com](mailto:fannmail@fann.com)

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>Introduction to the iX77™ Rheometer / Introduccion al Reómetro iX77™</b> .....	<b>1</b>
1.1	Function / Función .....	1
1.2	Test Design Principles / Principios de diseño de prueba .....	2
1.2.1	Select the Proper Pressurization Fluid / Selección del fluido de presurización apropiado .....	2
1.2.2	Detect Malfunctions Early / Detección temprana de un mal funcionamiento .....	2
1.2.3	Minimize Temperature Changes / Minimizar cambios de temperatura .....	3
1.2.4	Minimize Pressure Adjustments / Minimizar ajustes de presión .....	3
1.2.5	Temperature and Pressure Variations / Variaciones de temperatura y presión..	3
1.3	Document Conventions / Acuerdos del documento .....	4
<b>2</b>	<b>Safety / Seguridad</b> .....	<b>5</b>
2.1	Machine Hazard / Riesgos de equipo .....	5
2.1.1	Mechanical / Mecánico .....	5
2.1.2	Temperature / Temperatura.....	5
2.1.3	Electrical / Eléctrico .....	6
2.2	Ergonomic Considerations / Consideraciones ergonómicas .....	6
2.3	Environmental Considerations / Consideraciones ambientales .....	6
<b>3</b>	<b>Features and Specifications / Características y especificaciones</b> .....	<b>7</b>
3.1	Mechanical / Mecánico.....	7
3.1.1	Instrument Specifications / Especificaciones instrumentales.....	7
3.1.2	Test Cell Materials / Materiales de la Celda de Prueba .....	7
3.2	Controls / Controles.....	9
3.2.1	Temperature Control / Control de Temperatura .....	9
3.2.2	Shear Rate Control / Control de la Tensión de Corte.....	10
3.2.3	Pressure Control and Measurement / Control y medida de Presión .....	10
3.3	Software .....	11
3.3.1	Functional Overview / Funcionamiento general.....	11
3.3.2	Computer Requirements (internal; supplied with unit) / Requerimientos de la computadora, (internos; suministrados con la unidad).....	12
3.3.3	User Requirements / Requerimientos del usuario.....	12
3.3.4	Installer Requirements / Requerimientos del instalador.....	13
3.3.5	Entering Technician Mode / Entrando al Modo Técnico .....	13
3.3.6	Additional Functions on the Status Tab / Funciones adicionales en la pestaña Status .....	14

3.3.7	Information on the Digital Status tab / Información en la pestaña Digital Status .....	15
3.3.8	Options on the Auto Test tab / Opciones en la pestaña Auto Test .....	16
3.3.9	Options on the Calibration Tab / Opciones en la pestaña Calibration.....	18
3.3.10	The Setup Tab (Technician Mode) / La pestaña Setup (Modo Técnico) .....	20
3.3.11	Information on the Raw Data Tab (Technician Mode) / Información en la pestaña Raw Data (Módo Técnico).....	21
3.3.12	iX77 Rheometer Program Resources / Recursos de Programa .....	22
3.3.13	Setup Glossary / Glosario del Setup .....	26
3.3.14	Manual Test Profile Creation / Creación del Perfil de Prueba Manual .....	30
<b>4</b>	<b>Installation / Instalación</b> .....	<b>34</b>
4.1	Main Instrument / Instrumentos Principales .....	34
4.1.1	Tools and Parts / Herramientas y Partes .....	34
4.1.2	Procedure / Procedimiento .....	34
4.2	Test Cell Preparation Stand / Plataforma de preparación de la Celda de Prueba .....	36
<b>5</b>	<b>Operation / Operación</b> .....	<b>38</b>
5.1	Software .....	38
5.1.1	Starting the Software / Iniciando el Software .....	38
5.1.2	Calibrating Pressure / Calibración de Presión .....	39
5.1.3	Calibrating Torque and Speed / Calibración de Torque y Velocidad.....	40
5.1.4	Running a Manual Test / Realizando una Prueba Manual .....	44
5.1.5	Running an Automatic test / Realizando una Prueba Automática .....	47
5.2	Test Preparation – Mechanical / Preparación de Prueba – Mecánico .....	60
5.2.1	Test Cell Preparation / Preparación de la Celda de Prueba .....	60
5.2.2	Verify Mechanical Zero / Verificar el Mechanical Zero .....	64
5.3	Test Procedure – Mechanical / Procedimiento de la Prueba – Mecánico.....	68
5.3.1	Load Sample into Cell / Cargar una muestra a la Celda.....	68
5.4	Test Cell – Mechanical / Celda de Prueba – Mecánico .....	73
5.4.1	Test Cell Setup / Conformado de la Celda de Prueba .....	73
5.4.2	Torsion Spring Modules / Módulos de Resorte de Torsión.....	76
5.4.3	Test Cell Disassembly and Cleaning / Desensamble y limpieza de la Celda de Prueba .....	77
5.4.4	Rotor Bearing Replacement / Reemplazo del Rodamiento del Rotor.....	84
5.4.5	Vee Jewels / Joyas en V .....	92
5.5	Calibration – Mechanical / Calibración – Mecánico.....	93

---

5.5.1	Setting the Mechanical Zero / Seteando el Mechanical Zero .....	93
5.5.2	Calibrating the Torsion Spring / Calibrando el Resorte de Torsión .....	97
5.6	Chiller Operation / Operación del Refrigerador .....	101
6	<b>Analyzing Results / Analizando resultados</b> .....	102
7	<b>Troubleshooting and Maintenance / Solución de problemas y mantenimiento</b> .....	103
7.1	Pressure / Presión .....	103
7.2	Tescom Valve Maintenance / Mantenimiento de la Válvula Tescom .....	104
7.2.1	Tools Needed / Herramientas Necesarias .....	104
7.2.2	Front Panel Removal / Remoción del Panel Frontal .....	104
7.2.3	Rebuilding Internal Valve Body / Rearmado del Cuerpo de la Válvula Interna ..	108
7.3	Temperature / Temperatura .....	115
7.4	General.....	116
8	<b>Accessories and Spare Parts / Accesorios y Partes de Repuesto</b> .....	118
9	Parts List / Listado de Partes.....	120
9.1	Mechanical Parts / Partes Mecánicas .....	120
9.2	Electrical Parts / Partes Eléctricas .....	138
9.3	Test Cell Assembly (101511610) Parts / Partes para el Ensamble de la Celda de Prueba .....	147
10	<b>Warranty and Returns / Garantía y Devoluciones</b> .....	152
10.1	Warranty / Garantía .....	152
10.2	Return of Items / Devolución de elementos .....	152

## List of Figures

Figure 3-1 Enter password / Introducir contraseña.....	13
Figure 3-2 Cursor Values / Valores del Cursor.....	14
Figure 3-3 Digital Status tab / Pestaña Digital Status .....	15
Figure 3-4 Auto Test tab options / Opciones de la pestaña Auto Test.....	17
Figure 3-5 Calibration tab options / Opciones de la pestaña Calibration.....	18
Figure 3-6 Setup tab / Pestaña Setup .....	20
Figure 3-7 Raw Data tab / Pestaña Raw Data .....	21
Figure 3-8 Directory structure / Estructura del Directory .....	22
Figure 3-9 Calibration file in Notepad / Archivo Calibración en Anotador de Windows.....	32
Figure 3-10 Calibration file in Excel / Archivo de Calibración en Excel .....	33
Figure 4-1 Shipping bolts with tags / Tornillos de despacho con etiqueta .....	35
Figure 4-2 Supply and drain connections / Conexiones de suministro y desagüe .....	36
Figure 5-1 Calibration failure dialog / Diálogo de falla de Calibración .....	38
Figure 5-2 Simulation Mode dialog / Diálogo de Modo de Simulación .....	38
Figure 5-3 Click Calibrate Pressure / Clickee el botón Calibrate Pressure .....	39
Figure 5-4 Pressure calibration dialog / Diálogo de Calibración de Presión.....	39
Figure 5-5 Waiting for temperature to stabilize / Esperando que se estabilice la temperatura .....	40
Figure 5-6 Waiting for the angle measurement to return to zero / Esperando que el ángulo de medición vuelva a cero .....	41
Figure 5-7 Calibration failure dialog / Diálogo de falla de Calibración.....	41
Figure 5-8 Save Speed Calibration dialog / Diálogo de Guardar Calibración de velocidad .....	42
Figure 5-9 Viscosity Calibration dialog / Diálogo de Calibración de Viscosidad.....	42
Figure 5-10 Choose calibration data file / Elija un Archivo de información de Calibración.....	43
Figure 5-11 Save Torque Calibration dialog / Diálogo de Guardar Calibración de Torque .....	43
Figure 5-12 Choose the path to save the calibration file / Elija una ruta para guardar el archivo de calibración .....	44
Figure 5-13 Data Collection switch / Interruptor de Recolección de Datos.....	44
Figure 5-14 Current operating values / Valores de Operación actuales.....	45
Figure 5-15 Fill out information and click Done / Complete la información y clickee Done ...	46
Figure 5-16 Enter set points / Seleccione los valores set point .....	47
Figure 5-17 Auto Test tab / Pestaña Auto Test.....	48
Figure 5-18 Test Points dialog / Cuadro de diálogo Test Points .....	49
Figure 5-19 Fill in temperature and pressure test points / Complete los puntos de prueba de temperatura y presión.....	50
Figure 5-20 Automatic test sequence / Secuencia de Prueba Automática.....	51
Figure 5-21 Save and retrieve files / Guardar y cargar archivos.....	52
Figure 5-22 Create test report header / Crear Encabezado de reporte.....	53
Figure 5-23 Test Report Header dialog / Diálogo de Test Report Header.....	54

Figure 5-24	Start the test / Comenzar la prueba .....	55
Figure 5-25	Disabled Start button / Botón de Comenzar deshabilitado.....	56
Figure 5-26	Jump To Next Step and Abort Test options / Opciones Saltar al próximo paso y Abortar prueba.....	57
Figure 5-27	Hold Pressure until Flushed / Mantener presión hasta la purga .....	58
Figure 5-28	Maintain Last Pressure / Mantener última Presión.....	59
Figure 5-29	Pressure set point is set to zero / Set point de temperatura seteada a cero ..	60
Figure 5-30	Installing type “S” baffle / Instalando el baffle tipo “S”.....	61
Figure 5-31	Installing bob shaft assembly / Instalando el ensamble del eje del bob .....	62
Figure 5-32	Installing rotor in cell / Instalando el rotor en la celda.....	63
Figure 5-33	Installing cell / Instalando la celda.....	63
Figure 5-34	Checking for free rotation of the torsion assembly / Verificando la libre rotación del ensamble de torsión .....	64
Figure 5-35	Placing the test cell into the hot well / Colocando la celda de prueba en la fuente de calentamiento .....	65
Figure 5-36	Screwing in the port connector / Atornillando los puertos conectores.....	66
Figure 5-37	Tightening the connector locking screw / Ajustando el tornillo de seguridad del conector .....	66
Figure 5-38	Locking the shield door / Asegurando puerta del protector.....	67
Figure 5-39	Installing the cell seal O-ring and its backup ring / Instalando el O-ring sellador de la celda y su anillo de soporte .....	69
Figure 5-40	Tightening the cell / Ajustando la celda .....	69
Figure 5-41	Injecting the sample / Inyectando la muestra.....	70
Figure 5-42	Installing the cap seal O-ring and backup ring / Instalando el O-ring sellador de la tapa y su anillo de soporte .....	71
Figure 5-43	Measuring the vertical movement of the torsion magnet / Midiendo el movimiento vertical del imán de torsión .....	75
Figure 5-44	Disassembling the rotor / Desensamble del rotor .....	79
Figure 5-45	Removing the ball bearing [12] / Remoción el rulemán.....	80
Figure 5-46	Removing the torsion spring module / Quitando el módulo de resorte de torsión .....	82
Figure 5-47	Location and orientation of the ball under the torsion spring module / Ubicación y orientación de la bola debajo del módulo de resorte de torsión .....	83
Figure 5-48	Tool set / Herramientas .....	84
Figure 5-49	Rotor and bearing removal tool / Herramienta para la remoción del rotor y rodamiento .....	85
Figure 5-50	Placing the ball bearing outer race in place for pressing / Colocación de la pista externa del rulemán para presión.....	86
Figure 5-51	Removing the ball bearing inner race or the pivot bushing / Remoción de la pista interior del rulemán o el buje del pivote .....	87
Figure 5-52	Positioning the ball bearing inner race / Posicionado de la pista interior del rulemán .....	88

Figure 5-53	Pushing the inner race onto the pivot / Presionando la pista interior en el pivote .....	89
Figure 5-54	Placing the drive magnet into position / Posicionando el imán de transmisión .....	89
Figure 5-55	Pushing the rotor bushing into position / Presionando el rodamiento del rotor hacia su posición .....	90
Figure 5-56	Locking the drive magnet / Fijando el imán de transmisión.....	90
Figure 5-57	The Pivot Bushing in the groove of the Puller / El buje del pivote en la ranura del extractor .....	91
Figure 5-58	Comparison of bad (left) and good (right) jewels / Comparación una joya en mal estado (izquierda) y una en buen estado (derecha).....	93
Figure 5-59	Adjusting the zeroing sleeve / Ajustando la Manguito del cero .....	95
Figure 5-60	Removing the pivot cap / Quitando la tapa del pivote.....	95

Figure 5-61	Adjusting the torsion magnet position / Ajustando la posición del imán de torsión	96
Figure 5-62	Removing the pivot cap / Quitando la tapa del pivote	98
Figure 5-63	Adjusting the torsion spring length / Ajustando la longitud del resorte de torsión	99
Figure 7-1	Rear Fluid Connections / Conexiones posteriores de fluidos	104
Figure 7-2	Drawer Latch Location / Ubicación de la traba de la caja	105
Figure 7-3	Opened Drawer with Rotated Front Panel / Caja abierta con el panel frontal rotado	105
Figure 7-4	Control Cable / Cable de control	106
Figure 7-5	Air Inlet Tubing / Tubo de entrada de aire	106
Figure 7-6	Wrenches for Valve Disassembly / Llaves para el desensamble de la válvula	107
Figure 7-7	Clearance in the Disassembling Area / Espacio en el area de desensamble	107
Figure 7-8	Body Assembly/Air Actuator Assembly / Ensamble del cuerpo/Ensamble del actuador de aire	107
Figure 7-9	Valve Disassembly / Desensamble de la válvula	108
Figure 7-10	Air Actuator Assembly / Ensamble del actuador de aire	108
Figure 7-11	Internal Sensor Assembly Location / Ubicación del ensamble interno del sensor	109
Figure 7-12	Internal Sensor Assembly Removal / Remoción del ensamblado interno del sensor	109
Figure 7-13	Seat Retainer / Retenedor del asiento	110
Figure 7-14	Lubrication of Threads / Lubricación de roscas	110
Figure 7-15	Torque Sensor Tool / Herramienta de sensor de torque	111
Figure 7-16	Soft Jaws / Mordaza	111
Figure 7-17	Spring Pad / Almohadilla del resorte	112
Figure 7-18	Valve Parts / Partes de válvula	112
Figure 7-19	Stem and Spring / Vástago y resorte	112
Figure 7-20	O-ring and Backup Ring / O-ring y anillo de soporte	113
Figure 7-21	Loctite Application / Aplicación de Loctite	113
Figure 7-22	Reassembled Sensor / Sensor reensamblado	114
Figure 7-23	Lubricated Threads / Roscas lubricadas	114

## List of Tables

Table 3-1	Instrument Specifications / Especificaciones del instrumento .....	7
Table 3-2	Computer Requirements / Requerimientos de la computadora .....	12
Table 5-1	Torsion Spring Modules / Módulos de resorte de torsión .....	76
Table 7-1	Pressure / Presión .....	103
Table 7-2	Temperature / Temperatura .....	115
Table 7-3	General .....	116
Table 8-1	101625874 G KIT, ACCESSORY PARTS, M77 RHEOMETER, FANN.....	118
Table 8-2	101623037 B KIT, TOOL, M77 RHEOMETER.....	119
Table 9-1	101543382 E RHEOMETER, MODEL iX77.....	120
Table 9-2	101516396 K ASSEMBLY, MECHANICAL, M77 VISCOMETER, FANN.....	121
Table 9-3	101514170 F CHASSIS ASSEMBLY, MECHANICAL, M77 VISCOMETER .....	126
Table 9-4	101514172 C TOWER ROTATIONAL ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN	127
Table 9-5	101516026 E DRIVE CAN ASSEMBLY, HTHPM77 VISCOMETER .....	128
Table 9-6	101543354 A DRIVE CAN SET, M77 VISCOMETER .....	128
Table 9-7	101531615 I ELECTRICAL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER .....	138
Table 9-8	101531616 B TOP FAB ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER.....	141
Table 9-9	101511610 D CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER.....	147

## 1 Introducción al Reómetro iX77™

El reómetro automático iX77 es un reómetro de tipo de cilindro coaxial que fue desarrollado para medir la reología de fluidos a altas presiones y temperaturas con un alto grado de seguridad. El diseño FANN® está basado en una máquina desarrollada por Sandia National Laboratories. Fue desarrollado para fuentes de petróleo y fluidos de perforación geotérmicos pero también puede ser aplicado para otros tipo de fluidos. Sus extensas características de seguridad existen/se ven no solo en la computadora interna sino también en el lado mecánico y del hardware electrónico inteligente de la máquina.

**CAUTION**

NO PRUEBE Hematita (Hematite), Lemonita, FeCO<sub>3</sub> u otros componentes, soluciones, suspensiones, elixires, etc. magnéticos y/o ferrosos.

### 1.1 Función

Las especificaciones del iX77 permiten la operación a 600°F (316°C) y 30,000 PSI (206,840 kPa). Puede agregarse un refrigerante (Chiller), si así lo desea, controlado por el software para trabajar a temperaturas menores a las de laboratorio.

El software de control tiene como intención automatizar la operación, recolección de datos, el reporte y notificaciones de función del Reómetro iX77 con un mayor alcance práctico, permitiendo así al operador una máxima flexibilidad.

El fin de diseñar el software fue automatizar lo máximo posible, permitiendo todavía que la máquina sea configurada y operada como sea necesaria por un usuario avanzado.

El diseño de pieza única para plataforma del iX77 lo hace apropiado tanto como para trabajar en un lugar de fuente como para laboratorio. Deben tomarse consideraciones especiales para el traslado e instalación del iX77 debido a su peso (350 libras) y altura. Se recomienda una plataforma fuerte, de perfil bajo (32 pulgadas) para facilitar la remoción de la celda. Esta utiliza un único sensor magnético para detectar el movimiento de la joya montada en el ensamble de torsión de la celda. El sistema de detección puede ser calibrada a +- un grado (equivalente a un centipoise a 300 RPM).

Las presiones en las muestras son generadas por una bomba hidráulica de alta presión operada por aire controlada por un controlador contrapresión inteligente, válvula de alta presión y transductor de presión. Los fluidos de presurización llenan la porción superior la celda de muestra. El fluido está en contacto directo con la muestra, que se encuentra inmóvil, por encima, en el área de medición. El área de contacto es chica, minimizando la mezcla.

**NOTE**

La entrada de presión de aire debe ser rápidamente suministrada al sistema por medio de una válvula de cuarto de giro o un conector rápido a presión.

La entrada del sistema de filtro/secado/regulado de aire tiene una manguera que descarga el sistema cuando se detecta un exceso de agua. Cuando se suministra la

entrada de agua se abre/habilita la manguera automática, la cual requiere de un rápido suministro de presión para lograr que se asiente.

## 1.2 Principios de diseño de una prueba

El diseño cuidadoso de una prueba evita muchos problemas, incluyendo la repetición de pruebas, y minimización de los tiempos de prueba. Deben tomarse en cuenta los siguientes puntos al diseñar una prueba.

### 1.2.1 Selección del Fluido de Presurización apropiado

La selección apropiada del fluido de presurización ayuda a prevenir resultados erróneos/falsos de las pruebas. Existen dos opciones disponibles:

1. El fluido de presurización puede ser el mismo fluido que la muestra si ésta está libre de sólidos suspendidos y tiene mínimas tendencias gelatinosas. Los sólidos suspendidos dañarían rápidamente el sistema de bombeo y ventilación al erosionar las superficies selladas. Si el fluido se gelifica alrededor del ensamble de torsión, ocasionaría mediciones erróneas.
2. El fluido de presurización debe ser de menor densidad que la muestra (menor gravedad específica) e inmisible en la muestra para que pueda flotar arriba de la muestra sin que se mezclen.

También es conveniente que se utilice un fluido que tenga un alto punto de ignición y sea de baja toxicidad. Por ejemplo, algunos usuarios utilizan el Dow Corning's SLYTHERM 800 Heat Transfer Fluid para fluidos de perforación a base de petróleo y agua, cualquiera sea su preferencia. El Rheometer Head Oil, P/N 207874, puede ser de uso satisfactorio con muchos fluidos de extracción a base de agua, y posiblemente con fluidos a base de aceite/petróleo. Otra opción sugerida para ambos tipos de fluidos es el Dow Chemical Co.'s POLYGLYCOL 112-2.

El usuario debería realizar una prueba para determinar la compatibilidad del fluido de presurización con su muestra. Puede extraerse con cuidado, mediante succión, una pequeña cantidad de muestra del puerto de entrada de la muestra, previo a que se abra la celda de prueba. Esta muestra post-prueba del fluido que se probó puede ser analizada para verificar su contaminación. Es casi certero que la muestra será contaminada con el fluido de presurización cuando la parte inferior de la celda sea removida luego de una prueba.

### 1.2.2 Detección temprana de un mal funcionamiento

Se recomiendan un testeo inicial de pérdida de fluido de presurización, una "prueba de inicio", y una "prueba de finalización". La prueba de inicio y finalización pueden ser incorporadas en la secuencia de prueba. Normalmente, la prueba de inicio debe ser realizada a condiciones similares a la de

ambiente, como puede entre 120 F y 150 F (50 C a 65 C) y a 300 PSIG (2000 kPa). El propósito de esta prueba de inicio es verificar la correcta operación del instrumento. Antes de proceder, el operador debería determinar si las lecturas obtenidas en la prueba de inicio comparan favorablemente con las mediciones tomadas a una misma temperatura en una máquina despresurizada. Para llevar a cabo esta acción se puede utilizar un reómetro FANN® Modelo 34 o 35, o un reómetro modelo 286. La prueba de inicio y su referencia deben realizarse a una misma temperatura.

La prueba de finalización debe realizarse en las mismas condiciones que la prueba de inicio. Esto ayudará a detectar una posible contaminación de la muestra causada por el fluido de presurización y cambios permanentes en la muestra causados por la combinación de temperatura, presión, y corte utilizado durante la prueba.

### 1.2.3 Minimizar cambios de Temperatura

Los cambios de temperatura pueden consumir mucho tiempo debido a la inercia térmica (thermal lag). Se debe preseleccionar y utilizar uniformemente una tolerancia de temperatura,  $\pm 3^{\circ}\text{F}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) es adecuado.

Las mediciones deben tomarse siempre y cuando la muestra este dentro de la tolerancia de temperatura (y tolerancia de presión). No espere a que la temperatura sea exacta. Seleccione saltos de temperatura significativos.



---

Se ha demostrado que cambios de temperatura menores a  $50^{\circ}\text{F}$  ( $28^{\circ}\text{C}$ ) raramente son útiles.

---

### 1.2.4 Minimizar cambios de Presión

El sistema de presión aumenta junto con la temperatura debido a la expansión de la muestra. Con experiencia, se puede seleccionar una temperatura antes del calentamiento, que resultará en una presión un poco menor que la presión deseada después de calentar. Se controla automáticamente que la presión este dentro de  $\pm 100$  PSI sin importar la presión o la temperatura configurada.

En la mayoría de las muestras, la temperatura tiene un efecto mucho mayor en sus propiedades que la presión. Por esta razón, los cambios de presión menores a 1,000 PSIG (6,895 kPa) son raramente útiles. Note que la resolución (el error) de la presión exhibida es de  $\pm 1$  PSIG.

### 1.2.5 Variaciones de Presión y Temperatura

Considere variar sólo la temperatura o sólo la presión entre los puntos informados. Es más fácil reconocer comportamientos inusuales o un mal funcionamiento del equipo cuando se modifica una variable a la vez.

### 1.3 Notas del documento

Los siguientes íconos son utilizados en este manual para distinguir diferentes elementos de texto.

**NOTE**

---

Contiene información adicional para el usuario que no está relacionada con su seguridad.

---

**CAUTION**

---

Describe una práctica o situación que, de ser ignorada, resultara en daños en el equipo o pérdida de información.

---

**WARNING**

---

**Describe una práctica o condición peligrosa que, de no tratarse de manera correcta, puede resultar en daños y heridas personales, con posibilidad de muerte.**

---

## 2 Seguridad

### 2.1 Riesgos de equipo

#### 2.1.1 Mecánico

- El reómetro es rutinariamente sometido a altas temperaturas. Por lo tanto, todos sus accesorios y acoplamientos no deben ser manipulados hasta que la presión haya alcanzado el cero. Este peligro aumenta particularmente cuando se remueven las protecciones.
- La celda y el protector fueron diseñados para garantizar seguridad. De todas maneras, todo equipamiento de alta presión debe ser tratado con gran respeto por el potencial destructivo que posee.



---

La celda es peligrosa cuando se llena con líquidos a base de agua de altas temperaturas. Una falla mayor en la celda de prueba podría resultar en una explosión de la energía contenida. A 30.000 PSIG y 600 °F, las celdas llenas de agua contienen más energía que si fueran llenadas con gas nitrógeno bajo las mismas condiciones. Se debe trabajar con mucho cuidado para asegurar que la celda no sea maltratada.

---



---

De no cumplir las instrucciones y precauciones apropiadamente podría resultar en una falla catastrófica de presión en la integridad del sistema sin previo aviso y como consecuencia llevar a grandes lesiones o MUERTE.

---

- Antes de experimentar un nuevo fluido en la celda de prueba, debe asegurarse de que éste sea compatible con los metales utilizados en su construcción. Los daños causados por corrosión harían la celda insegura.

#### 2.1.2 Temperatura

- El reómetro es rutinariamente sometido a altas temperaturas. El protector cerrado previene el contacto accidental con partes calientes. De todas maneras, si el protector se abre antes de que se enfríe la maquinaria, no queda nada que proteja a la persona de que toque la celda caliente o la placa donde esta colocada. Se recomienda que el protector no sea abierto hasta que la celda no se haya enfriado hasta al menos 100 °F (38 °C) y la presión se reduzca completamente.
- Si el reómetro es despresurizado antes de que la muestra se haya enfriado lo suficiente, existe la posibilidad de que la muestra se vaporice, llevando a posibles lesiones.

- Durante el enfriamiento del agua, se expulsa agua caliente a través de la manguera de la iX77. Los primeros minutos de un enfriamiento de alta temperatura son muy enérgicos, y se expulsará vapor a través del drenaje, salpicando ocasionalmente agua hirviendo. Se debe corroborar que la manguera este asegurada para que nadie sea salpicado.
- La muestra que esta siendo testeada junto con el fluido de presurización utilizado en la bomba pueden ser inflamables. En el caso de una falla en el sellado, estos líquidos inflamables podrían entrar en contacto con una superficie caliente dentro del protector y generar un riesgo de incendio. La ubicación del sistema de muestreo debe ser seleccionado tomando en consideración este riesgo. Debe haber equipos de extinción de fuego apropiados cercanos y los operadores deben ser capacitados para su uso correcto.

### 2.1.3 Eléctrico

- Los cobertores sirven para separar al usuario de una potencial descarga eléctrica, altas presiones, partes en movimiento, altas temperaturas, y otros riesgos. Estos deben estar colocados para el uso común y no deben ser removidas a menos que se realice mantenimiento. Cuando los cobertores son removidos, existen muchos riesgos y debe tomarse extremado cuidado para prevenir lesiones.

## 2.2 Consideraciones Ergonómicas

- Se exige especial atención en la instalación y movimiento de la iX77 debido a su peso (350 libras) y altura..
- Se recomienda la utilización de un banco para facilitar el quitado de la celda.

## 2.3 Consideraciones ambientales

Disponer apropiadamente de los fluidos de presurización y muestras.

### 3 Características y especificaciones

#### 3.1 Mecánico

##### 3.1.1 Especificaciones instrumentales

Especificaciones instrumentales para el rotor R1 estándar, bob B1 y módulo de torsión F1.

Tabla 3-1 Especificaciones instrumentales

Geometría Instrumental	Cilindro coaxial
Velocidad del Rotor, RPM (normal)	1 a 600
Radio del Rotor, cm	1.8415
Radio del cilindro estacionario (bob), cm	1.7245 (B1 Bob)
Altura del bob, cm	3.805 (B1 Bob)
Espacio de corte del anillo, cm	.1168
Constante de torsión del resorte, $K_1$ N-cm/ángulo de desviación	0.00386 (F1 Resorte de torsión)
Constante de superficie del bob, $K_2$ cm <sup>-3</sup>	0.01323 (B1 Bob)
Ritmo constante de corte, $K_3$ sec <sup>-1</sup> por RPM	1.7023
Constante general instrumental, K centipoise- RPM/grado	300
Precisión de corte	± 0.5% F.S
Temperatura máxima, F ° °	600° (316°C)
Temperatura mínima, F ° °	23° (-5°C)
Presión Máxima, PSI, kPa	30,000 (206843 kPa, 2041 atm)
Volumen de la muestra, in <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup>	7.76 in <sup>3</sup> (175 cm <sup>3</sup> ) (nominal)
Potencia	230 V, 60/50 Hz, 1 KVA
Rango de Viscosidad, cP	0-300 @ 300 RPM
Viscosidad mínima, cP	5 @ 600 RPM
Viscosidad máxima, cP	300 @ 300 RPM
<b>Tamaño y peso del instrumento</b>	
Tamaño de la celda de prueba, pulgadas, (cm)	16-1/4 altura, 4-3/4 diametro (41.3 X 12.1 cm)
Peso, libras (kg)	36 (16.4 kg)
iX77 tamaño, pulgadas (cm)	41-1/2H,43-1/2W,24D (105.4x110.5x61cm)
Peso, libras (kg)	350 (159 kg)

##### 3.1.2 Materiales de la celda de prueba

La celda de prueba está conformada por tres partes primarias; la tapa (parte superior), el acople (parte central), y la celda (parte inferior), las tres partes hechas de solución ICONEL 718. Está recocido, endurecido, de 44-46 HRC con un mínimo de 160 KSI de fuerza a ceder. Estas partes no deben ser magnetizadas

para el correcto uso de la placa magnética y el sensor de torque.

El pivote/fuente térmica que está dentro de la celda está hecha de un stock de barras de acero inoxidable 17-4 PH (17 Cr - 4 Ni - 4 Cu) endurecidas H 1150-m. La parte inferior de ella actúa como tapón a presión.

Tres adaptadores se enroscan hacia los puertos de alta presión de la celda de prueba y están hecho de acero inoxidable 17-4 PH. El utilizado en el puerto de la celda de prueba normalmente entraría en contacto con el fluido a temperaturas relativamente bajas.

En una operación normal, solo el acople, pivote/fuente térmica, y celda entran en contacto con el fluido de prueba.

La mayoría de las partes internas de la celda que no están a presión están hechas de acero inoxidable 303.



**NOTE** Los números en corchetes [] se refieren a Drawing: 101511610.PDF.

Las excepciones son:

En la parte inferior de la celda, en contacto normal con la muestra

- Zafiro en V [15]
- Pivote de carburo de tungsteno [13, 30-2]
- Rodamiento angular de contacto de acero [12] (parte desgastada—reemplazar de manera requerida por dos piezas, exterior e interior)
- Buje del rotor de bronce [8] (Parte desgastada reemplazar de manera requerida)
- Cobalto al samario, imán de tierra rara [6]
- 17-4PH Cojinete pivote de acero inoxidable [10] (parte desgastada—reemplazar de manera requerida)
- 17-4PH anillo de soporte de acero inoxidable [43]
- Vara de titanio del bob [17]

En la porción superior de la celda de prueba donde normalmente estas partes están en contacto únicamente con el fluido de presurización:

- Imán de torsión superior Alnico V [34]
- Zafiro en V [15]
- Pivote de carburo de tungsteno [13, 30-2]
- Montado de imán superior de titanio [32] y tope límite [24]
- Resorte de torsión de cobre berilio [30-7] y soporte del resorte del zafiro [35]
- Aluminio – eje de resorte [30-3,-4,-5], abrazadera [31, 30-6], y manga de puesta a cero [37]
- Anillo de soporte de acero inoxidable 17-4PH [42]

## 3.2 Controles

### 3.2.1 Control de temperatura

El calentado de la muestra es producida por una resistencia de calentamiento colocada en la pared de la fuente de calentamiento. El calor es transferido por una fina abertura desde la pared de la fuente hasta la pared de la celda de prueba. El calentador es de 700 watts, 115 VAC con una termocupla incorporada. La unidad opera usando 230VAC; la temperatura del calentador es monitoreada y controlada automáticamente para que no exceda el límite de 750 °F permitiendo el uso seguro del calentador de bajo voltaje.

La temperatura de la muestra es detectada por medio de un termocupla tipo J que está permanentemente montado en el centro de la fuente térmica. Está proyectada hacia arriba desde la parte inferior de la fuente. Va entrado hacia la fuente térmica dentro de la celda de muestra a medida que la celda baja dentro de la fuente de calentamiento. La fuente térmica está localizada en el centro del pivote que sostiene el rotor (cilindro giratorio exterior). Esto lo coloca al lado del centro del fluido de prueba.

Existe un considerable retraso térmico en el sistema. Este retraso es influenciado por las propiedades del fluido de prueba y el ritmo de corte. Normalmente, la muestra es constantemente cortada para ayudar a minimizar este retraso. Esto permite que los canales externos del rotor generen un flujo hacia la pared interior de la celda de muestra. Luego, baja por el deflector, el centro de la pesa(bob)(la parte estacionaria de los cilindros concéntricos), y los orificios cercanos a la parte inferior del rotor. Los orificios lo dirigen de vuelta hacia la pared para lograr una recirculación.

La muestra termocupla tiene múltiples características de seguridad integradas a lo largo de la interfaz del usuario para la detección de múltiples fallas como también un circuito independiente que enciende el motor y apaga el calentador en caso de una falla que no sea detectada por el sistema.

El enfriamiento se logra al inyectar un flujo controlado de agua corriente u otro refrigerante dentro de la abertura entre la celda de muestra y la fuente de calentamiento. El vapor y agua es ventilado por un desagüe en la parte inferior central de la fuente de calentamiento. La parte superior de la abertura esta ligeramente sellada por un o-ring que esta retenido en la celda de prueba y que sella hasta la parte superior de la fuente de calentamiento. El mismo sistema de control es utilizado tanto para calentamiento como para enfriamiento. El enfriamiento es activado automáticamente cuando se alcanza a una temperatura baja determinada o se finaliza la muestra. El software automáticamente encendera el enfriamiento por aire o agua, dependiendo de los valores previamente programados. La función del enfriado esta

principalmente destinado para enfriar rápidamente la celda luego de finalizar una muestra, pero también puede ser utilizada para una temperatura set point baja. Temperaturas por debajo de la temperatura ambiente pueden ser alcanzadas al conectar un refrigerador externo. El software controlará automáticamente el refrigerador, permitiendo una automática integración de enfriamiento y calentado en la secuencia de prueba.

### 3.2.2 Control de la Tensión de Corte

El rotor es magnéticamente impulsado a través de la pared de la celda de muestra. Un fuerte imán permanente de cobalto de samario está adjunto a la parte inferior del rotor. Es magnéticamente fijado a un imán cilíndrico permanente, que gira con un envase aislante, alrededor de los calentadores de la fuente. El envase aislante es impulsado a través de una casilla estándar de ángulo recto de 10:1 con un servomotor sin escobillas de impulso integrado. La velocidad del motor es detectada internamente y reportado a los sistemas de control. La velocidad de respuesta del sistema es relativamente rápida. La regulación de velocidad es de  $\pm .5$  revoluciones por minuto.

Cualquier velocidad del rotor entre 1 and 600 RPM es disponible, incluidas las estándar 600, 300, 200, 100, 6 and 3 RPM, que son equivalentes a 1021, 511, 340, 172, 10.2 y 5.1 ( $S^{-1}$ ).

### 3.2.3 Medición y control de presión

La presurización de la muestra se logra por una bomba piston Maxpro Technologies Maximator controlada por una válvula de aire con una relación de presión 1:440 de la entrada de aire a la salida hidráulica. La presión de aire de esta bomba es controlada por una válvula SMC electro-neumática proporcional para alcanzar la presión deseada con un mínimo fallo. La presión es luego controlada de manera precisa por una Tescom Smart Controller ER3000 junto con una válvula contrapresión (back pressure) de 30,000 PSI y un transductor de presión Tescom. La válvula Air-Op es protegida de sólidos durante la secuencia de control de presión con un filtro de 30,000 PSI con cartucho reemplazable.

La descarga de presión se hace principalmente por una válvula de vástago no rotatorio de alta presión operada por aire que se opera como una válvula de descargo al final de la prueba y activado a través de una valvular solenoide. La válvula de aire y la válvula de descarga, que son controladas por aire, están protegidas con válvulas de control para que no se pierda presión por alguna posible desconexión de energía o pérdida de aire. Se provee con una válvula manual de alta presión y se usa principalmente para purgar el sistema en caso de una pérdida de presión ocurre mientras se está calentando para eliminar algún barro completo del sistema sin generar daños en el sistema de control de válvulas.

La valvula manual puede ser utilizada también si los otros sistemas fallaran al intentar remover la presión del sistema. Un disco de ruptura nominal de 35,000 PSIG reemplazable provee seguridad adicional. Todos los fluidos de presurización son devueltos a las botellas de desecho.

Las medidas de presión se hacen mediante el uso de un calibrador de presión que es continuamente monitoreado por el Smart Controller y luego enviado a un módulo I/O para que sea procesado por el programa y expuesto en la computadora. Las lecturas de presión son comparadas con ambos set points (valores buscados) y los límites absolutos de seguridad. Cuando la presión es de  $\pm 100$  PSIG, el sistema de presión decide si aumentar o disminuir la presión.

Los fluidos pressurizadores utilizados deben ser compatibles con el acero inoxidable 303. Consulte un libro de ingeniería o al fabricante del fluido para verificar la compatibilidad de algún fluido específico. Cualquier fluido utilizado debe estar libre de sólidos suspendidos. Cualquiera de los siguientes fluidos hidráulicos pueden ser utilizados:

1. Agua
2. Aceite soluble; una emulsión de aceite en agua
3. Petróleo (aceites hidráulicos)
4. Emulsiones; agua en aceite
5. Agua-glicol
6. Polyglicoles

### **3.3 Software**

#### **3.3.1 Funcionamiento general**

El software versión 1.1 del reómetro iX77 corre en el sistema operativo de Windows XP Professional, y fue desarrollado usando National Instruments LabVIEW. Los componentes del sistema de control de hardware están disponibles.

El reómetro controla y toma datos de la temperatura, presión, y velocidad del rotor. Deriva todas las medidas del fluido desde el ángulo interno de rotación del bob, reportado por el magnetómetro y calibrado usando un fluido estándar. Hay dos tipos de recolección de datos, manual y automático. En el modo manual, el usuario enciende la recolección de datos desde la pantalla y provee los set points (valores buscados) necesarios. En el modo automático, se genera un perfil de prueba mediante una lista de presiones y temperaturas o de un archivo determinado. El generado del perfil automático se basa en una planilla instalada por el usuario. En adición a las funciones de prueba, el software provee, para la calibración, una opción de configuración que le permite al reómetro iX77 ser usado para una gran variedad de pruebas.

Los valores de tensión de corte son calculados a base de una tabla desarrollada durante la calibración. El archivo de calibración se carga en el encendido y evaluado para ver la existencia de histéresis. Histéresis excesiva indica un posible problema mecánico, y un cuadro de diálogo se presenta cuando es detectado.

El software puede correr en modo “Simulación” con la finalidad de entrenamiento y soporte técnico. En este modo, el software pretende estar trabajando con un reómetro iX77 en completo funcionamiento. Este modo se usa únicamente para entrenamiento y soporte técnico, y los resultados generados no deberían ser tomados en cuenta.

Si el sistema se enciende y detecta que está bajo presión (por ejemplo, después de una pérdida de energía), utilizará la presión detectada como la presión de set point manual. Esto se hace para evitar una despresurización repentina. El set point de temperature siempre es cero durante el encendido.

Se realizó una abastecimiento para controlar un refrigerador externo al conectarlo por medio de un cable en serie al refrigerador. Los parámetros operacionales para utilizar el refrigerador son configurados por el instalador.

Refrigerador opcional:

- 204160 115 VAC 60 Hz
- 381464 230 VAC 50 Hz

3.3.2 Requerimientos de la computadora (internos; suministrados en la unidad)

Tabla 3-2

**Requerimientos de la computadora**

Requerimiento	Tipo
Procesador	P4 o equivalente
Memoria	512 MB (1 GB o más recomendada)
Disco duro	20 GB (Es recomendado uno más grande)
Sistema operative	Windows XP Professional®
Otros	Ranura disponible para Full height PCI 3 puertos USB 2.0 disponibles

3.3.3 Requerimientos del usuario

Se asume que el usuario tiene un excelente conocimiento de la computadora personal y el sistema operativo de Windows. También se asume que el usuario es un técnico de laboratorio entrenado con experiencia en fluidos de prueba de perforación. Específicamente, se espera que el usuario sea capaz de:

1. Preparar una muestra y preparar mecánicamente el reómetro iX77 para la prueba
2. Encender un programa desde el icono en pantalla
3. Enviar y recibir email
4. Localizar y copiar archivos en la computadora
5. Utilizar hojas de cálculo u otro programa para poder crear reportes de calidad con la información recolectada
6. Realizar otras tareas básicas de Windows (minimizar, maximizar, etc.)

### 3.3.4 Requerimientos del instalador

Estos requerimientos son necesarios a la hora de la fabricación o de la reinstalación debido al reemplazo de un hardware. Se asume que la persona instalando el hardware DAQ y el software tiene las habilidades de un técnico en computadoras. Específicamente, se espera que el instalador sea capaz de:

1. Cumplir los requerimientos de usuario detallados previamente
2. Instalar dispositivos USB DAQ
3. Instalar software driver
4. Instalar aplicaciones de software
5. Editar archivos INI para modificar la configuración del programa

### 3.3.5 Entrando al modo técnico

3.3.5.1 Clickear el botón de **Enter Technician Mode** en la pestaña **Calibration**.

3.3.5.2 Escribir la contraseña (asignada por el instalador).



**Figura 3-1 Introducir contraseña**

3.3.5.3 Para salir del modo técnico, clickear en el botón **Leave Technician Mode** en la pestaña de **Status** o simplemente esperar hasta que el tiempo predeterminado expire. Este tiempo es de 60 segundos por defecto, pero puede ser cambiado por el instalador.

3.3.6 Funciones adicionales en pestaña de Status

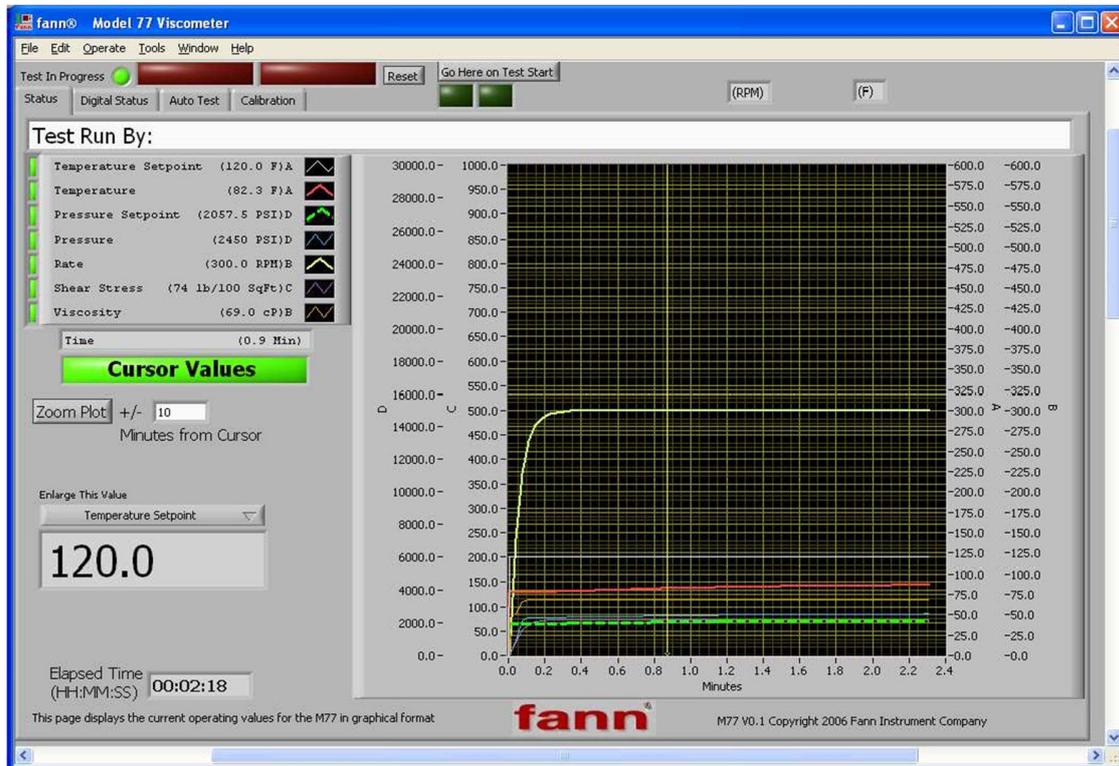


Figura 3-2 Valores del cursor

La pestaña de Status presenta las siguientes herramientas:

**Cursor**

- El cursor estará a la izquierda del gráfico principal en el encendido, pero puede ser arrastrado a cualquier posición.
- Arrastrar el cursor hará que se enuncien los valores y exhibirá esos valores en el cuadro que se encuentra al lado del gráfico.

**Zoom Plot (Zoom del gráfico)**

- Clickeando este botón exhibirá el gráfico agrandado en la region alrededor del cursor  $\pm$  el número de minutos elegido en el recuadro de **Minutes from Cursor**.

**Clear Plot (Limpieza del gráfico)**

- Este botón está oculto durante el recolectado de información.
- Se utiliza para eliminar los datos del gráfico en el area seleccionada.

**Enlarge this value (Ampliar este valor)**

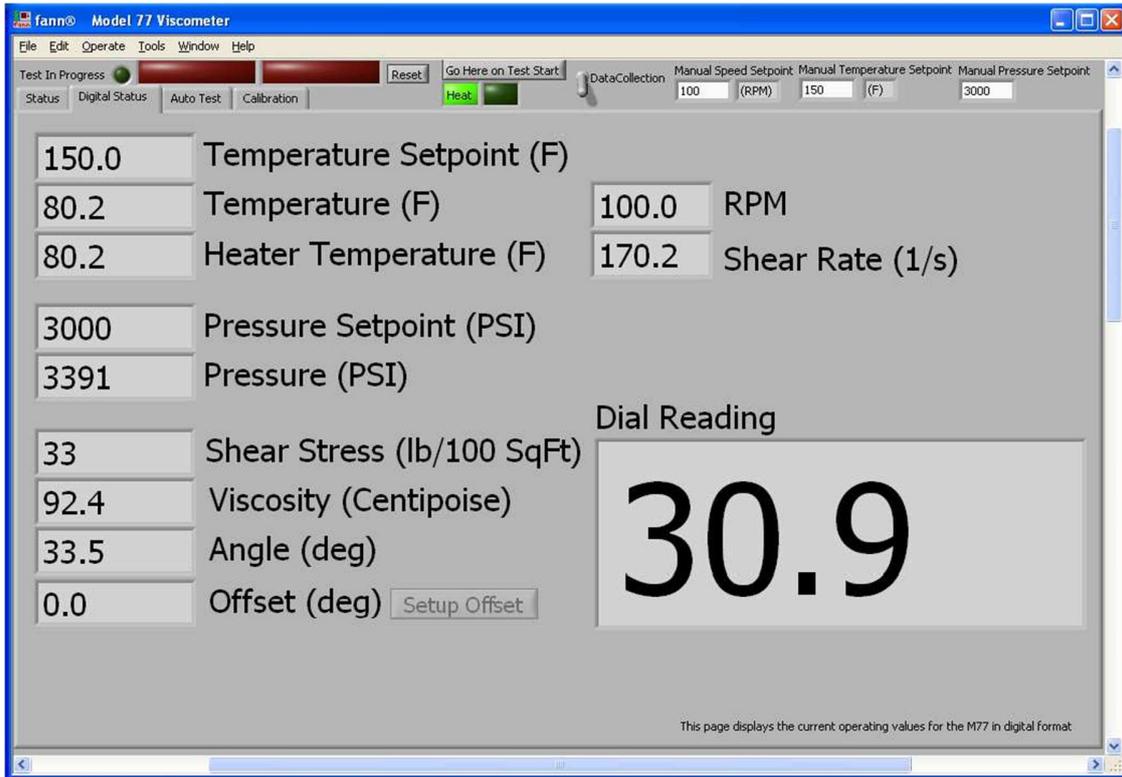
- Este botón despliega una lista que permite al usuario elegir uno de los valores de la lista y exhibirlo en una

fuentes agrandadas.

- Esto tiene el propósito de permitir al usuario ver los valores en pantalla desde la distancia.

### 3.3.7 Información en la pestaña de Digital Status

La pestaña **Digital Status** es proporcionada para aquellos usuarios que prefieran la exhibición de datos numéricos en vez de los gráficos.



**Figura 3-3 Pestaña Digital Status**

#### **Temperature Setpoint** (Temperatura deseada)

- Esta es la temperatura que el sistema esta tratando de alcanzar.

#### **Temperature** (Temperatura)

- Esta es la temperatura actual de la muestra termocupla.

#### **Heater Temperature** (Temperatura del calentador)

- Esta es la temperatura actual interna del calentador.
- Es utilizada únicamente para el diagnóstico y ajuste del sistema; no indica la temperatura de la muestra.

#### **Pressure Setpoint** (Presión deseada)

- Esta es la presión que el sistema esta tratando de alcanzar.

**Pressure (Presión)**

- Esta es la presión actual de la muestra.

**Shear Stress (Tensión de corte)**

- Es la tensión de corte actual medida y calculada por el sistema.

**Viscosity (Viscosidad)**

- Es la actual viscosidad medida y calculada por el sistema.

**Angle (Ángulo)**

- Es el actual ángulo de rotación del bob desde la posición Mechanical Zero.
- Este ángulo es utilizado en conjunción con la tabla de calibración para calcular la tensión de corte, viscosidad, y los valores exhibidos.

**Offset (Setup Offset) (Compensaciones)**

- Esto es usado para tener en cuenta variaciones mínimas en el armado mecánico y permite pequeños ajustes temporales del punto cero.

**RPM**

- Es la velocidad rotacional actual del rotor.

**Shear Rate (Ritmo de corte)**

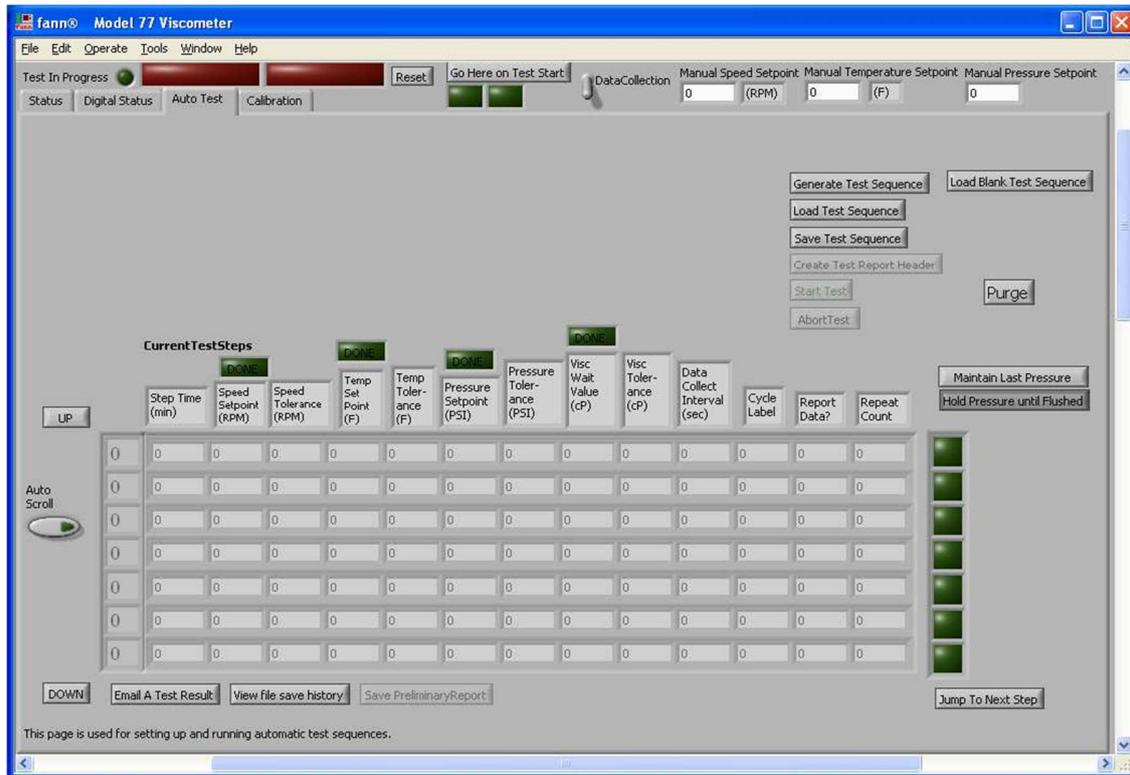
- Es el ritmo de corte calculado por medio de la geometría mecánica del reómetro iX77 usando la RPM.

**Dial Reading (Valor exhibido)**

- Es el valor equivalente que se leería en un reómetro FANN® Modelo 35 bajo las condiciones actuales.

**3.3.8 Opciones en la pestaña de Auto Test**

Existen funciones adicionales presentes en la pestaña de **Auto Test** que no fueron cubiertas en la descripción del recorrido automático de la prueba.



**Figura 3-4 Opciones de la pestaña Auto Test**

**Load Blank Test Sequence** (Cargar secuencia de prueba en blanco)

- Esta función es utilizada para borrar los pasos actuales de la prueba.

**Purge** (Purgar)

- Inicia un ciclo de purga que ayuda a purgar el aire del compartimiento de prueba antes de la presurización.
- No es requerido para una operación rutinaria.

**Up/Down** (Arriba/abajo)

- Estos botones permiten el desplazamiento para visualizar todos los pasos en una secuencia.
- Si el deslizamiento automático (Auto Scroll) está prendido y la prueba avanza a un paso nuevo, ese paso será ubicado en la parte superior del área de visualización.

**Auto Scroll** (deslizamiento automático)

- Se utiliza para determinar si la exhibición de la muestra está sincronizada al paso actual de la muestra.
- El deslizamiento automático se apaga cuando Edit Lock (bloquear editado) se apaga.

**Edit lock** (bloquear editado)

- Se utiliza para prevenir cambios accidentales en los pasos de la muestra que se está llevado a cabo.
- Puede ser apagado para editar pasos de la muestra cuando la prueba está ocurriendo.
- Editar una prueba que se está llevando a cabo sólo es efectivo para pasos que todavía no han ocurrido.

**Email a Test Result** (enviar por email un resultado de prueba)

- Este permite al usuario seleccionar un archivo de la computadora y enviarla a una dirección email específica.

**View File Save History** (Ver historial de archivos guardados)

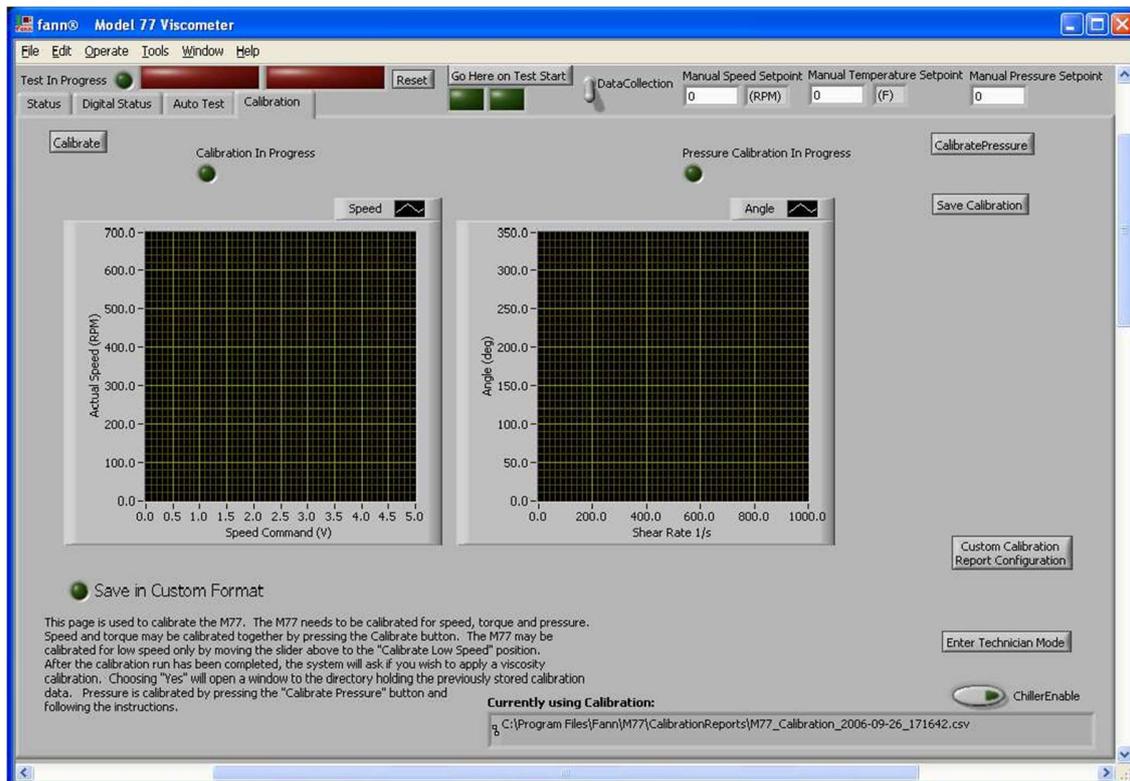
- Esta opción permite al usuario ver los últimos cien archivos guardados por el software.

**Save Preliminar Report** (Guardar reporte preliminar)

- Permite al usuario generar un reporte temporal antes de que la prueba sea completada.

3.3.9 Opciones en la pestaña Calibration

Estas son opciones disponibles en la pestaña **Calibration** que no fueron descritas en la calibración previa.



**Figura 3-5 Opciones en la pestaña Calibration**

**Custom Calibration Report Configuration**

(Configuración de reporte de calibración personalizado)

- Permite al usuario especificar un formato alternativo para el reporte de calibración.
- Si Save Custom Format (guardar en el formato personalizado) se enciende, esto produce un segundo reporte de calibración personalizado para poder importar legacy programs (programas heredados) para analizar.

**Save in Custom Format** (guardar en formato personalizado)

- Esto le indica al sistema que guarde una segunda copia del reporte de calibración en un formato personalizado.

**Chiller Enable** (habilitar refrigerador)

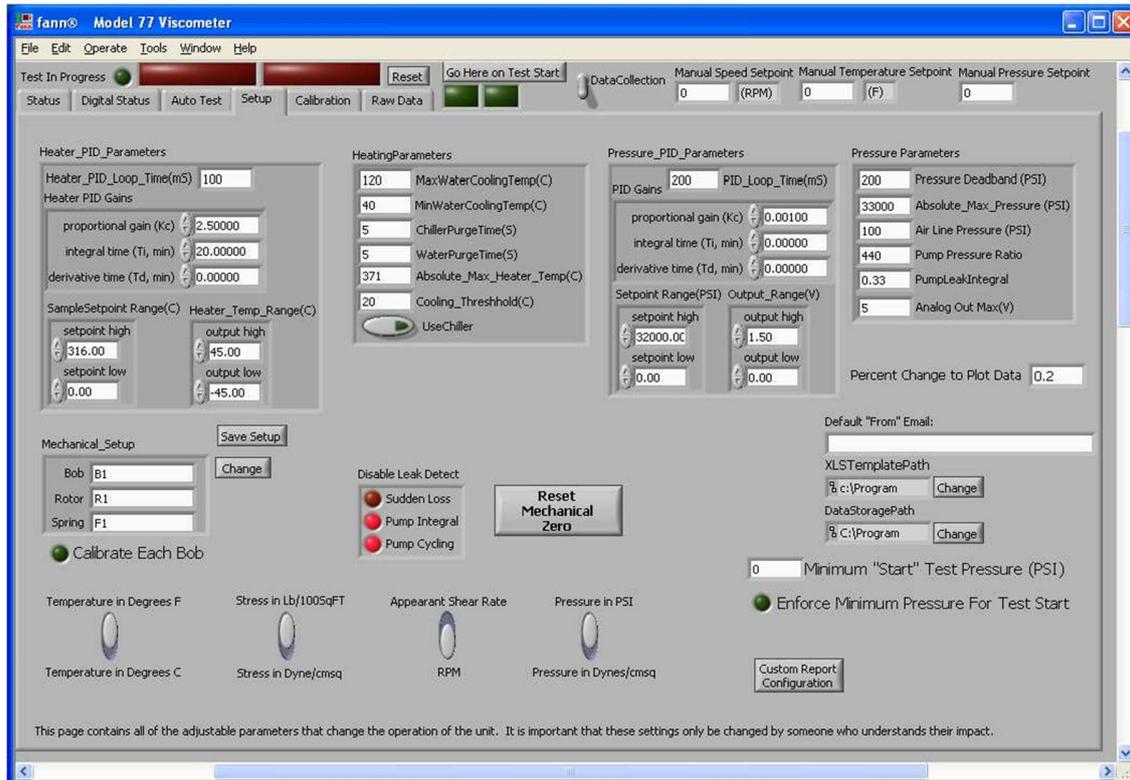
- Si está encendido, le indica al sistema que use un refrigerador externo para enfriar el sistema para poder alcanzar la temperatura deseada.

**Currently using Calibration** (calibración actual):

- Este es el nombre completo del archivo de calibración que está siendo usado actualmente.
- Si se está usando el nombre por defecto, se incluirá la fecha y hora de la calibración.

### 3.3.10 La pestaña Setup (Modo Técnico)

Esta pestaña permite acceso a los parámetros que ajustan el funcionamiento del reómetro iX77. Es de seguridad vital y correcto funcionamiento que estos parámetros sólo sean cambiados por un técnico experimentando. Si usted no está absolutamente seguro que debes cambiar alguno de estos parametros, no lo haga.



**Figura 3-6 Pestaña Setup**

3.3.11 Información en la pestaña Raw Data (datos sin procesar) (Modo técnico)

Esta pestaña muestra información que le será de ayuda al instalador o al técnico resolviendo algún problema en el reómetro iX77. No debería ser necesitada para una operación rutinaria.

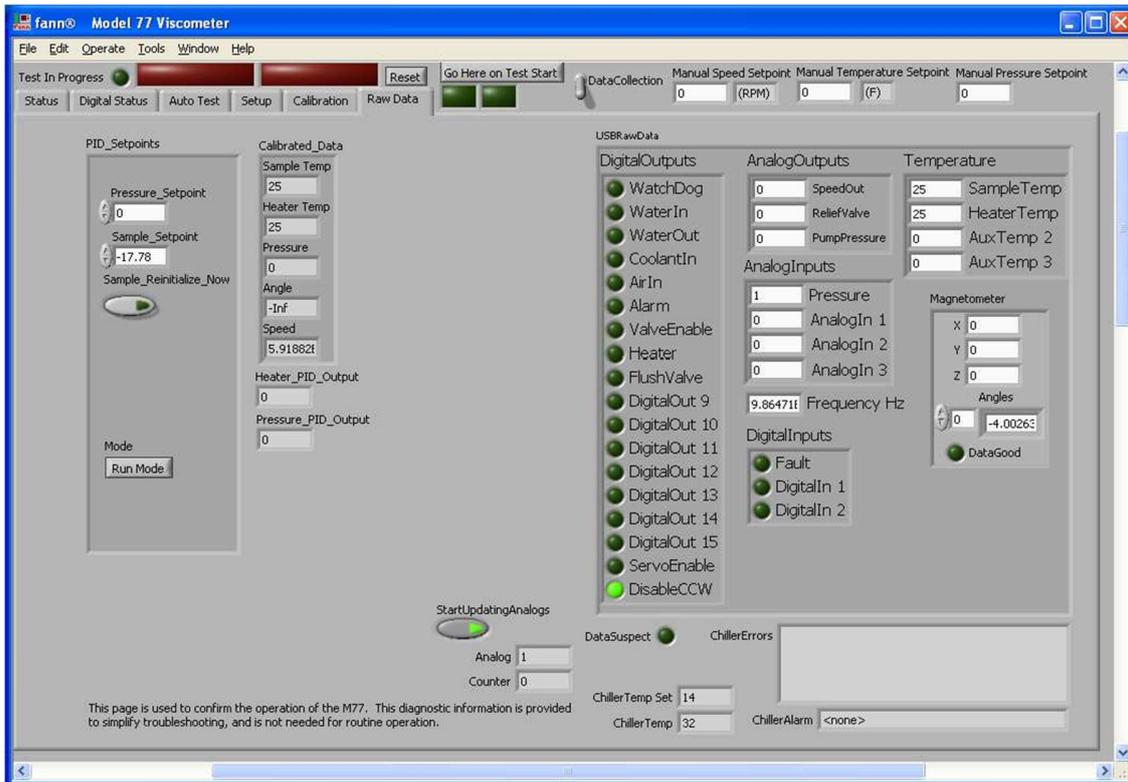


Figura 3-7 Pestaña Raw Data

3.3.12 Recursos de programa del reómetro iX77

El software utiliza varios recursos mientras está en funcionamiento. Son de particular interés los archivos usados para guardar parámetros operacionales varios, perfiles de prueba, e información reportada.

Estos archivos están organizados en la carpeta de directorios **Program Files\Fann\...** (donde el directorio **Program Files** de Windows es, por ejemplo, “C:\Program Files\”).

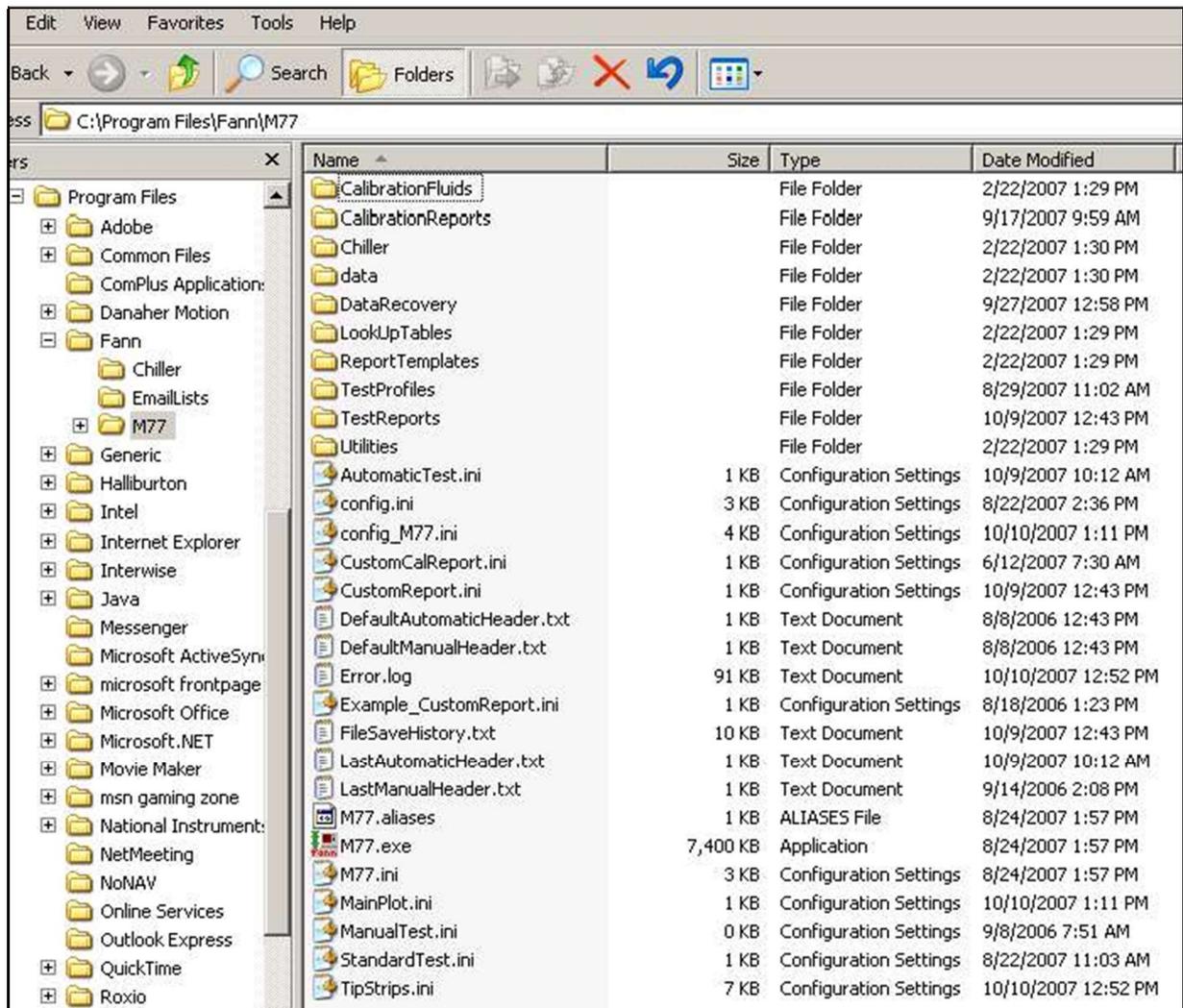


Figura 3-8 Estructura del Directory

3.3.12.1 Archivos localizados en C:\Program Files\Fann>EmailLists\  
**Email.ini**

- Este archivo contiene toda la información predeterminada para las notificaciones automáticas y manuales de email. Este archivo debe ser editado por el instalador para habilitar las funciones de email.

#### 3.3.12.2 Carpetas localizadas en C:\Program Files\Fann\M77\

##### **CalibrationFluids\** (Fluidos de calibración)

- Esta carpeta contiene todos los archivos de datos de los fluidos de calibración.
- Los archivos de fluidos de calibración pueden ser agregados por medio de una descarga o creándolos.

##### **CalibrationReports\** (Reportes de calibración)

- Esta carpeta es la ubicación por defecto de todos los reportes de calibración.
- El sistema crea estos reportes para vos.
- Debe haber por lo menos un archivo dentro de esta carpeta para que el sistema lo utilice como tabla de búsqueda.

##### **Chiller\**

- Esta carpeta contiene todos los archivos de configuración para el chiller(refrigerador) (config.ini.).

##### **Data\**

- Esta carpeta es usada exclusivamente por el programa.
- No debe realizarse ningún tipo de cambio de manera manual a esta carpeta.

**DataRecovery\** (Recuperación de datos)

- Esta carpeta se utiliza para guardar datos durante el recorrido de una muestra.
- En caso de pérdida de energía durante el recorrido de una muestra, el sistema guardará un archivo en esta carpeta cuando se encienda.
- De ser necesario, este archivo puede ser utilizado para reconstruir un reporte de prueba manualmente.

**LookUpTables\** (Tabla de búsqueda)

- Esta carpeta guarda las posibles tabla de búsqueda para el sistema de control.
- Estos archivos deben ser únicamente editados por un técnico o instalador.

**ReportTemplates\** (Plantilla de reportes)

- Esta carpeta contiene las plantillas de reportes usado para generar hoojas de cálculo de Excel.
- El archivo Basic.xlt puede ser reemplazado por uno que haya sido optimizado para producir un reporte de laboratorio específico.
- Esta función requiere de una alto nivel de experiencia para crear hojas de calculo de Excel, y es por esto que es realizado típicamente por un técnico de fábrica.

**TestProfiles\** (Perfiles de prueba)

- Esta capeta contiene las secuencias de prueba guardadas para realizar pruebas estándar.
- Estos archivos pueden ser editados por un técnico avanzado si llegara el caso.

**TestReports\** (Reporte de pruebas)

- Esta carpeta contiene los reportes de prueba generados por el sistema.

3.3.12.3 Archivos individuales localizados en C:\Program Files\Fann \M77\

---

**AutomaticTest.ini**

- Este archive retiene la configuración utilizada para reporter pruebas automáticas.
- No debería requerir editado manual.

**Config.ini**

- Este archivo contiene la información dimensional del rotor, bob, y resorte usado en el reómetro iX77.
  - No debería requerir editado manual.
-

**Config\_M77.ini**

- Este archivo contiene la información y configuración operacional para el reómetro iX77.
- El sistema generalmente mantendrá este archivo.
- Existen determinadas circunstancias en donde un técnico entrenado o instalador podría necesitar editar este archivo.

**CustomCalReport.ini**

- Este archivo contiene la información usada por el sistema para crear un reporte de calibración personalizado.
- Este archivo puede ser generado por el sistema o compartido entre laboratorio para asegurar un reporte uniforme.

**CustomReport.ini**

- Este archivo contiene la información usada por el sistema para crear un reporte personalizado.
- Este archivo puede ser generado por el sistema o compartido entre laboratorio para asegurar un reporte uniforme.

**DefaultAutomaticHeader.txt**

- Este archivo contiene el texto que se usa como encabezado de un reporte de prueba cuando **Remember Last Header** (recordar encabezado anterior) no esta seleccionado.
- Este puede ser editado com ousted desee (utilice Notepad/Bloc de notas para editar).

**DefaultManualHeader.txt**

- Este archivo contiene el texto que se usa como encabezado de un reporte de prueba cuando **Remember Last Header** (recordar encabezado anterior) no esta seleccionado.
- Este puede ser editado com ousted desee (utilice Notepad/Bloc de notas para editar).

**Error.log**

- Este archivo contiene un registro de los errores detectados por el sistema.
- El archivo será recreado si se elimina.
- El último error será el primero del registro en el archivo.

**FileSaveHistory.txt**

- Este archivo contiene una lista de los archivos que fueron creados por el software.
- El archivo será recreado si se elimina.
- El último archivo será el primero de la lista en el archivo.

**LastAutomaticHeader.txt**

- Este archivo contiene el texto que se usa como encabezado de un reporte de prueba cuando **Remember Last Header** (recordar encabezado anterior) esta seleccionado.
- Este puede ser editado com ousted desee (utilice Notepad/Bloc de notas para editar).

**LastManualHeader.txt**

- Este archivo contiene el texto que se usa como encabezado de un reporte de prueba cuando **Remember Last Header** (recordar encabezado anterior) no esta seleccionado.
- Este puede ser editado como usted desee (utilice Notepad/Bloc de notas para editar).

**M77.ini**

- Este es un archivo de sistema que nunca debería ser editado

**MainPlot.ini**

- Este archivo guarda la configuración para el gráfico principal.
- No puede ser editado por el usuario.

**ManualTest.ini**

- Este archivo retiene la configuracion para el reporte de pruebas automáticas.
- No debería requerir editado manual.

**StandardTest.ini**

- Este archivo contiene información que determina cómo una secuencia de prueba automática es generada.
- Puede ser editada únicamente por un técnico experimentado o el instalador.
- Si este archivo no es encontrado por el software mientras ocurre el generado de la prueba, un cuadro de diálogo aparecerá que permite acceso a la ventana de configuración.

**TipStrips.ini**

- Este archivo contiene el texto **Tip Strip** (línea

de ayuda o pista) cuando el mouse se mantiene sobre un control en el panel frontal del software.

- Este archivo puede ser editado por un técnico avanzado para permitir la personalización de la ayuda para una maquina o laboratorio en específico.
- Si este archivo se elimina, será recreado con los valores elegidos por defecto.

### 3.3.13 Glosario del Setup

#### 3.3.13.1 Heater\_PID\_Parameters (Parámetros del calentador)

Estos parámetros impactan directamente el desempeño del calentador. Estos no deberían requerir de un ajuste. Si un cambio en el sistema requiere que estos valores sean modificados, deberían ser cambiados por un técnico experimentado.

#### 3.3.13.2 Pressure\_PID\_Parameters (Parámetros de presión)

Estos parámetros impactan directamente el desempeño del presurizador. Estos no deberían requerir de un ajuste. Si un cambio en el sistema requiere que estos valores sean modificados, deberían ser cambiados por un técnico experimentado.

#### 3.3.13.3 HeatingParameters (Parámetros de temperature)

Estos valores le indican al reómetro a qué temperature iniciar y frenar el enfriado y si esta presente o no un refrigerador. Puede ser necesario de vez en cuando que un técnico experimentado o un instalador ajuste estos parámetros.

- **MaxWaterCoolingTemp(°C)** Esta es la máxima temperatura a la que el refrigerante de agua será utilizado. Si el sistema requiere un enfriado por encima de esta temperature, utilizará aire. Un técnico experimentado puede ajustar estos parámetros para lograr máximo un desempeño del refirgerador.
- **MinWaterCoolingTemp(°C)** Esta es la mínima temperatura a la que el refrigerante de agua será utilizado. Si el sistema requiere un enfriado por debajo de esta temperature, utilizará el refrigerador (si esta disponible y habilitado). Un técnico experimentado puede ajustar estos parámetros para lograr máximo un desempeño del refirgerador.

- **ChillerPurgeTime(s)** Esta es la cantidad de segundos que el sistema soplará aire luego de usar el refrigerador para asegurar de que el refrigerante haya sido removido hacia el refrigerador luego de su uso.
- **WaterPurgeTime(s)** Esta es la cantidad de segundos que el sistema utilizará aire luego de usar agua para el enfriado para asegurarse que el agua haya sido removida por el desagüe luego de su uso.
- **Absolute\_Max\_Heater\_Temp(°C)** Esta es la máxima temperatura que permite el sistema que alcance el calentador. Tenga en cuenta que esta no es la temperatura de la muestra. Esto no debe ser ajustado al menos que el calentador haya sido reemplazado por otro que tenga una temperatura máxima diferente.
- **Cooling Threshold(C)** Esta es la cantidad de grados sobre la cual la muestra debe estar antes de que se use el refrigerante. Un técnico experimentado puede ajustar este parámetro para lograr máxima eficiencia del refrigerador.
- **UseChiller** Esto le indica al programa si hay un Chiller presente.

#### 3.3.13.4 Parámetros de presión

Estos valores le dicen al reómetro cómo utilizar el sistema de bombeo y alivio para regular la presión. Puede ser necesario de vez en cuando un técnico o instalador que ajuste alguno de estos parámetros.

- **Pressure Deadband (PSI)** Indica cuantos PSI el regulador será puesto por encima del punto de bombeo. Este puede ser ajustado, pero podría causar una eficiencia errática si este es muy alto o muy bajo.
- **Absolute\_Max\_Pressure (PSI)** Es el mayor valor que el sistema dejará que la válvula de desahogo esté establecida. La única razón por la cual este valor debería modificarse, es por un cambio de hardware.
- **Air Line Pressure (PSI)** Presión actual del aire suministrado a la máquina. Es utilizado para escalar el valor de bombeo de salida. Este valor debería ser configurado por el instalador.
- **Pump Pressure Ratio** Es la relación

entrada/salida de presión en la bomba de alta presión. Es utilizado para escalar el valor de salida. La única razón por la cual debería modificarse este valor, es para un cambio de hardware.

- **PumpLeakIntegral** Es el número que representa cuanto bombeo es permitido antes de que el **Pump Integral** (Bombeo integral) detecte una pérdida. Ajustar este parámetro afecta la detección de pérdidas si el **Pump Integral** no fue deshabilitado.
- **Analog Out Max(V)** Es el máximo voltaje de salida del regulador de presión. Es utilizado para modificar la escala del valor de salida. La única razón por la cual este valor debería ser modificado, es por un cambio de hardware.

#### 3.3.13.5 Percent Change to Plot Data (cambio porcentual antes de grabar información)

Este software espera hasta que una medida o parámetro impuesto (mostrado en el gráfico principal) haya cambiado por al menos esta cantidad antes de grabar la información. Si este valor es muy bajo, el funcionamiento del software se verá afectado debido a un veloz grabado de información. Si este valor es muy alto, el gráfico será irregular.

#### 3.3.13.6 Save Setup (Grabar)

Asegura que cualquier cambio se grabe inmediatamente en el archivo INI apropiado.

#### 3.3.13.7 Mechanical\_Setup (Configuración mecánica)

Permite al usuario configurar el reómetro con bobs, rotors y resortes opcionales o personalizados.

#### 3.3.13.8 Calibrate Each Bob (Calibrar cada bob)

Permite una calibración de torque por separado separado para cada bob utilizado.

#### 3.3.13.9 Disable Leak Detect (Inhabilitar detector de pérdidas)

Existen tres niveles de detección de pérdidas disponibles. Todas ellas tienen como fin prevenir el sistema de continuar con un calentado y bombeo del fluido cuando el sistema presenta síntomas de pérdidas. Cualquiera o todas ellas pueden ser deshabilitadas haciendo click en la luz LED al lado de la descripción. En general, el **Sudden Loss** (pérdida repentina) no debería ser deshabilitado. El **Pump Integral** (bombeo completo) y el **Pump Cycling**

(ciclo bomba) son más sensibles, y podrían generar detecciones de pérdidas falsas. Estas pueden ser deshabilitadas al menos que el reómetro se encuentre en un ambiente sensible a pérdidas.

#### 3.3.13.10 Reset Mechanical Zero (Reiniciar cero)

Esto es utilizado en la configuración inicial y luego de un cambio mecánico en el reómetro. Debería ser únicamente usado cuando la celda sea ensamblada para ese propósito.

#### 3.3.13.11 Default “From” Email (Valor por defecto “From” del Email)

Esta es la dirección de email desde el cual cualquier email de actualización aparecerá como enviado. No necesariamente tiene que ser una dirección real.

#### 3.3.13.12 XLSTemplatePath

Esto le permite al sistema que se configure con una ubicación personalizada para el reporte de plantillas. Esta puede ser una ubicación de red, la cual podría permitir que una plantilla maestra sea guardada en una única ubicación y utilizada en varios reómetros.

#### 3.3.13.13 DataStoragePath

Esto le permite al sistema que se configure con una ubicación personalizada para el reporte de pruebas. Esta puede ser una ubicación de red, lo cual permitiría que todos los reportes de varios reómetros sean guardados en un único lugar.

#### 3.3.13.14 Minimum “Start” Test Pressure (Presión mínima de inicio de prueba)

Este valor es utilizado para prevenir agua hirviendo en el sistema debido a presión insuficiente. Si **Enforce Minimum Pressure** (ejecutar presión mínima) está seleccionando, el sistema intentará prevenir el hervido antes de que el valor determinado de presión sea alcanzado.

#### 3.3.13.15 Enforce Minimum Pressure (ejecutar presión mínima)

Si esta luz LED está encendida, el sistema usará la presión de Presión Mínima de inicio de prueba como presión mínima para evitar agua hirviendo en el sistema.

#### 3.3.13.16 Custom Report Configuration (Configuración personalizada de reporte)

Clickeando este botón permite al reporte generado que sea personalizado para que soporte una gran variedad de formatos de prueba.

### 3.3.14 Manual Test Profile Creation (Creación de Perfil de Prueba Manual)

#### 3.3.14.1 Cómo funciona un perfil de prueba

Un archivo de prueba consiste en una serie de pasos que son ejecutados de manera secuencial. El programa permanecerá en el paso actual hasta que todos los criterios de “Wait (espere)” sean cumplidos. Los criterios de “Wait” son:

- Tiempo (Tiempo MÍNIMO para el paso)
- Velocidad (set point  $\pm$  la tolerancia)
- Temperatura (set point  $\pm$  la tolerancia)
- Presión (set point  $\pm$  la tolerancia)
- Viscosidad (set point  $\pm$  la tolerancia)

Las luces LED encima de Time, Temperature, Pressure y Viscosity (Tiempo, temperatura, presión y viscosidad) indican si el sistema está o no esperando a que el parámetro se complete en el paso actual.

El orden para un paso sea completado, el tiempo tiene que expirar, Y la velocidad, temperatura, presión Y viscosidad deben estar en el set point especificado (todos al mismo tiempo).

Si la tolerancia es puesta en cero, el programa entonces no esperará a ese parámetro.

Si un paso tiene **Repeat Count** (repetir), entonces TODAS LAS SECUENCIAS de pasos que le siguen tendrán la misma **Cycle Label** (etiqueta de ciclo) que será repetida hasta que el valor de Repeat Count sea alcanzado. Los pasos serán ejecutados al menos una vez incluso aunque el **Repeat Count** este puesto en cero.

Si y solo si **Report Data?** (Reportar información?) está puesta en uno, la información recolectada en el paso será incluida en el reporte preformateado (Ley newtoniana o de poder). Toda la información es incluida en la salida de Raw Data (datos sin procesar).

Los intervalos de recolección de datos en segundos puede ser puesta para cada paso. Cualquier valor puesto igual o menor a 0.1 segundos dará como resultado la recolección de datos cada 0.1 segundos. Si no desea recolectar ningún dato, ponga este valor por encima de la duración del paso. Tenga en cuenta que el ritmo de recolección de datos no determina el ritmo de actualización de pantalla.

Tenga en cuenta que cualquier paso puede ser editado mientras la prueba esté en progreso. Los cambios tienen

efecto la próxima vez que un paso es ejecutado. Esto significa que un cambio en el paso actual o anterior sólo tendrá efecto si el paso es repetido (utilizando el **Repeat Count**) o si la prueba se realiza nuevamente.

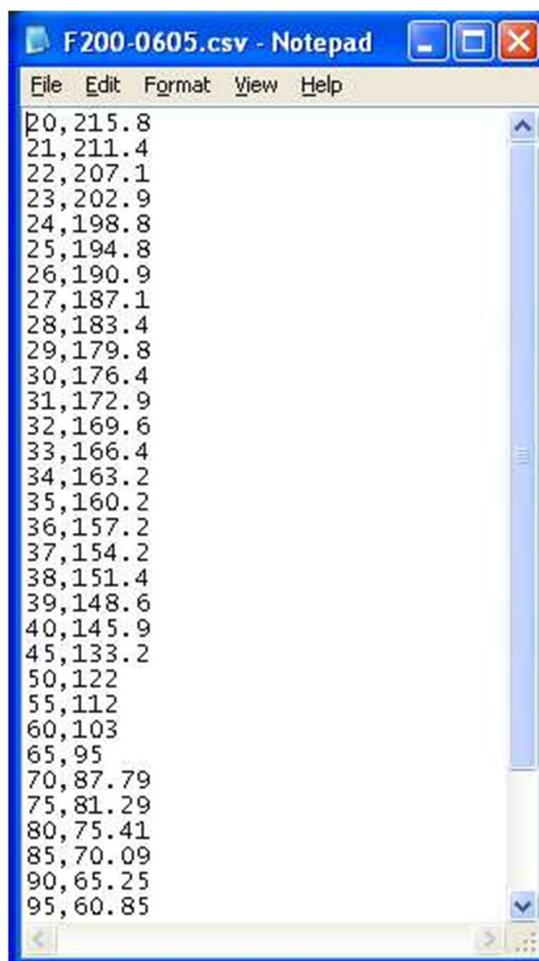
#### 3.3.14.2 Creando y editando un perfil de prueba

Varios ejemplos de perfiles están instalados con el software, y estos pueden ser copiados y editados para producir nuevos perfiles. Microsoft Excel es una Buena herramienta para editar estos archivos, pero también pueden ser editados por otros varios programas (como por ejemplo, el anotador de Windows). Tenga en cuenta que si usted edita este programa, verá columnas adicionales que no están exhibidas en el programa. Las cuatro columnas en la derecha son para guardar las unidades del sistema bajo las cuales la prueba se va a llevar a cabo (inglesas or métricas). Sólo los valores en la línea de información afectan las unidades, y toda la otra información en la línea de información es ignorada.

Alternativamente, el programa puede ser utilizado para crear un perfil de prueba. Esto puede ser hecho creando un perfil de prueba en blanco, o cargando un perfil de prueba y modificándolo. Si hay pasos que necesitan ser agregados (a un perfil en blanco o al final de un perfil existente), simplemente clickee en alguna de las columnas que desee editar en la primera línea sin usar (resaltadas en gris) debajo de los pasos actuales. Luego del editado, notará que la línea no estará más en gris. Puede insertar un paso entre dos pasos existentes haciendo click derecho en el paso de interés y eligiendo **Insert Element Before** (insertar element antes de) en el menú.

#### 3.3.14.3 Apéndice 1: Formato del archivo del Fluido de calibración

El archivo de calibración debería existir con una extensión **.CSV**. Puede ser editada y creada con cualquier editor de texto o con una hoja de cálculo. No debe haber encabezado ni etiqueta de columnas. Este archivo consiste en un número de líneas, conteniendo cada una, una temperatura en grados °C, una coma (,), y una viscosidad en centipoise. Si este archivo fuera abierto (o creado) con el anotador de windows (windows Notepad), se vería así:



**Figura 3-9** Archivo de Calibración en anotador de windows

Si este archivo fuera abierto (o creado) con Microsoft Excel, se vería así:

	A	B	C	D
1	20	215.8		
2	21	211.4		
3	22	207.1		
4	23	202.9		
5	24	198.8		
6	25	194.8		
7	26	190.9		
8	27	187.1		
9	28	183.4		
10	29	179.8		
11	30	176.4		
12	31	172.9		
13	32	169.6		
14	33	166.4		
15	34	163.2		
16	35	160.2		

**Figura 3-10 Archivo de Calibración en Excel**



**NOTE**

Se recomienda que sólo se utilice un Fluido de Calibración de 200 cP para asegurar una máxima tensión de corte. Niveles bajos de viscosidad limitarán el máximo valor de tensión de corte que será exhibido

## 4 Instalación

### 4.1 Instrumentos Principales

#### 4.1.1 Herramientas y partes

Antes de empezar, lo siguiente debería estar disponible:

- Llave inglesa con una apertura máxima de 3/4 pulgadas (19 mm)
- Tres personas adicionales para ayudar a mover el instrumentado
- Manguera de diámetro interno de 1/4 pulgadas para alcanzar desde un suministro de agua corriente y el desagüe hasta la parte inferior trasera izquierda de la unidad. Debe ser capaz de soportar tanto la presión del agua corriente por períodos extensos de tiempo como agua caliente y vapor.
- Se proveen cuatro acoples rápidos de tubería de 1/4 pulgadas. Si están siendo utilizadas otro tipo de tubería o cañería, el usuario deberá proveerse de todos los accesorios adecuados para adaptar de una NPT hembra de 1/4 a cualquiera sea usado.
- Toma corriente monofásica de 230 VAC 50 o 60 Hz 20A. De ser requerido, proveerse con un cable adaptador para conectar el cable al toma corriente.
- Suministro de aire comprimido a un mínimo de 2.5 CFM a 80–100 PSI. Manguera y accesorios adecuados para adaptar a una NPT hembra y conectar el suministro de aire a la parte trasera central de la unidad.

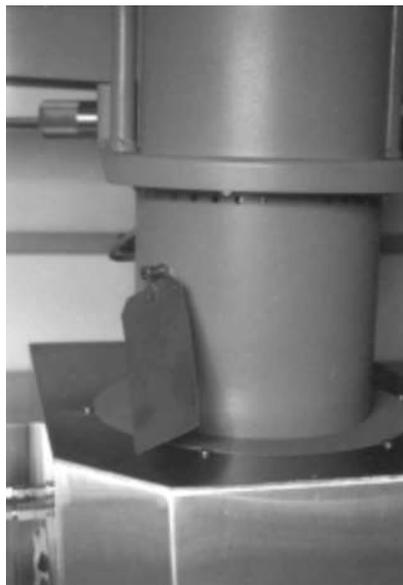
#### 4.1.2 Procedimiento

El seguimiento paso a paso de este procedimiento asegurará que el Reómetro automático FANN® iX77 funcione correctamente en el inicio:

- 4.1.2.1 Seleccione una ubicación para el sistema que cumpla con los requerimientos de seguridad local. El Reómetro automático debería estar ubicado cerca a una fuente de agua y un desagüe. La superficie de la mesa de trabajo debería estar a una altura mayor que el desagüe. La mesa debería ser relativamente baja, sino deberá proveerse con una banqueta. Un banco de 21 pulgadas (53.4 cm) de altura esta bien. El banco debe ser rígido y adecuado como para aguantar 400 libras (181.4 Kg). La rigidez lateral ayuda a prevenir vibraciones excesivas dadas por leves desequilibrios de los componentes rotatorios. La superficie mínima del banco debe ser de 24 pulgadas de profundidad x 45 pulgadas de ancho (61 cm x 114 cm) con un tamaño recomendado de 30 pulgadas de profundidad x 51 pulgadas de ancho (76 cm x 130 cm),

sin incluir los suministros de aire, agua, ni el abultamiento de los accesorios del desagüe. Se requiere de espacio adicional para poder montar la celda de manera segura.

- 4.1.2.2 Posicione la unidad cuidadosamente sobre la mesa de trabajo. Esta es muy pesada, obtenga ayuda para moverla y sea cuidadoso.
- 4.1.2.3 Confirme que haya un enchufe apropiado y otro de 230 VAC con potencia de 20 amp disponibles.
- 4.1.2.4 Quite los tres tornillos etiquetados en el costado del protector. Están colocados en intervalos de 120 grados alrededor del protector, uno en el reverso y los otros dos a cada lado del frente; a 2 pulgadas (5 cm) debajo de la fila de los agujeros de ventilación. Estos tornillos fijan las partes rotatorias del transmisor durante el cargamento. El ajuste accidental de estos tornillos podría causar daños al transmisor.



**Figura 4-1 Tornillos de cargamento con etiqueta**

- 4.1.2.5 Conecte el suministro de agua al “H2O IN” localizado en el reverso de la unidad principal. Sólo se necesita una llave para instalar todos los accesorios debido al diseño específico de la (chapa posterior de montaje) del protector de la unidad. Utilice los acoples rápidos proporcionados si se está utilizando un tubo de 1/4 pulgadas.
- 4.1.2.6 Conecte la línea de desagüe al “H2O DRAIN”. Fije/ancle la punta de la manguera de desagüe para que no pueda

saltar cuando el agua salpique fuera de ella cuando se enfríe. El agua del desagüe estará caliente, y vapor caliente también saldrá de la manguera del desagüe. Asegúrese de que la manguera esté posicionada de tal manera que no salpique a nadie cuando salga agua.

- 4.1.2.7 Un sistema de refrigeración externo puede ser conectado al los puertos “CHILL IN” y “CHILL OUT”. La presión de entrada del refrigerador no puede superar los 10 PSIG u ocurrirán pérdidas alrededor del o-ring exterior de la celda. Los ensables de refrigeración suministrados por FANN (“204160” 120V/60Hz y “381464” 230V/50 Hz) tienen un calibrador integrado y una válvula de paso para limitar la presión de entrada. La celda de prueba debe estar en posición cuando el refrigerador esté operando. Si no se utiliza un refrigerador, el puerto correspondiente al refrigerador se puede dejar libre. Aire y agua serán utilizados como refrigerantes.

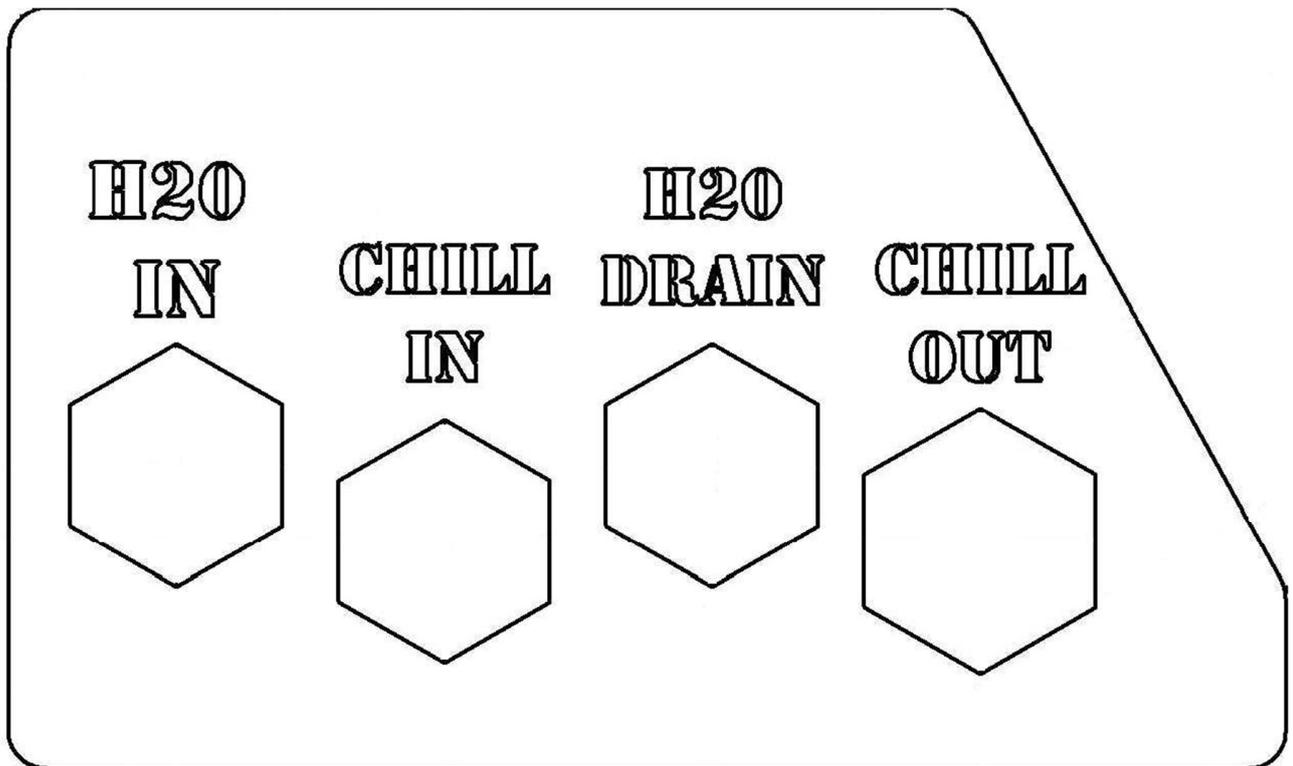


Figura 4-2 Conexiones de suministro y desagüe

## 4.2 Plataforma para la preparación de la celda de prueba

La plataforma de preparación sostiene y protege a la celda de prueba y debería ser utilizada para sostener la celda cada vez que esta es sacada de la fuente de calentamiento del reómetro. Se provee de cuatro agujeros adyacentes a la unidad para montar la plataforma de preparación en

cualquier superficie de manera segura y resistente. Deberían usarse los cuatro agujeros. La plataforma de preparación debería ser montada, idealmente, en la misma mesa de trabajo que la del reómetro y a la izquierda del instrumental.



---

Esto completa los requerimientos mínimos de instalación. Se sugiere que todos los procedimientos contenidos en este manual sean revisados antes de intentar calibrar y realizar una prueba.

---

## 5 Operación

### 5.1 Software

#### 5.1.1 Encendiendo el software

5.1.1.1 Encienda el software desde el ícono del escritorio si no aún no está prendido. Espere a que esté completamente cargado (hasta 2 minutos).

5.1.1.2 Si el software no encuentra una calibración adecuada, el siguiente diálogo aparecerá en el encendido:



**Figura 5-1 Diálogo de falla de calibración**

5.1.1.3 Si aparece un mensaje de error en el encendido, es probable que el software no haya sido capaz de encontrar datos y controlar el hardware. Si los mensajes de error ya no aparecen pero el sistema aún no puede encontrar el hardware, aparecerá un diálogo para informarle al usuario que se está entrando en modo simulación.



**Figura 5-2 Diálogo de modo simulación**

5.1.1.4 Cuando el sistema detecta que está presurizado en el inicio del software, utilizará esta presión como presión de set point manual. Cuando el operador se asegure de que la liberación la presión no causará daños, la presión puede ser seteada a cero y la presión será liberada.

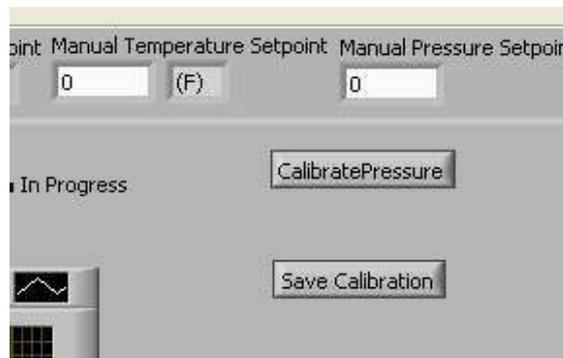
5.1.1.5 La temperatura siempre está puesta en cero en el encendido; no ocurrirá ningún calentamiento hasta que no se haya puesto algún valor.

5.1.1.6 Si el refrigerador se setea para refrigerar, puede ser encendido en el inicio.

5.1.2 Calibración de la Presión

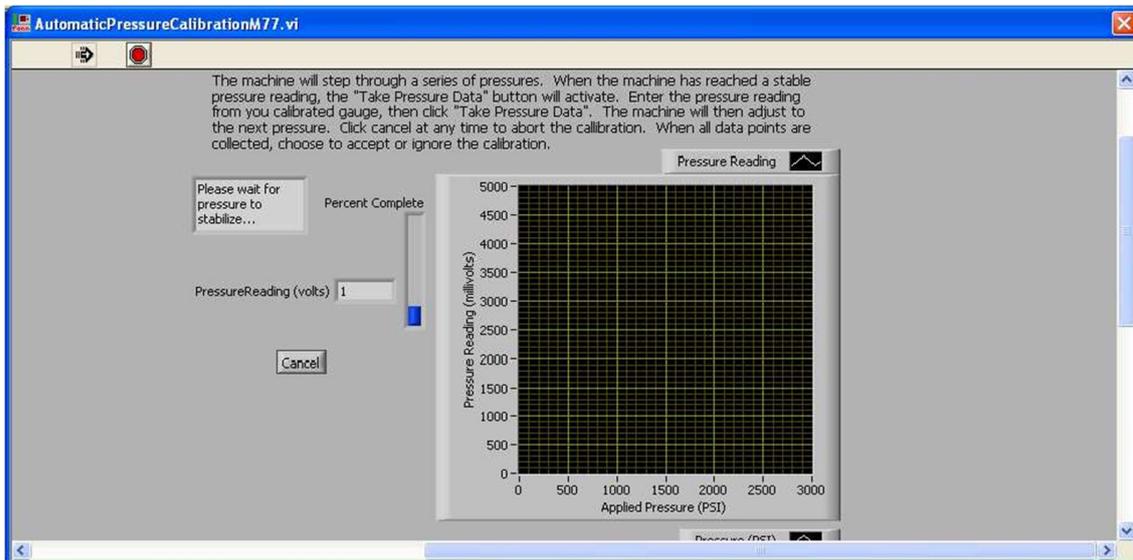
5.1.2.1 Prepare el reómetro iX77 llenando la celda con un fluido de presurización adecuado (no es necesario incluir el bob, rotor, etc. en el ensamble). Posicione el ensamble cerrado de la celda en la fuente de calentamiento y asegúrese de que las conexiones de presión estén correctamente hechas.

5.1.2.2 Clickee el botón **Calibrate Pressure**.



**Figura 5-3** Clickee el botón **Calibrate Pressure**

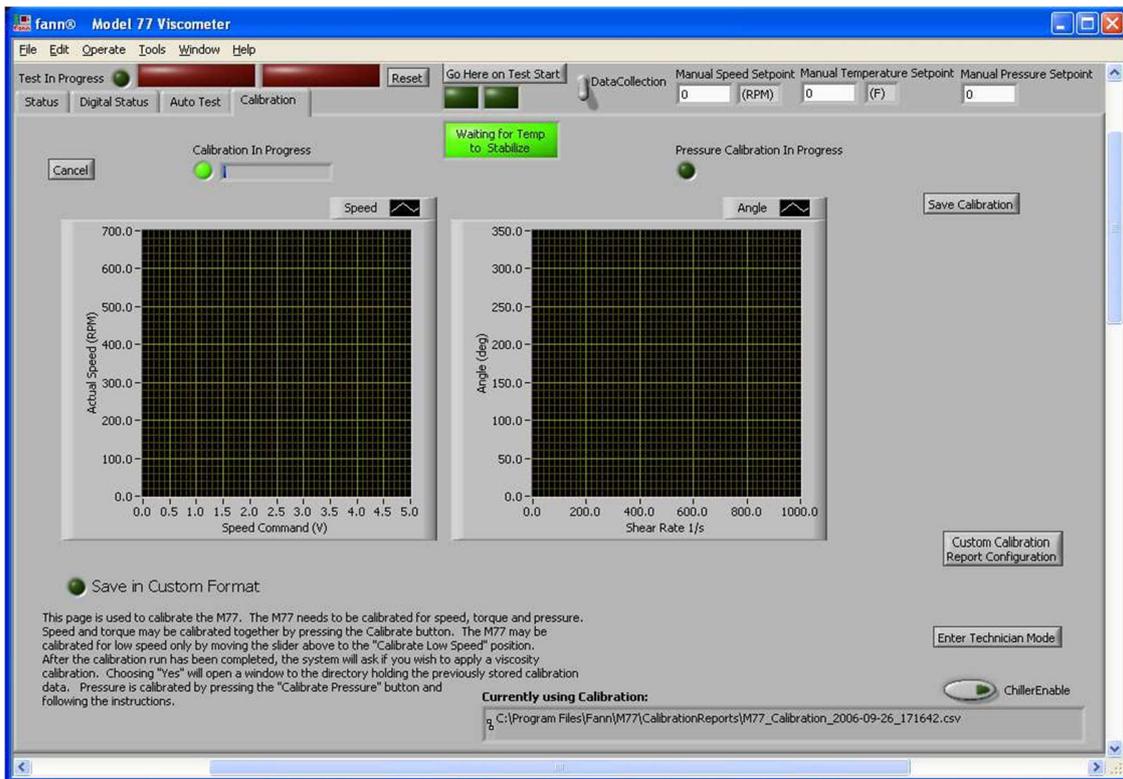
5.1.2.3 Aparecerá un diálogo para guiarte durante la calibración de la presión.



**Figura 5-4** Diálogo de calibración de presión

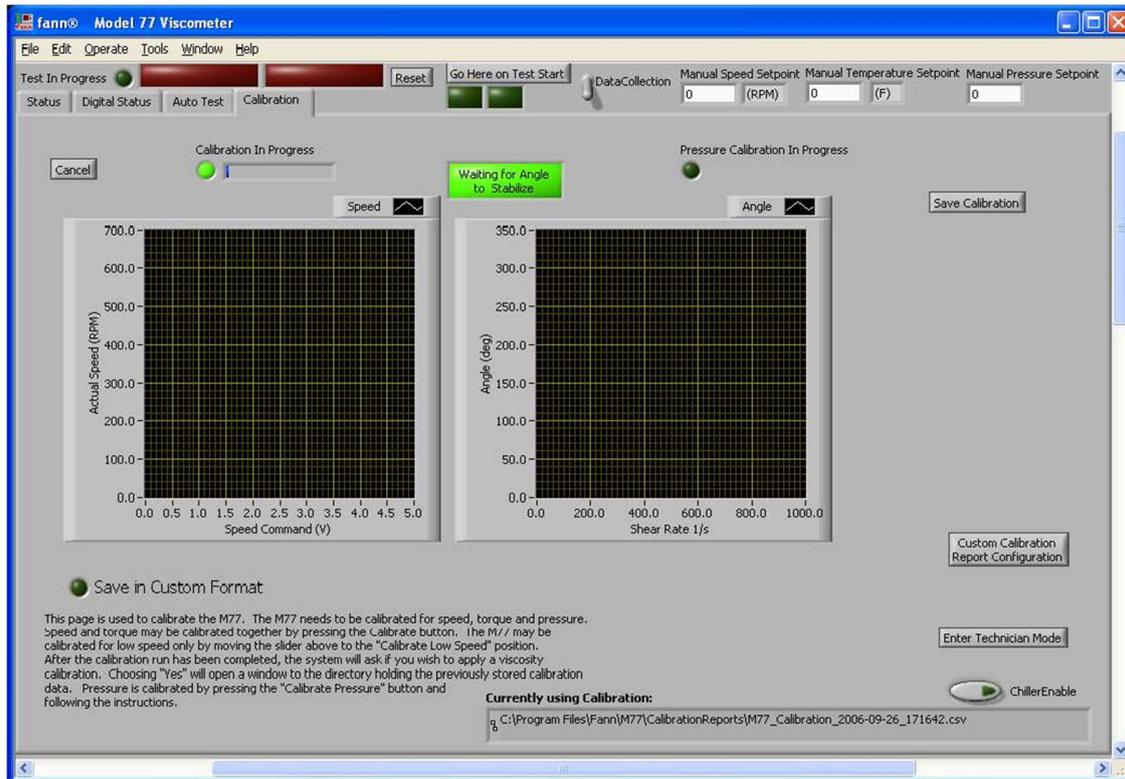
5.1.3 Calibración de Torque y velocidad

- 5.1.3.1 Prepare el reómetro iX77 con una muestra de un fluido de calibración (véase Calibración 5.5, página 93). Si el archivo de información para la calibración del fluido no existe, necesitará ser creado (véase 3.3.14.3 Apéndice 1: Formato del archivo de Fluido de Calibración, pág. 31).
- 5.1.3.2 Clickee en la pestaña **Calibration** si no está todavía en esta.
- 5.1.3.3 Clickee el botón **Calibrate**.
- 5.1.3.4 El software comenzará a agitar para asegurarse que la temperatura se haya homogeneizado.



**Figura 5-5 Esperando que se estabilice la temperatura.**

- 5.1.3.5 Este paso continuará hasta que la temperatura se haya homogeneizado o hasta que se presione el botón Cancel (cancelar).
- 5.1.3.6 Después de que la temperatura se haya homogeneizado, el software esperará a que el ángulo de medida vuelva a cero.



**Figura 5-6 Esperando que el ángulo de medición vuelva a cero**

- 5.1.3.7 Si el ángulo no se estabiliza cerca de cero, la calibración falla y es automáticamente cancelada. Esto suele ser resultado de algún fallo mecánico o de ensamble. Estos fallos deben ser resueltos antes de la calibración.



**Figura 5-7 Diálogo de fallo de calibración**

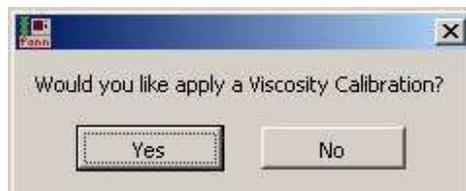
- 5.1.3.8 Una vez que el ángulo se haya estabilizado, el software empezará a incrementar lentamente la velocidad del rotor por medio de unos valores (estos valores pueden ser ajustados por el instalador o un técnico calificado). La tabla de búsqueda se crea a medida que aumenta la velocidad por estos valores (asumiendo que la calibración es aceptada).

- 5.1.3.9 Una vez finalizado el paso por estos valores, el software te preguntará si desea guardar la velocidad de calibración..



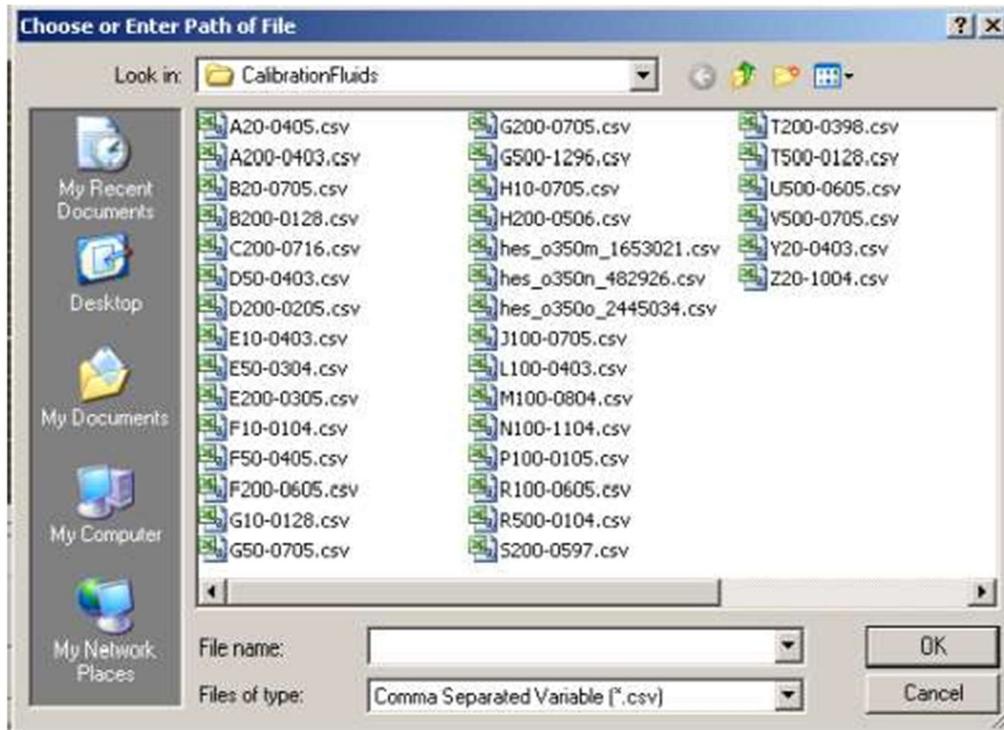
**Figura 5-8 Diálogo de guardar calibración de velocidad**

- 5.1.3.10 Si acepta la calibración de velocidad, se le preguntará si desea aplicar una calibración de viscosidad.



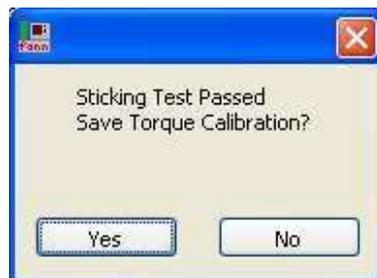
**Figura 5-9 Diálogo de calibrar viscosidad**

- 5.1.3.11 **Si usted acepta** (requerido para poder calibrar el reómetro), se le pedirá que elija un archivo conteniendo información de calibración para la calibración del fluido. Seleccione el fluido de la lista exhibida o en el buscador para seleccionar el archivo correcto.



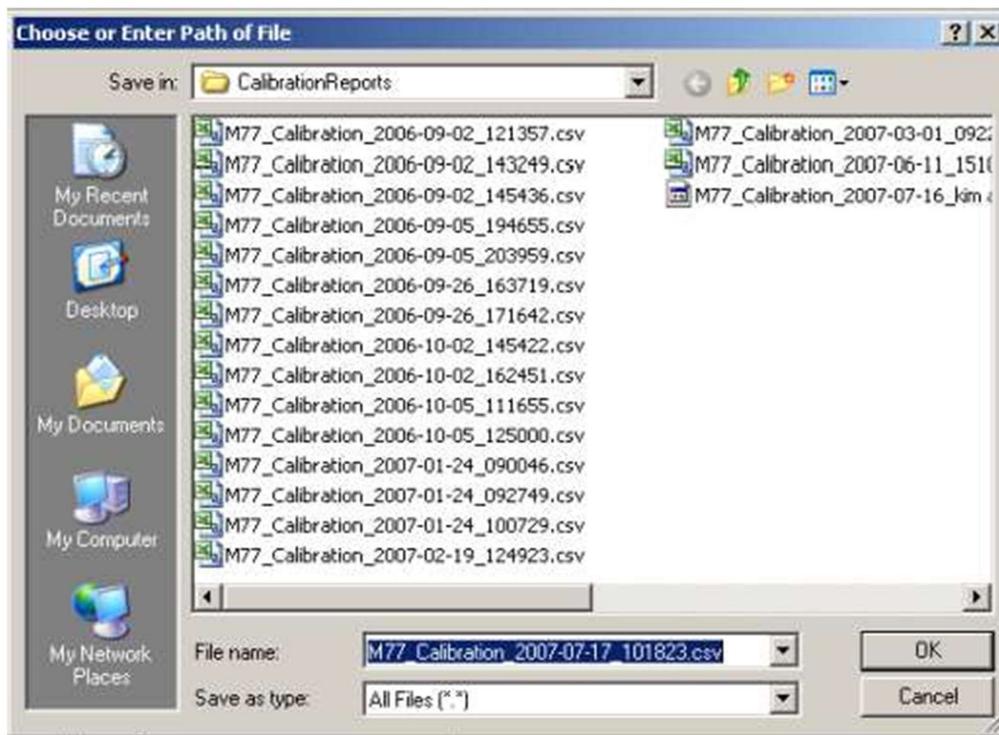
**Figura 5-10 Seleccione un archivo de información de calibración**

5.1.3.12 Una vez elegido el fluido, el software calculará una calibración y comprobará que no haya histéresis en el sistema. Si la calibración es aceptable, usted verá un diálogo que le preguntará si desea guardar la calibración. (El número puede ser ignorado.)



**Figura 5-11 Diálogo de guardar calibración de torque**

5.1.3.13 **Si usted acepta**, aparecerá un diálogo que le permitirá elegir donde guardar el archivo de calibración y como llamarlo. Se recomienda aceptar las opciones dadas por defecto.

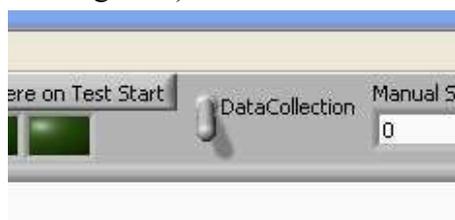


**Figura 5-12** Elija una ruta para guardar el archivo de calibración

5.1.3.14 La ruta del archivo aparecerá en la pestaña Calibration hasta que una próxima calibración.

5.1.4 Realizando una prueba manual

5.1.4.1 Clickee el interruptor de **Data Collection** (recolección de datos) en el panel frontal para empezar a grabar información (una muestra por segundo).



**Figura 5-13** Interruptor de Data Collection

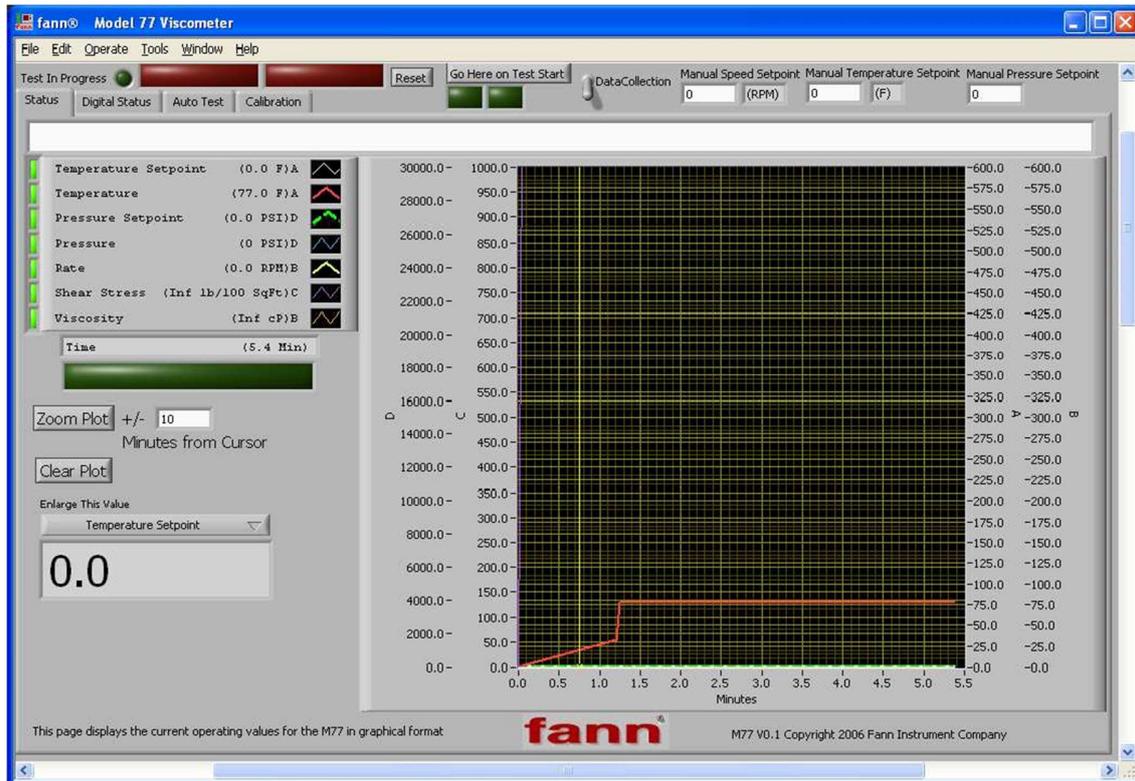
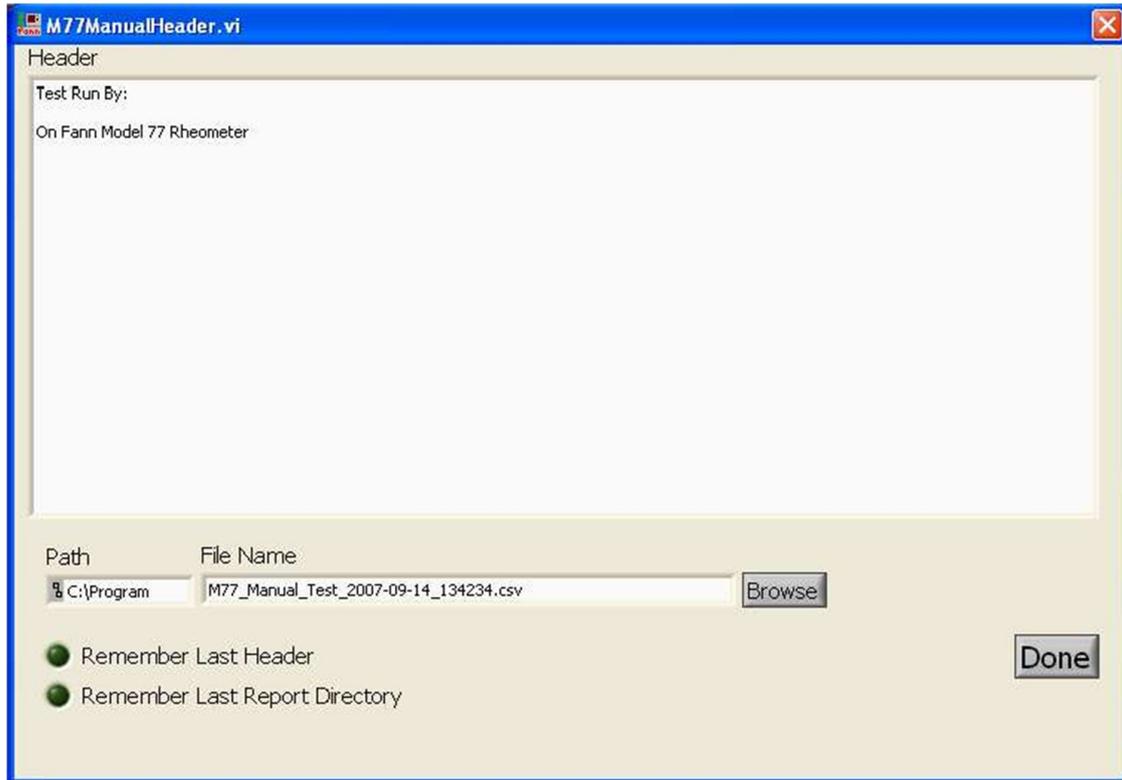


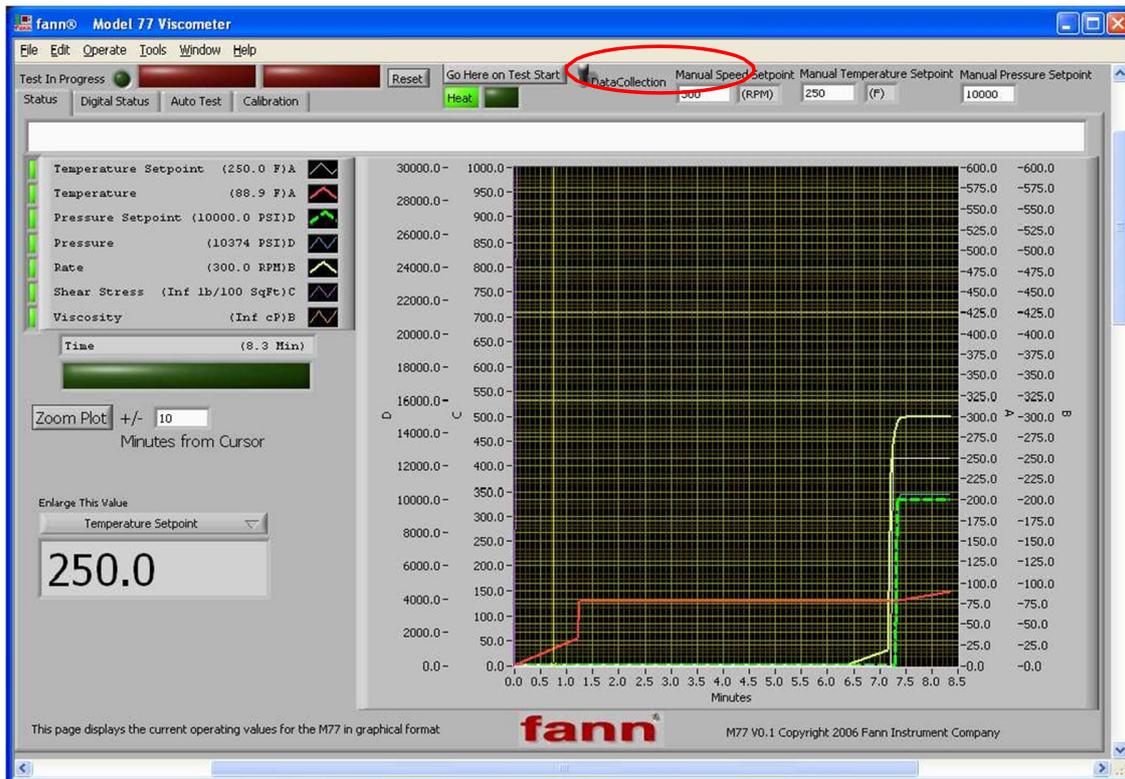
Figura 5-14 Valores de operación actuales

5.1.4.2 Complete la información deseada en el diálogo y clickee **Done** (terminar)



**Figura 5-15 Complete la información y clickee Done**

- 5.1.4.3 Seleccione los set point para la velocidad del rotor, temperatura y presión. Tenga en cuenta que el sistema intentará alcanzar estos valores lo más rápido posible (el sistema no tratará de exceder los valores máximos programados de temperatura y presión a pesar de los valores set point dados).



**Figura 5-16 Seleccione valores set point**

- 5.1.4.4 Clickear el interruptor de **Data Collection** nuevamente interrumpe la recolección de datos.
- 5.1.4.5 Para poder parar/refrigerar/despresurizar el sistema, el operador debe setear los valores set point a cero.
- 5.1.5 Realizando una prueba automática

El reómetro iX77 es capaz de realizar pruebas que incluyen (dentro de la capacidad física de la máquina) perfiles arbitrarios de temperatura, presión, y velocidad de rotor. El perfil de prueba también controla cuándo y a qué ritmo la información es recolectada. El sistema de descripción y ejecución de pruebas es muy potente, pero la programación y testeo de una secuencia de prueba puede ser de alguna forma, muy críptico. Para solucionar este tema, se incluyó en el software un generador de secuencias de

prueba. Esta adición simplifica drásticamente la entrada de secuencias de prueba cubrir la mayoría de la base de usuarios previstos. Este método es el que será descrito abajo.

Para generar una secuencia de prueba automática:

- 5.1.5.1 Prepare el reómetro iX77 con una muestra que desee probar (véase 5.3.1 Cargar muestra en la celda, pág 68)
- 5.1.5.2 Clickee la pestaña **Auto Test** (prueba automática) si aún no se está mostrando.
- 5.1.5.3 Clickee en el botón **Generate Test Sequence** (generar secuencia de prueba).

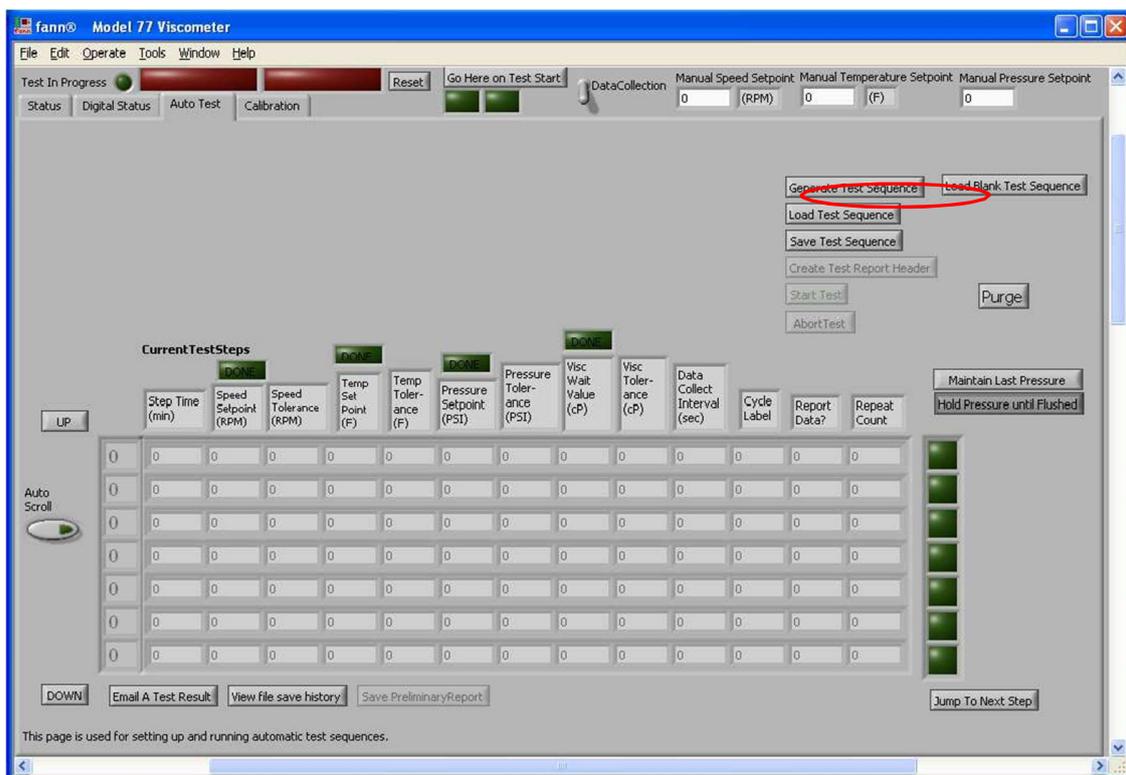
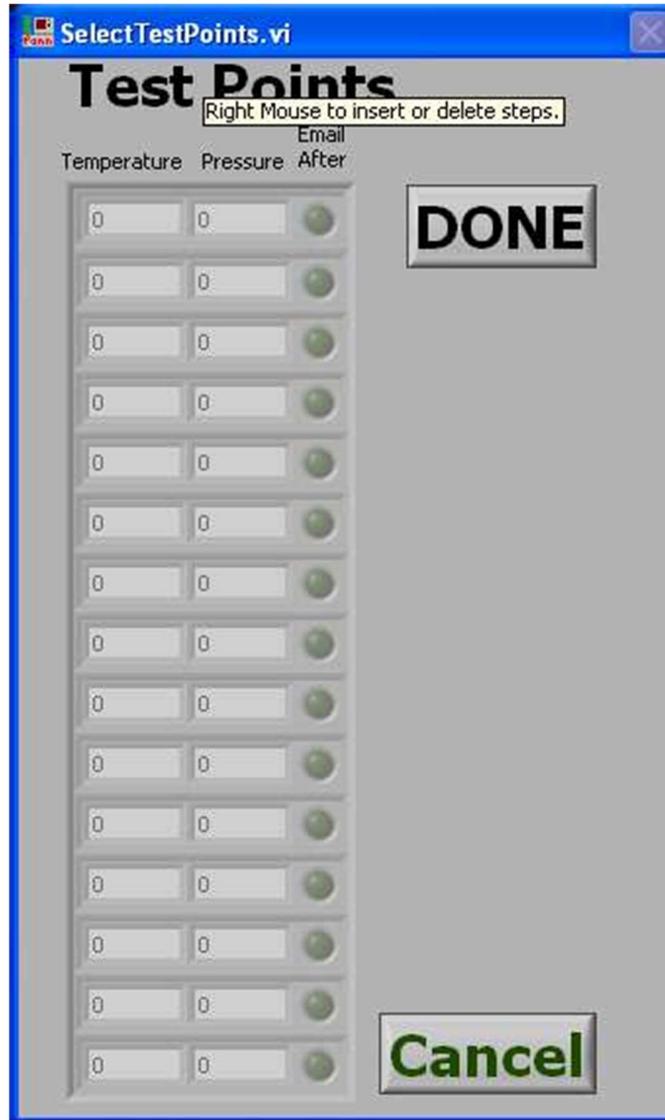


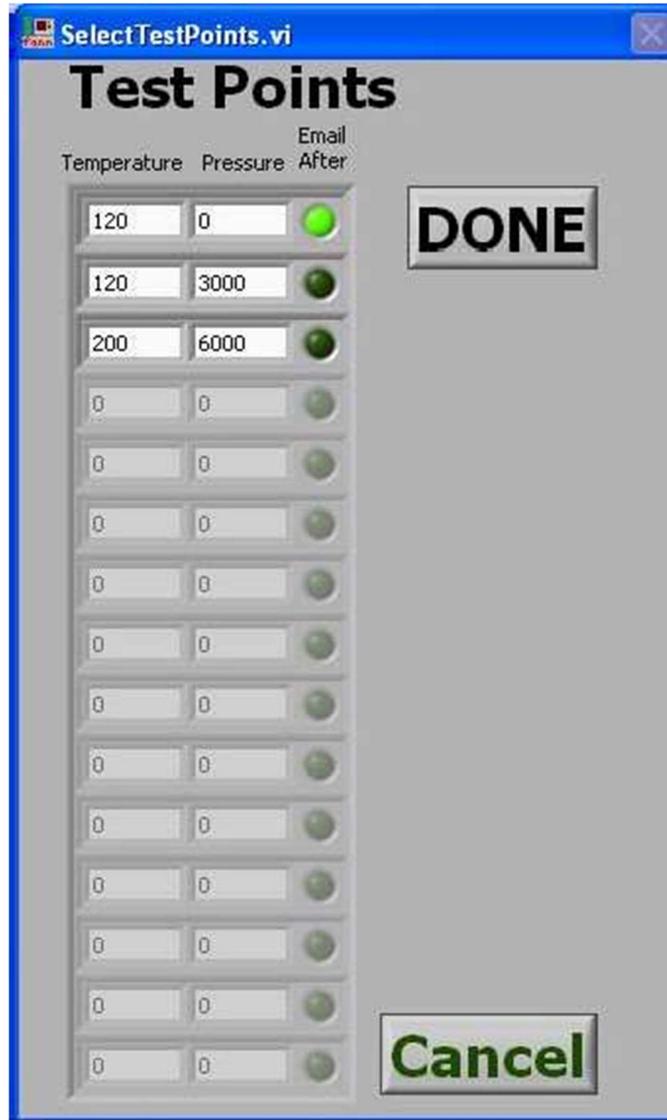
Figura 5-17 Pestaña Auto Test

5.1.5.4 El cuadro de diálogo de entrada de Test Points (puntos de prueba) se muestra así.



**Figura 5-18** Cuadro de diálogo Test Points

5.1.5.5 Complete los puntos de prueba de temperatura y presión requeridos para que la prueba se realice. Si así lo desea, la luz en la columna **Email After** (luego enviar por email) puede ser clickeada. Esto enviará un email con los resultados preliminares despues de que el paso selecionado se complete. Clickee **DONE** (terminar) cuando finalice.



**Figura 5-19 Complete los puntos de prueba de temperatura y presión**

5.1.5.6 La secuencia de prueba generada de manera automática se verá así.

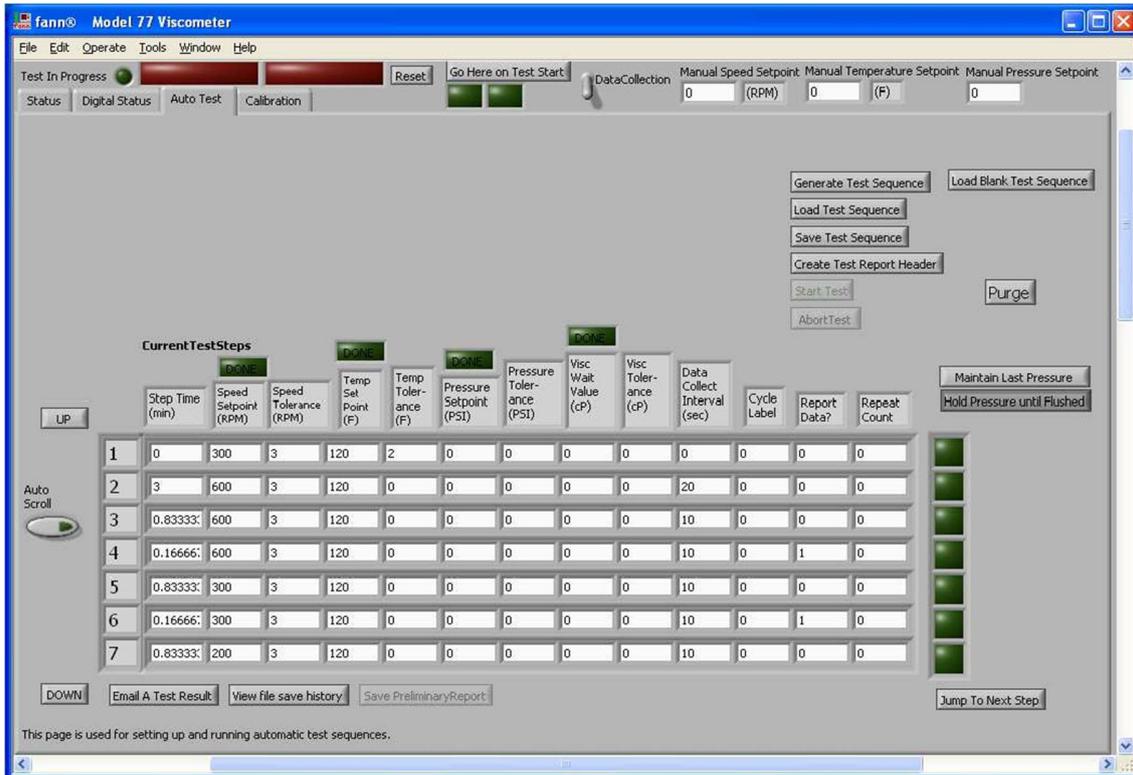


Figura 5-20 Secuencia de prueba automática

5.1.5.7 Este perfil de prueba puede ser guardado para su posterior uso haciendo click en **Save Test Sequence** (guardar secuencia de prueba) y cargada haciendo click en **Load Test Sequence** (cargar secuencia de prueba).

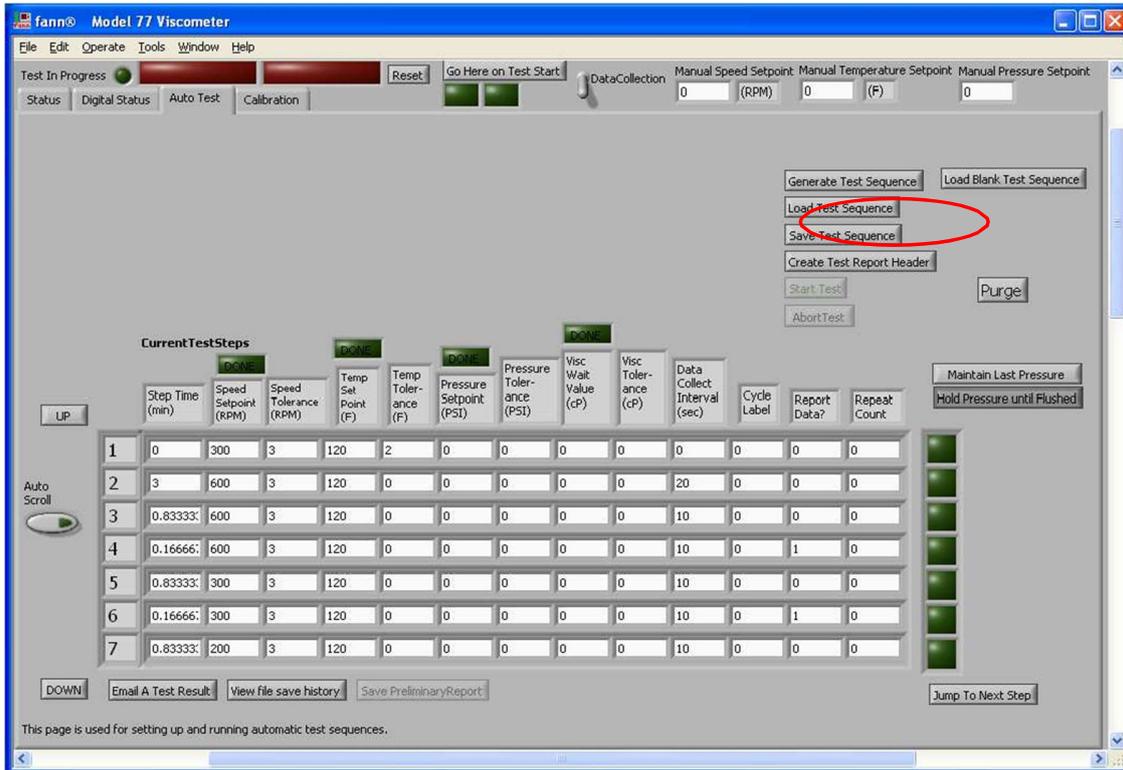


Figura 5-21 Guardar y cargar archivos

5.1.5.8 Para empezar a testear el fluido, debe crear un encabezado de reporte de prueba. Clickee **Create Test Report Header** (crear encabezado de reporte de prueba).

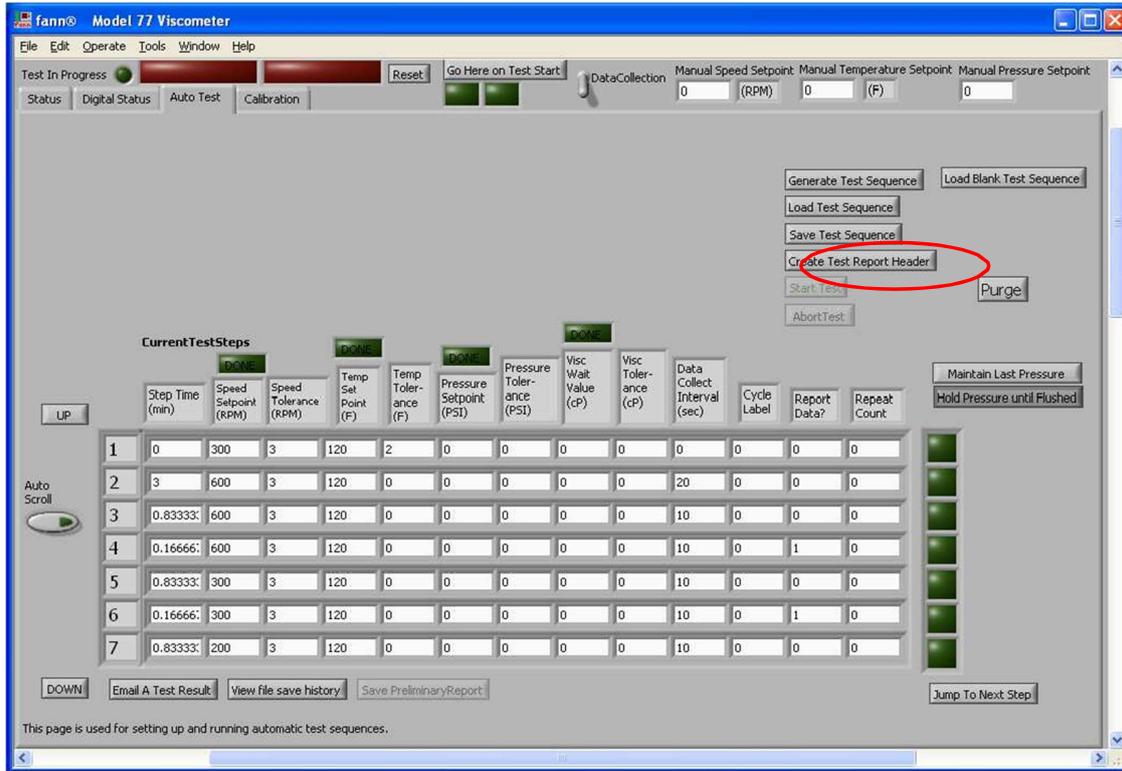
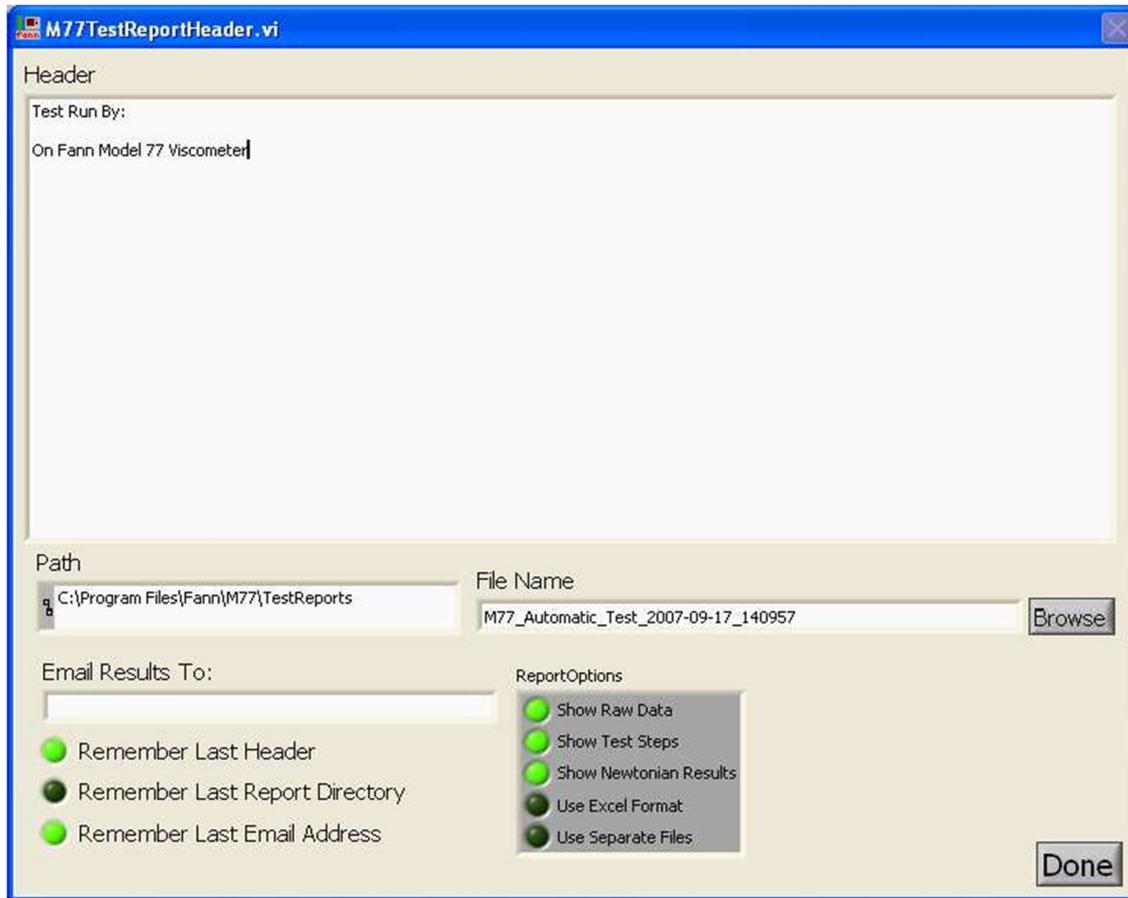


Figura 5-22 Create test report header

5.1.5.9 El cuadro de diálogo se muestra así.



**Figura 5-23 Diálogo de Test Report Header**

5.1.5.10 Edite el encabezado y nombre de archivo como desee y configure cualquier opción necesaria. Clickee **Done** cuando finalice.

5.1.5.11 El botón **Start Test** (comenzar prueba) ahora se encuentra habilitado (al menos que el ángulo este muy lejano a cero, indicando una falla mecánica). Clickee el botón **Start Test** para ejecutar la secuencia de prueba.

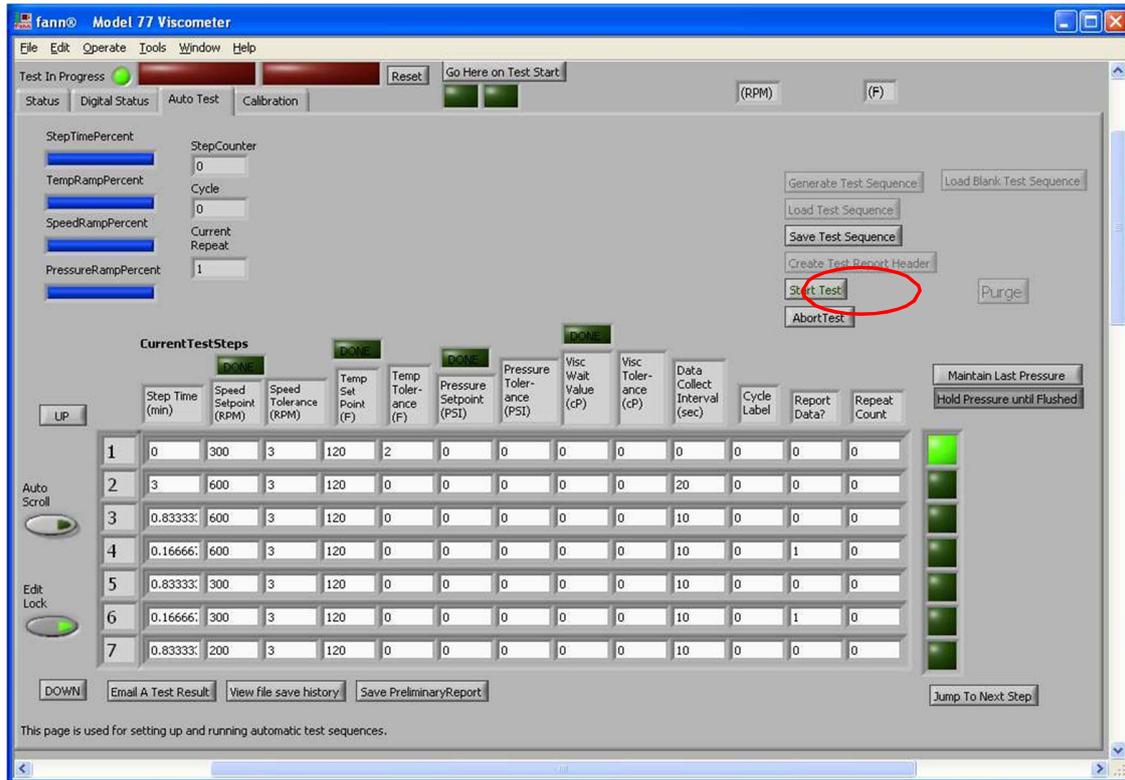


Figura 5-24 Comenzar la prueba

5.1.5.12 Una vez empezada la prueba, el botón para comenzar la prueba estará deshabilitado. Por defecto, el paso actual de la prueba estará siempre en el tope de la lista.

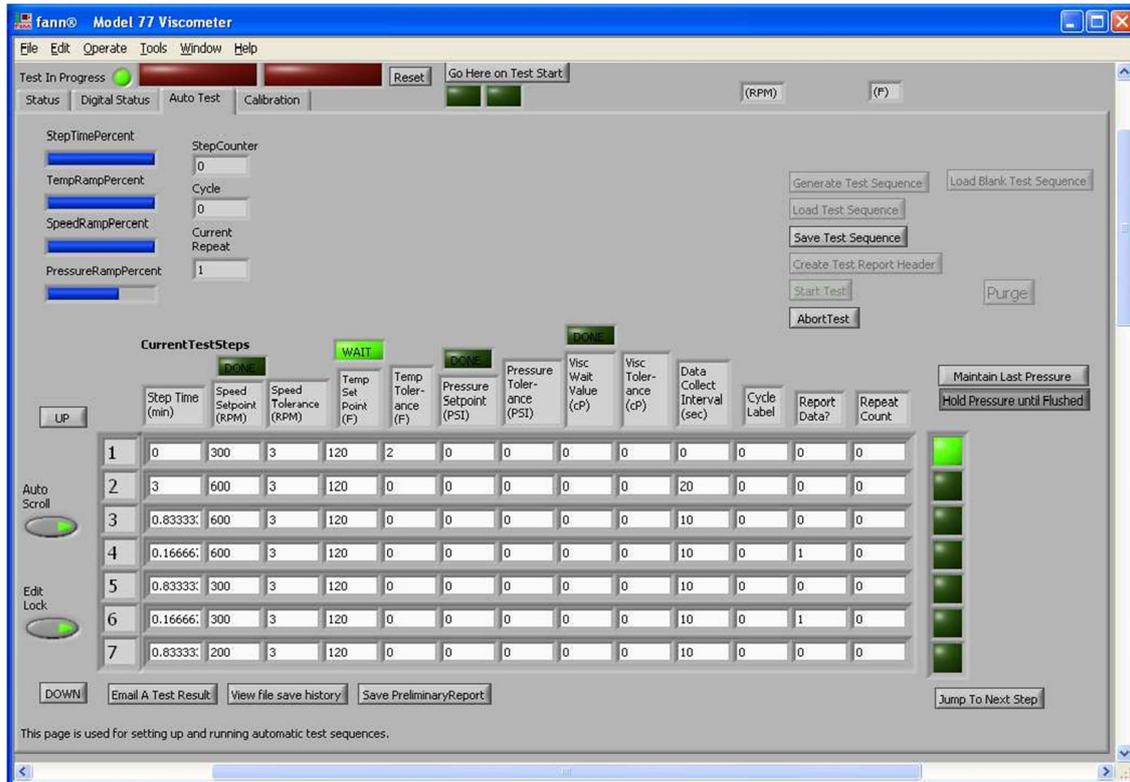


Figura 5-25 Botón Start Test deshabilitado

5.1.5.13 Si por alguna razón usted desea finalizar una prueba antes de que esta termine, puede hacerlo clickeando **Jump To Next Step** (saltar al paso siguiente). Si desea finalizar la prueba de manera inmediata, clickee **Abort Test** (abortar prueba).

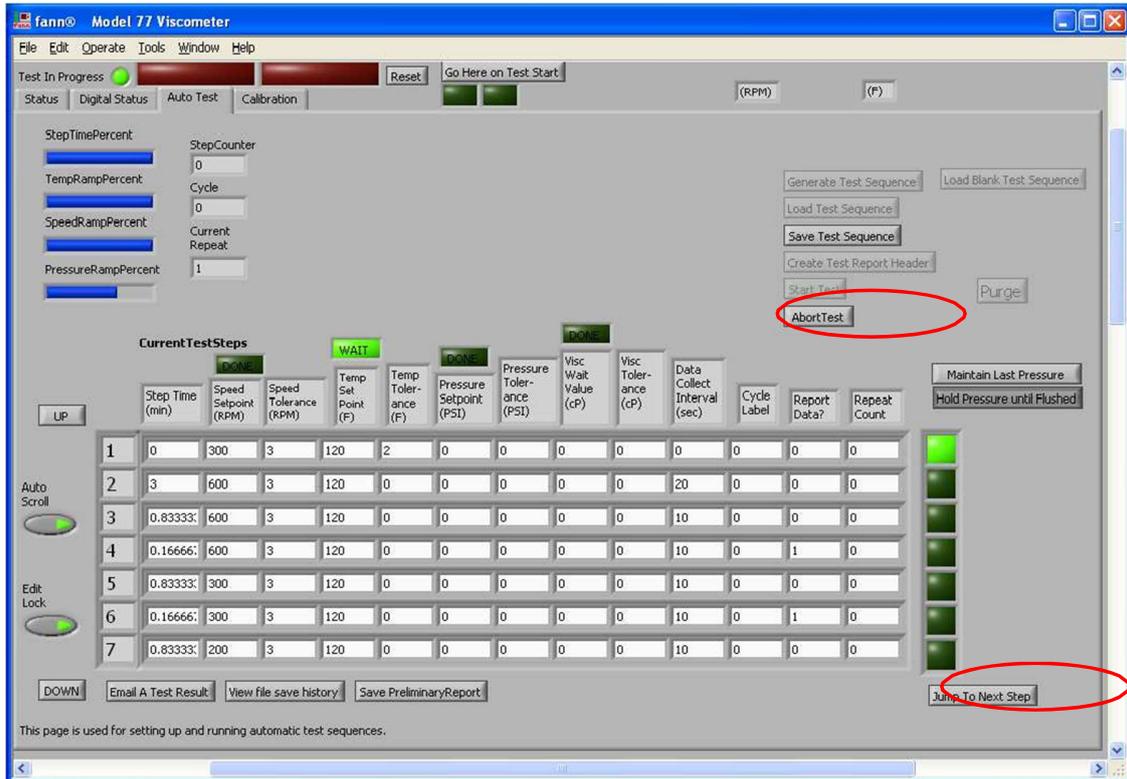


Figura 5-26 Opciones Jump To Next Step y Abort Test

5.1.5.14 Cuando finalice la prueba, el set point de temperatura se seteará en cero. Hay tres opciones para controlar la presión al finalizar una prueba:

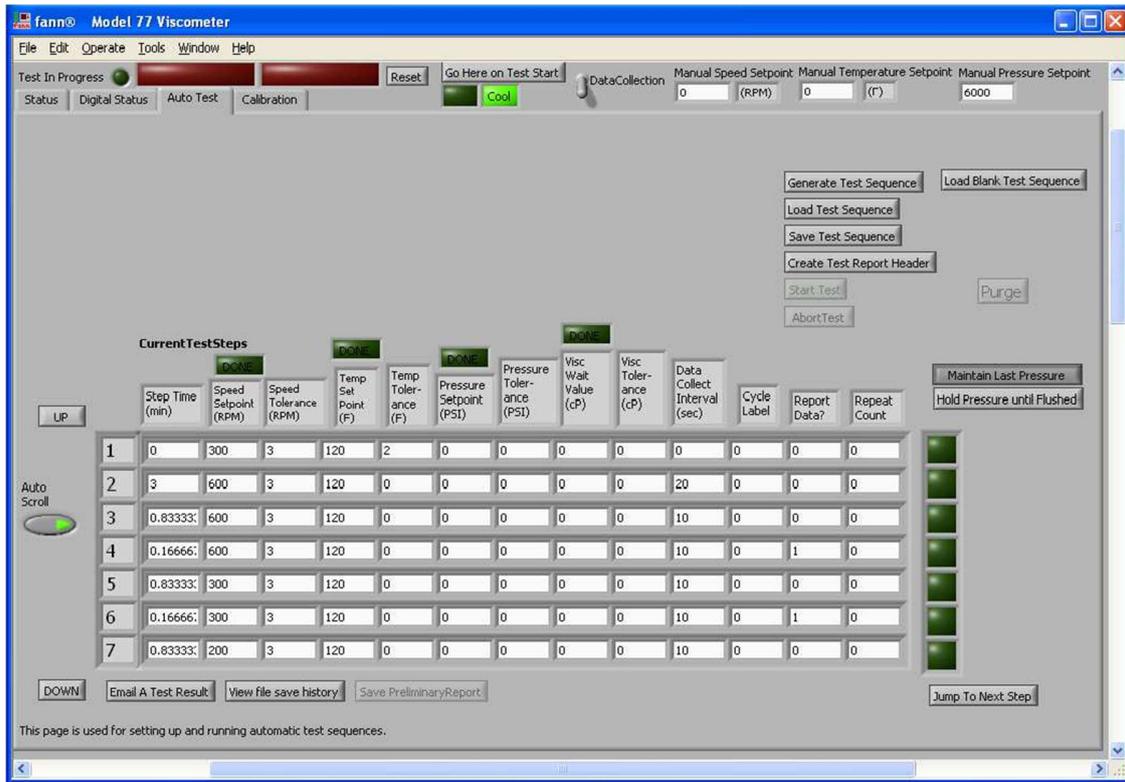
**Opción 1: Hold Pressure until Flushed** (Mantener la presión hasta la purga) (POR DEFECTO)



**Figura 5-27 Hold Pressure until Flushed** (mantener la presión hasta la purga)

- Recomendado para la mayoría de las pruebas.
- Por motivos prácticos, este modo no libera ningún fluido hasta que el operador apriete el botón **Release Pressure** (liberar presión).
- Se permite que la presión baje de manera natural a medida que baja la temperatura.

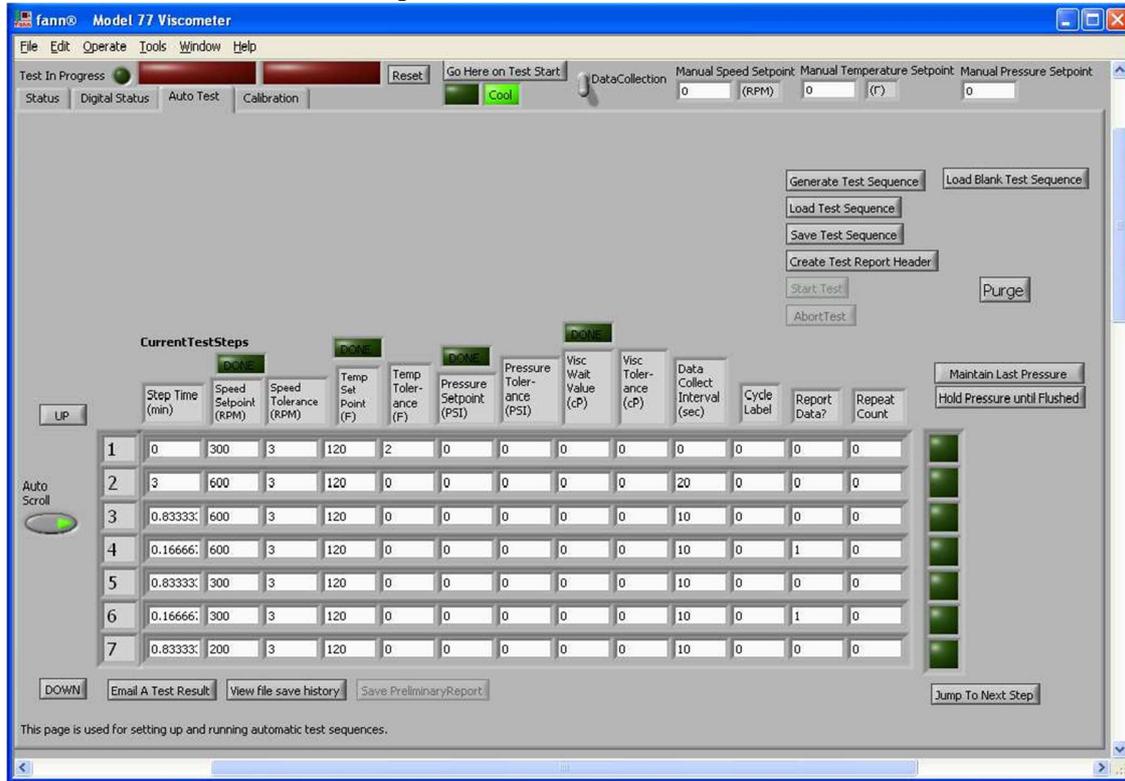
**Opción 2: Maintain Last Pressure (mantener la última presión)**



**Figura 5-28 Maintain Last Pressure**

- Para usos cuando la muestra necesita quedar a la última presión cuando la prueba haya terminado.
- La presión set point al finalizar la prueba se convierte en la presión de set point manual, y la bomba es utilizada para mantenerla.
- El operador debe setear la presión de set point manual a cero para poder liberar la presión en el sistema.

**Opción 3: Pressure set point (presión de set point) puesta en cero.**



**Figure 5-29 Set point de presión seteada a cero**

- No es recomendable para todas las pruebas.
- Sólo utilizada cuando una repentina liberación de presión no dañaría el sistema (una repentina liberación de un fluido de prueba caliente, por ejemplo lodo de perforación, podría bloquear el filtro de alta presión).

**5.2 Preparación de prueba – Mecánico**

**5.2.1 Preparación de la celda de prueba**

Se asume que las secciones superiores y medias ensambladas de la celda de prueba están fijadas correctamente en su lugar en la plataforma de preparación de la celda de prueba.

5.2.1.1 Quite la tapa para exponer el ensamble de torsion para poder inspeccionarla. Debería estar limpia.

5.2.1.2 La celda, en ensamble del rotor, el bob, y el eje del bob deben estar limpios y libres de cualquier cosa que pueda llegar a contaminar la muestra. Puede que no sea necesario desensamblar y limpiar el acople (parte medio) y tapa (parte superior) de la celda de prueba. Limpie cualquier fluido de presurización o muestra de las ranuras expuestas y la parte inferior del acople.

- 5.2.1.3 Enrosque el bafle de la celda ajustadamente en su lugar en la parte inferior del acople. Pase una barra metálica por medio de los agujeros en el bafle para ajustarla.



Si el bafle de la celda no se ajusta lo suficiente, puede desenroscarse durante una prueba hasta que toque la parte superior del bob. Puede presionar suficientemente fuerte como para dañar la joya en V del bob. Si el ángulo exhibido durante la lectura de una prueba deja de cambiar, es probable que ésta sea la causa.

- 5.2.1.4 Enrosque el bob ajustadamente en el eje para el bob, poniendo un pin entre los agujeros del bob para sostenerlo.
- 5.2.1.5 Enrosque el ensamble del bob de manera ajustada hasta su límite.



**Figura 5-30 Instalando bafle tipo “S”**



**Figura 5-31 Instalando el ensamble del bob**

- 5.2.1.6 De ser necesario, reemplace el buje del pivote, el rulemán del rotor y el buje del rotor con las herramientas provistas y siga el procedimiento detallado en 5.4.4 Reemplazo del rulemán del Rotor, pág. 84.
- 5.2.1.7 Quite la o-ring y el anillo de soporte si es que estan instalados.



---

Los anillos de soporte metálicos se dañan muy fácilmente y deben ser tratados con precaución para evitar deformarlos. Si se usan de manera cuidadosa, estos pueden ser usados muchas veces.

---

- 5.2.1.8 Coloque el ensamble del rotor dentro de la celda de manera cuidadosa para no golpearlo con el pivote. No lo suelte en su lugar ya que puede dañar la bola metálica del pivote. Apóyela despacio en su lugar y verifique que pueda girar libremente.
- 5.2.1.9 Coloque un nuevo O-ring dentro de su ranura en la celda, por encima del rotor. No use un o-ring reutilizado.
- 5.2.1.10 Coloque el anillo de soporte metálico en el o-ring con la superficie plana hacia arriba.



**Figura 5-32 Instalando el rotor en la celda**



**Figura 5-33 Instalando la celda**

- 5.2.1.11 Lubrique las ranuras del acople con algún compuesto lubricante para prevenir el desgaste de las roscas. Un desgaste importante podría arruinar el ensamble de la celda.

### 5.2.2 Verificar el Mechanical Zero (Cero)

Los siguientes pasos establecen la posición del Mechanical Zero de una celda de prueba vacía terminada sin ningún error que pueda llegar a ocurrir por una muestra en la celda.



Cada vez que el modulo del resorte de torsión se quita, limpia y reinstala, el Mechanical Zero puede variar. Este proceso de verificación puede ser saltado si el fluido que será tratado no tiene tendencias gelatinosas y es de viscosidad relativamente baja.

- 5.2.2.1 Coloque la celda debajo del acople en la mesa. Levántela y enrosque la celda en su lugar hasta que llegue a tope. Si siente alguna resistencia antes de que llegue a tope, deténgase e investigue. El ensamble de torsión puede estar dañado.
- 5.2.2.2 Asegúrese de que el ensamble de torsión pueda girar libremente empujando el imán superior con un alambre o varilla no magnética.



**Figura 5-34 Verificando la libre rotación del ensamble de torsión**



**Figura 5-35 Colocando la celda de prueba dentro de la fuente de calentamiento**

- 5.2.2.3 Enrosque con la mano la tapa sobre el acople.
- 5.2.2.4 Instale un o-ring en la fuente si aún no hay ninguna instalada. Extiéndala sobre la parte inferior de la celda y colóquela en su ranura. Estos o-ring pueden ser reutilizadas hasta que se endurezcan.
- 5.2.2.5 Coloque grasa alrededor del borde del o-ring. Esto asegurará que el anillo se deslice con suavidad hasta su lugar y se selle contra la fuente caliente.
- 5.2.2.6 Remueva el alfiler o broche de sostén y quite la celda de la plataforma.



**CAUTION**

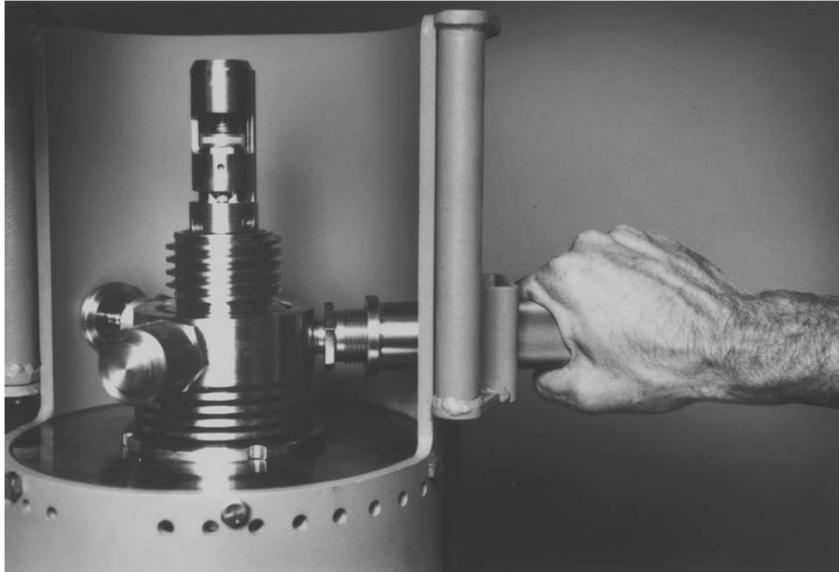
---

La celda de prueba pesa 36 libras (16.4 kg) y debería ser maniobrada con dos manos.

---

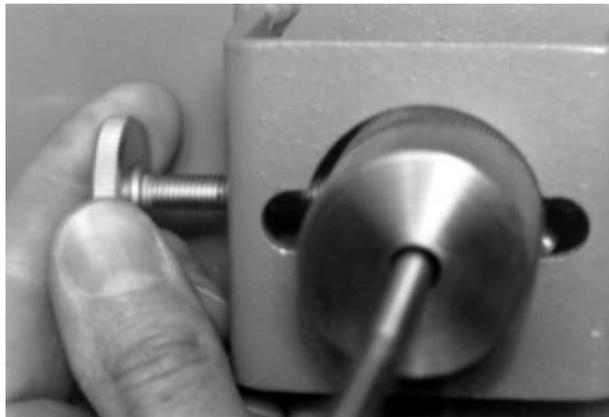
- 5.2.2.7 Levante la celda de prueba de la plataforma de preparación y colóquela en la fuente de calentamiento de la iX77 con la tapa de entrada de muestras apuntando al frente. Puede ser necesaria una banqueta si la mesa es muy alta. Gire suavemente la celda para cada lado en la fuente de calentamiento para asegurar que el o-ring selle correctamente.

- 5.2.2.8 Enrosque los dos puertos conectores en su lugar. Ajustar con la mano es adecuado para un buen sellado. Puede ser necesario rotar la celda un poco para alinearla con los conectores. No levante la celda de prueba, o el o-ring de la fuente puede ser desplazado de su lugar.



**Figura 5-36 Enroscando los puertos conectores**

- 5.2.2.9 Ajuste el tornillo de seguridad para prevenir la rotación de la celda y para poder ubicarla siempre en el mismo lugar en cada prueba.



**Figura 5-37 Ajustando el tornillo de seguridad**

- 5.2.2.10 Cierre lentamente la puerta del protector y baje completamente la traba para asegurar que esté cerrada y poder posicionar correctamente el sensor del ángulo de tensión de corte en la parte superior de la puerta del protector.

**CAUTION**

El cierre rápido de la puerta de la protección puede causar que el sensor del ángulo de tensión de corte no alcance su fijación inicial en el imán de torsión. El ángulo exhibido será obviamente falso y sólo durará por unos segundos. El software de control avanzado reestablecerá comunicación y lo fijará automáticamente.



**Figura 5-38 Asegurando la puerta del protector**

5.2.2.11 Véase figura 3-3 pestaña Digital Status.

5.2.2.12 El ángulo (grados) exhibido será utilizado para setear correctamente el Mechanical Zero.

**NOTE**

Si el ángulo (grados) no está  $\pm 2$  grados del valor original guardado, el botón setup offset (compensatorio) estará en gris y no será posible seleccionarlo. Si el ángulo no está  $\pm 4$  grados, el botón para iniciar la prueba también estará en gris y no será posible seleccionarlo. Es posible que se haya deslizado la posición del imán en el resorte, se haya movido el botón de cero (zero knob), o el ensamble de resorte de torsión se ha desajustado en la tuerca del pivote superior. El problema mecánico debe ser resuelto antes de intentar setear el ángulo cero. Sólo es posible ajustar o actualizar correctamente el ángulo cero cuando no hay ningún fluido en la celda.

### 5.3 Procedimiento de la prueba – Mecánico

Esta sección posee los pasos representativos de un procedimiento típico para el armado y realizado de una prueba. Se pide al operador modificar los pasos necesarios para cumplir con sus necesidades.

#### 5.3.1 Cargar una muestra a la celda

- 5.3.1.1 El Mechanical Zero de la celda de prueba (menos de  $\pm 2$  grados) deben ser previamente verificados. Esta compensación se utiliza para calcular la medida de tensión de corte.
- 5.3.1.2 Con la celda de prueba sobre la plataforma de preparación, quite la celda y la tapa.
- 5.3.1.3 Posicione un nuevo o-ring en su ranura en la celda, justo encima del rotor. No reutilice un o-ring ya usado.



---

Los anillos de soporte son diseñados para prevenir una extrusión de los o-ring. Una extrusión podría llevar a una falla en el sellado o dificultad para abrir la celda luego de una prueba. El fallo del o-ring con una muestra abrasiva podría dañar severamente la celda y el acople cortando las superficies selladas en áreas de alta tensión. El anillo de soporte se daña muy fácilmente y debe ser tratado con cuidado para evitar deformarlo.

---

- 5.3.1.4 Coloque el anillo de soporte de la celda en el o-ring, dejando la superficie plana hacia arriba.



**Figura 5-39** Instalando el o-ring y su anillo de soporte



**Figura 5-40** Ajustando la celda

- 5.3.1.5 Coloque 140 ml de muestra en la celda, con cuidado de que no entre nada en las ranuras de la celda o del o-ring. Este volumen llega aproximadamente hasta el borde del rotor.
- 5.3.1.6 Deslice la celda debajo del acople de la plataforma. Luego levántela y atorníllela en su lugar hasta su tope.

**CAUTION**

Precaución: puede ocurrir daños en la joya y en el anillo de soporte.

Si siente resistencia antes de que llegue a tope, pare. El o-ring o el anillo de soporte pueden haberse salido de lugar o el ensamble de torsión puede estar dañado. Desatornille la celda y verifique la posición del anillo de soporte, el o-ring, el baffle de la celda, y el bob.

- 5.3.1.7 Ajuste la celda con la llave proporcionada, con un torque moderado (20 libra pie).
- 5.3.1.8 Inyecte 15 ml a través del puerto de muestra para llevar el nivel de la muestra hasta justo antes del puerto de muestra en el acople. Este paso es importante. Si el nivel es muy alto, lleva a la contaminación del fluido de presurización en el área de resorte de torsión de la tapa. Si el nivel es muy bajo, es posible que la muestra se contamine con el fluido de presurización.



**Figura 5-41 Inyectando la muestra**



**Figura 5-42 Instalando el o-ring y el anillo de soporte de la tapa**

- 5.3.1.9 Instale un o-ring en la fuente si aún no hay una instalada. Estírela sobre la parte inferior de la celda y deslícela hacia arriba. Estos o-ring pueden ser reutilizadas hasta que se endurezcan.
- 5.3.1.10 Coloque un nuevo o-ring en la ranura de la tapa alrededor de la base del ensamble del resorte de torsión.



Los anillos metálicos de soporte son muy maleables y deben ser tratados con cuidado.

- 5.3.1.11 Coloque un anillo de soporte sobre el o-ring de la tapa con la superficie plana hacia arriba.
- 5.3.1.12 Baje la tapa cuidadosamente sobre el ensamble del resorte de torsión y atorníllela sobre el acople. Si siente una fuerte Resistencia antes de que llegue a tope mientras atornilla con la mano, deténgase e investigue. Utilice una llave para ajustar la tapa con un torque liviano. (12 pies/libra) (16.3 n-m)

- 5.3.1.13 Inspeccione el o-ring del puerto de entrada de muestra para verificar que no esté dañado, reemplácela si es necesario, y enrosque el puerto de entrada de vuelta en su lugar. Con enroscar a mano es suficiente.
- 5.3.1.14 Inspeccione el o-ring de los dos puertos conectores en la iX77 para verificar que no estén dañadas, y reemplácelas si es necesario.
- 5.3.1.15 Inspeccione la fuente de calentamiento para asegurar de que no haya nada obstruyendo los agujeros de desagüe, alrededor del sensor de temperatura que esta proyectado en el centro.
- 5.3.1.16 Si se cambió el fluido de presurización, descargue las líneas hidráulicas y la bomba de aire. Llene la botella de reserva con el fluido correcto y opere la bomba a 600–1000 PSIG hasta que el nuevo fluido sea expulsado del puerto conector en el lado izquierdo del protector. Utilice un contenedor para atrapar el fluido viejo a medida que es expulsado. No es necesario descargar el fluido viejo del puerto conector y del tubo del lado derecho de protector. El fluido de presurización no debería ser reutilizado dada su potencial contaminación, que puede resultar en el dañado de la bomba u otras partes.

**CAUTION**

---

La celda de prueba pesa 36 libras (16.4 kg) y debería ser maniobrada con dos manos.

---

- 5.3.1.17 Quite la traba de la plataforma, luego quite la celda de prueba y colóquela en su base en una mesa.
- 5.3.1.18 Levante la celda de prueba y colóquela en la fuente de calentamiento con el puerto de entrada de muestra enchufado apuntando hacia adelante. Un banquillo puede ser útil si la mesa es muy alta.
- 5.3.1.19 Enrosque los dos puertos conectores en su lugar hasta el tope. Enroscaque a mano para sellarlos. Puede ser necesario girar la celda de prueba para alinearla con los conectores. No la levante o el o-ring de la fuente podría salirse de lugar.
- 5.3.1.20 Ajuste el tornillo de seguridad para prevenir la rotación de la celda y para poder ubicarla siempre en el mismo lugar en cada prueba.
- 5.3.1.21 Cierre lentamente la puerta del protector y pulse la traba de la puerta para asegurar que esté cerrada y poder posicionar correctamente el sensor del ángulo de tensión de corte en la parte superior de la puerta del protector

**CAUTION**

El cierre rápido de la puerta de la protección puede causar que el sensor del ángulo de tensión de corte no alcance su fijación inicial en el imán de torsión. El ángulo exhibido será obviamente falso y sólo durará por unos segundos. El software de control avanzado reestablecerá comunicación y lo fijará automáticamente.

#### 5.4 Celda de prueba – Mecánico

El ensamble normal de una celda esta cubierta en 5.3 Procedimiento de la Prueba, pág. 68. Esta sección tiene la intención de cubrir las situaciones donde se reemplaza un componente del ensamble de torsión o se realiza algo que altere el funcionamiento total. El módulo de torsión se compone del bob, el eje del bob, el ensamble de resorte de torsión, y los pivotes y joyas en cada punta. El uso más común para esta sección va a ser cuando se reemplace una joya, principalmente la joya inferior.

La posición de la joya inferior, montada en el bob, es crítica para la vida de esta joya. Esta joya puede ser ajustada para modificar la altura del ensamble de torsión. Su posición se fija ajustando la cabeza del tornillo por encima de ésta. Si la joya se ajusta muy por encima de la parte superior del bob, pueden ocurrir dos cosas:

1. El guía del pivote puede apoyarse vástago del rotor, causando que el bob gire con el rotor.
2. El tope límite puede apoyarse en la parte superior del acople cuando la celda de muestra esta presurizada. Cualquier situación resultará en mediciones erróneas de viscosidad.

Si la joya inferior se ajusta mucho hacia el bob, está será destruida cuando se ensamble la celda. Esto ocurre porque el ensamble de torsión es levantado sobre el pivote del rotor a medida que la celda es ensamblada. El movimiento hacia arriba del ensamble de torsión se limita por el tope límite para proteger el resorte de torsión y la joya superior. Cuando el ensamble de torsión se queda sin lugar para moverse hacia arriba, se genera una gran fuerza en la parte inferior de la cavidad de la joya cuando ésta es presionada por la punta de filo del pivote del rotor. Destruirá el zafiro. Cualquier quebradura en la cavidad de la joya causará que el ensamble de torsión sobresalga un poco, dando mediciones erróneas de viscosidad y dificultando la calibración.

##### 5.4.1 Conformado de la celda de prueba

Se sugiere que la celda esté ubicada en la plataforma de preparación durante los pasos de conformado:

**NOTE**

Los números en brackets [ ] hacen referencia a Dibujo de la celda de prueba, número 101511610.

##### 5.4.1.1 Ajustando la joya inferior

El guía del pivote [14] hace presión sobre el

- bob. Con el tornillo [16] y la joya [15] aún fuera del bob, use algún material blando, puede ser plástico o madera, para empujar la guía completamente hacia el cilindro.
- 5.4.1.1.2 Enrosque la joya completamente hacia el bob hasta que llegue a tope. No lo fuerce. Fíjela en su lugar con el tornillo de ajuste.
- 5.4.1.1.3 Coloque el bob en el eje del bob [17] e instálelo en el acople [1-1] de manera normal. Asegúrese que el baffle [2] este fuertemente atornillado en su lugar.
- 5.4.1.1.4 Afloje el tornillo de ajuste #6 del costado de la tapa del pivote [33]. Quite la tapa del pivote.
- 5.4.1.1.5 Mida la distancia entre la parte superior de la manga de cero [37] y la parte inferior del ensamble del imán superior [32](A).
- 5.4.1.1.6 Véase figura 5-43 debajo. Ahora, levante cuidadosamente el imán de torsión hasta que se detenga y mida nuevamente la distancia (B). La diferencia entre estas dos mediciones (normalmente alrededor de 0,065 pulgadas) (1,5 mm) es el movimiento libre que posee el ensamble de torsión (B-A). Cuando se atornille la celda [1-2] en el acople, el imán de torsión debería levantarse aproximadamente la mitad de esta distancia  $((B-A)/2)$ , que es aproximadamente 0,030 pulgadas (0,76 mm).
- 5.4.1.1.7 Desajuste los dos tornillos en la ranura de la tapa superior que sostienen el módulo del resorte de torsión al acople. Desajústelos para el el ensamble del resorte de torsión pueda ser levantado al menos 1/8 de pulgada (5 mm). Esto previene la destrucción accidental de la joya si no está ajustada correctamente.
- 5.4.1.1.8 Coloque un anillo de repuesto y el o-ring en la celda y atornille completamente la celda al acople.



**Figura 5-43 Medición del movimiento vertical del imán de torsión**

- 5.4.1.1.9 Mida nuevamente la distancia entre la parte superior de la manga de cero y la parte inferior del soporte superior del imán. El imán de torsión debería haber subido la mitad de su capacidad de movimiento. Si subió demasiado, se debe alejar la joya inferior del pivote hacia la parte superior del bob. Si este no se movió o no subió lo suficiente, se debe ajustar más aun la joya inferior. Ajustar la joya una vuelta modifica la distancia por 0.031 pulgadas (0.79 mm).
- 5.4.1.1.10 Remueva la celda y el bob y ajuste la joya lo necesario. Si la joya debe ser ajustada, utilice las herramientas provistas para empujar el guía del pivote lo necesario. Utilizar la joya para hacer esto podría dañarla. Asegúrese de fijar la joya en su lugar con el tornillo de ajuste. A veces el tornillo de ajuste ajustará por demás la joya, tenga cuidado. Controle la joya desde abajo del bob mientras regula el tornillo de ajuste para observar la rotación de la joya.
- 5.4.1.1.11 Replace the cell on the Coupling and measure the gap again. If it is satisfactory, the two screws holding the torsion spring module can be tightened again.

5.4.1.2 Ajuste de la joya superior

La joya superior se encuentra en la parte superior de la tapa del pivote y está montada en un resorte que ayuda a proteger las joyas de choques y la expansión térmica de la celda.

- 5.4.1.2.1 Quite la tapa del pivote [33] y la copa [1-3].
- 5.4.1.2.2 Remueva la joya [15] y limpie las ranura y el resorte del pivote superior [35] con un solvente no aceitoso. Puede ser necesario elevar la temperatura de la joya a 212 F (100 C) para liberar cualquier componente viejo que fije la ranura.
- 5.4.1.2.3 Coloque una gota del componente fijador en la rosca de la joya, por ejemplo LOCTITE 242, y comiencelo por el resorte del pivote superior.
- 5.4.1.2.4 Ajuste rápidamente la joya superior con un destornillador para que el resorte del pivote superior [35] pueda apenas verse y comprimirse ligeramente cuando la tapa del pivote se presione completamente hasta su posición normal. Debería comprimirse alrededor de 1/64 pulgadas (0,4 mm). Una excesiva compresión causaría fricción extra a los pivotes y disminuiría la precisión y capacidad de repeticiones de la iX77.
- 5.4.1.2.5 Deje estar en reposo la tapa del pivote hasta que se cure el componente fijador.

5.4.2 Módulos de resorte de torsión

Existen varios módulos de resorte de torsión disponibles para optimizar las necesidades del usuario del iX77. Las celdas normalmente vienen en conjunto con el módulo F1. A las 300 RPM, el valor leído de viscosidad aparente se lee directamente en centipoise. Los siguientes módulos de resorte de torsión también están disponibles.

Tabla 5-1 Módulos de resorte de torsión

Denominación	Constante k del resorte de torsión (dina-cm/grado)	Máxima tensión de corte con BOB B1 (dinas/cm <sup>2</sup> )	Parte No.
F0.2	77.2	307	208950
F0.5	193	766	208951
F1	386	1533	208952
F2	772	3066	208953

El módulo F0.2 leerá hasta 5 veces más la desviación del módulo F1 para el mismo valor de tensión de corte. El módulo F0.5 leerá hasta 2 veces la desviación del módulo F1 estándar. El módulo F2 leerá a la mitad del módulo F1 estándar.

Los módulos de resorte son idénticos, a excepción del resorte de torsión instalado y sus mandriles correspondientes. Suelen venir como módulos de resorte de torsión completos para permitir el intercambio rápido de uno con otro sin necesidad de reajustar la joya inferior.



La calibración debe ser realizada cada vez que se instale un nuevo módulo, se reemplace un bob, o se haya realizado cualquier ajuste al ensamble interno de la celda. Úsese como regla, cada vez que haya una duda de si se debe calibrar o no, “entonces calibre”.

Todo lo que se necesita es remover los dos tornillos que fijan el módulo de resorte de torsión a la parte superior del acople y reemplazar el módulo, capa de pivote y calibrar. Cuando se instale un nuevo módulo de resorte de torsión, la joya superior se debe reajustar acorde a la tensión. Sólo es necesario hacerlo una vez, al menos que se cambie algún componente del ensamble de torsión inferior, como por ejemplo el bob o la joya inferior. El ensamble de resorte de torsión viene con la joya superior sin el componente fijador colocado para facilitar las instalaciones iniciales. Siga los pasos de 5.4.1.2 Ajuste de la joya superior, página 76.

#### 5.4.3 Desensamble y limpieza de la celda de muestra

La limpieza correcta de la celda de prueba es esencial para el funcionamiento preciso. El sellado de superficies que aún no han sido limpiadas puede llevar a daños ciertas partes y fallos de sellado. Sólidos acumulados en el módulo de resorte de torsión pueden prevenir la correcta rotación del eje de torsión. Si la joya de la parte inferior del bob no se limpia, puede ocurrir lo mismo.

La celda de prueba debe limpiarse lo antes posible luego de su uso para evitar corrosión y acumulación de sólidos. El rulemán en el centro del rotor junto con su pista de giro en la parte superior del pivote del rotor en la celda están hechos de acero al carbono endurecido. Estos se oxidarán si se dejan si se los dejan en fluidos corrosivos. Esto es un problema particular para el rulemán del rotor ya que el óxido puede hacer que éste quede fijado. El resorte de torsión y sus mandriles fijadores también pueden ser afectados por el óxido. Estos mandriles están hechos de una aleación de aluminio, y el resorte está hecho de una aleación de cobre berilio. El aluminio en particular puede sufrir corrosión por fluidos.

Un limpiador ultrasonido es adecuado para limpiar el módulo de resorte de torsión, el bob, y el rotor. Es frecuente que durante

pruebas de alta temperatura y baja presión, el fluido se expanda hacia la zona del resorte de torsión. El método y solución de limpieza debe ser elegido en base al fluido de muestra y fluido de presurización.

Los fluidos a base de aceite se limpian mejor con lavadores a base de agua como los utilizados en los mecánicos automotrices. Un lavador a chorro es adecuado para remover sólidos acumulados en partes difíciles de alcanzar. Tener cepillos cilíndricos de varios tamaños también es útil. Son convenientes cepillos de pequeño diámetro para limpiar los agujeros de 0.18 pulgadas (4.6 mm) de diámetro en el acople. Un cepillo de alrededor de 1.5 pulgadas (38 mm) de diámetro es muy útil a la hora de limpiar la celda. Debe ser medianamente rígido. Otro cepillo de 0.5 pulgadas (13 mm) de diámetro es conveniente para limpiar el agujero central del acople y el interior del bob. No es necesario llevar a cabo los siguientes pasos en orden, pero todos deben ser incluidos para una limpieza profunda.



---

Los números en brackets [ ] hacen referencia a Dibujo de la celda de prueba, número 101511610.

---

#### 5.4.3.1 Desensamble de la Celda

- 5.4.3.1.1 Desenrosque los puertos conectores de la celda de prueba en la torre. Deje el puerto de entrada de muestra en su lugar. Goteará un poco de fluido (de presurización) del conector que restante. Se puede minimizar el ensuciado al rotar la celda en la torre e insertando pequeños taponés en los puertos.
- 5.4.3.1.2 Coloque la celda de prueba en la plataforma de preparación, y fíjela en su lugar con un pin.
- 5.4.3.1.3 Desenrosque la celda y colóquela debajo del bob para atrapar las gotas hasta que las partes superiores de la celda dejen de gotear. Puede ser necesaria la llave de cinta para desajustarla.
- 5.4.3.1.4 Desenrosque la tapa [1-3] y quítela. La llave de cinta también puede ser necesaria.
- 5.4.3.1.5 Quite el ensamble del rotor [3] de la celda [1-2] y móntela sobre una superficie amagnética, lejos de los materiales magnéticos, para vaciar. Siempre es mejor colocar el rotor con la parte del imán hacia arriba. Esto ayuda a evitar la recolección de materiales magnéticos cercanos al imán de transmisión.
- 5.4.3.1.6 Vacíe de contenido la celda y déjela para secar. Si aún no se ha removido el rotor,

sosténgalo con un dedo para asegurarse de que no se caiga de la celda.



El imán de transmisión [6] utilizado en el iX77 es un imán de muy alta energía. Está compuesto por samario, cobalto, hierro, zirconio, cobre tierras raras. Se debe tener extremo cuidado para evitar que el imán sea atraído involuntariamente a otro imán o cualquier objeto ferroso. Puede dañarse por golpe. El material, además, es frágil y puede romperse al golpearse. Dos imanes como este se atraerían desde varias pulgadas de distancia. El imán también debe estar alejado de dispositivos mecánicos sensibles, ya sea relojes de pulsera y medidores. Recolectores de datos magnéticos como discos de computadoras y tarjetas de crédito también deben mantenerse alejados.

#### 5.4.3.2 Desensamble del Rotor

Quite los dos tornillos que sobresalen [11] en la parte inferior del rotor. Levante el soporte del imán [7] y quite buje de bronce del rotor [8] en la parte inferior de ésta. Quite el imán de transmisión [6] y colóquela en una superficie amagnética. Este debe limpiarse de manera separada. Coloque todas las partes, excepto el imán, en la solución limpiadora o el limpiador ultrasonido y límpielos bien. No intente limpiar el imán con el limpiador ultrasonido porque podría dañar al limpiador.



**Figura 5-44 Desensamble del rotor**



**Figura 5-45 Quitando el rulemán [12]**

- 5.4.3.2.1 Saque el rotor de la solución limpiadora y utilice la pieza con punta ovalada para poder sacar el rulemán [12] fuera del centro del rotor. Puede utilizarse un pequeño martillo y golpear suavemente el rulemán para sacarlo, pero tenga cuidado ya que éste es frágil y puede romperse, dificultando el quitado. Limpie profundamente o reemplace el rulemán. Use un cepillo para limpiar el agujero del rotor.
- 5.4.3.3 Desensamble de la parte superior de la Celda
- 5.4.3.3.1 Quite la tapa del pivote [33] en la parte superior de la celda aflojando el tornillo de ajuste #6 en su costado, alrededor de 2 vueltas, y levante la tapa. Esto deja expuesto el imán de torsión [34]. Fíjese que no haya sólidos en el área imán de torsión [30-1-7]. Si los hay, debe fijarse bien que el resorte este limpio.

- 5.4.3.3.2 Tome el bob [4] y desenrosquelo junto con su eje [17] del módulo de resorte de torsión en la parte superior. Gire el bob en sentido horario si se lo mira desde arriba. El bob puede desajustarse de su eje. Si lo hace, coloque una pequeña barra en los agujeros del eje y desatornillelo. Si aún no están separados, desenrosque el bob de su eje y colóquelo en la solución de limpieza. Tome especial cuidado a la hora de limpiar el bob para poder remover los sólidos acumulados en el hueco superior donde se enrosca el eje del bob y en la parte inferior donde se coloca la joya en V [15] y el guía del pivote [14]. Un cepillo pequeño rígido y una botella de limpieza lleno de algún solvente apropiado son buenos para este trabajo. Coloque un cepillo por el eje del bob para limpiar el hueco.



---

El módulo de resorte de torsión debe ser manejado con cuidado. Un manejo bruto puede cambiar la calibración. El imán de torsión [34] en su eje es relativamente fácil de mover. Esto resultaría en un cambio en el Mechanical Zero.

---

- 5.4.3.3.3** Quite los dos tornillos sobresalientes [28] que unen el módulo de resorte de torsión al acople [1-1] (véase Figura 5-46). Coloque el módulo de resorte de torsión en la solución limpiadora. El módulo debe ser limpiado cuidadosamente. Asegúrese de que los sólidos acumulados en el resorte de torsión y, dentro y alrededor del tope del pivote [25] sean completamente removidos. Un chorro de solución limpiadora es apropiado.



**Figura 5-46 Quitando el módulo de resorte de torsión**

- 5.4.3.3.4 Utilice un imán pequeño para levantar y retener la bola pequeña [39] que estaba debajo del módulo del resorte, en la parte superior del acople (véase Figura 5-47). Esta bola actúa como válvula de chequeo para prevenir un exceso de goteo del fluido de presurización cuando se desconectan los puertos conectores en la torre.
- 5.4.3.4 Desensamble del acople
  - 5.4.3.4.1 Desenrosque el baffle [2] de la parte inferior del acople y lávelo con la solución limpiadora. Utilice un cepillo pequeño para limpiar las roscas y huecos.
  - 5.4.3.4.2 Quite el tapón del puerto de la muestra en el acople y límpielo con la solución. Ayúdese con un cepillo pequeño. Inspeccione el O-ring para verificar daños, remuevalo y cámbielo.
  - 5.4.3.4.3 Quite el acople de la plataforma y lávelo. Asegúrese de pasar un cepillo por el hueco del eje central del bob, los tres puertos, el hueco del puerto de muestra de la parte inferior del acople, y los dos huecos en la partes superior del acople y las dos roscas. Utilice un cepillo para limpiar las dos roscas a cada lado del acople. Mientras limpie, asegúrese de no rayar las superficies superiores e inferiores ya que son superficies selladas/de sellado. Coloque el acople de costado en vez de vertical.

- 5.4.3.4.4 Enjuague las partes y utilice un chorro de aire para secarlas. Sea especialmente cuidadoso al secar el módulo del resorte para evitar corrosión.
- 5.4.3.4.5 Utilice un aplicador con punta de algodón humedecida con un solvente para limpiar cuidadosamente la joya en V en la tapa del pivote y en el bob.

Las partes de la celda de prueba ya están listas para el reensamble luego de su inspección.



**Figura 5-47** Ubicación y orientación de la bola debajo del módulo de resorte de torsión

#### 5.4.4 Reemplazo del rodamiento del rotor

Hay cuatro partes del sistema de rodamiento del rotor que deben ser cambiadas periódicamente. Estas son:

1. La pista interior y exterior de rulemán de contacto angular [12], el cual la pista exterior está montada en el centro del rotor y rota con él.
2. La pista interna del rulemán, que está montado cerca del pivote/fuente de calentamiento en el centro de la celda y es estacionario.
3. El buje del rotor [8], que se encuentra presionado contra la base del ensamble del rotor y rota con él.
4. El buje del pivote [10], que también es estacionario y esta montado sobre la base del pivote/fuente de calentamiento, en la cavidad de la celda.



**Figura 5-48 Herramientas**



Los números en brackets [ ] hacen referencia al dibujo Test Cell Drawing, número 101511610.

Lo siguiente describe cómo remover y reemplazar cada uno.

##### 5.4.4.1 La pista externa del rodamiento de contacto angular [12]

###### 5.4.4.1.1 Remoción

El extremo con forma ovalada de la herramienta de quitado del buje (209165) se utiliza para quitar el buje/rodamiento del rotor. Remueva primero el imán de transmisión y el soporte del imán quitando los dos tornillos que unene el ensamble. Coloque el rotor [3] en el banco con

el extremo cerrado hacia abajo.



**Figura 5-49 Rotor y herramienta para remover bujes**

Inserte el extremo con forma de ovalo de la herramienta en el pequeño agujero del vástago del centro del rotor. Entrará un poco, frenando en la pista del rodamiento. Empuje con firmeza hacia abajo, y el buje se saldrá de su lugar. Puede ser necesario un leve golpe de martillo pequeño para lograr esto. La herramienta solo puede ser golpeada si el hombro circular está por encima de la superficie del rotor.

#### 5.4.4.1.2 Instalación

Limpie el compuesto antiadherente que se encuentre en la superficie del buje. Luego utilice el extremo circular de la herramienta para el rulemán. Es redonda en un extremo y hexagonal en el otro. Empuje el rodamiento/cojinete completamente hacia adentro del rotor. Trate de no utilizar el martillo deslizante. Si necesita usarlo, hágalo suavemente para evitar dañar la pista del rodamiento. Si este no se empuja completamente hacia abajo, la joya inferior puede ser dañada cuando se ensamble la celda de prueba.



**Figura 5-50 Colocando la pista externa del rulemán para presión**

5.4.4.2 La pista interna del rodamineto de contacto angular [12]

5.4.4.2.1 Remoción

El buje interno se quita el martillo deslizante y el extractor, que posee dos brazos pivote. Sobre las ranuras de los extremos de cada brazo, primero coloque el pequeño adaptador que le permitirá al brazo cerrarse y agarrar el rodamiento. Una ranura en el adaptador envuelve el borde del rodamiento a cada lado. Luego de colocar el adaptador sobre el pin de cada brazo, rótelos para fijarlos en su lugar. Atornille el extractor sobre el extremo con rosca del martillo deslizante (slide hammer). Separe un poco los brazos y bájelos dentro los la celda a cada lado del pivote. Cierre los brazos sobre el rodamiento interno, envolviendo las ranuras con el borde de la pista. Unos golpes leves con el peso del martillo deslizante contra el tope en el extremo lejano de la celda deberían remover el rodamiento.



**Figura 5-51 Quitando la pista interna del rodamiento o el buje del pivote**

#### 5.4.4.2.2 Instalación

Antes de instalar el buje/rodamiento, asegúrese de que el buje del pivote [10] haya sido instalado en la base del pivote/fuente de calentamiento [5] en la celda. Este no puede ser instalado si el buje interno está colocado.

Limpie el buje interno y el extremo pequeño del pivote/fuente de calentamiento donde está montado, con un solvente no graso. Deje que se sequen. Luego aplique una gota de compuesto fijador a una alta temperatura a la rosca de la pista interna. Utilice una pinza para iniciar la pista interna en el pivote con la superficie plana hacia abajo. Utilice el extremo circular de la herramienta para empujar el rodamiento. Empuje hacia abajo con el extremo circular hasta que el buje esté en la parte inferior del pivote. No utilice el martillo deslizante. La pista está hecha de material frágil y podría romperse. Limpie cualquier exceso de compuesto fijador en la pista y el extremo en punta del pivote.

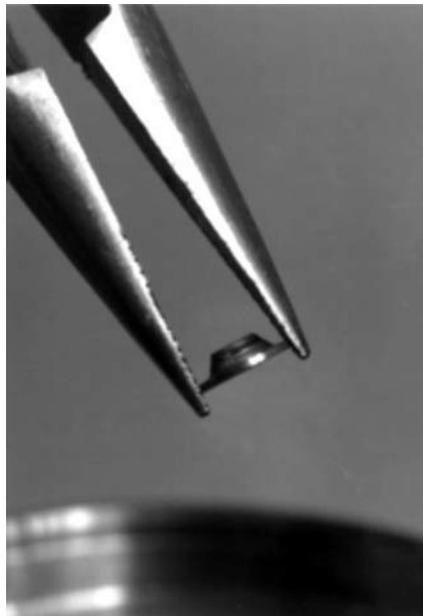
Referase a las figuras en la página siguiente.

#### 5.4.4.3.1 Remoción

El removido del buje del rotor se describe más en detalle en 5.4.3.2 Desensamble del Rotor, page 79. Básicamente, es empujado a mano fuera del soporte del imán de transmisión [7] luego de que el soporte haya sido separado del rotor [3].

#### 5.4.4.3.2 Instalación

Coloque el rotor con el extremo abierto hacia abajo. Coloque el soporte del imán en el rotor con el extremo ranurado hacia abajo. Luego gírelo hasta que las dos roscas para tornillo queden alineados con los correspondientes agujeros en el rotor. Coloque los dos tornillos [11] y ajústelos bien. Ahora deslice el imán de transmisión [6] en su ranura hasta que quede medianamente centrado. Coloque empujando el buje del rotor en su agujero dentro del soporte del imán y dentro del imán de transmisión hasta que llegue a tope. Esto ayuda a retener el imán temporalmente. Centre el imán de transmisión a ojo para que no sobresalga más de un lado que del otro y ajuste el conjunto de tornillos #8 [44] en el soporte del imán. Esto fija el imán en su



posición.

**Figura 5-52 Posicionando la pista interna del rulemán**



**Figura 5-53 Empujando la pista interna hacia el pivote**



**Figura 5-54 Posicionando el imán de transmisión**



**Figura 5-55 Posicionando el buje del rotor**



**Figura 5-56 Fijando el imán de transmisión**

#### 5.4.4.4 El buje del pivote [43]

##### 5.4.4.4.1 Remoción

Primero remueva la pista externa del rodamineto de contacto angular (Véase to 5.4.4.2 La pista interna del rodamineto de contacto angular [12], pág. 86). Al igual la pista interna, el buje del pivote se quita con el extractor y el martillo deslizante. Primero, atornille el extractor al extremo ranurado del martillo. Luego, remueva los dos adaptadores de pista interna de los extremos de los brazos, si es que están instalados. La ranura circular en los extremos de los brazos están diseñadas para enganchar la brida en la parte inferior del buje.

Separe un poco los brazos del extractor y bájelos hasta la parte inferior de la celda alrededor del pivote/fuente de calentamiento [5]. Ahora cierre los brazos del extractor, engançando las ranuras de la brida a cada lado. Mantenga los brazos cerrados con una mano y deslice el peso del martillo con la otra, golpeándola contra el tope de la celda. Luego de algunos golpes moderados, el buje debería salirse.

#### 5.4.4.2 Instalación

La instalación del buje del pivote es esencialmente el revés del removido. El martillo deslizante es utilizado para llevarlo hasta su posición golpeando el tope más cercano a la celda con el peso. No utilice ningún compuesto fijador en la instalación del buje. Asegúrese de que se lo lleve completamente hasta abajo. Verifique esto colocando el rotor en la celda y confirmando que el rulemán este sosteniéndolo, y no el buje de la parte inferior. Si no se encuentra completamente abajo, la elevación del rotor empujará contra el bob cuando se ensamble la celda de prueba, evitando una rotación correcta del bob.



**Figura 5-57 El buje del pivote en la muesca del extractor**

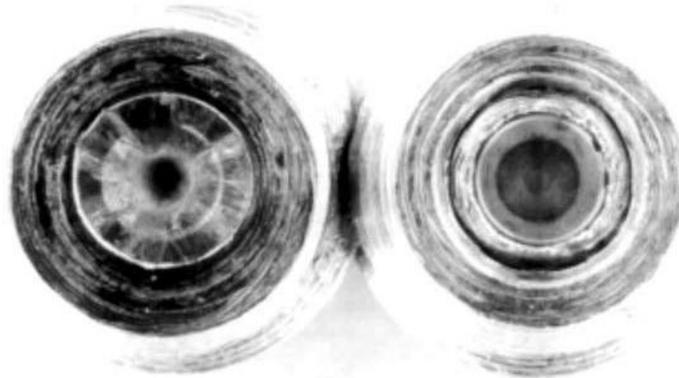
#### 5.4.5 Joyas en V

Las joyas [15] que son utilizadas para sostener la parte superior e inferior del ensamble de torsión de la celda de prueba son constuidos de zafiro sintético transparente y montados en un soporte inoxidable. Son principalmente dañados cuando una fuerza excesiva en el ensamble de torsión golpea la joya con la punta del pivote, quebrando la joya. Esto puede ocurrir cuando la joya superior o inferior no están ajustadas correctamente, o si el ensamble de torsión cae sobre el pivote inferior. Cualquier superficie que fracture el vértice esférico de la joya causará adherencia en el ensamble de torsión, y una reducción en la precisión del reómetro. La joya en la parte inferior del bob es la que se daña más frecuentemente. La joya superior esta protegida hasta cierto grado por el resorte del pivote en forma de "X" [35] en donde está montado.

Quite el bob o la tapa del pivote y limpie la joya en V para inspeccionarla. Hágalo girando la punta de un aplicador sobre la joya con la punta cubierta de algodón humedecido con un solvente. Esto debería remover cualquier contaminación superficial.

Las joyas son inspeccionadas por medio de un microscopio óptico con luz reflejada. Una aumento de 40 es apropiada. La joya de la parte inferior del bob puede ser inspeccionada sin removerse, pero la iluminación puede ser un poco difícil. La joya puede parecer oscura si un fluido oscuro fue forzado detrás de ella por las presiones operantes. Incline la joya para que la luz la ilumine de varios ángulos y así facilitar ver si posee fracturas. Se debe mover el foco del microscopio de arriba hacia abajo para poder cubrir toda la superficie y profundidad cónica de la joya en V. Preste especial atención a la superfice curva de la parte inferior de la V de la joya.

Si se encuentra cualquier fisura superficial, la joya debeía ser reemplazada. No confunda fibras residuales de la punta de algodón del aplicador con una fisura. (Véase to 5.4.1 Conformado de la Celda de Prueba, page 73, para instrucciones sobre el ajustado apropiado en un reemplazo de la joya.)



**Figura 5-58 Comparación de una joya en mal estado (izquierda) y una en buen estado (derecha)**

## 5.5 Calibración – Mecánico

El Reómetro Automático iX77 está diseñado para ser calibrado con fluidos de calibración certificados disponibles de FANN®. Estos fluidos son aceites de silicona Newtonianos y están disponibles para diferentes viscosidades. Las tablas de viscosidad de los fluidos se identifican con el National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología).

El reómetro retendrá la calibración siempre y cuando el módulo de resorte de torsión no sea desensamblado y sea mantenido limpio y libre de corrosión. Removiendo el ensamble de resorte de jaula de la parte superior del acople como una unidad debería tener un efecto mínimo en el Mechanical Zero.

El Reómetro Automático iX77 utiliza un magnetómetro digital inteligente para detectar la rotación del imán en la parte superior del ensamble de torsión. La influencia del imán de transmisión dentro la protección, el campo magnético de la tierra, las propiedades magnéticas de la protección, las no linealidades del resorte, los campos magnéticos y masas del laboratorio, el flujo no ideal de los fluidos, y las pequeñas variaciones geométricas todo combinado hacen la exhibición del ángulo no lineal si estas no son compensadas. El software de control avanzado del iX77 permite una fácil compensación a estos efectos.

### 5.5.1 Configurando el Mechanical Zero

El mechanical zero del ensamble de torsión de la celda de prueba es el ángulo con el que el ensamble de torsión gira cuando no hay ningún fluido en la celda. El punto cero es determinado por la posición rotacional del manguito del cero y el imán de torsión. Estas partes se encuentran en la parte superior de la celda de prueba, debajo de la copa.

**CAUTION**

El cierre rápido de la puerta de la protección puede causar que el sensor del ángulo de tensión de corte no alcance su fijación inicial en el imán de torsión. El ángulo exhibido será obviamente falso y sólo durará por unos segundos. El software de control avanzado reestablecerá comunicación y lo fijará automáticamente.

**NOTE**

Los números en brackets [ ] hacen referencia al dibujo Test Cell Drawing, número 101511610.

- 5.5.1.1 Coloque la celda de prueba ensamblada dentro de la fuente de calentamiento. Conecte los puertos conectores y ajuste un tornillo de los conectores. Esto ubica la celda en la posición exacta que estaría para una prueba normal.
- 5.5.1.2 Remueva la tapa de la celda de prueba.
- 5.5.1.3 Utilice una herramienta no magnética y no ferrosa (un lápiz de madera por ej.) para empujar suavemente el imán de torsión [34] en dirección antihorario hasta que llegue a tope. Tenga en cuenta la valor de la rotación de retorno. Debería rotar de 1 a 3 grados. Si no lo hace, desajuste el tornillo [44] en la caja del resorte [33] que fija el manguito del cero [37] en su lugar. Rote el manguito del cero como es requerido y reajuste el tornillo. Verifique la rotación nuevamente antes de proceder.
- 5.5.1.4 Cierre lentamente la puerta de la protección y asegúrela con el perno de seguridad. Si el ángulo (grados) de la página Digital Status es mayor a 2.5 grados, entonces continúe con este procedimiento.



**Figura 5-59 Ajustando el manguito del cero**



**Figura 5-60 Removiendo la tapa del pivote**

- 5.5.1.5 Abra la puerta de la protección y note la distancia entre la parte superior del imán de torsión [34] y la parte inferior de resorte del pivote superior [35]. Debe haber una diferencia de 1/32 pulgadas a 1/16 pulgadas (1 mm a 2 mm). Remueva la tapa del pivote [33] aflojándole los tornillos al menos dos vueltas. Esto deja expuesto el imán de torsión [34] y su tornillo de fijación al perno del pivote superior [30-2].
- 5.5.1.6 Note la separación entre la parte inferior del imán de torsión rotatorio [34] y la parte superior del mandril de sujeción estacionario [30-3]. Debería ser de 1/32 pulgadas (1 mm) o más. Desajuste el tornillo del imán de torsión y rótelo en sentido antihorario para corregir un exceso de ángulo positivo o en sentido horario para corregir un ángulo negativo o de mayor a 320 grados. Ajuste el tornillo de manera segura a la misma distancia sobre el resorte de torsión como lo hizo anteriormente. El imán de torsión debería estar cerca pero no debe tocar la parte superior del resorte de torsión.



**Figura 5-61 Ajustando la posición del imán de torsión**

- 5.5.1.7 Reemplace la tapa del pivote. Verifique para asegurar que el imán de torsión [34] apenas se separe de la parte inferior del resorte del pivote superior [35] como se denotó en el paso 5.5.1.3. Repita los pasos 5.5.1.5 hasta 5.5.1.7 hasta que se lea un ángulo (grados) cercano a cero (0).

**CAUTION**

---

Trate cuidadosamente el módulo de resorte de torsión durante la limpieza y el reensamble para que las configuraciones del Mechanical Zero no necesiten ser reseteadas.

---

- 5.5.1.8 Abra la parte superior la protección, reemplace la tapa de la celda, y cierre nuevamente el blindaje.

5.5.2 Calibrando el Resorte de Torsión

La calibración básica del resorte de torsión no es demasiado crítica dado que el software de control avanzado corregirá los errores de constante mínimos durante el procedimiento de calibración automático. El ajustado se logra haciendo el mayor o menor el largo del resorte. El resorte disminuye su longitud para hacer que el eje de torsión rote menos dada una determinada carga. Mientras más sea la longitud del resorte, más será la rotación. Los resortes de torsión vienen calibrados de fábrica y no suelen necesitar calibración. De todas maneras, puede ser recalibrado, si así lo desea, por los pasos descritos abajo.

**NOTE**

---

Los números en brackets [ ] hacen referencia la dibujo Test Cell Drawing, número 101511610.

---

5.5.2.1 Recalibración del Resorte de Torsión

Siga los pasos 5.5.1.1 hasta 5.5.1.8 de 5.5.1 Configurando el Mechanical Zero, pág. 93, pero esta vez llene la celda con el fluido de calibración apropiado (generalmente 200 cP con el resorte F1).

- 5.5.2.1.1 Opere el reómetro a una velocidad de 300 RPM (para un fluido de 200 cP).
- 5.5.2.1.2 Fíjese el ángulo (grados) y temperatura exhibidos.
- 5.5.2.1.3 Compare el ángulo (grados) al Calculated Angle (ángulo calculado) (Centipoise), de la tabla del fluido de calibración, para la temperatura indicada. Un error de  $\pm 2$  cP es aceptable. Si se requiere un ajuste, continúe con el paso siguiente.

- 5.5.2.1.4 Detenga el reómetro, abra la puerta la protección, y remueva la tapa [1-3] de la celda de prueba.
- 5.5.2.1.5 Note la distancia entre la parte superior del imán de torsión [34] y la parte inferior del resorte del pivote superior [35]. Debería ser de 1/32 pulgadas a 1/16 pulgadas (1 mm a 2 mm). Quite la tapa del pivote [33] desajustando su tornillo al menos dos vueltas.



**Figura 5-62 Removiendo la tapa del pivote**



**Figura 5-63 Ajustando la longitud del resorte de torsión**



El ensamble del eje de torsión se sostiene en el centro del bob[4] en una joya en V de zafiro [15]. Si el ensamble es levantado y se lo deja caer en la parte inferior del pivote, puede dañar la joya. Esto destruirá la precisión del instrumento y requerirá el reemplazo de la joya. Removiendo el imán de torsión [34] podría levantar inadvertidamente el ensamble del eje de torsión.

5.5.2.1.6 Tenga en cuenta la orientación del tornillo del imán de torsión [34] para ayudarse durante el reensamble. Tenga en cuenta también el espacio entre la parte inferior del imán de torsión rotatorio [34] y la parte superior del mandril de agarre estacionario [30-3]. Debe ser de 1/32 pulgadas (1 mm) o más. Desajuste el tornillo y remueva el imán de torsión.

5.5.2.1.7 Destrahe el mandril del resorte superior [30-4] desajustando el tornillo [49] en el manguito del cero [11].

#### 5.5.2.2 Rotar el Mandril del Resorte Superior

Utilice una herramienta de calibración (Part No. 208945) para rotar el mandril del resorte superior levemente. Si se lo mira desde arriba, gírelo en sentido antihorario para

umentar la longitud del resorte. Girarlo en sentido horario disminuirá su longitud. Girarlo un cuarto de revolución cambiará el ángulo aproximadamente un 3 por ciento. Para facilitar la visualización, se recomienda colocar un índice al final o al costado de la herramienta de calibración. Es más fácil hacer ajustes si gira el ensamble del resorte desajustado en dirección contraria al de ajuste y luego girar la herramienta de calibración.

### 5.5.2.3 Reensamble

Reensamble siguiendo los pasos siguientes:

5.5.2.3.1 Trabe el mandril del resorte superior con el tornillo en el manguito del cero. Asegúrese que la parte superior del mandril superior este alineado con la manga de sujeción [31]. Puede que sea necesario estirar o comprimir un poco el resorte para poder lograr este paso.

5.5.2.3.2 Instale el imán de torsión y posicónelo a la misma distancia por sobre el agarre del resorte como se hizo anteriormente. La distancia entre la parte inferior del imán de torsión rotatorio [34] y la parte superior del mandril de sujeción estacionario [30-3] debe ser de 1/32 pulgadas (1 mm) o más. El imán de torsión tiene que estar muy cerca pero no debe tocar el resorte de torsión. Ajuste su tornillo.

5.5.2.3.3 Instale la tapa del pivote, presionando completamente hacia abajo, y ajustando sus tornillos. Cuando este ajustado apropiadamente, el resorte del pivote superior [35] debería curvarse muy levemente hacia arriba sin tocar el imán de torsión. Si el resorte del pivote se curva más de 1/64 pulgadas (0.4 mm), se debería llevar a cabo el procedimiento de Ajuste de la Joya Superior del punto 5.4.1 Conformado de la Celda de Prueba, pág. 73. Si el resorte del pivote superior toca el imán de torsión, el imán debe ser reposicionado más abajo en el perno del pivote superior [30-2].

5.5.2.3.4 Siga los procedimientos de 5.5.1 Configurando el Mechanical Zero, pág. 93.

5.5.2.3.5 Repita los pasos de esta sección hasta que el error sea menor a  $\pm 2$  cP.

La calibración debe ser llevada a cabo cada vez que un nuevo

---

módulo de resorte de torsión sea instalado, se reemplace un nuevo bob, o se lleve a cabo cualquier ajuste interno del ensamble de la celda. Cada vez que haya dudas sobre si calibrar o no, calibre.

## 5.6 Operación del Chiller

El Chiller opcional se utiliza para enfriar la celda por debajo de la temperatura ambiente para pruebas de agua fría. El rango de temperatura del refrigerador es de -10°C a 35°C dependiendo del anticongelante utilizado. El iX77 controlará la operación del Chiller cuando este se encuentre correctamente conectada para poder mantener una temperatura seleccionada.

Un cable tipo DB9 conecta el Chiller al controlador en el iX77. En la pestaña de calibración, seleccione el botón “Chiller Enable”. Cuando el Chiller este conectado y encendido, un punto rojo aparecerá en el panel del refrigerante, indicando que esta comunicado y esta siendo controlado por el iX77.

Si el software del iX77 no esta siendo usado, la operación del Chiller también puede ser seleccionada al modificar el archivo `config_M77.ini` localizado en `C:\Program Files\Fann\M77`. El usuario debe asegurarse que en los dos casos `UseChiller=FALSE` sea cambiado a `UseChiller=TRUE`.

La celda de prueba debe mantenerse en su lugar cuando el Chiller este en operación. De no ser así, la contrapresión del agua refrigerada ocasionará pérdidas en la celda de prueba. Los Reóemtros iX77 nuevos poseen un sujetador preinstalado en la puerta de la torre. Si este sujetador no esta, ordene el kit 101893838 de Fann Instrument. Este sujetador puede ser fácilmente añadido al instrumento en el cliente.

Asegúrese de que el lubricante haya sido colocado a lo sobre del diámetro externo del o-ring de la celda de prueba antes de que se instale la celda en la fuente de calentamiento. Esto permitirá que el o-ring se deslice libremente y se asiente correctamente en la fuente.

## 6 Analyzing Results

This page left intentionally blank.

## 7 Troubleshooting and Maintenance

### 7.1 Pressure

Table 7-1 Pressure

Symptom	Possible Cause	Solution
Pump runs, but pressure does not increase	Fluid level in pressurizing fluid reservoir lower than pickup tube	Fill pressurizing fluid reservoir
	Excess air in hydraulic system	Purge air using manual release valve
	Rupture disc burst	Observe for continuous fluid return in waste bottle with manual release valve closed; replace rupture disc
	Blocked suction line filter	Replace filter or filter element
Pump does not run	No air supply	Verify air supply
	Faulty electronic air pressure regulator or pump	Call for FANN service
Frequent pumping	Leaking cell cap, cell bottom, or port connector O-rings	Inspect connections for leaking fluids and replace O-rings as indicated
	Dump valve or control valve not seating	Manually reset dump valve Replace kit in control valve
	Leaking fittings	Inspect weep holes at all high-pressure fittings and tighten as indicated
Will not vent pressure	No air supply	Verify air supply
	Faulty air operated relief valve, air pressure regulator, or air operated control valve	Call for FANN service
	Blocked high-pressure filter	Slowly manually release pressure, remove filter, and clean or replace filter elements
	Blocked flow-restriction tubing	Disassemble, clean, and reassemble. Do not over tighten high-pressure fitting.

## 7.2 Tescom Valve Maintenance

### 7.2.1 Tools Needed

The following items are needed to complete valve repair:

- 2 ½ inch open end wrench (101582697)
- 2 inch open end wrench (101582698)
- Repair Kit (101629337)
- Torque Sensor Tool (101629332)
- Loctite 271
- A light lithium or silicone based grease

### 7.2.2 Front Panel Removal

7.2.2.1 Remove the cell assembly from the tower. The weight of the cell could cause the instrument to tip when the drawer is opened.

7.2.2.2 Remove power and air from the iX77.

7.2.2.3 Ensure the water and drain lines have enough slack to move forward without binding.

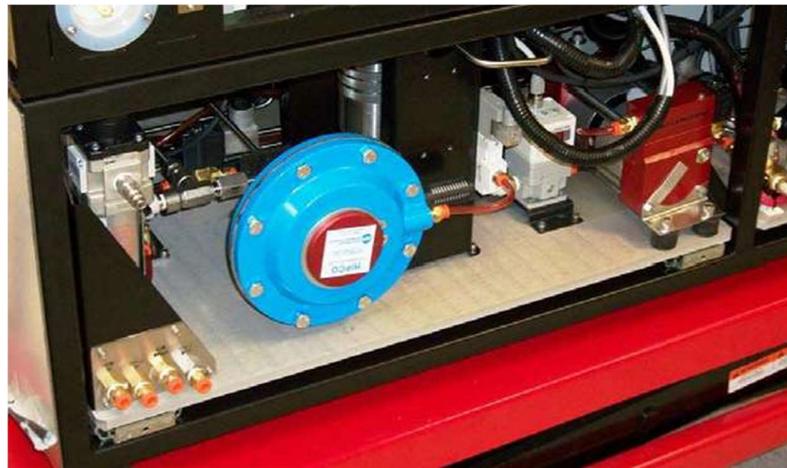


Figure 7-1 Rear Fluid Connections

7.2.2.4 Remove the six screws from the sides of the front panel.

7.2.2.5 Pull the oil bottle drawer out.

7.2.2.6 Rotate the front panel gain access to the Tescom valve.

7.2.2.7 Locate the latch behind the Tescom valve.

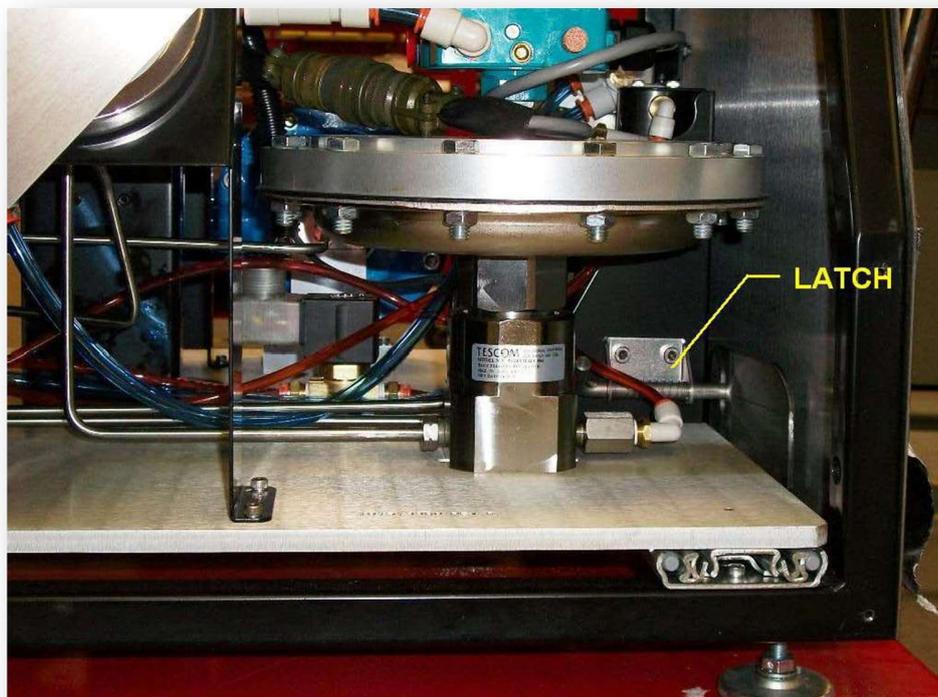


Figure 7-2 Drawer Latch Location

7.2.2.8 Push the latch sideways and pull the bottom drawer out.

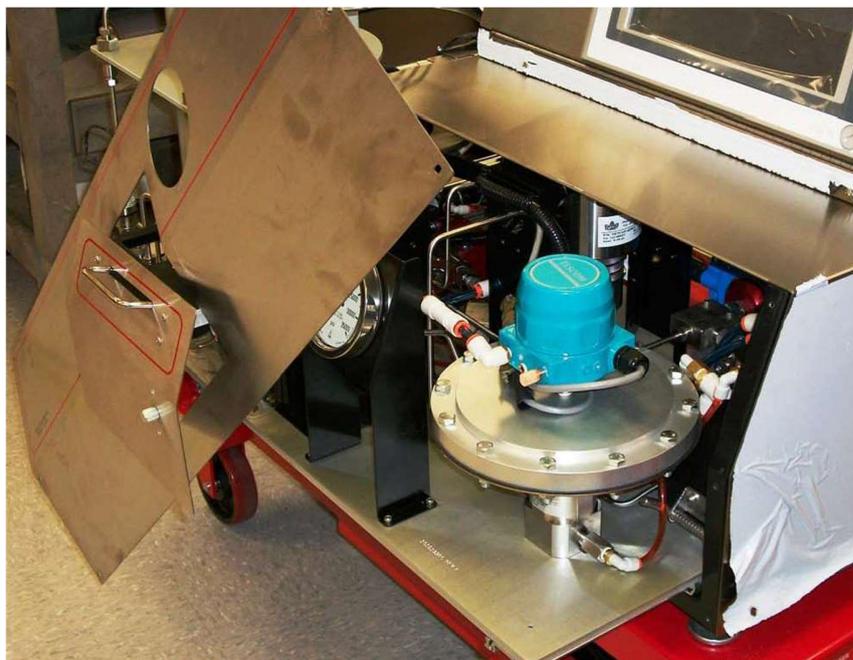


Figure 7-3 Opened Drawer with Rotated Front Panel

7.2.2.9 Disconnect the control cable.



Figure 7-4 Control Cable

7.2.2.10 Remove the air inlet tubing.



Figure 7-5 Air Inlet Tubing

- 7.2.2.11 Use the 2 and 2-1/2 inch wrench for valve disassembly.



Figure 7-6 Wrenches for Valve Disassembly

- 7.2.2.12 Ensure there is ample clearance to use the wrenches.

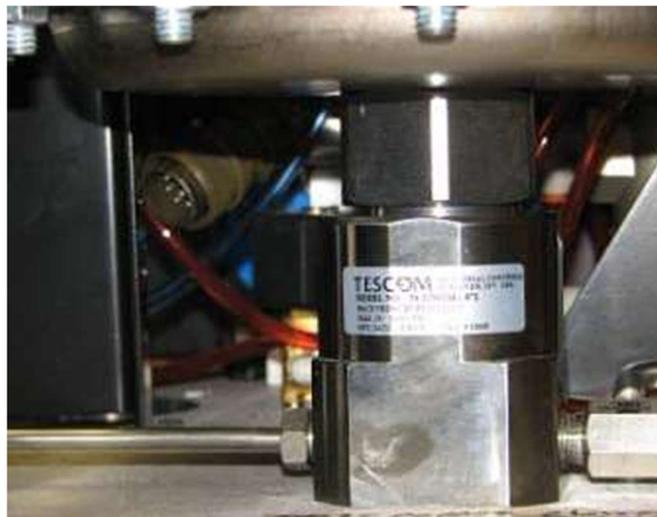


Figure 7-7 Clearance in the Disassembling Area

- 7.2.2.13 Loosen the right hand threaded Body Assembly from the Air Actuator Assembly.



Figure 7-8 Body Assembly/Air Actuator Assembly

- 7.2.2.14 Spin the valve off by hand once it is loosened.



Figure 7-9 Valve Disassembly

- 7.2.2.15 Remove and set the Air Actuator Assembly aside.



Figure 7-10 Air Actuator Assembly

### 7.2.3 Rebuilding Internal Valve Body

The following steps are performed to rebuild the internal valve body including all stems, seats, and seals.

7.2.3.1 Locate and remove the internal sensor assembly.



Figure 7-11 Internal Sensor Assembly Location



Figure 7-12 Internal Sensor Assembly Removal

7.2.3.2 Remove the Seat Retainer with a medium flat blade screw driver.



Figure 7-13 Seat Retainer

7.2.3.3 Lubricate and reinstall the threads. After the lubrication, replace the seat in the retainer.



NOTE

Refer to the valve drawings and BOM in this document for detailed parts and lubrication information.



Figure 7-14 Lubrication of Threads

7.2.3.4 Use the torque sensor tool to disassemble and reassemble the sensor.



Figure 7-15 Torque Sensor Tool

7.2.3.5 Using soft jaws, chuck the flats on the sensor assembly in vise with the stem facing up.



Figure 7-16 Soft Jaws

7.2.3.6 Unscrew the sensor from the spring pad.



Figure 7-17 Spring Pad

7.2.3.7 Replace the sensor and valve parts (as shown below). Reassemble the parts.



Figure 7-18 Valve Parts



Figure 7-19 Stem and Spring



Figure 7-20 O-ring and Backup Ring

7.2.3.8 Before assembling the Spring Pad and Sensor, apply one drop of Loctite on the threads.



Figure 7-21 Loctite Application

7.2.3.9 Reassemble in reverse order using the valve drawings as a reference.



**NOTE**

Observe the torque and lubrication requirements in the drawing notes.



Figure 7-22 Reassembled Sensor



Figure 7-23 Lubricated Threads

7.3 Temperature

Table 7-2 Temperature

Symptom	Possible Cause	Solution
Does not heat	System automatically sensed problem in heating time	Reset heat fault
	Heater failed	Call for FANN Service
	Thermocouple failed	Call for FANN Service
	Bad solid state relay	Call for FANN Service
Post test Cool Down fails	Cell temperature below 100°F	None, cool down disabled below 100°F
	No water supply	Verify water supply
	Faulty cooling valve or cooling valve solenoid valve	Call for FANN service
	Blocked drain hose	Verify drain hose is open
Does not chill to set temperature	Low-pressure output from external chiller	Verify chiller output pressure and repair as indicated
Cooling water leaks around test cell	Cell to heater well O-ring damaged	Inspect and replace as indicated
	Heating well drain holes blocked	Clean
	Drain hose too small or too high	Replace with larger hose or adjust to lower than system

7.4 General

Table 7-3 General

Symptom	Possible Cause	Solution
Angle reading does not change or changes erratically	Baffle unscrewed against bob	Tighten baffle and inspect bottom vee jewel for damage
	Bob shaft assembly bent	Straighten
	Torsion magnet touching upper pivot spring	Adjust magnet position and inspect bottom vee jewel for damage
	Bottom vee jewel adjusted too far down	Inspect for damage and adjust
	Debris between torsion magnet and pivot cap	Clean
	Dirty vee jewels	Clean and inspect for damage with microscope
	Solids caked around torsion spring or limit stop	Thoroughly clean torsion spring module
	Faulty magnetometer	Call for FANN service
Unexpected angle readings, but correct with calibration fluid	Cell bearings or bushings worn	Check pivot bushing, rotor bushing and angular contact bearing for wear (0.0156 inch max vertical movement at rotor edge) and replace as indicated
	Rotor speed calibration incorrect	Confirm rotor speed with optical tachometer and adjust motor control board
	Rotor and magnet holder incorrectly assembled	Loosen magnet set screw and verify rotor and magnet holder squarely seat, tighten set screw
	Inadequate calibration fluid volume in cell during calibration	Recalibrate with correct fluid volume
	Contaminated fluid during calibration	Clean cell and recalibrate with fresh calibration fluid
	Wrong calibration chart used	Recalibrate with correct calibration chart for fluid being used



## 8 Accessories and Spare Parts

Table 8-1 101625874 G KIT, ACCESSORY PARTS, M77 RHEOMETER, FANN

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	100072235	1.0	CORD SET ASSEMBLY, ELECTRIC, 230V, CEMENT ANALYZER
0002	353294	1.0	KEYBOARD SM W/TOUCH PAD BLACK USB
0003	205532	1.0	LAN UTP CAT 5 PATCH CABLE 4 PAIR RJ45 M/M 25 FEET
0004	101626358	1.0	FILTER, 40 MICRON, 304 WIRE MESH, 3B FILTER
0008	101736752	6.0	O-RING, SIZE 2-220, COLOR WHITE, 600 DEG F, .139 IN WALL
0009	101623710	6.0	O-RING, SIZE 2-226, COLOR WHITE, 600 DEG F, ID 1.984 IN X .139 IN WALL
0010	101829179	6.0	O-RING SIZE 230 VITON 75 DUROMETER 2.484 ID X 0.139 W 400F
0011	204607	6.0	ORING 0.209 ID X .070 NITRILE C67-90
0012	208940	2.0	RING BACKUP BOTTOM CELL for MODEL 70 and 75 Viscometer
0013	208939	2.0	RING BACKUP TOP CELL MODEL 75
0014	203366	4.0	BALL 3/16in. DIAMETER STAINLESS STEEL
0015	203365	4.0	VEE JEWEL, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0016	100123611	6.0	SCREW, SET, #6-32 X 3/16, ALLEN, KCP, SS1
0017	204816	1.0	GREASE HIGH TEMP PERMATEX 82325
0018	101630287	1.0	KIT, 3 ORINGS FOR P8791-HP-40WEV ORING 212V, 138V, AND 138VP
0019	101629342	1.0	KIT, REPAIR, TESCOM 54-21N0T44A-074 REGULATOR, 30,000 PSIG
0020	203509	2.0	BOTTLE 16oz CLEAR PET 63mm
0021	207122	1.0	CALIBRATION FLUID 200 cP 16oz This certified viscosity reference fluid is labeled with a certification batch number. Each fluid is supplied with a temperature/viscosity table of the same batch number. All data is traceable to the National Institute of Standards and technology (NIST).
0022	101629340	1.0	KIT, SOFT GOODS, 30,000 PSIG, TESCOM REGULATOR
0023	210435	1.0	LUBRICANT HIGH TEMPERATURE 1 OUNCE TUBE
0024	101626628	1.0	BUSHING, ROTOR, M77, BRONZE
0025	204605	12.0	ORING 2 X 1/8 VITON V14 226-75
0026	101531612	12.0	O-RING 2-220 VITON 75 DUROMETER 400F 1.359 ID X 0.139 W COMPOUND V1475-75

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0027	207805	1.0	HYDRAULIC FLUID 1 QUART BOTTLE



A complete sensor assembly for the 30,000 PSI Tescom regulator is available separately from the Tescom repair kit as PN 101629339.

Table 8-2 101623037 B KIT, TOOL, M77 RHEOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101582697	1.0	WRENCH, 2.00 INCH, OPEN END AND BOX END
0002	101582698	1.0	WRENCH, 2.50 INCH, OPEN END AND SOCKET END
0003	205642	1.0	WRENCH SET ALLEN - SHORT ARM 12-WRENCH SET .050-1/16-5/64- 3/32-7/64-1/8-9/64-5/32 3/16-7/32-1/4-5/16
0004	101531617	1.0	ASSEMBLY, CELL FIXTURE, HPHT, M77 RHEOMETER
0005	208937	1.0	TOOL SET f/MODEL 70/75 VISCOMETER
0006	208945	1.0	TOOL CALIBRATION f/MODEL 34-35-70-75
0007	101623038	1.0	WRENCH, OIL FILTER, NYLON STRAP
0008	101629332	1.0	TOOL, SENSOR TORQUE, 20,000 PSIG AND 30,000 PSIG, TESCOM REGULATOR
0009	206557	1.0	WRENCH STRAP 5
0010	209165	1.0	TOOL BEARING REMOVAL f/MODEL 90

## 9 Parts List

### 9.1 Mechanical Parts

Table 9-1 101543382 E RHEOMETER, MODEL iX77

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101516396	1.0	ASSEMBLY, MECHANICAL, M77 VISCOMETER, FANN
0002	101531615	1.0	ELECTRICAL ASSEMBLY, HPHT iX77 VISCOMETER
0003	101511610	1.0	CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0004	100119204	4.0	SCREW, SOCKET HEAD CAP, 1/4-20 UNC X 2 1/2, STAINLESS STEEL
0005	100126628	4.0	WASHER, LOCK, SPLIT, 1/4 STAINLESS STEEL, REG
0006	101829179	1.0	O-RING SIZE 230 VITON 75 DUROMETER 2.484 ID X 0.139 W 400F
0007	101625874	1.0	KIT ACCESSORY PARTS iX77
0008	101623037	1.0	KIT, TOOL, M77 RHEOMETER
0009	101630479	1.0	SOFTWARE M77 VISCOMETER
0010	101625591	1.0	MANUAL, M77 HTHP RHEOMETER, FANN

Table 9-2 101516396 K ASSEMBLY, MECHANICAL, M77 VISCOMETER, FANN

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101514170	1.0	CHASSIS ASSEMBLY, MECHANICAL, HPHT M77 VISCOMETER
0002	101514171	1.0	SET, TOWER SHIELD ASSEMBLY, M77 VISCOMETER, FANN
0003	101514172	1.0	TOWER ROTATIONAL ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0004	101516397	1.0	MOTOR, AKM BRUSHLESS SERVMOTOR, AKM31E-ANCNC-00, MAX SPEED 8000 RPM
0005	390009	1.0	PUMP, LIQUID, AIR OPERATED, 1:440 RATIO MAXIMATOR MAXPRO PP189-2
0006	101516393	1.0	VALVE, BACK PRESSURE REGULATOR, 30,000 PSI, 1/4 HIGH PRESSURE HYD PORTS, TESCO
0007	208603	1.0	ADAPTER 1/4 X 1/8 NPT SPECIAL TAPER STAINLESS STEEL WILCO: 1/4 X 1/8 HN SPECIAL TAPER ON 1/4 ONLY
0008	101485323	1.0	ELECTRONIC PRESSURE CONTROLLER, PID, 1/8 NPT INLET PORT, 1/4 NPT CONTROLLED OUTLET PORT, TESCO ER3000SI-1
0009	101516394	1.0	VALVE, HIPCO DIAPHRAGM AIR OPERATED, NORMALLY OPEN, 30000 PSI
0010	101539542	1.0	FILTER, 17-4PH, 30000 PSI RATED, 1/4 HP PORTS
0011	101539543	1.0	GAUGE, PANEL MOUNT, 0-35K, SS MFG: McDANIEL MFG P/N: G35KU-1/4HPF-G
0012	101540494	1.0	TUBING SET, 1/4 HIGH PRESSURE, HTHP M77 VISCOMETER
0013	101542807	2.0	PORT CONNECTOR SLEEVE, HTHP M77 VISCOMETER
0014	101542806	2.0	PORT CONNECTOR, HPHT M77 VISCOMETER
0015	100001771	20.0	GLAND, AUTOCLAVE, ANGLE 40, 60000 POUNDS PER SQ IN, FOR 1/4 TUBE, F250C FEMALE THREAD
0016	100001646	20.0	COLLAR, AUTOCLAVE, ACL40, 1/4 TUBE, 60000 PSI, STAINLESS STEEL
0017	385370	2.0	PLUG, AUTOCLAVE, 1/4, 60000 AP40 PSI, STAINLESS STEEL
0018	101516024	1.0	MANIFOLD, 7X HIGH PRESSURE PORTS, 30,000 PSI RATED
0019	101388193	1.0	SAFETY HEAD, HIGH PRESSURE, RATING- 60K, (F/RUPTURE DISK) INLET- MALE 1/4 HP (HM4) X OUTLET- FEMALE 3/8 NPT HIP 60-61HM4
0020	100022028	1.0	TRANSDUCER, PRESSURE, 30000 PSI, 4-20 MA, 0.5% ACCURACY, F-250C AUTOCLAVE PRESSURE PORT, 2 WIRE ELECTRICAL CONNECTION WITH 1/2-14 CONDUIT FITTING, ADJ ZERO AND SPAN POTS
0021	100029496	1.0	TEE, STAINLESS STEEL, 60-23HF4, 1/4 TUBE, 60000, HIGH PRESSURE EQUIP CO.

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0022	101542809	1.0	RUPTURE DISC, BURST PRESSURE 35000 PSI @ 72 F, 1/4 ANGLED SEAT
0023	101392264	1.0	60K MALE TO MALE 1/4 HIGH PRESSURE CONNECTOR HIP 60-21HM4HM4
0024	101474066	4.0	MOUNT, VIBRATION, 5/16-18 FEMALE TO MALE
0025	101392263	2.0	60K BULKHEAD FOR 1/4 F HIGH PRESSURE X 1/4 F HIGH PRESSURE HIP 60-21HF4-B
0026	203509	2.0	BOTTLE 16oz CLEAR PET 63mm
0027	203962	2.0	FILTER INTAKE CAST COVER w/GLASS JAR
0028	101388195	2.0	ADAPTER, HIGH PRESSURE FITTING, 30K FEM-1/4 NPT X MALE 1/4 HP (HM4) HIP 30-21NFBHM4
0029	100068227	1.0	PLUG, PIPE, 1/4 NPT MALE PIPE
0030	101485177	1.0	VALVE, 3 PORT SOLENOID, BODY PORTED, 1/4 INSTANT TUBE FITING (A), 1/4 FNPT (P), 1/8 FNPT (R)
0032	101675112	1.0	ELECTRO-PNEUMATIC REGULATOR, 0.9 MPA, POWER VOLTAGE 24 VDC, INPUT SIGNAL 0-5 VDC, ANALOG OUTPUT 1-5 VDC, 1/4 PORT, PRESSURE DISPLAY UNIT PSI
0033	101485137	1.0	FILTER, REGULATOR, MIST SEPARATOR, 1/4 FEMALE NPT, 3/8 INSTANT TUBE AUTO DRAIN
0034	101485740	1.0	NIPPLE, 1/4 MALE NPT ALL THREAD, 7/8 LENGTH, SS
0035	101485473	1.0	WATER SEPARATOR, AMG, 1/4 NPT PORTS, 3/8 INSTANT TUBE, WITH AUTO DRAIN, BRACKET
0036	101486208	1.0	COUPLING, INDUSTRIAL QUICK-DISCONNECT MALE, 1/4 NPT MALE, SS
0037	100126559	1.0	REGULATOR, NPT 1/4 INCH, 15CFM, GRAINGER PART 4ZM08
0038	101622461	1.0	VALVE, SOLENOID, DIRECT OPERATED 3 PORT, COMMON, 1/4 FEMALE NPT, 24V DC , 4 MM ORIFICE
0039	100022111	2.0	CONNECTOR, MALE, STRAIGHT, 1/4 IN SWAGELOC X 1/4 IN NPT PIN, STAINLESS STEEL
0040	101485082	3.0	VALVE, SOLENOID, 2 PORT, NC, 1/4 FEMALE NPT, 24V
0042	101485667	2.0	SILENCER, NAN, GENERAL PURPOSE, NOISE REDUCTION: 35db, 1/4 MALE NPT
0043	101485630	2.0	SILENCER, NAN(BC SINTERED), GENERAL PURPOSE, NOISE REDUCTION: 16db, 1/8 MALE NPT
0044	208977	75.0	TUBING 1/4 OD X .035 WALL 304S
0045	101485704	1.0	ADAPTER, BRANCH UNIVERSAL MALE ELBOW, 1/4 MALE NPT TO 2X 1/4 INSTANT PUSH TUBE, KQ2Z07-35S
0046	101304411	1.0	CONNECTOR, MALE, STAINLESS STEEL, 1/4-INCH O.D. - 1/8-INCH MNPT

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0047	120149512	1.0	ELBOW SS-400-9
0048	101354681	1.0	ADAPTER, 1/4 SWAGE TO 1/4 FEMALE NPT, SS
0049	100032888	2.0	FAN, INSTRUMENT, 37 CFM, 50/60 HZ, 230VAC
0051	101085670	1.0	ELB,90 04T-06 MP SK SS-400-2-6
0052	209372	1.0	PLATE FAN MOUNTING
0053	209370	3.0	STANDOFF MALE/FEMALE .50 DIA
0054	209371	3.0	STANDOFF FEMALE .50 DIA
0055	209313	1.0	COVER & BASEPLATE MAGNETOMETER
0056	205059	1.0	MAGNETOMETER DIGITAL
0057	203782	1.0	CONNECTOR BRASS D SHELL-9 PIN
0058	101485628	1.0	FILTER, 3 PORT 1/4 NPT, 10 MICRON, GENIEFILTERS AVENGER SERIES 91
0059	206626	1.0	PLUG PIPE 1/4 NPT SOCKET HEAD STAINLESS
0060	101452507	2.0	BULKHEAD, PANEL MOUNT, BRASS, 1/4 TUBE
0061	101463369	14.0	ADAPTER, STRAIGHT, 1/4 MALE NPT TO 1/4 INSTANT TUBE
0062	100023811	9.0	CONNECTOR, PLASTIC TUBING, 90 DEG, 1/4 TUBE X 1/4 MPT, MILLER INSTANT TUBE, LEGRIS, 31095614
0063	101463367	1.0	ADAPTER, TRIPLE ELBOW, 1/4 MALE NPT TO 3X 1/4 INSTANT TUBE
0064	101485749	5.0	VALVE, CHECK, 1/4 INSTANT PUSH TUBE PORTS, AKH07-00
0065	101485744	1.0	ADAPTER, TRIPPLE UNIVERSAL MALE ELBOW, 1/4 MALE NPT TO 3X 3/8 INSTANT PUSH TUBE, KQ2VT11-35S
0066	101485750	1.0	ADAPTER, ELBOW, 1/4 FEMALE NPT TO 1/4 INSTANT PUSH TUBE, KQ2LF07-35
0067	101543074	1.0	ADAPTER, BRANCH, 1/4 TUBE, SMC
0068	101452502	1.0	ADAPTER, ELBOW, BRASS, 3/8 MNPT X 1/4 TUBE
0069	101539546	2.0	ADAPTER, STRAIGHT, 1/4 MALE NPT, 3/8 TUBE
0070	101543075	1.0	ADAPTER, ELBOW, 3/8 TUBE TO 1/8 MNPT
0071	101539545	1.0	ADAPTER, ELBOW, BRANCH, 1/4 MNPT, 2X 3/8 TUBE, SMC KQ2Z11-35S
0072	101543076	2.0	TEE, 3/8 TUBE
0073	101543077	2.0	VALVE, CHECK, 3/8 TUBE
0074	205405	1.0	TUBING NYLON FLEXIBLE-1/4in. OD X
0075	101485959	20.0	TUBING, 1/4 IN O.D. POLYURETHANE, RED, TIUB07R-20
0076	101485964	20.0	TUBING, 3/8 IN O.D. POLYURETHANE, BLUE, TIUB11BU-20

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0077	100033128	1.0	RAIL, MOUNTING, 35MM, X 1 METER, DIN,46277, SYMMETRICAL
0078	101391619	2.0	CLAMP, END, UNIVERSAL, FOR 35 MM X 7.5 MM MOUNTING RAIL, E/NS 35 N
0079	101483688	10.0	Feed-through terminal blocks with spring-cage connection, cross section: 0.2 - 2.5 mm, width: 5.2 mm, color: gray
0080	101462159	1.0	COVER, 2.2MM X 48.5 MM PHOENIX CONTACT 3030417
0081	101543170	1.0	CONNECTOR, STRAIGHT PLUG WITH CABLE CLAMP, STRAIN RELIEF, SIZE 18, (10) NO. 16 CRIMP PIN CONTACT
0082	101543171	1.0	CONNECTOR, STRAIGHT PLUG, 10 CONTACTS CRIMP TYPE
0083	101227915	2.0	CABLE, CLAMP, BOOT INCLUDED, SHELL SIZE 18
0084	100072391	2.0	PANEL, SINGLE CIRCUIT, THERMOCOUPLE, JX CALIBRATION
0085	208447	180.0	CABLE CONTROL SINGLE PAIR 22 A
0086	101462041	3.0	FEED THRU, COMBICON/PHOENIX CONTACT 1852163
0087	101461990	3.0	PLUG, COMBICON/PHOENIX CONTACT 1825640
0088	101543172	1.0	CABLE, POWER, KOLLMORGEN, 3FT LENGTH, FOR S200 SERVO
0089	101543173	1.0	CABLE, FEEDBACK, KOLLMORGEN, FOR S200 SERVO, 3FT
0090	101543174	1.0	KIT, CONNECTOR, KOLLMORGEN, CABLE
0091	206257	24.0	WIRE 14 AWG PVC STRANDED RED
0092	208527	20.0	WIRE 18 AWG PVC STRANDED BLUE
0093	208550	10.0	CABLE 22 AWG SHIELDED 2 PAIR
0094	208477	10.0	TUBE HEAT SHRINK 3/8 DIA RED
0095	208478	7.0	TUBE HEAT SHRINK 1/8 DIA CLR
0096	204606	1.0	ORING 2-367 NEOPRENE 70 DUROMETER
0097	101251844	8.0	Screw, 6-32 x 1 3/4, Socket Head, SS
0098	101260744	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 4-40 UNC x 0.1875, STAINLESS STEEL, 18-8
0099	207771	4.0	6-32 X 3/16 BHMS STAINLESS
0100	101260792	10.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 6-32 UNC x 0.25, STAINLESS STEEL, 18-8
0101	395848	31.0	SCREW - HEX SOC - 10-32 NF X .50 - SS
0102	207633	4.0	NUT 10-32 HEX REGULAR STAINLESS
0103	100123799	3.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #10-32 UNF X 1, STAINLESS STEEL

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0104	100112075	4.0	SCREW, SOCKET HEAD CAP, #10-32 UNF X 1 1/2, HEXAGONAL SOCKET, 20097-3F-24, UNBRAKO
0105	100123951	4.0	SCREW, MACHINE 5/16-18 X 1/4 SOCKET, CAP, ALN SS1
0107	100123983	5.0	SCREW, CAP SOCKET HEAD, 3/8-16 NC X 1 1/4, STAINLESS STEEL, ALLEN
0108	101543175	4.0	SCREW, 3/8-24 X 5/8, SS, SOCKET HEAD CAP
0109	100123510	2.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #4-40 UNC X 1, STAINLESS STEEL
0110	382649	2.0	SCREW - HEX SOC - 1/4-20NC X 1/2 - SS
0111	100123897	6.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, 1/4-20 X 5/8 STAINLESS STEEL
0112	100161058	6.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #1/4-20 NC X 1/4 STAINLESS STEEL
0113	100020616	1.0	ELBOW, ADAPTER, TUBE, SWAGELOC, 1/4 TUBE, 1/8 MNPT, STAINLESS STEEL
0114	101540491	1.0	VALVE, AIR FLOW CONTROL, 1/4 FNPT, 2000PSI CV 0.35, PARTROL
0115	100123797	2.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #10-32 UNF X 1/4 STAINLESS STEEL
0116	101260903	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 0.25 DIA -20 UNC x 0.375, STAINLESS STEEL, 18-8
0117	101470447	3.0	ADAPTER, STRAIGHT, 1/4 FEMALE NPT BULKHEAD TO 1/4 INSTANT TUBE
0118	204056	1.0	BULKHEAD FEMALE 1/4T X 1/4FNPT
0119	347556	1.0	TEE, 1/4 NPT
0120	101683863	1.0	MOUNTING BRACKET WITH NUT FOR DAYTON AIR REGULATOR 4ZM08
0121	205728	2.0	CLIP LARGE
0122	101265322	2.0	SCREW, THREADED, CAP, SOC HEAD (US) - NO. 8 -32 UNC x 0.50 - 18-8 SS
0123	101486173	2.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, 5/16-18 X 4, STAINLESS STEEL
0124	208602	1.0	GAUGE 160 PSI 1.5in DIAL 1/8 BOTTOM CONN
0125	120147184	1.0	ELBOW MALE SS-400-2-4
0126	101543078	1.0	ADAPTER, ELBOW, 3/8 TUBE TO 1/4 MNPT
0127	204923	1.0	RETAINER RING, 8.419 DIA X .187 THK X .418 WALL, SPRING STEEL OIL DIPPED FINISH, RAMSEY RRN-800
0128	204922	3.0	RETAINER EXTERNAL E 3/8 TRUARC 5133
0129	207815	1.0	WASHER 5/8 X .385 X .062 NYLON

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0130	209359	1.0	LABEL SET-FLUID RESERVOIR
0131	204607	2.0	ORING 0.209 ID X .070 NITRILE C67-90
0132	101887617	9.0	PIN CONTACT CRIMP, CONNECTOR COMPONENT, GOLD PLATED, SIZE 16, 16-22 AWG WIRE
0133	101887618	9.0	SOCKET CONTACT CRIMP, CONNECTOR COMPONENT, GOLD PLATED, SIZE 16, 16-22 AWG WIRE
0134	208528	15.0	WIRE 18 AWG PVC STRANDED GRAY
0135	208550	15.0	CABLE 22 AWG SHIELDED 2 PAIR
0136	101483692	5.0	MULTI CONDUCTOR, 12 COND, 22AWG STRAND (7X30), PVC, CONTROL/INSTRUMENT/COMPUTER
0140	101892350	1.0	HOLD DOWN CLAMP, CELL, iX77 BOLT ON TO TOWER LID
0141	100028202	2.0	SCREW, HEX SOCKET, 5/16-24 NF X 3/4, SPEC 70.43270
0142	206200	2.0	NUT 5/16 X 24 STAINLESS

Table 9-3 101514170 F CHASSIS ASSEMBLY, MECHANICAL, M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101513365	1.0	BOTTOM FAB FRAME, HTHP M77 VISCOMETER
0002	101540490	1.0	TOP COVER, RIGHT, MECHANICAL, HTHP M77 VISCOMETER
0003	101513368	1.0	TOP COVER, LEFT, MECHANICAL, HTHP M77 VISCOMETER
0004	101513360	1.0	BASE PLATE, BOTTOM FAB ASSY, HPHT M77 VISCOMETER, FANN
0005	101513367	1.0	GAUGE MOUNT, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0006	101472339	1.0	BRACKET, HIGH PRESSURE FILTER, STAND ALONE UCA
0007	101472341	1.0	MOUNTING BRACKET, FILTER / SEPARATOR, STAND ALONE UCA
0008	101513366	1.0	OILER DRAWER, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0009	101514168	1.0	FRONT COVER, BOTTOM FAB ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0010	101513369	1.0	MOUNT, HIGH PRESSURE MANIFOLD, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0011	101516027	1.0	MOUNTING BLOCK, FLUSH VALVE, M77 VISCOMETER
0012	101481469	1.0	LOCKING TAB, BASE PLATE, STAND ALONE UCA

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0013	100123802	13.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, 10-32 UNF X 1/2, STAINLESS STEEL
0014	100112806	24.0	SCREW, SOCKET HEAD CAP, #10-32 UNF X 3/8, STAINLESS STEEL, HEXAGONAL SOCKET
0015	100123799	2.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #10-32 UNF X 1, STAINLESS STEEL
0016	101260861	14.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 10-32 UNF x 0.25, STAINLESS STEEL, 18-8
0017	100126545	12.0	WASHER, FLAT, NO. 10, STAINLESS STEEL, 0.5 OD X 0.219 ID X 0.049 THK
0018	100123766	7.0	WASHER, LOCK, INTERNAL TOOTH, #10 STAINLESS STEEL, TYPE-A
0019	100123963	4.0	NUT, HEX, 3/8-16, STAINLESS STEEL
0020	101497192	1.0	SCREW, SHOULDER 5/16 DIA X 3/4 LG X 1/4-20UNC THD STAINLESS
0021	101514169	1.0	ELECTRICAL MANIFOLD, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0022	101265316	4.0	SCREW, THREADED, CAP, SOC HEAD (US) - NO. 8 -32 UNC x 0.25 - 18-8 SS
0023	101540493	1.0	BRACKET, TOWER, MECHANICAL ASSY, HPHT M77 VISCOMETER

Table 9-4 101514172 C TOWER ROTATIONAL ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101514828	1.0	HOT WELL ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0002	101516026	1.0	DRIVE CAN ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0003	101514826	3.0	SUPPORT LEG, ROTATIONAL ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0004	101516023	1.0	ANCHOR PLATE, DRIVE ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0005	101514829	1.0	DRAIN COVER, DRIVE ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0006	101519468	1.0	GEARBOX, GAM DYNA RIGHT ANGLE, HOLLOW OUTPUT SHAFT, RATIO 10:1.
0007	101519469	1.0	TEE, THREADED 1/8 NPT
0008	101543297	1.0	ADAPTER, THERMOCOUPLE MOUNT, M77 VISCOMETER
0009	101356225	1.0	CONNECTOR BULKHEAD 1/8X1/82

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0010	C6058	1.0	TUBING STAINLESS 1/8 IN X .035 WALL
0011	101504984	1.0	ADAPTER, 1/8 TUBE X 1/16 MNPT, 316SS
0012	101511602	1.0	THERMOCOUPLE, TYPE J, 1/8 SS SHEATH, 13.25 LG, 36.00 FLEX LEADS
0013	J5001	1.0	HEATER CYLINDER 750 WATT
0014	35538	1.0	HEATER COVER MODEL 70/75/77
0015	382649	6.0	SCREW - HEX SOC - 1/4-20NC X 1/2 - SS
0016	.79096	4.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, 1/4-20 NC X 3/4, STAINLESS STEEL
0017	J4024	1.0	ADHESIVE HI-TEMP CERAMIC 16 OZ
0018	J4025	16.0	WIRE 28 AWG ST STEEL SOLID .016
0019	70.01443	1.0	ELBOW, ADAPTER, TUBE, SWAGELOC, 1/4 TUBE, 1/8 MNPT, STAINLESS STEEL

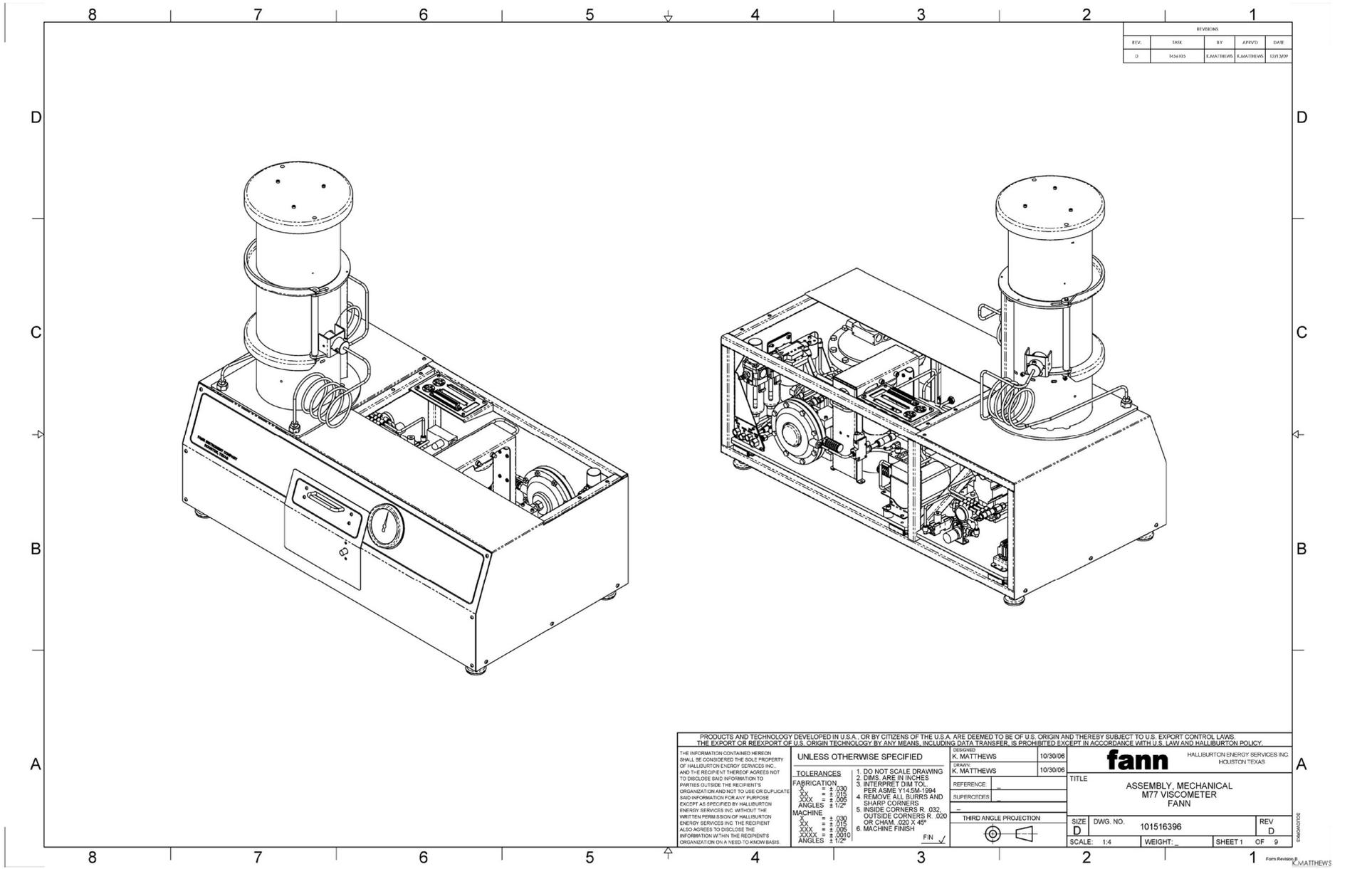
Table 9-5 101516026 E DRIVE CAN ASSEMBLY, HTHP M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101770520	1.0	iX77 DRIVE CAN SET W/ INSULATOR SET AND HARDWARE
0008	205055	1.0	MAGNET RING ALNICO 5 M77
0009	205294	1.0	ADHESIVE HI-TEMP CERAMIC 16 OZ AUTOCRETE 15030 FLEXBAR MACHINE CORP

Table 9-6 101543354 A DRIVE CAN SET, M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101519371	1.0	DRIVE CAN, M77 VISCOMETER
0002	101514825	1.0	FLANGE, ROTATIONAL ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0003	101514827	1.0	DRIVE SHAFT, ROTATIONAL ASSEMBLY, HTHP M 77 VISCOMETER
0004	101519372	1.0	MAGNETIC SHIELD RETAINER, DRIVE CAN, M77 VISCOMETER
0005	101519373	1.0	INNER MAGNETIC SHIELD, M77 VISCOMETER
0006	101519374	1.0	OUTER MAGNETIC DRIVE SHIELD, DRIVE CAN, M77 VISCOMETER
0007	100123709	6.0	SCREW, CAP, SOCKET HEAD, #8-32 UNC X 3/8 STAINLESS STEEL

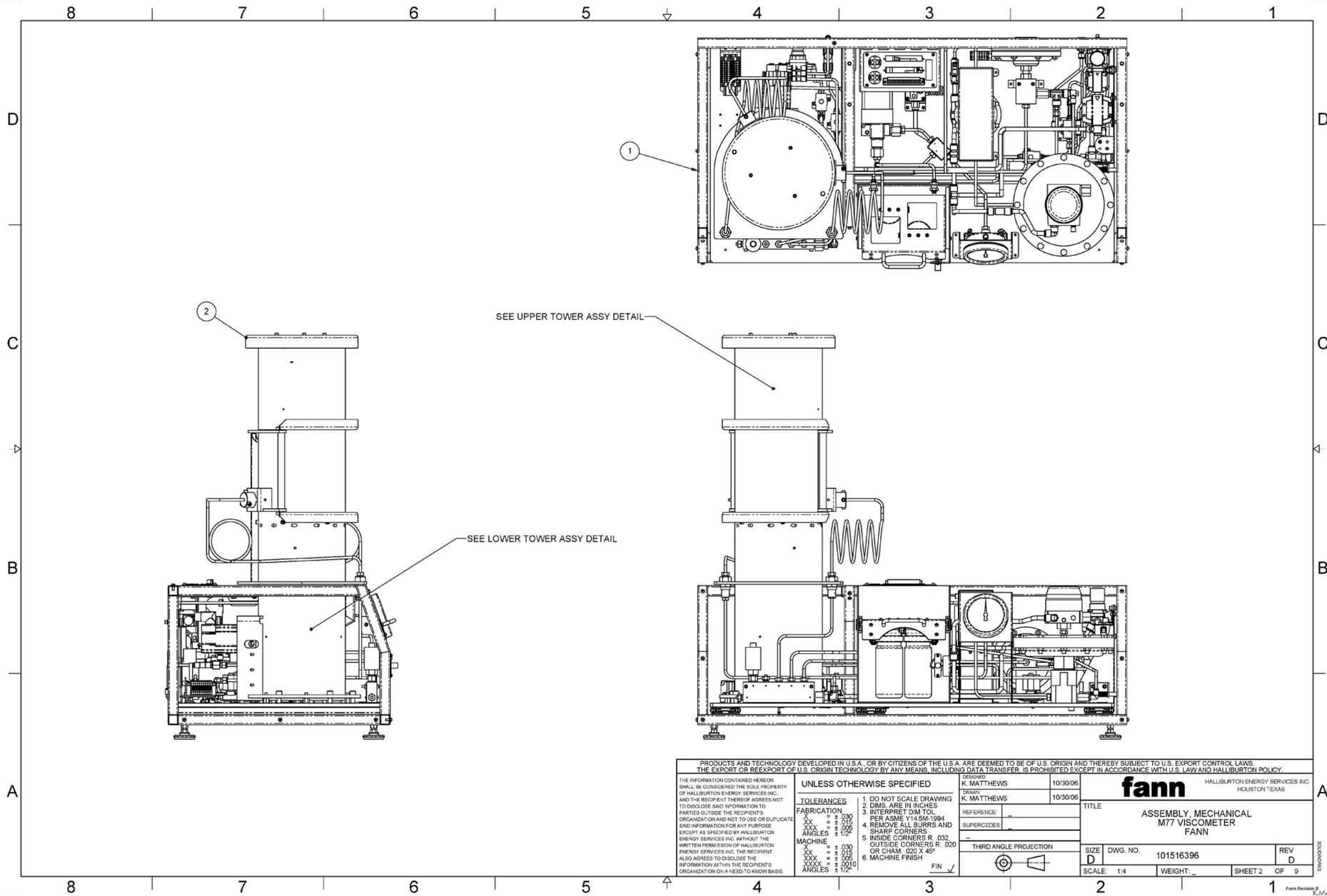
Find No.	Part No.	Quantity	Description
0008	120127922	6.0	SCREW 8-32X3/16 SOCHD CAP SS 92196A189
0009	207858	3.0	6-32 X 1/4 HSSS BOPL



REVISIONS				
REV.	DATE	BY	APPROV.	DATE
0	10/30/08	K.MATTHEWS	K.MATTHEWS	1/21/09

PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

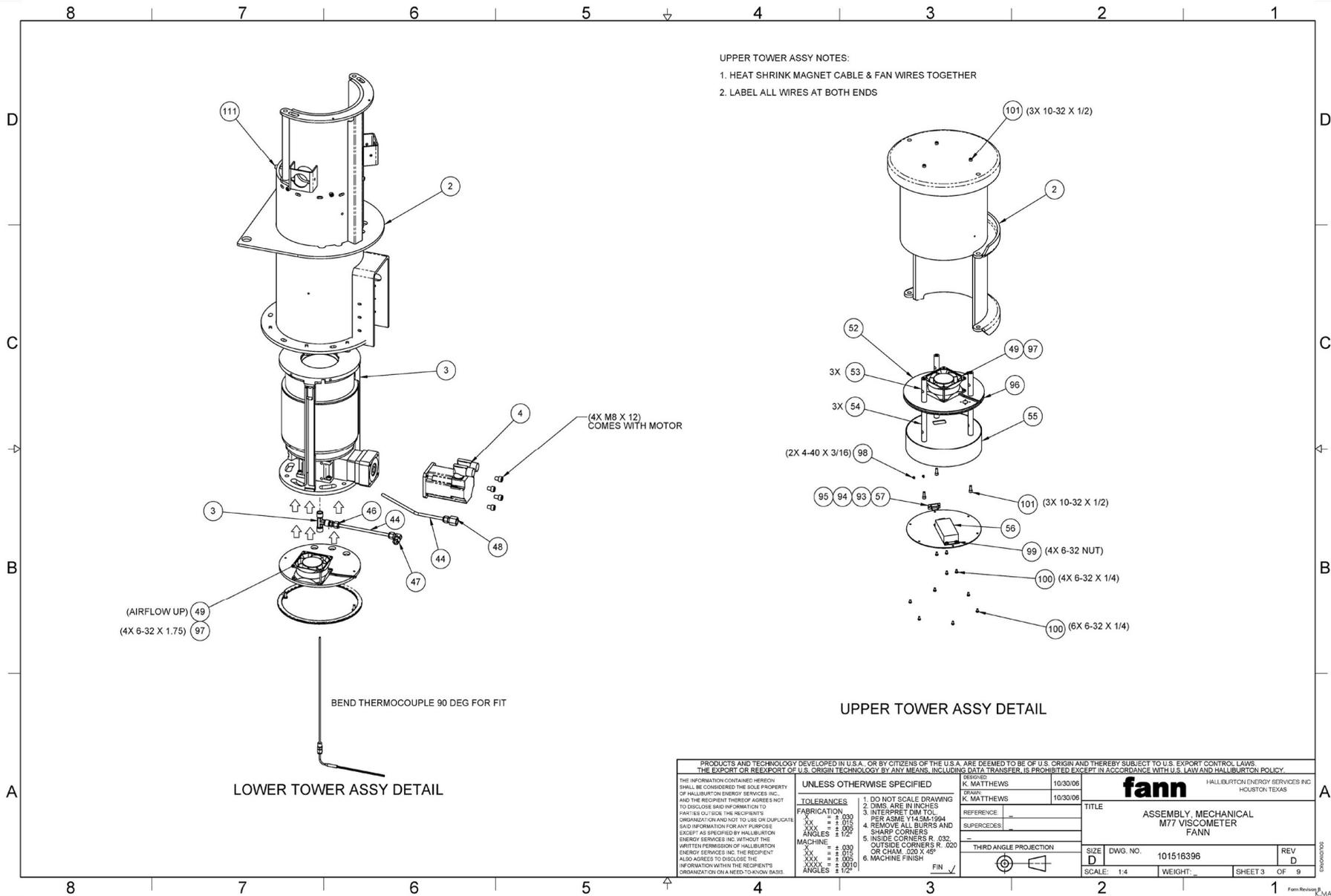
<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</p>	<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p> <p>TOLERANCES</p> <p>FABRICATION</p> <p>XX ± .030</p> <p>XXX ± .015</p> <p>XXXX ± .005</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p> <p>MACHINE</p> <p>XX ± .030</p> <p>XXX ± .015</p> <p>XXXX ± .005</p> <p>XXXXX ± .0010</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p>	<p>1 DO NOT SCALE DRAWING</p> <p>2 DIMS. ARE IN INCHES</p> <p>3 INTERPRET DIM TOL PER ASME Y14.5M-1994</p> <p>4 REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS</p> <p>5 INSIDE CORNERS R .030</p> <p>OUTSIDE CORNERS R .020</p> <p>OR CHAM .020 X 45°</p> <p>6 MACHINE FINISH</p> <p>FIN ✓</p>	<p>DESIGNED BY: K. MATTHEWS</p> <p>DRAWN BY: K. MATTHEWS</p> <p>REFERENCE: -</p> <p>SUPERSEDES: -</p> <p>THIRD ANGLE PROJECTION</p>	<p>10/30/08</p> <p>10/30/08</p>	<p><b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON, TEXAS</p> <p>TITLE: ASSEMBLY, MECHANICAL M77 VISCOMETER FANN</p> <p>SIZE: D</p> <p>SCALE: 1:1</p> <p>DWG. NO.: 101516396</p> <p>WEIGHT: -</p> <p>SHEET 1 OF 9</p> <p>REV D</p>
--	--	--	---	---------------------------------	---



PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

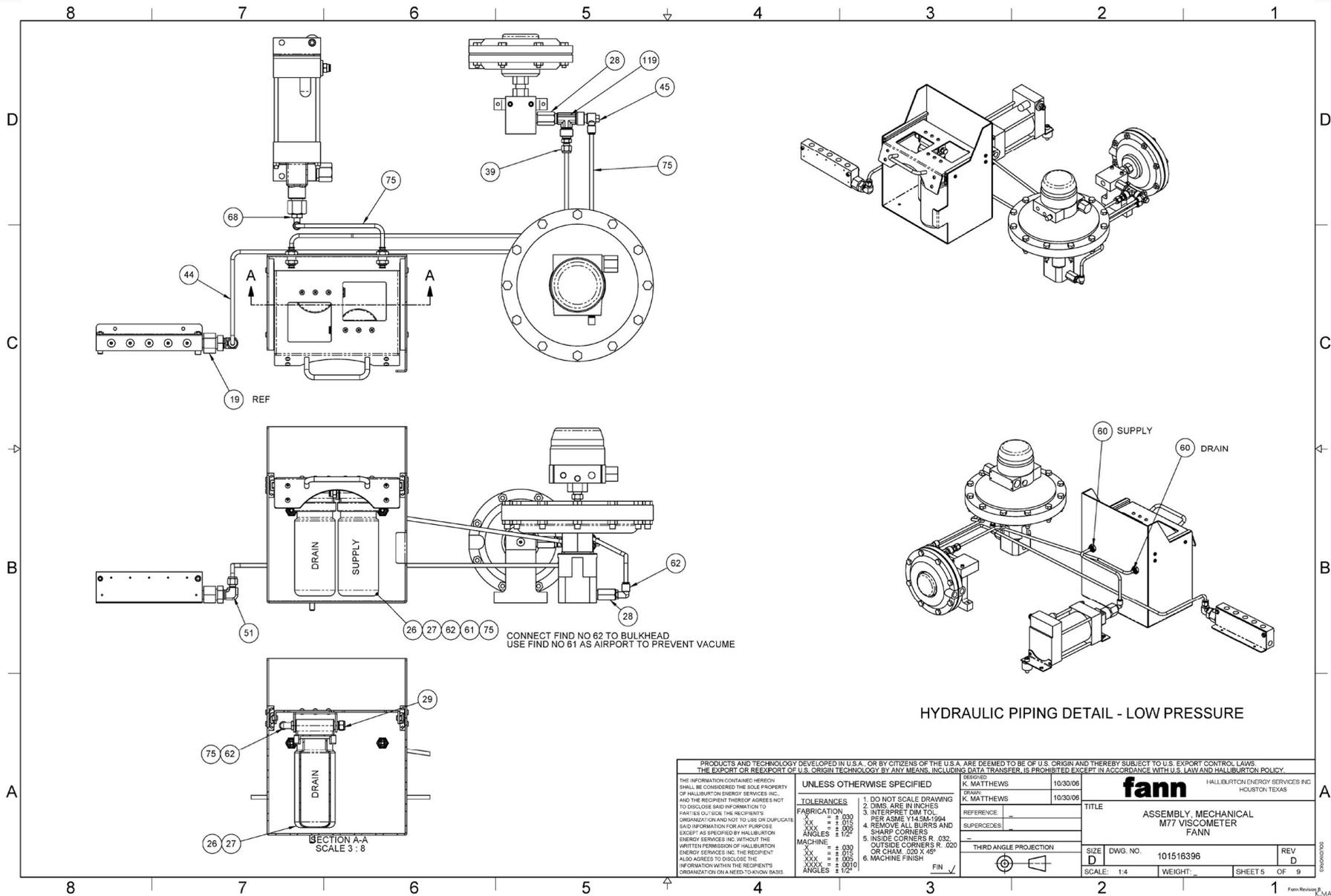
<small>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</small>	<b>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</b> <b>TOLERANCES</b> X = ± .030 XX = ± .015 XXX = ± .005 ANGLES ± 1/2° <b>MACHINE</b> X = ± .030 XX = ± .015 XXX = ± .005 XXXX = ± .0010 ANGLES ± 1/2°	DESIGNER K. MATTHEWS	10/30/06	<b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON TEXAS	
		DRAWN K. MATTHEWS	10/30/06		TITLE ASSEMBLY, MECHANICAL M77 VISCOMETER FANN
		REFERENCE: _____ SUPERCEDES: _____		SIZE DWG. NO. 101516396 SCALE: 1:4	REV D SHEET 2 OF 9

THIRD ANGLE PROJECTION



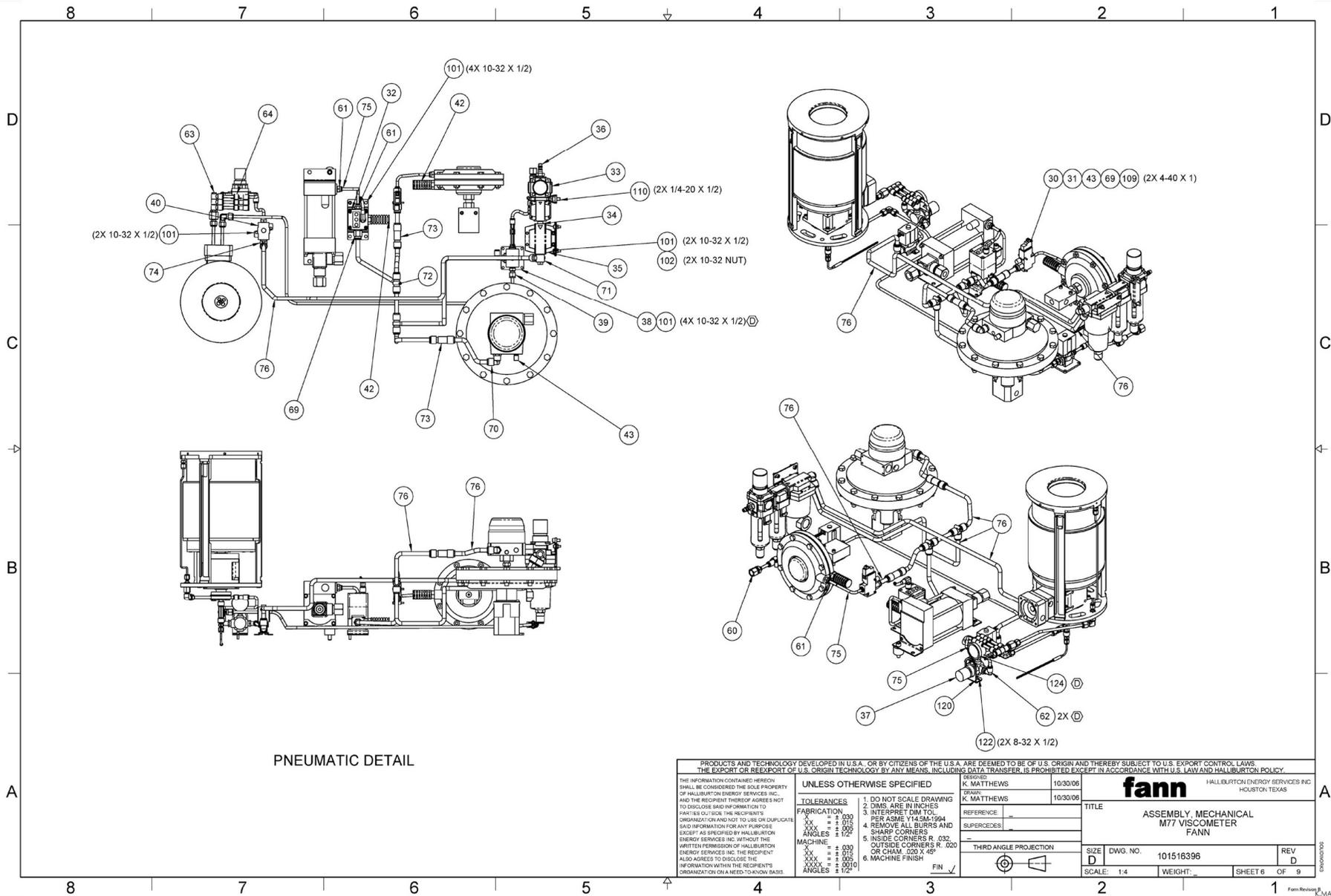
<p>PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.</p>		<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>		<p>DESIGNED BY: K. MATTHEWS 10/30/06</p>			
<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</p>		<p>TOLERANCES</p> <p>FABRICATION</p> <p>XX = ± .030</p> <p>XX = ± .015</p> <p>XXX = ± .005</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p> <p>MACHINE</p> <p>XX = ± .030</p> <p>XX = ± .015</p> <p>XXX = ± .005</p> <p>XXXX = ± .001</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p>		<p>1. DO NOT SCALE DRAWING</p> <p>2. DIMS. ARE IN INCHES</p> <p>3. INTERPRET DIM/TOL. PER ASME Y14.5M-1994</p> <p>4. REMOVE ALL BURS AND SHARP CORNERS</p> <p>5. INSIDE CORNERS R .032</p> <p>OUTSIDE CORNERS R .020 OR CHAM. .020 X 45°</p> <p>6. MACHINE FINISH</p> <p>FIN ✓</p>		<p>DATE: 10/30/06</p> <p>BY: K. MATTHEWS</p> <p>REFERENCE: _____</p> <p>SUPERCEDES: _____</p> <p>THIRD ANGLE PROJECTION</p>	
<p>ASSEMBLY, MECHANICAL</p> <p>M77 VISCOMETER</p> <p>FANN</p>		<p>SCALE: 1:4</p> <p>WEIGHT: _____</p> <p>SHEET 3 OF 9</p>		<p>REV D</p> <p>REV D</p>			

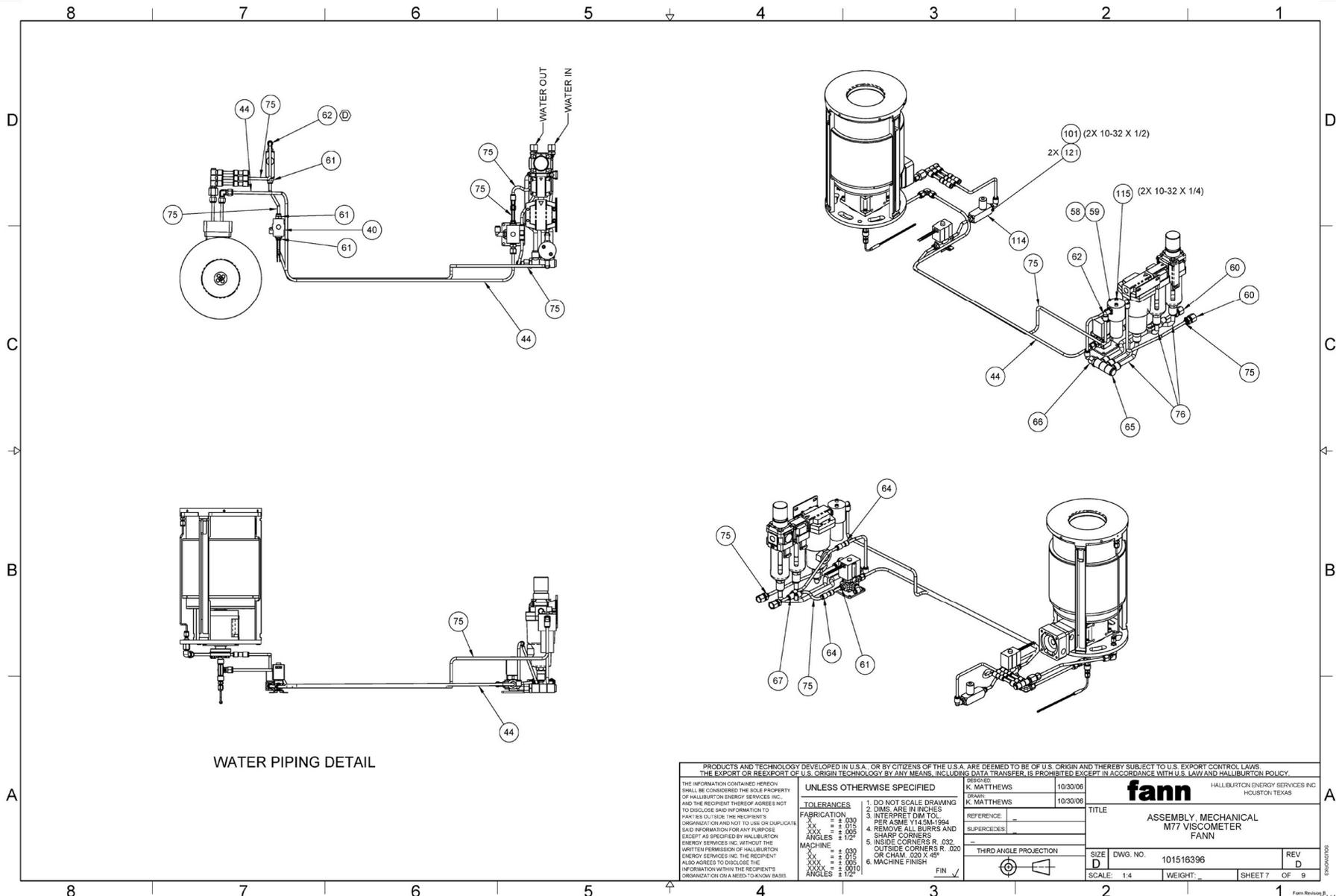




HYDRAULIC PIPING DETAIL - LOW PRESSURE

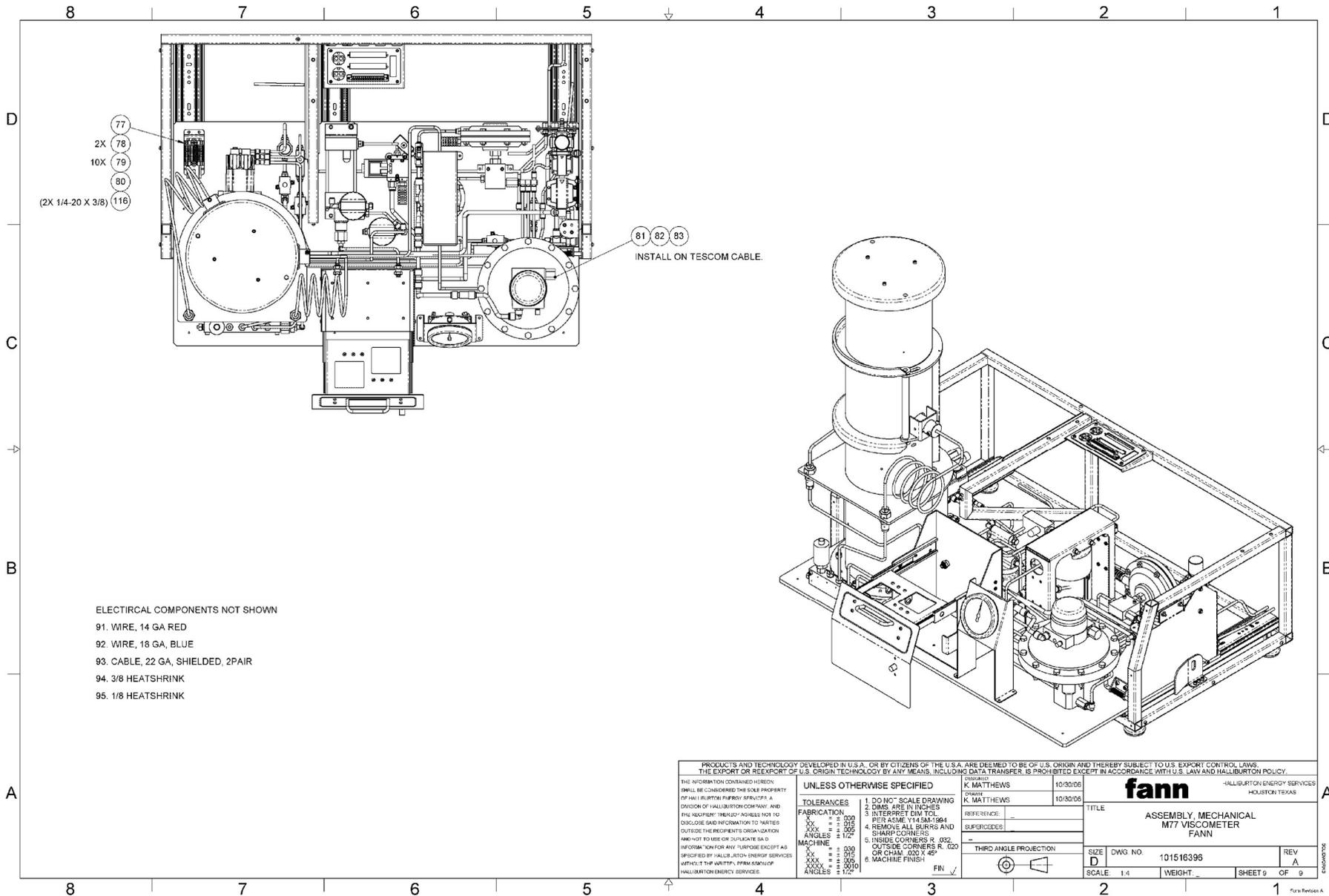
<p>PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.</p>		<p>REVISED</p>	
<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</p>		<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>	<p>K. MATTHEWS 10/30/06</p>
<p>TOLERANCES</p>	<p>1. DO NOT SCALE DRAWING</p>	<p>DESIGN</p>	<p>K. MATTHEWS 10/30/06</p>
<p>FABRICATION</p>	<p>2. DIMS. ARE IN INCHES</p>	<p>REFERENCE</p>	<p></p>
<p>XX = ± .030</p>	<p>3. INTERPRET DIM TOL. PER ASME Y14.5M-1994</p>	<p>SUPERCEDES</p>	<p></p>
<p>XXX = ± .015</p>	<p>4. REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS</p>	<p>THIRD ANGLE PROJECTION</p>	<p>SIZE DWG. NO. 101516396</p>
<p>XXXX = ± .005</p>	<p>5. INSIDE CORNERS R .032</p>	<p>OR CHAM. .020 X 45°</p>	<p>SCALE: 1:4</p>
<p>ANGLES ± 1/2°</p>	<p>6. MACHINE FINISH</p>	<p>FIN ✓</p>	<p>WEIGHT: SHEET 5 OF 9</p>
<p>MACHINE</p>			<p>REV D</p>
<p>XX = ± .030</p>			<p>FANN</p>
<p>XXX = ± .015</p>			<p>HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON, TEXAS</p>
<p>XXXX = ± .005</p>			
<p>ANGLES ± 1/2°</p>			





WATER PIPING DETAIL

<p>PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.</p>		<p>DESIGNED BY: K. MATTHEWS 10/30/06</p>		<p>DATE: 10/30/06</p>	
<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</p>		<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>		<p>DESIGNED BY: K. MATTHEWS 10/30/06</p>	
<p>FABRICATION TOLERANCES</p>		<p>1. DO NOT SCALE DRAWING</p>		<p>TITLE</p>	
<p>XX = ± .030</p>		<p>2. DIMS. ARE IN INCHES</p>		<p>ASSEMBLY, MECHANICAL</p>	
<p>XXX = ± .015</p>		<p>3. INTERPRET DIM TOL. PER ASME Y14.5M-1994</p>		<p>M77 VISCOMETER</p>	
<p>XXXX = ± .005</p>		<p>4. REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS</p>		<p>FANN</p>	
<p>ANGLES ± 1°</p>		<p>5. INSIDE CORNERS R .032</p>		<p>SIZE D</p>	
<p>MACHINE</p>		<p>6. MACHINE FINISH</p>		<p>DWG. NO. 101516396</p>	
<p>XX = ± .030</p>		<p>OR CHAM. .020 X 45°</p>		<p>SCALE: 1:4</p>	
<p>XXX = ± .015</p>		<p>FIN ✓</p>		<p>WEIGHT: _____</p>	
<p>XXXX = ± .005</p>		<p>THIRD ANGLE PROJECTION</p>		<p>SHEET 7 OF 9</p>	
<p>ANGLES ± 1°</p>		<p>REV D</p>		<p>DATE: 10/30/06</p>	



PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREIN SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES, A DIVISION OF HALLIBURTON COMPANY, AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DISSEMINATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES.</p>	<p><b>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</b></p> <p>TOLERANCES                  FABRICATION                  XX = ± .030                  XX = ± .015                  XXX = ± .005                  ANGLES = 1/2°</p> <p>MACHINE                  X = .030                  XX = .015                  XXX = .005                  ANGLES = 1/2°</p> <p>1. DO NOT SCALE DRAWING                  2. DIMS ARE IN INCHES                  3. INTERPRET DIM TOL. PER ASME Y14.5M-1994                  4. REMOVE ALL SURFS AND SHARP CORNERS                  5. INSIDE CORNERS R. 020                  6. OUTSIDE CORNERS R. 020 OR CHAM. 020 X 45°                  7. MACHINE FINISH                  FIN ✓</p>	<p>DESIGNED BY                  K. MATTHEWS                  10/30/06</p> <p>DRAWN BY                  K. MATTHEWS                  10/30/06</p> <p>REFERENCE:                  SUPERSEDES:</p>	<p><b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES HOUSTON, TEXAS</p> <p>TITLE                  ASSEMBLY, MECHANICAL                  M77 VISCOMETER                  FANN</p> <p>THIRD ANGLE PROJECTION</p> <p>SIZE D                  SCALE 1:1                  DWG. NO. 101516395                  WEIGHT                  SHEET 9 OF 9</p> <p>REV A</p>
---	--	---	--

9.2 Electrical Parts

Table 9-7 101531615 I ELECTRICAL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101531616	1.0	TOP FAB ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0002	101559852	1.0	PC, PANEL MOUNT, 15 IN TFT XGA, 1.4 GHZ PENTIUM M, 1 GIG RAM, 1 PCI SLOT, WINDOWS XP
0003	101462088	1.0	DATA ACQUISITION SYSTEM, 8-SLOT CHASSIS FOR COMPACT DAQ NI cDAQ-9172
0004	101462492	1.0	POWER SUPPLY, 10-15 V DC PHOENIX CONTACT 2866297
0005	101471629	1.0	DIN rail power supply unit 24 V DC/2 A, primary switched-mode, narrow design
0007	101483687	1.0	Relay - Watch Dog Time Delay, control switch trigger 240 VAC.
0008	101462535	1.0	RELAY SOCKET, PHOENIX CONTACT 2833615
0009	101468850	1.0	Optocoupler Relay Assembly, consisting of base terminal block PLC-BSC with screw connection and pluggable miniature optocoupler, for mounting on mounting rail NS 35/7.5, input: 24 V DC, output: 3-33 V DC/ 3 A
0010	101483688	26.0	Feed-through terminal blocks with spring-cage connection, cross section: 0.2 - 2.5 mm, width: 5.2 mm, color: gray
0012	101391619	7.0	CLAMP, END, UNIVERSAL, FOR 35 MM X 7.5 MM MOUNTING RAIL, E/NS 35 N
0014	204400	1.0	GUARD FAN FINGER 3 1/8in. f/80MM METAL
0015	101483693	1.0	Fan - 24 VDC 3.2 x 3.2 x 1.0 in(80x80x25)mm, 42 CFM.
0016	101511601	1.0	SERVO DRIVE, S200 SERIES, MINARIK PT/NO S20260-VTS
0017	101449357	2.0	SOLID STATE RELAY 20 AMP DIN MOUNT DC CONTROL, CKR240 series
0018	101504490	1.0	COUPLER KIT, PANEL MOUNT, NETWORK CABLE
0019	100031587	1.0	INLET, ELECTRICAL, FLANGED, 3 WIRE, 20 AMP, 250 VAC, TWIST LOCK, NO 2325, HUBBELL
0020	101481464	3.0	Extension - USB Cable Assembly, Panel Mount. USB Type A Male to Type A female cable.
0021	101471634	1.0	THERMAL CIRCUIT BREAKER, 15A, DPST, ROCKER, WITH UNDERVOLTAGE PROTECTION
0023	101727314	1.0	SWITCH, Emergency-stop non illuminated, ribbon cable, twist release, 32mm diameter for 22.5mm mounting, foolproof to EN 60947-5-5, EN 418, 250V, 3 Amp
0024	101471636	1.0	LEGEND PLATE, FOR E-STOP SWITCH, 60 MM DIAMETER, EMERGENCY STOP MARKINGS RoHS Compliant
0026	101462060	1.0	ANALOG OUTPUT MODULE NI cRIO-9263

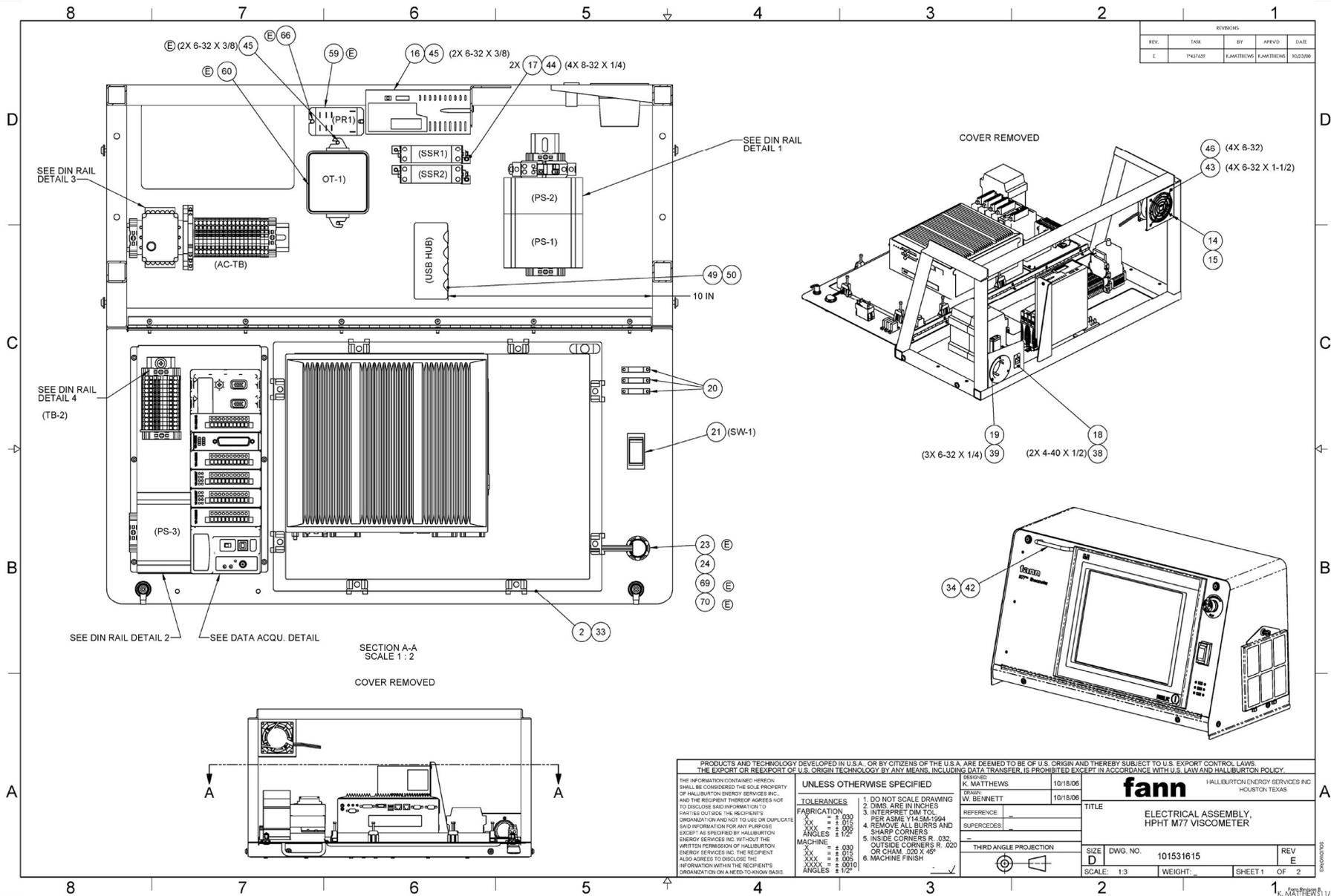
Find No.	Part No.	Quantity	Description
0027	101462057	2.0	DIGITAL OUTPUT AND RELAY MODULE NI cRIO-9472
0028	101462058	1.0	ANALOG INPUT MODULE NI cRIO-9215
0029	101462062	1.0	DIGITAL INPUT AND COUNTER/TIMER MODULE NI cRIO-9401
0030	101462045	1.0	ANALOG INPUT MODULE NI cRIO9211
0031	120166918	1.0	CONN DB25 FEMALE SOLDER CUP
0032	203782	1.0	CONNECTOR BRASS D SHELL-9 PIN
0033	101504488	1.0	CABLE, DATA TRANSMISSION, CATEGORY 6, 3 FT LG
0034	100025404	1.0	HANDLE, INSTRUMENT, 3/8 IN DIA CHROME PLATED STEEL, 4 IN MOUNTING CENTERS, 10-32 FEMALE THREADS, 0.938 IN HAND CLEARANCE
0035	101462159	2.0	COVER, 2.2MM X 48.5 MM PHOENIX CONTACT 3030417
0036	101483689	21.0	Plug-in bridge for cross-connections in the terminal center, 2-pos., color: Red
0037	101260861	8.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 10-32 UNF x 0.25, STAINLESS STEEL, 18-8
0038	101260754	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 4-40 UNC x 0.50, STAINLESS STEEL, 18-8
0039	101260792	3.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 6-32 UNC x 0.25, STAINLESS STEEL, 18-8
0040	101260867	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 10-32 UNF x 0.625, STAINLESS STEEL, 18-8
0041	101567523	1.0	POWER SUPPLY, 24 V DC/4A, DIN MOUNT
0042	101361749	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 10-32 UNF x 0.375 LENGTH, STAINLESS STEEL, 18-8
0043	101260649	4.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 6-32 UNC x 1.50, STAINLESS STEEL, 18-8
0044	100110391	4.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, #8-32 X 1/4, STAINLESS STEEL
0045	101260796	4.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 6-32 UNC x 0.375, STAINLESS STEEL, 18-8
0046	207632	4.0	NUT 6-32 HEX REGULAR STAINLESS
0047	208527	25.0	WIRE 18 AWG PVC STRANDED BLUE
0048	206257	50.0	WIRE 14 AWG PVC STRANDED RED
0049	101580642	1.0	USB 1.1 AND 2.0 HUB 4 PORT with 1 meter usb cable
0050	101635103	1.0	3M VHB FOAM TAPE, ADHESIVE BOTH SIDES, 4950, .045 IN THK x 1 IN WIDE, WHITE
0051	101634933	2.0	RAIL ADAPTER, DIN, GRAY, 1201578

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0052	207871	8.0	WASHER FLAT 10 STAINLESS STEEL
0054	101634351	3.0	SPRING CAGE GROUND TERMINAL BLOCK, AWG 24 TO 14, YELLOW GREEN
0056	101443930	1.0	BASE, 5 PIN SOCKET, FINGER SAFE, DIN/PANEL MOUNT, MAGNECRAFT, 70-781D5-1/70-781D-1
0057	101443931	1.0	RELAY, ICE CUDE, 220-240VAC, 20 AMP, MAGNECRAFT, 781XAXML-240A
0058	101443932	1.0	CLIP, RELAY, ICE CUDE, 220-240VAC, 20 AMP, MAGNECRAFT, 781XAXML-240A
0059	101451384	1.0	RELAY, TWO POLE, 30 AMP, 220/240 VAC, PANEL MOUNT
0060	101726696	1.0	TEMPERATURE LIMIT SWITCH, VARIABLE LIMIT SET POINT, 230 TO 240 V, DIN RAIL MOUNT, TYPE J, 32 TO 1000 DEG F
0061	101309174	1.0	RELAY,24VDC,WITH BASE,PLC-RSC-24DC/21
0062	101265322	2.0	SCREW, THREADED, CAP, SOC HEAD (US) - NO. 8 -32 UNC x 0.50 - 18-8 SS
0063	203808	1.0	CONNECTOR POWER PLUG HOUSING .09
0064	203810	4.0	CONNECTOR TERMINAL-MALE .093 D
0065	203809	4.0	CONNECTOR TERMINAL-FEMALE .093
0066	203807	1.0	CONNECTOR POWER RECEPT HOUSING
0067	101260804	2.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 8-32 UNC x 0.50, STAINLESS STEEL, 18-8
0068	208085	1.0	RESISTOR 4.99K OHM 1/4W 1% MF
0069	101736419	1.0	MALE CONNECTOR, 4 POLE, 5MM PIN SPACING, 12 A
0070	101736420	1.0	FEMALE CONNECTOR, 4 POLE, 5MM PIN SPACING, 12 A
0071	100033128	1.0	RAIL, MOUNTING, 35MM, X 1 METER, DIN,46277, SYMMETRICAL
0072	100033128	1.0	RAIL, MOUNTING, 35MM, X 1 METER, DIN,46277, SYMMETRICAL
0073	100033128	1.0	RAIL, MOUNTING, 35MM, X 1 METER, DIN,46277, SYMMETRICAL
0074	100033128	1.0	RAIL, MOUNTING, 35MM, X 1 METER, DIN,46277, SYMMETRICAL
0078	349301	6.0	TERMINAL FEMALE Q.C.,25X.032 12-10GA NYLON FULLY INSULATED FEMALE DISCONNECT WIRE RANG 12/10 AWG TAB SIZE .250 X .032
0079	100032008	4.0	TERMINAL, FEMALE, SLIP ON, FULLY INSULATED, FOR #10-12 GA WIRE, XS09788
0080	100031673	2.0	CONNECTOR, PLUG, THERMOCOUPLE

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0081	101461967	3.0	PLUG, COMBICON/PHOENIX CONTACT 1778124

Table 9-8 101531616 B TOP FAB ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101513362	1.0	TOP FRAME ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0002	101513361	1.0	TOP COVER ASSY, HTHP M77 VISCOMETER, FANN
0003	101513363	1.0	FACE PLATE ASSY, HTHP M77 VISCOMETER
0004	101471463	1.0	HINGE, FACE PLATE, STAND ALONE UCA
0005	101471461	1.0	HINGE MOUNT, STAND ALONE UCA
0006	101471464	1.0	COVER, FILTER, STAND ALONE UCA
0007	101481462	1.0	FILTER, INTAKE, SA UCA, 6.5 X 6.5 X .38 THK 60 PPI GRAY QUADRAFOAM UNIVERSAL AIR FILTER PT/NO 101481462-A
0009	101260861	6.0	SCREW, MACHINE, PAN HEAD, PHILLIPS, 10-32 UNF x 0.25, STAINLESS STEEL, 18-8
0010	100126545	6.0	WASHER, FLAT, NO. 10, STAINLESS STEEL, 0.5 OD X 0.219 ID X 0.049 THK

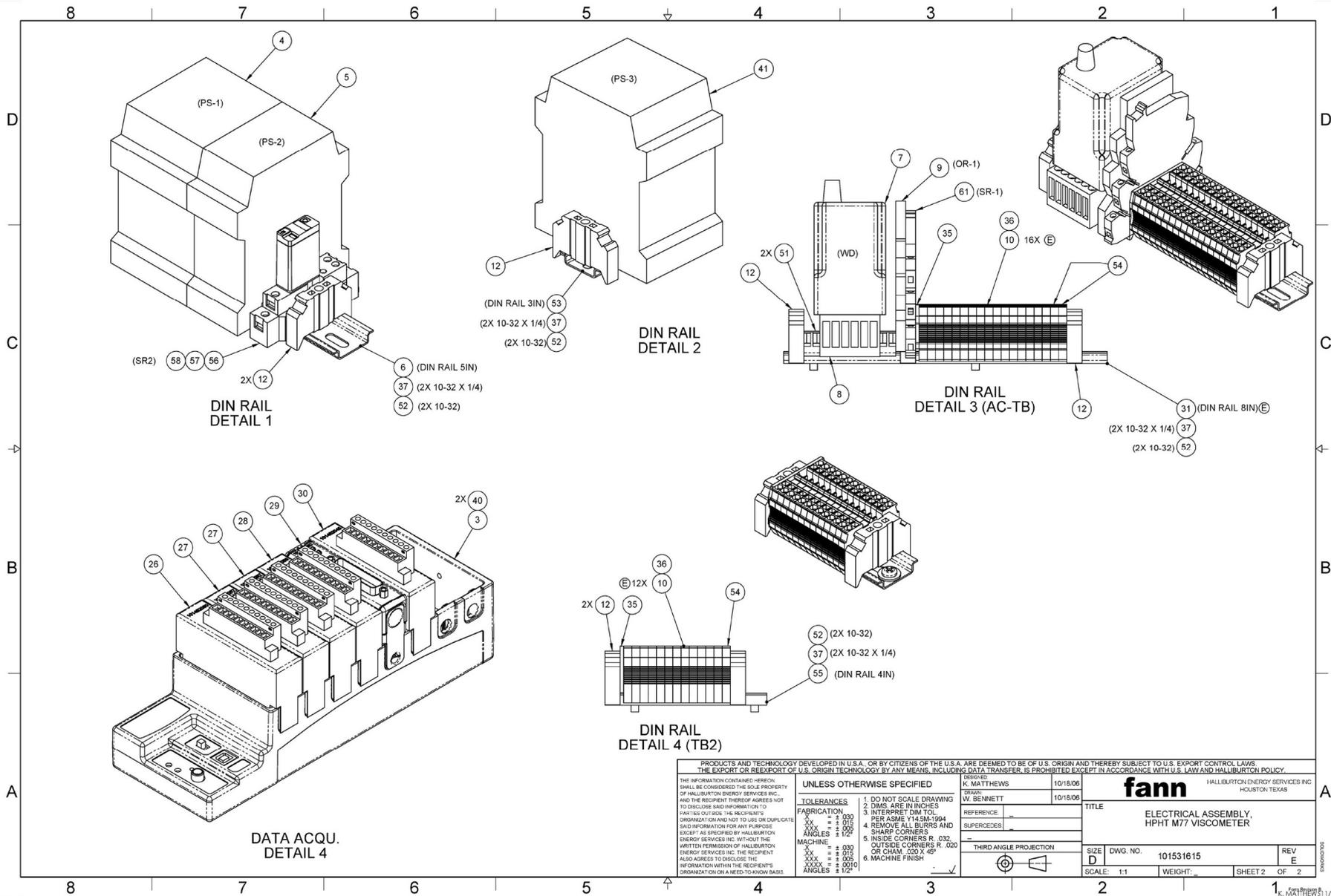


PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO ANY PARTY OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT HAS WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.

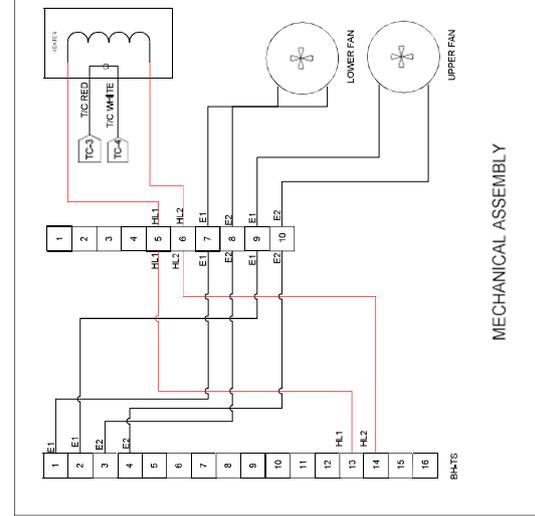
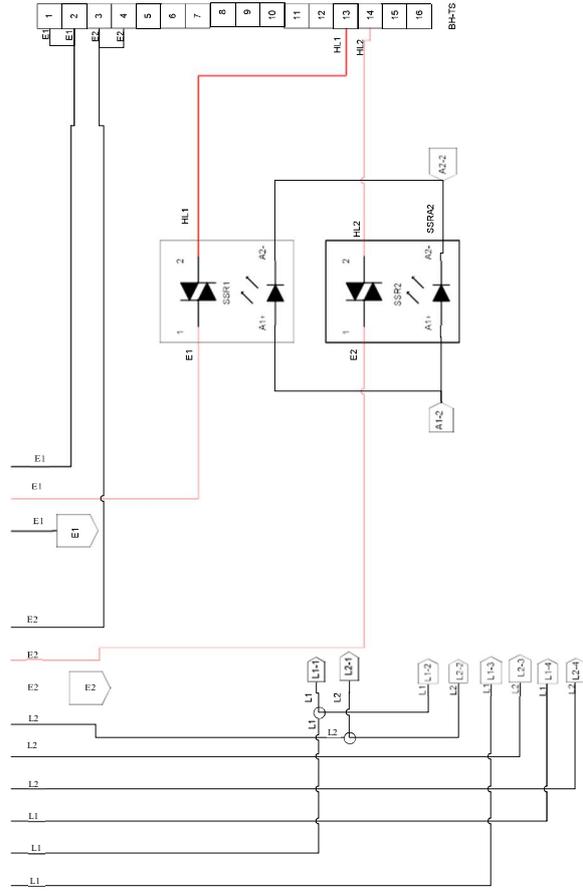
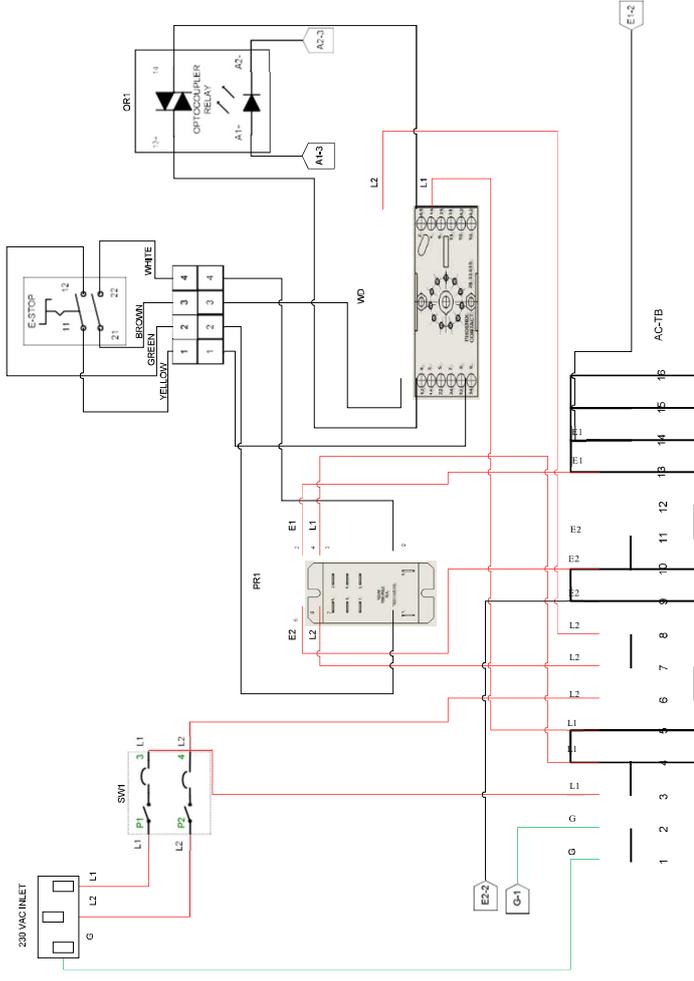
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED	K. MATTHEWS	10/18/06
TOLERANCES	DESIGNED BY	REVISED BY
FABRICATION	W. BENNETT	10/18/06
XX = ± .030	REFERENCE	
XX = ± .015	SUPERCEDES	
XXX = ± .005		
ANGLES ± 1/2°	THIRD ANGLE PROJECTION	
MACHINE		
XX = ± .030		
XX = ± .015		
XXX = ± .005		
ANGLES ± 1/2°		

TITLE		ELECTRICAL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER	
SIZE	DWG. NO.	101531615	REV
D			E
SCALE: 1:3	WEIGHT:		SHEET 1 OF 2



PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

DESIGNED BY K. MATTHEWS	DATE 10/18/06	<b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON, TEXAS
DRAWN BY WV. BENNETT	DATE 10/18/06	
REFERENCE		TITLE ELECTRICAL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
SUPERCEDES		SIZE D
THIRD ANGLE PROJECTION		DWG. NO. 101531615
		SCALE 1:1
		WEIGHT
		SHEET 2 OF 2
		REV E

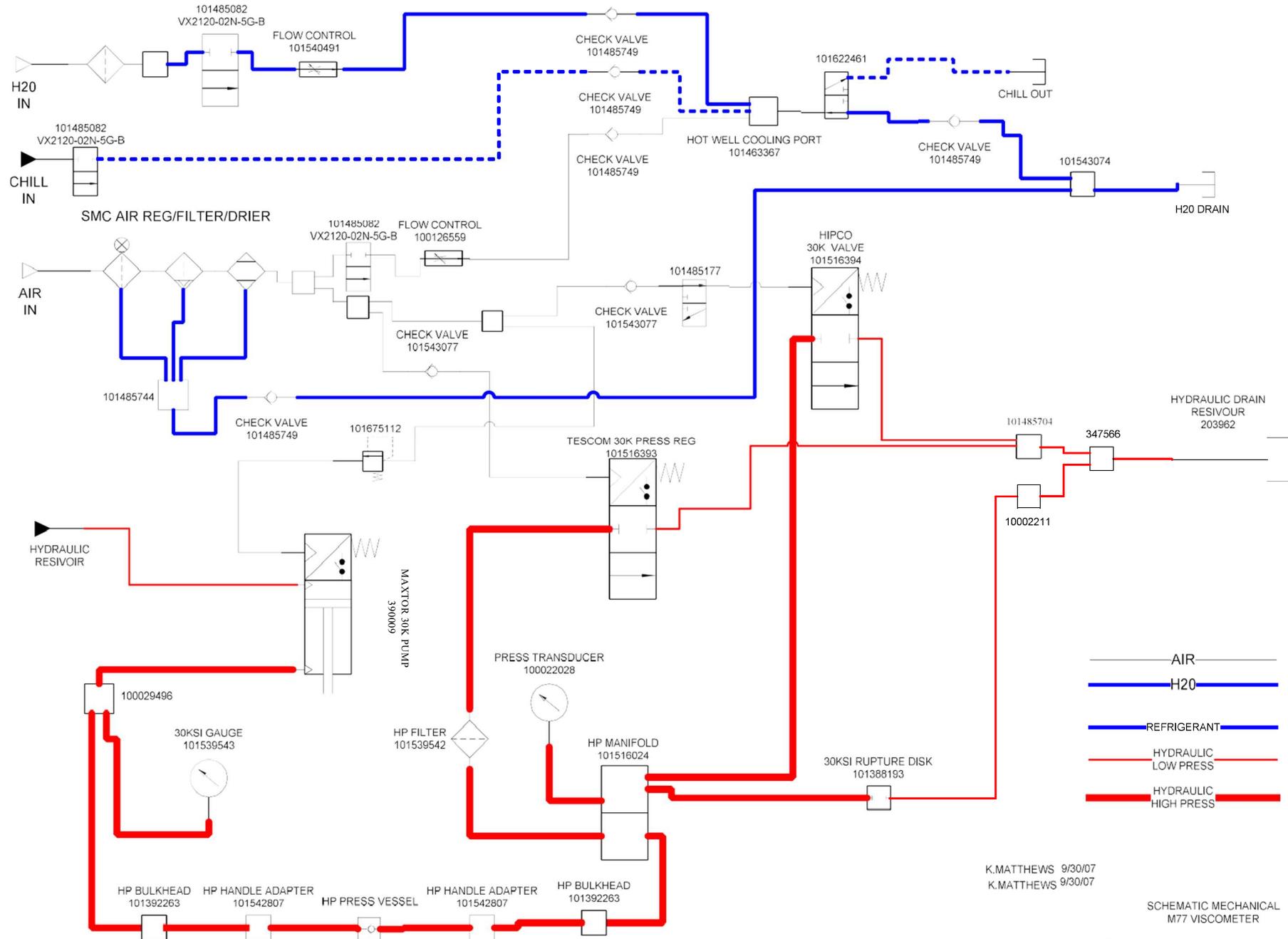


MECHANICAL ASSEMBLY

PROJECT AND REVISIONS (SEE COMMENTS FOR DETAILS). WORKING COPIES OF THE U.S. AND CANADA PATENT OFFICE. THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF FANN INC. AND IS TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSES SPECIFIED. ANY REUSE OR MODIFICATION OF THIS DRAWING WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF FANN INC. IS PROHIBITED.

DESIGNER	DATE	SCALE	SHEET	OF
R. MORGAN	11/07	D	00208439	01
C. BELL				
TITLE	REFERENCE	DISPOSITION		
WIRING DIAGRAM				
M77 RHEOMETER				
REV	DATE	BY		
01	11/07	DM		
02	11/07	DM		
03	11/07	DM		
04	11/07	DM		
05	11/07	DM		
06	11/07	DM		
07	11/07	DM		
08	11/07	DM		
09	11/07	DM		
10	11/07	DM		
11	11/07	DM		
12	11/07	DM		
13	11/07	DM		
14	11/07	DM		
15	11/07	DM		
16	11/07	DM		





- AIR —
- H2O —
- REFRIGERANT —
- HYDRAULIC LOW PRESS —
- HYDRAULIC HIGH PRESS —

K.MATTHEWS 9/30/07  
K.MATTHEWS 9/30/07

SCHEMATIC MECHANICAL  
M77 VISCOMETER

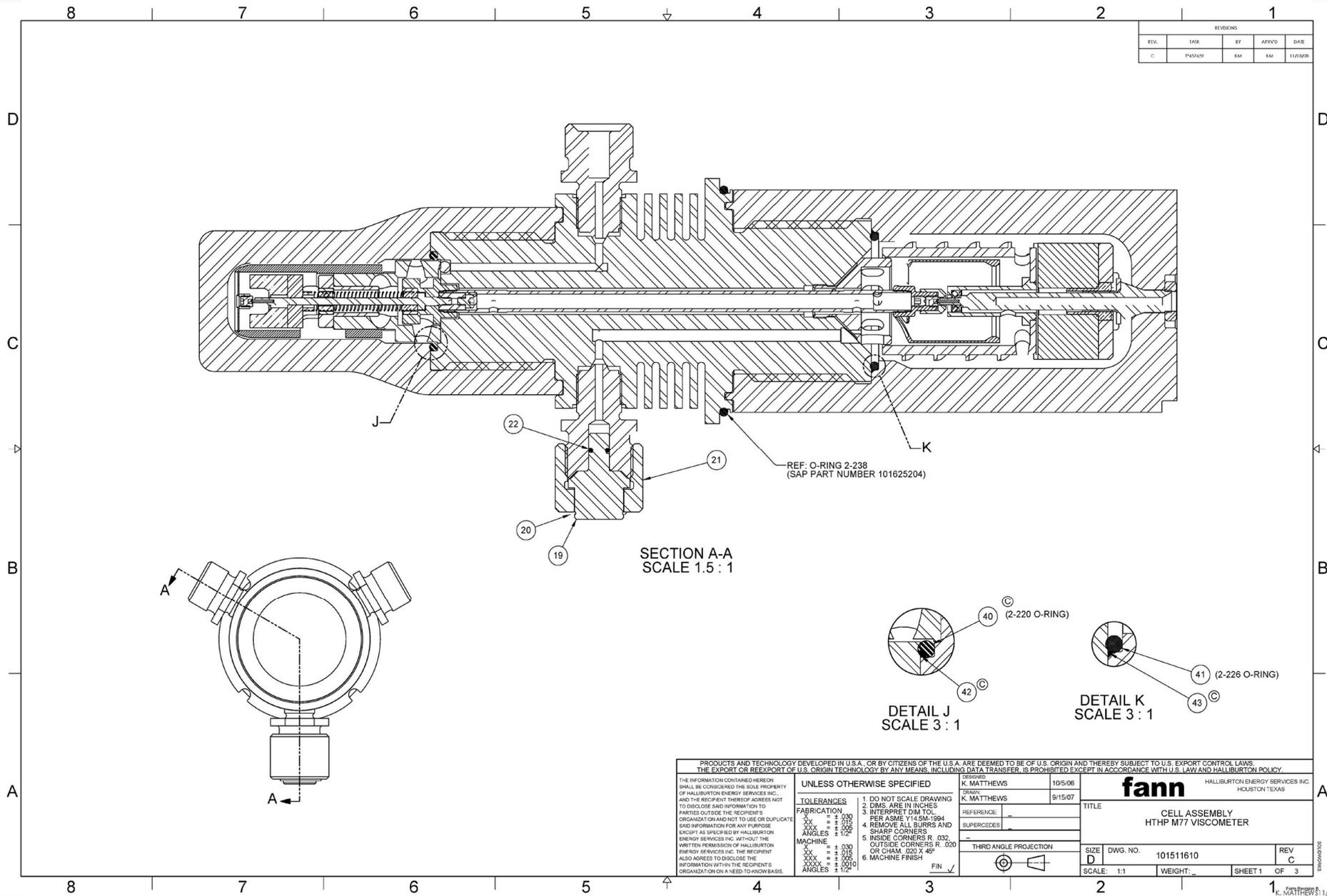
D NONE D00265055 1 1 D

9.3 Test Cell Assembly (101511610) Parts

Table 9-9 101511610 D CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0001	101531620	1.0	CELL SET, HPHT M77 VISCOMETER
0002	208955	1.0	BAFFLE, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0003	101526728	1.0	ROTOR, CELL ASSEMBLY, HPHT VISCOMETER
0004	208897	1.0	BOB, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0005	208968	1.0	PIVOT, THERMOWELL, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0006	101526730	1.0	MAGNET, DRIVEN, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0007	101526729	1.0	MAGNET HOLDER, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0008	101626628	1.0	BUSHING, ROTOR, M77, BRONZE
0009	208885	1.0	NUT, PIVOT STEM, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0010	208898	1.0	BUSHING, PIVOT CELL ASSY M70, 75 & 77 HPHT VISCOMETER
0011	372075	2.0	SCREW - BIND HD - 8-32 X 1-3/8 - SS
0012	203367	1.0	BEARING ANGULAR CONTACT MODEL 70 & 75
0013	203364	1.0	PIN, PIVOT, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0014	208946	1.0	GUIDE, PIVOT CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0015	203365	2.0	VEE JEWEL, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0016	203441	1.0	10-32 X 3/16 SHSS STAINLESS
0017	101526731	1.0	SHAFT, BOB, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0018	101530674	3.0	PORT ADAPTOR, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0019	101530675	1.0	PORT PLUG, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0020	204920	1.0	RETAINER RING RS-81S
0021	101530676	1.0	NUT, PLUG RETAINER, CELL ASSEMBLY, HPHT M77 VISCOMETER
0022	204607	1.0	ORING 0.209 ID X .070 NITRILE C67-90
0023	208904	1.0	NUT, UPPER PILOT, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0024	208892	1.0	LIMIT STOP MODEL 70 & 75 VISCOMETER
0025	100124315	2.0	ROLL PIN, 1/16 X 3/8, STAINLESS STEEL
0026	208893	1.0	CAGE SPRING MODEL 70 75 & 77 VISCOMETER
0027	203433	1.0	6-32 X 1/4 LG SHCS STAINLESS

Find No.	Part No.	Quantity	Description
0028	100123611	2.0	SCREW, SET, #6-32 X 3/16, ALLEN, KCP, SS1
0029	203432	2.0	6-32 X 1 LG SOC HD CAP STAINLESS
0030	208902	1.0	TORSION SPRING MODEL 70, 75, & 77 F1.0
0031	207595	1.0	UPPER SLEEVE CLAMP, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0032	208894	1.0	MOUNT, UPPER MAGNET, CELL ASSEMBLY M70, 75, & 77 VISCOMETER
0033	208896	1.0	PIVOT CAP, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0034	205057	1.0	MAGNET, UPPER, CELL ASSEMBLY M70,75 & 77 VISCOMETER
0035	208900	1.0	SPRING HOLDER FOR M70, M75 & M77 JEWEL
0036	207775	2.0	6-32 X 5/32 HSS NI STAINLESS HEX SOCKET SET SCREW NYLON INSERT STAINLESS STEEL
0037	207594	1.0	SLEEVE, ZEROING, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETERS
0038	208942	1.0	VENT TUBE, CELL ASSEMBLY, M70, 75 & 77 VISCOMETER
0039	203366	1.0	BALL 3/16in. DIAMETER STAINLESS STEEL
0040	101736752	1.0	O-RING, SIZE 2-220, COLOR WHITE, 600 DEG F, .139 IN WALL
0041	101623710	1.0	O-RING, SIZE 2-226, COLOR WHITE, 600 DEG F, ID 1.984 IN X .139 IN WALL
0042	208939	1.0	RING BACKUP TOP CELL MODEL 75
0043	208940	1.0	RING BACKUP BOTTOM CELL for MODEL 70 and 75 Viscometer
0044	203388	1.0	8-32 X 1/4 LG-SHSS-STAINLESS

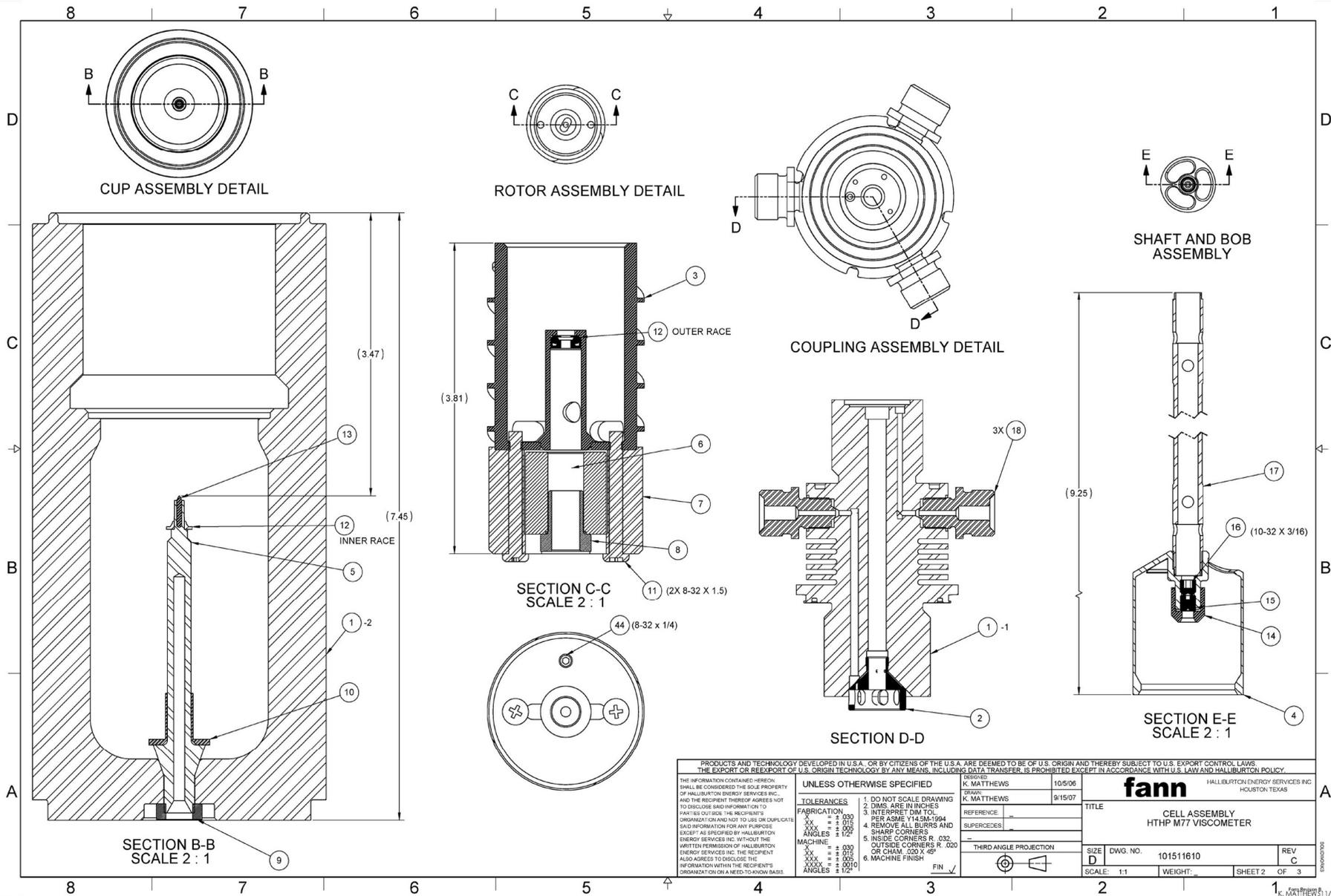


PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.</p>	<p><b>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</b></p> <p><b>TOLERANCES</b></p> <p>FABRICATION</p> <p>XX = ± .030</p> <p>XX = ± .015</p> <p>XXX = ± .005</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p> <p>MACHINE</p> <p>X = ± .030</p> <p>XX = ± .015</p> <p>XXX = ± .005</p> <p>XXX = ± .0010</p> <p>ANGLES ± 1/2°</p>	<p>DESIGNER</p> <p>K. MATTHEWS</p> <p>10/5/06</p>	<p>DATE</p> <p>9/15/07</p>	<p><b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON TEXAS</p>
		<p>1. DO NOT SCALE DRAWING</p> <p>2. DIMS. ARE IN INCHES</p> <p>3. INTERPRET DIM TOL. PER ASME Y14.5M-1994</p> <p>4. REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS</p> <p>5. INSIDE CORNERS R. .032</p> <p>6. MACHINE FINISH</p>	<p>DRAWN</p> <p>K. MATTHEWS</p>	
		<p>SIZE</p> <p>D</p>	<p>DWG. NO.</p> <p>101511610</p>	<p>REV</p> <p>C</p>
		<p>SCALE: 1:1</p>	<p>WEIGHT:</p>	<p>SHEET 1 OF 3</p>

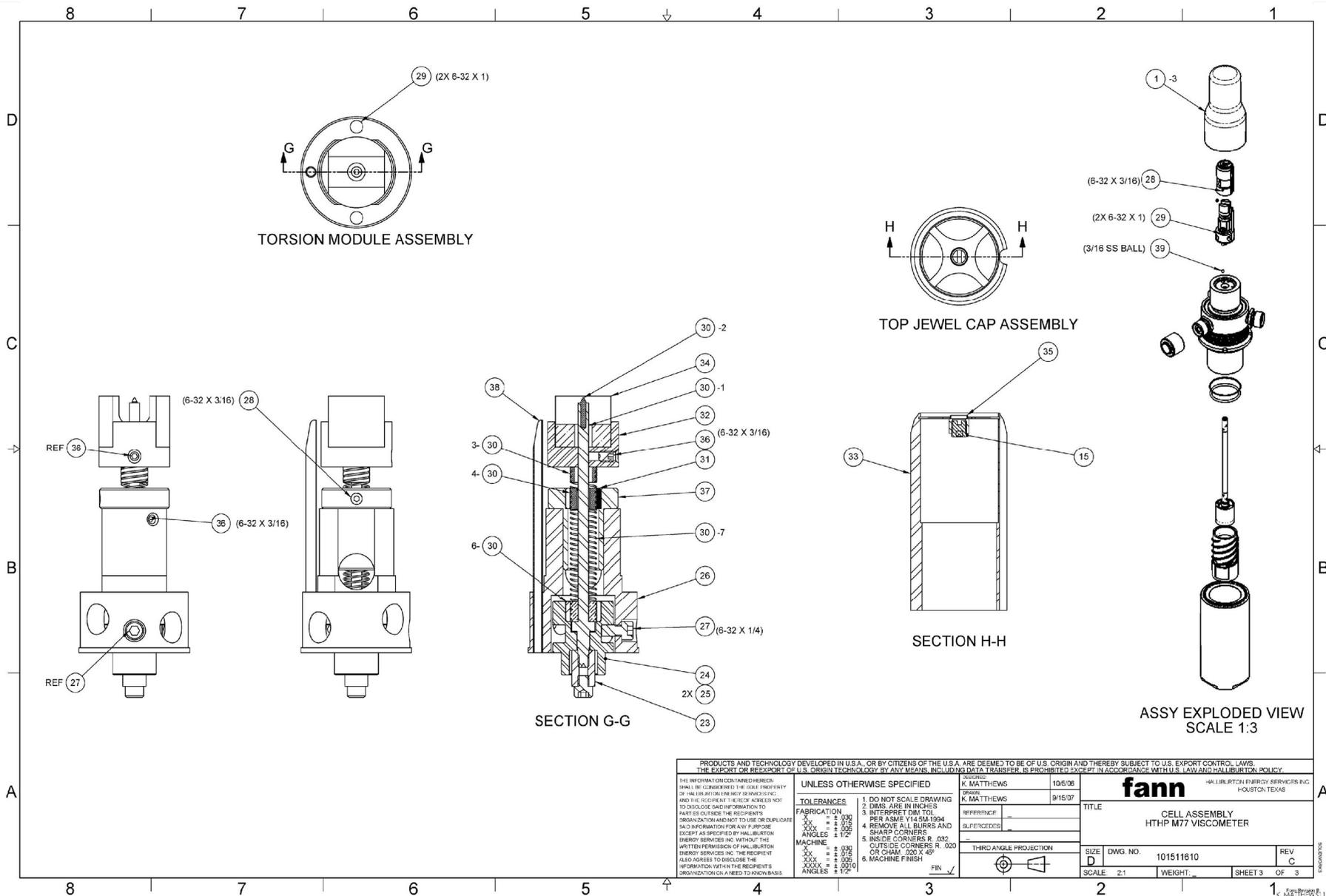
ENCLOSURE

K. MATTHEWS 11/19/2008



PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A. OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. AND THE RECIPIENT THEREOF AGREES NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED-TO-KNOW BASIS.	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES FABRICATION XX = ± .030 XX = ± .015 XXX = ± .005 ANGLES ± 1/2° MACHINE XX = ± .030 XX = ± .015 XXX = ± .005 XXX = ± .010 ANGLES ± 1/2°	1. DO NOT SCALE DRAWING 2. DIMS. ARE IN INCHES 3. INTERPRET DIM TOL. PER ASME Y14.5M-1994 4. REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS 5. INSIDE CORNERS R .032 OUTSIDE CORNERS R .020 OR CHAMF .020 X 45° 6. MACHINE FINISH FIN ✓	DESIGNED BY K. MATTHEWS 10/5/06 DATE 9/15/07 REFERENCE SUPERCEDES	DRWING NO. 101511610 SCALE: 1:1 WEIGHT:	REV C SHEET 2 OF 3
---	--	--	---	--	--------------------------



PRODUCTS AND TECHNOLOGY DEVELOPED IN U.S.A., OR BY CITIZENS OF THE U.S.A. ARE DEEMED TO BE OF U.S. ORIGIN AND THEREBY SUBJECT TO U.S. EXPORT CONTROL LAWS. THE EXPORT OR REEXPORT OF U.S. ORIGIN TECHNOLOGY BY ANY MEANS, INCLUDING DATA TRANSFER, IS PROHIBITED EXCEPT IN ACCORDANCE WITH U.S. LAW AND HALLIBURTON POLICY.

<p>THE INFORMATION CONTAINED HEREIN SHALL BE CONSIDERED THE SOLE PROPERTY OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. ARE THE RECIPIENT THEREOF AGREED NOT TO DISCLOSE SAID INFORMATION TO PARTIES OUTSIDE THE RECIPIENT'S ORGANIZATION AND NOT TO USE OR DUPLICATE SAID INFORMATION FOR ANY PURPOSE EXCEPT AS SPECIFIED BY HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. THE RECIPIENT ALSO AGREES TO DISCLOSE THE INFORMATION WITHIN THE RECIPIENT'S ORGANIZATION ON A NEED TO KNOW BASIS.</p>	<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p> <p><b>TOLERANCES</b></p> <p>FABRICATION                  X = ± .030                  XX = ± .015                  XXX = ± .002                  ANGLES ± 1°</p> <p>MACHINE                  X = ± .030                  XX = ± .015                  XXX = ± .005                  XXXX = ± .0010                  ANGLES ± 10'</p>	<p>1. DO NOT SCALE DRAWING</p> <p>2. DIMS. ARE IN INCHES</p> <p>3. INTERPRET DIM. TOL. PER ASME Y14.5M-1994</p> <p>4. REMOVE ALL BURRS AND SHARP CORNERS</p> <p>5. INSIDE CORNERS R. .020</p> <p>6. MACHINE FINISH</p> <p>OR CHAM. 320 X 45°</p>	<p>DESIGNER: K. MATTHEWS</p> <p>DRAWN: K. MATTHEWS</p> <p>DATE: 10/5/06</p> <p>REVISED: 09/15/07</p> <p>REFERENCE: _____</p> <p>SUPERCEDES: _____</p>	<p><b>fann</b> HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC. HOUSTON, TEXAS</p> <p>TITLE: CELL ASSEMBLY HTHP M77 VISCOMETER</p> <p>SIZE: D</p> <p>DWG. NO.: 101511610</p> <p>SCALE: 2:1</p> <p>WEIGHT: _____</p> <p>SHEET 3 OF 3</p> <p>REV: G</p>
	<p>THIRD ANGLE PROJECTION</p>		<p>ENCLOSURE</p>	

## 10 Garantía y Devoluciones

### 10.1 Garantía

Por favor referirse a la declaración de garantía que acompaña a su product.

### 10.2 Devolución de elementos

Para su protección, los elementos que sean devueltos deben ser cuidadosamente empacados para prevenir daños durante el envío y asegurarlos contra cualquier posible pérdida por daños. FANN<sup>®</sup> no se hará responsable por daños debido a un empaque descuidado o insuficiente.

Antes de devolver los elemento por cualquier razón, se debe obtener autorización de FANN<sup>®</sup> Instrument Company. Cuando aplique para la autorización, por favor incluya información de las razones por las cuales los elementos serán devueltos.

Vea la sección de contacto de FANN<sup>®</sup> en el comienzo del manual para obtener información respect de dirección para la correspondencia y envíos.