

CAPITULO 4

4. CELDA TRIAXIAL

La celda esta compuesta por una bomba de desplazamiento positivo y un porta núcleo los cuales se detallan en el desarrollo de este capitulo. La celda tiene una aplicación directa en pruebas de desplazamiento, comúnmente utilizadas en operaciones de recuperación secundaria.

4.1 Principio de funcionamiento.

La bomba tiene una capacidad de 500 ml, una tasa de flujo con un rango de 0.1 a 400 ml/hr, y una presión de operación de 3,700 psi. La bomba funciona a modo de flujo constante y tiene un despliegue digital de presión en psi o en MPa. El cilindro y el pistón de la bomba están fabricados en acero inoxidable 304 o sino puede utilizarse una aleación de Nitronic 50 que es más resistente a los solventes corrosivos y ácidos halógeno.

Los sellos de la bomba son de grafito cubiertos con teflón. La bomba esta diseñada para aplicaciones que requieran precisión.

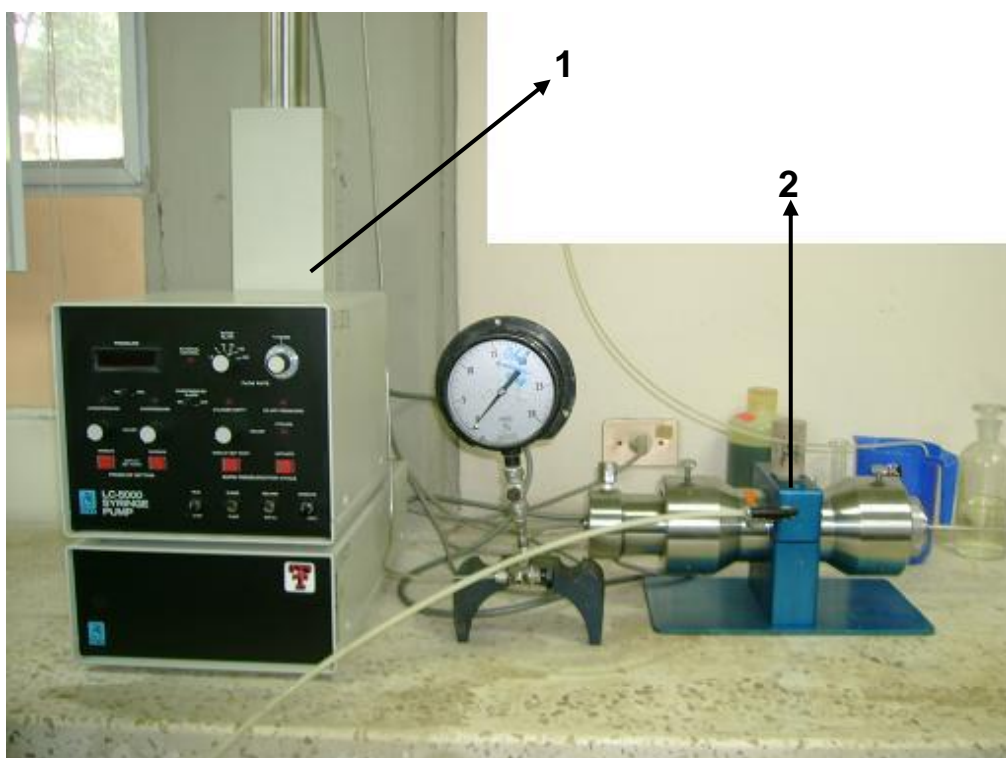


FIGURA 4.1. BOMBA DE PRECISIÓN (1) Y CELDA (2)

TABLA 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA

Fuente de Poder	100 ± 10 Vac, 55 VA máximo 117 ± 12 Vac, 55 VA máximo 234 ± 23 Vac, 55 VA máximo												
Línea de Frecuencia	50 o 60 Hz												
Línea de Voltaje Tolerancia al ruido	1.7 x línea de voltaje rms nominal, 10 mseg pulsaciones, ángulo de fase cualquiera, aleatorio o repetitivo												
Dimensiones	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>Bomba</th> <th>Control</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ancho:</td> <td>26 cm (10.3 in)</td> <td>26 cm (10.3 in)</td> </tr> <tr> <td>Prof.:</td> <td>42 cm (16.5 in)</td> <td>28 cm (11.0 in)</td> </tr> <tr> <td>Altura:</td> <td>99 cm (39.0 in)</td> <td>23 cm (9.6 in)</td> </tr> </tbody> </table>		Bomba	Control	Ancho:	26 cm (10.3 in)	26 cm (10.3 in)	Prof.:	42 cm (16.5 in)	28 cm (11.0 in)	Altura:	99 cm (39.0 in)	23 cm (9.6 in)
	Bomba	Control											
Ancho:	26 cm (10.3 in)	26 cm (10.3 in)											
Prof.:	42 cm (16.5 in)	28 cm (11.0 in)											
Altura:	99 cm (39.0 in)	23 cm (9.6 in)											
Peso - Bomba	45.0 lbs. (20.5 Kg.)												
Peso - Control	13.3 lbs. (6.0 Kg.)												
Rango de desplazamiento	0.06 - 400 ml/hr en rangos de 1.5, 4, 15, 40, 150 y 400 ml/hr												
Precisión del desplazamiento	±1% en rango de ± 1.5 µl/min												
Estabilidad de desplazamiento dentro de un rango	±1% sobre el volumen total del cilindro												
Repetición del desplazamiento	±1% del rango sobre la misma porción del cilindro												
Presión máxima	3,700 psi (25.5 MPa)												
Precisión de la presión	±1% de la escala completa												
Repetición de la presión	1%												
Caudal de reabastecimiento	0 - 100 ml/min												
Rango de temperatura ambiente	0 °C a 40 °C												
Humedad	100% de la húmeda relativa máxima arriba de 20 °C y 90% sobre 20 °C si los controles están conectado												
Volumen muerto (no-desplazado)	5.27 ± 0.20 ml (Nota: Incluye el volumen adentro y arriba del sello del pistón, desplazamiento del pistón en corte automático y los puertos de entrada y salida.)												



FIGURA 4.2. CONTROLES DEL PANEL FRONTAL

La tabla C con la descripción y el propósito de los controles del panel frontal se encuentra en el anexo.

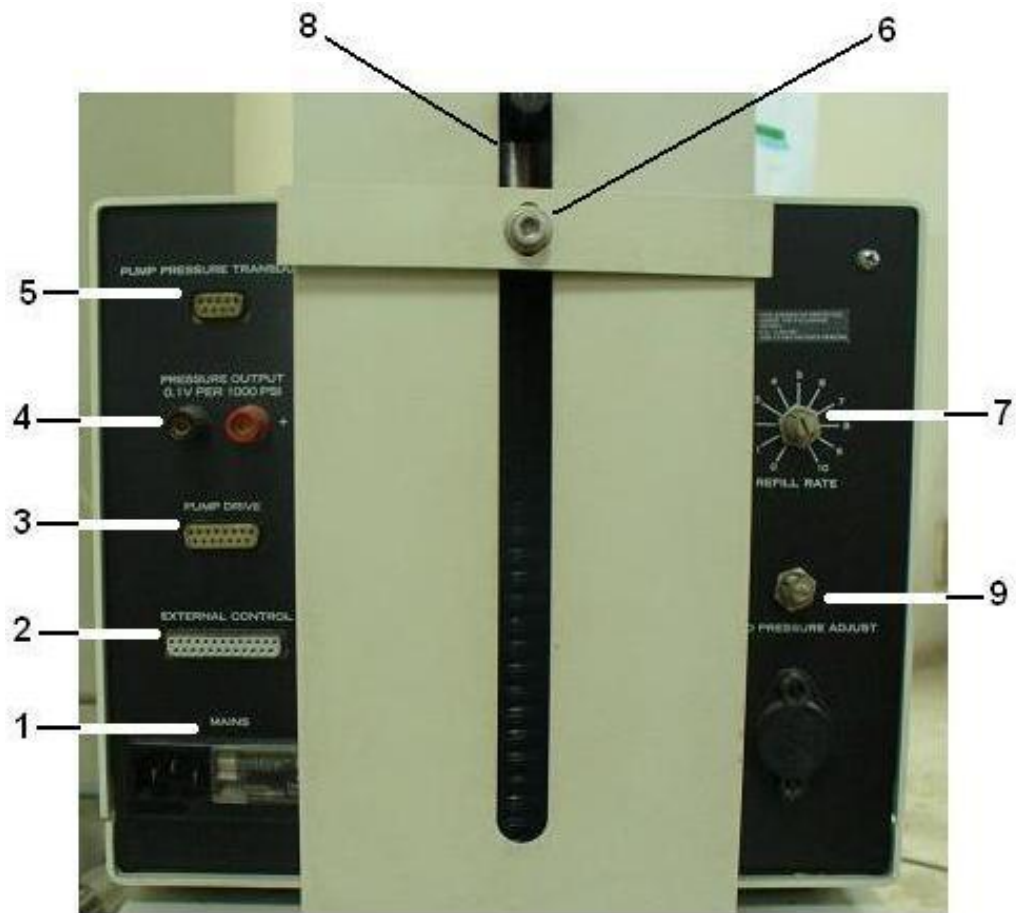


FIGURA 4.3. CONEXIONES Y CONTROLES DEL PANEL POSTERIOR

En los anexos se encuentra la tabla D con la descripción y función de las conexiones y controles del panel posterior.

Bombeo.- La bomba se acciona por medio de un motor dc magnético permanente.

Un tacómetro generador esta conectado al motor por separado para reaccionar al momento de controlar la velocidad motora. El tacómetro generador usa un tipo especial de cepillos para obtener un voltaje de salida estable. La bomba esta ensamblada para proveer un desplazamiento de 2.75 microlitros por cada vuelta de los engranajes del motor. Al poner en reversa la dirección del motor esto causará un cambio de engranaje para reducir su relación de fábrica y así permitir una rápida purga y abastecimiento del cilindro de la bomba. Un detector de proximidad detecta la posición de los engranajes en funcionamiento y un solenoide de nivel operativo mantiene el cambio de engranajes cuando el cilindro esta presurizado y al bombear en la velocidad de purga. Los interruptores límite detienen el motor cuando el pistón alcanza el tope o el fondo de la bomba.

Para determinar la presión que ejerce el cilindro se le coloco un manómetro de tensión en la parte superior. El manómetro de tensión es un puente de 350 ohm con una sensibilidad de aproximadamente 0.7mV/voltio/3,700psi. Se conectó el manómetro de tensión a un suministro referencial de -6.9 voltios y a un preamplificador, ambos adjuntos en lo alto del cilindro. El preamplificador (HY52) tiene una ganancia de 100 y produce una señal de presión de aproximadamente 0.485 voltios en 3,700 psi.

La señal de presión sirve para el panel digital, para limitar la presión, y para el recambio de engranaje frenándose. Debido a la posición del manómetro de tensión y la baja señal de los niveles de voltaje, las señales de presión se transmiten al controlador a través de un cable cubierto separado.

Controlador (referirse a la figura D del anexo).- El controlador contiene el suministro de poder, el control de velocidad del motor, los controles del límite de presión, y la junta optativa del acoplamiento mutuo en serie. El suministro de energía genera +5 Vdc (HY1) regulado, +24 Vdc no regulado, -7.5 Vdc (HY107) regulado y ± 15 Vdc (HY108 y HY109) regulado.

El control de velocidad del motor se acciona por sustracción del voltaje del tacómetro, lo cual es proporcional a la velocidad del motor, de un potencial fijo que se ajusta ya sea por los controles FLOW RATE RANGE y FLOW RATE % RANGE o por un voltaje de entrada externo de 0 - 10 voltios. La diferencia es ejercida sobre un amplificador operacional integrado (HY110) que a su vez suministra un voltaje de control a los transistores manejables (Q102, Q103, Q106) para controlar el motor.

Si el voltaje del tacómetro no es propio de la velocidad motora deseada, entonces el integrador o se integra hasta un voltaje mayor o hasta un voltaje inferior hasta que el poder del motor haya aumentado o reducido a la velocidad programada.

Las funciones del integrador como un dispositivo de memoria es mantener la pista del número de revoluciones realizadas por el motor y comparar esto con el número de revoluciones acumuladas que deberían haber ocurrido. Si el motor fuese forzado a moverse lentamente, entonces el integrador almacenará el error acumulativo y causará que el motor se acelere antes que el error se vuelva significativo. A velocidades del motor muy bajas, el eje-motor cambia desigualmente debido a la fricción. En este caso el integrador se pre-desahoga de cualquier error acumulativo, sobre un período de tiempo razonable, que puede ser un minuto. A velocidades superiores, la operación del integrador cambia para comportarse sustancialmente como un amplificador, y la velocidad motora es casi instantáneamente regulada. Por esta razón, el motor marcha lisamente del todo pero pierde velocidad. El efecto disperejo de la velocidad del motor esta lo suficientemente engranada para que no se observen desigualdades apreciables en la tasa de flujo.

El capacitor C104 causara que el amplificador operacional actúe como un integrador a fluctuaciones de bajo voltaje correspondiente a bajas tasas de flujo. El resistor R110 causara que el amplificador operacional actúe sustancialmente como un amplificador a fluctuaciones de alto voltaje correspondiente a altas tasas de flujo. R110 también causara que el motor funcione suavemente a lentas velocidades. La salida del amplificador operacional (HY110 pin 6) está conectada a los transistores amplificados Q102, Q106, y Q104 para manejar el motor. Q103 protege a Q102 si la salida de HY110 se vuelve negativa. Los capacitores C101, C102, C2, C105, C103, C114 y C115 sirven para estabilizar los circuitos en sistemas amplificador o integrante. Si alguno de estos capacitores se encuentra defectuoso, entonces el circuito puede oscilar a una alta frecuencia como por ejemplo 100 kHz, la unidad lógica de los engranajes puede variar, y el motor podrá funcionar áspera o erráticamente a altas velocidades. Si hay oscilaciones de alta frecuencia presentes, entonces el control de velocidad será inexacto, especialmente a bajas velocidades.

Los seis rangos de la tasa de flujo se seleccionan con el interruptor (S1) del panel frontal o a través de los pin 8, 19, y 20 del conector del control externo J5. El rango seleccionado ajustando S1 marca una lógica a gran altura en la entrada apropiada de HY216.

El HY216 convierte esta entrada a un número binario entre 0 y 5 inclusive. El código binario del número del rango traspasa de HY215 a HY105 y HY106. Las funciones del circuito integrado HY106 como un interruptor electrónico de 8 posiciones selecciona la escala apropiada de voltaje del control FLOW RATE % RANGE (R1).

El voltaje de referencia a escala es aplicado para no invertir la entrada del integrador amplificador operacional. El HY105 es también utilizado como un interruptor electrónico de 8 posiciones de baja escala del voltaje del tacómetro para los dos rangos superiores de la tasa de flujo y para ejercer el voltaje apropiado al tacómetro e invertir la entrada del integrador amplificador operacional. Se activa el regulador K101 en los dos rangos más altos de velocidad para impedir que voltajes del tacómetro mayores a 5 voltios alcancen a HY105.

La señal de presión del preamplificador que se encuentra encima del cilindro de la bomba es amplificada a 3 voltios para 3,700 psi por el HY201A. Si el preamplificador de presión no está conectado al controlador entonces no habrá -6.9 voltios en el pin B de J2 y Q201 se encenderá forzando la salida de HY201A a 14 voltios.

HY201B compara la señal amplificada de presión entre el límite de presión del panel frontal (R3) y la presión máxima de sistema ajustada en el punto (R222). Si la presión operativa excede cualquier límite, entonces la salida de HY201B será negativa y detendrá la bomba a través de HY101. La sobrepresión del panel frontal LED (DS3) también se encenderá y si el interruptor-alarma de sobrepresión está en la posición ON sonará la alarma (MT101).

El control R4 del panel frontal ajusta el límite de baja presión. Si la presión del cilindro cae por debajo del límite determinado, la salida de HY204B se volverá negativa para a su vez detener la bomba, entonces el bombillo de luz roja de baja presión LED (DS4) se encenderá, y sonará la alarma audible (MT101). Para silenciar la alarma solo debe cambiar el interruptor RUN/STOP a STOP. Se puede restaurar la bomba nuevamente cambiando el límite de baja presión (R4) por debajo de la presión actual del cilindro.

La bomba es reabastecida colocando el interruptor de palanca DELIVER/REFILL en la posición REFILL y el interruptor RUN/STOP en RUN. Esto activará los reguladores K103 y K104 para poner en reversa el poder del motor y la polaridad del voltaje del tacómetro.

El pin 4 del HY216 se vuelve alto y fuerza un código binario de 111 en sus salidas. Esto cambia a HY105 y a HY106 para dirigir el voltaje del pin 4 al amplificador operacional integrado. Luego el voltaje referencial se ajustará con el control del panel posterior REFILL RATE (R5). Si la presión del cilindro es mayor a 50 psi, entonces la salida de HY205B será negativa. Esto se volverá sobre Q105 manteniendo el nivel del brazo del solenoide para impedir el intercambio de los engranajes a la posición de alta velocidad. Cuando la presión caiga por debajo de los 50 psi la salida de HY205B saldrá positiva soltando el solenoide y permitiendo que el engranaje cambie de posición.

Cuando se accionen los interruptores PURGE y RUN, la bomba marchará en reverso hasta que el tren desplazable de engranajes cambie a la posición de alta velocidad. Cuando el detector de proximidad (U1) siente ese cambio, se enciende el solenoide para mantener la bomba en engranaje de alta velocidad y los reguladores K103 y K104 accionan la bomba en la dirección de bombeo. El pin 3 de HY216 se detiene para forzar un código binario de 110 en sus salidas. Esto cambia a HY105 y a HY106 para dirigir el voltaje del pin 2 al amplificador operacional integrado.

Si la presión del cilindro excede los 50 psi, entonces la salida de HY205B saldrá negativa deteniendo la bomba hasta que la presión caiga por debajo de este límite o el interruptor PURGE/PUMP se coloque en PUMP. Esto impedirá sobrecargas en el motor. La velocidad motora de purga se ajusta con un potenciómetro interno, R137 (vea la figura 4.14).

Para accionar el ciclo de presurización rápida se debe ajustar el control RAPID PRESSURIZATION ADJUST (R2) del panel frontal a la presión deseada y apretar el botón ACTIVATE. Esto encenderá el foco CYCLING (DS5) de presurización rápida del panel delantero.

El pin 3 de HY216 cambia obteniendo un código binario de 110 sobre sus salidas. Esto aumentará la velocidad del motor tal como se discutió en el párrafo precedente en PURGE. Cuando la presión del cilindro alcance el 95 % de la presión deseada la salida de HY202A se volverá negativa. Luego la velocidad de la bomba cambiará a una tasa de flujo de aproximadamente 15 % mayor que la ajustada. Cuando se obtiene la presión requerida la salida de HY204A cambia a negativa para detener el ciclo de presurización rápida.

Un control externo de la bomba puede ser posible mediante el conector J5 del panel secundario. Los controles PURGE, REFILL, y FLOW RATE se deshabilitan cuando la línea externa de control queda a un punto bajo lógico del panel frontal y se enciende el bombillo EXTERNAL CONTROL.

4.2 Porta núcleo

El porta núcleo consta de un soporte central y dos sellos laterales de acero inoxidable (figura 4.4). Tiene dos ejes una entrada o primer eje y una salida o segundo eje, uno en cada sello con la función de permitir el paso del fluido utilizado para realizar la prueba de desplazamiento, estos ejes son tuberías de acero inoxidable de 1/8" de diámetro. El tercer eje, el cual le da a esta celda la condición de triaxial, es un orificio localizado en la parte externa del soporte central usado para inyectar nitrógeno. Los tapones laterales de acero pueden desacoplarse para poder ingresar los cores y el sello izquierdo puede alargarse o encogerse para permitir ingresar al porta núcleo cores de diferentes longitudes. Para dar estabilidad a los sellos una vez colocados en el soporte central se hace uso de dos tornillos de ajuste manual.

En el interior soporte central se encuentra un caucho el cual sirve de sello para evitar que los fluidos a ser inyectados por medio de la bomba hacia la celda triaxial escapen al exterior del porta núcleo o pasen por la parte entre el núcleo y el caucho. Este caucho es activado por medio del nitrógeno.

El segundo eje, ósea a la salida del fluido se divide en dos cañerías para permitir acoplar un manómetro y poder determinar la presión de producción.

Entre la bombona de nitrógeno y el tercer eje se acoplo una válvula triple para facilitar la presurización y despresurización del equipo. La presión máxima de operación de la celda triaxial es de 10,000 psi.

Aquí se pueden llevar a cabo pruebas de inyección de agua o de CO₂, para determinar cual de los métodos de predicción es el mas apropiado para modelar el yacimiento en estudio y así poder proyectarnos al futuro. El procedimiento y los resultados de la prueba se detalla en el capítulo 5.

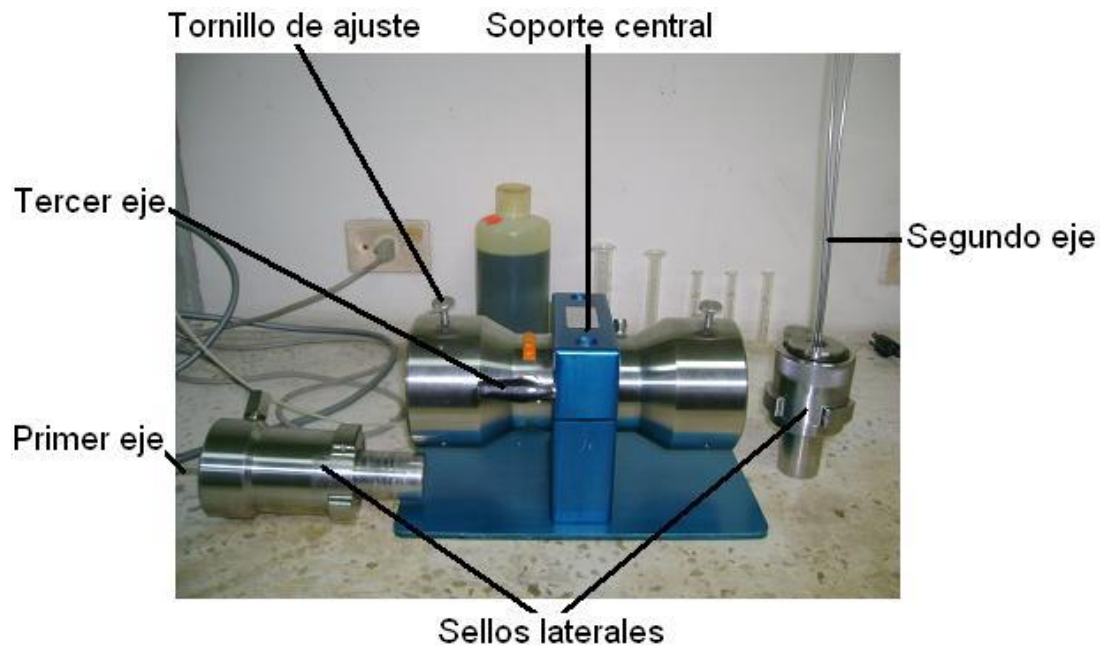


FIGURA 4.4. PORTA NÚCLEO

4.3 Bomba de desplazamiento positivo

Procedimientos generales.- Siga estos pasos para una operación adecuada de la bomba.

1. Coloque el interruptor de palanca OPERATE/STANDBY en la posición OPERATE.
2. Seleccione las unidades deseadas de presión en el interruptor lateral psi/MPa.

3. Ajuste el límite de baja-presión girando el control PRESSURE SETTING ADJUST (MINIMUM) completamente en contra de las manecillas del reloj.
4. Ajuste el límite de sobre-presión usando la misma técnica del paso # 3 apretando el botón DISPLAY SET POINT (MAXIMUM PRESSURE) y girando el control PRESSURE SETTING ADJUST (MÁXIMUM) a favor de las manecillas del reloj.
5. Seleccionar el FLOW RATE RANGE y ajustar el FLOW RATE % RANGE en el panel frontal.

Nota: Es más preciso usar el mínimo rango de tasa de flujo posible para ajustar la tasa deseada; por ejemplo, para una tasa de flujo de 40 ml/hr, 100 % de 40 ml/hr producirá un flujo más preciso que usar 10 % de 400 ml/hr.
6. Seleccione el modo operativo: PUMP, REFILL o PURGE.
7. Coloque el interruptor RUN/STOP en RUN para comenzar a operar.

8. Si se desea un límite de presión mínimo, espere hasta que la presión en la pantalla digital PRESION (PRESSURE) sobrepase el límite deseado, entonces presione y mantenga el botón DISPLAY SET POINT (MINIMUM PRESSURE). Ajuste el control de perilla PRESSURE SETTING ADJUST (MINIMUM) hasta que se obtenga el límite mínimo de presión deseada en la pantalla digital.

Nota: En caso de ocurrir una fuga y la presión caiga por debajo del límite, la bomba se detendrá, la alarma sonará, y se encenderá la luz UNDERPRESSURE. Para silenciar la alarma, simplemente coloque el interruptor RUN/STOP en STOP. Para reanudar, gire el control PRESSURE SETTING ADJUST (MINIMUM) hasta que el límite esté por debajo de la presión del cilindro y coloque el interruptor RUN/STOP en RUN.

Llenado (REFILL).- Con el ajuste de los interruptores, tal como se muestran en la figura 4.5, la bomba se abastecerá a una tasa de flujo de hasta 16 veces la tasa de bombeo máxima de 400 ml/hr. La velocidad de reabastecimiento es controlada por el control REFILL RATE de 0-10 en el panel de la parte de atrás del controlador.

La tasa del recarga es regulable hasta un máximo de aproximadamente 100 ml/min. A esta tasa máxima, la bomba se abastecerá completamente en más o menos 5 minutos.



FIGURA 4.5. AJUSTE DE LOS INTERRUPTORES PARA REABASTECER LA BOMBA

Bombeo (PUMP).- Para el modo de bombeo se deben ajustar los interruptores así como se muestran en la figura 4.6. La tasa de flujo se determina con los controles FLOW RATE RANGE y FLOW RATE % RANGE. La tasa mínima de flujo de la bomba es del 4 % de 1.5 ml/hr (o 1.0 μ l/min) y la tasa máxima es del 100 % de 400 ml/hr (o 6.67 ml/min).



FIGURA 4.6. AJUSTE DE LOS INTERRUPTORES PARA EL MODO DE BOMBEO

Vaciado (PURGE).- La figura 4.7 muestra las posiciones de los interruptores para un rápido vaciamiento de la bomba. El vaciamiento tiene lugar a una tasa máxima de purga de aproximadamente 100 ml/min.

Si la presión que muestra la pantalla excede los 50 psi (0.35 MPa) mientras la bomba esta operando en PURGE, la bomba se detendrá hasta que la presión descienda por debajo de los 50 psi.

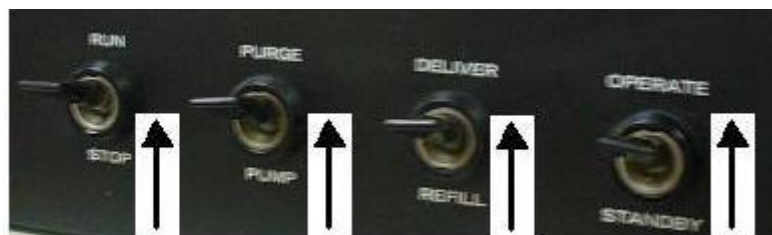


FIGURA 4.7. AJUSTE DE LOS INTERRUPTORES PARA EL VACIADO DEL CILINDRO

Ciclo de presurización rápida.- Cuando se opera a bajas tasas de flujo, la bomba tomara una cantidad considerable de tiempo para presurizar 500 ml de solvente, hasta alcanzar la presión de operación. Para acortar el tiempo requerido para lograr la presión deseada, se puede usar el CICLO DE PRESURIZACION RAPIDA.

Por ejemplo, si la presión de trabajo para una tasa dada de flujo se sabe que es 1000 psi, se puede ajustar un límite de presión a 1000 psi con este método. Después de presionar el botón ACTIVATE del RAPID PRESSURIZATION CYCLE la bomba operara a una alta tasa de flujo hasta que se estabilice en el nivel de 1000 psi. Esta habilidad para llevar la bomba rápidamente a una presión seleccionada disminuye grandemente el tiempo inicial de preparación para tasas de flujo bajas que requieren aplicaciones a presiones altas.

Para usar el CICLO DE PRESURIZACION RAPIDA (dirijase con la figura 4.2):

1. Empuje y mantenga el botón DISPLAY SET POINT y gire el control ADJUST que se encuentra en la parte superior de este botón hasta alcanzar el límite de presión deseado el cual se puede observar en la pantalla PRESSURE de cuatro dígitos. Luego suelte el botón DISPLAY SET POINT.
2. Ponga a funcionar la bomba usando el modo de bombeo, ajustando los interruptores tal como se muestran en la figura 4.6.
3. Presione el botón ACTIVATE para iniciar el ciclo de presurización.

En este punto, el CYCLING LED se encenderá y la bomba operara a la tasa máxima de flujo hasta que la presión caiga dentro del 5 % del límite pre-programado. La bomba luego desacelerará hasta una tasa de flujo de aproximadamente 15 % más rápido que la tasa final de flujo hasta alcanzar la presión seleccionada, en este punto la bomba automáticamente cambiará a la tasa pre-programada de flujo la cual se determinó con los interruptores FLOW RATE RANGE y FLOW RATE % RANGE del panel principal.

4.4 Equipos auxiliares

Manómetro de la presión de inyección

Este manómetro auxiliar esta ubicado entre la bomba y la celda, después de la válvula de tres vías para determinar la presión de inyección al núcleo de la prueba. La escala del manómetro debe ser acorde a la presión de operación programada para el ensayo.

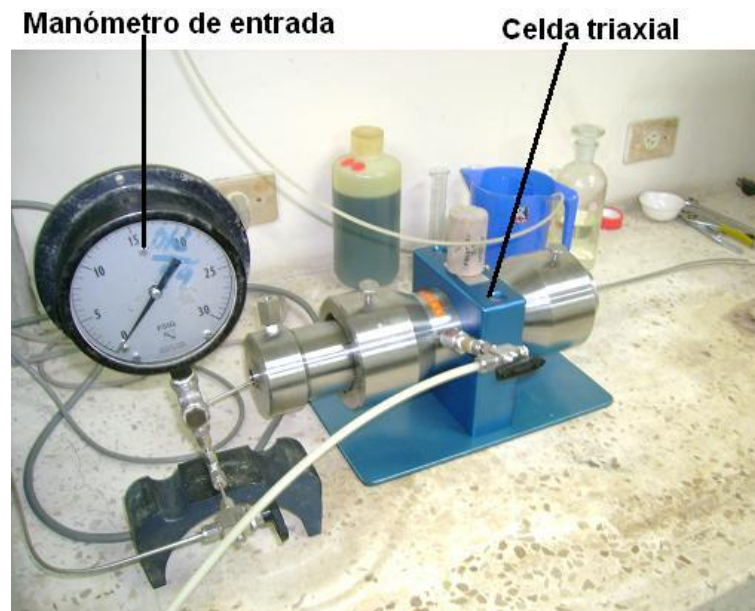


FIGURA 4.8. MANOMETRO DE ENTRADA A LA CELDA

Válvula, cañerías y tubo de drenaje

La bomba LC-5000 tiene dos puertos entrada/salida en lo alto del cilindro de acero inoxidable, justamente debajo del transductor de presión (ver figura 4.9). Estas conexiones de salida son de 1/8" a 1/8" de la tubería de conexión.

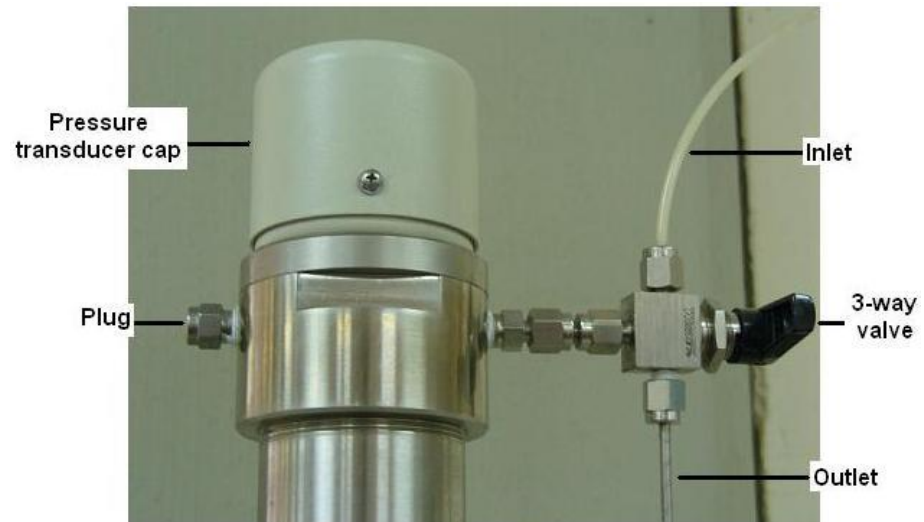


FIGURA 4.9. PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA

Se recomienda la válvula de acero de 3 vías que se muestra en la figura 4.9 para simplificar el procedimiento de reabastecimiento. Con esta válvula en el lugar, se puede recargar la bomba sin desconectar la entrada o la salida de la cañería.

La cañería de acero de 1/8" de diámetro permite la conexión de la bomba por medio del puerto de salida al porta núcleo (vea la figura 4.1), antes del porta núcleo se encuentra una válvula de acero de tres vías para facilitar el desvío del fluido en el caso de finalizar una prueba o para una calibración sin tener que desmontar la tubería de conexión. Las válvulas de tres vías y la cañería soportan hasta 10,000 psi de presión.

Nitrógeno

Una película delgada de líquido mojará el interior del cilindro siempre que el pistón viaje hacia arriba. Los líquidos corrosivos desecándose al aire pueden causar oxidación en el cilindro. La bomba está acondicionada con un conector de purga el cual equipa al cilindro de la bomba por debajo del pistón para ser purgada con nitrógeno que inhibirá la corrosión del cilindro.

Para presurizar el núcleo en la celda triaxial y hacer que el caucho cumpla con la función de roca sello que impida la migración de los fluidos contenidos en el core es necesario utilizar la bombona de gas.

4.5 Operación, calibración y mantenimiento

Para asegurar la continua operación fidedigna de esta bomba, realice los siguientes procedimientos cada vez que el equipo se ponga en operación.

Limpieza del cilindro.- El cilindro deberá limpiarse a fondo después de cada uso para evitar acumulaciones de depósitos solubles en los sellos. Si se permite a una solución que contiene sólidos disueltos secarse en el cilindro, los sellos podrían punzarse y arruinarse.

El cilindro debe restregarse con una serie de solventes compatibles o con una solución detergente y luego enjuagándolo con agua destilada. Los modos REFILL y PUMP se usan para llenar y restregar el cilindro.

Si se deja a la alta fuerza iónica de las soluciones acuosas residir en el cilindro de la bomba, pueden formarse residuos los cuáles rasgaran los sellos y su superficie interna pulida.

Estos arañazos permiten que la fase movable se fugue, prolongando el tiempo requerido o evitar alcanzar la presión de equilibrio. No deje soluciones neutralizadoras en el cilindro de noche o por largos periodos de tiempo. Vacíe la solución neutralizadora que no este usando en la bomba y enjuague el cilindro dos o tres veces con 100-200 ml de agua destilada y filtrada.

La bomba deberá guardarse con metanol o isopropanol (al menos llene parcialmente el cilindro con cualquiera de estos dos solvente y luego accione el pistón hasta que recorra todo el cilindro) cuando no vaya a ser usada por largos intervalos de tiempo.

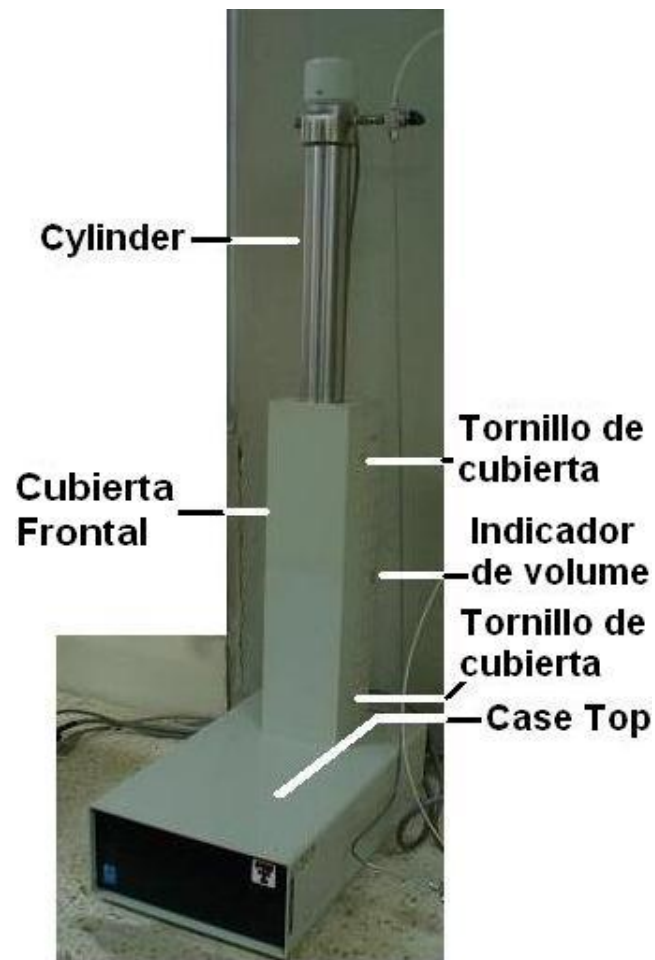
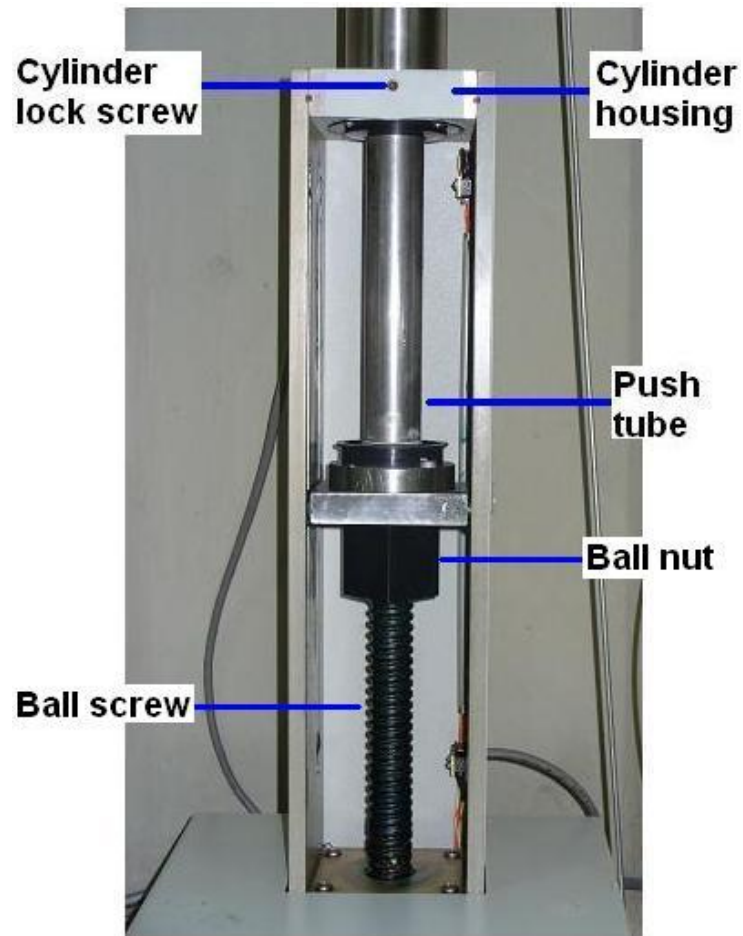


FIGURA 4.10. BOMBA LC-5000 SIN EL CONTROLADOR

Limpiando y reemplazando los sellos.- Para limpiar o reemplazar los sellos, primero se debe vaciar el cilindro. Accione la bomba hasta que el interruptor límite del tope detenga la operación. Quite la cubierta delantera aflojando sus cuatros tornillos (dos a cada lado de la bomba, vea la figura 4.10).

Afloje el tornillo lock screw del cilindro (el cuál es un tornillo de fijación) en el lado principal del cylinder housing (vea la Figura 4.11). Desconecte el cable del transductor de presión del controlador (# 5 de la figura 4.3). Después, desacople los puertos de entrada y salida (inlet y outlet) del tubing y destornille el cilindro del cylinder housing. Puede que sea necesario usar una llave de correa para destornillar el cilindro sin arruinar su superficie exterior. Levante el cilindro y no lo incline mientras lo está removiendo para evitar dañar su superficie interna.

El sello del pistón en el cilindro de acero inoxidable (stainless) 304 puede removerse quitando primero el retaining ring y luego levantando el retainer (figura 4.12). Limpie exhaustivamente el pistón y el cilindro, hasta estar seguro de que todas las partes en contacto con los sellos están libres de suciedad y otros sólidos. Desplace los sólidos libres sin rasguñar los sellos ni la superficie del cilindro y luego lávelos con agua destilada.

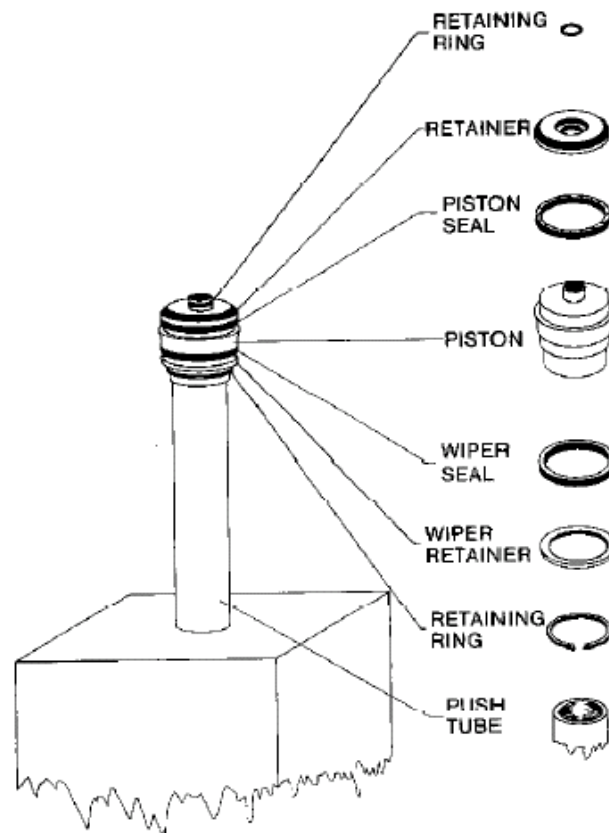


**FIGURA 4.11. BOMBA CON LA CUBIERTA FRONTAL
REMOVIDA**

Normalmente no se debería cambiar el wiper seal. Para remover este sello, destornille el pistón con una llave mecánica de open-end de 1-1/8".

Retire el retaining ring (anillo de retención) y wiper retainer, luego levante el wiper seal y delicadamente retire cualquier sólido del sello y el pistón, sea cuidadoso para evitar raspar las superficies de los sellos. Remueva todos los sólidos con agua destilada. Instale el wiper seal, wiper retainer, retaining ring, y el pistón encima del tubo.

Coloque el pistón seal, el retainer y el retaining ring. Emplace el cilindro sobre el pistón, luego atorníllelo en el cylinder housing (vea la figura 4.11). El cilindro debe atornillarse en el cylinder housing hasta que tope cómodamente con el fondo de esta cavidad. Destornille el cilindro un mínimo de 1/2 de vuelta, luego ponga los puertos inlet y outlet tal como estaban antes de la limpieza. Bloquee el cilindro cerrando herméticamente el locking screw.



**FIGURE 4.12. ENSAMBLAJE DEL PISTÓN, 304 STAINLESS
CYLINDER**

Fugas.- Si los sellos del pistón desarrollan fugas, el fluido bajará por la pared del cilindro y se colocara en el tubo de drenaje, localizado justamente por encima del señalizador de volumen en la parte posterior de la bomba. La limpieza de los sellos a menudo detendrá las fugas.

El sello inferior (vea la figura 4.12) es utilizado como un limpiador para conservar el cilindro libre de suciedad y otros sólidos, y normalmente nunca debería cambiarse. Sin embargo, puede requerir de una limpieza periódica para remover cualquier acumulación de sólidos que se encuentren a su alrededor.

Limites de la fuerza de torsión.- Hay dos dispositivos de torsión delimitando la bomba. Un limitador indirecto de fuerza de torsión es controlado a través de los circuitos electrónicos. El controlador puede colocar el ajuste máximo de presión de la bomba de 0 a 3,700 psi. (Cuando la presión excede la presión máxima, la bomba se ajusta bloqueándose automáticamente).

El segundo dispositivo que limita la fuerza de torsión es un shear pin en el worm gear (figura 4.13) acoplado a la bomba. Si el circuito máximo de presión falla y si las sobre-presiones excesivas (presiones en exceso de 3,700 psi) persisten en la operación de esta bomba, la fuerza de torsión limitante del shear pin puede romperse. El shear pin cederá a presiones por encima de 3,700 psi y se romperá alrededor de los 4,000 a 5,000 psi.

En caso de que el shear pin falle, la bomba sonará como si cambiara de dirección pero el pistón no avanzará en la dirección del cilindro. Puede ser que el tope del cilindro se arruine. En este caso la bomba deberá ser devuelta a Isco (6) para repararla y reemplazar el shear pin.

Si el mecanismo de accionamiento del motor funciona sin desarrollar presión en el cilindro, entonces es probable que exista una falla en el limitador de torsión debido a una previa sobrepresión.

Convirtiendo a una línea de voltaje diferente.- El voltaje de una línea y la frecuencia de un instrumento nuevo se describen en la etiqueta serial tal como vienen de fábrica. La etiqueta serial deberá actualizarse al instrumental existente si se realiza algún cambio en el campo. Si es necesario un cambio a priori para la operación, o si el estado de un instrumento existente es desconocido, entonces siga este procedimiento.

Peligro:

El voltaje de la línea esta presente en esta unidad en todo momento a pesar de los ajustes del interruptor.

El cordón de la línea DEBERA desconectarse para evitar posibles sacudidas antes de la apertura del case top o sino ajustes internos y/o reparaciones serán necesarios.

Precaución:

Los requerimientos de voltaje y de frecuencia de este instrumento deben ser compatibles con el voltaje disponible de la línea y la frecuencia a ser usada. Cualquiera de las conexiones hechas podría resultar en heridas para el usuario así como también daños en el equipo.

1. Retire el cordón de la línea. El siguiente paso no se podrá llevar a cabo a menos que el cordón de la línea halla sido removido.
2. Deslice hacia la izquierda la puerta plástica transparente del conector de poder (# 1 en la figura 4.3).
3. Remueva el pequeño circuito impreso adentro del panel. Se ajusta muy cómodamente.

4. Cambie la orientación de la tarjeta hasta que el valor impreso del voltaje deseado en la tarjeta este de cara a usted cuando esta vaya a ser reinsertada en su puesto.

Nota: Usar 120 para 117 Vac y 240 para 234 Vac.

5. Inserte la tarjeta de circuito impresa al conector.
6. Quite el fusible que se encuentra encima de la tarjeta de circuito impresa y verifique su valor de corriente. Cámbielo si es necesario para acoplarse a lo siguiente:

100 o 120 Vac - 1.0 A, 125 V

220 o 240 Vac - 0.5 A, 250 V

7. Cambie la etiqueta serial para reflejar este cambio en el requerimiento de voltaje de la línea.

Velocidad inestable de la bomba.- Si el mecanismo de manejo del motor parece ser la causa de velocidades inestables de bombeo, el problema más posible puede ser, en el worm brushes o a un conmutador sucio en el tacómetro.

Los escombros conductivos entre los barrotes del conmutador pueden tender parcialmente a ocasionar un corto circuito en el tacómetro. Para quitar los escombros del tacómetro refiérase a la figura 4.13. Desuelde el metal del tacómetro. Retire los tres tornillos del tacómetro y quite la placa de soporte de encima. Remueva el plástico de la placa soporte. La ensambladura del engranaje puede ahora ser retirada. Si hay una acumulación de escombros entre los segmentos del conmutador, entonces limpie este con un cepillo de alambre o con un aspa delgada.

Precaución:

Si un aspa u otro objeto duro son usados, sea muy cuidadoso de no rasgar el metal del conmutador. Si la superficie del conmutador es picada, entonces esta puede actuar como una rueda cortante y rápidamente puede desgastar los cepillos durante la operación de la bomba.

Si son mal usados los cepillos, entonces la acumulación de escombros puede deberse a suciedad o a aceite en la superficie del cepillo. Esto puede causar un desgaste acelerado del cepillo produciendo material atascado en el espacio entre los barrotes del conmutador. Limpie el conmutador con hexano.

Lave los cepillos con hexano limpio, enjuáguelos en alcohol limpio y luego debe hervirlos en 150 mililitros de agua destilada por una hora más o menos; hasta que el volumen del agua destilada se reduzca a acerca de la mitad. Luego, otra vez ponga a hervir los cepillos en 150 mililitros de agua destilada fresca hasta que el volumen disminuya a acerca de la mitad. Saque los cepillos y reinstálelos. Tenga cuidado de no tocar los cepillos con sus dedos ya que usted puede colocar aceite en ellos. No engrase el eje exterior relacionado al tacómetro, el aceite adicional puede contaminar los cepillos del tacómetro.

Lubricación.- Este instrumento esta diseñado para operar a precisión por tal motivo debe mantenerse lubricado apropiadamente para asegurarle una vida útil mayor.

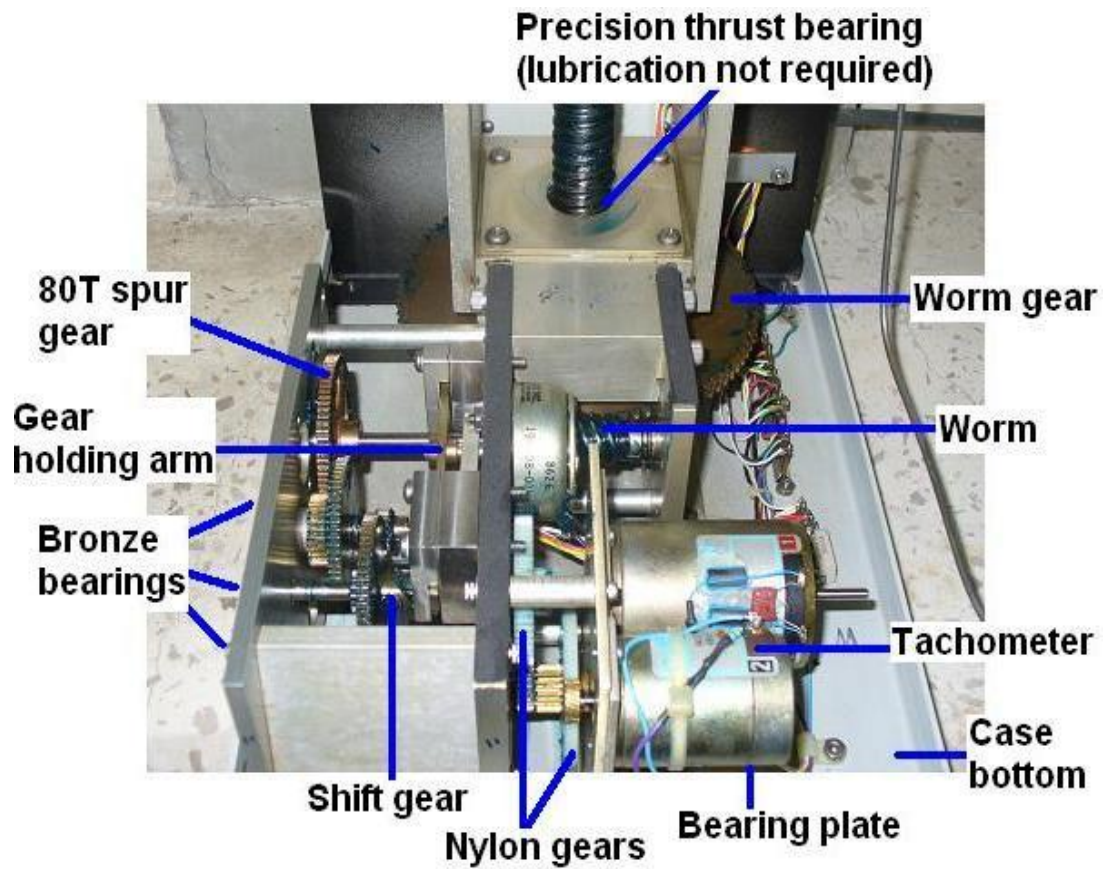
Quite el case top y el cover front (cubierta frontal) para tener acceso a todas las partes que requieren lubricación (figura 4.10). El case top (parte superior que cubre el motor de la bomba) tiene cuatro tornillos que deben ser removidos antes de retirarlo. La cubierta delantera puede ser ubicada en su lugar colocado sus cuatro tornillos. Vea las figuras 4.11 y 4.13 para determinar la posición de las partes a ser lubricadas.

Primero deben mantenerse lubricado el ball screw que es el que conduce al ball nut. Encienda la bomba hasta que el ball nut alcance su altura máxima. Aplique dos pasadas, en los lados opuestos del ball screw cubriendo toda su longitud.

El precisión thrust bearing sobre el cuál el ball screw es conducido viene lubricado de fábrica y no necesitara ser reengrasado (figura 4.13). Si agua u otros líquidos ingresan en este bearing (compostura), la unidad de bombeo deberá ser enviada devuelta a Isco para su posterior reparación.

El worm y worm gear los cuales cambian de dirección el ball screw debe lubricarse junto con el 80 tooth spur gear, el shift gear y el gear holding arm.

También, deberán lubricarse todos los nylon gears. Gotear lubricante encima de los engranajes. Los bronce bearing de los engranajes conductores y los ejes se deberán lubricar con aceite. Aplique aceite en la interfaz que soporta al eje.



**FIGURA 4.13. LUBRICACIÓN DEL TREN DE ENGRANAJES Y
DIAGRAMA DE LA CONDUCCIÓN DEL MOTOR**

Calibración de la tasa de flujo.- No se podrá llevar a cabo la calibración a menos que las reparaciones se las realicen en el sistema de circuito electrónico (figura 4.14).

Si se determina que la bomba no desarrolla un flujo de cero cuando el control FLOW RATE % RANGE está en la posición de cero, se deberá seguir este procedimiento para la respectiva calibración:

- a. Quite la cubierta superior de la unidad de control removiendo los cuatro tornillos, dos a cada lado de la caja, y jalando la cubierta directamente.
- b. Ajustar los controles del panel frontal de la siguiente manera:

PURGE/PUMP- PUMP

DELIVER/REFILL - DELIVER

RUN/STOP - STOP

FLOW RATE RANGE - 400 ml/hr

FLOW RATE % RANGE - 0

- c. Conecte un voltímetro en el lado izquierdo del resistor R162 o TP107 (comúnmente TP106).
- d. Ajuste R160 hasta que el voltímetro marque 0 voltios (± 1 milivoltio).

- e. Coloque el interruptor FLOW RATE RANGE en 1.5 ml/hr y el control FLOW RATE % RANGE en 0.

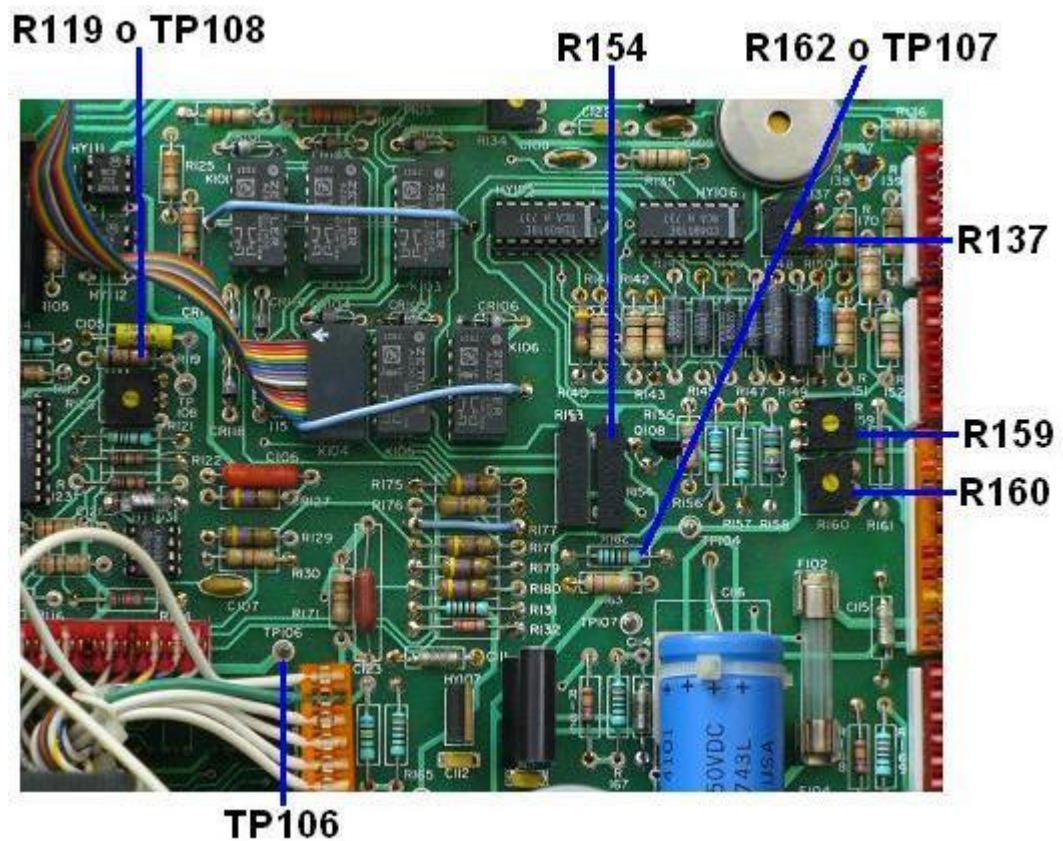


FIGURA 4.14. CALIBRACIÓN DE LA TASA DE FLUJO Y PRESIÓN

- f. Conecte un voltímetro a la derecha del resistor R119 o TP108 (comúnmente TP106).

- g.** Ajuste R159 hasta que el voltaje entre los puntos de prueba permanezca constante por varios minutos en cualquier voltaje fijo entre 1 y 3 voltios. Si R159 esta incorrectamente ajustado, el voltaje variara continuamente.
- h.** Cambie el FLOW RATE RANGE al rango de 400 ml/hr. El voltaje debería permanecer constante. Si no es así, repita el procedimiento anteriormente citado.
- i.** Puede ser que la bomba se mantenga todavía bloqueada cuando el control FLOW RATE % RANGE este ubicado en un valor mayor a cero. Si éste es el caso, reajuste a R159 tal como se describió en el paso g.
- j.** Coloque el interruptor FLOW RATE RANGE en 400 ml/hr y el FLOW RATE % RANGE en 100.
- k.** Mida el bombeo desarrollado por la bomba usando un cilindro graduado y un cronómetro.
- l.** Ajuste a R154 tanto como sea necesario para obtener una tasa de flujo de 400 ml/hr.

A velocidades muy lentas, el motor rota disparejamente o de una manera discordante. Esto no indica una velocidad inexacta o una sobrecarga en el mecanismo, sino que se debe al efecto de un amplificador en el sistema de control de velocidad. Vea la sección 4.1 para una mayor explicación.

Calibración de la presión.- Debe realizarse a nivel del circuito electrónico el cual se muestra en la figura 4.14, de la siguiente forma:

- a. Conectar a la bomba un manómetro de precisión (exactitud de 0.25%) y una válvula de alivio ambos que soporten hasta 5,000 psi. Llene la bomba con agua desgasificada y destilada.

- b. Ajuste los controles tal como sigue:

PRESSURE SETTING ADJUST (MAXIMUM) - Gírelo totalmente a favor de las manecillas del reloj

PRESSURE SETTING ADJUST (MINIMUM) - Gírelo completamente en contra de las manecillas del reloj

FLOW RATE RANGE - 150 ml/hr

DELIVER/REFILL - DELIVER

PURGE/PUMP - PUMP

OPERATE/STANDBY - OPERATE

RUN/STOP - STOP

- c.** Sin contrapresión en la bomba, ajuste el control ZERO PRESSURE ADJUST del panel posterior en sentido de las manecillas del reloj hasta que la PRESION aumente. Luego ajuste el control ZERO PRESSURE ADJUST en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que la pantalla digital de PRESION marque 0.
- d.** Coloque el FLOW RATE % RANGE en 100.
- e.** El interruptor RUN/STOP en RUN.
- f.** Mientras revisa las fugas y monitorea la operación de la bomba, ajuste la válvula de seguridad de la bomba hasta lograr una carga de 3,700 psi en el manómetro.
- g.** Gradué el resistor R206 para obtener un valor de 3700 en la pantalla de PRESION. Alivie la presión en el cilindro. Si la PRESION no es 0, entonces repita los pasos desde c a g.