

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“ESTUDIO DE LA IMPLEMENTACION DE UN SENSOR EN
EL GOBERNADOR DE UNA TURBINA FRANCIS”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

ADLER CALERO HIJAR

PROMOCIÓN 1980-I

LIMA-PERÚ

2009

INDICE

	PAGINA
PROLOGO	
CAPITULO I:	
INTRODUCCION	IV
1.1 Antecedentes.	VI
1.2 Objetivos.	VII
1.3 Justificación e importancia del proyecto.	VIII
1.4 Alcances del proyecto.	IX
CAPITULO II:	X
REGULACION DE INGRESO DE AGUA A UNA TURBINA HIDRAULICA PARA USO DE GENERACION ELECTRICA.	X
2.1 Generalidades.	XIV
2.2 Gobernador para una turbina tipo Francis.	XVII
2.3 Regulación Isodrómica.	XIX
2.4 Grado de irregularidad del gobernador.	XXV
2.5 Tipos de sensores.	XXIX
2.5.1 Por su naturaleza con sensor	XXIX
2.5.1.1 Regulador con sensor eléctrico	XXIX

2.5.1.2	Regulador con sensor mecánico	XXIX
2.5.2	Por la posición del eje del sensor	XXIX
2.5.2.1	Regulador con eje vertical	XXIX
2.5.2.2	Regulador con eje horizontal	XXXI
CAPITULO III:		XXXII
TURBINA FRANCIS CON QUE TRABAJA EL GOBERNADOR		
EN REFERENCIA.		XXXII
3.1	Características.	XXXII
3.2.	Descripción de componentes principales.	XXXIV
3.2.1	Ingreso de agua.	XXXIV
3.2.2	Impulsor o rodete.	XXXV
3.2.3	Eje principal.	XXXVII
3.2.4	Volante.	XXXIX
3.2.5	Tapas laterales.	XXXIX
3.2.6	Escudo para paletas directrices.	XLI
3.2.7	Paletas directrices.	XLII
3.2.8	Codo de descarga.	XLIII
3.2.9	Caracol.	XLIII
3.2.10	Sello de agua.	XLIII
CAPITULO IV:		XLIX
IMPLEMENTACION DE CAMBIO DE SENSOR EN GOBERNADOR		
PARA TURBINA FRANCIS.		XLIX
4.1	Gobernador original	XLIX

4.1.1	Características.	XLIX
4.1.2	Descripción de componentes principales.	LIII
4.1.2.1	Carter.	LIII
4.1.2.2	Sistema de predistribución.	LVI
4.1.2.2.1	Polea de transmisión.	LVII
4.1.2.2.2	Bomba de predistribución.	LVII
4.1.2.2.3	Péndulo.	LX
4.1.2.2.4	Clavija.	LXII
4.1.2.2.5	Casquillo.	LXV
4.1.2.2.6	Motorcito de predistribución.	LXV
4.1.2.2.7	Válvula variador de velocidad	LXXIII
4.1.2.2.8	Válvula limitador de apertura.	LXXV
4.1.2.2.9	Retorno.	LXXVI
4.1.2.2.10	Válvula relief.	LXXXI
4.1.2.2.11	Tacómetro.	LXXXII
4.1.2.3	Sistema intermedio.	LXXXIII
4.1.2.4	Sistema de distribución.	LXXXIII
4.1.2.4.1	Polea de distribución.	LXXXIII
4.1.2.4.2	Bomba de distribución.	LXXXIV
4.1.2.4.3	Válvula relief.	LXXXV
4.1.2.4.4	Válvula de distribución.	LXXXV
4.1.2.5	Diagramas eléctricos.	LXLI
4.1.2.6	Servicios y recomendaciones.	LXLII
4.1.2.7	Desmontaje del péndulo.	LXLIV

4.2	GOBERNADOR MODIFICADO.	LXLIX
4.2.1	Características.	LXLIX
4.2.2	Descripción de componentes principales.	LXLIX
4.2.2.1	Carter.	LXLIX
4.2.2.2	Sistema de predistribución.	LXLIX
4.2.2.2.1	Regulador.	LXLIX
4.2.2.2.2	Motorcito de corriente continua.	CI
4.2.2.2.3	Solenoides o bobina de emergencia.	CI
4.2.2.2.4	Pistón o cilindro selector.	CIV
4.2.2.2.5	Válvulas de paso.	CV
4.2.2.2.6	Motor péndulo (m2).	CV
4.2.2.3	Sistema de distribución.	CVIII
4.2.2.3.1	Equipo hidráulico.	CVIII
4.2.2.4.1.1	Tanque hidráulico.	CX
4.2.2.4.1.2	Motor eléctrico (m1).	CX
4.2.2.4.1.3	Bomba hidráulica.	CXI
4.2.2.4.1.4	Regulador de presión.	CXI
4.2.2.4.1.5	Manómetro.	CXI
4.2.2.4.1.6	Filtro de aceite.	CXI
4.2.2.4.1.7	Mangueras hidráulicas.	CXII
4.2.2.4.1.8	Botella de nitrógeno.	CXII
4.2.2.4.1.9	Retorno.	CXIII
4.2.2.4.1.10	Servomotor.	CXIV

4.2.2.4 Diagramas eléctricos.

CXV

CAPITULO V:

CXVII

ESTRUCTURA DE COSTOS.

CXVII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CIX

BIBLIOGRAFIA

CXX

ANEXOS

CXXI

PROLOGO

El desarrollo de este Informe de Suficiencia Profesional, trata de brindar una propuesta o alternativa para mejorar la confiabilidad a una máquina que por su tiempo de uso casi interrumpido (42 años), ha perdido los objetivos para lo cual fue construido.

El gobernador en mención es usado en una Central hidroeléctrica el cual tiene cuatro grupos hídricos con turbinas tipo Francis de eje horizontal y acoplados cada uno a un generador síncrono trifásico de 2,300 voltios de salida,

Para nuestro caso específico, para controlar la velocidad de la turbina se usaba un gobernador con sensor mecánico, dado al uso continuo y tiempo de uso de este gobernador, sus componentes mecánicas que han sido reparados varias veces por Empresas Especializadas, han quedado de tal manera que últimamente ya no respondía a los requerimientos de la turbina, especialmente cuando por causas eléctricas el generador salía de servicio, este gobernador no podía controlar las sobrevelocidades de la turbina y el generador terminaba en el taller para reparación.

Para comprender mejor este trabajo, se ha dividido en 5 capítulos de la siguiente manera:

En el capítulo I .- Se considera la introducción, los antecedentes, lo que le hace importante a este proyecto, y sus alcances.

En el capítulo II.- Se considera la parte teórica de como es que se regulan las velocidades de las turbinas en general, en especial de las turbinas tipos: Francis y Pelton.

Se observa como a mayor ingreso de agua, mas será la velocidad de giro de la turbina, y una vez que el generador al cual está acoplado entra en sincronismo con un sistema de generación eléctrica, a mayor caudal de ingreso de agua a la turbina, mayor será el torque en el eje de la turbina, manteniendo la velocidad casi constante.

En el capítulo III.- Se aprovecha para mostrar la turbina Francis, con que trabaja el gobernador en referencia. En este capítulo se considera las características y descripción de los componentes mas importantes de esta turbina.

En el capítulo IV.- En este capítulo se hace una descripción de cómo trabaja este gobernador, de sus componentes mas importantes, ya que solo conociendo a detalle las características y comportamiento de cada uno de sus componentes se podrá plantear la modificación del mismo.

En este capítulo se muestra como es que originalmente llegaban las señales mecánicas a este gobernador desde el eje de la turbina (por medio de unas correas de transmisión), y como en el sistema modificado, esta señal ya no llega desde el eje de la turbina, sino una señal eléctrica desde la salida de generación eléctrica en mediana tensión del generador, para lo cual como se verá en el diagrama eléctrico respectivo se hace uso de un transformador de tensión.

En el capítulo V.- Se ha elaborado un sencillo cuadro donde se muestra los mas importantes componentes y elementos usados, y sus respectivos costos, de tal manera que ante una eventual decisión de realizar un trabajo similar, este trabajo pueda ser de gran ayuda para la toma de tal decisión.

En la parte de las conclusiones se indica los resultados obtenidos, luego de haber realizado el trabajo en referencia, tubo un final satisfactorio de tal manera que el generador al cual sigue protegiendo ya no tiene los problemas de sobre velocidades.

CAPITULO I

INTRODUCCION

De los sistemas de generación eléctrica (hidráulica, eólica, térmica), uno de los más importantes tanto a nivel nacional como a nivel mundial es la de origen hidráulico.

En nuestro medio la más común y económica es la energía eléctrica a partir de Centrales Hidroeléctricas, hidráulicas en su origen eléctrico en su aplicación.

Ahora que el mundo vive una gran crisis energética, debido al incremento de los precios de los hidrocarburos y de los combustibles nucleares, aunando mas con los problemas de contaminación a que su uso conduce, por eso que se le da mayor importancia al uso de recursos hidroenergéticos, que en nuestro país dada a sus privilegios geográficos, no se han desarrollado aún proyectos para sacar los suficientes provechos hidroenergéticos.

Además que el agua es un producto renovable, comparado con el petróleo, carbones ó combustibles nucleares.

El trabajo que estoy presentando es uno de los componentes de la energía eléctrica generada justamente con recursos hidroenergéticos, que se inicia con la transformación de energía hidráulica en energía mecánica mediante equipos o maquinarias denominadas Turbinas hidráulicas, las que pueden ser de tipos: Pelton, Francis, Kaplan, etc., luego esta energía mecánica es transformada en

energía eléctrica mediante equipos o máquinas denominadas generadores eléctricos.

Para regular la cantidad de agua que se requiere en una turbina para generar en el proceso anteriormente mencionado, una cierta cantidad de energía eléctrica, es necesario el uso de un controlador denominado GOBERNADOR, el cual es una máquina que manual o automáticamente regula el ingreso de agua requerida por la turbina.

Justamente el tema del presente trabajo que estoy presentando esta referido al comportamiento de los GOBERNADORES para una de tipo turbina Francis de eje horizontal, para lo cual mostraremos cada uno de sus componentes mas relevantes y las funciones que estos cumplen en la máquina, para luego pasar a realizar un CAMBIO de SENSOR en el comportamiento del mismo.

El cambio en referencia está referido a que el sensor original, es de tipo MECANICO, y por el tiempo de uso su restablecimiento es muy difícil y para mejorar su confiabilidad de ha realizado un cambio en el sistema de predistribución, donde trabaja el sensor, implicando también unos cambios en el sistema de distribución, para lo cual se ha instalando en el sistema de predistribución un sensor eléctrico, y en el sistema de distribución de ha adherido un equipo hidráulico que reemplaza a la bomba hidráulica existente.

1.1 ANTECEDENTES

Este Gobernador en referencia fue usado para regular el caudal de ingreso de agua a una Turbina Hidráulica tipo Francis, de una capacidad máxima de 1,000 KW.

En dicha Central existen cuatro turbinas hidráulicas, dos de las cuales inician a trabajar con inicios de la Cía. Minera Raura S.A., según datos históricos datan del año 1966 y posteriormente con el crecimiento de la Unidad Minera se instalaron dos grupos hídricos más.

Para el funcionamiento de estas turbinas se capta agua de las nacientes del Río Huaura, y es llevado por un canal de 3250 metros, para luego con una caída dinámica total de 130 metros, hace mover las cuatro turbinas, siendo el consumo hídrico de cada turbina de 1000 litro/seg. para su máxima potencia de 1000 KW.

El gobernador en referencia trabajaba con una de las cuatro turbinas mencionadas, que inician sus trabajos el año 1966 como se puede mostrar en su placa.

Dado a su tiempo de uso, y por el desgaste de sus componentes este gobernador ya perdió confiabilidad, y ha causado que el generador al cual regula su velocidad se deteriore en varias oportunidades.

El deterioro en mención sucedía básicamente cuando el generador, ante una salida intempestiva del Sistema de generación eléctrica (por problemas

eléctricos en el área de consumo: sobrecorrientes, sobrecargas ó problemas externos como descargas atmosféricas, etc.), estas salidas intempestivas causaba un desequilibrio entre: generación y consumo, en la Central Hidroeléctrica, y por acción de sus relés de protección se abrían los interruptores principales de los generadores eléctricos, los generadores al dejar de generar energía eléctrica y teniendo su eje acoplado al eje de la turbina, alcanzaban sobrevelocidades que debían ser controlados por los gobernadores, los cuales al sentir la sobrevelocidad deberían reducir al 60% de su velocidad nominal.

El gobernador en mención, ya tenía varias reparaciones en el sistema de predistribución, y su comportamiento no era lo esperado, causando daños al generador.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es mostrar el fundamento de cómo trabajaba el gobernador en mención, las acciones o cambios realizados para cambiar su comportamiento de cuando tenía sensor mecánico antes de su cambio a sensor eléctrico, y como está trabajando actualmente, puntos que los iré explicando detalladamente.

Las limitaciones de este trabajo están dadas, a los gobernadores de sensor mecánico de turbinas Francis de eje horizontal, que por su antigüedad su reparación es poco confiable.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La justificación del presente proyecto, es por la poca confiabilidad en el sistema de pre-distribución del gobernador original.

No contamos con un catalogo original del gobernador, que nos indique las medidas correctas, para reconstrucción de sus piezas.

El sensor mecánico cuyos componentes mecánicos han sido reparado en diferentes oportunidades, por diferentes empresas especializadas, por lo que luego de tantas reparaciones, el comportamiento del mismo ya es deficiente.

Las justificaciones para realizar este trabajo fueron varios:

El gobernador original no era lo suficientemente confiables para reaccionar ante sobrevelocidades por causas ya mencionadas.

El generador que ya ha tenido varios casos de rebobinado, tanto del rotor como el campo, no soportan sobrevelocidades de más de un minuto de duración.

No había en el mercado un generador similar capaz de reemplazar al existente (había que andar fabricar y el tiempo estimado para esto era cerca de un año y medio).

El comportamiento actual del gobernador, se fundamenta en que la señal eléctrica llega al regulador del gobernador desde la salida de generación del generador mediante un transformador de tensión, así que cualquier variación de carga hacia el generador se verá reflejado en la tensión de salida y corregida en el ingreso de agua a la turbina.

El presente trabajo servirá también, como apoyo para realizar una mejora a cualesquier GOBERNADOR, con sensores mecánicos y que su reparación ya se hace más difícil por su antigüedad, y se pueda cambiar a un sistema con sensor eléctrico, el cual tiene mayor grado de confiabilidad.

1.4 ALCANCES DEL PROYECTO.-

El alcance de este trabajo está dado para gobernadores de Turbinas Francis de eje horizontal, y de mediana potencia de hasta cinco Megawatts de potencia, y que tienen un sistema de predistribución con sensor mecánico y por su antigüedad restablecer su confiabilidad es difícil.

CAPÍTULO II

REGULACION DE AGUA QUE INGRESA A LA TURBINA HIDRAULICA PARA USO DE GENERACION ELECTRICA

En una turbina Hidráulica cualesquiera, el torque que se desarrolla en el eje, esta dada directamente por la altura dinámica y la cantidad de agua que ingresa a la turbina.

Para controlar el ingreso de agua se instalan los equipos denominados GOBERNADORES, los cuales regulan el ingreso de agua de acuerdo a los requerimientos el generador eléctrico.

Si la turbina es de tipo Pelton, el ingreso de agua se hace desde uno o varios equipos de inyección de agua, denominándolos como la cámara de distribución.

Este distribuidor tiene como misión dirigir convenientemente un chorro de agua, cilíndrico y de sección uniforme, que se proyecta sobre el rodete, así como también regula el caudal preciso que ha de fluir hacia el rodete, llegando a cortarlo totalmente cuando proceda.

La cámara de distribución o cámara de inyectores, consiste en prolongar la tubería de presión, acoplada a esta mediante brida de unión, posteriormente a la válvula de entrada a la turbina.

Los inyectores son elementos mecánicos destinados a dirigir y regular el chorro de agua, y está compuesto por los componentes de la figura adjunta.

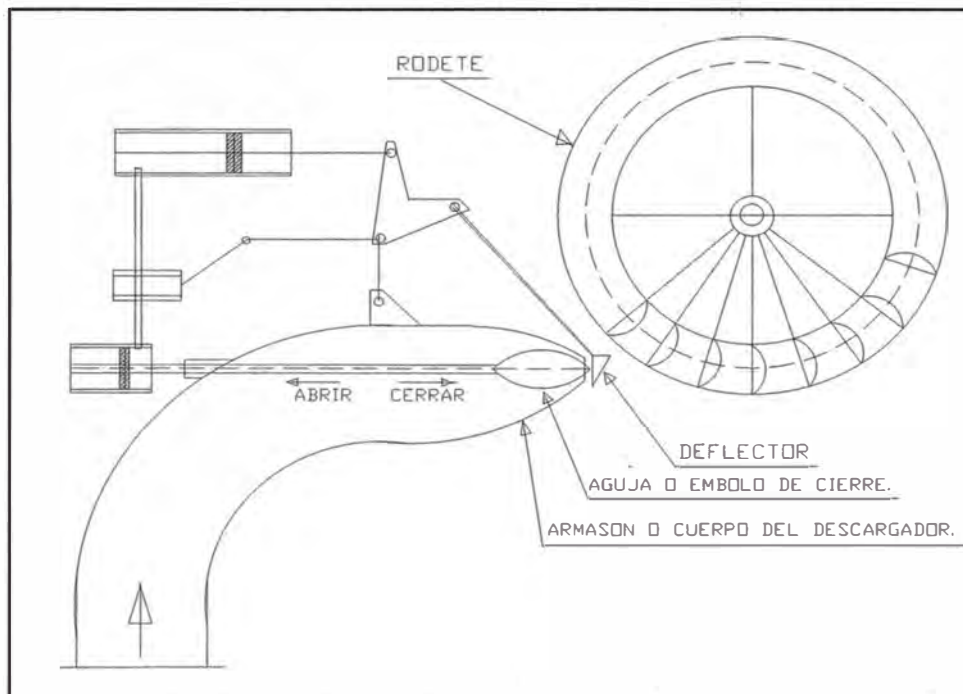


Figura Nº 2.1.- Muestra los componentes de un regulador de ingreso de agua, para turbina tipo PELTON.

En una turbina tipo Francis, la regulación de ingreso de agua está dada por el cierre o apertura de las paletas directrices que rodean axialmente al rodete de la turbina.

Estas paletas, como se muestra en la foto N° 3.7, tienen en cada lado un eje que le sobresale, estos ejes están sujetos a las caras laterales de la turbina, por medio de unas bocinas de bronce.

Esta regulación está controlada desde un equipo denominado GOBERNADOR, el cual está formado básicamente por un sistema de predistribución, dentro del cual tiene un SENSOR, el cual siente la necesidad de disminuir o incrementar el ingreso de agua a la turbina, para mantener los parámetros del trabajo del generador. Y un sistema de distribución, el cual ejecuta las ordenes impartidas desde el sistema de predistribución, moviendo mediante mecanismos mecánicos al escudo de la turbina. Este escudo recibe movimiento del gobernador por intermedio de dos barras metálicas y por intermedio de unas bieletas transmite movimiento a las paletas directrices.

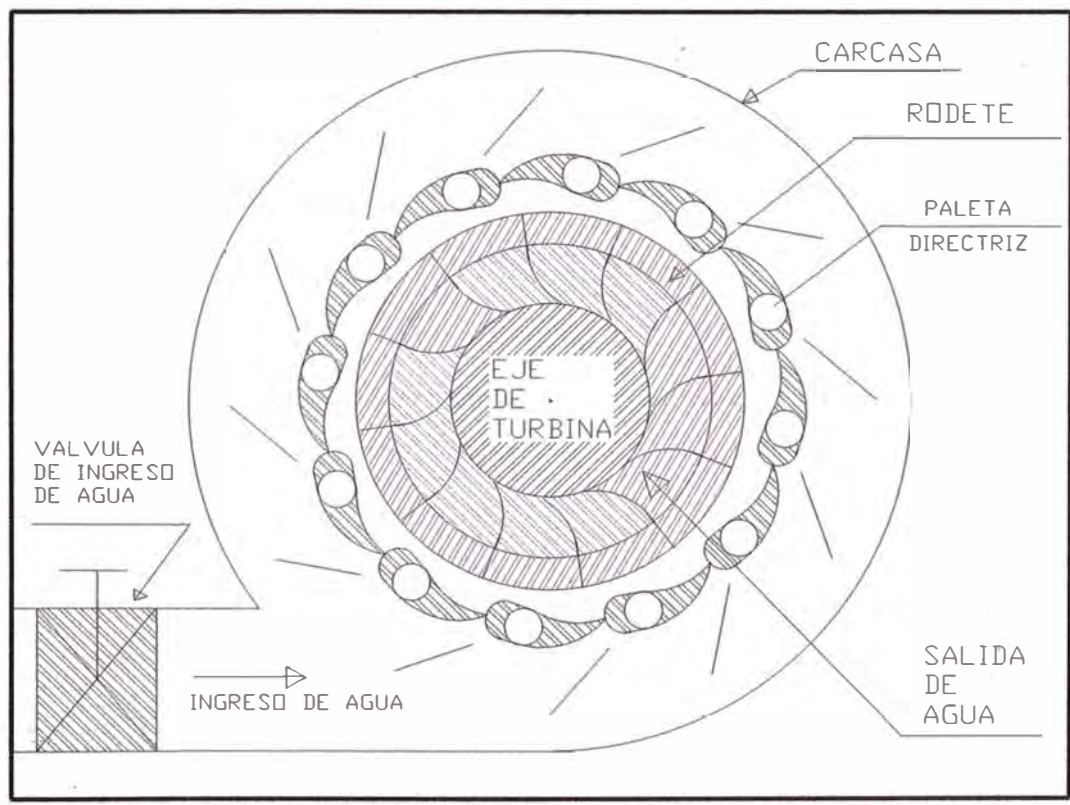


Figura N° 2.2 .- Turbina con paletas directrices CERRADAS.

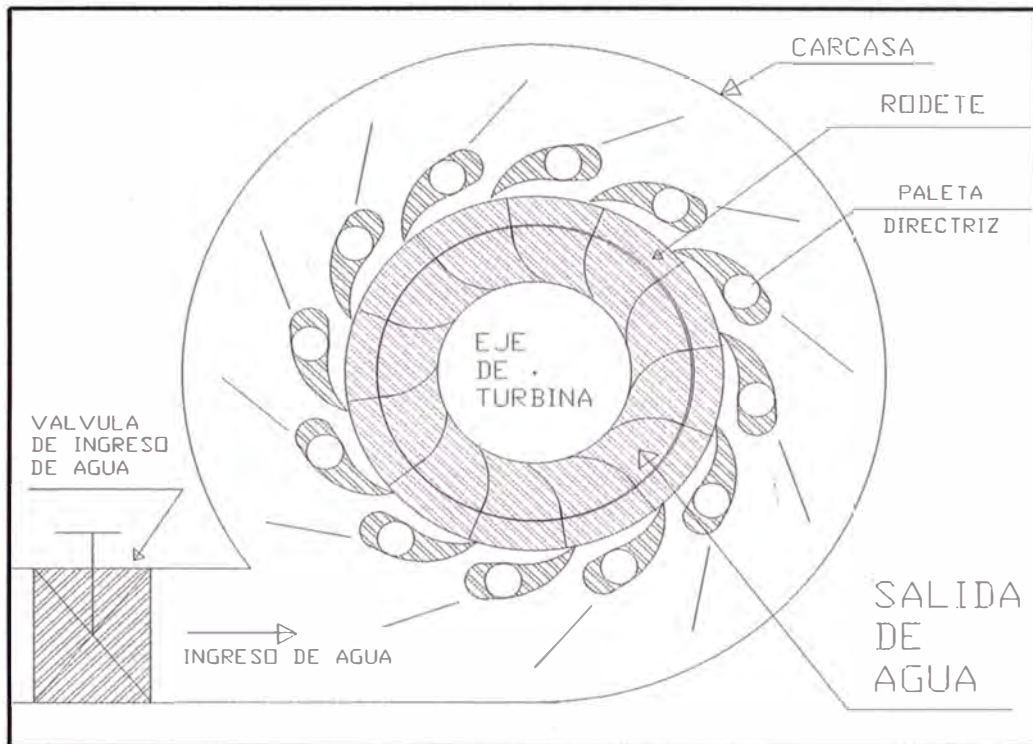


Figura N° 2.2.1 .- *Turbina Con paletas directrices ABIERTAS.*

En las figuras anteriores 2.2 y 2.2.1, se muestran la turbina desde el lado de descarga, con las paletas directrices en dos posiciones (cerrados y abiertos), y perpendiculares a la figura, donde la parte circular se refiere al eje de las paletas.

Al otro lado de la turbina se encuentra el escudo, que mediante unas bieletas hace girara a las paletas.

En la figura N° 2.2.- En esta posición el agua gira por encima de las paletas y no ingresan al rodete, y en la figura N° 2.2.1 el agua si ingresa al rodete para transformarlo en energía mecánica.

En los dos casos anteriores el rodete esta pintado de color granate.

Para facilitar la comprensión sobre las paletas directrices a continuación mostramos la foto N° 2.1, donde se muestra el lado de descarga de la turbina y los siguientes componentes: las paletas directrices, pernos que sujetan la tapa lateral lado de descarga, el rodete con sus orificios de entradas y alabes de salidas de agua. También se observa el terminal del eje de la turbina, que sujeta al rodete con un perno (se ve la cabeza del perno).

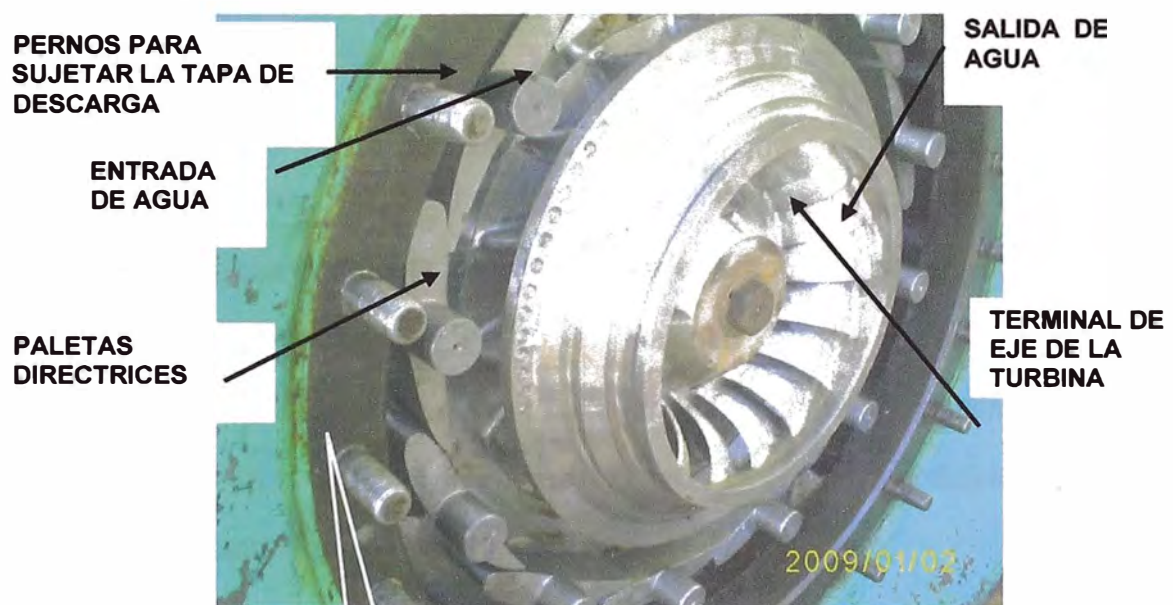


Foto N° 2.1 .- Muestra la forma como las paletas directrices se anteponen al ingreso de agua hacia el rodete.

2.1 GENERALIDADES

Un generador eléctrico síncrono, por origen esta diseñado y fabricado para trabajar a una velocidad NOMINAL (en nuestro caso específico 1200 RPM).

Como la alimentación eléctrica es a una carga externa, esta carga casi siempre es variable, por lo que también la alimentación hídrica a la Turbina tiene que ser variable.

En caso de una Turbina Pelton.- Esta variación es mediante una aguja distribuidora, que al alejarse o acercarse su alojamiento, hace que la cantidad de agua que ingresa a la turbina aumente o disminuya, aumentando o disminuyendo la POTENCIA en el Grupo Hídrico.

En nuestro caso, Turbina Francis, esta variación es mediante 12 paletas directrices, que se encuentran en la parte externa rodeando al rodete en la parte por donde le ingresa el agua, las cuales al abrirse o cerrarse, permiten el mayor o menor ingreso de agua a la turbina, aumentando o disminuyendo la potencia en el Grupo Hídrico, que a la vez la transmitirá al GENERADOR, donde se creará una mayor o menor energía eléctrica.

En los dos casos anteriores, las variaciones de la aguja distribuidora, como el de las paletas directrices, se puede lograr: manual o automáticamente, en ambos casos se realizan desde un dispositivo denominado GOBERNADOR, cuyo eje principal está acoplado mediante palancas articuladas o tiene contacto directo con estos variadores de alimentación de agua a la Turbina.

Tanto para la regulación manual o automática, el GOBERNADOR está provisto de un sistema, el cual mecánicamente multiplica la fuerza del operador, y para el caso automático tiene un Servomotor hidráulico.

2.1.1 Regulación Manual

Es una de las dos alternativas de trabajo del gobernador, en esta posición, la presión del aceite de la bomba de distribución es liberando hacia el carter mediante una válvula instalada, eliminando la presión en el servomotor.

En esta posición las variaciones de carga se realizan manualmente mediante una volante adaptada directamente al eje del servomotor. Para esta alternativa se requiere la presencia de un operador, ya que ante una variación de carga (mayor o menor consumo de energía eléctrica) el operador moverá la volante del gobernador para incrementar o disminuir la cantidad de agua que ingresa a la turbina.

El eje del servomotor, esta ligado mecánicamente a las paletas directrices de la turbina.

2.1.2 Regulación Automática.-

Es otra de las alternativas de trabajo del gobernador, en está posición, las presiones de las bombas de aceite (predistribución y distribución alcanzan sus presiones de trabajo).

Ante una variación de carga, el gobernador tiene un sensor centrífugo, en nuestro caso dos péndulos adheridos a un eje horizontal (clavija de la predistribución), que al aumentar la carga en el generador, este sensor sentirá una ligera disminución de velocidad de la turbina y ordenará al sistema de distribución para que incremente agua en el ingreso de la

turbina, y viceversa cuando disminuye carga en el generador, ordenará al sistema de distribución para que restrinja el ingreso de agua a la turbina.

Por eso el Gobernador automático está considerado como el alma de la Turbina y el papel que desempeña es de vital importancia.

En cuanto a las dimensiones y potencia del Gobernador, se selecciona de acuerdo a la potencia y al número de revoluciones de la Turbina. Allí se considera la energía media (Kg.), la fuerza de desplazamiento media para una variación de velocidad del 1% (expresada en kilogramos), la capacidad de trabajo para la misma variación (Kg./mm), la carrera del manguito (mm) y su carrera reducida (cm.).

2.2 GOBERNADOR PARA UNA TURBINA TIPO FRANCIS

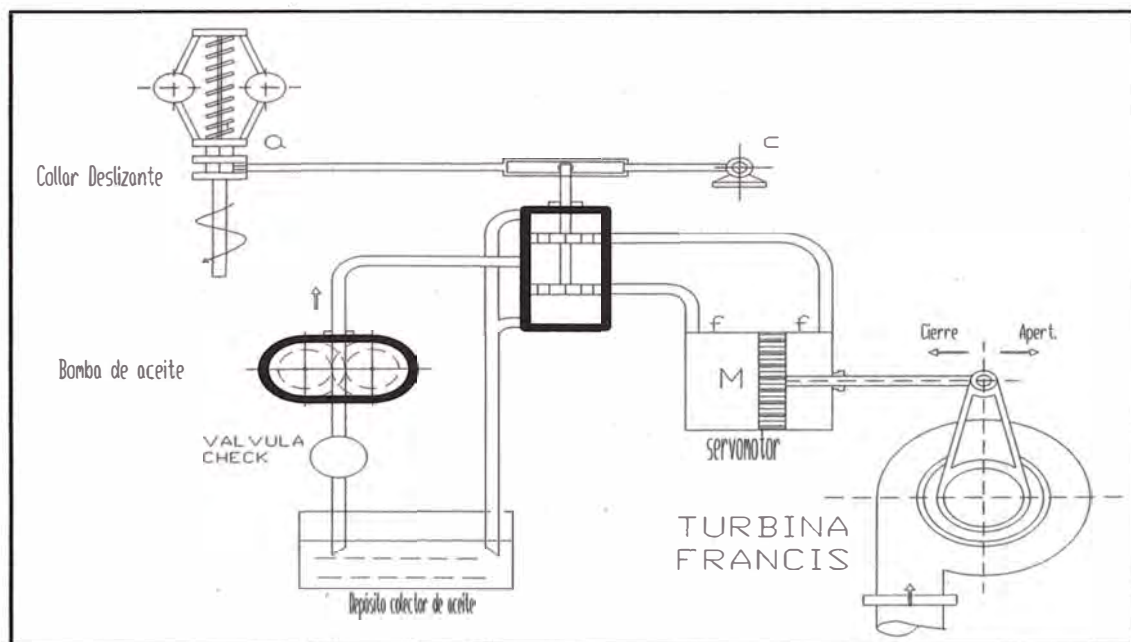


Figura Nº 2.3.-Muestra como es el esquema global de una regulación de ingreso de agua a una turbina tipo Francis.

El conjunto de la instalación reguladora, según la figura adjunta esta formada por:

Una bomba rotativa que envía aceite a presión a una válvula distribuidora, esta válvula distribuidora es movida por un péndulo centrífugo y según sea en este el número de revoluciones, la válvula se moverá en uno u otro sentido, enviando el aceite de la bomba a una u otra cara del émbolo de un servomotor que actúa sobre el distribuidor de la turbina: abriendo o cerrando la entrada de agua.

En la Figura N° 2.4, se ve como la palanca a-b-c tiene un extremo sobre el collar del péndulo y el otro en un punto fijo c, el punto b intermedio; y por apropiada articulación, reúne la palanca con el vástago de la válvula distribuidora. Según lo expresado la palanca a-b-c, tiene punto de giro fijo en c, al aumentar las revoluciones del péndulo centrífugo a, tomará aquella una posición inclinada, la válvula distribuidora se desplazará y permitirá el ingreso de aceite a presión en la parte izquierda del cilindro del servomotor, (por el movimiento de este, el cierre de la turbina) con lo cual las revoluciones disminuirán, volviendo a ocupar nuevamente la palanca la situación a-b-c y la válvula su posición media, a la que corresponde la velocidad nominal de la turbina y después de haber cerrado el distribuidor de la turbina a la proporción necesaria para equilibrar los trabajos de la turbina y el generador.

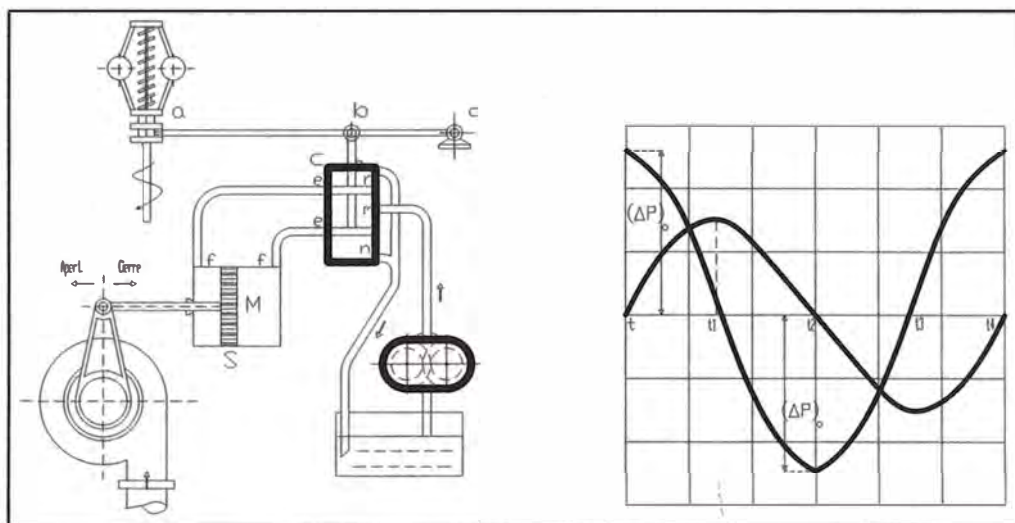


Figura N° 2.4.- Muestra el esquema del regulador para ingreso de agua para una turbina tipo Francis, con el inconveniente de que una orden de cierre o apertura, la válvula siempre sobrepasará el punto medio y oscilará indefinidamente.

2.3 REGULACION ISODROMICA.-

Con este sistema la regulación es ISODROMICA, por que existe una sola posición de a que asegure la posición media de la válvula distribuidora.

Pero con esta disposición no es posible obtener una buena regulación por que la válvula, al bajar, sobrepasa su posición media, es decir, el manguito del tacómetro baja con más rapidez de la necesaria cuando tiene lugar el cierre por paralización del émbolo del servomotor. Entonces pasa aceite a la parte derecha del cilindro volviendo a abrir la turbina y repitiendo el juego de forma que la turbina no alcanza su posición de equilibrio ESTABLE.

En la figura adjunta, el grafico muestra las variaciones de potencia (AP), y las variaciones (AV), en relación con el tiempo (abscisas). Se observa en ella y conforme se ha indicado, que el paso de uno a otro régimen se efectúa con variaciones de velocidad persistentes y por ello el regulador es incapaz de alcanzar un nuevo estado de régimen.

Este inconveniente se evita supeditando la situación del punto de giro c al movimiento del avance o retroceso del émbolo **M**. En estas condiciones, el punto de giro c, tendrá una altura que dependerá del grado de apertura de la turbina, y como es natural, esta ya no podrá funcionar al mismo número de revoluciones desde vacío a plena carga, por que, como se comprende, para que la válvula ocupe su posición media, con lo cual el émbolo queda parado, a diferente altura de c, corresponde también diferente altura del collar del péndulo a, y puesto que este es estático, su número de revoluciones será diferente y, por tanto, también lo será la velocidad de la turbina.

Para comprender mejor lo indicado, analizaremos la figura de la página siguiente:

En cuya parte izquierda muestra el esquema del regulador con disposición de retorno rígido EXTERNO, y en la parte derecha aparece el esquema del regulador con dispositivo de retorno pero INTERNO.

Como se aprecia en la figura, la varilla c-d y por intermedio de la cuña **A1-A2** montada en el vástago de movimiento del servomotor, hace que se desplace el punto de giro c para cada posición del émbolo del servomotor, y

para que b ocupe su posición normal se comprende que el punto a del collar deberá estar mas bajo al abrir el distribuidor (aumento de potencia) que al cerrar este (reducción de potencia).

La varilla c-d y el mecanismo que la accione, constituyen el dispositivo de RETORNO, con el cual la regulación se efectúa en perfectas condiciones.

Por lo tanto, vemos que con este sistema:

La turbina funcionará con mayor número de revoluciones en vacío que a plena carga; es necesaria esta disminución en el número de revoluciones ya que la diferencia con el número de revoluciones normal se denomina **ESTATISMO DEL GOBERNADOR.**

Con el sistema de regulación ESTÁTICA y ESTATISMO POSITIVO, las oscilaciones de velocidad van gradualmente amortiguándose. Se aprecia este amortiguamiento en el diagrama central de la figura N° 2.5, que por efecto del dispositivo de retorno: a la fase inicial (t_0 a t_1), sigue la fase de sobre regulación (t_1 a t_2), que se detiene antes de retornar a la velocidad inicial, por tanto (por efecto del dispositivo de retorno) con un grado de apertura menor se obtiene velocidad de régimen mayor y por ello las oscilaciones se amortiguan, **TANTO MAS RAPIDO** como mayor es el **ESTATISMO.**

Como vemos en la figura adjunta, las oscilaciones de retorno han disminuido.

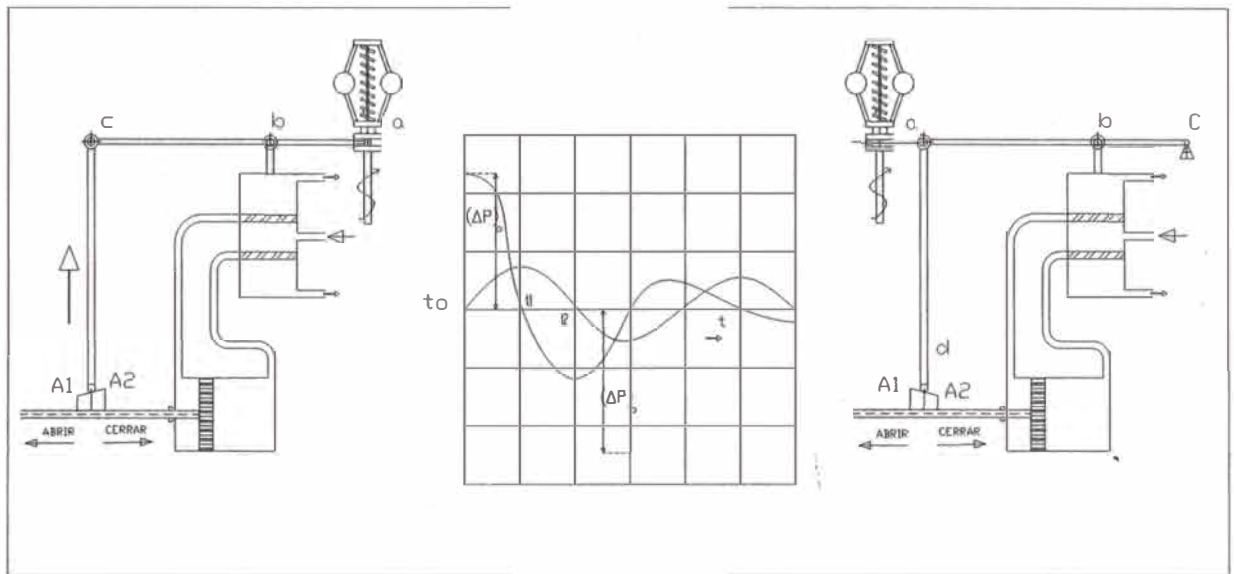


Figura N° 2.5.- Muestra esquema del regulador con retorno rígido EXTERNO en el extremo izquierdo, y con el retorno rígido INTERNO en el extremo derecho.

Pero tal sistema, que tiene elevada estática, para alcanzar el objetivo de efectuar la regulación con oscilaciones rápidamente amortiguadas, no se presta a las exigencias de los generadores de corriente alterna, que por la regularidad del servicio exigen una frecuencia invariable, ó lo que es lo mismo, una velocidad constante. Estos reguladores van provistos de órganos estabilizadores de velocidad que permiten obtener una elevada estática al comenzar la regulación (ESTATICIDAD TRANSITORIA) que se reduce a cero al terminar la regulación.

Los dos procedimientos de estabilización normalmente adaptados en la práctica son:

- La estabilización acelerométrica, lado izquierdo de la figura N° 2.6 y
- La estabilización por freno de catarata, lado derecho de la figura N° 2.6, caso de los reguladores de las turbinas Francis de la Central Hidroeléctrica de Cashaucro – Ver Figura N° 4.4 “Cilindro de retorno”.

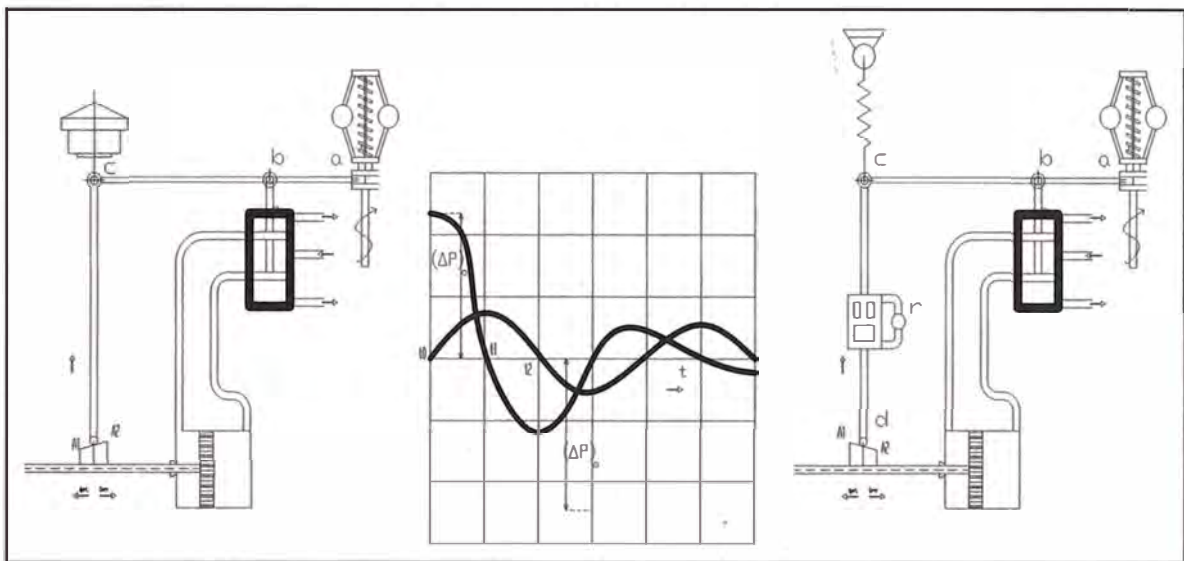


Figura N° 2.6.- Muestra el esquema de un regulador con estabilización acelerométrica (derecha), y con estabilización con intervención elástica (derecha).

La primera figura (de la izquierda) utiliza, además del tacómetro, un aparato sensible a la aceleración angular cuya acción es concordante con la del tacómetro durante la primera fase de la regulación (t_0 a t_1) y es contraria durante la fase de contra regulación (t_1 a t_2). El aparato acelerométrico puede ser aplicado al punto de giro c de la palanca de maniobra, o con un

solo aparato que comprende asimismo el tacómetro, denominado el PENDULO ACELEROTAQUIMETRICO.

La acción acelerométrica es máxima al iniciarse la regulación, cuando la taquimétrica esta prácticamente inactiva, y el efecto antagonista de la misma - que comienza cuando se entra en la fase de sobrerregulación – es tanto mas enérgico cuanto mas elevada es la variación de carga; este sistema es muy eficaz para obtener una rápida estabilización.

En el segundo sistema (figura de la derecha) consiste en insertar en la varilla del dispositivo de retorno un freno-catarata contrastado por un muelle helicoidal; este freno no actúa durante la fase inicial, por lo cual el punto c esta obligado a seguir el movimiento a que da origen a la cuña, venciendo de este modo la acción antagonista del muelle (ESTATICIDAD TRANSITORIA).

Seguidamente el aceite de la catarata se trasvasa a través de la llave r que presenta una resistencia y que puede graduarse, y el émbolo del freno de catarata se mueve hasta el momento en que el muelle antagonista recobra su posición de equilibrio, es decir, cuando el punto c alcanza su posición inicial correspondiente a la velocidad del régimen (ESTATICIDAD NULA).

La acción, pues, de este dispositivo de retorno, flexible, es constantemente reactiva, esto es, en sentido contrario de la taquimétrica y depende del tipo de maniobra que tenga lugar.

En la figura del centro se observa como las variaciones de velocidad en forma de oscilación, con este sistema son también fuertemente amortiguadas.

2.4 GRADO DE IRREGULARIDAD DEL GOBERNADOR.-

El grado de **irregularidad** de un regulador, es la relación de la diferencia entre el número de revoluciones **n2** que corresponde a la posición más alta del manguito y el número de revoluciones **n1** que corresponde a la posición más baja, respecto al número de revoluciones medio, esto es:

$$S = \frac{n_2 - n_1}{(n_2 + n_1)/2} \dots\dots\dots (1).$$

se supone que el manguito está libre y sin enlace con el dispositivo de movimiento de la regulación. Por parte de la Turbina, como vemos en la Figura, trabaja con distinto número de revoluciones, según funcione en vacío o a plena carga. Si estos valores son respectivamente: **na** y **nb**, se llama **grado de irregularidad del sistema regulador, a la relación:**

$$S_r = \frac{nb - na}{(nb + na)/2} \dots\dots\dots (2).$$

Siendo preciso, para un buen funcionamiento, que **S** mayor o igual que **Sr**. Otra característica de estos reguladores es su grado de **INSENSIBILIDAD**. Suponiendo que el manguito se encuentra en una posición de equilibrio para una velocidad angular **w1** , al producirse una variación de esta , dicho manguito no se desplazará instantáneamente y deberá desarrollar un esfuerzo suficiente para vencer la resistencia a él aplicada , es decir , por ejemplo , el movimiento ascensional no comenzará hasta que **w1** se convierta en **w2**. El grado de insensibilidad **E** del regulador se define por la relación:

$$E = \frac{w2 - w1}{(w2 + w1)/2} \dots\dots\dots (3).$$

La **INSENSIBILIDAD** puede aumentarse con un dispositivo que permita asimismo el aumento de la velocidad angular **w2**.

El valor de **E**, puede también representarse por la relación entre el valor del incremento de la fuerza centrífuga necesaria para vencer el esfuerzo que obra sobre el manguito, y el valor de la fuerza centrífuga **C** que existe antes de producirse la variación de velocidad es decir:

$$E = A.C/C \dots\dots\dots (4).$$

que tiene asimismo por valor P/E , en donde P es el esfuerzo que debe vencer el manguito (que se compone del esfuerzo necesario para vencer asimismo los rozamientos y del que se precisa para efectuar el movimiento de la distribución) y E el valor denominado **energía del regulador**, o sea, fuerza que actuando hacia abajo mantiene la fuerza centrífuga en equilibrio, y que se determina con facilidad.

Los mecanismos de cierre de las turbinas, exigen la actuación de unos esfuerzos muy superiores a los que pueden obtenerse con el regulador centrífugo, y por ello éste actúa sobre un ligero mecanismo de la distribución de un **servomotor**, que se mueve a su vez por aceite a presión suministrado con una bomba (que puede ser movida por la propia turbina). El vástago del émbolo del servomotor se enlaza con apropiadas palancas al mecanismo de distribución de la turbina; y de este modo **abre o cierra** la entrada de agua para equilibrar en breve tiempo los trabajos de la turbina y el generador.

La característica fundamental de la regulación está basada en la curva de **estaticidad, que presenta** la ley de dependencia entre la velocidad del grupo y la potencia, y ésta a su vez es función del grado de apertura del distribuidor de la turbina.

Se dice que la regulación es **estática**, si la velocidad disminuye cuando crece la potencia; y es **isodrómica** si la velocidad permanece constante para cualquier potencia. El grado de **irregularidad** del sistema regulador, es el **grado de estatismo**, y viene representado por la relación:

$$\frac{nb - na}{(nb + na)/2} = 2 \frac{nb - na}{(nb + na)} \dots \dots \dots (5).$$

Para obtener una regulación **estable**, es necesario que el efecto del regulador sea tal que reaccione lo más rápido posible al presentarse el efecto **perturbador**. Esto tiene lugar únicamente con el sistema de regulación **estática**, por que el trabajo cedido o absorbido durante la maniobra (por la mayor o menor energía cinética acumulada en las masas giratorias a consecuencia de la menor o mayor del nuevo régimen), tiene el efecto de reducir el desequilibrio de potencia y por ello a reaccionar contra la causa perturbadora.

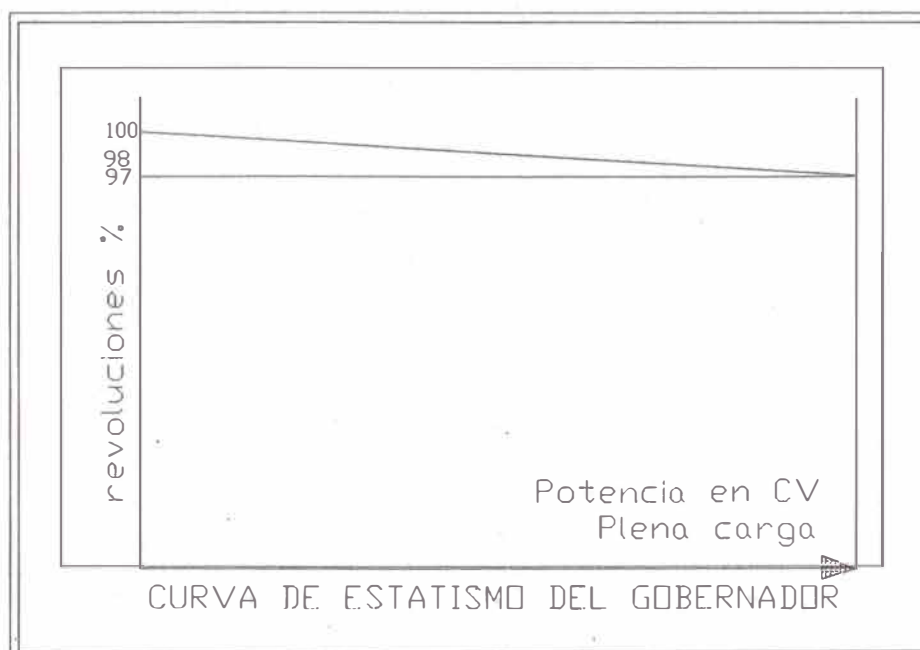


Figura N° 2.7.- Curva de estatismo de un regulador de turbina.

2.5 TIPO DE SENSORES:

2.5.1 Por su naturaleza:

De acuerdo como le llega la señal al sensor del regulador.

2.5.1.1 Con Sensor Eléctrico

Al sensor del regulador le llega una señal eléctrica (tensión).

2.5.1.2 Con Sensor Mecánico

Al sensor del regulador le llega una señal mecánica (por intermedio de fajas).

2.5.2 Por la posición del eje del elemento sensor:

Pudiendo ser el eje de su péndulo: vertical u horizontal-

2.5.2.1 Gobernador con péndulo de eje vertical.-

En este tipo de gobernadores, el eje del elemento sensor es vertical, este elemento sentir casi siempre es un péndulo, tenemos como ejemplo el Regulador centrífugo de Hartung-Kuhn (Dusseldorf).- Para la regulación automática de las turbinas sirve el mismo dispositivo utilizado en otras máquinas motrices, es decir, el regulador centrífugo que recoge las variaciones de velocidad producidas y cuyo desplazamiento del manguito puede actuar sobre el mecanismo de apertura y cierre de la entrada de agua.

Como vemos en las figuras , cuanto mayor es el número de revoluciones mas elevada es la posición del manguito , y por ello éste ,en su movimiento vertical, arrastra al mecanismo que actuará sobre la regulación de agua que penetra en la turbina. Los reguladores en estas condiciones, es decir, cuando a una situación cada vez más elevada del manguito corresponde mayor número de revoluciones de la máquina se llama REGULADORES ESTATICOS.

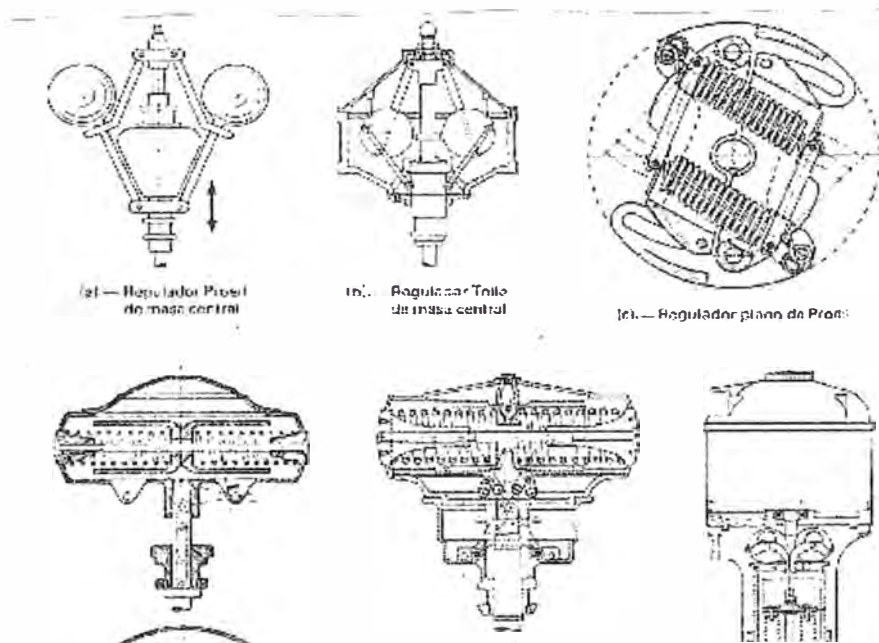


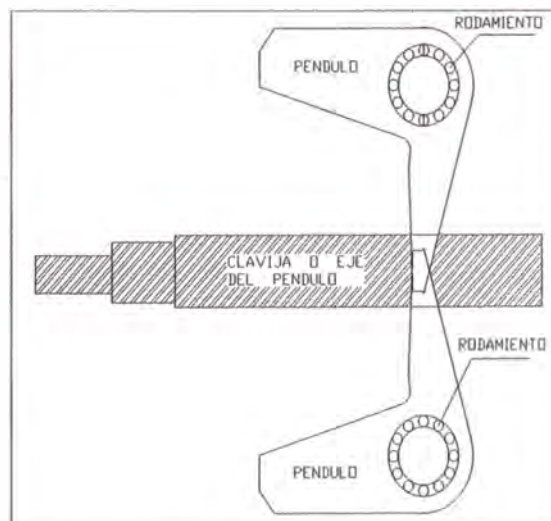
Figura Nº 2.8.- En estas figuras de diversos reguladores para turbinas, con el eje vertical.

2.5.6 Regulador con péndulo de eje horizontal.-

Es motivo de nuestro trabajo, en este caso el péndulo NO asciende ni desciende, solo se abre o cierra referido a su eje horizontal donde se apoya. Al abrirse o cerrarse, mueve a un eje denominado **clavija**, el cual es un elemento de la **predistribución**, desde donde se da ordenes al sistema de **distribución**.

Tanto el sistema de predistribución como el de distribución ambos tienen su propia bomba de aceite. Al recibir la orden el sistema de distribución hace que el aceite proveniente de su propia bomba sea diseccionado a uno u otro lado del cilindro del servomotor, cuyo eje se mueve en sentido de cerrar o aperturar las paletas directrices de la turbina, mediante palancas articuladas entre el eje del servomotor y el mecanismo que aloja las paletas directrices, así disminuirá o aumentará el ingreso de agua a la turbina, Se muestra replica de la Figura N° 4.2.

(péndulo de eje horizontal).



CAPITULO III

TURBINA FRANCIS CON QUE TRABAJA EL GOBERNADOR EN MENCION

3.1 CARACTERISTICAS

RODETE TIPO	FRANCIS.
EJE	HORIZONTAL
SOPORTE	AUTOSOPORTADO.
REGULACION	CON PALETAS DIRECTRICES.
MARCA	B.MAIER.
ALTURA MAXIMA	131,9 mts.
CAUDAL MAXIMO	0,945 m3/SEG.
PRESION MAXIMA	1430 PSI.
R.P.M.	1200.

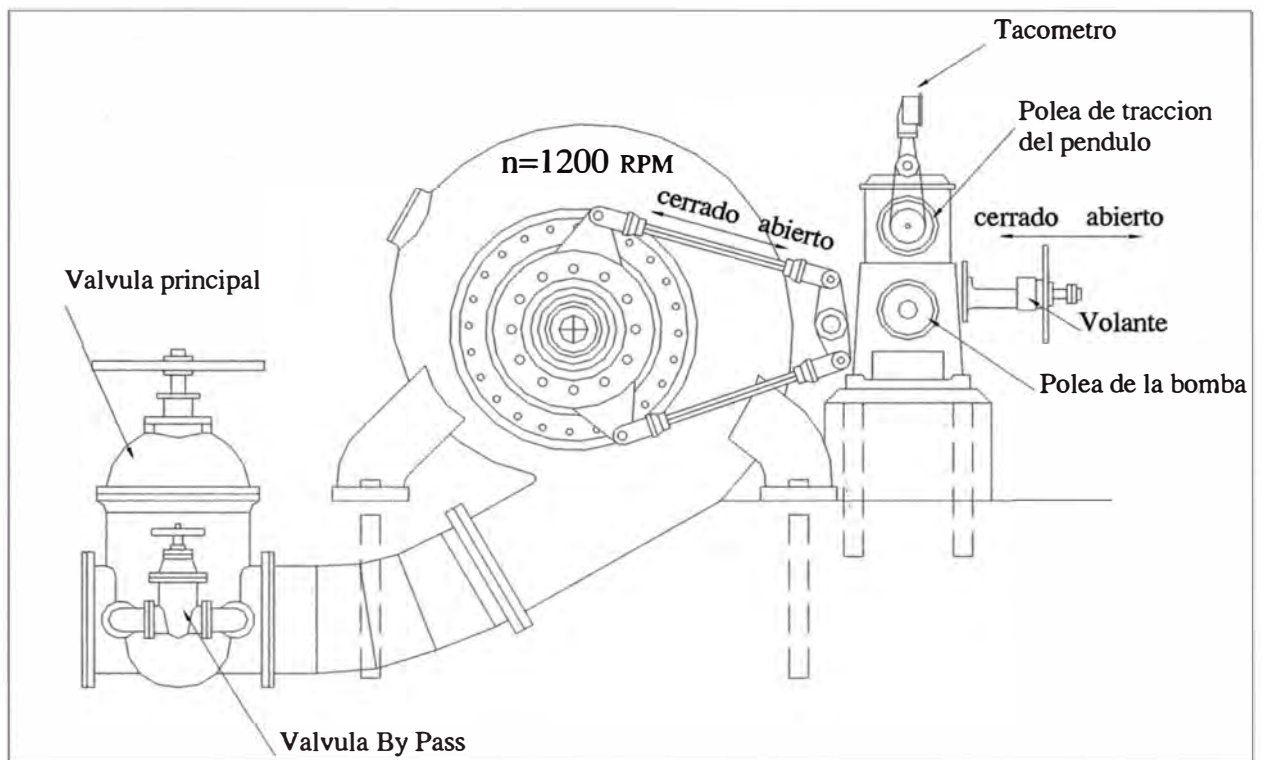


Figura N° 3.1.- Muestra una turbina Tipo Francis y componentes que lo acompañan.

Muestra una turbina tipo Francis en la parte central.

Al lado izquierdo la válvula que da ingreso de agua a la turbina, ducto de 16" de diámetro (con su válvula by pass de 2" de diámetro).

A la derecha el gobernador, de donde salen dos barras metálicas hacia el escudo para mover las paletas directrices.

Se observa también los anclajes de la turbina y del gobernador.

3.2 DESCRIPCION DE COMPONENTES PRINCIPALES

3.2.1 Ingreso de Agua

Mediante tubería horizontal de 16 pulg. de diámetro, el cual es controlado por intermedio de una válvula compuerta de 16 pulg., de diámetro, el cual a su vez tiene una válvula by-pass de 2 pulg. de diámetro. Ver figura N° 3.1.

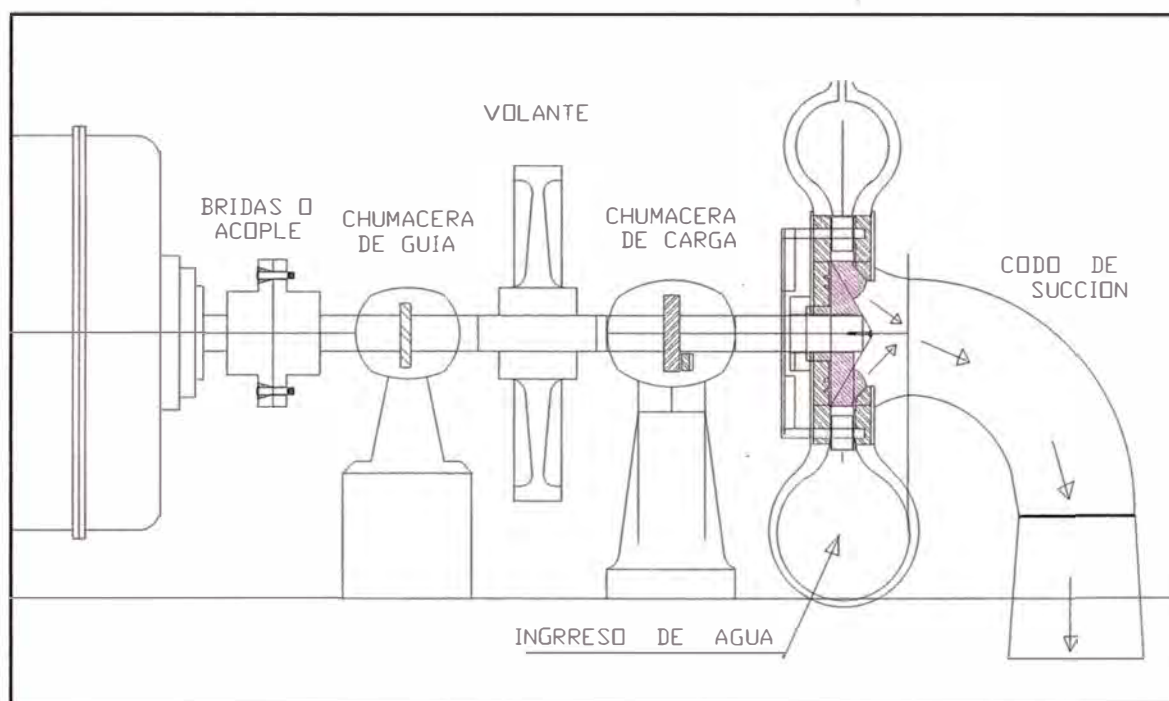


Figura N° 3.2.- Muestra un corte transversal, de derecha a izquierda: Codo de succión, Turbina Francis, pedestal para chumacera de carga, volante, pedestal para chumacera de guía, bridas de acople ente ejes de turbina y generador, generador eléctrico.

La regulación del ingreso de agua al rodete se hace mediante 12 paletas directrices, distribuido alrededor del mismo, estas paletas se abren o cierran desde el gobernador: manual ó automáticamente, para lo cual en la parte externa de la turbina hacia el generador existe un elemento circular metálico denominado escudo de la turbina, que articula mediante unas bieletas al eje de las paletas directrices, y este escudo está acoplado mecánicamente mediante dos ejes , al terminal del gobernador, este terminal es un eje de 65 mm. de diámetro que está acoplado perpendicularmente al eje del servomotor del gobernador mediante una cruceta.

El movimiento horizontal del eje del servomotor, hace que el eje Terminal del gobernador gire en forma horaria o antihoraria (por efecto de la cruceta).

Las dos palancas indicadas, adheridas al eje en mención, hacen girar los escudos donde están acopladas las paletas directrices (cerrándolos o abriéndolos).

3.2.2 Impulsor o Rodete

Fabricado de material: acero **Inoxidable 135**, de $D_2 = 565$ mm. diámetro exterior, $D_{1e} = 360.00$ mm. , y $D_{1i} = 225.00$ mm. de diámetros interiores.

Para acoplamiento con el eje tiene un agujero con las siguientes dimensiones: 140.00 y 121.00 mm. de diámetro, siendo la menor hacia la descarga, y una profundidad de 206.50 mm.

Tiene 17 alabes con un ángulo de salida de 90 grados sexagesimales.

Peso aproximado de 110 y 131,82 Kilogramos.

Adherido al eje mediante chaveta de 8,36 x 36 x 188 mm.

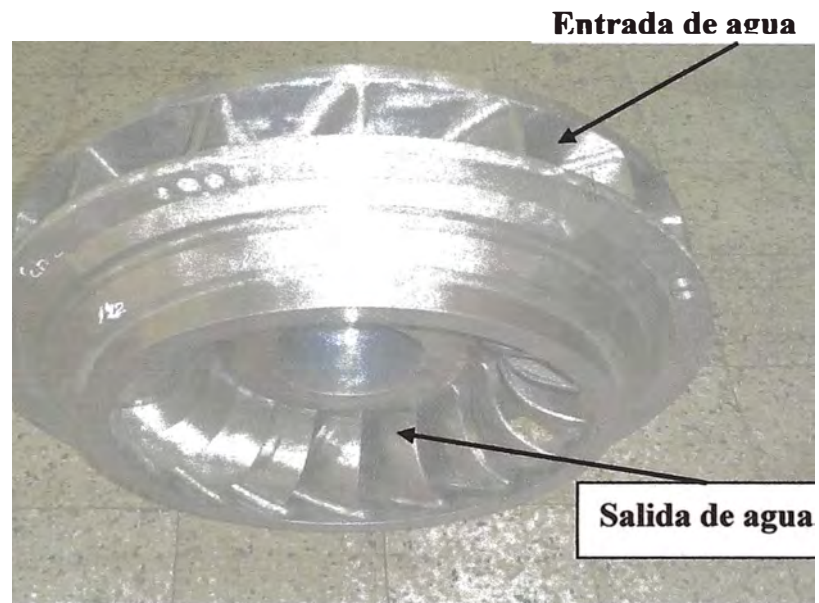


Foto N° 3.1.- *Muestra el rodete con el ingreso por parte periférica y salida de agua por parte delantera.*

El ingreso por la parte periférica y la salida por los alabes (parte delantera del rodete).



Foto N° 3.2.- Muestra el rodete con el ingreso de agua por la parte periférica, y la parte delantera es el componente que trabajará con el sello de agua de la turbina.

3.2.3 Eje principal

Fabricado de material acero inoxidable, de 2,35 mts. de longitud y 17 cms. de diámetro en la parte mas gruesa (adhiera a la volante mediante chavetero).

En el extremo del lado mas largo mediante chavetero adhiere al rodete y en el extremo mas corto también mediante chavetero adhiere a una brida flexible para acoplamiento del eje del generador.



Foto N° 3.3 *Muestra al eje con su volante, y en lado izquierdo la brida para acoplamiento con el eje del generador.*

En la foto adjunta se muestra al eje, en cuyo lado derecho se encuentra la brida metálica con el que se une al eje del generador, que también tiene al extremo de su eje otra brida similar. Para darle flexibilidad a la unión de bridas se usan pernos dentro de una bocina de jebe.

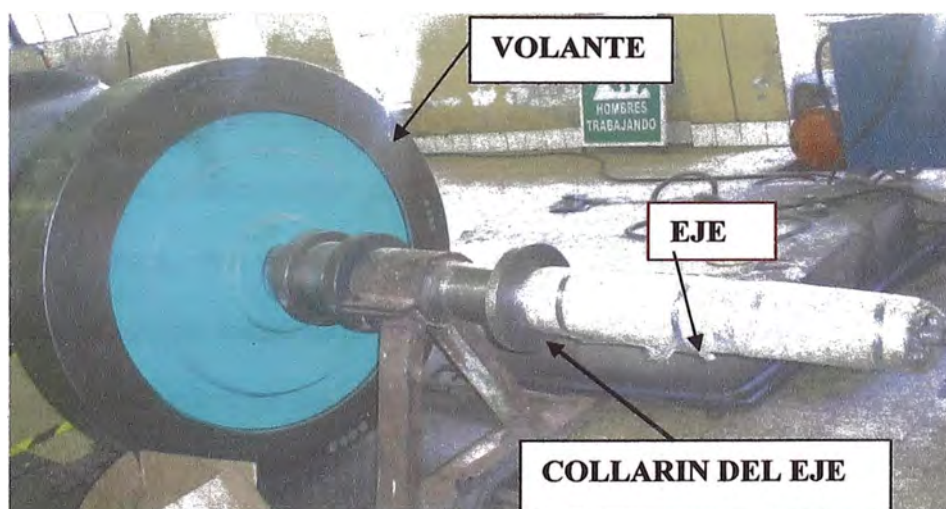


Foto N° 3.4.- *Muestra al eje lado de la descarga, con su collarín acoplado.*

En esta foto se muestra el eje y en el lado derecho esta la parte que se acopla al rodete, asegurado por un sistema de chavetero. También se muestra el collarín que es usado para evitar el deslizamiento del eje hacia la descarga por el empuje del agua.

Este collarín es detenido por efecto de los dados de carga, cuyo material es de babbitt, ubicado en la chumacera de carga, y para evitar el rozamiento entre el collarín y el dado de carga se forma una capa de aceite refrigerador externamente.

3.2.4 Volante

De material acero inoxidable de 22 cms. de ancho x 125 cms. de diámetro, utilizado para mantener la inercia ante cualquier cambio brusco de velocidad, por lo que también contribuye en mantener la estabilidad en el proceso de regulación. Este componente se observa en las dos fotos anteriores (N° 2.4 y N° 2.5), se identifica con el color celeste.

3.2.5 Tapas Laterales

Elementos de la turbina ubicados uno a cada lado del mismo: uno de descarga y el otro de regulación al lado del generador, los cuales están protegidos interiormente por blindajes de acero inoxidable (empernados a los mismos, dos a cada lado) estos blindajes así montados, dos de ellos son cóncavos imitando la forma del rodete y se ubican a uno y otro lado de este, haciendo una luz de 0,80 mm. (entre rodete y blindaje), los otros dos son planos y se ubican cerca al diámetro externo de las caras laterales, en

estos blindajes se alojan los ejes de las paletas directrices mediante bocinas de bronce.

Los blindajes son elementos postizos (se desgastan por efecto de la fricción con el agua y sus impurezas), se cambiarán cuando su desgaste lo requiera.



Foto N° 3.5.- Muestra la tapa lado de descarga, con blindajes y bocinas nuevas.

En esta foto se muestra una de las dos tapas de la turbina (de descarga), cuyos blindajes (de material acero inoxidable) y bocinas de bronce son

nuevos han sido cambiados por desgaste. Vemos los dos blindajes, el plano y el cóncavo.

El plano mediante bocinas de bronce soporta las paletas directrices.

El cóncavo se encuentra a una luz de 0,80 mm. de la pared de descarga del rodete (en este caso), en el caso del blindaje cóncavo lado del generador forma una luz de 0,80 mm. con el laberinto del rodete (un pre al sello de agua).

3.2.6 Escudo para paletas directrices.-

Cuerpo metálico que por intermedio de bieletas direccionan las paletas directrices, cerrándolos o abriéndolos. El escudo es movido en forma giratoria por dos barras metálicas los cuales reciben órdenes desde el eje del servomotor del gobernador.

También se puede ver el sello de agua que impide que agua salga pegado al eje hacia la chumacera de carga (ver sello de agua).

El escudo transmite movimiento a las paletas directrices en forma individual por intermedio de igual número de bieletas (o sea 12), los cuales están mecánicamente ligados al eje de las paletas por intermedio de unas chavetas.

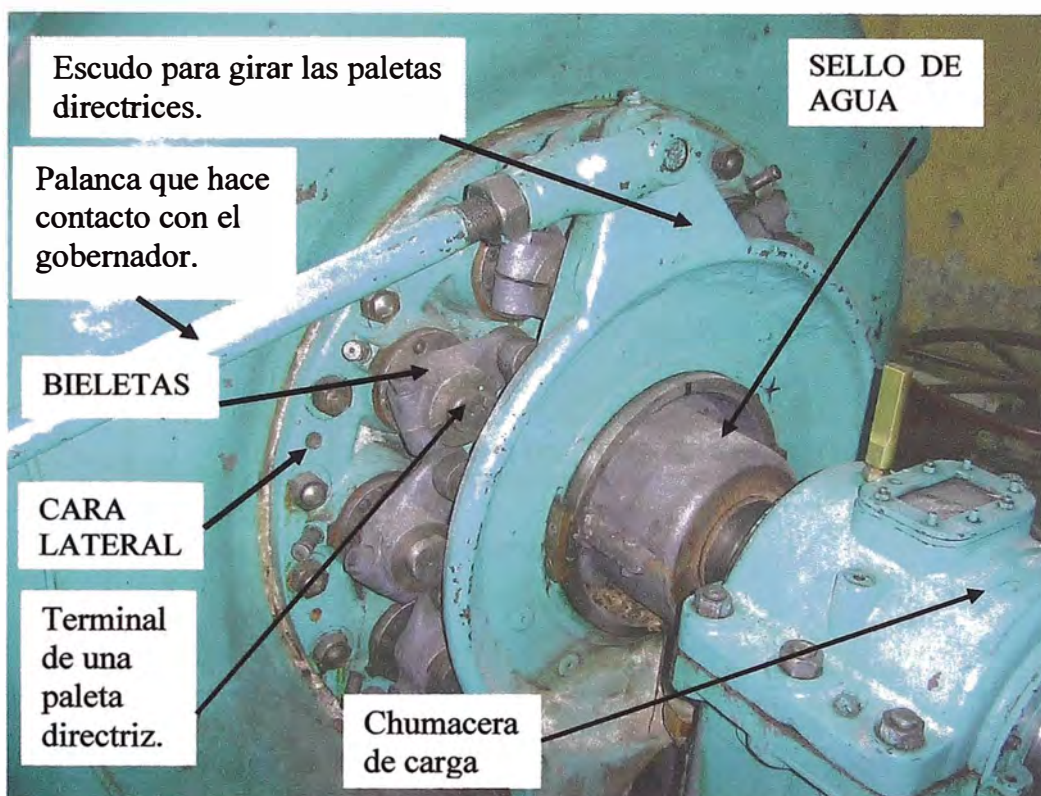


Foto N° 3.6.- Muestra los componentes de la turbina para la regulación de ingreso de agua.

3.2.7 Paletas Directrices

Fabricado en material acero inoxidable, en un número de 12, estas paletas están alojados en ambas caras laterales de la turbina, por intermedio de bocinas de bronce. En la cara lateral lado descarga, solo hay alojamiento en las bocinas de bronce, y en la cara lateral lado del generador, atraviesa la cara lateral y en la parte externa esta mecánicamente acoplado por intermedio de chavetas a un número igual de bieletas, y estas bieletas están alojados en el escudo.



Foto N° 3.7.- Muestra una paleta directriz.

3.2.8 Codo de Descarga

Fabricado en material acero nodular, su función es descargar el agua que sale del rodete, tiene un diámetro interior de 34 cms. y una curvatura de 90° sexagesimales, que a su vez descarga a un tubo de aspiración de 35 cms. de diámetro interior y a la salida un diámetro de 70 cms., longitud del tubo de aspiración 256 cms., fabricado de plancha de 6 mm. de espesor.

3.2.9.- Caracol

Fabricado en acero nodular, es la parte principal de la turbina, permite el ingreso de agua desde el exterior y lo guía hacia el rodete, teniendo como regulador de ingreso a las paletas directrices.

3.2.10 Sello de Agua

Instalado entre el escudo lado del generador y el eje principal, formado por dos medios cuerpos, de material fierro fundido, disminuye el caudal de agua hacia el exterior mediante sistema de laberintos.

Posteriormente se decidió fabricar un nuevo diseño, que esta formado por cuatro componentes (cada uno formado por dos medias lunas), como se muestra en la foto adjunta de la página siguiente.

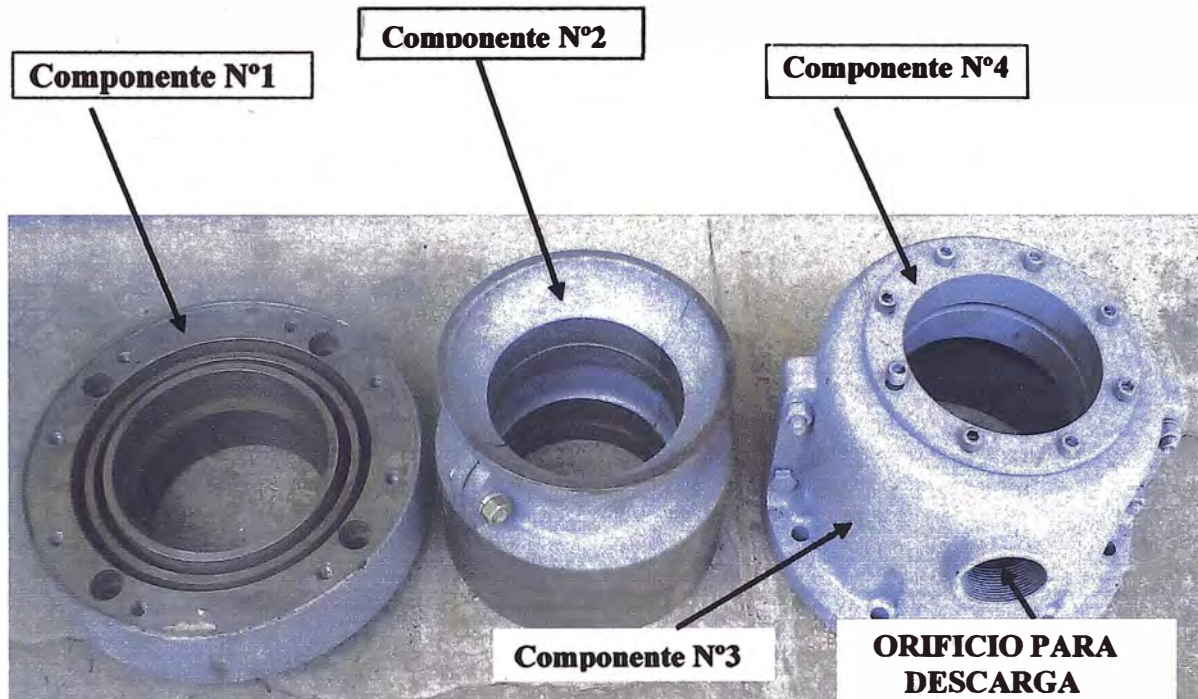


Foto N° 3.8.- Muestra los cuatro componentes del sello de agua.

1. El primer componente es el que se muestra en el diagrama adjunto en el cual está fijado mediante cuatro pernos en la carcasa de la turbina (no gira).

Las ranuras del lado derecho coinciden con las ranuras salientes del rodete, los cuales deben de tener una luz de 0.4 mm.

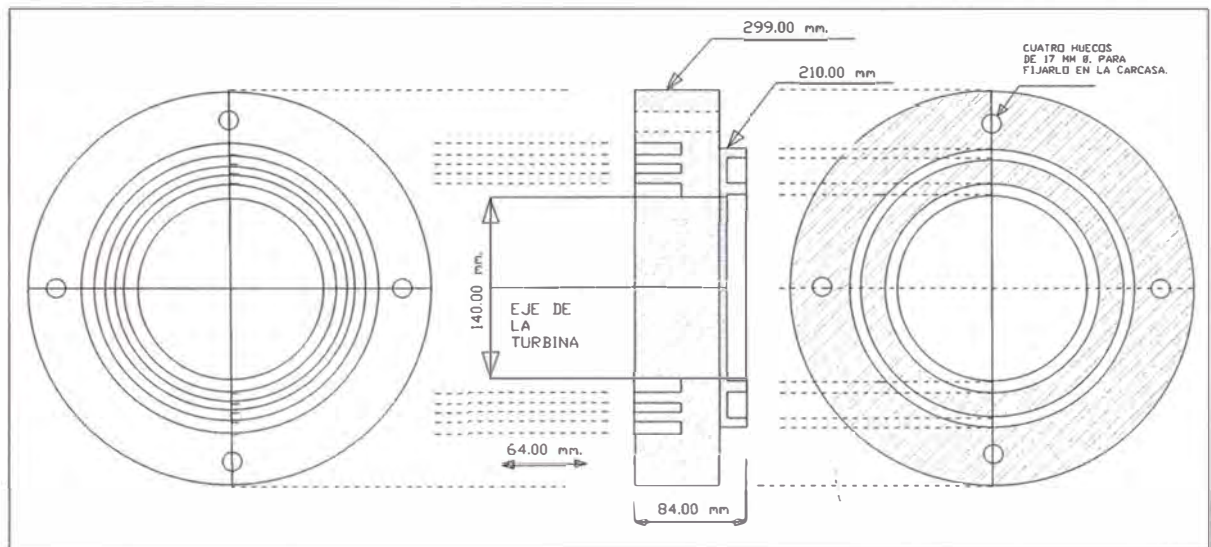


Figura N° 3.3.- Muestra el diseño del componente N°1, de la foto N° 3.7.

Las ranuras del lado izquierdo coinciden con las ranuras del componente que rota, el cual va fijo con el eje, y las ranuras coinciden con las ranuras de este último teniendo una luz de 0,4 mm.

2. Segundo componente, es el componente que rota adherido al eje.

Como se ve en la figura N° 3.4, el diámetro interno es de 140 mm., igual al del eje de la turbina, y para mayor seguridad de fuga de agua tiene dos o 'rines entre este componente y el eje de la turbina.

Las ranuras que se ven en el lado derecho coinciden con las ranuras lado izquierdo del primer componente, y deben de tener una luz de 0,4 mm.

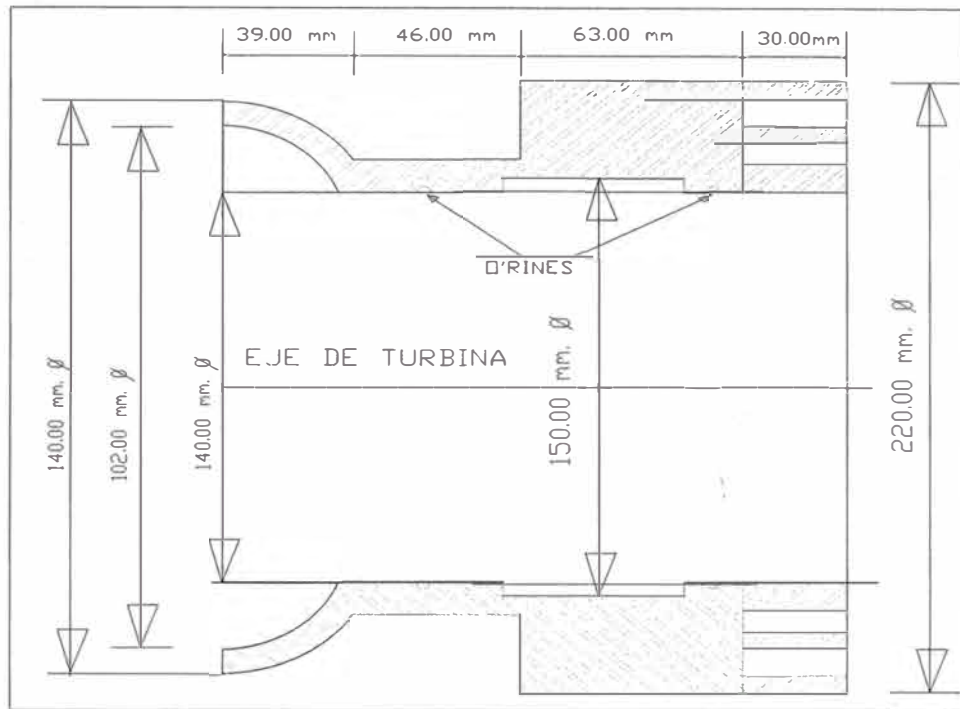


Figura N° 3.4.- Muestra el diseño del componente N°2, de la foto N°3.7.

3. Componente N°3.- Componente que cubre al segundo componente.

Este componente es también fijo y está adherido al componente N°1, por cuatro pernos, por igual número de agujeros, uno de los cuales se muestra en la parte superior de la figura.

La parte derecha de la figura es la que se adhiere al componente N°1.

En el lado derecho se encuentra el componente N°4.

4. Componente N°4.- Es el componente que se ubica al lado derecho del componente N°3, se ha implementado este componente para facilitar el cambio de empaquetadura de asbesto grafitado, este asbesto se ubica entre

los componentes N°3, N°4 y el eje de la turbina. Este asbesto se utiliza para minimizar la fuga de agua hacia la chumacera de carga.

El componente N°4, está adherido al componente N°3, por medio de cuatro pernos.

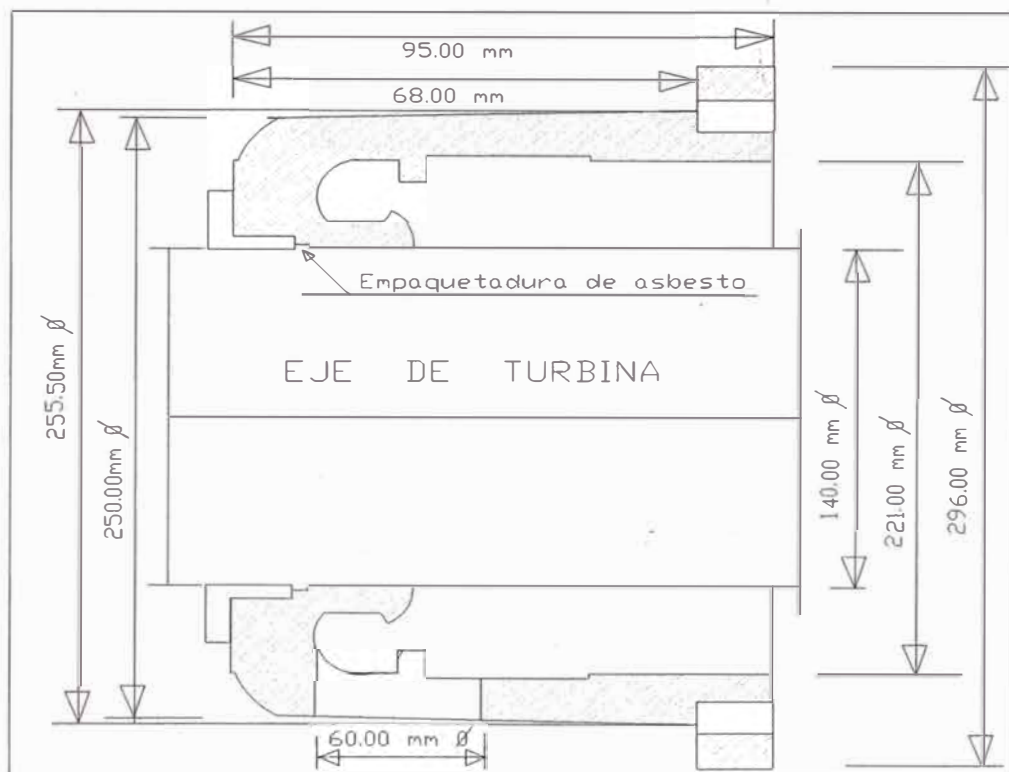


Figura N° 3.5.- Muestra el diseño del componentes N°3 y N°4, de la foto N° 3.7.

Es la parte que cubre al sello de agua (parte externa), entre el componente N°3 y N°4, hay un espacio para poner una empaquetadura de asbesto grafitado, que sirve como sellador.

Por la parte inferior de encuentra un orificio roscado de 60 mm. De diámetro, se usa para la descarga e agua producto del sello, el agua lo envía hacia la descarga.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACION DE CAMBIO DE SENSOR EN GOBERNADOR PARA TURBINA FRANCIS

4.1 GOBERNADOR ORIGINAL

4.1.1 Características

MARCA : MAIERWERK.

TIPO : a.m. 125.

NUMERO : 1642

AÑO DE FABRI. : 1966.



Foto N° 4.1.- Muestra el conjunto: Turbina –governador.

En esta foto se muestra como están distribuidos los equipos: turbina que muestra el lado de descarga (codo de descarga), y el gobernador teniendo a su lado derecho la volante para accionamiento manual.

Entre ambos componentes se nota las dos barras que salen del eje externo del gobernador hacia la turbina para el hacinamiento de las paletas directrices. El eje de la turbina esta acoplado mecánicamente y en la misma dirección con el eje del generador.

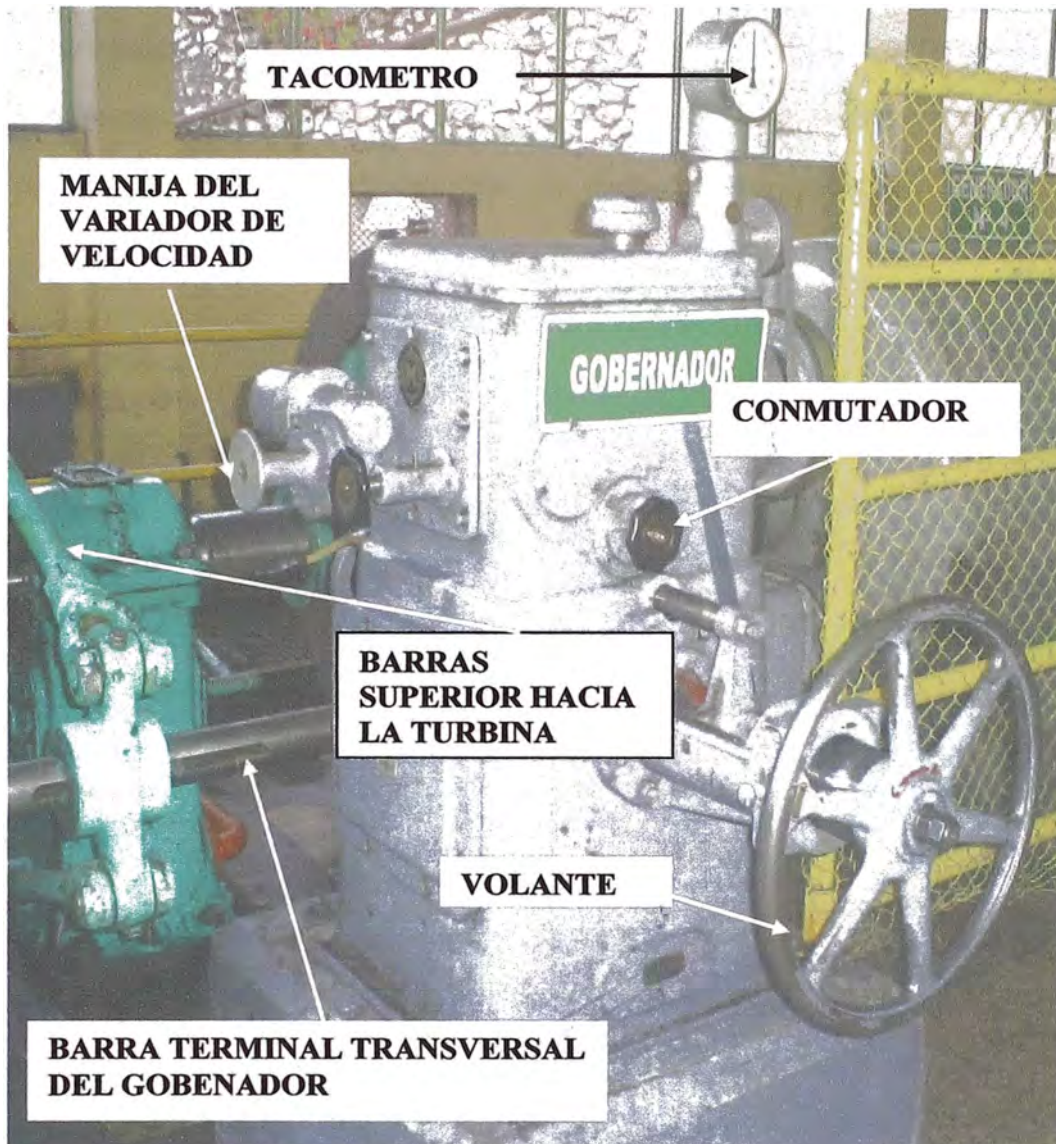


Foto N° 4.2.- *Esta foto muestra el gobernador, desde lado de su volante para accionamiento manual. Se muestra en el lado izquierdo su eje transversal externo para mover las dos barras hacia las paletas directrices.*

Se muestra el gobernador sobre un pedestal de concreto armado.

En la parte superior se encuentra el sistema de predistribución y en la parte inferior el sistema de distribución.

Al otro lado de la volante se observa la barra transversal, el cual moverá las dos barras que mueven el escudo de la turbina. Esta barra transversal esta conectado con el eje del servomotor por medio de una cruceta.

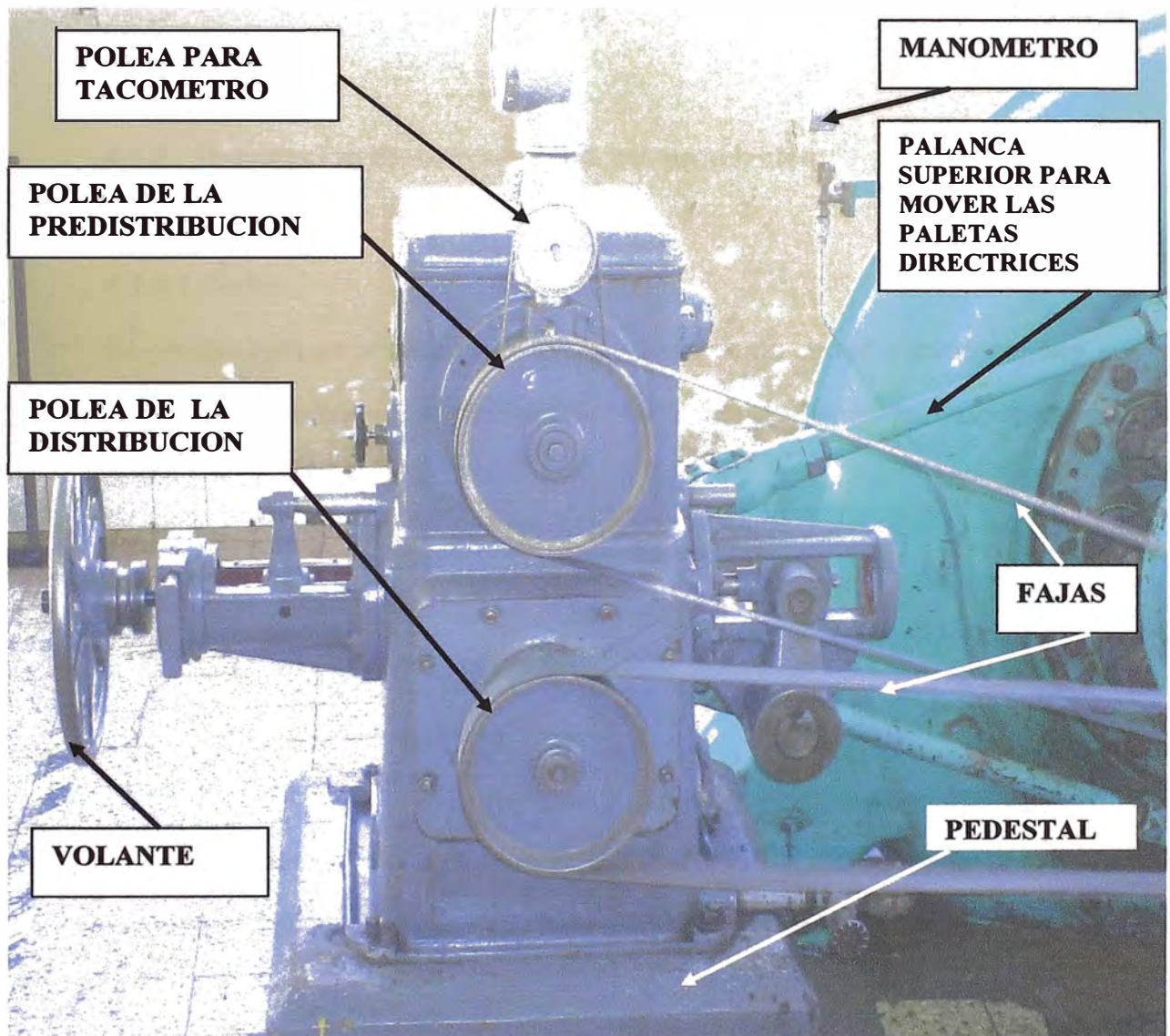


Foto N° 4.3.- En esta foto se muestra el gobernador tomada desde el lado de las poleas.

La polea superior para el sistema de predistribución y la polea inferior para el sistema de distribución, cada una con su respectiva faja de transmisión. Las fajas transmiten movimiento por contacto directo desde el eje principal de la turbina.

4.1.2 Descripción de sus componentes principales

4.1.2.1 Carter

Es un depósito de aceite, cuya carcasa sirve como carter y como soporte para sus diferentes componentes, la carcasa tiene las siguientes dimensiones:

Alto : 0,82 mts.+ la tapa de 0,05 mts.

Ancho : 0,42 mts.

Largo : 0,42 mts.

La cantidad de aceite que se llena en el carter alcanza una altura de: 0,19 mts, y representa un volumen de 8,60 galones de aceite:

En marca SHELL - Tellus C 150, Morlina 150.

En marca MOBIL - EXTRTA HEAVY..

El mecanismo que sirve para conmutar: manual con automático, se encuentra soportado en la cara lateral de la carcasa, parte superior del eje

del servomotor, y consta de una válvula de 1.00 pulgada de diámetro, cuya función es liberar la presión de aceite para que el gobernador trabaje en forma manual.

Este Gobernador trabaja auto soportado sobre un pedestal de concreto cuyas dimensiones son: 74 x 74 cms. y 47 cms. de alto. El eje del servomotor de 30 mm. de diámetro está acoplado en uno de sus extremos a una cruceta el cual mueve a un eje de 65 mm. de diámetro y 105 cms. de longitud (perpendicular al eje del servomotor), este eje en el otro extremo tiene como apoyo una bocina adherido al cuerpo de la turbina, en el intermedio de este eje se encuentra adherido mediante chavetero una bocina que a su vez soporta dos ejes o palancas adheridos en la turbina a un escudo que por intermedio de unas bieletas mueven las paletas directrices de la turbina.

El mecanismo que articula con las paletas directrices de la turbina con el gobernador, esta ornado por dos barras de acero de 45 mm. de diámetro y longitudes: 110 cms. la barra superior y 100 cms. la barra de parte inferior; dichas barras articulan con un acoplamiento circular metálico de 37 cms. de diámetro interior y 70 cms. de diámetro exterior, la articulación lo hacen en dos sobresalientes del acoplamiento circular metálico. Como muestra las Fotos N° 4.1 y N° 4.2.

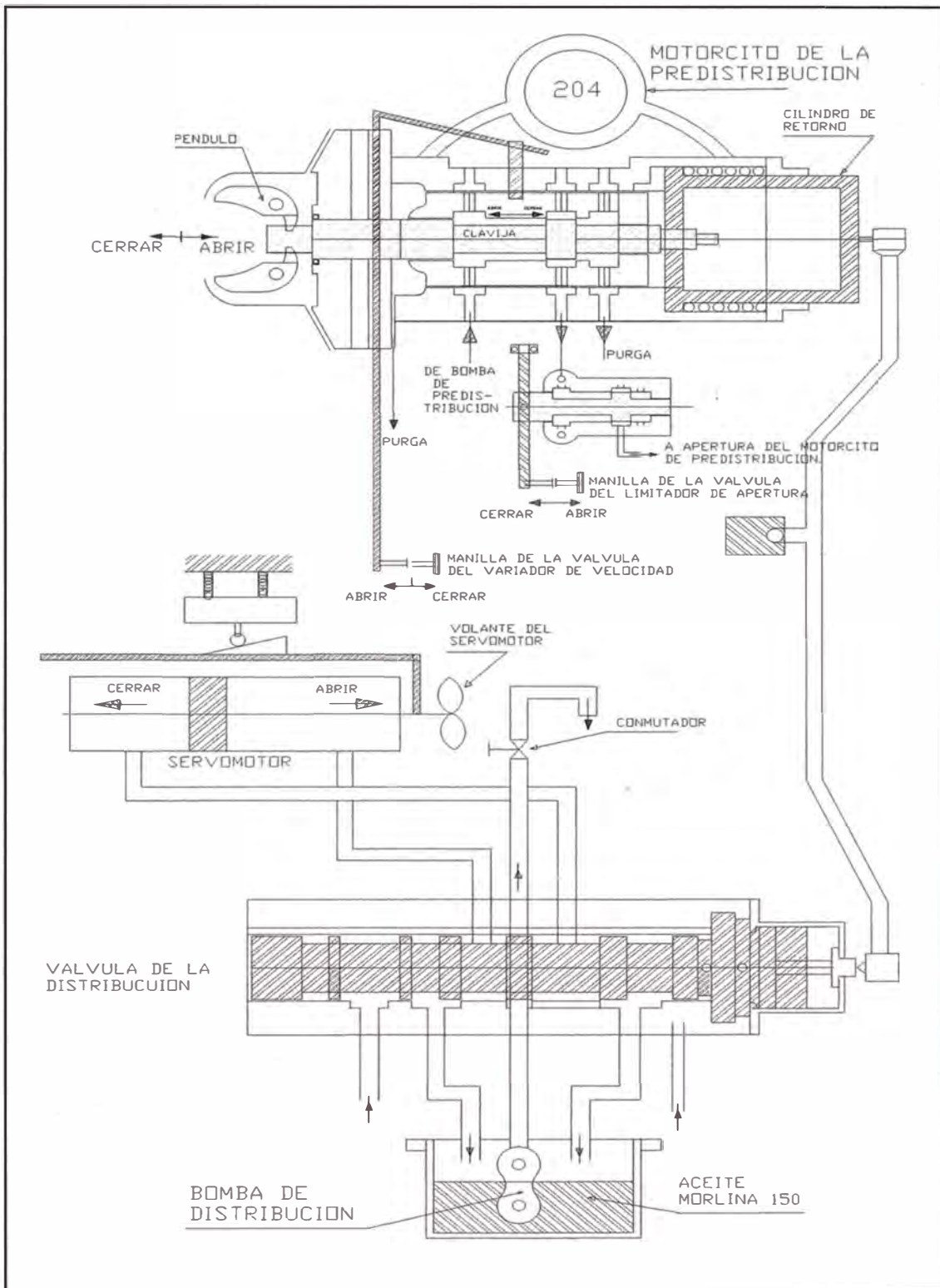


Figura N° 4.1.- Figura de la página anterior, muestra como están interrelacionados los sistemas de predistribución y el de distribución, como un elemento intermedio que los une.

También se muestra como las cañerías del sistema de distribución llegan hasta el servomotor.

4.1.2.2 Sistema de Predistribución

Se encuentra en la parte superior del Gobernador y tiene como función sensor o sentir las variaciones de velocidad en el eje del generador.

La velocidad sensada es mediante una faja de transmisión de material cuero, el cual está instalado como se muestra en la foto anterior N°12 (entre el eje de la turbina y una polea del sistema de distribución).

La polea en mención, al recibir movimiento de la faja, hace girar la bomba de la predistribución creando esta una presión de aceite, esta presión de aceite es usado solo para este sistema cuando trabaja en automático.

También la polea está mecánicamente acoplado a un eje o clavija, el cual está enganchado a un par de bloques metálicos denominados péndulos, los cuales están diseñados para girar a una velocidad, de tal manera que si el eje de la turbina está girando a 1200 RPM, estos mantienen en una posición fija a este eje o clavija.

Si hubiese una variación de velocidad (incremento o disminución) de la velocidad del eje de la turbina, el péndulo lo sentirá y moverá el eje o clavija, de tal manera que esta acción va a dar una orden al sistema de distribución

para que este ultimo direcciona las paletas directrices de la turbina cerrándolo o abriéndolo, según como sea el caso.

Siendo sus componentes principales:

4.1.2.2.1 Polea de Transmisión

Encargado de recibir movimiento desde el eje principal de la Turbina mediante una faja plana de material cuero (reforzado con material sintético), de 1,00 pulgadas de ancho, espesor total: 3 mm. y 3,79 metros de largo, esta polea esta adherida directamente a la Bomba de predistribución, que a su vez está adherido a un péndulo de dos elementos, que a su vez esta sujeta perpendicularmente a un eje horizontal denominado CLAVIJA .

Dimensiones:	Diámetro externo	24,00 cms.
	Ancho	: 4,0 cms.
	Velocidad nominal	1000 RPM.
	Espesor externo	8,00 mm.
	Diámetro del eje	140 mm.

4.1.2.2.2 Bomba de predistribución

Bomba tipo engranajes, es encargado de crear la presión en el aceite para este sistema, el aceite a presión es dirigido al motorcito de la predistribución por dos conductos diferentes: uno directamente y el otro tiene que pasar por dos válvulas en serie: Variador de velocidad y el limitador de apertura. Al llegar las presiones de aceite al motorcito, según sea el caso este moverá a

su eje, de tal manera que emitirá una orden al sistema de distribución (mediante la **palanca del distribuidor**), el cual ejercerá una presión al eje de la válvula de distribución (hacia adentro o hacia fuera) direccionando el ingreso de aceite al cilindro del eje del Servomotor, cuyo eje se moverá para abrir o cerrar las Paletas Directrices de la Turbina.

Esta bomba esta acoplada a un eje llamado **clavija**, el cual soporta a un péndulo que giran permanentemente. La succión de la bomba es mediante tubo vertical de 1.00 pulgada de diámetro, 60 cms. de longitud y una válvula check, con su malla de protección al inicio (parte inferior).

Número de engranajes: 02.

Dientes por engranaje: 18



Foto N° 4.4 Muestra vista del conjunto de derecha a izquierda.

Polea, bomba de predistribución, ductos de entrada y salida de la bomba: parte superior (entrada), parte intermedia (ingreso al limitador de apertura, parte inferior (salida de la bomba), parte roja cuerpo para el limitador de apertura y el variador de velocidad.

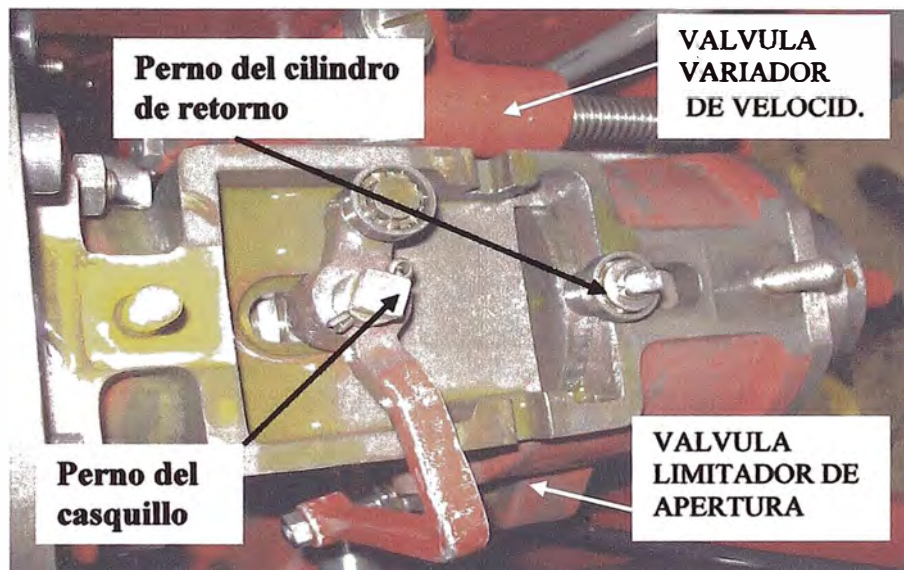


Foto N° 4.5.- Vista de base para el motorcito de la predistribución (visto desde arriba).

En la parte superior tenemos el limitador de apertura y en la parte inferior varillaje del variador de velocidad.

En la parte central, mecanismo que une varillaje de variador de velocidad con el casquillo del variador de velocidad, como se verá en la figura N°15, es prolongación del perno sujetado al casquillo.

También se muestra el perno del cilindro de retorno, el cual es movido por la chaveta adherido al eje del motorcito de la predistribución.



Foto N° 4.6 Vista del cuerpo principal de la predistribución.

En la posición real como trabaja, con las cañerías hacia abajo. La parte de color gris se encuentra en la parte externa del cuerpo del gobernador y el resto se encuentra en la parte interna.

4.1.2.2.3 Péndulo

Elemento SENSOR, encargado de SENTIR la variación de velocidad de la turbina: cuando por un **incremento** de carga en el consumo, la velocidad de la turbina tiende a disminuir de su velocidad nominal (1200 RPM), entonces el péndulo que está directamente alimentado por el eje de la turbina por intermedio de la faja de cuero , también disminuye su velocidad recogiendo al eje principal de la predistribución (CLAVIJA) hacia la polea , para luego mediante la palanca de distribución, hace llegar una orden al sistema de

distribución, haciendo que el eje de la válvula de distribución se desliza hacia la tapa (hacia adelante), dejando pasar el aceite a presión (12 BARES) proveniente de la bomba de distribución al servomotor de tal manera que dirija al eje del mismo hacia la volante del gobernador, este eje mediante las palancas articuladas, hace que las paletas directrices de la turbina se abran, **aumentando** el ingreso de agua a la misma, y así compensar el **incremento** de carga en el consumo.

En el caso inverso, cuando por una **disminución** de carga en el consumo, la velocidad de la turbina tiende a aumentar su velocidad, por desequilibrio de fuerzas entre: la Turbina y el Generador, entonces esto es **sentido** por el péndulo que al abrirse empuja la CLAVIJA en al otro lado de la Bomba de Predistribución, y mediante la palanca de distribución hace llegar una orden el sistema de distribución haciendo que el eje de la válvula de distribución se deslice hacia la bomba de distribución (hacia adentro), dejando pasar el aceite a presión proveniente de la bomba de distribución (12 BARES) hacia el servomotor de tal manera que dirija al eje del mismo en sentido contrario a la ubicación de la volante del gobernador, este eje mediante palancas articuladas hará que las paletas directrices de la turbina se cierren, **disminuyendo** el ingreso de agua a la turbina y así compensar la **disminución** de carga en el consumo.

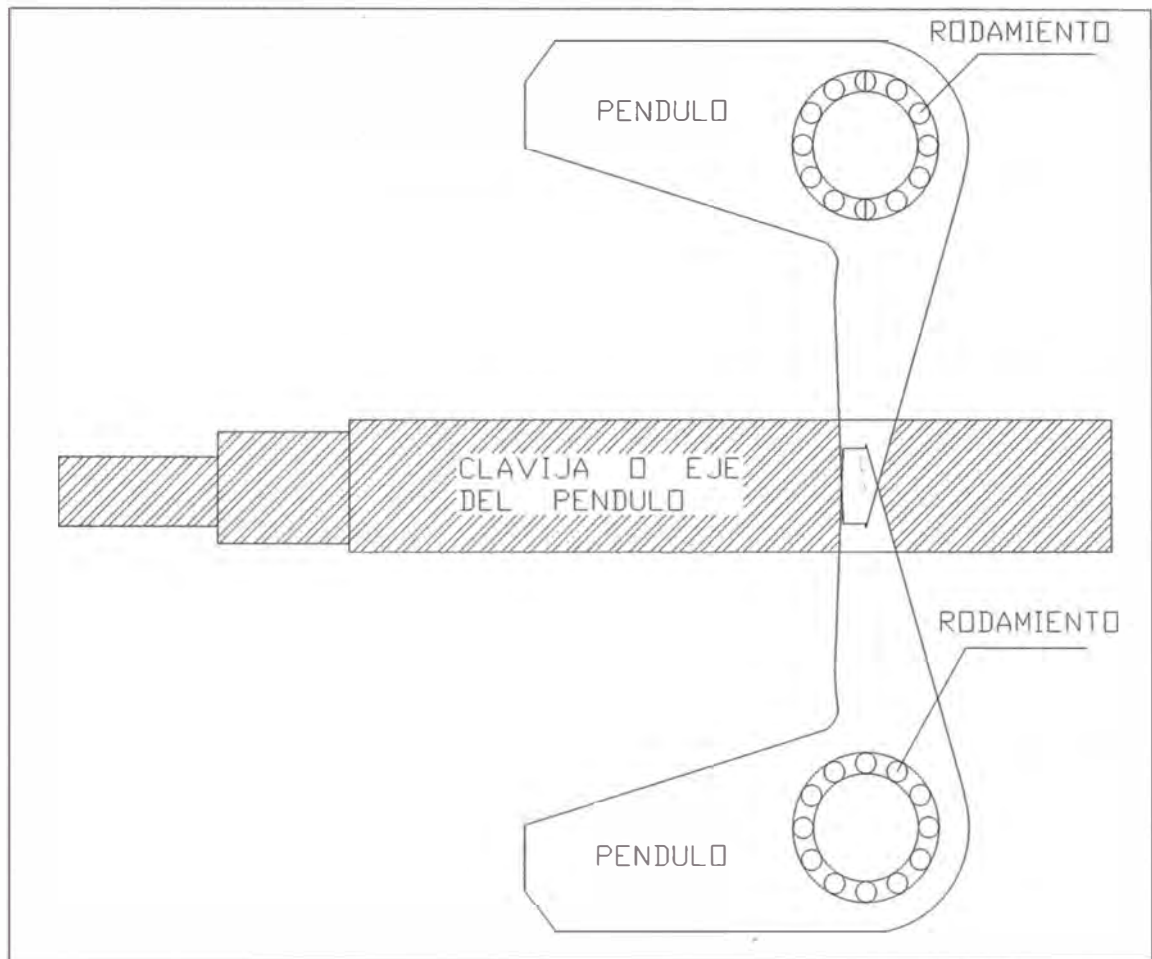


Figura N° 4.2.- Muestra péndulo y clavija en posición de trabajo.

4.1.2.2.4 Clavija

Eje metálico de 2,00 cm. de diámetro (en la parte donde hace contacto con los péndulos), que sirve también como émbolo en el sistema de predistribución, se puede decir también que es el émbolo del péndulo por estar ligado directa y mecánicamente a este; su función es direccionar la

cantidad de aceite hacia el motorcito de la predistribución, lo hace de dos maneras, y con el gobernador en automático: Activa y pasivamente.

Activamente.- Gobernador en automático, mediante accionamiento del péndulo y el casquillo fijo, esto sucede cuando ante una circunstancia: aumento o disminución de carga en el consumo, el péndulo **siente** y actúa moviendo la **clavija** en una u otra dirección, y así deja pasar aceite proveniente de la bomba de la predistribución hacia el motorcito de la predistribución, de tal manera que concluya en un movimiento del eje del servomotor y por consiguiente de las paletas directrices de la turbina.

Pasivamente.- Gobernador en manual, manteniendo fijo la **clavija** y con el **casquillo** en movimiento por efecto del variador de velocidad, cuyo mecanismo actúa directamente con el casquillo. Esto sucede cuando se quiere aumentar o disminuir la carga **manualmente** con el variador de velocidad.

El variador de velocidad está ligado mediante un sistema de varillaje al casquillo y lo mueve de tal manera que permite el mayor o menor ingreso de aceite al motorcito de la predistribución proveniente de la bomba de distribución, con lo cual el motorcito actúa mediante unos chaveteros hacia el perno del cilindro de retorno, el cilindro mueve la palanca de distribución, de este último hacia la válvula de distribución, luego hacia el servomotor, concluyendo en mover las paletas directrices de la turbina.

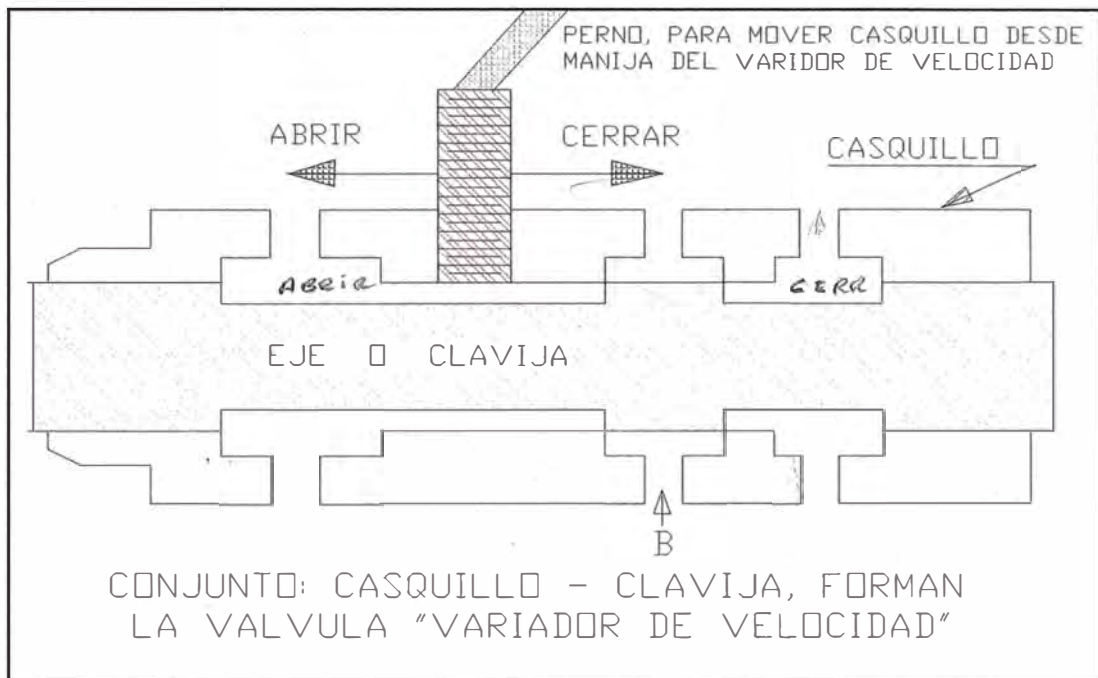


Figura Nº 4.3.- La figura muestra un sector del casquillo color amarillo, y un sector de la clavija color celeste, ambos cortados en forma transversal.

Sobre la parte superior del casquillo se encuentra incrustado un perno, este moverá al casquillo en forma horizontal. Este movimiento del casquillo obedece al movimiento manual del variador de velocidad, el cual mediante un sistema de varillaje, termina moviendo el perno sobre el casquillo.

Al moverse horizontalmente este casquillo, el aceite se dirige al motorcito de la predistribución, y desde aquí enviará orden al sistema de distribución para cierre o apertura de las paletas directrices de la turbina.

En la figura el punto "B" es el ingreso de aceite a la válvula, que desde la bomba de predistribución va hacia el motorcito de la predistribución.

El aceite se dirigirá de acuerdo al movimiento de la clavija (manualmente), o desde el eje de clavija en automático por efecto del péndulo.

4.1.2.2.5 Casquillo

Usado como cilindro el la válvula de la predistribución, de material fierro fundido, su función es conjuntamente con la **clavija** direccionar el caudal de aceite hacia el motorcito de la predistribución, haciéndolo de dos maneras:

Activamente.- Gobernador en manual, moviéndolo el variador de velocidad el cual como ya dijimos anteriormente, esta ligado mediante un sistema de varillaje con el casquillo, y por lo tanto con la clavija fija.

Pasivamente.- Gobernador en automático, estando fijo el casquillo, con la clavija movida por efecto del péndulo, cuyo actuar es de acuerdo a las variaciones de velocidad de la turbina.

4.1.2.2.6 Motorcito de la Predistribución

Ubicado el la parte superior de la predistribución, formado por un cilindro con cuatro orificios: dos para las alimentaciones de aceite (CIERRE y APERTURA) y dos para las purgas respectivas, un eje con el émbolo entre las dos alimentaciones de aceite (EMBOLO DIFERENCIAL).

La función de este motorcito es mover horizontalmente al cilindro de retorno, para lo cual en su eje está adherido (parte exterior) una cuña triangular. Con esta cuña al extender el eje hacia el exterior empuja el cilindro sentido contrario a la ubicación de la bomba de predistribución, logrando empujar a

la palanca de distribución y a su vez este empuja hacia adentro el eje de la válvula de la distribución, y cuando el eje se recoge hacia el interior del motorcito, la cuña hace que el cilindro retorne con dirección a la bomba de predistribución, lo hace empujado por un resorte fijado para este objetivo, al retornar el cilindro hace que la barra de la distribución también retorne y permite que el eje de la válvula de distribución se desplace hacia fuera de la válvula.

La presión de aceite desde la bomba de predistribución, llega directamente al ingreso de CIERRE del motorcito con una presión de 5 BARES y cuya área de empuje es de $901,64 \text{ mm}^2$; y al ingreso de APERTURA, llega desde la bomba de predistribución con presiones variables ya que tiene que pasar por la válvula del variador de velocidad y por la válvula del limitador de apertura a un área de empuje de $1809,56 \text{ mm}^2$.

El vástago de émbolo del motorcito, mueve mediante la palanca **296** un carril de soporte con las cuñas para el dispositivo de retorno, grado de irregularidad permanente y el limitador de apertura.

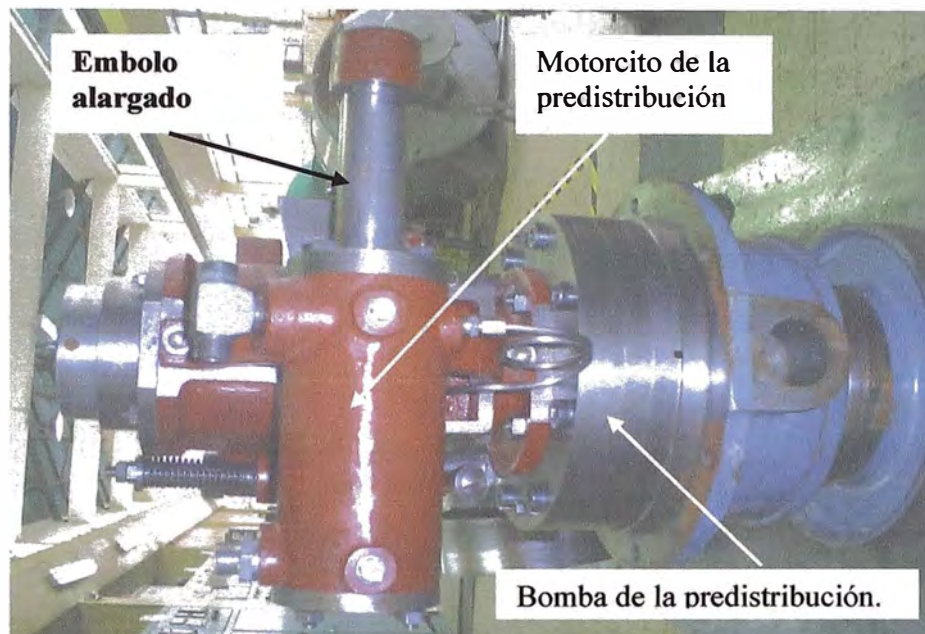


Foto N° 4.7.- Se muestra de color rojo el motorcito de la predistribución, visto desde arriba.

En la foto se ve con el vástago del embolo alargado hacia fuera, en esta posición está ordenando al sistema de distribución, abrir las paletas directrices de la turbina al máximo.

En el lado derecho se ve la bomba de predistribución, y al lado izquierdo se ve el cilindro de retorno.

En la parte baja se ve varillaje del variador de velocidad.

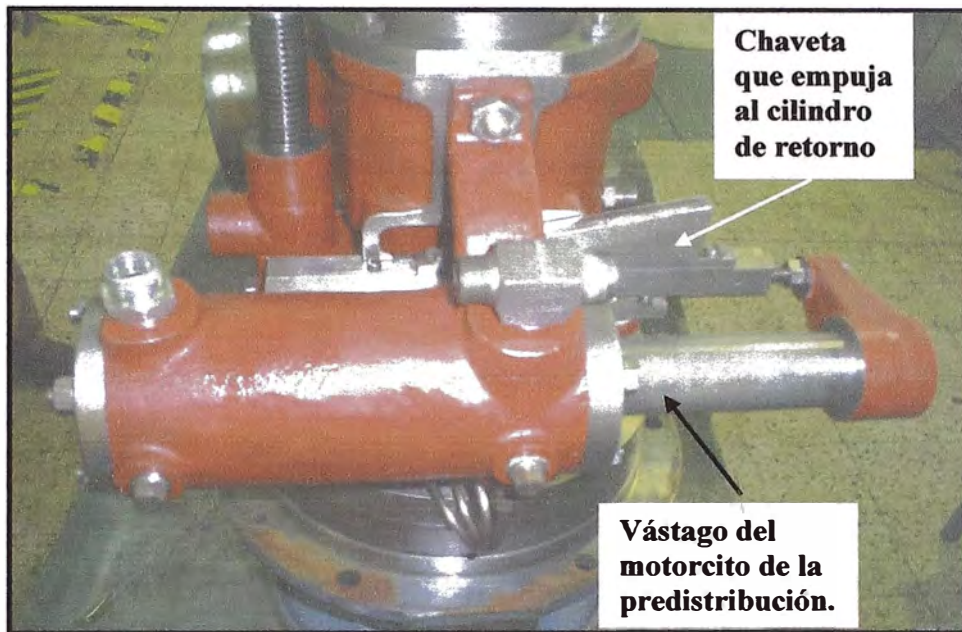


Foto N° 4.8.- En esta foto se ve el motorcito de la predistribución, visto desde el lado de la bomba de predistribución.

Se observa que en el extremo que el vástago del embolo del motorcito, está ligado mecánicamente a un sistema de cuñas tipo chavetas trapezoidales, los que se encargan de mover el perno conectado cilindro de retorno. En esta posición el cilindro esta en posición ABRIR, y transmitirá, con el elemento intermedio ABRIR a la válvula de distribución.

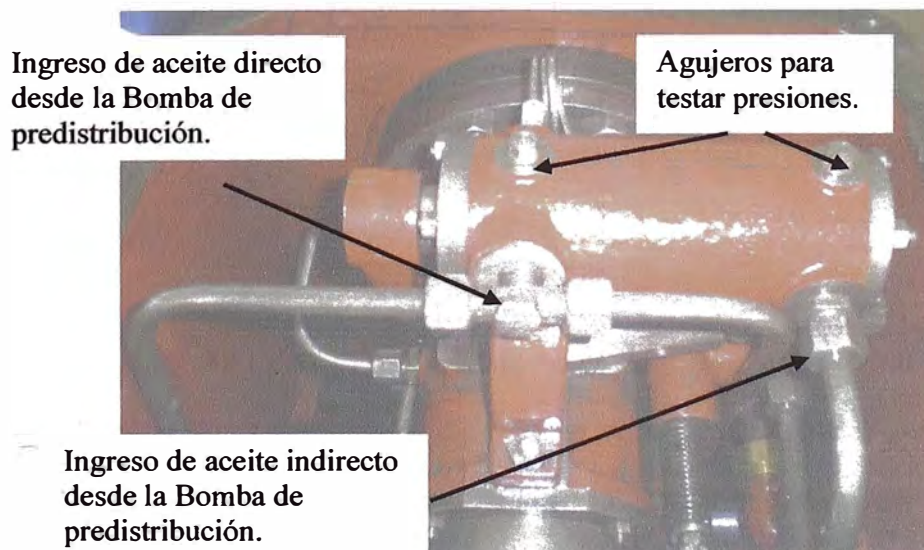


Foto N° 4.9.- Motorcito con eje recogido.

En esta posición el motorcito esta con el vástago del embolo del motorcito recogido, y el chavetero empujando al cilindro de retorno, que a su vez empujará al elemento intermedio, ordenando a la válvula de distribución para el CIERRE de las paletas directrices de la turbina.

Se ve dos cañerías de ingreso de aceite al cilindro del motorcito: uno en el lado izquierdo que ingresa directamente desde la bomba de la predistribución, y la otra al lado derecho que ingresa al cilindro de la bomba recorriendo el siguiente camino; de la bomba de predistribución pasa al limitador de apertura, de allí pasa al variador de velocidad y luego ingresa al cilindro del motorcito. Y los agujeros de la parte superior son para poner los manómetros, en casos de mantenimiento.

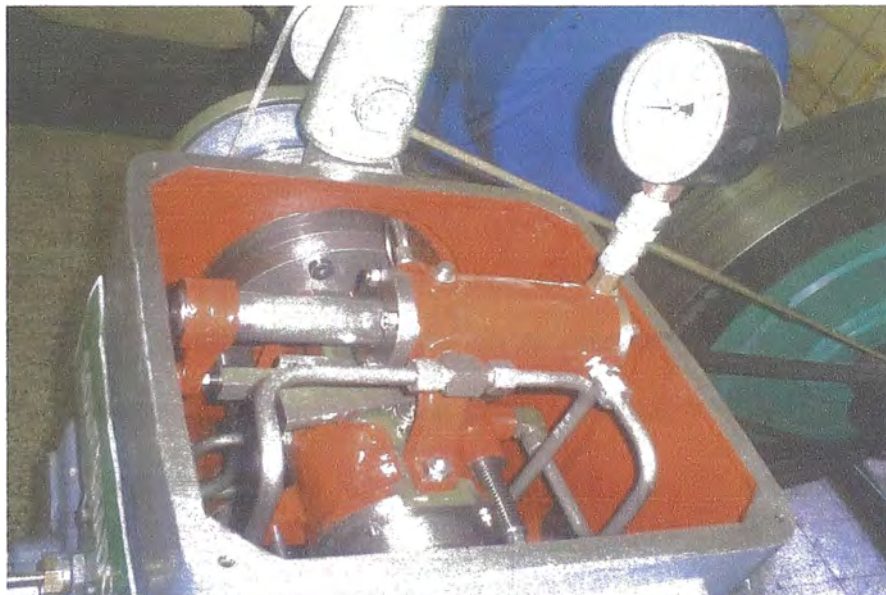


Foto N° 4.10 .- Motorcito con eje alargado, Chavetero empujando al cilindro de retorno para posición ABRI paletas directrices. Manómetro midiendo presión de aceite del Sistema de predistribución.

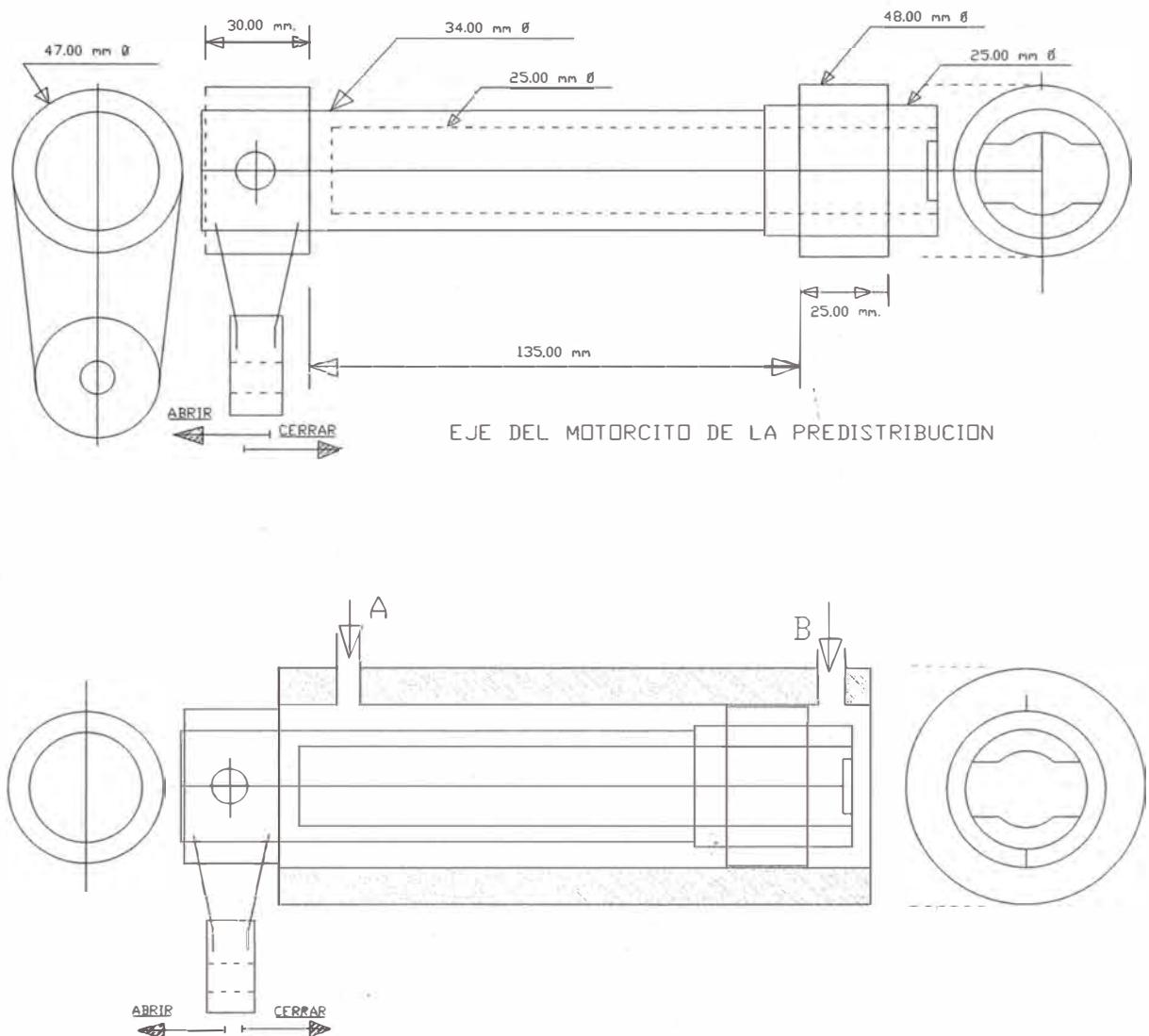


Figura N° 4.4.- Muestra el motorcito de la predistribución, en sus dos componentes mas importantes: el eje (pisto, embolo), y la carcasa (color verde).

En el grafico se muestra el eje y la carcasa del motorcito de predistribución, también se observa los dos ingresos de aceite provenientes de la bomba de predistribución.

- A) Ingreso directamente desde la bomba de predistribución, para el CIERRE.
- B) Ingreso desde la bomba de predistribución, pasando por el limitador de apertura y el variador de velocidad, en los cuales pierde presión, para la APERTURA.

CALCULO DE LAS FUERZAS FA (para el cierre) y FB (para la apertura).

- Área del pistón para el CIERRE:

$$3.1416 \times (48 \times 48 - 34 \times 34) / 4 = 901,64 \text{ mm}^2.$$

- Área del pistón para la APERTURA.

$$(3,1416 \times 48 \times 48) / 4 = 1809,56 \text{ mm}^2.$$

- Luego la relación de fuerzas es directamente proporcional a las presiones de aceite Provenientes desde la bomba de predistribución, ya que la relación de áreas es constante:

$$\text{Relación de áreas: } 1809,56 / 901,64 = 2,00.$$

- Por lo que, si las dos válvulas: del limitador de apertura y el variador de velocidad están completamente abiertos, la fuerza FB será el doble que la fuerza FA, y estará en posición ABIERTA.

Si las dos válvulas están completamente cerrada, la fuerza FB será nula y la fuerza FA al ser la única vencerá a la fuerza FB, y estará en posición CIERRE.

Como se ve en la foto N° 4.9 el motorcito de la predistribución montado en su base, con las cañerías conectadas. La cañería que ingresa por la parte izquierda viene directamente de la bomba de predistribución para el CIERRE y también pasa a una válvula RELIF graduado a 5 BARES, y la que ingresa por el lado derecho para la APERTURA viene de pasar en serie por las dos válvulas de la Predistribución (limitador de apertura y variador de velocidad).

En la parte superior se observa que sale una cañería más delgada en forma de espiral para: la purga y descarga en lo que es el depósito de aceite para el retorno.

En las acciones de mantenimiento del gobernador, se debe de considerar hacer las siguientes pruebas de regulación de presiones:

Como la presión de aceite en el sistema de predistribución debe de alcanzar una presión de: 4 a 5 BARES, dadas por la bomba de predistribución. Entonces se prepara el siguiente dispositivo que consta de un manómetro con rango de 0 – a – 10 bares, ver Foto N° 4.10.

Con el manómetro se debe leer las presiones en ambos lados del eje del motorcito (debe de leerse la presión que genera la bomba de predistribución).

La presión de aceite en el lado de CIERRE (donde se ve instalado el manómetro) debe de ser constante e igual a la presión de la bomba de predistribución, si es mayor regular con la válvula RELIF, si es menor revisar el filtro – ya que esta presión viene directamente de la bomba.

La presión de aceite en el lado de APERTURA es variable, dado a que para llegar a este punto la presión del aceite debe de pasar por las válvulas: variador de velocidad y limitador de apertura.

Solo si en el manómetro se leen las presiones indicadas, se procederá a armar y dejar operativo el gobernador.

4.1.2.2.7 Válvula variador de velocidad

Mecanismo que sirve para variar el caudal de aceite desde la bomba de la predistribución a la llegada al APERTURA del motorcito de la predistribución, puede ser actuado manualmente (localmente) ó desde el tablero de control mediante el motorcito de corriente eléctrica que en la FOTO N° 4.11, está a lado de la manija para esta válvula.

Localmente.- Mediante un sistema de varillaje se logra mover el casquillo, con la clavija estática, de tal manera que se limita el paso de presión de aceite (aumentándolo o reduciéndolo):

Si lo aumenta el motorcito moverá su eje de tal manera que con la cuña adherida empuja al cilindro de retorno y este al eje de la válvula

de distribución, logrando que el servomotor ABRA más las paletas directrices y mayor caudal de agua para la turbina.

Si lo disminuye el motorcito moverá su eje de tal manera que con la cuña adherida jalará al cilindro de retorno y este moverá el eje de la válvula de distribución, logrando que el servomotor CIERRE las paletas directrices y menor cantidad de agua para la turbina.

En el primer caso, cuando aumenta, el casquillo es movido en dirección hacia la bomba, pero cuando disminuye el cilindro de retorno se mueve hacia la bomba empujado por un resorte colocado para este fin.

Desde el tablero de control.- Para lo cual cuenta con un motorcito eléctrico, y un mecanismo de SIN-FIN, que acciona el varillaje del variador de velocidad, dando órdenes similares a los manuales, pero desde el tablero de control (control remoto).

En la Figura N° 4.13, circuito eléctrico se ve como desde el tablero de control se puede maniobrar la válvula variador de velocidad.

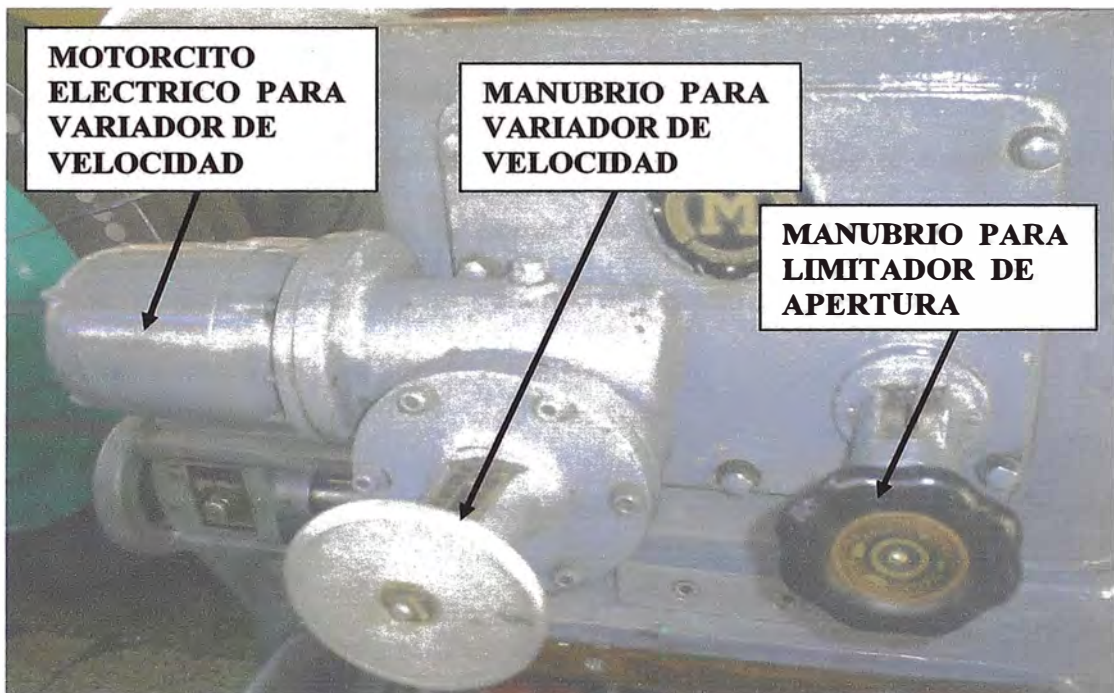


Foto N° 4.11.- En esta foto se muestran las manillas del limitador de apertura, y del variador de velocidad, cuyos ejes interiormente acciona sus respectivas válvulas.

La manilla del variador de velocidad mueve el eje que mueve el accionamiento de la válvula variadora de velocidad, además este eje está acoplado mediante un sistema sin fin al eje de un motorcito eléctrico, el control de este motorcito eléctrico se hace desde el tablero de control (para incrementar o disminuir el caudal de agua que entra a la turbina).

4.1.2.2.8 Válvula del limitador de apertura

Formado por un cilindro y un eje con péndulo central. Válvula encargada de limitar el flujo de aceite hacia el motorcito de la predistribución, la limitación esta referida a la máxima presión que llegaría al motorcito.

Su ejecución es solo manual, con un sistema de varillaje se mueve el eje de la válvula del limitador de apertura, de tal manera que el máximo en el variador de velocidad es el porcentaje de caudal programado en este limitador. Con el limitador en mínimo, el ingreso de aceite al motorcito es mínimo y estará en posición de CIERRE.

- Desde la bomba de predistribución el aceite se ramifica en dos caminos:
- Uno directamente al CIERRE del motorcito de la predistribución.
- Otro al conjunto formado por el casquillo y la clavija, donde la presión de aceite tiene que pasar por las válvulas: por el limitador de apertura y variador de velocidad, de aquí a la APERTURA del motorcito de la predistribución.

4.1.2.2.9 Retorno

Al disminuir ó al aumentar el caudal de agua, por efecto de la disminución ó aumento de la carga externa, entonces sería difícil encontrar el punto final de equilibrio, por lo que este Gobernador tiene un sistema de RETORNO, el cual se comporta como un amortiguador y mediante esto se consigue el punto de equilibrio en el cual la velocidad de la Turbina es igual a su velocidad NOMINAL. Con el sistema de retorno se consigue que, el TORQUE realizado por la fuerza del agua en eje de la Turbina sea igual al Torque realizado por el Generador para entregar la potencia requerida.

Componentes:

- **Cilindro de retorno** .- Ubicado horizontalmente , el cual tiene un orificio longitudinal de 4.00 mm. de diámetro, a lo largo de la parte superior para el ingreso de aceite hasta el fondo del mismo, pasando por un estrangulamiento donde se regula el grado **ISODROMICO**.

Para regular el grado isodrómico basta con seleccionar en el macho de mano, uno de los tres agujeros de diferentes diámetros, solo uno es utilizado en conformidad con el ajuste para el paso de retorno.-En la parte interior del cilindro tenemos un émbolo ó pistón, adherido mediante roscado al terminal de la clavija, sujetándose de este y creándole contra fuerza luego de cada acto de movimiento del mismo.

Este conjunto cilindro y pistón, son una especie de AMORTIGUADOR, que busca el equilibrio luego de una acción de CIERRE ó APERTURA.

El cilindro también es el nexo entre el motorcito de la predistribución y la barra de distribución, teniendo como elemento de retorno un resorte colocado en la parte exterior. El contacto lo hace mediante un perno de 3/8" x 1" sujetado en la parte superior del cilindro y en la cabeza del perno está sujetado un rodamiento el cual hace contacto físico con la cuña del motorcito.

También podemos decir que el retorno sirve para evitar el exceso de regulación del embolo del péndulo 202 debe de ser retardado en

conformidad de la masa del agua, para esto sirve el retroceso elástico del péndulo.

El cilindro de retorno 211 está oprimido por el muelle 288 contra la cuña de retorno 290 . El cilindro se encuentra hidráulicamente ligado con el embolo de retorno xxx el cual a su vez está elásticamente suspendido sobre dos muelles en el embolo del péndulo.

Disminuyendo la carga de la turbina, las rotaciones aumentan, el embolo del péndulo se mueve al exterior en la dirección de la polea de accionamiento 210 y dirige al motor de variación de la pre-distribución en la dirección de la CERRAR. Simultáneamente el cilindro de retorno 211 es presionado a través de la cuña de retorno contra la fuerza del muelle para el exterior, en la dirección del lado de servicio. En resultado de esto se forma en el cilindro de retorno 211 una depresión, que traba el movimiento del émbolo del péndulo 202.

Cuando la turbina reciba mas la carga, las rotaciones bajan, el émbolo del péndulo 202 se mueve para el interior en la dirección del centro del regulador y dirige el motor del variador de la pre-distribución 204 en la dirección de ABRIR. El muelle 288 presiona el cilindro de retorno 211 contra la cuña 290, que retrocede para el interior, en la dirección del centro del regulador. En el interior del cilindro se forma ahora una presión, de manera que el émbolo del péndulo 202 no puede efectuar el efectuar el movimiento completo correspondiente a la modificación de remociones.

En el cilindro de la bomba 211 se encuentra un macho de mano de tres agujeros de diámetros diferentes, de los cuales solo uno es utilizado en conformidad con el ajuste para el paso de aceite de un lado para el otro del émbolo de retorno 212. La acción de retorno desaparece en resultado de esto solo después de un cierto tiempo. El agujero de paso, llamado también agujero ISODROMICO, debe ser escogido de la manera que la acción de retorno dure el tiempo que el proceso de regulación necesita para devolver las rotaciones a un valor normal, después de la variación provocada por la modificación de la carga.

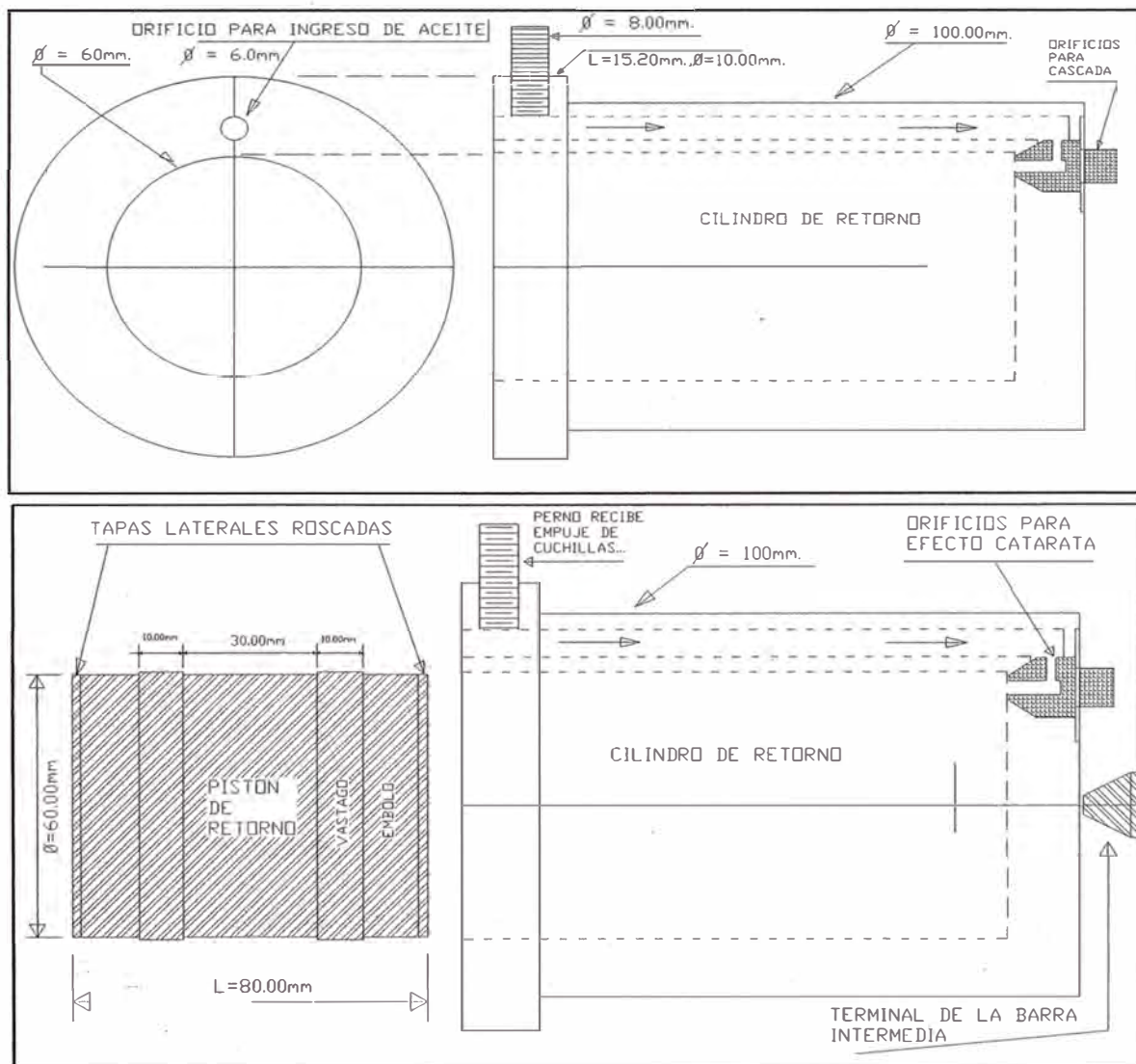


Figura N° 4.5.- Muestra el cilindro de retorno y el pistón de retorno.

CUÑA PARA LA IRREGULARIDAD.- Regulado en fábrica.

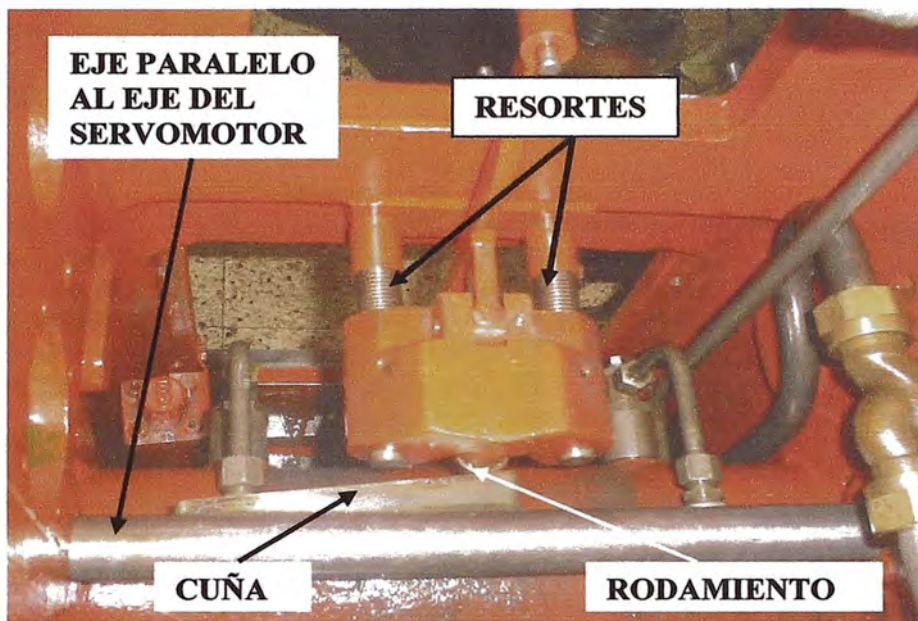


Foto N° 4.12.- Foto visto desde la parte superior del gobernador, se encuentra interna y en la parte intermedia del gobernador.

El eje que se muestra va paralelo al eje del SERVOMOTOR, denominado también VASTAGO DE RETORNO, el cual tiene adherido una cuña denominado también CUÑA DE RETORNO.

Lo que realmente se muestra es el sistema antagonista, compuesto por un cuerpo que soporte dos ejes con sus respectivos resortes, denominado también PIEZA DE DESLICE PARA EL RETORNO el tiene adherido un rodamiento, el cual tiene contacto con una chaveta adherida al VASTAGO DE RETORNO. Este vástago de retorno está mecánicamente unido al eje del Servomotor en la parte externa delantera.

4.1.2.2.10 Válvula Felif

Instalado como válvula de seguridad, tipo roscado con resorte, regulado para que la presión de aceite en la predistribución no pase de los 5 BARES.

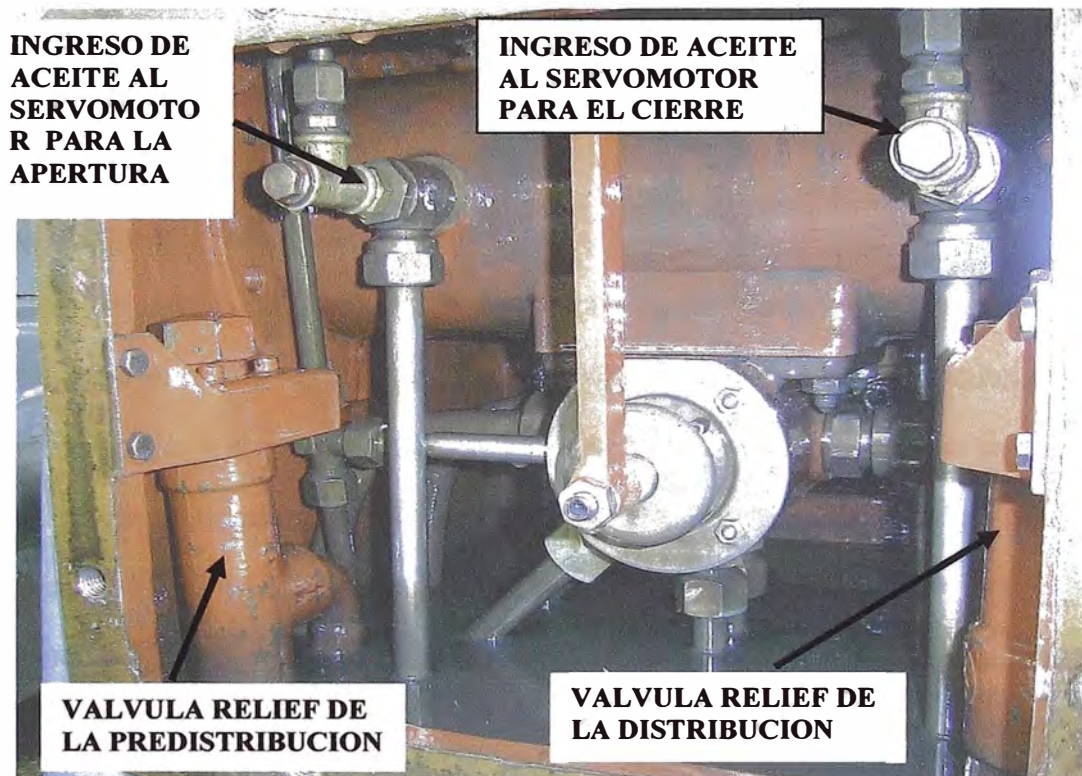


Foto N° 4.13.- Muestra las válvulas relief de la predistribución y del sistema de distribución.

Lo que también se ve en la foto adjunta es el ingreso de aceite al servomotor, el ingreso del lado izquierdo es para la APERTURA y el del lado derecho es para el CIERRE.

Al lado derecho se ve la válvula relief del sistema de predistribución y el del lado izquierdo es la válvula relief del sistema de distribución.

Al centro se observa en forma transversal el eje de la válvula de distribución, al cual se le ve en contacto con el Terminal inferior de la BARRA intermedia, este Terminal es el que transmite movimientos al eje, desde el sistema de predistribución.

En la parte del fondo se observa el nivel de aceite, usado para este gobernador.

4.1.2.2.11 TACOMETRO

Está ubicado en la parte superior del gobernador, esta fijado a este en una base en el cual a su vez también esta fijado mecánicamente al cuerpo del gobernador, y recibe la señal de velocidad por intermedio de una polea de 15 cms. de diámetro cuyo eje horizontal le entrega el movimiento para la lectura. La polea recibe movimiento por intermedio de una faja de tela de 15 mms. de ancho, que a su vez es accionado por el eje de la predistribución.

El eje de la predistribución recibe movimiento directamente desde el eje de la turbina.

Cuando la lectura indica: 90 quiere decir que la turbina esta girando al 90% de su velocidad nominal (1080 RPM), si indica 100 quiere decir que la turbina está girando a su velocidad nominal (1200 RPM), si indica 115 quiere decir que la velocidad de la turbina es de (1380 RPM).

En las fotos N° 4.2 y N° 4.3 del gobernador se visualiza el tacómetro, también en las figuras N° 4.14 y N° 4.15

4.1.2.3 Elemento Intermedio

Entre los sistemas de predistribución y de distribución existe un elemento intermedio, denominado PALANCA DE DISTRIBUCION. Palanca con ubicación vertical, tiene un apoyo intermedio que sirve de pivote.

En el extremo superior hace contacto con la parte central de la base el CILINDRO de retorno, el cual como ya describimos, se mueve horizontalmente según ordenes del motorcito de la predistribución. En el extremo inferior hace contacto con el eje de la válvula de distribución al cual si lo empuja estaría direccionando la presión de aceite de la distribución hacia el lado de APERTURA del servomotor (abriendo las paletas directrices de la turbina).

4.1.2.4 Sistema de Distribución

Se encuentra en la parte inferior del gobernador, es el mecanismo de fuerza que tiene contacto directo (mecánico) con el casquillo que sujeta las paletas directrices de la turbina, llamado también escudo, y esta formado por los siguientes elementos:

4.1.2.4.1 Polea de la Distribución

Encargado de recibir movimiento desde el eje principal de la turbina, mediante una faja plana de material cuero (forado con material sintético), de 2.00 pulgadas de ancho, espesor total: 0.3 mm., 3.66 metros de largo. Esta polea esta adherido mecánicamente a la bomba de distribución.

Diámetro exterior 24.00 cms.

Ancho : 7.00 cms.

Velocidad : 1,000 RPM.

Espesor exterior : 8.00 mm.

Se visualiza en la segunda foto del gobernador, Foto N° 4.3.

4.1.2.4.2 Bomba de la Distribución

Bomba tipo engranajes, encargado de crear presión de aceite, para alimentar al servomotor, cuyo eje esta mecánicamente acoplado con el anillo que sujeta las paletas directrices.

Marca : Vickers.

Número de engranajes: dos.

Presión regulada a : 12 bares.

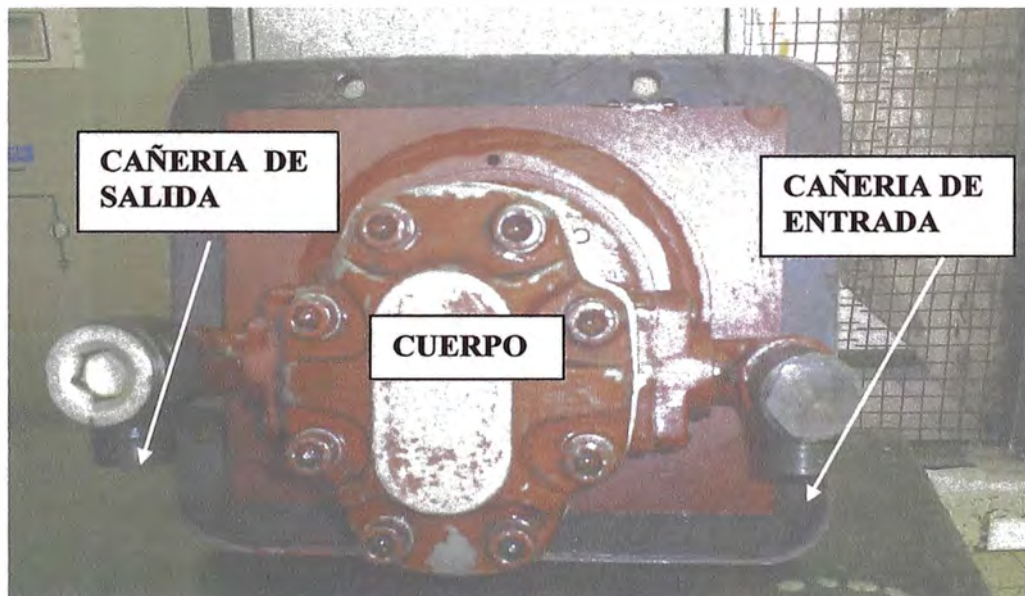


Foto N° 4.14.- Muestra la bomba vista de frente, con sus dos cañerías: de ingreso y salida de aceite. Se encuentra en la parte interior e inferior del gobernador.

4.1.2.4.3 Válvula Relief

Encargado de regular la presión de seguridad de la bomba, es de tipo roscado con resorte. Ver foto N° 4.13 y N° 4.16.

4.1.2.4.4 Válvula de la distribución

Válvula formada por un cilindro con orificios para ingreso y salida de aceite proveniente de la bomba de distribución, y un eje con ranuras capaz de dirigir la dirección del aceite a presión.

La carcasa de la válvula esta sujeta mecánicamente a la carcasa del servomotor, en forma transversal.

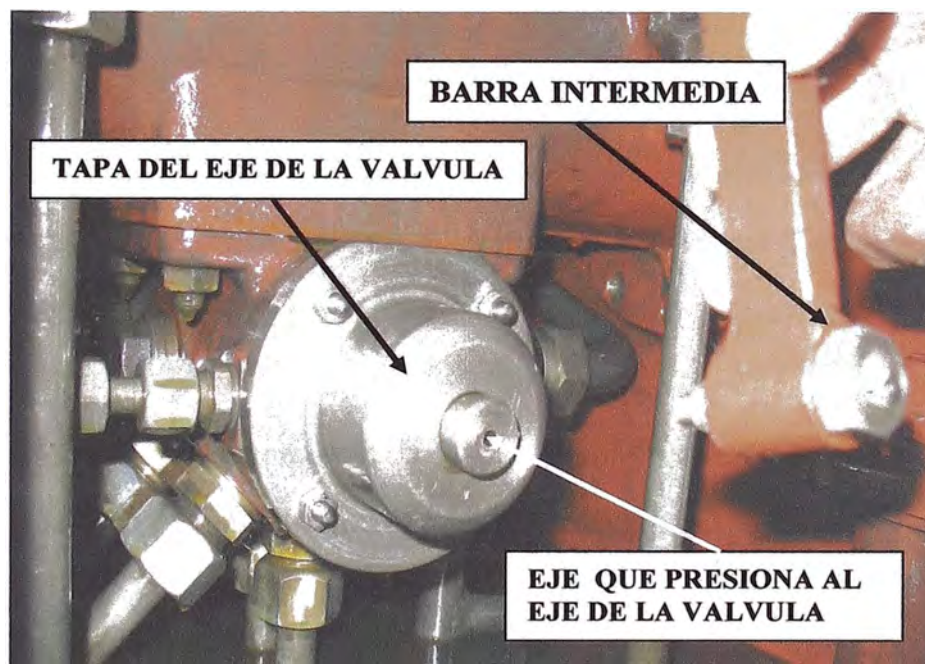


Foto N° 4.15.- Muestra la parte delantera de la válvula, donde se muestran las diversas cañerías de entrada y salida de aceite.

También se muestra la parte inferior del elemento intermedio, que trae órdenes desde la predistribución y empuja el eje de la válvula para direccionar el aceite hacia el servomotor.

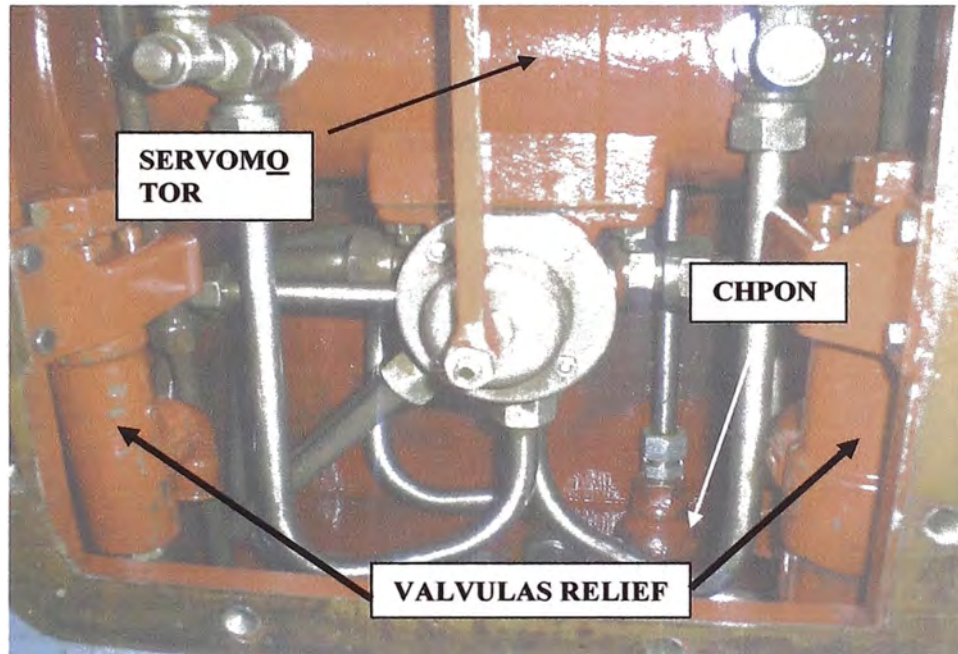


Foto N° 4.16.- Muestra las cañerías que trabajan con la válvula de distribución, el gobernador está sin aceite por mantenimiento.

- 1.00.- El cilindro, elemento estático, tiene 5 orificios para ingreso y salida de aceite provenientes de la bomba de distribución.
- 1.001.-Uno por la parte delantera, para el ingreso de aceite desde la predistribución, ingresa por unos agujeros axiales al hueco principal del eje de la válvula, y lo lleva al final de del eje para amortiguación del mismo.

1.002.-Uno para el ingreso de aceite proveniente de la bomba de distribución, que luego continua por la misma dirección para la salida al lado de apertura del SERVOMOTOR.

1.003.-Uno para la purga de la apertura.

1.004.-Uno para el ingreso de aceite, que luego continua por la misma dirección para la salida al lado de cierre del SERVOMOTOR.

1.005.-Uno para la purga del cierre.

2.00.- El eje, elemento móvil, encargado de direccionar la presión de aceite, tiene tres posiciones principales: neutro, hacia el cierre y apertura del servomotor.

Este elemento al ser empujado como dijimos anteriormente por el cilindro de retorno mediante la palanca de distribución, hace que direcciones la presión de aceite hacia el CIERRE del servomotor, y cuando el cilindro retrocede también este eje sale por acción de la cuña de retroceso **214**, que actúa directamente sobre el brazo de tracción para el retorno (eje ligado mecánica y paralelamente al eje del servomotor).

La presión de aceite creada desde la Bomba de distribución, se ramifica en tres partes:

Uno a la válvula relif, para regular de presión de seguridad.

Uno a la válvula de distribución, lado de APERTURA.

- Uno a la válvula de distribución, lado de CIERRE.

Las tres figuras siguientes, muestran cada una de las tres posiciones de la válvula de distribución:

- Posición de cierre.
- Posición neutra.
- Posición de apertura.

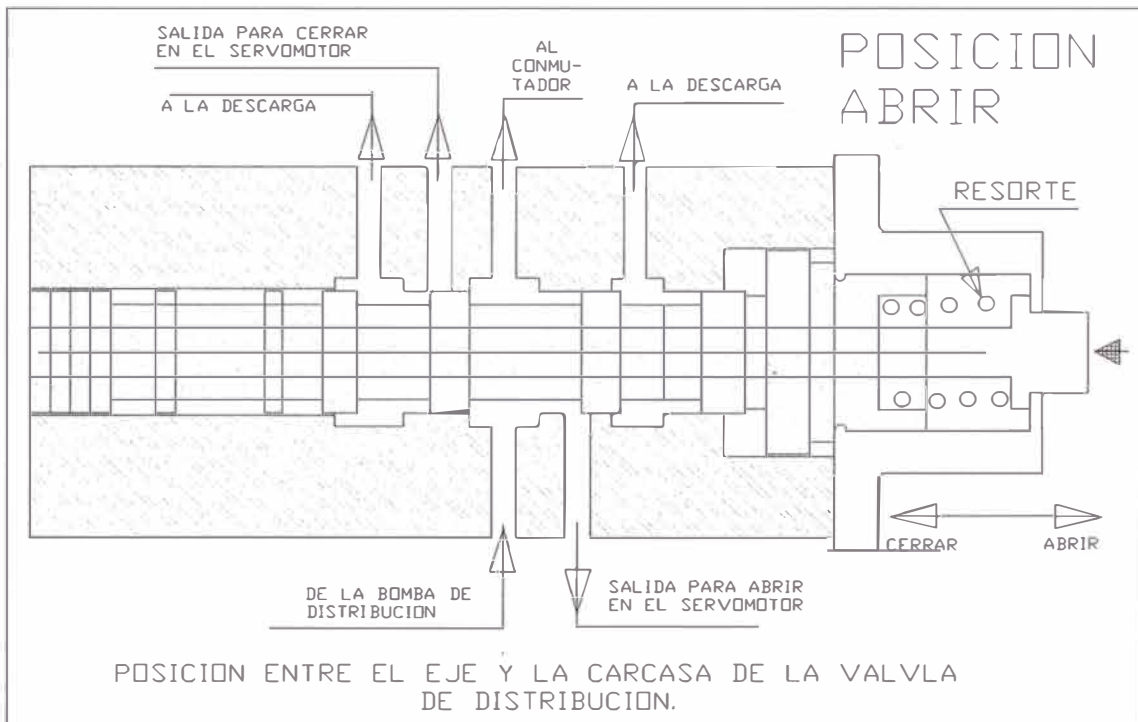


Figura N° 4.6. *Muestra la posición del eje de la válvula distribuidora en posición ABRIR.*

En esta posición la válvula de distribución, esta diseccionado para enviar el aceite proveniente de la bomba de distribución hacia el servomotor, pero al lado de ABRIR, o sea mas agua para la turbina.

En la parte derecha se ve una flecha que empuja al eje de la válvula, esta flecha no vendría a ser otra cosa que el Terminal inferior de la barra intermedia, la cual es influenciado por componentes del sistema de predistribución.

Cuando el Terminal inferior de la barra intermedia, termine el empuje al eje de la válvula distribuidora, existe un resorte que lo retorna al estado neutro, donde presión de aceite de la válvula distribuidora se coloque en una situación donde la presión del aceite no se direcciona a ningún lado del servomotor.

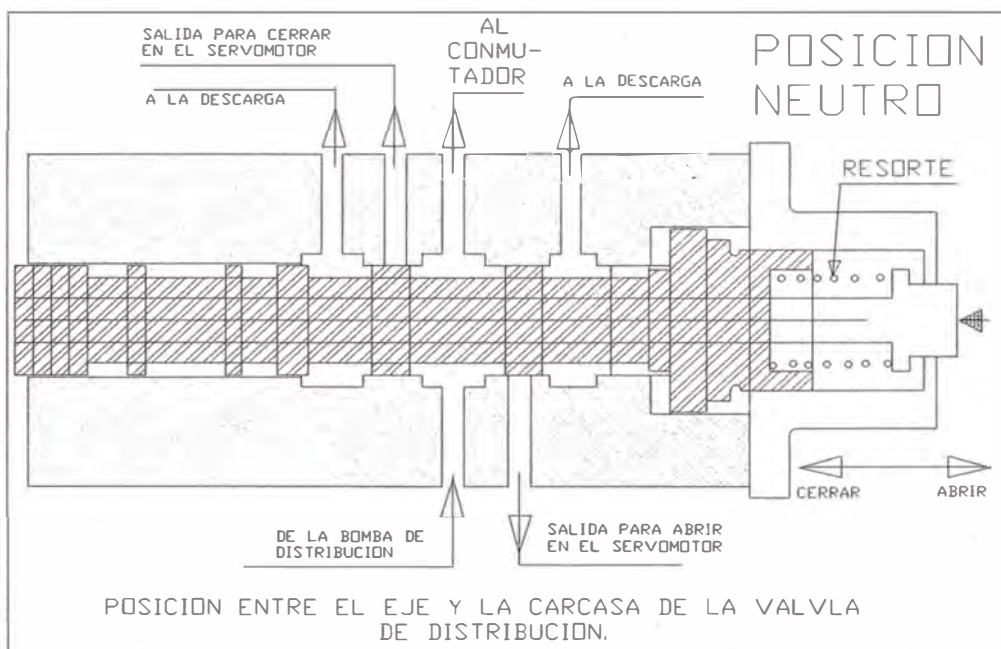


Figura Nº 4.7.- En esta posición, el aceite proveniente de la bomba de distribución, no se direcciona a ningún lado del servomotor.

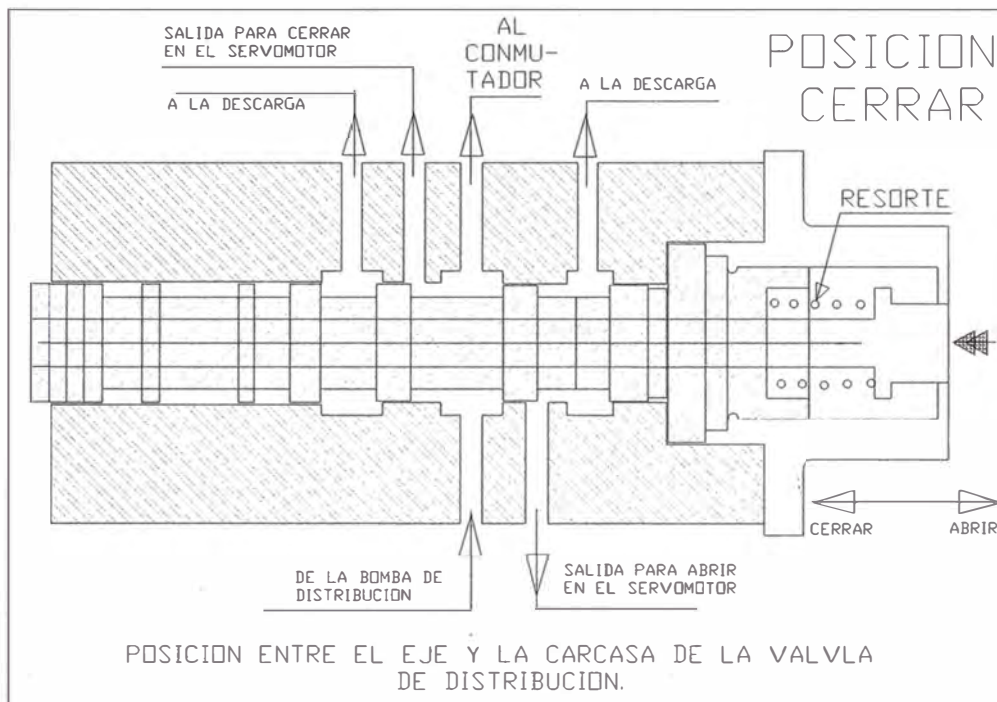


Figura N° 4.8.- En esta posición el eje de la válvula de distribución se encuentra en posición CIERRE.

En esta posición el eje de la válvula de distribución se encuentra de tal manera que el aceite enviado desde la bomba de distribución (12 Bares), está direccionado para que el émbolo de servomotor se mueva hacia la izquierda, cerrando las paletas directrices de la turbina.

Como se ve el eje está siendo empujado hacia la izquierda, que luego retornará por efecto del resorte.

4.1.2.5 Diagrama Eléctrico

El diagrama eléctrico a que nos referimos, es para el control a distancia, desde el tablero de control hasta el motorcito eléctrico del variador de velocidad.

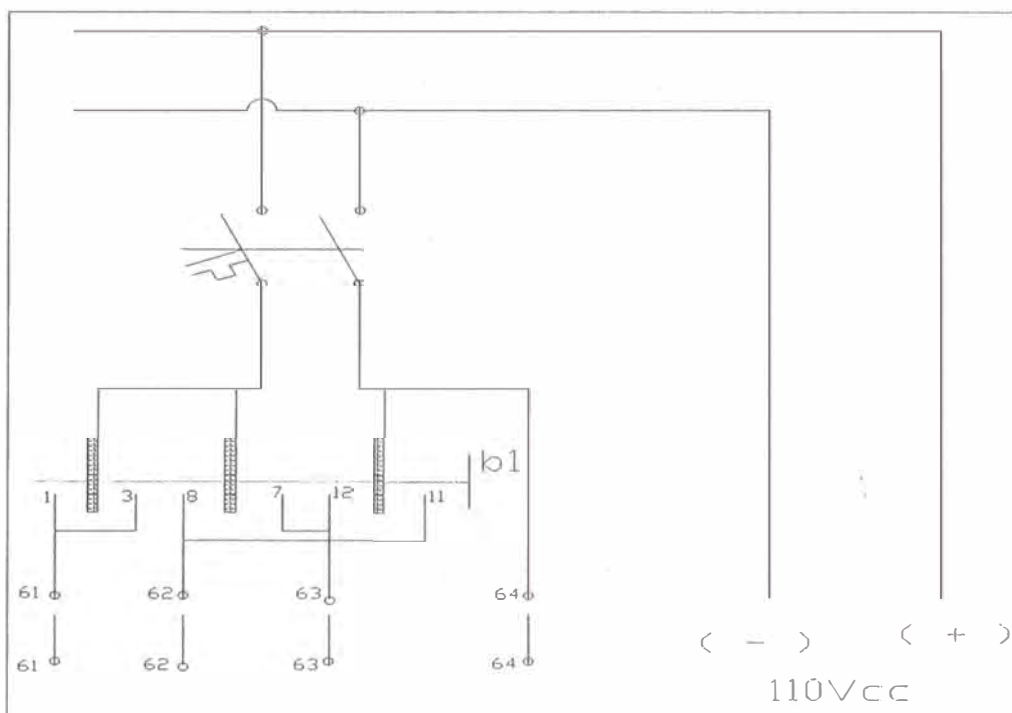


Figura N° 4.9.- Muestra el diagrama eléctrico del conmutador en el tablero de control, que hará actuar al motorcito del variador de velocidad.

MOTORCITO DEL VARIADOR DE VELOCIDAD.

Motorcito de corriente continua, que tiene el siguiente diagrama eléctrico.

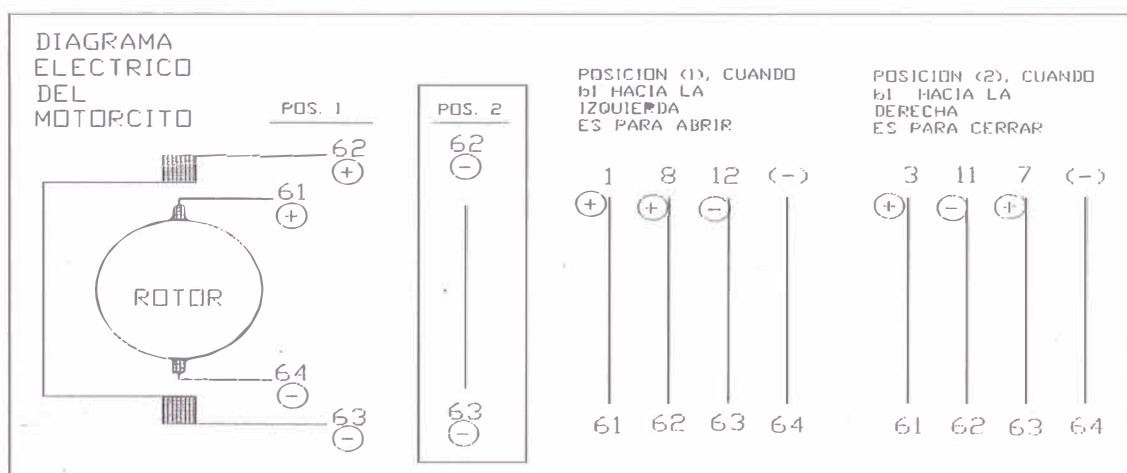


Figura N° 4.10.- Muestra el diagrama eléctrico del motorcito de corriente continua para el variador de velocidad, y las posiciones de su conmutador.

Este motorcito se encuentra en la parte superior del gobernador, junto con el manubrio de la válvula variador de velocidad, su uso esta centrado para la etapa de SINCRONIZACION del generador desde el tablero de control (a distancia), para lo cual el gobernador tiene que estar en posición AUTOMATICO.

Para lo cual el eje del motorcito está conectado al varillaje de la válvula variador de velocidad con un sistema de engranajes - sin, de tal manera que desde el tablero de control se puede cerrar o abrir dicha válvula, modificando así el ingreso de agua a la turbina.

4,1.2.6 Servicios y Recomendaciones

Antes de la primera puesta de servicio.-

Verificar que no haya polvos ni suciedades en el interior del regulador, debe ser limpiado eventualmente con gasolina ó petróleo. Para la limpieza del gobernador nunca debe usarse trapos de lana, sino paños que no sean deshilables.

Seguidamente llenar el regulador con 22.4 litros de aceite bien filtrado, tipo DTE de la Marca Móvil ó Tellus-C, de la firma Shell. Otra marca equivalente de aceite libre de resinas y de ácidos de cerca de 6° E. A 50°C (a ser posible aceite activado), en el caso de haber calor en la zona, se empleara aceite con cerca de 9° E. A 50°C. Tener cuidado para que no entre suciedad ó cuerpos extraños en el regulador durante el llenado de aceite.

Se cierra nuevamente con la tapa del regulador y se aprietan las tapas fuertemente.

Se engrasan las partes móviles externas: la cruceta, rodamiento de la volante; se hecha algunas gotas de aceite en la rosca del vástago del émbolo del servomotor.

El nivel de aceite en la envolvente del regulador no debe nunca descender abajo del indicador en el visor. En caso de que sea necesario debe rellenarse hasta alcanzar nivel recomendado.

El regulador no debe girar NUNCA sin haber aceite en la envolvente del mismo, ya que las bombas estarían rotando sin lubricación.

La correa de accionamiento no debe estar tan floja que golpee, ya que el péndulo comienza a agitarse, si la correa se ha estirado se debe acortar para que quede tensada.

La unión de la correa debe hacerse como sigue: avellanar las puntas de la correa de cuero, pegarlos con pegamento y luego cocerlos con pabilo.

Limpiar periódicamente los filtros de aspiración de la bomba de predistribución.

4.1.2.7 Desmontaje del Péndulo

Para el desmontaje del péndulo de velocidad se debe efectuarse en el orden siguiente:

Sacar la tapa superior del gobernador.

Remover la tapa delantera del regulador.

Quitar las palancas de control.

Desmontar las palancas de control.

Desmontar la tapa en el cilindro de retorno.

Destornillar el rodillo del cilindro de retorno.

Remover el cilindro de retorno.

Soltar la tapa en el pistón de retorno mediante llave especial.

Destornillar las tuercas en el pistón de retorno, mediante llave de vaso (siendo sujetado a polea de la predistribución por un segundo Hombre).

Quitar el pistón de retorno.

Soltar la tapa de soporte para el péndulo y quitar el péndulo en dirección de la flecha hacia la izquierda.

Remover el ajuste del motor, después de desmontar las tuberías.

Destornillar el bulón del casquillo de control, remover el casquillo de Control.

El pre-montaje se consigue en orden inverso.

**GRAFICOS PARA NUMERAR LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL
GOBERNADOR TIPO D-56**

Para este trabajo se ha realizado dos dibujos del gobernador, en dos cortes transversales; en estos dibujos se muestran los componentes mas importantes del gobernador, para luego en la página siguiente mostrar los nombres de cada componente principal debidamente enumerados.

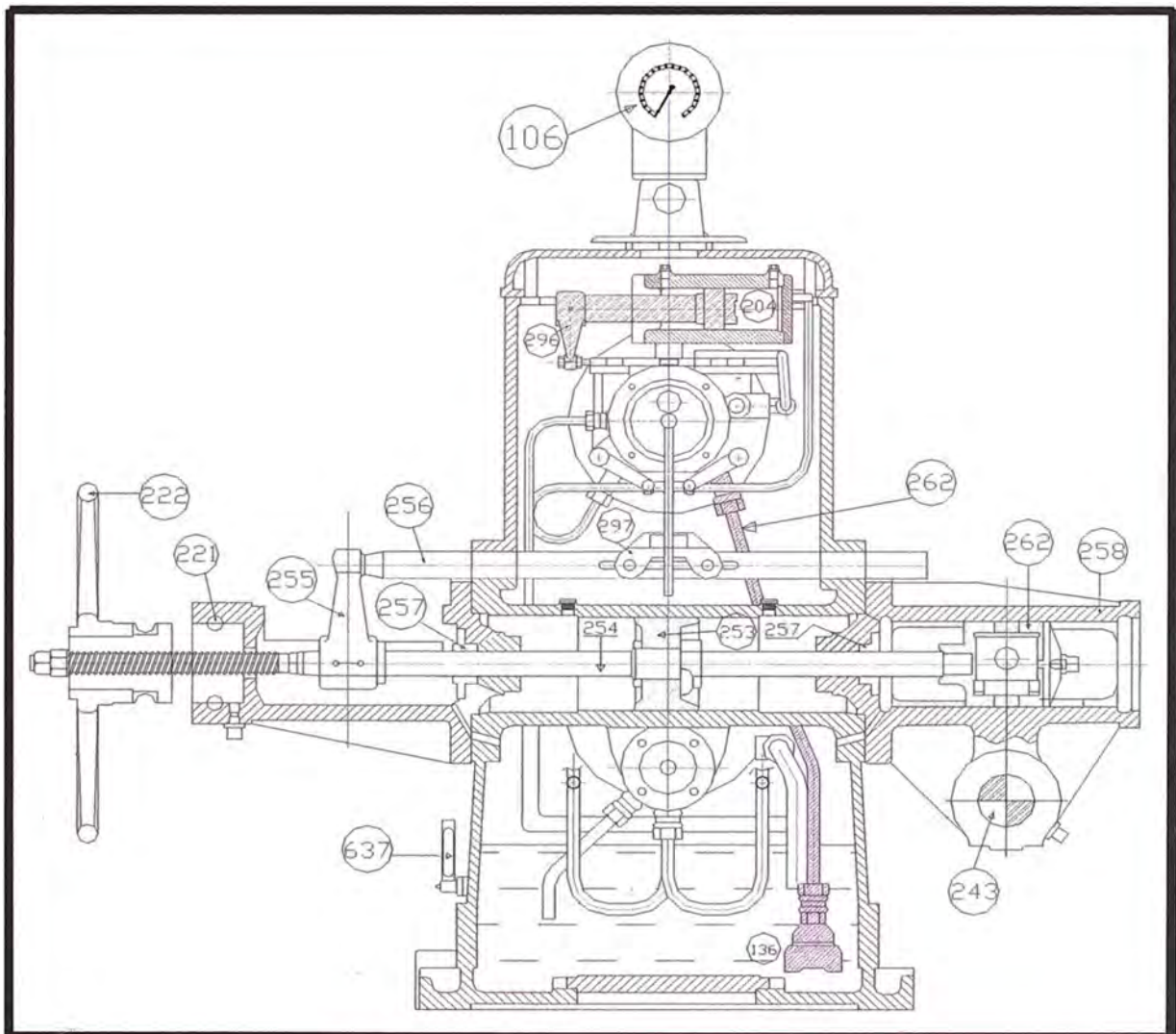


Figura N° 4.11.- Muestra dibujo del corte transversal del gobernador, en el que se puede ver en toda su longitud el eje del servomotor.

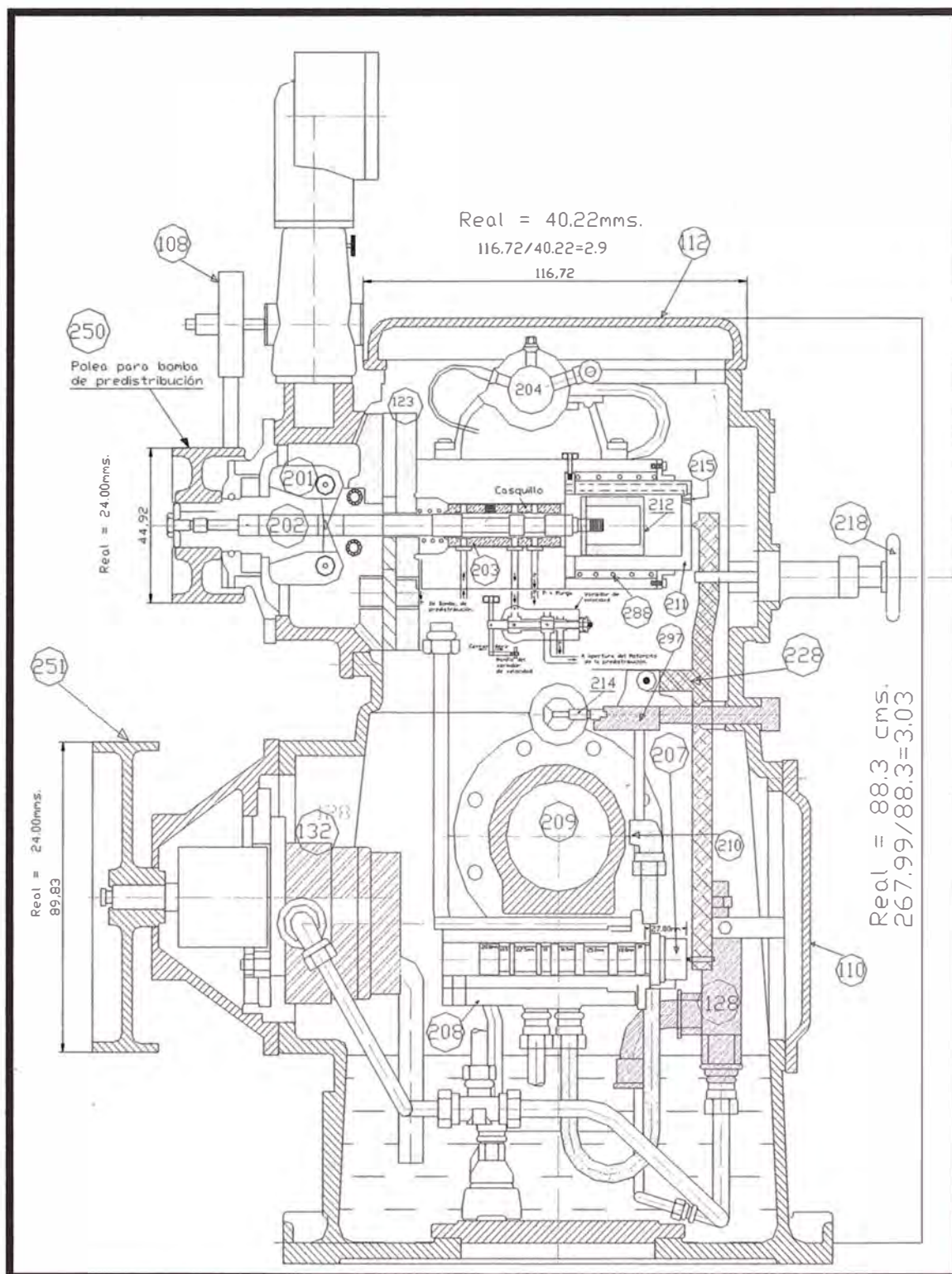


Figura N° 4.12.- Muestra el dibujo el corte transversal del gobernador, en el que se puede observar todo lo largo del eje de la predistribución (clavija).

**INDICE NUMERADO DE LAS
FIGURAS: N° 4.11 y N° 4.12**

- 106 Tacómetro.
- 108 Polea para el tacómetro.
- 110 Tapa lateral del gobernador.
- 112 Tapa superior del gobernador.
- 114 Indicador de nivel de aceite.
- 123 Bomba de predistribución.
- 128 Válvula de seguridad de la bomba.
- 132 Bomba principal de la distribución.
- 136 Filtro de aspiración para la bomba de la predistribución.
- 201 Péndulo de fuerza centrífuga.
- 202 Clavija del péndulo.
- 203 Casquillo de distribución.
- 204 Motor variador de predistribución.
- 207 Clavija de distribución.
- 208 Válvula de distribución.
- 209 Servomotor.
- 210 Ingreso de aceite al servomotor.
- 211 Cilindro de retorno.
- 212 Embolo de retorno.
- 214 Cuña de retroceso.
- 215 Ajuste del tiempo isodrómico.
- 216 Ajuste de las rotaciones manuales.

- 217 Ajuste de las rotaciones eléctricas.
- 218 Limitación de apertura manual.
- 221 Enclavaje de la regulación manual.
- 222 Volante.
- 224 Cuña para la irregularidad.
- 228 Palanca de distribución (sistema intermedio).
- 249 Clavija de distribución para el límite de apertura.
- 250 Polea de la bomba de predistribución, tracción del péndulo.
- 251 Polea de la bomba de distribución.
- 253 Embolo del servomotor.
- 254 Vástago del émbolo.
- 255 Brazo de tracción para el retroceso.
- 256 Vástago de retroceso.
- 257 Consola del mecanismo de accionamiento.
- 258 Consola de la regulación manual.
- 262 Cruceta.
- 275 Cuña para el límite de apertura.
- 288 Muelle para el retorno del péndulo.
- 290 Cuña para el retorno del péndulo.
- 292 Conmutador regulación manual-automático.
- 297 Pieza de deslice para el retorno.

4.2 GOBERNADOR MODIFICADO

4.2.1 Características

Dado a que el mayor desgaste del gobernador esta en el Sistema PREDISTRIBUCION, las modificaciones más importantes se han realizado en este sistema.

4.2.2 Descripción de componentes principales

4.2.2.1 Carter

Es el mismo usado en el gobernador original.

4.2.2.2 Sistema de Predistribución

Se encuentra en la parte superior del gobernador, y está formado por los siguientes componentes:

4.2.2.2.1 Regulador

Marca : WOODWARD.

Modelo : UG-8 1200 RPM.

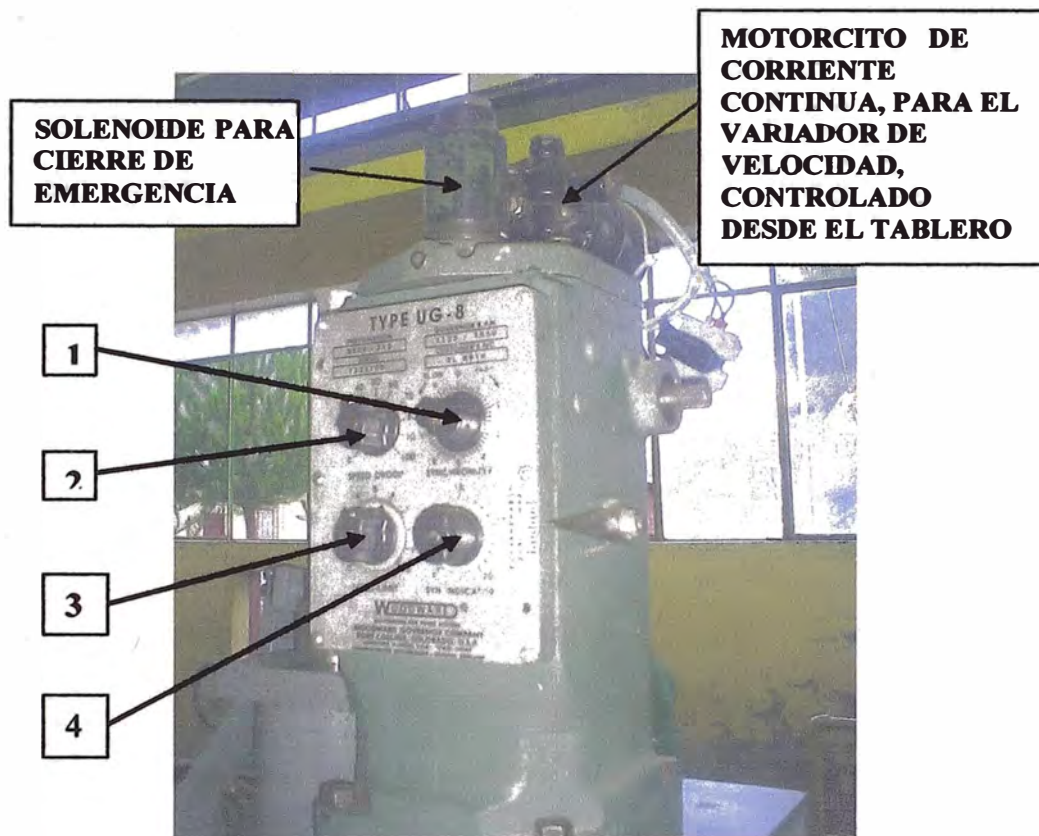


Foto N° 4.13.- Muestra el regulador WOODWARD, instalado en la parte superior del gobernador.

Se encuentra mecánicamente en la parte superior del gobernador, es aquí donde se concentran los dispositivos que regulan la velocidad de la turbina, y está formado por componentes internos, que se reflejan desde unos comandos, los que se muestran en la foto adjunta:

1. SYNCHRONIZER, perilla usada como variador de velocidad, tiene para moverse en sentido horario (FAST) para incremento de ingreso de agua a la turbina (aumento de carga), y (SLOW) para disminuir el ingreso de agua a la turbina (bajar carga).

2. SPEED DROP, esta perilla queda en 50 para una operación normal.
3. LOAD LIMIT, esta perilla usada para el limitador de apertura, cuando la máquina esta parada debe de estar en posición cero, para arrancar la máquina se pone esta perilla en posición 2, y poco a poco se va levantando según sea la carga requerida.
4. SYN INDICATOR.- Indica las veces que ha girado la perilla N°1 (variador de velocidad).

4.2.2.2 Motorcito de Corriente Continua

Situado en la parte superior del regulador, al cual le llegan tres cables desde el tablero de control, para aumentar o disminuir la carga (ordenar abrir o cerrar las paletas directrices de la turbina) a distancia o sea desde el tablero de control. En el diagrama eléctrico N°3, esta identificado como M3.

4.2.2.3 Solenoide o Bobina de Emergencia

Situado en la parte superior del regulador, su función es dar una orden de cierre rápido ante un corte de energía eléctrica generalizada en la Central Hidroeléctrica.

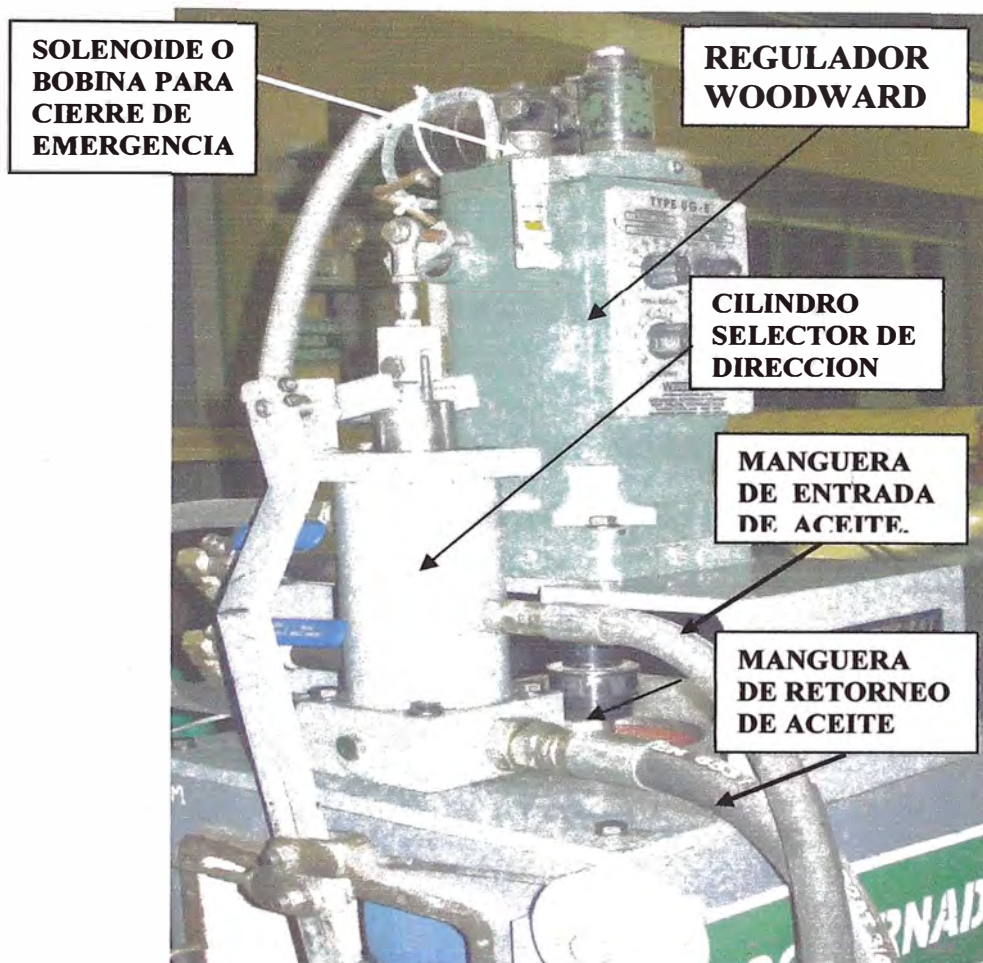


Foto N° 4.14.- Muestra el regulador WOODWARD, y el cilindro selector de dirección.

Como se ve en la foto el eje de este cilindro es accionado desde el regulador woodward.

Si este eje es diseccionado hacia arriba, es para incrementar el agua a la turbina, y si es diseccionado hacia abajo es para disminuir el ingreso de agua a la turbina.

En un caso contingencia (ante una salida intempestiva del generador), actúa de inmediato la bobina o solenoide emergencia, bajando el eje del

cilindro hasta el fondo, para cierre de las paletas directrices con participación de la botella de NITROGENO.

La orden de cierre rápido que da este solenoide esa al cilindro selector, el cual debe de direccionar al aceite hidráulico hacia el cierre.

En caso de que la bomba de aceite hidráulico no trabaje, de todas maneras en este cilindro ya está direccionado para que el Nitrógeno que esta en la botella ordene el cierre de las paletas directrices de la turbina.

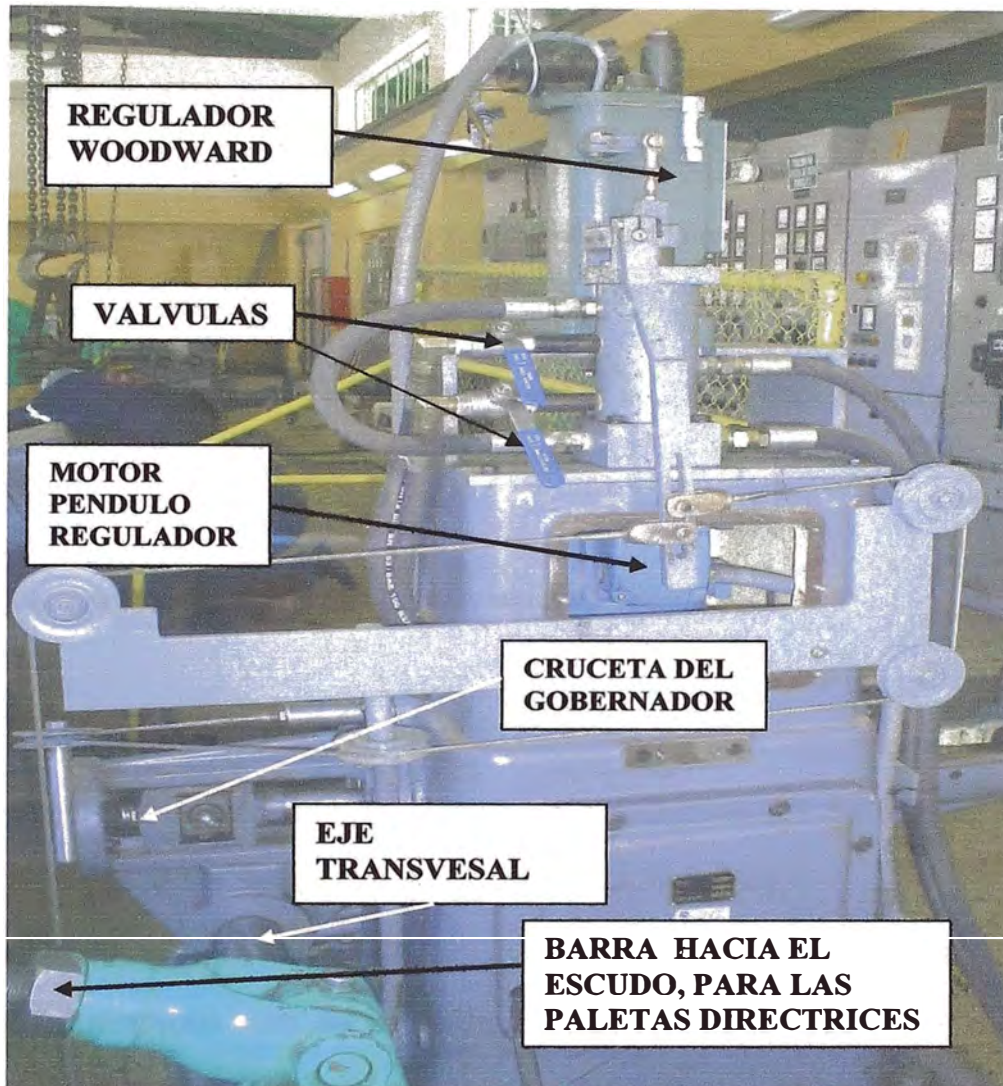


Foto N° 4.15.- Muestra el gobernador con sus componentes principales.

En la parte inferior se muestra el eje transversal sobre el cual está adherida el muñón de donde salen las barras hacia el escudo para mover las paletas directrices.

4.2.2.2.4 Pistón – Cilindro (selector de dirección)

Utilizado para direccionar el aceite proveniente del sistema hidráulico, ya sea para apertura o cierre del servomotor.

El mando lo recibe desde la parte superior, desde un eje que sale del regulador **WOODWAR**.

Y es como se observa en la foto uno antes de la adjunta.

4.2.2.2.5 Válvulas de paso

Un total de tres, para direccionar el aceite según se decida si el gobernador va a trabajar en manual o en automático.

Ver grafico: diagrama hidráulico y ver foto adjunto anterior.

4.2.2.2.6 Motor Péndulo (M2)

Ubicado en la parte inferior del regulador WOODWARD, su eje vertical está acoplado al eje del regulador, con una unión mecánica.

Este motorcito sirve de señal de llegada para el regulador, por lo que la señal de llegada a este regulador es netamente eléctrica, como veremos en el diagrama adjunto, y está como M1, cuya alimentación proviene desde el Transformador T-1.

En este diagrama se ve como el GENERADOR eléctrico principal, tiene una salida de 2.3 KV, hacia el Sistema de Generación Eléctrica, y tiene una derivación a un transformador trifásico de 7.00 KVA de 2.3/046 KV.

Esta energía eléctrica trifásica es llevada a un motor eléctrico, denominado también Motor Péndulo para el regulador, cuyas características son:

Marca : WEG.

Potencia : 1.1 KW.

RPM. : 1130.

Tensión : 440 V.

Posición : Vertical.

Cuya función es hacer girar una bomba hidráulica interna (dentro del regulador Woodward).

Este motor trabaja como un variador de velocidad, ya que recibe tensión directamente de la salida del generador mediante un transformador T-1, 2.3/0.46 KV., si este motor M1, gira a menos velocidad es que el generador requiere de mas fuerza hídrica, para generar lo que se le está solicitando.

Si el motorcito gira a mayor velocidad es que el generador no requiere de mas fuerza hídrica **para generar lo que le están solicitando, y ordenará para que el sistema de Distribución cierre las paletas directrices hasta alcanzar el equilibrio.**

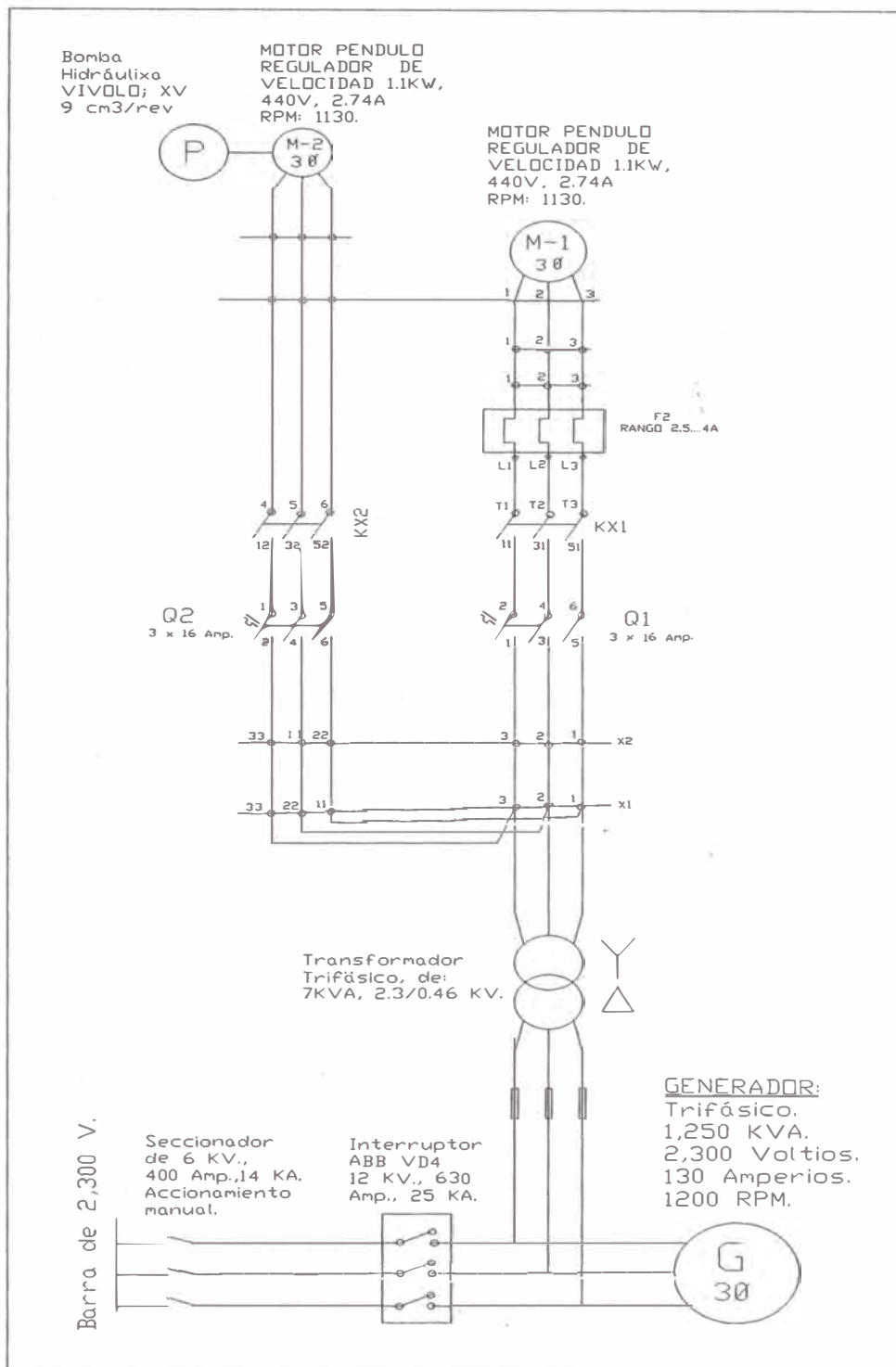


Figura N° 4.13.- Muestra el diagrama eléctrico, de como le llega energía eléctrica a los motorcitos M1 y M2, desde la salida de 2.3 KV. Del generador principal.

4.2.2.3 Sistema de Distribución

En este caso, la bomba de distribución ha sido reemplazado por la bomba del equipo hidráulico, desde dicho circuito esta acoplado a la entrada y salida de aceite del servomotor.

El eje del servomotor esta conectado mecánicamente al eje transversal externo, desde donde se mueven las dos barras para mover el escudo donde se alojan las paletas directrices de la turbina, cuyos componentes son:

4.2.2.3.1 Equipo Hidráulico

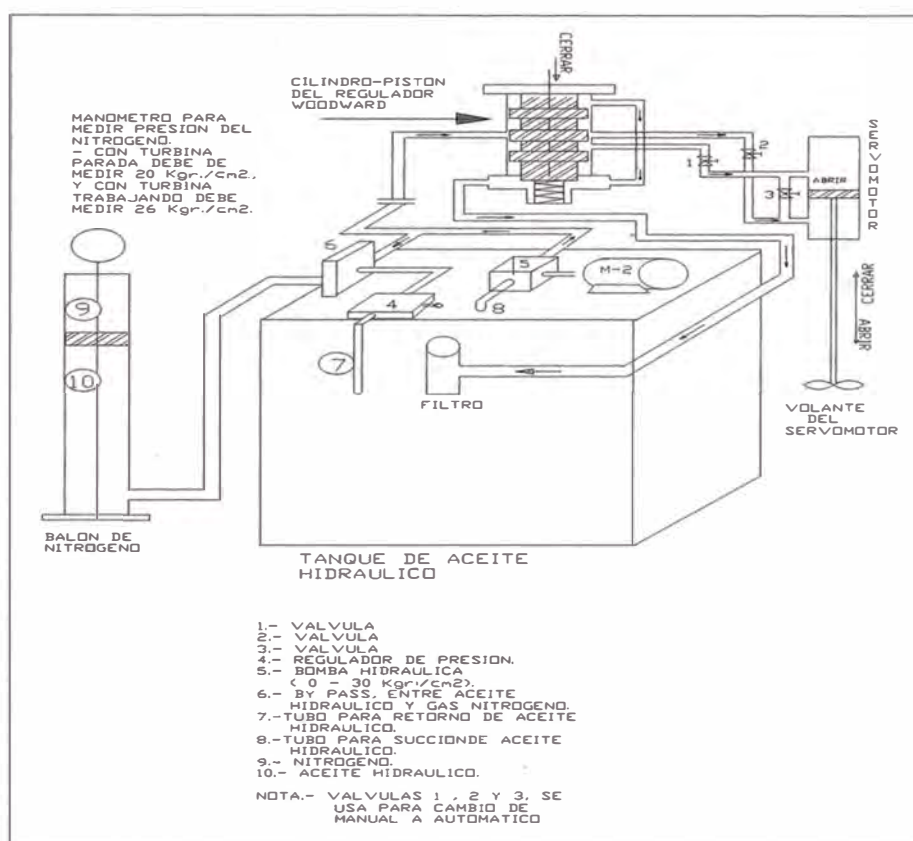


Figura N° 4.14.- Muestra el equipo hidráulico, donde el motorcito N°2, hace girar a una bomba hidráulica, creando una presión de 25 BARES, regulado desde un regulador adjunto (válvula relief).

Esta presión de aceite se distribuye en dos direcciones: uno hacia la botella de nitrógeno y la otra al cilindro selector de dirección.

Este aceite según el cilindro selector deje pasar, llegará hasta el servomotor del gobernador para luego mover las paletas directrices.

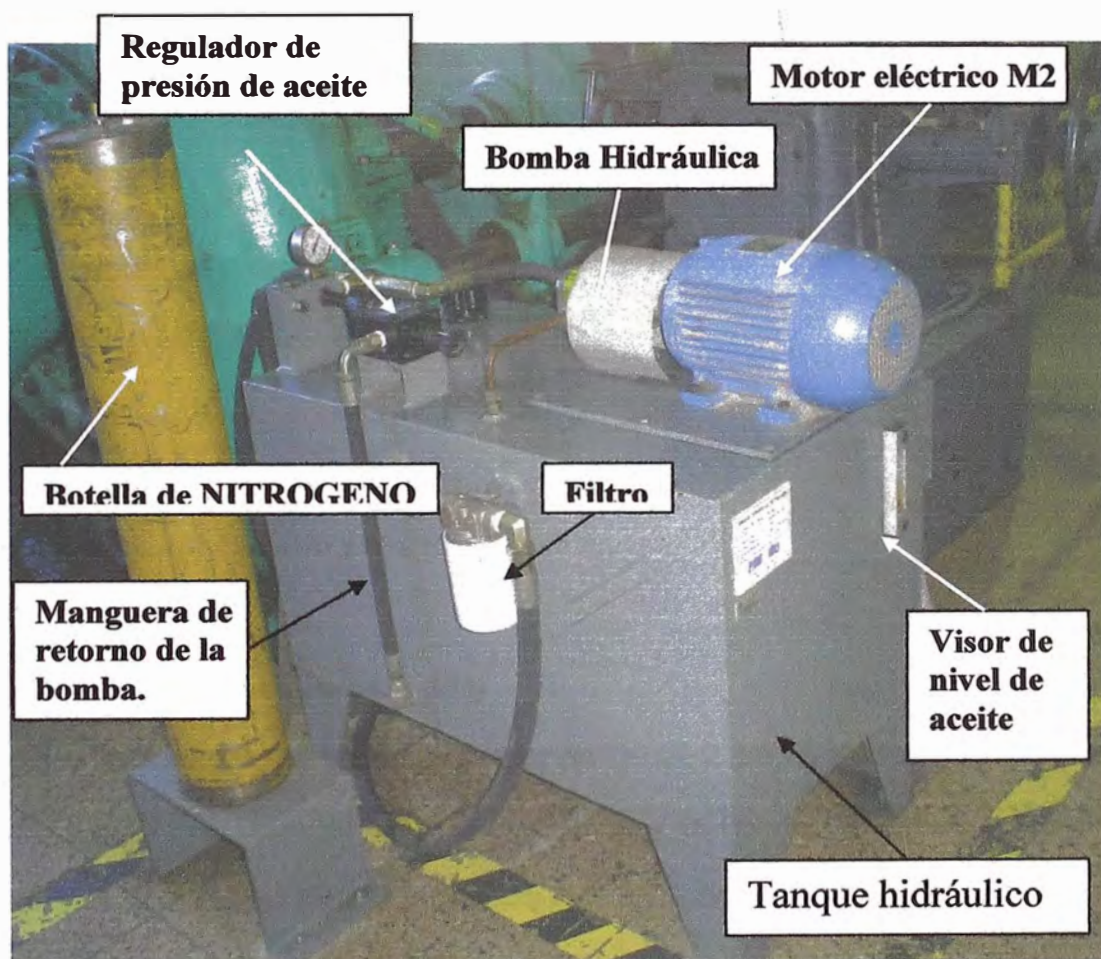


Foto N° 4.16.- En esta foto se muestran los componentes principales del equipo hidráulico.

Este equipo es el que crea la fuerza hidráulica, para el sistema de distribución, y dará la fuerza hidráulica para que el gobernador pueda mover

el servomotor y este a su vez las paletas directrices de la turbina, tiene como componentes:

4.2.2.3.1.1 Tanque Hidráulico

Encargado de almacenar una cantidad de aceite hidráulico para que trabaje el sistema, cuyas dimensiones son las siguientes:

Altos	: 0.50 mts.
Largo	: 0.90 mts.
Ancho	: 0.50 mts.
Construido de plancha de 1/8".	
Presión de trabajo	: 30 Bares.
Fluido	: Aceite ISO 68.
Capacidad	: 170 litros.
Temperatura actual de trabajo: 23°C.	

4.2.2.3.1.2 Motor Eléctrico (M1)

Es alimentado desde el transformador de 7KVA, 2.3/0.46 Voltios.

Su función es entregar energía mecánica a la bomba hidráulica, para el sistema que al final logrará mover las paletas directrices de la turbina.

Características:

Nº fases	: Trifásico
Potencia	: 3.0 KW , 4.0 HP.
Tensión	: 440 Voltios.
Corriente	: 5.90 Amperios.

R.P.M. : 1,725.
Frecuencia : 60 Hz.
Cosfi. : 0.8

4.2.2.3.1.3 Bomba Hidráulica

Encargado de elevar la presión de aceite, desde el tanque del equipo hidráulico, hasta el servomotor pasando por el cilindro-pistón.

Características:

Marca : VIVOLO, Bologna, Italy. XV 2P – D/C.
Caudal : 9 cm³/rev. 23/06/2006.

4.2.2.3.1.4 Regulador de presión

Encargado de regular la presión de aceite que sale de la bomba, es lo que en el gobernador anterior la válvula relif., regula el ingreso del aceite al sistema hidráulico a una presión de 25 bares.

Características:

Marca: BRAMMERTZ.

4.2.2.3.1.5 Manómetro

Indicador de la presión de aceite en baño de aceite, que ingresa al sistema proveniente de la bomba hidráulica, cuyo rango es de 0 – 40 Bares.

4.2.2.3.1.6 Filtro de Aceite

Como se muestra en la foto, encargado de retener las posibles partículas, provenientes del recorrido del aceite hidráulico.

Características:

- Filtro Hidráulico.
- Marca.- Donaldson.
- Tipo.- P551551.

4.2.2.3.1.7 Mangueras Hidráulicas

Son de dos tipos:

- 1.- Entrada de aceite hacia el cilindro selector, y es de las siguientes características:

BALFLEX 2SN DIN19 EN 853 / SAE 100

R2AT ¾" WP. 215 BAR / 3120 PSI 1Q06.

- 2.- Para el retorno de aceite: BALFLEX 2SN DIN 12.

DIN EN R53 / SAE 100

R2 AT ½" WP 275 BAR/ 3985 PSI.

4.2.2.3.1.8 Botella de Nitrógeno

Con contenido de elemento Nitrógeno, el cual es utilizado para casos de emergencia.

Ante un corte intempestivo de la alimentación eléctrica al motor de corriente alterna M2, la presión del nitrógeno que inicialmente es de 20 bares, y que con la presión de aceite llega a los 25 bares, esta presión retorna al sistema hidráulico llegando mediante la manguera hidráulica hasta el ingreso del cilindro selector, donde la posición debe de estar en CIERRE.

Como se muestra en la figura N° 4.10, el embolo dentro de la botella de nitrógeno se encuentra en la parte superior al ser empujado por la presión del aceite proveniente desde la bomba hidráulica, pero cuando la bomba pierde presión por una interrupción eléctrica alterna intempestiva, el embolo retorna hacia la parte inferior empujando al aceite hacia el cilindro – pistón, que direcciona el aceite hacia el servomotor.

Coincidentemente ante una interrupción intempestiva de alimentación eléctrica alterna, por intermedio de la bobina o solenoide de emergencia, en el cilindro-pistón, ya está direccionado hacia el cierre del servomotor. Dando como resultado el cierre de las paletas directrices de la turbina, disminuyendo la sobrevelocidad hasta llegar al 80% de su velocidad nominal de la turbina.

4.2.2.3.1.9 Retorno

Formado por un elemento contrapeso, como se ve en la foto N° 4.17.

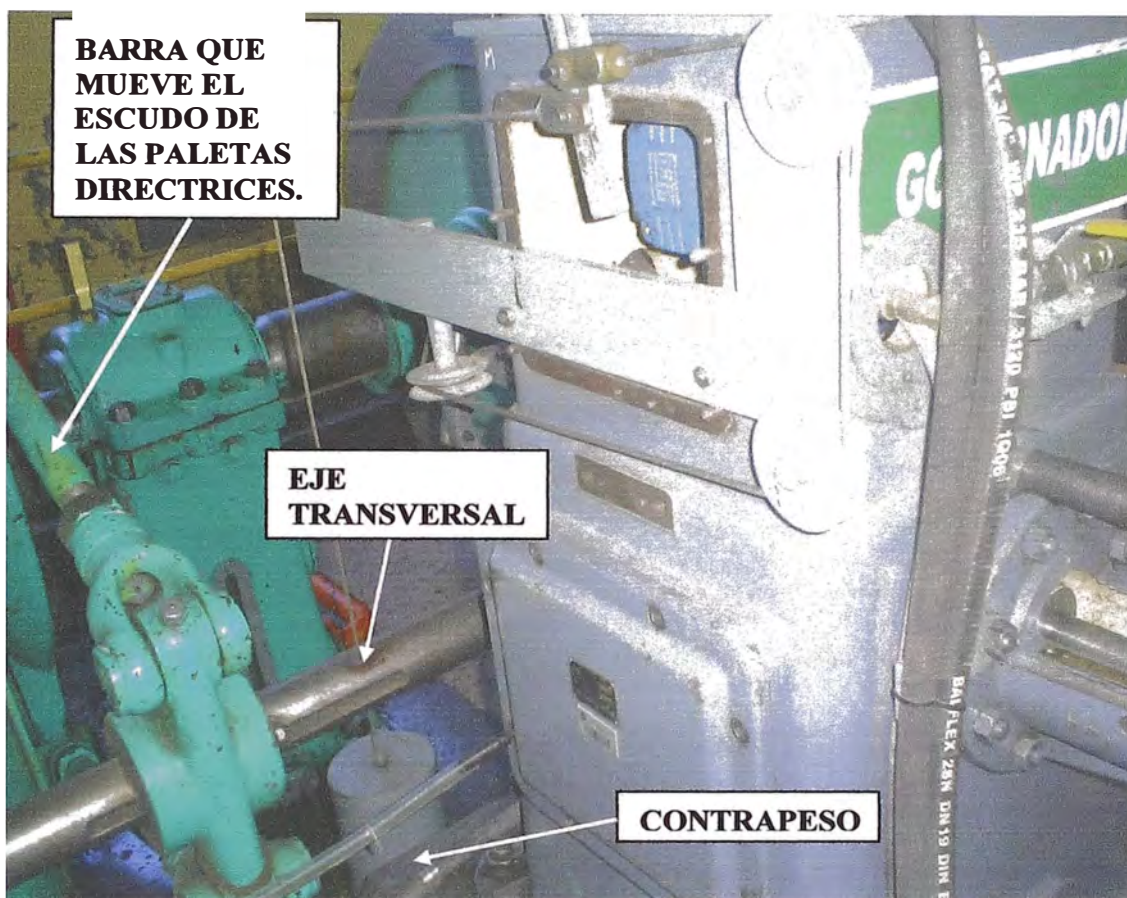


Foto N° 4.17.- Muestra el eje transversal del gobernador, sobre el cual se adhiere el muñón de donde salen las barras hacia el escudo para mover las paletas directrices.

También se ve el contrapeso para el sistema de retorno.

4.2.2.4.1.10 El Servomotor

Formado por un pistón y un cilindro, se encuentra dentro de la carcasa del gobernador en forma horizontal, su función se nota en el diagrama hidráulico, de la figura N° 4.10, tiene en uno de sus lados la volante para accionamiento manual y en el otro lado una cruceta que acopla directamente a un eje metálico, que a su vez este eje moverá a las palancas que van al escudo donde se cobijan las paletas directrices de la turbina.

Este elemento es el mismo que se uso en el gobernador antes de ser modificado.

4.2.2.4 Diagramas Eléctricos

Este diagrama eléctrico, permite observar como es la alimentación eléctrica al motorcito M1, desde el Generador principal G.

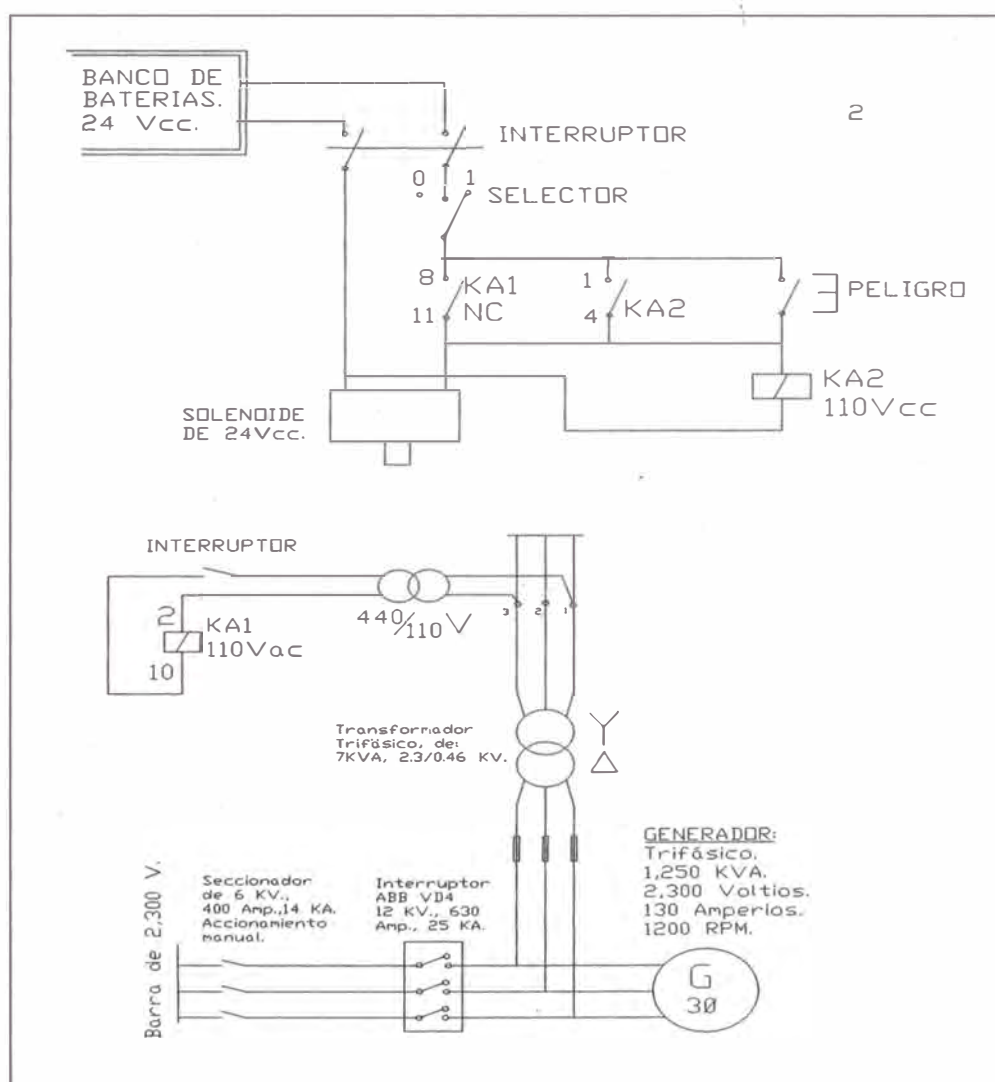


Figura N° 4.15.- Muestra el diagrama eléctrico para el sistema de protección, contra sobrevelocidades.

Donde se muestra al solenoide alimentado con corriente continua desde el banco de baterías, y su alimentación normal es interrumpido por la presencia de corriente alterna, pero en cuanto esta última se interrumpe por problemas de salidas intempestivas, este solenoide empuja verticalmente hacia abajo al eje del cilindro selector para el cierre de las paletas directrices.

Se indicó en el regulador WOODWARD, la existencia de una bobina o solenoide, cuya función es direccionar la presión de aceite hidráulico, en el pistón-cilindro adjunto al regulador, hacia el cierre de las paletas directrices de la turbina.

Como se ve en el diagrama eléctrico, esta bobina está alimentada por una tensión continua de 24 voltios, pero que en su trayectoria esta interrumpido por un contactor con bobina en corriente alterna.

A desaparecer la corriente alterna, por una salida intempestiva del sistema, hace que su contacto NC, se cierre y deje pasar corriente continua al solenoide, actuando este inmediatamente empujando el eje del pistón hacia la posición cierre.

CAPITULO V

ESTRUCTURA DE COSTOS

Regulador WOODWAR	\$ 15,000.00
Equipo Hidráulico	3,000.00
Tanque de Nitrógeno	1,500.00
Transformador de 7 KVA., 2.3/0.46 KV.	3,000.00
Interruptores, contactores, cables eléctricos	400.00
Cableado en el Tablero de control	1,000.00
Motor eléctrico M1	300.00
Motor eléctrico M2	250.00
Motor eléctrico de corriente continua	180.00
Solenoides para emergencia	100.00
Cajas metálicas para protección de interruptores	60.00
Mangueras para sistema hidráulico	120.00
Mangueras flexibles para proteger cables eléctricos	50.00
Transformador de 200 VA, 440/110 Voltios	150.00
Contrapeso metálico	50.00

Base metálica para el regulador Woodward (con plancha metálica de ½" x 20 x20 cms.)	30.00
Cables con aislamiento de 5.0 KV. 12.00 mts.	80.00
Tablero metálico con un 1 Juego de CUT OUTS Para protección del transformador de 7.0 KVA.	1,500.00
3 Válvulas de paso, para el sistema hidráulico	30.00
2 Manómetros: para sistema hidráulico y para el Nitrógeno	80.00
Mano De obra en instalación y prueba	4,500.00
TOTAL	\$ 31,380.00

CONCLUSIONES

1. El gobernador modificado ya tiene a la fecha un año y medio de trabajo continuo y a protegido al generador de varias sobrevelocidades.
2. Ante salidas intempestivas del Sistema interconectado, el sistema de protección a actuado satisfactoriamente protegiendo al grupo hídrico, especialmente de sobrevelocidades.

RECOMENDACIONES

1. Cuando se tenga un gobernador para regular el ingreso de agua para una turbina tipo Francis, con sensor mecánico, y por su antigüedad su mantenimiento no le da CONFIABILIDAD a la operatividad de este equipo, es preferible reemplazar su sensor mecánico por un sensor eléctrico.

BIBLIOGRAFIA

1. Gaudencio Zopetti Júdez, "Centrales hidroeléctricas".

Tercera edición, Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona. Pag. 148 al 152.

2. Catálogo de Regulador Marca: Woodward

Manual 14051 B (Aplicaciones para Turbinas Hidráulicas).

ANEXOS



Muestra de un regulador WOODWARD, en un grupo electrógeno con motor diesel Marca: MAN.

Se encuentra físicamente Entre motor diesel y el Generador eléctrico.



Otra posición del mismo regulador en el motor Diesel.

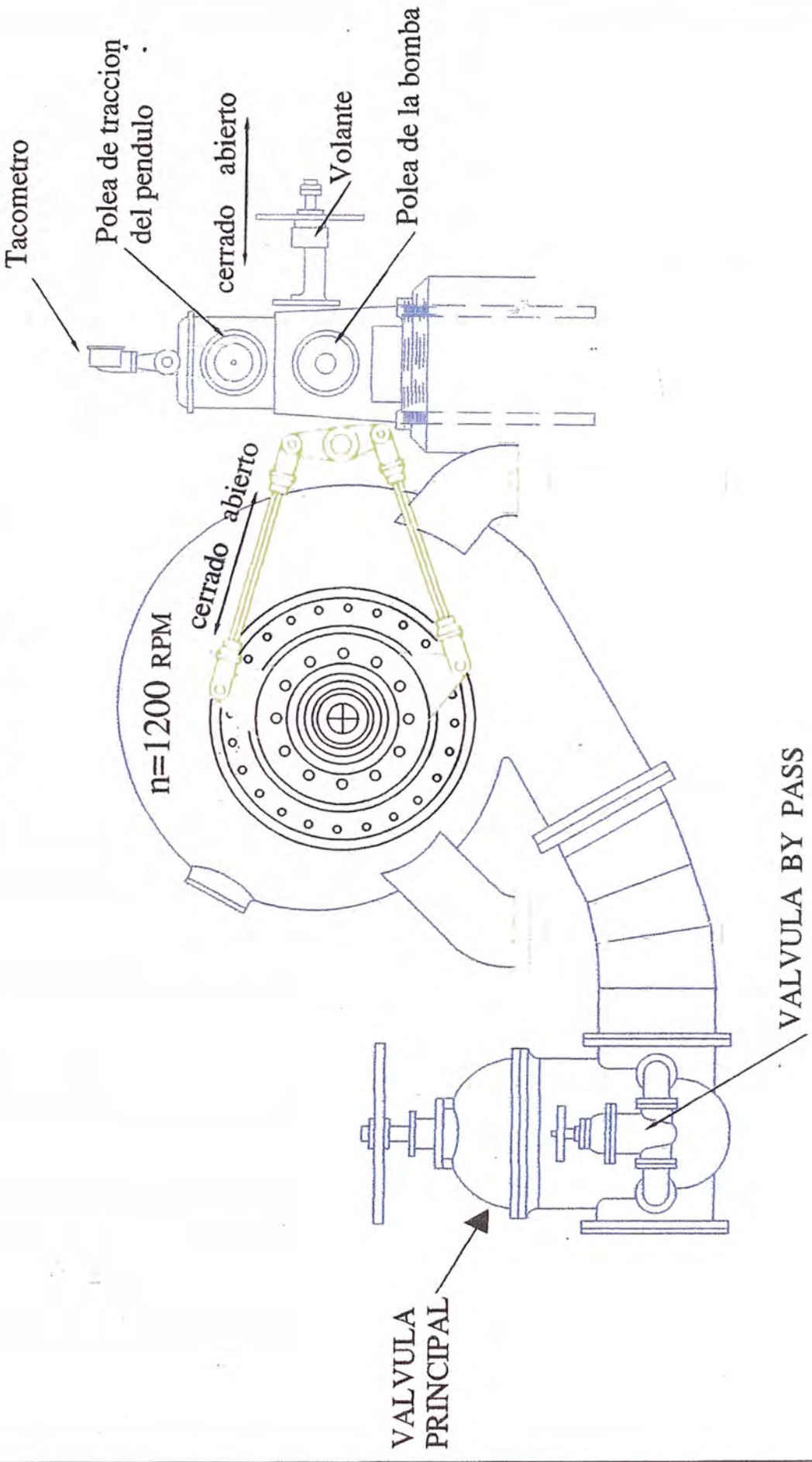
Marca: MAN

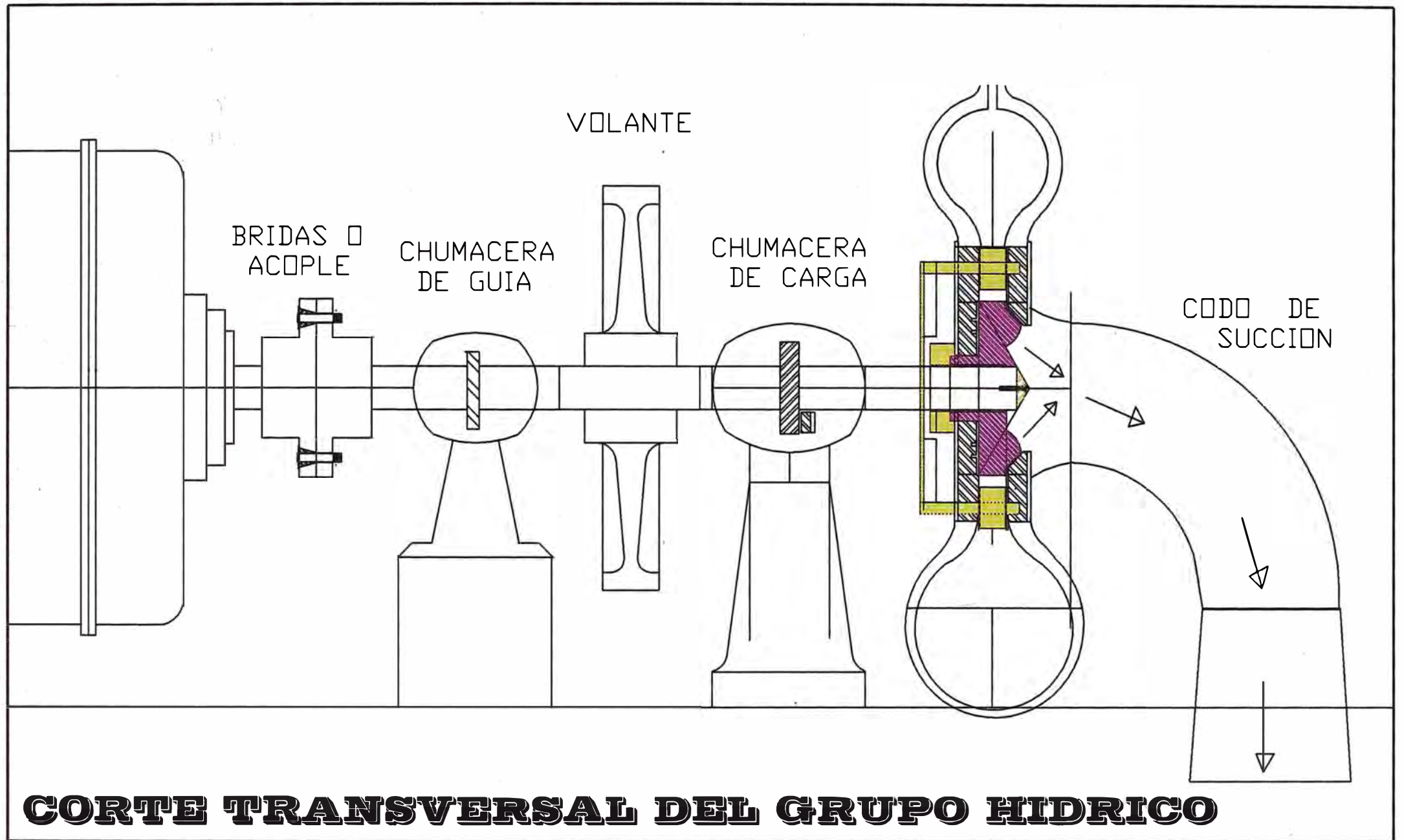
La varilla de control que sale del regulador está ligado
mecánicamente al ingreso de Petróleo para el motor diesel.



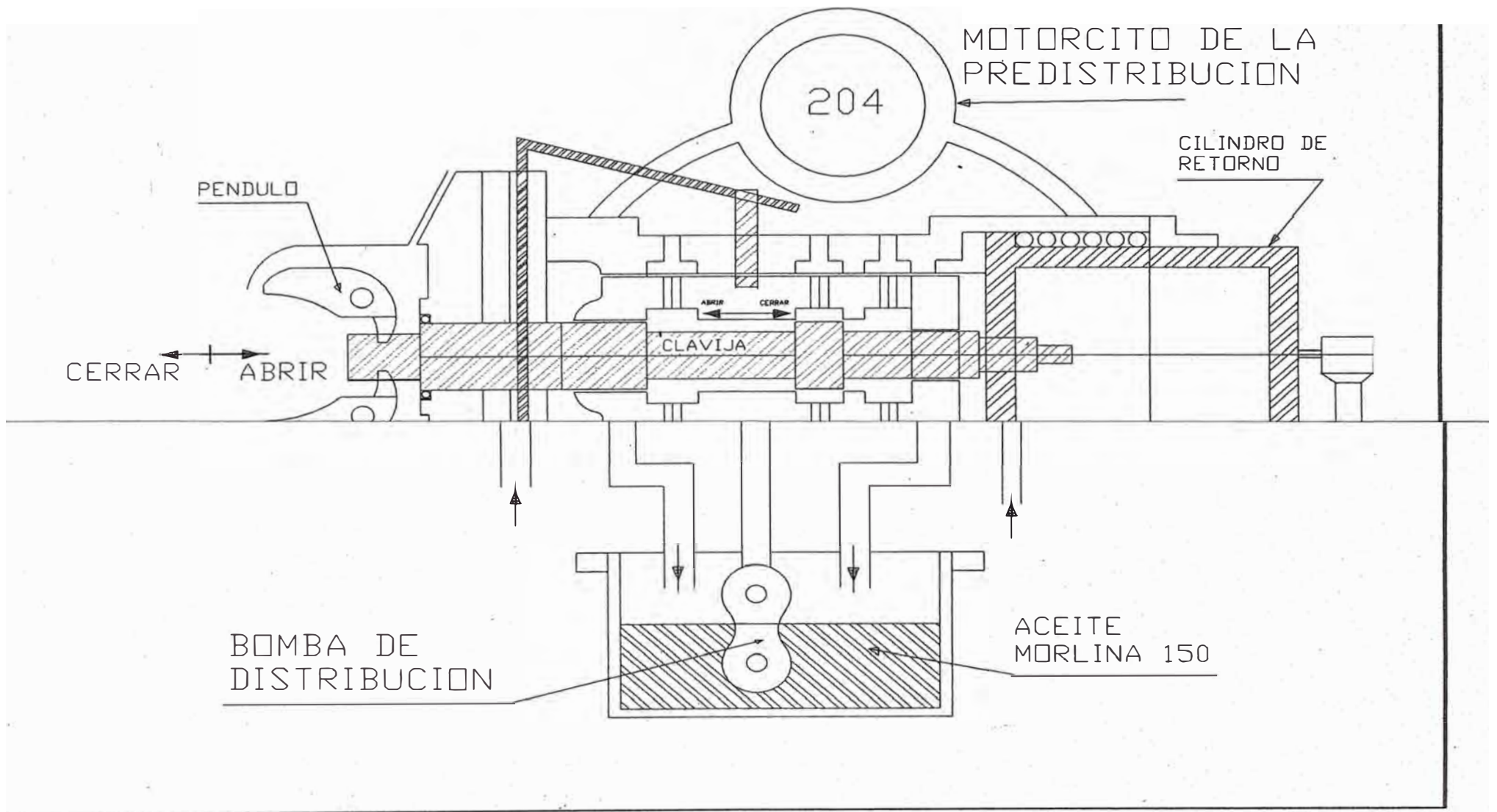
Foto del rodete de la turbina Francis en mención.

TURBINA N°1









Ampliación de la Figura N°4.1

MANUAL GOBERNADOR UG-8

WOODWARD

UG8 Dial Governor

(For Hydraulic Turbine Applications)

Manual 14051 B

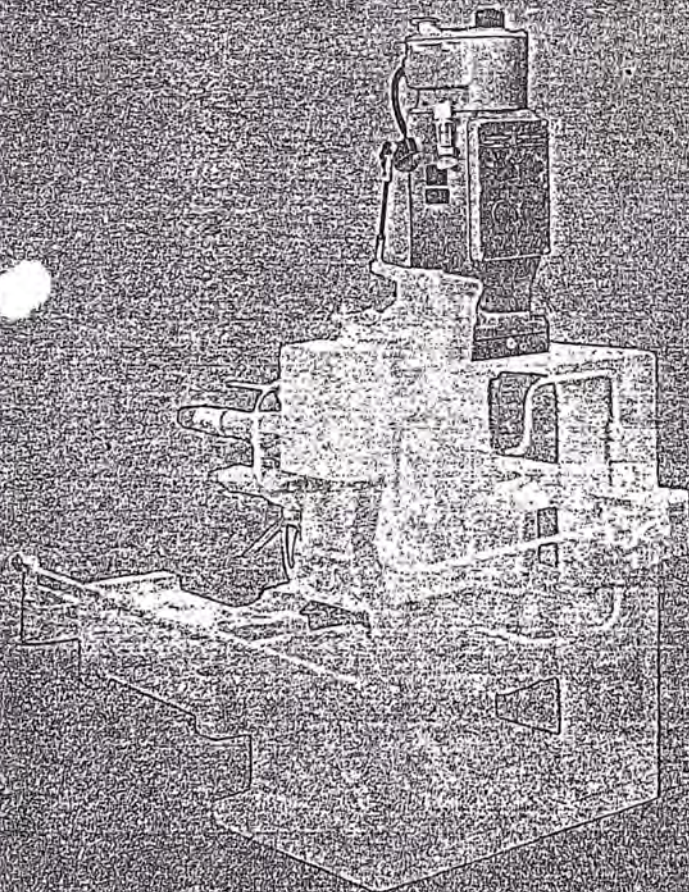
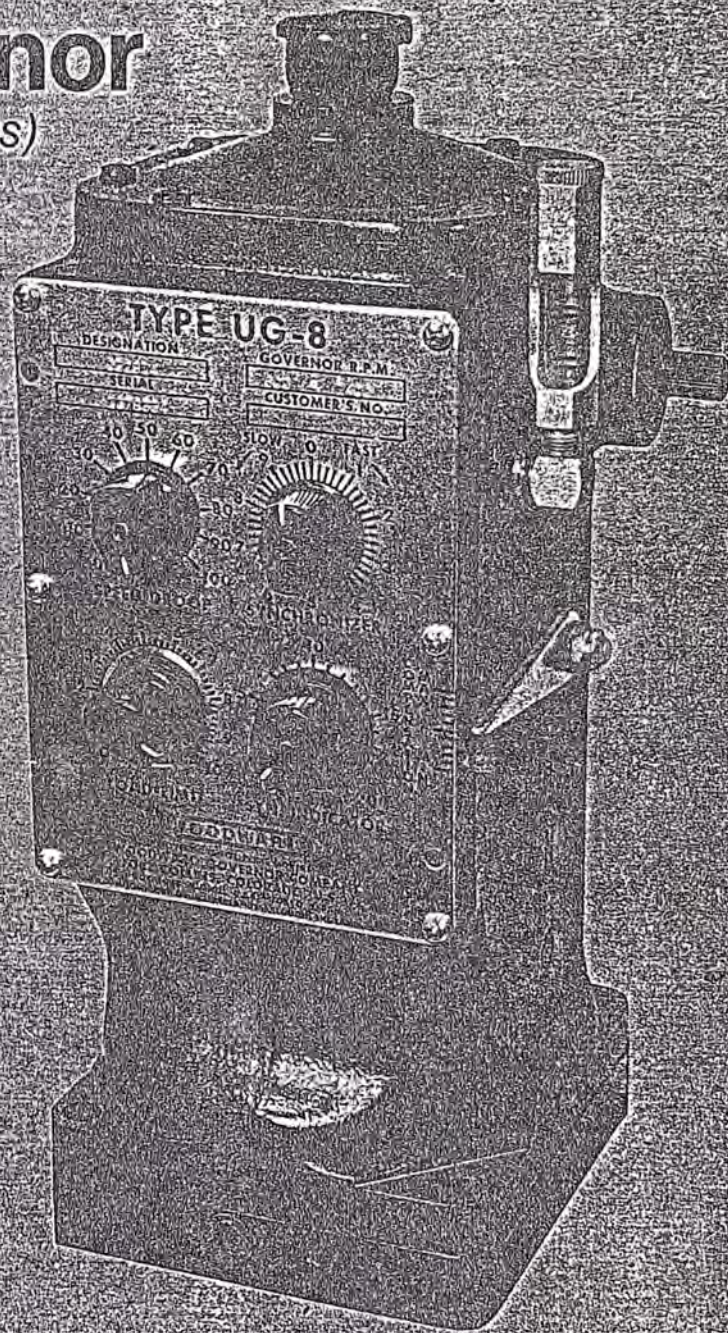


Table of Contents

<i>Section</i>	<i>Title</i>	<i>Page</i>
Section I/General Information		2
Introduction		2
Description		2
Section II/Installation Procedures		4
Introduction		4
Receiving		4
Storage		4
Mounting Requirements		4
Oil Supply		4
Compensation Needle Valve		4
Section III/Description of Operation		5
Introduction		5
Description		5
Operation of the UG8 Dial Governor		8
Section IV/Maintenance		9
Introduction		9
Troubleshooting		9
Governor Disassembly		12
Parts Check		16
Repair or Replacement		16
Cleaning		16
Governor Assembly		16
Test Procedures		30
Section V/Adjustments		32
Introduction		32
Adjustments		32
Compensating Adjustments		32
Two Spring Compensation Adjustment		32
Maximum or Minimum Speed Limit Adjustment		33
Friction Clutch Adjustment		33
Speed Droop Adjustment		33
Pilot Valve Adjustment		34
Section VI/Replaceable Parts		36
Introduction		36
Replacement Parts Information		36
Illustrated Parts Breakdown		36
Section VII/Auxiliary Equipment		44
Introduction		44
PM Speed Setting Motor & Solenoid Shutdown		44
Special Tools		45

List of Tables

<i>Table</i>	<i>Title</i>	<i>Page</i>
1.	Reference Material	3
2.	Troubleshooting	10
3.	List of Special Tools	13
4.	Tools Required for Testing	30

List of Illustrations

<i>Figure</i>	<i>Title</i>	<i>Page</i>
1.	UG8 Dial Governor	2
2.	Outline Drawing of UG8 Dial Governor	3
3.	Schematic Diagram of the UG8	7
4.	Assembly Tools	12
5.	Assembly Tools	23
6.	Centering the Pilot Valve Plunger	24
7.	Pilot Valve Bushing with Round Ports	24
8.	Double Spring Compensation	33
9.	Exploded View of UG8 Dial Governor	36-43

Woodward Governor Company reserves the right to update any portion of this publication at any time. Information provided by Woodward Company is believed to be correct and reliable. However, no responsibility is assumed by Woodward Governor Company for its use unless otherwise expressly undertaken.

UG8 Dial Governor

Section I · General Information

Introduction

The UG8 Governor (Universal Governor, 8 foot pounds output) is manufactured by the Woodward Governor Company, Engine and Turbine Controls Division, P.O. Box 1519, Fort Collins, Colorado 80522. It is also manufactured in our plants in Hoofddorp, The Netherlands; Slough, England; and Tomisato, Chiba, Japan.

This bulletin covers the UG8 Dial Governor. It is arranged into seven sections; General Information, Installation Procedures, Description of Operation, Maintenance, Adjustments, Replaceable Parts, and Auxiliary Equipment.

Description

The UG8 is a mechanical-hydraulic governor for controlling dual fuel or diesel engines, or steam turbines. For hydraulic turbine applications, the UG8 is mechanically linked to a hydraulic amplifier system, (type UG hydraulic turbine control) which in turn is connected to a water control device.

The maximum work output of the UG8 is 8 ft-lbs. over the full 42° travel of its output (terminal) shaft.

Normally, the UG8 operates isochronously (constant speed) regardless of load on the unit, except during transient load conditions.

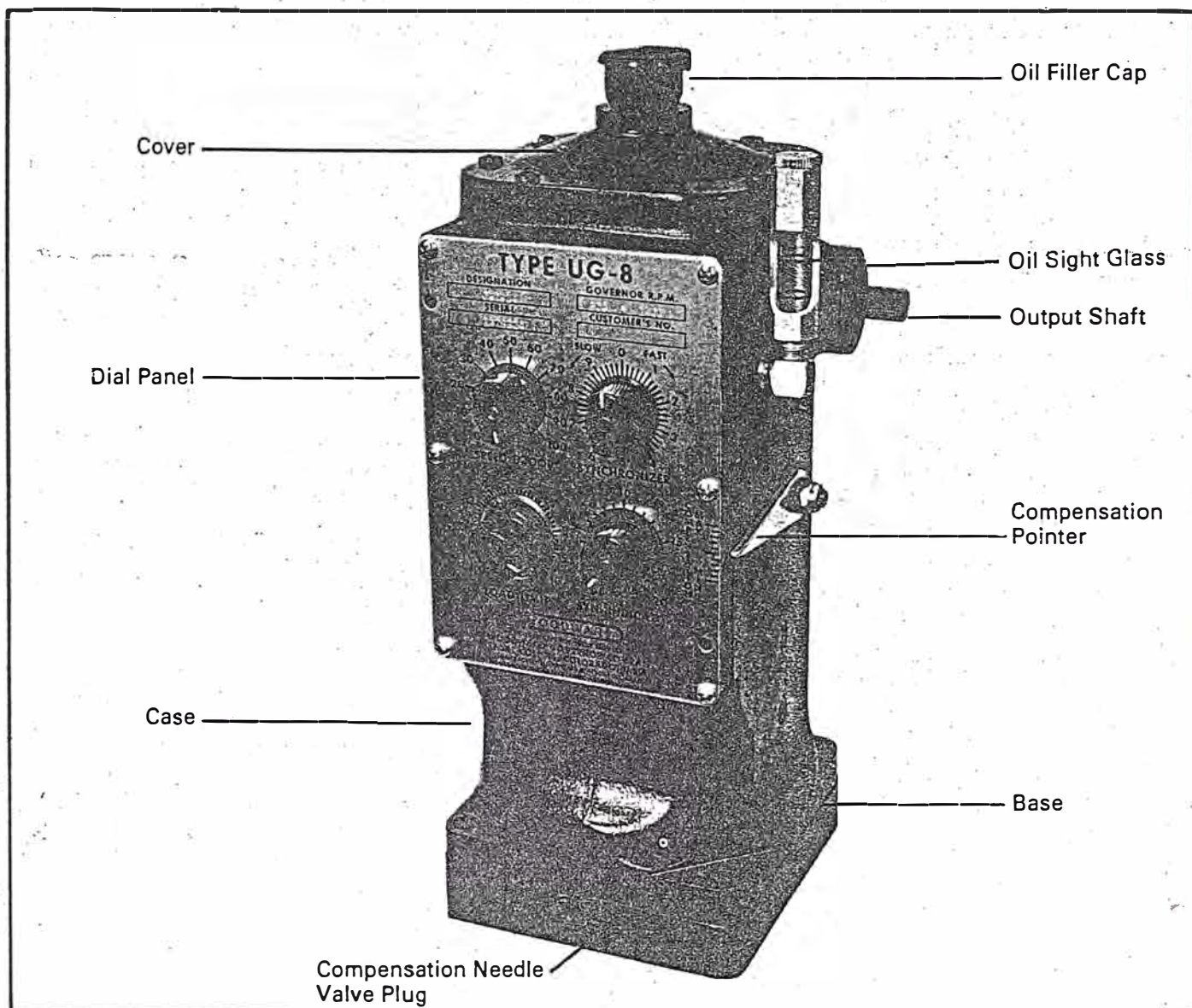


Figure 1. UG8 Dial Governor

Table 1. Reference Material

Item	Number	Title
Product Specification	03029	UG8 Governor
Specification Procedure	25075	Commercial Preservation Packaging for Storage of Mechanical-Hydraulic Controls
Manual	03013	Shutdown Solenoid for UG Governor
Manual	03504	Special Tools for UG8 & UG40 Governors
Manual	03505	Speed Adjusting (Synchronizing) Motor Parts Catalog & Lubrication Guide

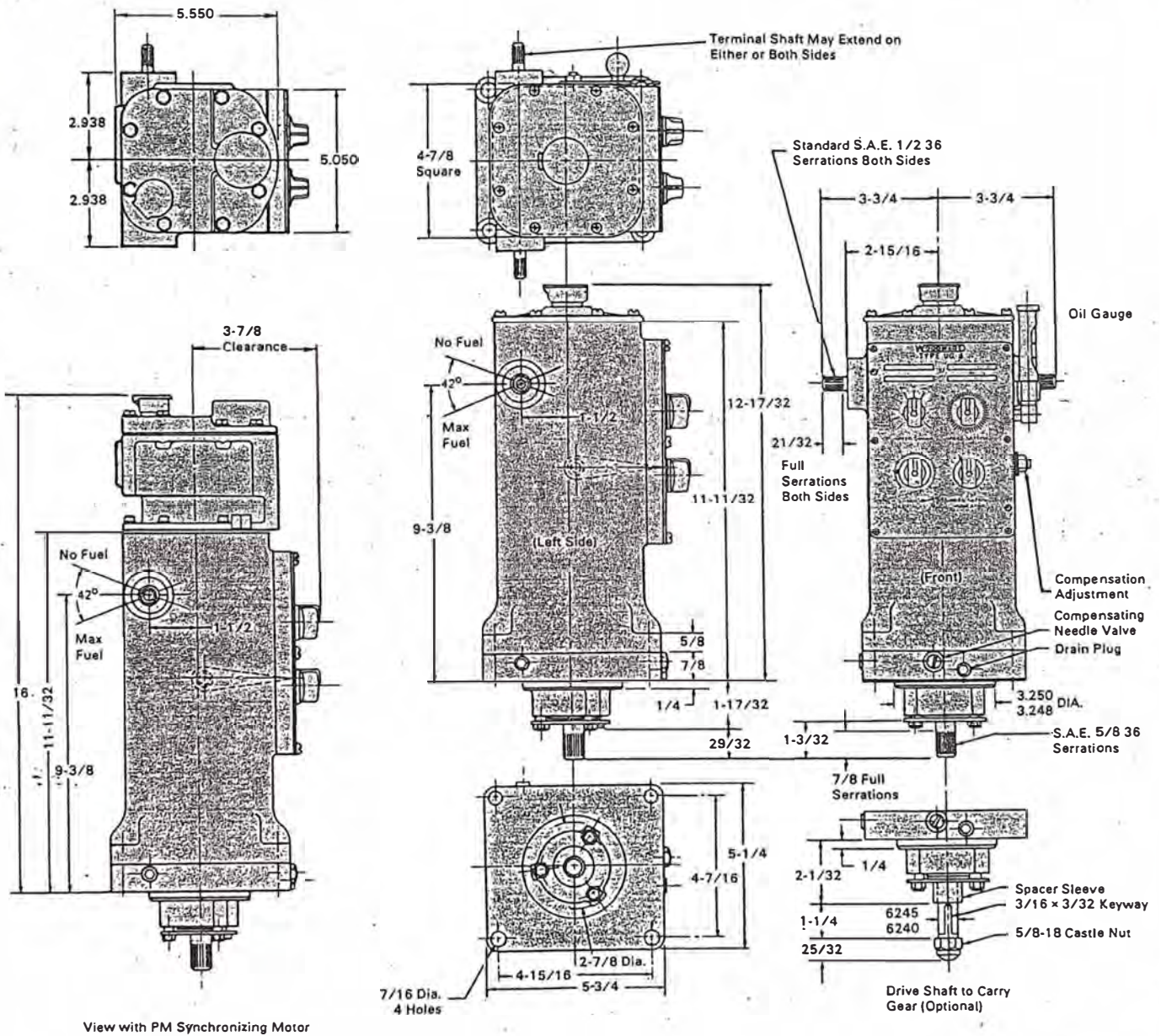


Figure 2. Outline Drawing of UG8 Dial Governor

Section II · Installation Procedures

Introduction

This section provides information necessary for receiving, storage, mounting, and start-up adjustments.

Receiving

When you receive your UG8 governor it will be bolted to the type UG control mounting bracket. After the governor is tested at the factory, it is drained of oil. This leaves a light film of oil covering the internal parts, preventing rust. No internal cleaning is required. Unpainted external surfaces were sprayed with a rust preventive film. This film must be thoroughly removed and pivot points lubricated with light oil, before installation of the unit.

Storage

If a governor is being stored for any period of time please refer to Woodward's specification procedure 25075 "Commercial Preservation Packaging for Storage of Mechanical-Hydraulic Controls".

Mounting Requirements

The UG8 is factory mounted on UG control frame. The type UG control must be anchor bolted to a mounting pad.

Refer to the outline drawing, figure 2, for mounting hole sizes and governor dimensions. Refer to the type UG hydraulic turbine control arrangement drawing for the control frame mounting dimensions.

The recommended rated speed range for the governor drive is 1000 to 1500 RPM. The drive power requirement is 1/3 HP at normal speed and operating temperature. The UG8 governor may be driven either CW or CCW.

LA VELOCIDAD DE REGIMEN RECOMENDABLE
PARA EL ACCIONAMIENTO DEL REGULADOR
ES 1000 A 1500 RPM
LA POTENCIA DE TRANSMISION
REQUERIDA ES 1/3 HP PARA UNA
OPERACION NORMAL

Oil Supply

Fill the governor with oil to a level between the lines on the oil gauge sight glass. Oil must be clean and of a grade suitable for the particular operating conditions. We recommend approximately 1-1/2 quarts of SAE 10 to 50 oil, depending on operating temperature, for the governor. Recheck the oil level after the engine is started and add oil if necessary. Do not overfill.

The best UG governor operation is obtained with the oil in the UG8 governor itself between 100 and 300 SUS. Thus, on the coolest days, with the unit not generating, the oil should not be above 300 SUS and on the warmest days, with the unit generating, the viscosity should not be below 100 SUS. Over a governor operative range of 80° F (27° C) to 160° F (71° C), we recommend an automotive SAE 10W30 oil. When the powerhouse temperature results in a starting oil temperature which is between 80° F (27° C) and 20° F (-7° C), sluggish operation of the equipment may result until the oil warms up. This warm-up period is not detrimental to the equipment but governor operation will not be optimum.

For excessively low temperatures, use transmission fluid type A, type F or Dextron II which has an operating range of 120° F (49° C) to -20° F (-29° C).

For high temperatures use SAE 15W40 oil which has an operating range of 40° F (4° C) to 190° F (88° C).

Compensation Needle Valve

Adjust the needle valve on new installations per instructions in section five.

Section III · Description of Operation

Introduction

Basic UG8 operation is similar for all types. The only difference is in the method of setting the speed. Auxiliary devices provide different functions but do not alter the basic operation of the governor. Along with the text, a schematic diagram, figure 3, is provided for a visual means of understanding the operation of the UG8 Dial Governor.

Description

Before getting into the operation of the UG8 a brief description of the components will facilitate understanding the operation.

Oil Pump

The oil pump system is housed in the bottom of the controlet. The controlet is mounted directly to the base. The oil pump system consists of two gears and four check valves. One gear is part of the rotating bushing and the other gear is part of the laminated drive. The rotating bushing is driven by the governor drive shaft. As the bushing rotates it rotates the laminated drive. The oil pump gears can be driven either CW or CCW.

Oil flow is directed through the check valve system into the accumulator system.

Accumulator

The accumulator is also housed (two cylinders) in the controlet. The accumulator consists of two spring loaded pistons. Oil is pumped into the cylinders and increased to 120 psi by the accumulator springs. If the oil pressure exceeds 120 psi, oil is released back to sump through a relief port in each cylinder.

Oil flows from the accumulator through passages to the top of the power piston and to the pilot valve system.

Power Piston

The power piston (servo) is also housed in the controlet. It is a differential type with oil pressure on both the top and bottom of the piston. The upper end of the power piston is connected to the terminal (output) shaft through a power lever and link assembly.

The bottom of the power piston has a larger area than the top of the piston. Therefore less oil pressure is required on the bottom than on the top when the piston is stationary. If the oil pressure is

the same on both the top and bottom of the piston, the piston is moved upward to rotate the terminal shaft in the increase direction. The piston moves downward only when oil under the piston is released to sump.

Oil to or from the bottom of the power piston is regulated by the pilot valve system.

Pilot Valve System

The pilot valve system is housed in the controlet. It consists of the rotating bushing (mentioned previously), and the pilot valve plunger. The bushing is rotated by the drive shaft and through this rotation, friction between the pilot valve plunger and bushing is reduced. The pilot valve plunger (PVP) has a control land that regulates oil flow through ports in the bushing.

When the PVP is lowered high pressure oil flows to the bottom of the piston, raising the power piston. When the PVP is raised, oil is released to sump from under the power piston. The higher pressure on the top of the piston forces the piston downward. When the PVP is in its centered position the control land covers the control port as shown in the schematic, figure 3, and there is no movement of the power piston.

The PVP movement is controlled by the ballhead.

Ballhead System

The ballhead system consists of a ballhead, flyweights, speeder spring, thrust bearing, speeder plug, and speeder rod. The ballhead is geared and is driven by the laminated drive. The flyweights are attached to the ballhead with pivot pins. A thrust bearing rides on the toes of the flyweights. The speeder spring is held in position on the thrust bearing by the speeder plug. As the ballhead rotates the flyweights pivot outward due to the centrifugal force. At the same time the speeder spring is forcing the thrust bearing downward on the flyweight toes. This downward force opposes the centrifugal force of the flyweights. Increasing the drive speed increases the centrifugal force. Compressing the speeder spring with the speeder plug increases the downward force and in turn increases the governor speed setting. The prime mover must run faster to produce a higher centrifugal force to overcome the speeder spring force and rebalance the system.

Speeder spring force or speed setting is controlled manually through the synchronizer (speed) adjusting knob. When the governor is equipped with a speed adjusting motor the speed setting may be controlled remotely.

Compensation System

Two pistons, an actuating and a receiving piston, along with a needle valve make up the compensation system.

The actuating piston is linked to the terminal shaft by a compensation adjusting lever. A pivotable fulcrum rides on the adjusting lever. Changing the fulcrum's position allows the adjusting lever to control the amount of stroke available for the actuating compensating piston.

The receiving piston is connected through a floating lever to the pilot valve plunger and the speeder rod.

The needle valve controls the flow of oil between the oil sump and the actuating piston and receiving piston.

Moving the actuating piston downward forces oil under the receiving piston. As the receiving piston is forced upward it lifts the PVP to close off the control port which stops the flow of oil to the bottom of the power piston.

Load Limit Control (Gate Limit)

The load limit control consists of an indicator disc geared to a load limit rack. The control knob is also attached to the load limit cam.

Load is limited mechanically by positioning the load limit knob (cam 210). When the load indicator reaches the preset point the PVP is lifted stopping any further increase of gate opening.

Prime mover shutdown is possible by turning the load limit control to zero. This turns the cam, forcing the load limit lever and shutdown strap downward. As the right end of the load limit shutdown lever is forced downward it pivots about its fulcrum and lifts the pilot valve plunger releasing oil from under the power servo.

CAUTION

Do not manually force prime mover linkage to increase gate without first turning the load limit control knob to maximum position (10).

Synchronizer

The synchronizer is the speed adjusting control and is used to change unit speed for a single unit. On units paralleled with other units it is used to change unit load. The upper knob, "SYNCHRONIZER", is the control knob while the lower knob, "SYN. INDICATOR", indicates the number of revolutions of the synchronizer control knob.

Speed Droop

Speed droop consists of a control knob, cam, and linkage, which when preset, varies the compression of the speeder spring as the terminal shaft rotates. Increasing the gate opening reduces speeder spring compression and in turn the governor speed setting. The unit gradually reduces its speed as load is applied. This relationship between load and speed acts as a resistance to load changes when the unit is interconnected with other units either mechanically or electrically.

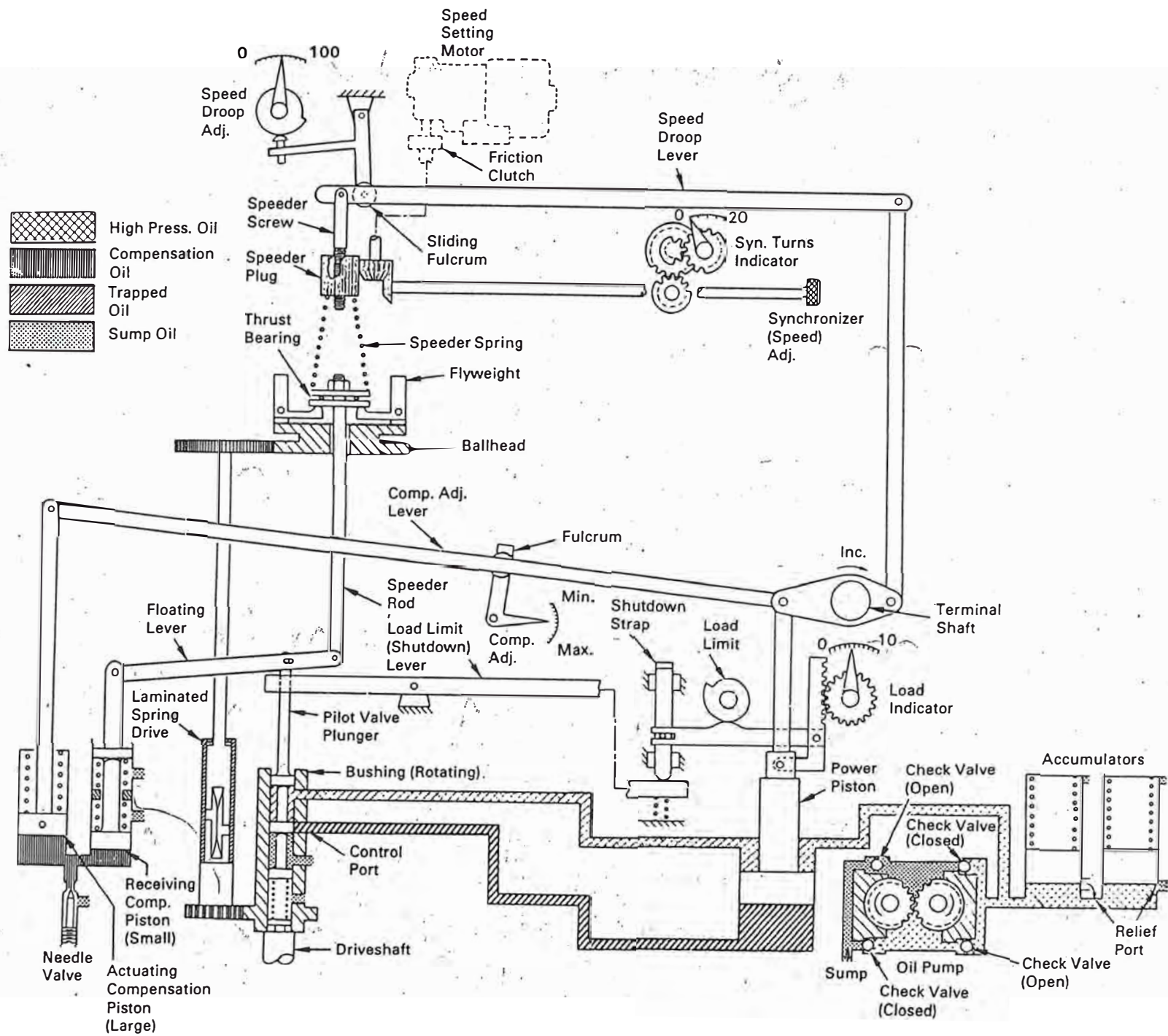
Setting the speed droop control automatic divides and balances load between prime movers that drive the same shaft or are paralleled in an electrical system.

Reducing droop to zero allows the unit to change load without changing speed. Normally, set zero droop on units running alone. On interconnected units, set the least amount of droop possible to provide satisfactory load division:

For ac generating units tied in with other units set droop sufficiently high (30 to 50 on dial) to prevent interchange of load between units. If one unit in the system has enough capacity, set its governor on zero droop and it will regulate the frequency of the prime mover system. If its capacity is not exceeded this unit will handle all load changes.

Operate the SYNCHRONIZER, of the governor zero droop, to adjust the system's frequency. Operate the SYNCHRONIZERS, of the governors that have speed droop, to distribute load between units.

Figure 3. Schematic Diagram of the UG8 Dial Governor



Operation of the UG8 Dial Governor

General

Refer to figure 3 which is a schematic diagram of the dial speed setting UG8 governor. This schematic is of a basic design and does not include any auxiliary equipment.

Changes in governor speed setting produce the same governor movements as do changes in load on the unit.

Decrease in Load

Assume the prime mover is running on speed; i.e., the control land of the pilot valve plunger is centered over the control port of the rotating bushing. The flyweights are in a vertical position for normal steady state operation.

A reduction in load creates an increase in speed. As speed increases the centrifugal force of the flyweights increases, overcoming the opposing speeder spring force. The flyweights tip outward raising the speeder rod and the right hand end of the floating lever. This raises the pilot valve plunger, dumping oil from under the power piston. As the power piston moves downward the terminal shaft is rotated in the closing gate direction.

As the power piston moves downward the actuating compensation piston moves upward. This applies suction to the small compensation piston, pulling it downward. The left end of the floating lever is pulled down forcing the pilot valve plunger downward closing off the control port. The compensation system, in essence, anticipates the amount of gate required to accept the new load change. The amount of movement (compensation) of the actuating compensation piston is controlled by the compensation adjustment and fulcrum.

The terminal shaft and power piston's movement is stopped in the new gate position required to run the prime mover at normal speed with the decrease in load.

As oil dissipates through the needle valve from the compensation system, the receiving compensating piston is returned to normal at the same rate as the speeder rod. This keeps the pilot valve plunger in its centered position.

Increase in Load

Again, assume the prime mover is running on speed. The pilot valve plunger is centered and the flyweights are in a vertical position.

An increase in load creates a decrease in speed. As speed decreases, centrifugal force of the flyweights decreases allowing them to tip inward, decreasing the upward force on the speeder spring. The speeder spring forces the speeder rod downward which forces the pilot valve plunger down. Pressured oil is released through the control port into the lower cylinder of the power piston.

The power piston is forced upward by the pressured oil acting on the larger lower surface area of the power piston. The terminal shaft is rotated in the opening gate direction. Linkage from the output shaft lifts the compensation adjusting lever which pivots at the fulcrum pushing down on the actuating compensation piston. Oil is forced in a chamber of the smaller receiving compensation piston, raising the floating lever and in turn the pilot valve plunger.

When correctly adjusted the compensation system effectively anticipates the amount of gate necessary to bring the unit up to the proper output to accept the increased load.

The pilot valve plunger is again recentered, the speeder spring and flyweight forces are rebalanced, and the terminal shaft is in position to provide the new gate requirements.

Section IV • Maintenance

Introduction

This section provides instructions for troubleshooting, disassembly, cleaning, inspection, repair and reassembly.

It is impossible to anticipate every kind of trouble that is encountered in the field. This bulletin covers the most common troubles experienced. Poor governing may be due to faulty governor performance, or it may be due to the governor attempting to correct for faulty operation of the prime mover or the equipment driven. The effect of any auxiliary equipment on the overall control required of the governor must also be considered.

I. Troubleshooting

Oil

Keep the governor oil level between the lines on the oil level gauge glass with the unit operating. The correct oil level is 3/4 to 1-1/4 inch below the top of the governor case. Dirty oil causes approximately 50% of all governor troubles. Use clean new or filtered oil. Containers used to fill governors from bulk containers should be perfectly clean. Oil contaminated with water breaks down rapidly, causing foaming and corrodes internal governor parts.

Compensating Adjustment and Needle Valve

The compensating adjustment and needle valve must be correctly adjusted with the governor controlling the unit even though the compensation r have been previously adjusted at the factory or on governor test equipment. Although the governor may appear to be operating satisfactorily because the unit runs at constant speed without load, the governor still may not be correctly adjusted.

High overspeeds and low underspeeds, or slow return to speed, after a load change or speed setting change, are some of the results of an incorrect setting of the compensating adjustment and needle valve.

Definitions

Use the troubleshooting chart on the following pages to determine the probable causes of faulty operation, and to correct these troubles.

Terms used in the chart are defined as follows:

Hunt

A rhythmic variation of speed which can be eliminated by blocking governor operation manually, but which will recur when returned to governor control.

Surge

A rhythmic variation of speed, always of large magnitude, which can be eliminated by blocking governor action manually and which will not recur when returned to governor control, unless speed adjustment is changed or the load changes.

Jiggle

A high frequency vibration of the governor terminal shaft and fuel linkage. Do not confuse this with normal controlling action of the governor.

Preliminary Inspection

Governor troubles are usually revealed in speed variations of the prime mover, but it does not necessarily follow that such variations are caused by the governor. When improper speed variations appear, the following procedure should be performed.

1. Check the load to be sure the speed changes are not the result of load changes beyond the capacity of the prime mover.
2. Check linkage between governor and the upper floating lever to be sure there is no binding or excessive backlash.
3. Check setting of governor compensation adjustment and needle valve.
4. The source of most troubles in any hydraulic governor stems from dirty oil. Grit and other impurities can be introduced into the governor with the oil, or form when the oil begins to breakdown (oxidize) or become sludgy. The internal moving parts are continually lubricated by the oil within the unit. Valves, pistons and plungers will stick and even "freeze" in their bores, due to grit and impurities in the oil. If this is the case erratic operation and poor response can be corrected (if wear is not excessive) by flushing the unit with fuel oil or Kerosene.

The use of commercial solvents is not recommended as they may damage seals or gaskets.

Change the oil and flush the governor twice a year if possible. Remove the drain plug and drain out the old oil. Flush the governor by filling it with fuel oil, and with the prime mover running at low speed,

cycle the governor by opening the needle valve two or three turns. Let the governor hunt for a minute or two, then shut down the unit and drain the governor. Flush the governor once again. Refill the governor with oil (see manual 25056). Restart the unit and reset the compensation adjustment and needle valve.

Table 2. Troubleshooting

TROUBLE	CAUSE	CORRECTION	
1. Governor hunts or surges.	A. Compensation adjustments incorrect.	Adjust needle valve and compensation adjusting pointer.	
	B. Dirty oil in governor — sludge.	Drain oil, clean governor and refill.	
	C. Low oil level — low level permits air to enter.	Add oil to correct level on gauge glass. Check for leaks, especially at drive shaft.	
	D. Foamy oil in governor — caused by air in oil.	Drain oil. Refill.	
	E. Lost motion in linkage to floating lever.	Repair linkage.	
	F. Binding in linkage to floating lever.	Repair and realign linkage.	
	G. Governor worn.		Repair and adjust governor.
			Check ballarms for sticking.
			Inspect wear on ballarm toes.
			Check thrust bearing.
		Pilot valve or speeder rod may be sticking. See that floating lever is free.	
		Polish moving parts if burrs or rough spots exist.	
	H. Compensating spring incorrect.	Make adjustment. See section five, Adjustments.	
	I. Low oil pressure. Normal operating pressure 120 psi. Very few pump failures.	Pump check valves not seating. Reseal valves.	
	J. Power piston sticking.	Check alignment of piston, power link and power lever and base to case. Check for side play in terminal shaft.	
K. Voltage regulator not operating properly.	Adjust or repair voltage regulator.		
L. Linkage to floating lever incorrectly set. This might occur if the governor has been changed or removed or replaced.	Rework or reset the linkage from governor to the floating lever.		
M. Faulty linkage.			

It should be free of binding and lost motion throughout service life of unit. Spring load if necessary and position spring to take out

TROUBLE	CAUSE	CORRECTION
		all lost motion. Check yield links, shutdown arrangements, etc., to be sure that prime mover torque changes for very small increments of governor output shaft travel. Stability and good steady-state performance will suffer unless this condition is met.
2. Jiggle at governor terminal shaft.	A. Rough governor drive.	On unit with belt drive inspect drive mechanism. a. Check alignment of gears. b. Inspect for rough gear teeth, eccentric gears, or excessive backlash in gear train. c. Check gear keys and nuts or set screws holding drive gears to shafts. On unit with motor drive check alignment of the governor drive shaft and the drive motor.
	B. Failure of flexible drive in flyweight head. Ballhead frequency incorrect.	Remove, disassemble and clean flyweight head parts. Inspect centering spring.
Load does not divide properly on interconnected units.	A. Speed droop adjustment incorrect.	Adjust speed so both prime movers are the same. Readjust droop to divide load properly. Increase droop to resist picking up (or dropping off) load. Reduce droop to increase picking up (or dropping off) load.
	B. Speed droop shaft vibrating out of position.	Increase tension of speed droop friction spring.
	C. Slippage in hydraulic or electric couplings or belts, if used.	Adjust coupling or belts.
Unit is slow to respond to a speed change or a load change.	A. Compensation adjustments incorrect.	Readjust compensating needle valve. Open further if possible to do so without causing instability when running without load. Compensation pointer may be too far toward maximum or minimum.
	B. Governor is not sensitive in measuring speed change.	Friction or wear on flyweight toes — sludge in governor.
	C. Pilot valve not centered. It must open control ports equally in both directions.	Make a pilot valve adjustment. See section four, Maintenance.
	D. Check governor oil pressure for low oil pressure in governor.	Inspect pump and check valves if oil pressure is low.
	E. Unit may be overloaded.	Reduce load. Check load indicator position.
	F. Load limit knob set to restrict gate opening.	Increase load limit setting.

TROUBLE	CORRECTION
5. Miscellaneous Troubleshooting	
Governor hunts — load limit indicator binding on panel — damaged, or panel out of position. Load limit shaft bent.	Ballhead Frequency — standard ballhead, etc.
Governor does not respond to syn. motor switch — slipping clutch. Worn bevel gears — binding.	Ballhead Damping — affects recovery, etc.
Negative droop when knob at zero. Droop calibration out of adjustment.	Two dissimilar units in parallel operation — identical governors — adjust stroke — droop — needle valve and compensation.

Governor Disassembly

Special Tools

Refer to figures 4 and 5 for a listing of special tools required for maintenance or overhaul. A Wood-

ward Governor Company test stand, part number 205975 is also required for testing.

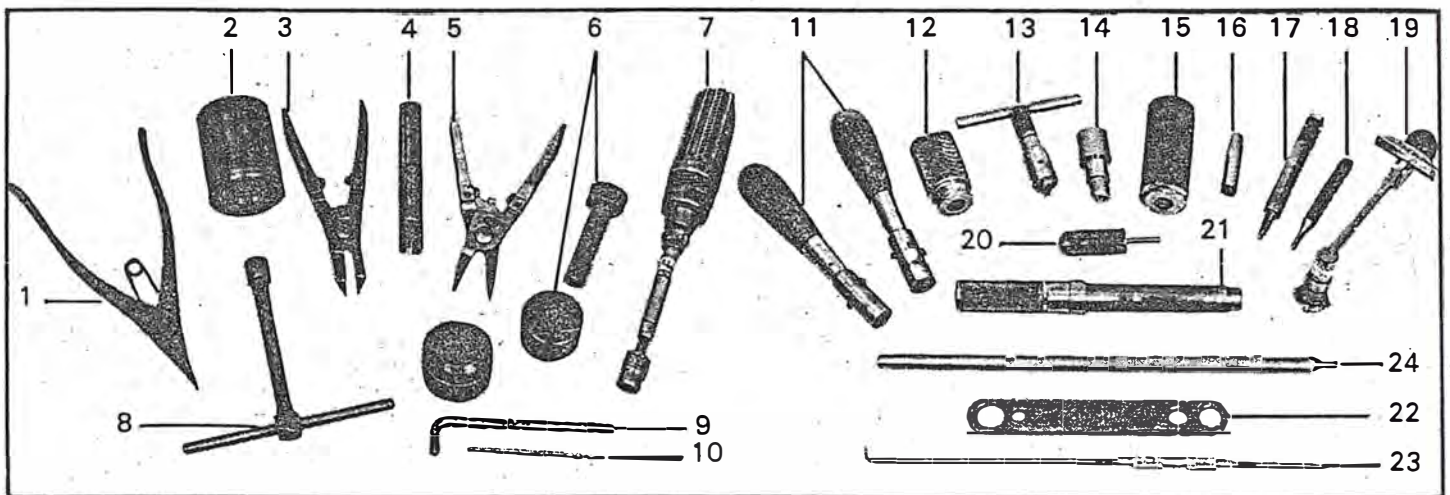


Figure 4. Assembly Tools

Table 3. List of Special Tools

Tool Description	Reference Number	Tool Number	Application
Williams Plier	1	PL 1515	Replace retaining ring on drive shaft
Bearing Seater	2	T73521	Replace drive shaft bearing
Truarc O3 Plier, 90°	3	189791	Replace accumulator lock ring
Wrench	4	030956	Dashpot lock and ballhead assembly
Truarc O1 Plier	5	190497	Friction clutch lock ring
Pin Guide Die	6	T76902	Install power lever pin
Torque Wrench with Adapter	7	—	12 in-lb. torque on drive shaft retainer bolts
Hex Wrench 7/16"	8	189440	Various bolts on UG
Spring Bending Tool	9	T76996	Bends speed droop lever extension spring
Brass Rod (1/8" × 3")	10	—	Hold gears while adj. clutch (flat on one end)
Burr Remover (small & large)	11	T72103	Remove burrs in P.V. bushing and laminated gear holes in controlet
Bushing Driver	12	—	Install and adjust terminal shaft bushings
Drive Shaft Extension	13	—	Turn P.V. bushing
Accumulator Tool	14	030955 033427	Arbor press tool for accumulator springs and spring seat of dashpot
Seal Installing Driver	15	030952	Install terminal shaft seals
Seal Protector	16	030951	Fit on terminal shaft to protect seal
Punch	17	T78469	Set dowel pins in base to controlet
Punch	18	T81299	Set dowel pins in base to case
Torque Wrench with Adapter	19	T91619	Check friction clutch torque
Alignment Pin	20	—	Align base to controlet
Davis Hydro-Grip HG2568	21	T77780	Align base to controlet
Serration Wrench	22	030943	Turning terminal shaft or drive shaft
Hooked Scribe	23	189792	Removing and installing cotter pins
Long Punch	24	—	Punch out taper pins in terminal shaft
Spreader Block	Figure 8	T93782	Spreads flyweights when centering PVP
Check Valve Tool	Not shown	T75897	Press check valves into controlet
Check Valve Tool	Not shown	T75439	Press check valves into base
Reamer	Not shown	T6715	Ream base to controlet holes for dowel pins
Dial Indicator with Base	Not shown	T91629	To check droop adjustment
Seating Tool	Not shown	031727	Install load and synch. indicator pointers
Torque Wrench	Not shown	—	Torque screws to 90 pound-inches
Lockwire Tool	Figure 5	—	Install lockwire on base
Spring Alignment Base	Figure 5	—	Align spring for crimping in ballhead
Ballhead Holder	Figure 5	T79564	Holds ballhead while seating cover
Brass Driver, 3/4" × 3"	Figure 5	—	
Pressing Tool	Figure 5	T94127	Press bearing onto ballhead
Cap	Figure 5	T74907	Hold ballhead to install cover
Bearing Installation Tool	Figure 5	T70825	Install flyweight bearings

CAUTION

Use care in handling and resting of the governor on work area. Do not strike or rest governor on end of drive shaft as damage may result to drive shaft, oil seal, bearing, or other internal parts or surfaces. Set governor on wooden block(s) to protect drive shaft when performing maintenance operations.

1. Drain oil, if any, from governor.
2. Clean exterior surfaces using a cloth moistened with cleaning solvent.
3. Do not remove or disturb the position of screws, brackets, etc., which function as adjustments; nor disassemble the various linkages further than required to effect removal unless replacement of component parts is necessary.
4. Do not remove press-fit parts such as bearings, locating (dowel) pins, oil pump check valves, pivot pins, etc., unless replacement is necessary or removal is required to effect disassembly or removal of other parts.
5. Discard gaskets, preformed packings (o-rings), oil seals, copper sealing washers, retaining rings, cotter pins, roll or spirol pins, etc., removed in the process of disassembly.

NOTE

The basic governor consists of three major sub-assemblies: case, controlet, and base. Unless the governor is completely overhauled, do not disassemble to any greater extent than necessary to effect the immediate repair. Refer to the exploded views for the reference numbers used in disassembly. Localize any problem before disassembling the complete governor, as this may save considerable time and expense. Disassemble in the general order of the reference numbers assigned to the illustrations, giving particular attention to the following.

Removal of Governor

In cases of major repairs or a complete governor change, remove the governor from the mounting bracket as follows:

1. Remove oil drain plug. Drain oil from governor and replace the drain plug.

NOTE

Governor may be equipped with drain cock for draining.

2. Disconnect linkage from the governor. If levers are removed from serrated shafts, mark their radial positions on the shafts so that they can be reinstalled in the same positions.
3. Disconnect, at the governor, other connections (electrical, pneumatic, hydraulic, etc.) to the governor.
4. Remove the four screws holding governor assembly to governor mounting bracket and lift governor off the bracket.

Governor Disassembly

Place the governor on a wood block that has a hole in it to contain the drive shaft.

The following instructions are for a dial governor similar to figure 9 from which the reference numbers are taken.

1. Remove cover screws (132) and cover (267) from governor case (82).
2. Remove dial plate screws (116) and dial plate (251).
3. Turn synchronizer knob (247) to the left until the force on the speeder spring is released.
4. Remove cotter pin (233) and washer (232) from droop connecting pin (64).
5. Remove spring (237). Be careful not to damage it.
6. Turn knob (248) until load limit rack (215) moves up enough to clear the case opening.
7. Check that the load limit strap (213) also clears the case opening.
8. Remove screws (139) and washers (140).
9. Remove dial panel (207) and gasket (138).
10. Lift out speeder spring assembly (102).
11. Remove cotter pins (62 and 69) and take out pins (61 and 68).
12. Turn the governor upside down on the bench.

13. Remove screws (84) and separate the controlet and base assembly from the case.
14. Remove cotter pin (57), washer (58), and power piston link (59).
15. Remove cotter pin (19) and pin (20). Lift up the right end of floating lever (18), as seen in the illustration figure 9, sheet 1 of 4, until the left end of the lever comes free from dashpot nut (17).
16. Lift the ballhead assembly (85, 86, 97, 98 and 234) off of the controlet.
17. Remove cotter pin (41) and lift out drive gear (27).
18. Remove screws (53) and plate (52).
19. Lift out drive shaft (49), bearing (50), oil seal (54 and 55), gasket (56), spring and seat (47 and 48), and pilot valve plunger (46).

CAUTION

Retain link (32) with a pin in the hole provided as spring (33) is compressed and will throw the piston assembly out once the base is removed.

20. Remove five screws (2) and separate the base from the controlet.
21. Remove piston assembly (31 through 35), piston (11), bushing (10) and laminated drive gear (36) from the controlet.
22. Hold nut (16) and unscrew nut (17) from dashpot piston (12).
23. Remove nut (16), and take out compensation piston guide (15), piston (12), and springs (13). Remove spring seat (14) only when replacing the controlet.
24. Use an arbor press and depress accumulator spring (25) while removing retainer ring (23). Slowly release the arbor press and remove the washer (24), spring (25) and piston (26).
25. Remove check valves (9) from the controlet and base. Install only new check valves.

NOTE

Devise a small tool to pull the check valves from the controlet and base. Therefore replace them only if they are worn or if this is a complete overhaul.

26. Remove needle valve plug (7), washer (6), and needle valve (5) from base (1).

NOTE

Use the shallow slot for turning the needle valve.

27. Place the case on its top and with a long punch drive out tapered pins (63).
28. Pull terminal shaft (80) out of the case and at the same time slide power lever (60) and compensating lever (67) off the terminal shaft.
29. Remove oil seals (78). Do not reuse them.
30. If bushings (79) are worn remove set screws (81) and drive out the bushings.
31. Do not disassemble the dial panel unless absolutely necessary. The only time it is necessary is when bearings (253, 254, 257, 258), or bushings (278 and 279) wear enough and need replacement. Also seals (280, 284 and 285) may develop an oil leak and need to be replaced. If either the bearings, bushings, or seals need replacing, remove knobs (238, 247, 248 and 249) and associated cams and parts. Next, drive out pins (214) and remove load limit strap (213) and load limit rack (215). The bushings, bearings, and seals may now be removed.
32. Disassemble the ballhead (86) as follows:
 - a. To remove ballhead cover (96), place ballhead assembly (86) in tool T79564 and insert a 3/4" dia. by 3" long brass shaft into the opening in the cover and drive the ballhead assembly out of cover (96).
 - b. Lift off the ballhead (95).
 - c. Remove bearing (88) by prying it off with two screwdrivers or similar tool.
 - d. Use a screwdriver and pry pins (91) out enough to remove pins (94).
 - e. If spring (89) is damaged remove it by prying out the end that is crimped into the ballhead.
 - f. Remove bearings (92) only if they are corroded or there is excessive wear marks on pins (94). Pins (94) must turn freely in the bearings.

Parts Check

Check all parts for wear, cracks, nicks, corrosion, or other damage. Check threads and serrations for tooth damage. Check all bearings for wear and damage.

Replace flyweights if worn areas on the toes are greater than .008 inch wide. Insert flyweight pins in the flyweights and check for brinelling (wear pockets), looseness, or stickiness. At the same time check the flyweight bearings. Replace both flyweights together if either one is damaged.

Power pistons, compensation pistons, pilot valve bushings and rotating bushings must have sharp corners on all lands. Replacement is necessary if any nicks, roundness or other damage is found.

If the base has a serrated drive shaft, ensure it engages or slips freely into the internal splines of the drive. If the base has a keyed drive shaft, the drive gear must slip on the shaft freely and should be checked to ensure that it meshes properly with its mating gear, without binding or excessive backlash.

If the governor's oil pressure is normal it is not necessary to replace the accumulator pistons or springs in the controlet.

Pump gears (10) and (44) must be in a like new condition. If not, replace them.

Check valves must not show any wear. Normally on a complete overhaul the check valves should be replaced with new ones.

Repair or Replacement

Repair of parts should be limited to removal of minor nicks, burrs or corrosion. Polish slightly corroded areas in mating surfaces using a fine (600 grit) abrasive cloth or paper and oil. Repair or rework to any other extent is impractical and the part should be replaced.

The heart of the governor is the ballhead — pilot valve system. Therefore, it is imperative that the thrust bearing (98), flyweight bearings (92), flyweights (93), pins (94), pilot valve plunger (46), and pilot valve bushing (10) be in very good condition. If this assembly is disassembled, recenter the pilot valve plunger when it is reassembled.

CAUTION

Handle critical parts with extreme care so that mating edges and surfaces are not damaged. Sharp edges of plunger lands, piston grooves, metering ports, etc., must be maintained. Rounded edges, nicks, or other damage to such edges will result in excessive internal leakage and/or decreased control sensitivity.

Cleaning

Immerse all metal parts in cleaning solvent and wash ultrasonically or by agitation. Use a non-metallic brush or jet of compressed air to clean slots, holes, or apertures. Dry all parts after cleaning with a jet of clean, dry compressed air.

Governor Assembly

Assemble the governor in a clean area. Dirt and grit can cause a governor to malfunction.

Discard all o-rings, gaskets, sealing washers, retaining rings, cotter pins, etc., and replace them with new ones. Install retaining rings with the sharp edge in the direction of the applied force. Lubricate o-rings and gaskets with petrolatum, and lubricate all metal parts liberally with lubricating oil at time of assembly. Be careful not to damage the inner diameter when placing o-rings over terminal shafts, drive shafts, etc.

NOTE

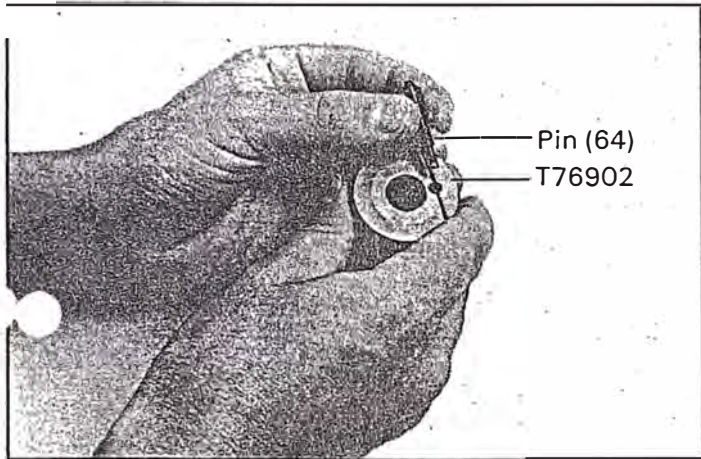
The following procedures assume that complete disassembly has taken place. Certain steps may not apply depending on your particular application. Refer to figure 9 for reference numbers.

1. If new terminal shaft bushings (79) are required replace them in the case. Press them in until about 1/8 inch protrudes from the boss on the inside of the case.
2. Assemble compensation adjusting lever assembly (72 through 76), if previously removed. Secure the assembly with nut (77). Check for freedom of rotation.

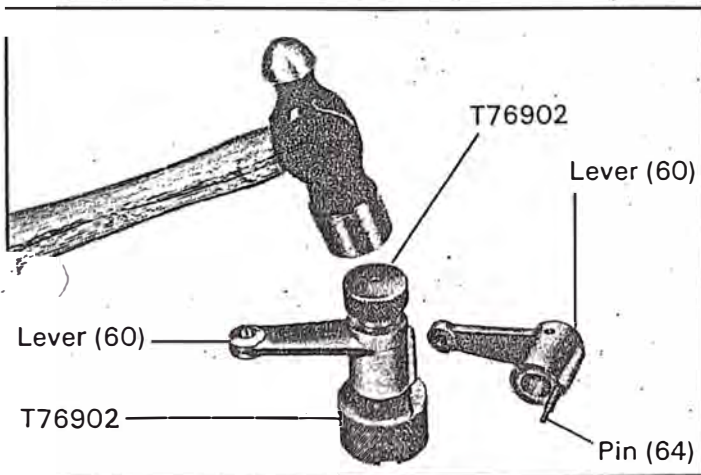
NOTE

Step 3 applies only if speed droop pin (64) needs replacement in power lever (60).

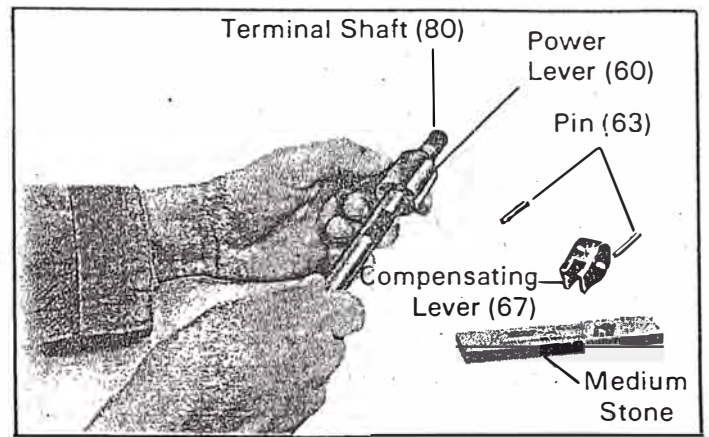
3. Use tool T76902 to press pin (64) into lever (60). Place pin in tool, with hole in pin aligned with scribe line on tool.



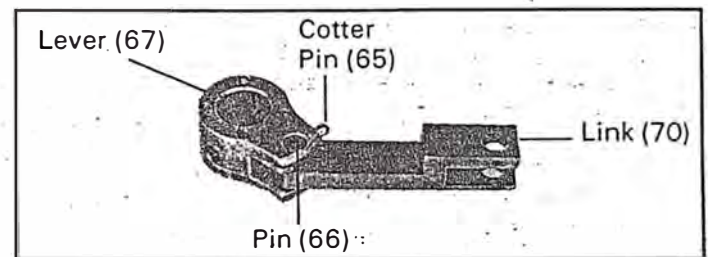
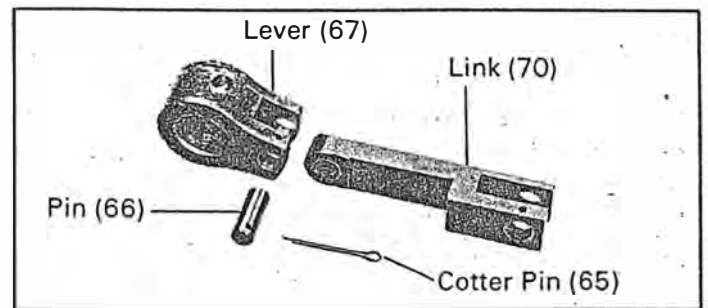
Place lever (60) on T76902 shaft and position lever on pin (64) and shaft in hole of tool base. Be careful not to turn pin in tool. Hammer the shaft down until the tool base stops the lever.



4. Place power lever (60) on terminal shaft (80) and slide it back and forth. If there are any burrs use a medium to hard stone and remove them. The lever should slide smoothly on the shaft.

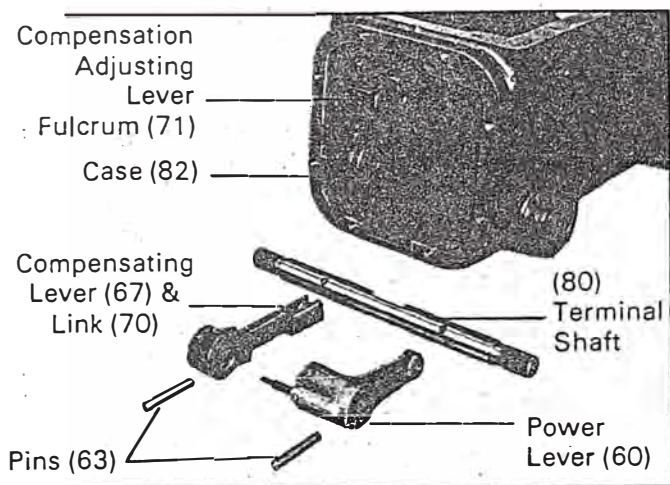


5. Assemble compensation adjusting link (70) to compensation lever (67) with pin (66) and cotter pin (65).

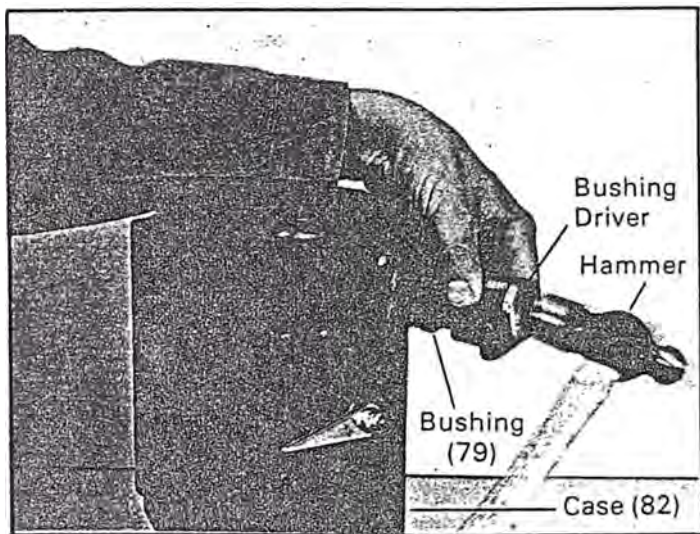


6. Stand the case (82) upright with the opening facing you. Place fulcrum (71) in compensating lever assembly (72). Insert the terminal shaft (80) through the right hand bushing. At the same time guide compensation lever (67) onto the terminal shaft as it comes through the inside of the case. Next, slide power lever (60) onto the terminal shaft as you continue to push the terminal shaft through the left hand bushing.

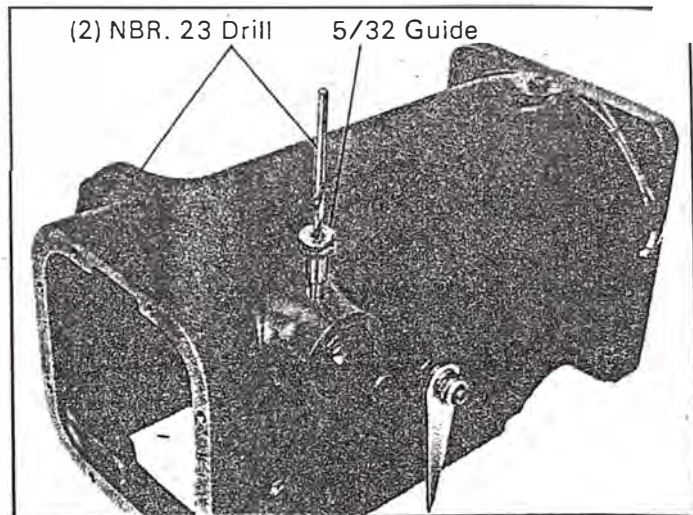
7. Align holes in levers (60 and 67) with respective holes in the terminal shaft. Place taper pins (63) into holes in levers and terminal shaft and with a punch and hammer, drive them in until they are tight.



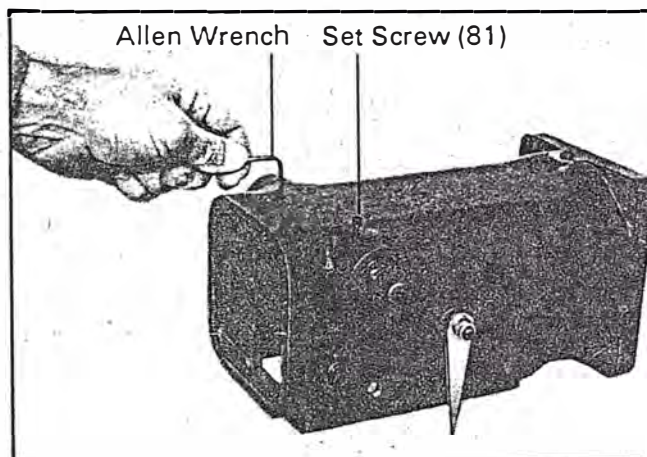
8. Adjust terminal shaft bushing (79), if new ones were installed, with the bushing driver. Place the driver over the terminal shaft and drive the bushing in until the terminal shaft turns freely but does not have any end play or only a very small amount.



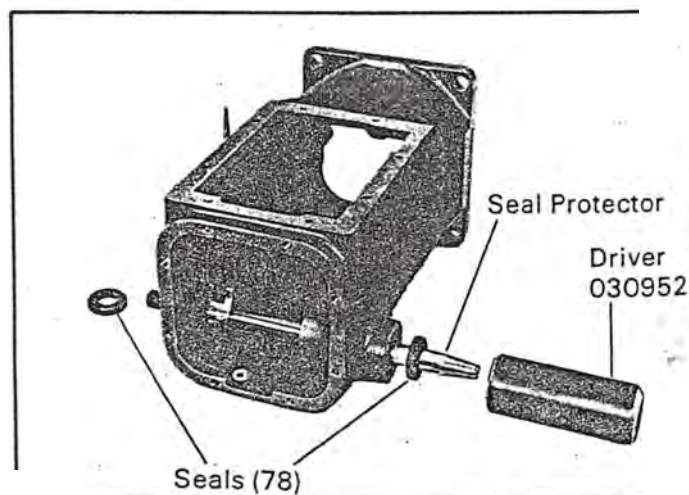
9. Place the case face down so the back surface is level and use a number 23 drill and 5/32 inch guide to drill 1/8 inch deep holes in each terminal shaft bushing.



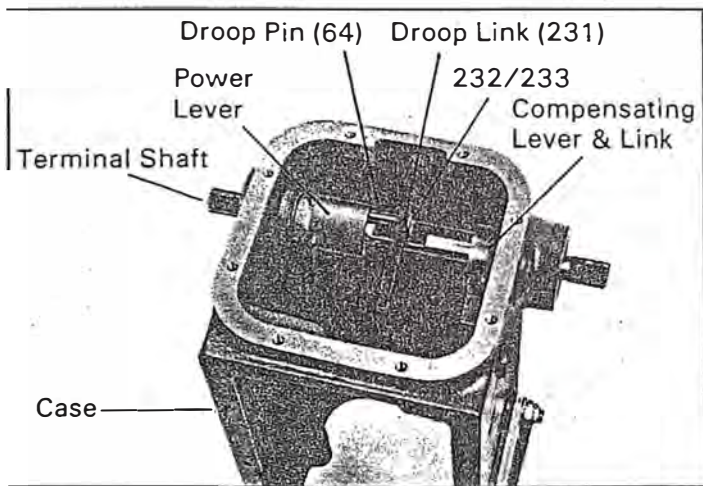
10. Apply Loctite No. 242 to set screws (81) and thread them into the case to lock terminal shaft bushings (79) in place.



11. Install seals (78) using a bullet shaped tool to guide and protect the seal as it is slid onto the terminal shaft. Put Loctite No. 242 on the outer edge of the seal and using tool 030952 drive the seal in flush with the boss on the terminal shaft hole.



12. Place droop link (231) on droop link pin (64), and retain with washer (232) and cotter pin (233).



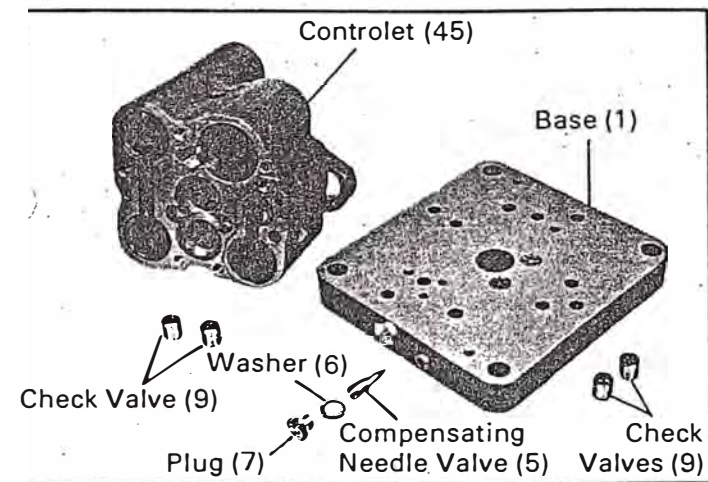
13. If new check valves (9) are required press them in with an arbor press using tool T75897 for the base and tool T75439 for the controlet.

NOTE

Be sure the check valves are installed with the

small holes visible from the base and the check ball visible from the controlet.

14. Assemble compensating needle valve (5), washer (6), and plug (7) into base (1).



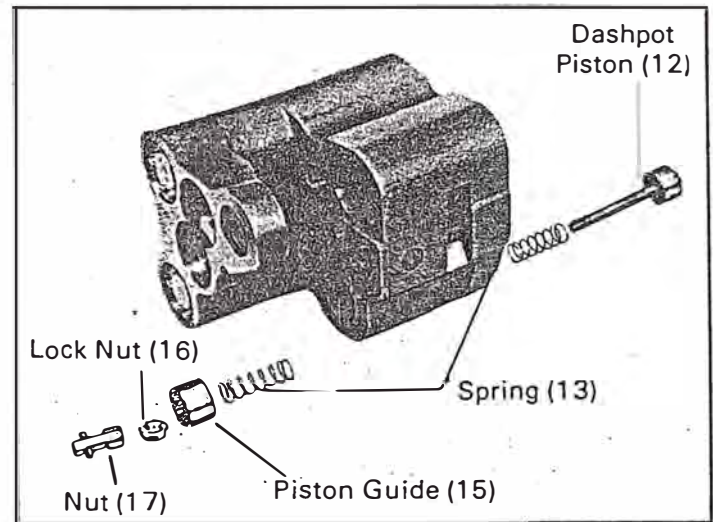
NOTE

Spread needle valve just slightly, using the deep slot, to prevent it from changing position.

15. Insert pipe plugs (4 and 8) into base. See figure 9.

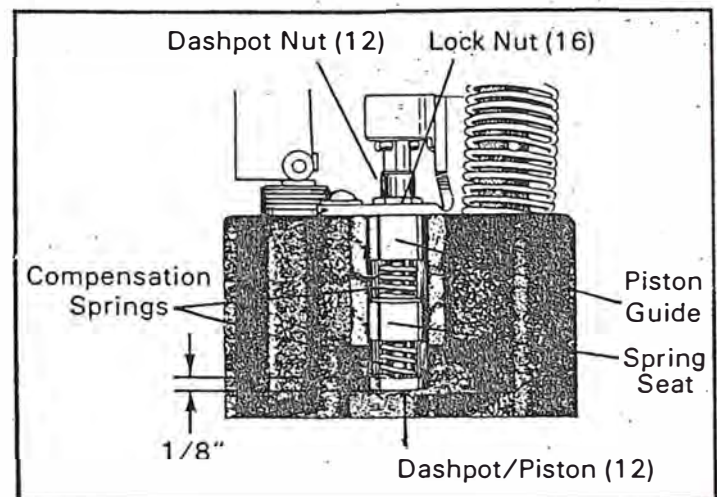
16. Install the dashpot compensation system as follows. Spring seat (14, figure 9) is not shown, as it is pressed into the controlet and should not need replacement.

- a. Insert one spring (13), and piston assembly (12) through the bottom of the controlet.
- b. Insert one spring (13) and piston guide (15) over shaft of piston assembly (12) and secure with nut (16).

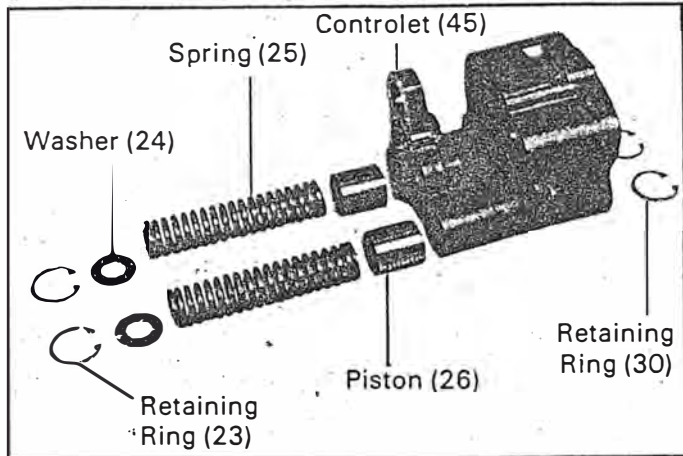


c. Thread nut (16) onto piston (12) until the upper face of the piston is 1/8 inch above the lower face of the inspection opening.

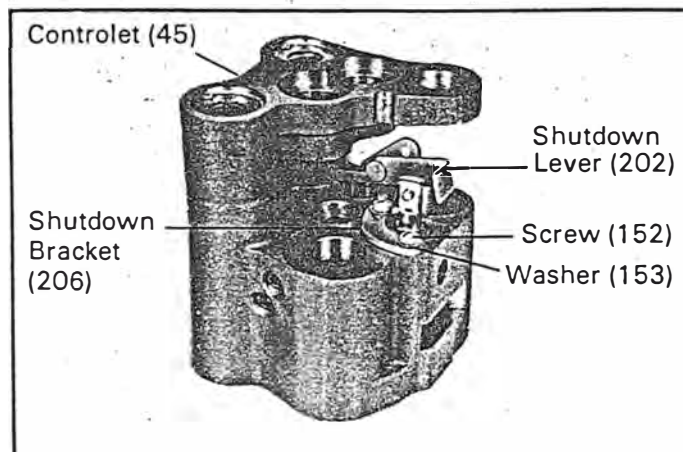
d. Thread nut (17) onto piston (12). Hold nut (16) until nut (17) is locked tight.



17. Install retaining rings (30) in the controlet.
18. Insert pistons (26) and springs (25).
19. Place washer (24) and retaining ring (23) in place on top of spring (25).
20. Place the accumulator spring tool Table (3) on top of the washer and with an arbor press compress the spring.



21. Use a 90° trawc plier to fit retaining ring (23) into the groove in top of the cylinder.
22. Perform steps 19, 20, and 21 to the second spring.
23. Install shutdown bracket assembly (201 to 206) as shown. Secure with screws (152) and washers (153).



NOTE

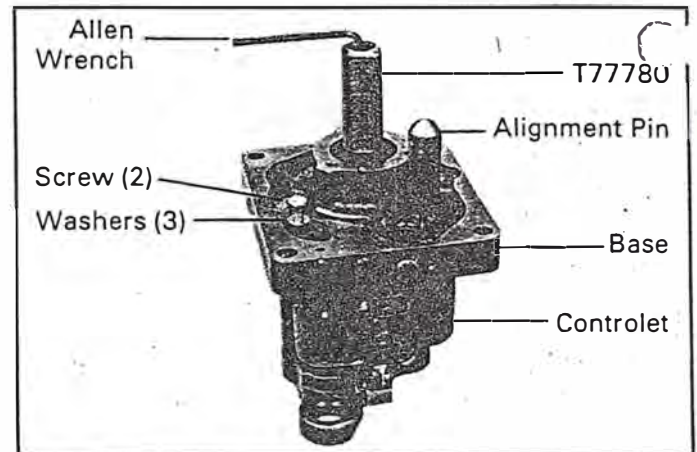
Steps 24 through 29 are necessary only if alignment dowel pins are damaged or if a new base or controlet is installed.

24. Align the base to the controlet using the alignment pin and tool T77780. Place the alignment pin in the dowel pin hole as shown. Place T77780 in the drive shaft hole. This is a Hydro-Grip tool and is tightened in the cylinder using an Allen wrench as shown.

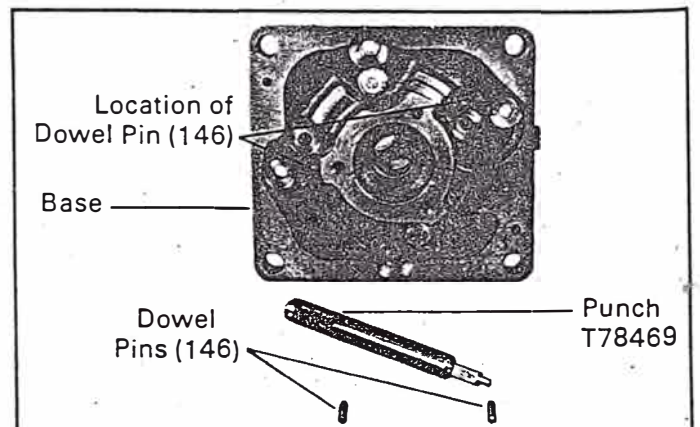
CAUTION

Do not overtighten hydro-grip tool T77780 as this damages the tool. A snug fit is all that is necessary.

25. Secure the base to controlet with two screws (2) and washers (3).
26. Remove tool T77780 and the alignment pin from the base.



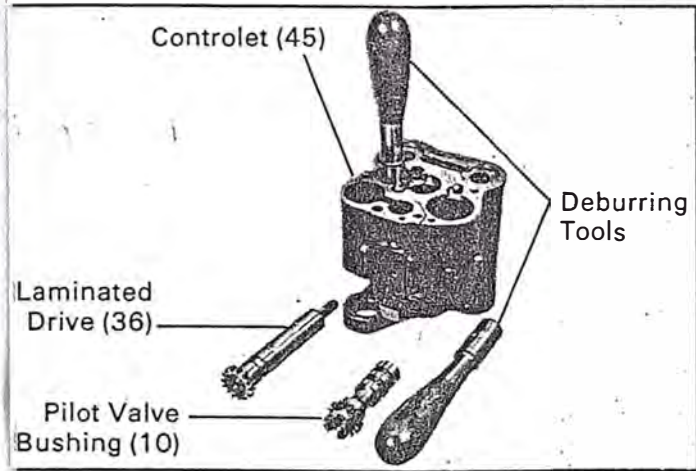
27. Ream dowel pin holes with reamer tool T6715 (.185 inch).
28. Coat dowel pins (146) with Loctite No. 242 and install them using tool T78469 and a hammer. Drive the pins in until the shoulder of the tool contacts the base.
29. Remove screws (2) and washers (3) separate the base from the controlet.



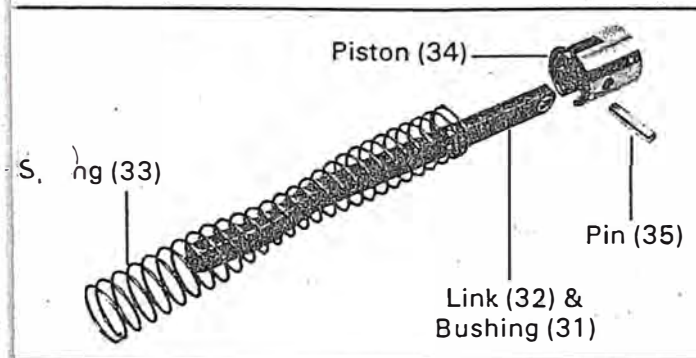
30. Insert pilot valve bushing (10) and laminated drive assembly (36) in their respective bores in the controlet. Check that they rotate smoothly.

NOTE

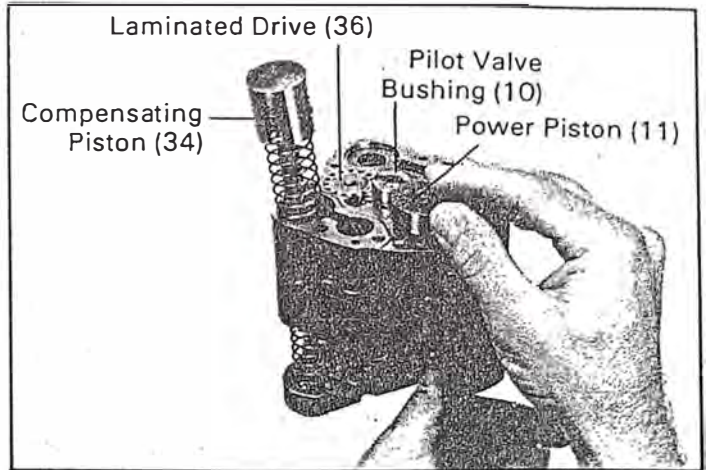
When assembling a new controlet and gears use tool T72103 and a small round stone to deburr the top of the cylinders and sides of the gears. Deburring is not always necessary, therefore first check the gears for smoothness of rotation. Be very careful to remove only the burrs due to the close tolerances necessary for proper gear operation.



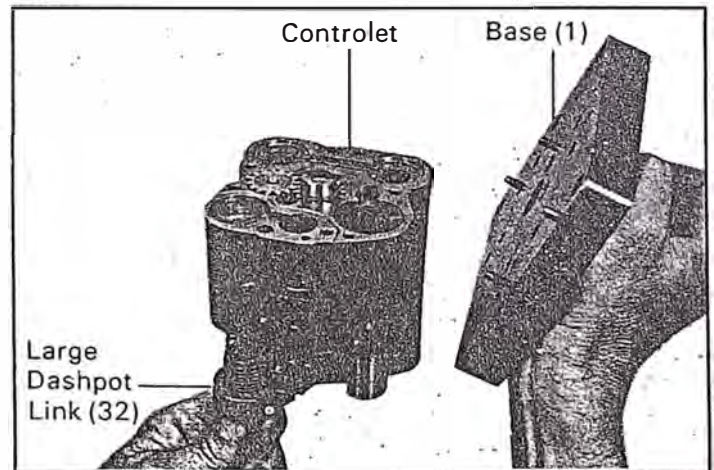
31. Assemble large compensation piston parts 31 to 35).



32. Insert the large compensation piston assembly (31 to 35) and power piston (11).



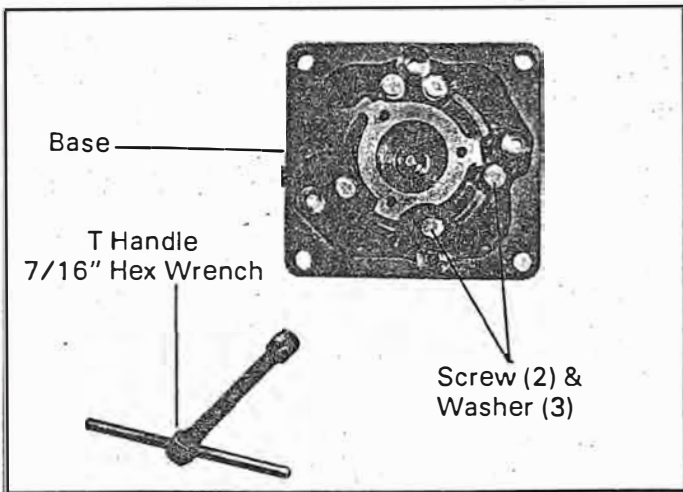
33. Pull down on the large dashpot link (32) as shown and retain the spring loaded link with a pin through the hole in the link. Place the base (1) in position on the controlet. Release the link (32) slowly. Secure the base to the controlet with two screws (2) and washers (3). Torque to 90 pound-inches.



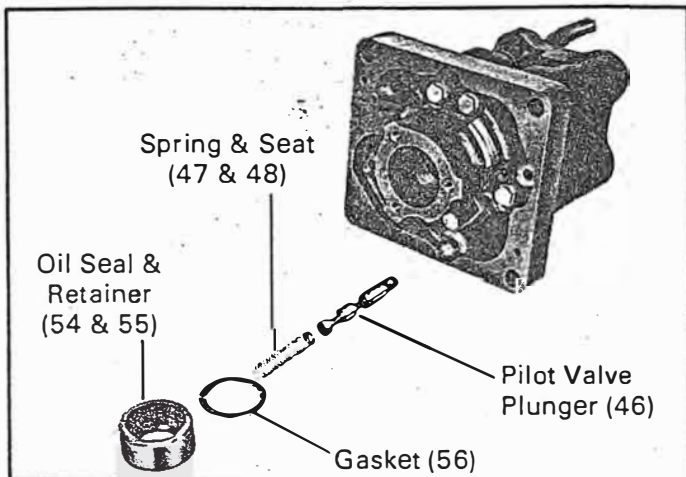
34. Insert the drive shaft extension (table 3) into the pilot valve bushing (10) and check smoothness of rotation. If there is no binding finish securing the base to the controlet with the other three screws (2) and washers (3). Torque to 90 pound-inches.

NOTE

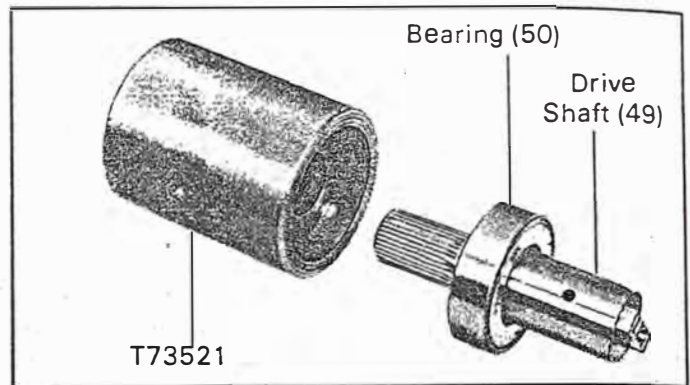
If there is binding remove screws (2) and separate the base from the case. Check the gears for burrs and check the parts for cleanliness. Any small particle of dirt or chips can create a binding effect.



35. With the base secured to the controlet insert pilot valve plunger (46), spring seat and spring (47 and 48), base gasket (56), oil seal retainer (55), and oil seal (54).



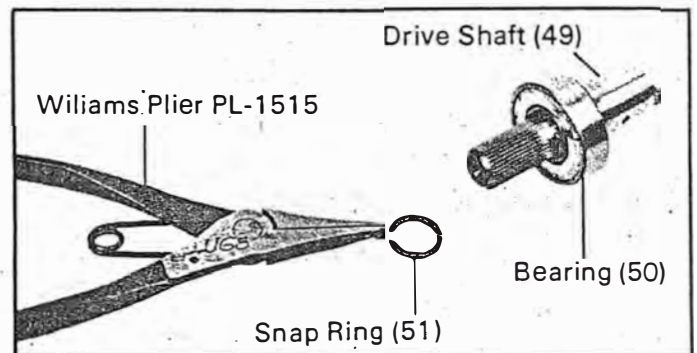
36. Place bearing (50) in tool T73521. Insert drive shaft (49), serration end first, through the bearing. Tap the drive shaft into the bearing with a plastic or rubber coated mallet until the bearing contacts the shoulder of the drive shaft.



37. Use the Williams plier, PL-1515, to place snap ring (51) in the groove on the drive shaft.

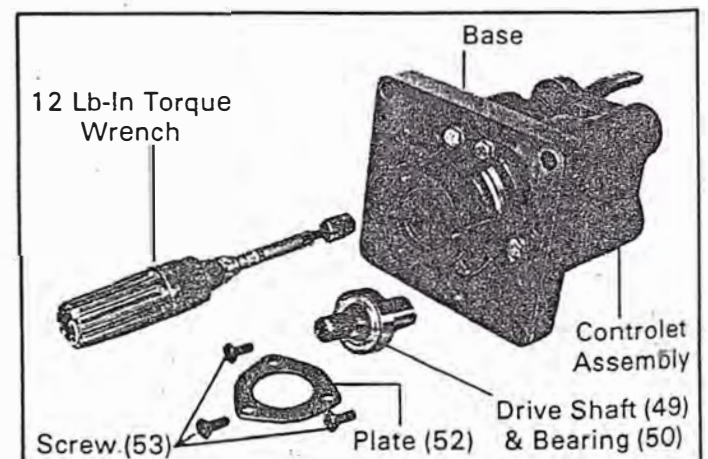
CAUTION

Snap ring (51) must fit snug. If it is loose, replace it. Do not over spread it when putting it over the drive shaft.

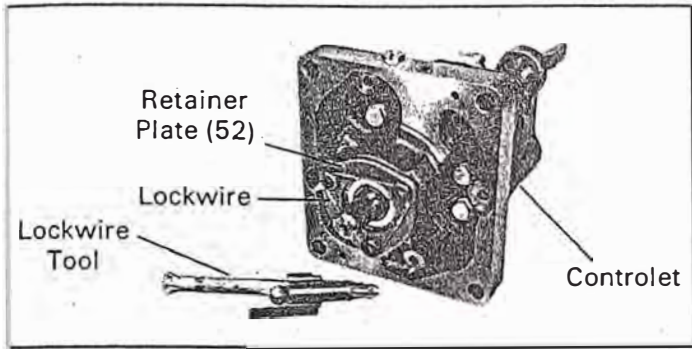


38. Insert drive shaft assembly into controlet, making sure that the end of the drive shaft fits into the slotted end of the pilot valve bushing.

39. Place plate (52) over the drive shaft a thread screws (53) in finger tight. Using torque wrench, torque screws (53) to 12 pound-inches.



40. Lockwire screws (53) in place with lockwire tool.



41. Assemble the ballhead as follows:

- a. Replace flyweight bearings (92), if necessary, using tool T70825.
- b. Align spring (89) to ballhead (95) with the spring alignment tool. This tool is a ballhead gear (87) with the upright arms removed.
- c. Place the ballhead and spring in crimping tool T77956. Align the slotted ballhead (95) with the roller on T77956. Move the handle to the left, as viewed below, as far as possible.
- d. Apply 5000 to 5400 pounds of force to the crimping die with a hydraulic press. Remove the ballhead from the crimping tool.
- e. Assemble bearing (88) on bottom of ballhead (95). Using tool T94127 and an arbor press, press the bearing onto the ballhead until it bottoms.
- f. Start pins (91) into ballhead (95).
- g. Assemble flyweights (93) in ballhead and secure with pins (94).
- h. Turn ballhead over and tap pins (91) in flush with the bottom of the ballhead.

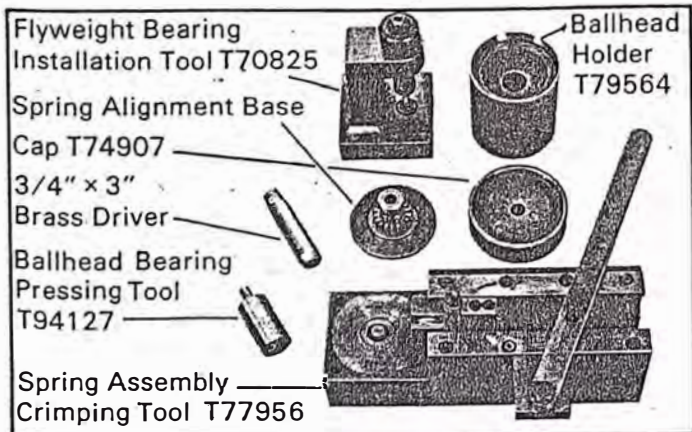
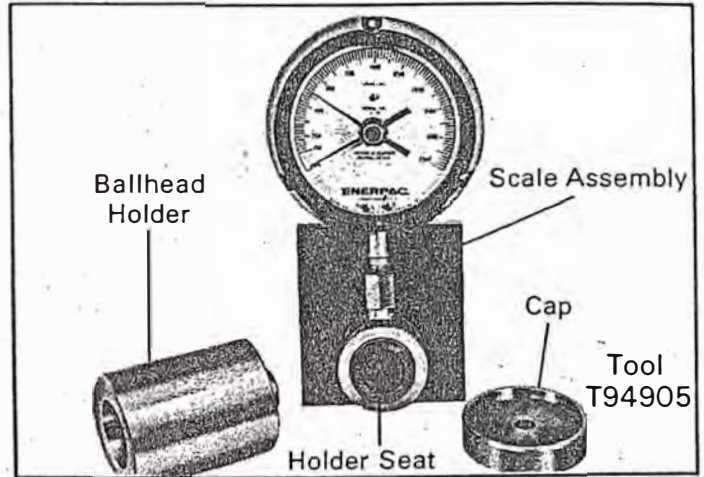
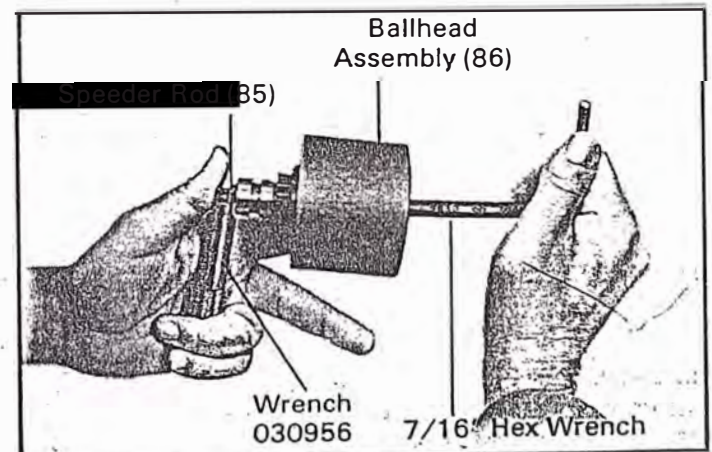
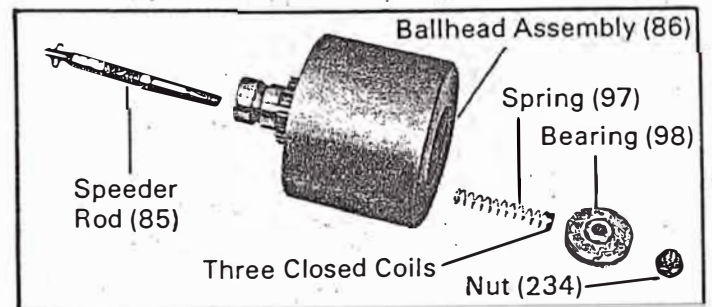


Figure 5. Ballhead Assembly Tools

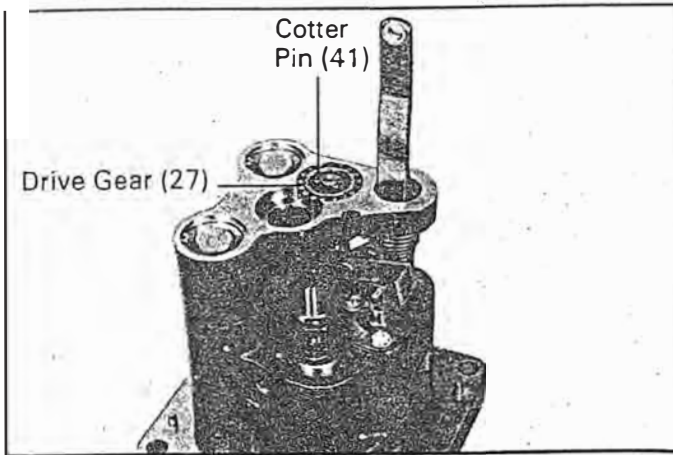
i. Replace the ballhead cover (96) using tool T94905. Place the ballhead in the holder and the holder in its seat on the pressure gauge. Set the indicator at 500 pounds as shown. Place cover (96) on top of ballhead (95) and place the cap on top of cover (96). Use an arbor press and press cover (96) onto the ballhead while watching the force gauge. If it takes 500 pounds or less to seat the cover all the way on the ballhead, replace the cover with a new one.



42. Assemble ballhead assembly (86) by inserting speeder rod (85) through the ballhead shaft. Place spring (97), with three close coils towards thrust bearing, and bearing (98) on the speeder rod and secure with nut (234).

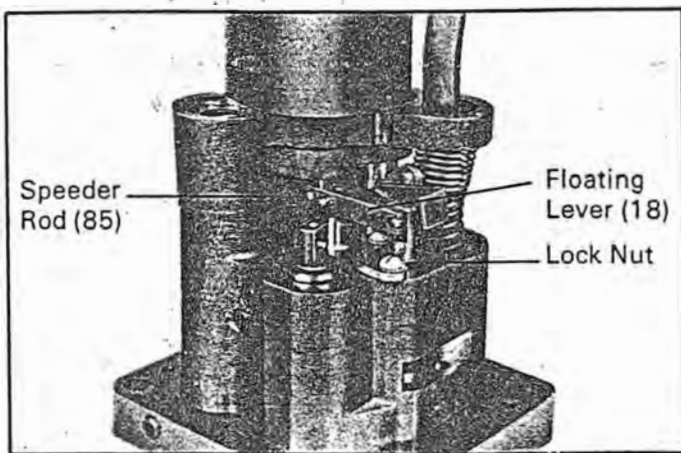


43. Install ballhead drive gear (27) onto laminated drive and secure it with cotter pin (41). Flatten cotter pin head slightly. Check that the drive shaft rotates freely.



44. Place the ballhead assembly in the controlet.

45. Assemble floating lever (18). One end of the lever connects to dashpot nut (17) and the other end connects to speeder rod (85). The pilot valve plunger is then pinned to the floating lever with pin (20) and secured with cotter pins (19). The extended end of the pin must be over the floating lever.



46. Center the pilot valve plunger by:

- a. Remove plug (29).
- b. Push the pilot valve plunger all the way downward.
- c. Visually check, through the hole for plug (29), to see that the pilot valve plunger (46) is positioned as in figure 6. With the flyweights (93) tipped all the way in, the control land of plunger (46) is positioned as the left hand view of figure 6. Tip the flyweights all the way out to raise the plunger. The control land is now positioned as in the right hand view.

d. Dimension "A" must equal "B". Adjust nut (234) until plunger (46) meets this criteria.

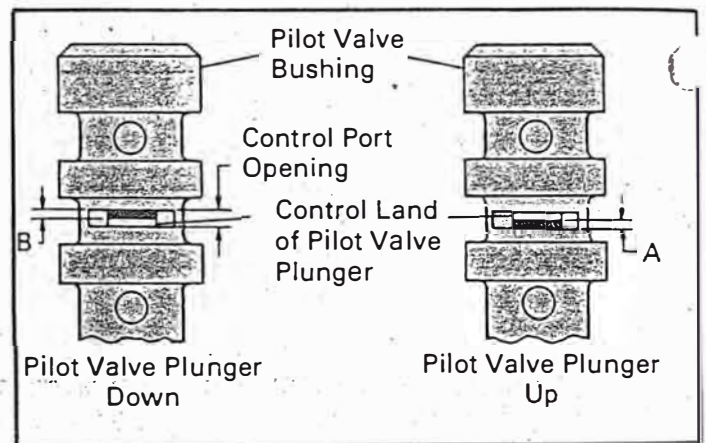
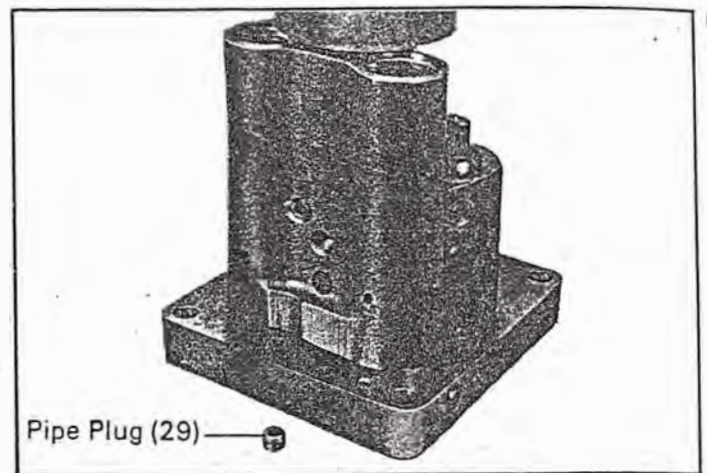


Figure 6. Centering the Pilot Valve Plunger

NOTE

Figure 7 shows a pilot valve bushing with round holes instead of slots. The pilot valve plunger centered in the same way as the plunger is in the slotted bushing.

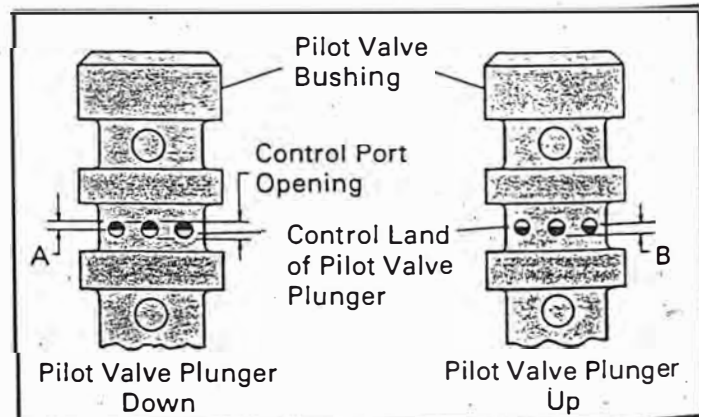
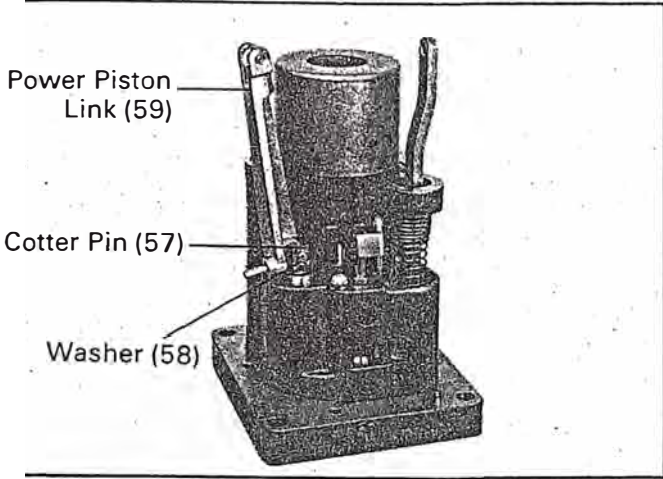
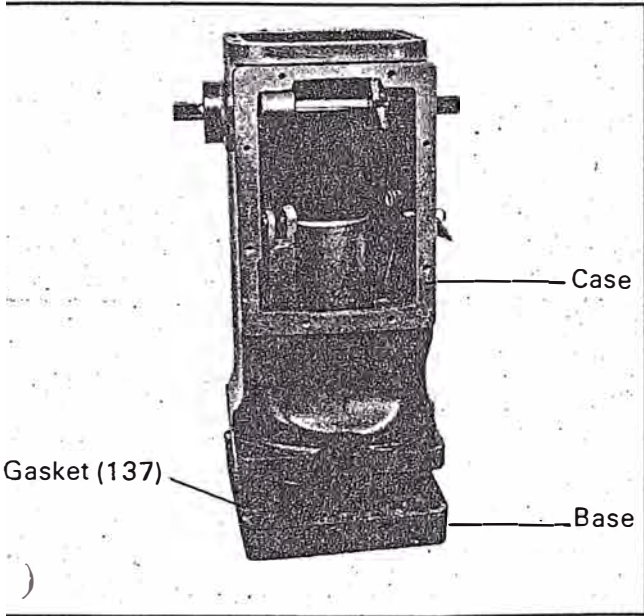


Figure 7. Pilot Valve Bushing with Round Ports

47. Assemble power piston link (59) to the power piston. Secure with washer (58) and cotter pin (57).



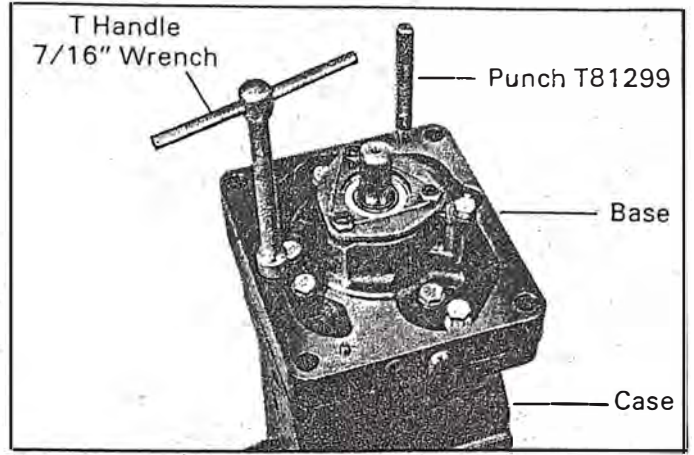
48. Place gasket (137) on the base and set the assembled case onto the base.



49. Invert the assembly while holding the base to the case. Secure base to case with screws (84) and washers (83). Torque screws to 90 pound-inches.

NOTE

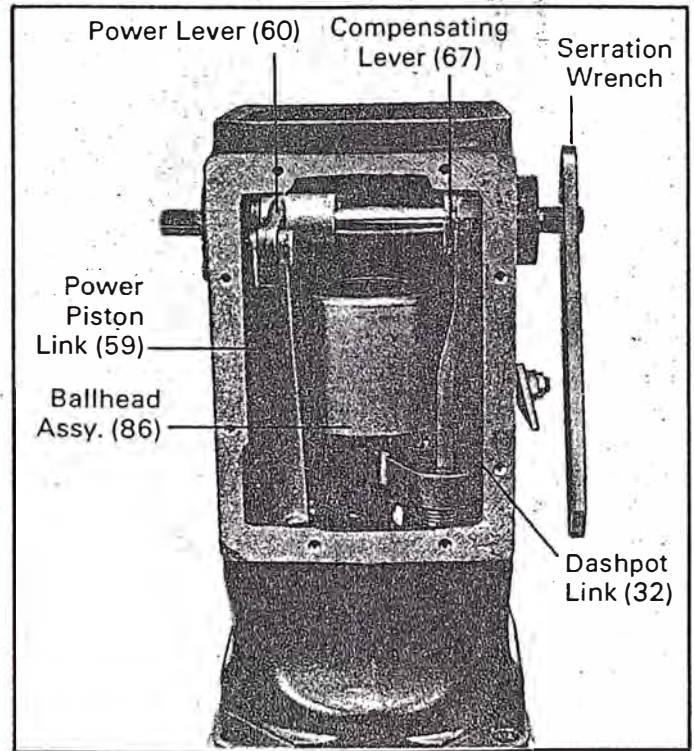
This shows the punch in position for installing dowel pins (145) when a new base is used or dowel pins are damaged and need replacement. For a new case and base use a number 13 bit and drill a 1/4 inch deep hole and ream the hole with a .188 inch reamer. Install new pins (145) and swage them with the center punch.



50. Set the governor upright.

51. Assemble power piston link (59) to power lever (60), pin with pin (61) and secure with cotter pin (62). Pin (61) is longer than pins (66 and 68).

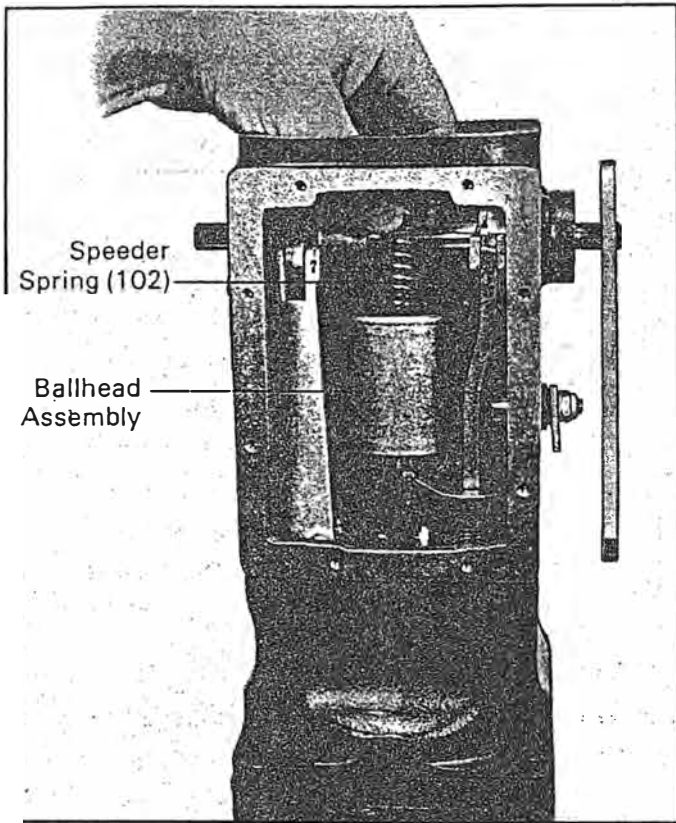
52. Assemble compensation adjustment link (70) to dashpot link (32), pin (68), and secure with cotter pin (69).



53. Insert speeder spring assembly (102) as shown.

54. If the dial panel was previously disassembled refer to figure 9 and reassemble as follows:

a. Replace seal (285), bearings (253 and 254), shaft (250), gear (255), and secure with roll pin (256).



NOTE

If shaft (250) or gear (255) need replacement, use a 1/16 inch diameter long drill and a 6/0 tapered reamer to drill the holes for the tapered pins (256). Use this same drill and reamer to drill for any tapered pins in the dial panel.

b. Replace bearings (257 and 258), shaft (252) and secure with pin (260).

c. Install guide (224) and secure with screws (225) and washers (226).

d. Assemble fulcrum (223) to lever (217), and secure with washer (221) and cotter pin (222). Secure assembly onto panel with screw (220). Replace screw (218) and nut (219) in lever (217).

e. Place plate (259), case (261), and spring (262) onto shaft (252). Secure with nut (263).

f. Replace seal (284).

g. Insert cam (208) from the rear of panel (207) and secure with collar (282) and pin (281) from the front of the panel.

h. Replace seal (280).

i. Insert seal protector through seal (280) and press gear (209) in place by hand. Bushings (278 and 279) are inside of gear (209).

j. Replace a pin (214) in the lower end of strap (213).

k. Attach lever (216) to rack (215) with a new pin (214).

l. Replace rack (215), and strap (213), and secure with new pins (214).

m. Replace cam (210) and secure with spring (211).

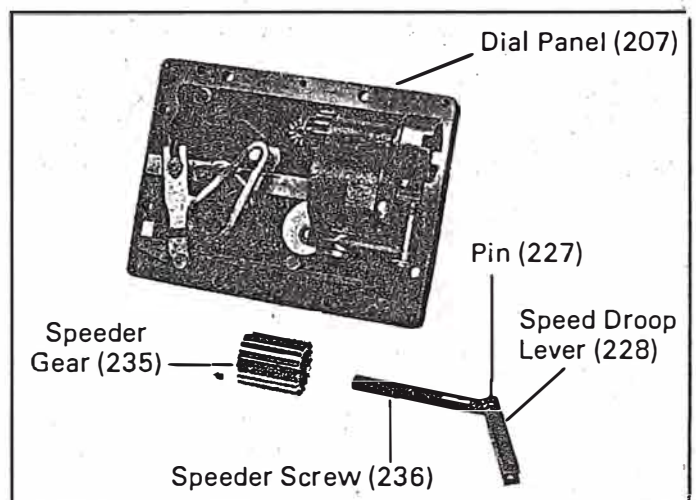
n. Replace gear (244 and 241). Secure gear (241) with spring clip (243).

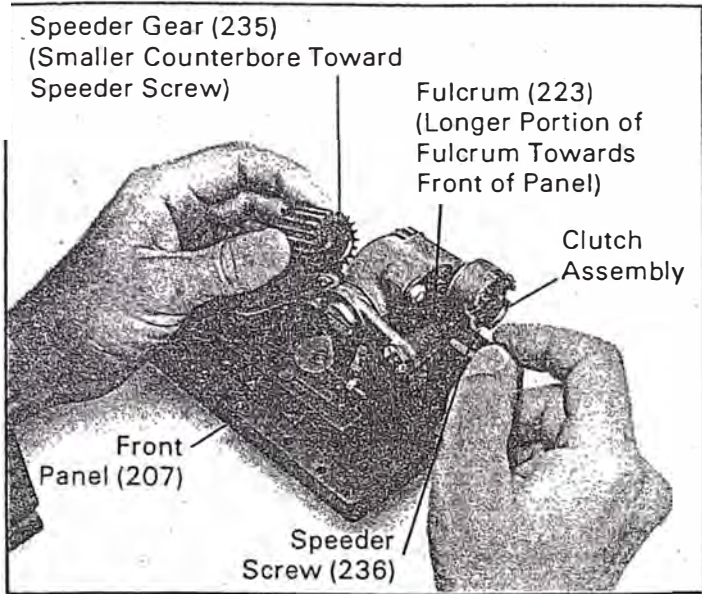
o. Replace knobs (238, 247, 248 and 249). Do not secure with set screws (239) and pins (246) until after testing.

55. Assemble speeder gear (235) and speeder screw (236) as shown. Thread the gear onto the screw until the screw is flush with the bottom of the threaded portion of the gear.

NOTE

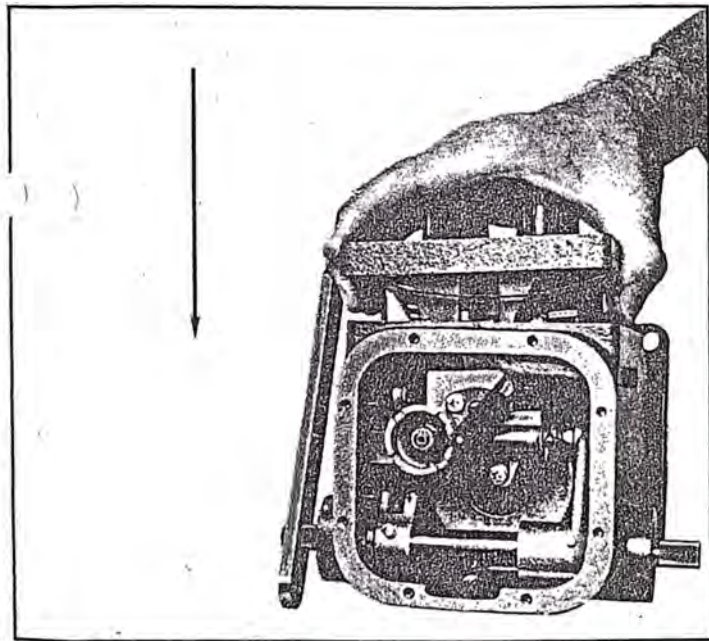
Be sure fulcrum (223) is in position as shown. Place the lip of the fulcrum towards the dial panel.



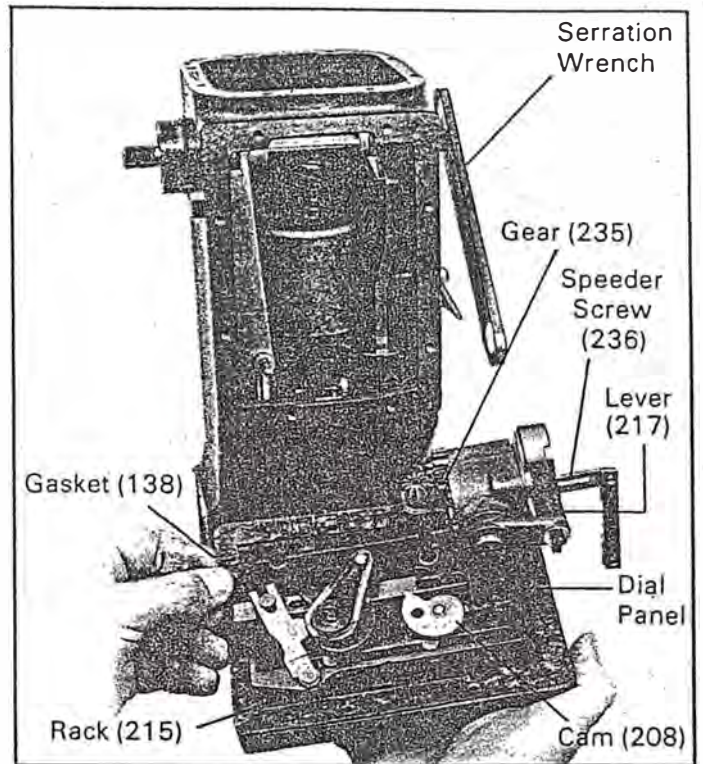


56. Before installing the dial panel set it up as follows:

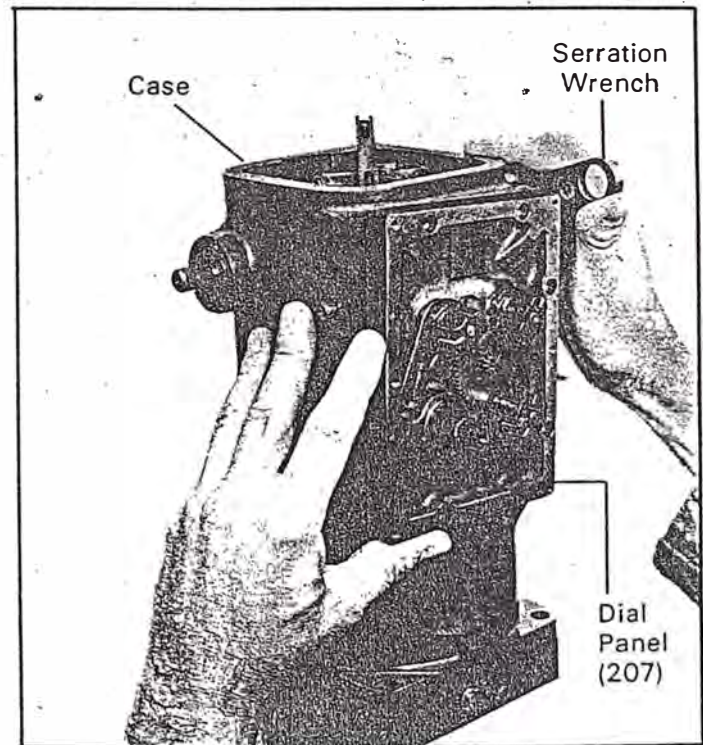
- a. Push gear (235) up into its housing, and turn knob (249) until cam (208) forces lever (217) up enough to lock the gear in.
- b. Set rack (215) in the position as shown. The bottom of the rack just clears the top of the machined edge of the dial panel.
- c. Place gasket (138) onto the back of panel (207) as shown. Be sure the holes line up with the panel screw holes.



57. Insert the panel, top first, through the front of the case. At the same time push the speeder spring down so it comes under the gear (235). Also, lift up on the shutdown lever so it slips over the bottom of the housing. The rack must also clear the housing.



Tip the top of the panel slightly to the right, and rotate the terminal shaft so lever (60) lifts link (59). After rotating the terminal shaft, pivot the panel to straighten it up. The pin at the bottom of link (59, figure 9) should now fit into the slot in rack (215).

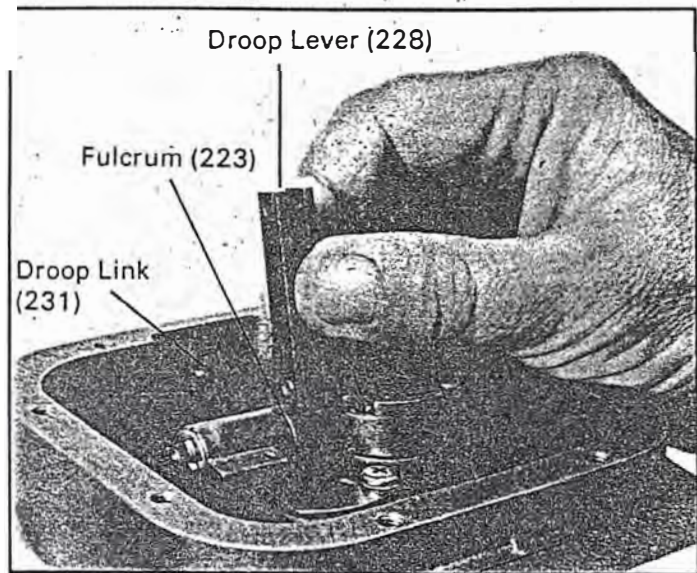


58. Hold the panel in place and rotate the terminal shaft back and forth to check that the rack is moving. This insures that the link pin and rack are engaged.

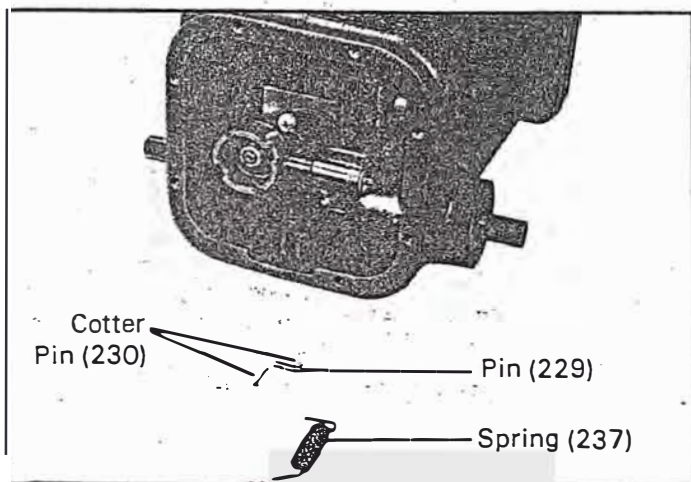
59. Press down the load limit strap (213). It should return upward. If it does not move, it may be caught under the shutdown lever. If it is caught remove the panel from the case and then reinsert it in the case.

60. When the strap (213) and rack (215) are properly positioned and engaged secure the panel to the case with screws (139) and washers (140). Start all screws in the panel and then tighten them down.

61. Hold droop lever (228) and turn synchronizer knob (247) until speeder screw is threaded down enough to press droop lever (228) into the slot in fulcrum (223).

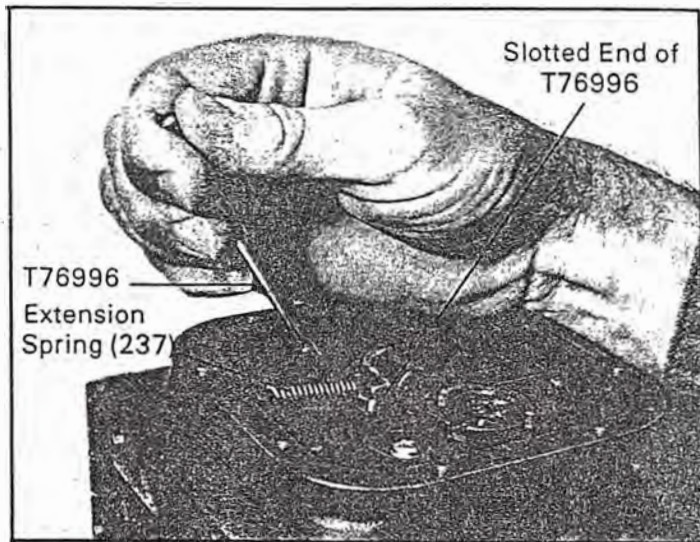


62. Rotate the droop lever towards the back of the case and connect link (231) to the droop lever with pin (229) and cotter pins (230).

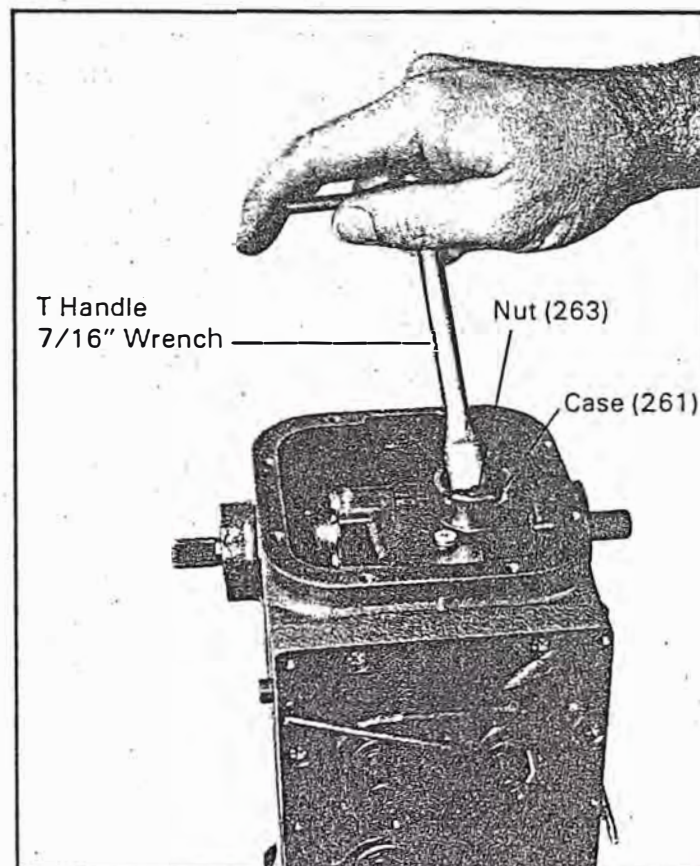


63. Use a pair of long nose pliers and insert one end of spring (237) into the hole in the case and one end into the hole in the speed droop lever (217).

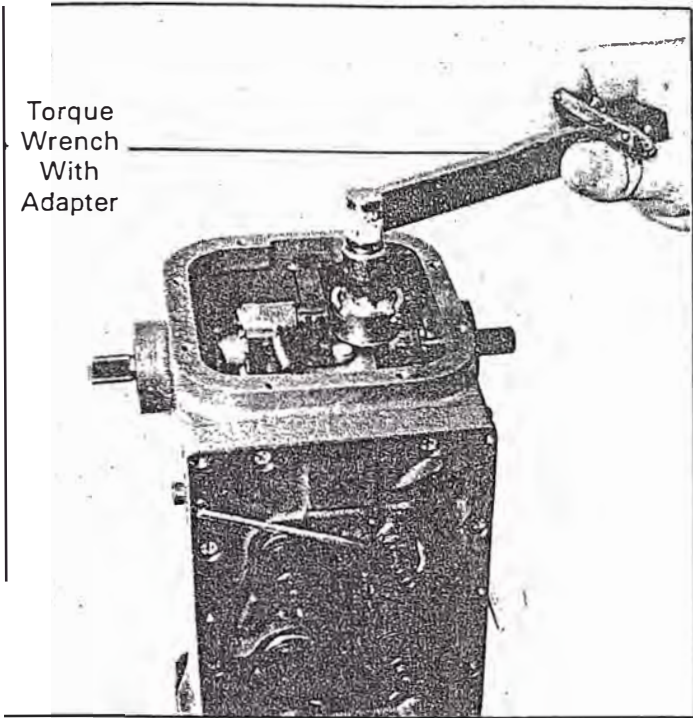
Use tool T76996 and place the slotted end over the end of the spring and bend the spring end in a "U" shape. Do this to both ends of the spring.



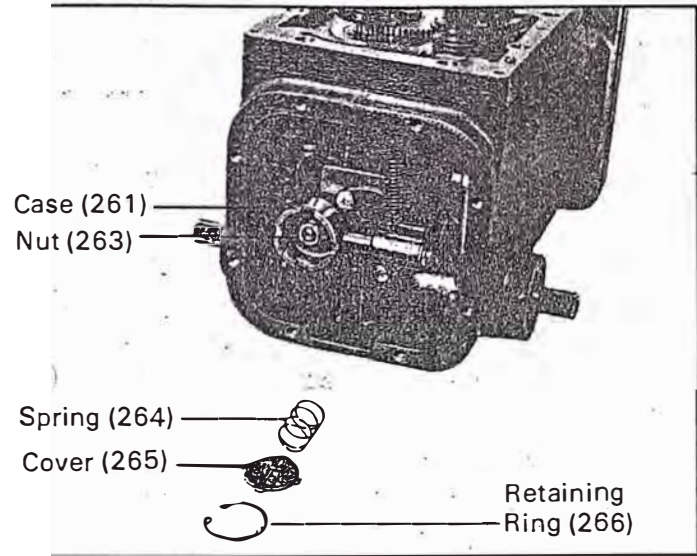
64. Adjust nut (263) for a friction release of 4-1/2 to 5-1/2 pound-inches of torque on governors with speed setting motors, or 1-1/2 to 2-1/2 pound-inches on governors with manual speed setting. Turn nut (263) clockwise to increase the torque.



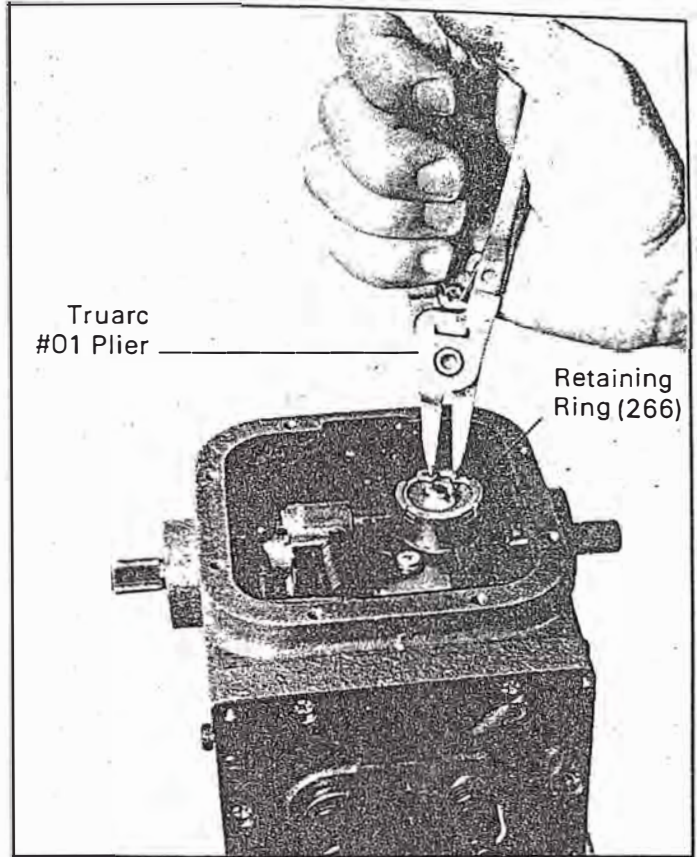
65. Check the torque with a torque wrench as shown.



66. After the torque is set, assemble spring (264) and cover (265) onto friction case (261).

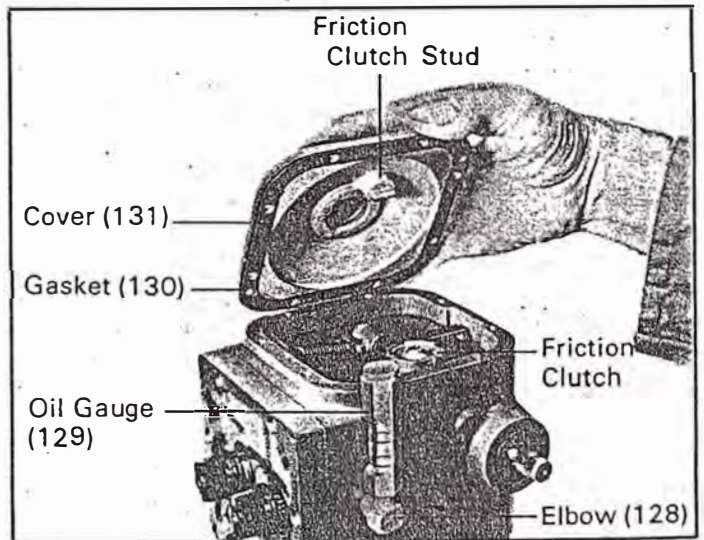


67. Press down on cover (265) while inserting retaining ring (266) in the slot in the friction case (261).

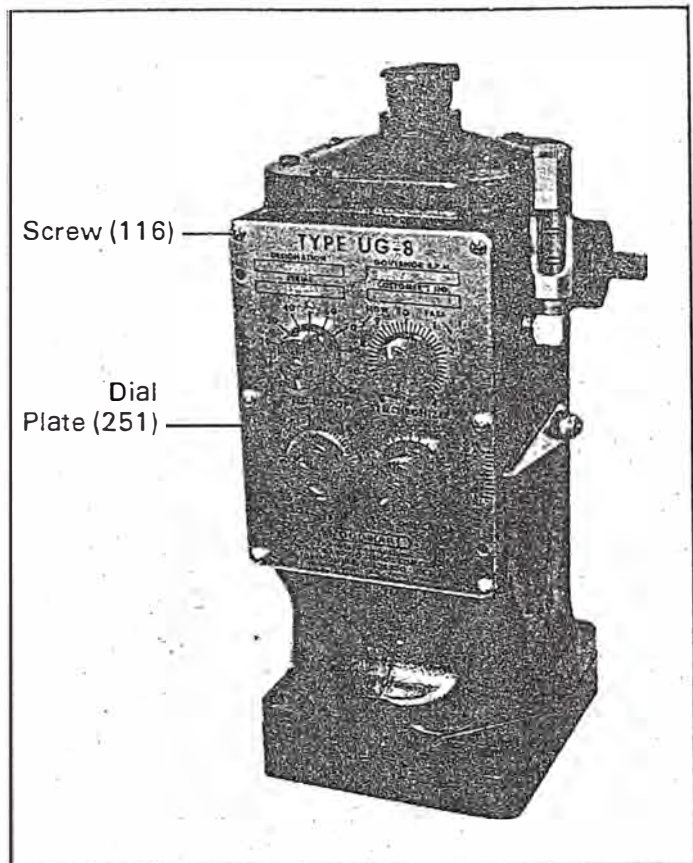


68. Install elbow (128) and oil gauge (129) on case. Whether it is right or left handed is determined by facing the front of the governor. This is a right hand positioned oil gauge.

69. If cover gasket (130) is replaced use Scotch Grip Industrial Adhesive 847 and glue the gasket to cover (131).



70. Secure dial plate (251) to the case with screws (116) for the final assembly.



Test Procedures

It is important to test the governor, either on a test stand or on the unit it controls.

The tools listed in table 4 are optional and, unless a large amount of governors are being repaired, are not absolutely necessary. If accurate tests are to be run on governors, contact Woodward Governor Company and obtain a copy of the test specification for each designation of governor.

If adequate test facilities are not available, make minor tests before and after installation on the unit.

It is best to make tests and adjustments with the governor mounted on a test stand since it is difficult to make them when the governor is mounted on a unit. Before testing the governor fill it with oil. Use the appropriate oil as recommended in Woodward manual 25056.

Before installation, check that there is no negative droop by attaching a dial indicator (tool T91629) to the governor case so the indicator rod rides on top of the speeder gear. Rotate the terminal lever from minimum to maximum load position and observe the dial to see whether or not there is movement of

the speeder plug. No movement of the indicator is zero droop. CCW movement of the indicator is positive droop. Check the final droop setting with the governor operating on the engine. Only zero droop (isochronous operation) or positive droop is allowed.

Table 4. Tools Required for Testing

Tool Description	Number	Application
Hydraulic Test Stand	205975	Drives governor, supplies oil under pressure and contains gauges for monitoring governor operation
Electronic Counter & Frequency Pickup		To indicate governor drive speed. Must have an output of at least 60 cycles per revolution on a one second time base. Must indicate drive speed to within ± 1 rpm. Readouts of display time must not exceed .5 seconds.
Pressure Gauge	0-200	Check governor accumulator oil pressure.

WARNING

When first starting up a unit equipped with a repaired or rebuilt governor be prepared to initiate an emergency shutdown.

1. Remove plug (8), attach a 0 to 200 psi gauge and check that the governor has 110 to 120 psi.
2. Run the governor until it is at operating temperature.
3. Remove plug (7), turn needle valve (5) to open and cycle the governor. Use screwdriver in small slot of needle valve. This removes entrapped air from the oil system.

CAUTION

When testing the governor on a unit open the needle valve only enough to cause a slight hunt.

4. Close needle valve (5) and reopen it one half turn. If the governor hunts, it indicates either trapped air or possibly a sticking compensation piston.
5. Place the dial plate in place on the governor. Do not secure with screws.
6. Operate the governor with its terminal shaft at maximum gate position (on test stand only).

NOTE

When testing on a unit do steps 7, 8, and 9 before installing governor.

7. Wedge a large screwdriver between the load limit cam (210) and the power piston link (59), figure 9.
8. Set the load limit dial pointer at 10 (maximum load). Use tool 031727 and a small hammer to tap the pointer onto the serrations of the load indicator gear (209).
9. Place o-ring (277), washer (276), spring (275), and knob (248) on shaft of load limit cam (210). Set white line of the knob at 10 and secure with set screw (239).
10. Decrease the load to minimum gate. The load limit indicator must move to zero.
11. Check the governor for zero droop. Run at normal operating speed near 0% load. Then adjust test stand to run governor at near 100% load. Speed must be within 0 to 3 RPM lower. Adjust if necessary. When testing on a unit, use no load and load positions.
12. Check the torque of the clutch and set it at 4-1/2 to 5-1/2 pound-inches with motor speed setting, or 1-1/2 to 2-1/2 pound-inches with manual speed setting.
13. Reassemble the clutch.
14. Turn the clutch CCW, or the synchronizer knob CW to increase the speed setting of the governor from between its specified maximum plus 10 RPM.

If the clutch slips before reaching the required high speed setting, mark gears (241 and 244) and index gear (241) one tooth CCW to allow a higher speed setting. Make smaller changes, if required, by indexing gear (244).

15. Operate the governor at its minimum speed position.
16. Set the synchronizer knob at zero on the dial.
17. Set the synchronizer indicator dial pointer to zero and tap it onto the serrations with a small hammer and tool 031727.
18. Position the synchronizer indicator knob about 1/16" from the surface of the dial. This prevents the knob from binding the synchronizer system's gear train.
19. Install the cover.

Synchronizing Motor

On governors equipped with an electric motor check that the motor can run the governor up to its maximum speed stop.

Solenoid Shutdown

On governors equipped with solenoid shutdown, please refer to Woodward Governor Company manual 03013 for set-up procedures.

Section V · Adjustments

Introduction

This section provides instructions for adjustments that may be made in the field for optimum performance or after repairs. Always note the starting point before making any adjustments.

Adjustments

Normally, the only requirements for putting a new or overhauled governor into service are bleeding entrapped air and adjusting compensation to obtain maximum stability. All other operating adjustments are made during testing in accordance with the prime mover manufacturer's specifications and should not require further adjustment. Do not attempt internal adjustment of the governor unless thoroughly familiar with the proper procedures.

Compensating Adjustments

When the turbine is started for the first time, or after the governor has been drained and cleaned, the governor must be filled with oil. Although the governor may appear to operate satisfactorily because the prime mover runs at constant speed (without load), the governor may need adjustment. High overspeeds and underspeeds after load changes and slow return to normal speed are results of incorrect compensating adjustments.

After the temperature of the oil in the governor has reached its normal operating values, make the following compensating adjustments without load on the prime mover to be certain that the governor gives optimum control.

1. Loosen the nut holding the compensation adjusting pointer (75) and set the pointer at its extreme upward position (maximum compensation).
2. Remove plug (7) and open (unscrew) the compensating needle valve three to five turns with a screwdriver. Be sure that the screwdriver fits into the shallow slot of the compensating needle valve and not into the deep slot located at right angles to the shallow screwdriver slot. Allow the prime mover to hunt or surge for about one half minute to bleed trapped air from the governor oil passages.

3. Loosen nut (77) holding the compensation adjusting pointer (75) and set the pointer at the extreme downward position (minimum compensation). Gradually close the needle valve until hunting just stops. Do not go beyond this position. Now check the amount of needle valve opening by closing the valve completely. Note the amount of turns required to close the needle valve.

Open the valve to the previously determined opening at which hunting stopped. Test compensating adjustments by manually disturbing prime mover speed. If the unit speed settles out properly and the needle valve is more than 1/2 to 3/4 turn open, the adjustments are satisfactory.

4. If hunting did not stop with the needle valve at the minimum openings, raise the compensating pointer two divisions of the scale. Open the needle valve again and allow the prime mover to hunt.
5. Repeat step 3.
6. Repeat steps 3, 4 and 5 until adjustment is satisfactory. Normal opening of the needle valve is from 1/2 to 3/4 turn.

It is desirable to have as little compensation as possible. Closing the needle valve farther than necessary makes the governor slow to return to normal speed after a load change. Excessive dash-pot plunger travel caused by adjustment of the compensation adjusting pointer too far toward maximum position causes excessive speed change upon load change.

Two Spring Compensation Adjustment

This adjustment is necessary only if the compensation system is removed from the controlet. Make the adjustment with the controlet removed from the case.

1. Remove the shutdown lever bracket.
2. Adjust the receiving compensating piston lock nut until the upper face of the receiving compensation piston is 1/8 inch above the lower face of the inspection opening in the controlet. See assembly procedures, item 16 in section four. Figure 8 shows the various parts of the two-spring compensation system.

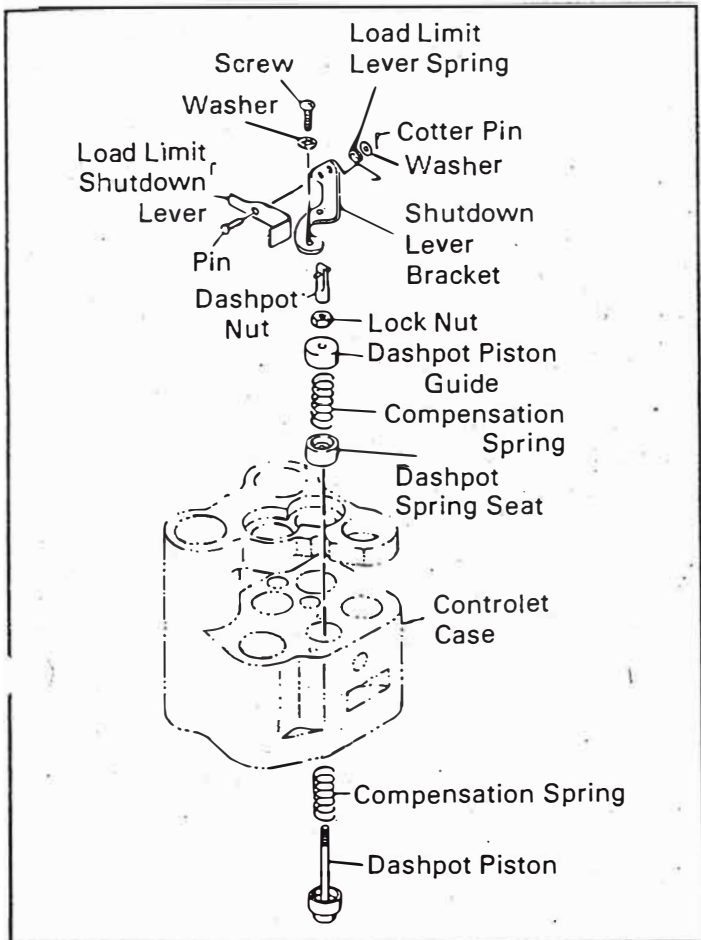


Figure 8. Double Spring Compensation

Maximum or Minimum Speed Limit Adjustment

Make this adjustment with the governor on either a test stand or on the type UG hydraulic turbine control connected to the gates.

1. With either the test stand or the prime mover running remove the dial plate.
2. Unmesh the synchronizer indicator gear.
3. Turn the synchronizer to run the prime mover at the maximum speed desired.
4. Remesh synchronizer indicator gear with high speed stop pin engaging the intermediate gear to prevent further increase in speed.

NOTE

speed stop pin is closer to gear center.

Turn the synchronizer to run the unit at low speed and position the synchronizer indicator.

Friction Clutch Adjustment

Adjust the friction on the clutch coupling to avoid a speed change due to vibration, and also tighten enough to enable the synchronizer motor, if used, to turn the speed adjusting gear. Do not tighten the clutch too tight as this will damage the clutch and restrict operation of the synchronizer knob. Remove the cover to make this adjustment.

1. Use the appropriate size of Truarc pliers and remove the retaining ring, the spring loaded cover, and the spring from the clutch. Be careful the spring does not jump out and drop down inside the governor.
2. To increase the friction turn the nut clockwise.
3. Check the adjustment with a torque wrench. This setting is preset at the factory between 4-1/2 and 5-1/2 pound-inches on governors with speed setting motors or 1-1/2 to 2-1/2 pound-inches on governors with manual speed setting.

Speed Droop Adjustment

Speed droop is set with the speed droop knob to automatically divide and balance load between prime movers driving the same shaft, or driving generators paralleled in an electrical system.

The droop linkage varies the compression of the speeder spring as the terminal shaft rotates. As the governor increases gate opening, spring compression decreases which decreases the speed setting, as load is applied.

As droop is decreased to zero, the prime mover is able to change load without changing speed. Normally operate single units on zero droop, and interconnected units at the lowest droop setting that gives satisfactory load division.

When operating ac generating units connected with other units, set droop sufficiently high (30 to 50 on the dial) to prevent interchange of load between the units. Any one unit in the system that has enough capacity, set its governor at zero droop and it will regulate the frequency of the entire system. This unit then takes all the load changes and controls frequency if its capacity is not exceeded.

Adjust the system's frequency with the synchronizer knob on the governor with zero droop. To distribute load between units adjust the synchronizer knobs of the governors with speed droop.

Initial setting of speed droop is done as follows:

Remove the cover from the governor to adjust the speed droop to zero. Set the speed droop control knob to zero.

1. Place a dial indicator on the governor with the indicator contacting the top of the speeder gear (235).
2. Place the serration wrench on the terminal shaft.
3. Rotate the terminal shaft and check the dial indicator. If movement varies more than .002" adjustment is necessary.
4. Loosen the lock nut (219) on speed droop screw (218) and turn the screw counterclockwise to reduce droop.
5. When zero droop is attained; i.e., .002" or less movement, retighten the lock nut.
5. Recheck the adjustment by moving the terminal shaft.

Pilot Valve Adjustment

Make the pilot valve adjustment by either a visual check or using a slight air pressure. The reason for making this adjustment is to center the pilot valve plunger's control land in the pilot valve bushing's control port. This provides the maximum range of operation.

Make the visual check and adjustment as follows:

1. Remove pipe plug (29).
2. Use a small light to inspect the port opening in the pilot valve bushing.
3. Push down on the speeder rod which in turn forces the pilot valve plunger downward and the flyweights inward. Check the port opening.
4. Maintain a slight downward force on the speeder rod and at the same time force the flyweights outward to their extreme outward position. Note the amount of port opening.
5. Adjust the speeder rod nut until the amount of port openings, for the extreme inner and outer positions of the flyweights, are equal. See section four, item 46 under assembly.
5. Replace pipe plug.

Make the pilot valve adjustment using air as follows:

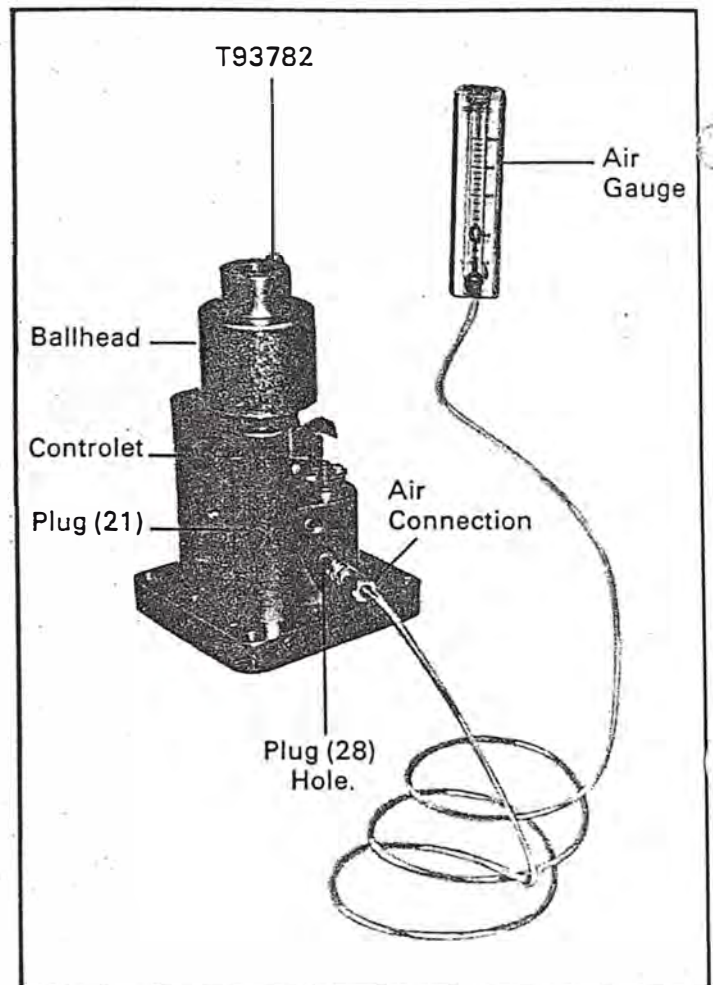
1. Remove pipe plugs (21 and 28).

2. Place the spreader block tool, T93782, on the ballhead. This holds the flyweights in a vertical position, and centers the pilot valve plunger's control land in the pilot valve bushing's control port.

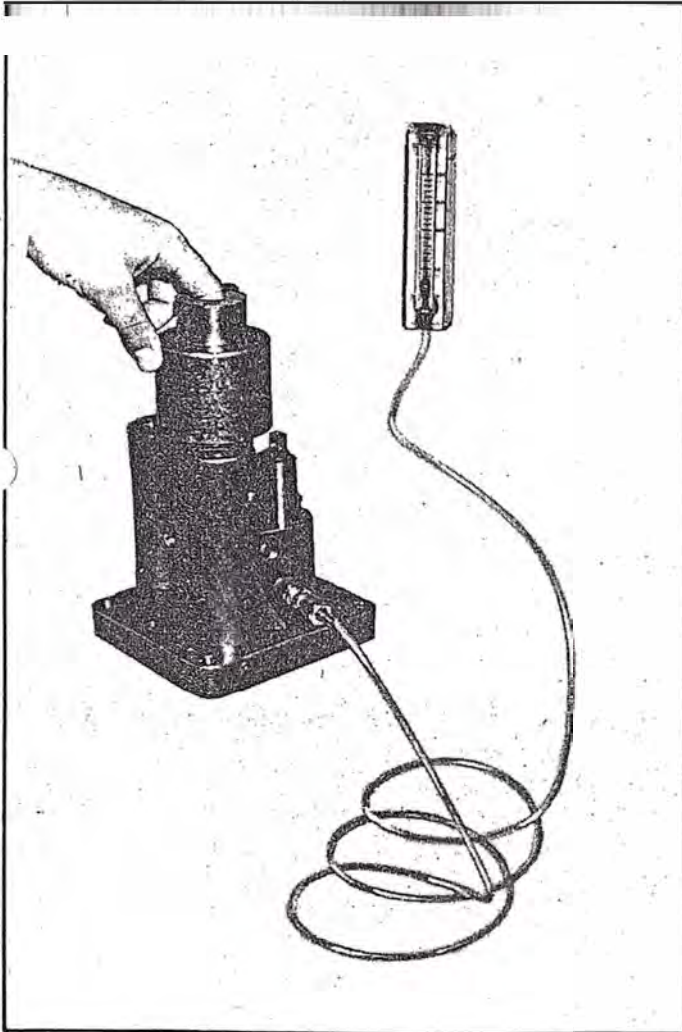
3. Apply a small steady amount of air flow to the open plug hole (28) near the power piston as shown.

4. Check the flow of air through the other plug hole (21) and the open hole below it. When the pilot valve plunger is centered the air flow is minimal and of the same magnitude from both holes.

5. Turn nut (234) CCW to reduce the flow of air in the top hole. Turn nut (234) CW to reduce the flow of air in the bottom hole.



6. Push down on the speeder rod, release it and check the setting as in step 4. At minimum air flow the bubble in the air gauge drops to its lowest position which indicates that the pilot valve plunger is centered.



Section VI · Replaceable Parts

Introduction

This section provides replacement parts information for the UG8 dial governor. An illustrated parts breakdown (exploded view) shows all replaceable parts of the governor.

Replacement Parts Information

When ordering replacement parts, include the following information:

Governor serial number and part number shown on nameplate.

Manual number (this is manual 14051).

Parts reference number in parts list and description of part or part name.

Illustrated Parts Breakdown

The illustrated parts breakdown, figure 9, illustrates and lists all the replaceable parts for the UG8 dial governor. The numbers assigned are used as reference numbers and are not specific Woodward part numbers. Woodward Governor Company will determine the exact part number for your particular governor.

Parts List for Figure 9

No.	Part Name	Quantity
1	Base	1
2	Cap screw, 1/4-28 × 1.000"	5
3	Washer	5
4	Pipe plug, 1/8" soc. hd.	1
5	Compensating needle valve	1
6	Washer	1
7	Compensating needle valve plug	1
8	Pipe plug, 1/8" soc. hd.	1
9	Check valve	4
10	Pilot valve bushing	1
11	Power piston	1
12	Dashpot piston assembly	1
13	Compensating spring	2
14	Dashpot spring seat (not shown)	1
15	Compensating piston guide	1
16	Hex lock nut, 1/4-28	1
17	Dashpot nut	1
18	Floating lever	1
19	Cotter pin, .030 × 3/8"	2
20	Straight pin	1
21	Soc. hd. pipe plug, 1/8"	1
22	Soc. hd. pipe plug, 1/8"	1
23	Retaining ring, 1.283" O.D.	2
24	Washer, 1.185" O.D.	2
25	Accumulator spring	2

No.	Part Name	Quantity
26	Accumulator piston	
27	Ballhead drive gear	
28	Soc. hd. pipe plug, 1/8"	
29	Soc. hd. pipe plug 1/8"	
30	Retaining ring, 1.283" O.D.	
31	Oilite bushing	
32	Large dashpot link	
33	Large dashpot spring	
34	Large compensation piston	
35	Straight pin	
36	Laminated shaft assembly	
37	Retaining sleeve	
38	Spirol pin	
39	Retaining ring .671" I.D.	
40	Washer	
41	Cotter pin, .060 × 1/2"	
42	Driver assembly	
43	Spring drive lamination	
44	Pump gear assembly	
45	Controlet	

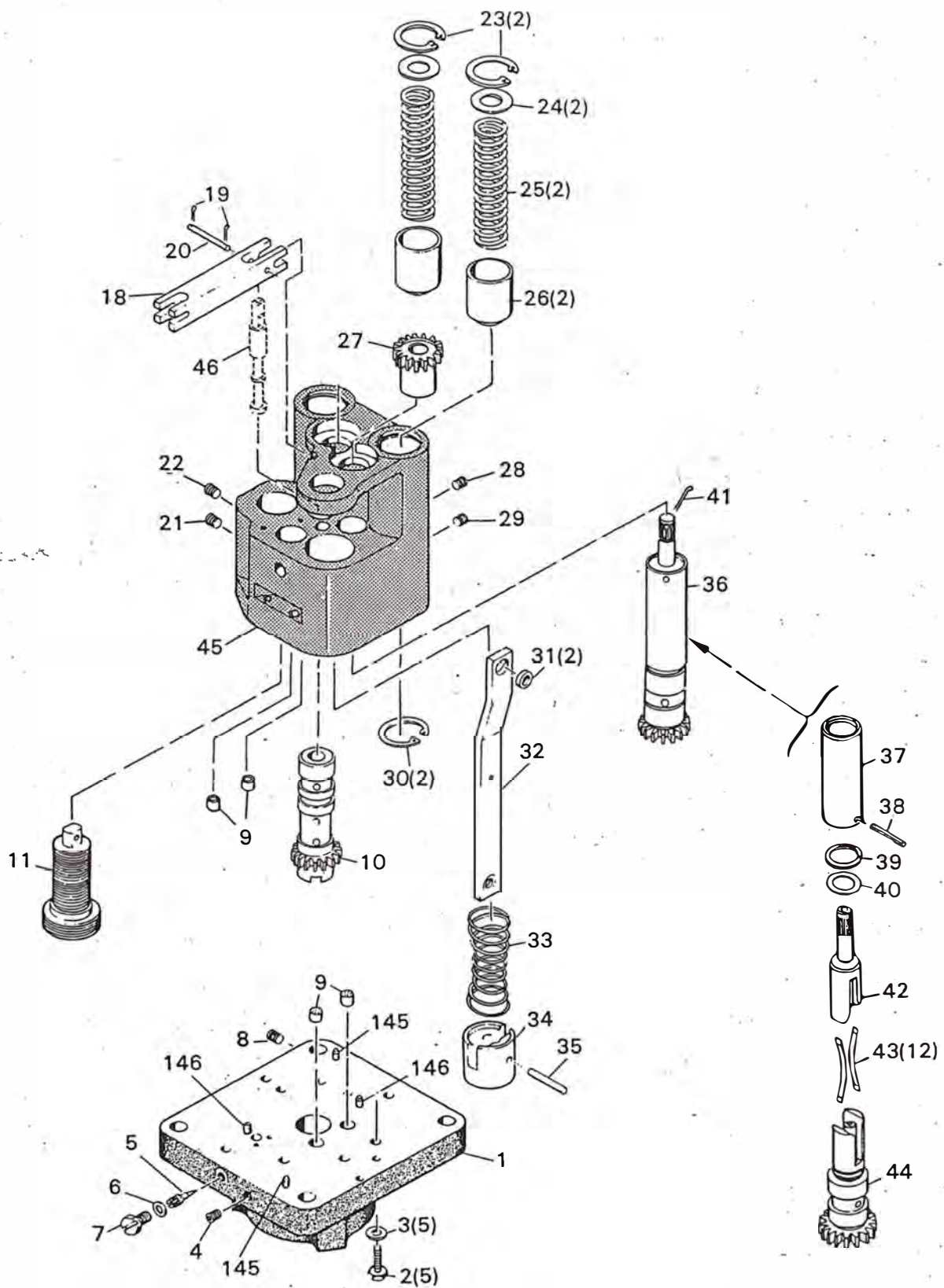


Figure 9. Exploded View of UG8 Dial Governor (Sheet 1 of 4)

No.	Part Name	Quantity
46	Pilot valve plunger	1
47	Spring seat	1
48	Pilot valve spring	1
49	Drive shaft	1
50	Ball bearing	1
51	Snap ring	1
52	Bearing retainer plate	1
53	Dr. hd. cap screw, 1/4-28 × 5/8"	3
54	Oil seal, 1.379" O.D.	1
55	Oil seal retainer	1
56	Seal retainer gasket	1
57	Cotter pin	1
58	Washer	1
59	Power piston link	1
60	Power lever	1
61	Drilled straight pin	1
62	Cotter pin	1
63	Taper pin, #3 × 1-1/4"	2
64	Speed droop pin	1
65	Cotter pin, .060 3/4"	1

No.	Part Name	Quantity
66	Straight pin	1
67	Compensating lever	1
68	Straight pin	1
69	Cotter pin, .060 × 3/4"	1
70	Compensation adj. link	1
71	Compensation adj. lever fulcrum	1
72	Compensation adj. lever assembly	1
73	O-ring, .301" I.D. × .070"	1
74	Washer, 7/16 × 5/8 × 1/32"	1
75	Compensation adj. pointer	1
76	Washer, .328 × .562 × .064" thick	1
77	Elastic stop nut 5/16-24"	1
78	Oil seal, 1.128 O.D.	2
79	Terminal shaft bushing	2
80	Terminal shaft	1
81	Soc. hd. set screw, 1/4-28 × 5/16"	2
82	Case	1

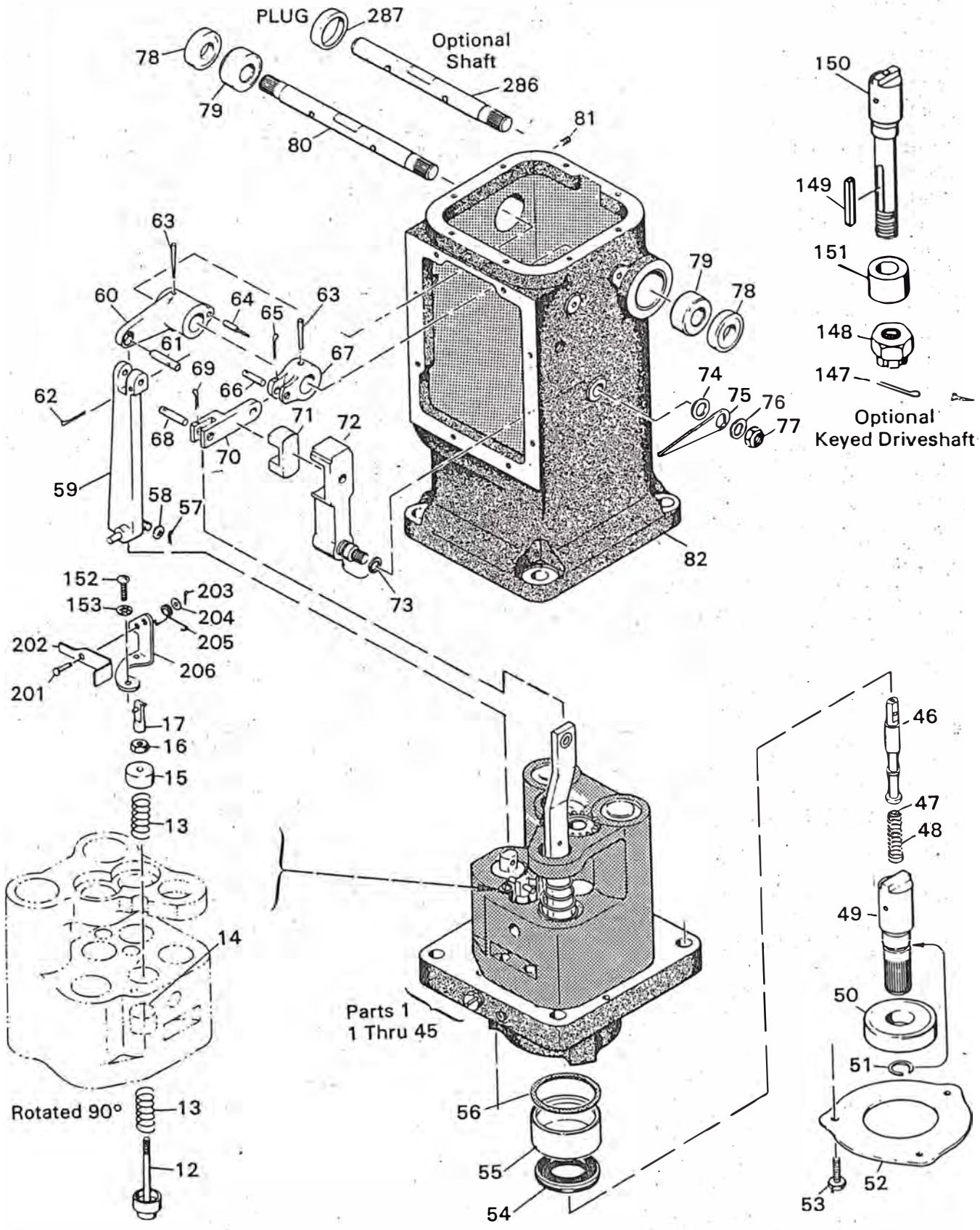


Figure 9. Exploded View of UG8 Dial Governor (Sheet 2 of 4)

No.	Part Name	Quantity
83	Washer	4
84	Cap screw, 1/4-28 x 1.000"	4
85	Speeder rod	1
86	Ballhead assembly	1
87	Ballhead gear assembly	1
88	Ball bearing	1
89	Torsion spring	1
90	Torsion spring (optional)	1
91	Spirol pin	4
92	Flyweight ball bearing	4
93	Flyweight	2
94	Flyweight pin	2
95	Spring damped ballhead	1
96	Ballhead cover	1
97	Speeder rod spring	1
98	Thrust bearing	1
99 through 101		Not Used
102	Speeder spring assembly	1
103 through 115		Not Used
116	Phillips hd. screw, 8-32 x 3/8"	6
117 through 126		Not Used
127		Not Used
128	Street elbow, 1/8"	1
129	Oil gauge	1
130	Cover gasket	1
131	Cover (optional)	1
132	Phillips rd. hd. screw, 10-32 x 1/2"	8
133	Lockwasher, #10	8
134	Oil filler cap (optional)	1
135		Not Used
136	Soc. hd. pipe plug, 1/8"	1
137	Base gasket	1
138	Front panel gasket	1
139	Phillips hd. screw 10-32 x 5/8"	8
140	Lockwasher, #10	8
141 through 144		Not Used
145	Dowel pin	2
146	Dowel pin	2

No.	Part Name	Quantity
147	Cotter pin, 1/8 x 1-1/2"	1
148	Nut, 5/8-18 castle	1
149	Key .188 x .190 x 1.062"	1
150	Keyed drive shaft	1
151	Spacer	1
152	Screw	2
153	Washer	2
154 through 200		Not Used
201	Headed pin	1
202	Shutdown lever	1
203	Cotter pin	1
204	Washer, .178" I.D.	1
205	Spring	1
206	Shutdown lever bracket	1
207	Dial panel	1
208	Speed droop cam assembly	1
209	Load indicator gear (includes items 278 and 279)	1
210	Load limit cam assembly	1
211	Load limit speed droop spring	1
212	Friction spring pin	1
213	Load limit strap	1
214	Rack pin	6
215	Load limit rack	1
216	Load limit lever	1
217	Speed droop lever	1
218	Speed droop screw	1
219	Nut, 8-32	1
220	Speed droop lever screw	1
221	Washer, .500" O.D.	1
222	Cotter pin, .060" x .500"	1
223	Speed droop fulcrum	1
224	Speeder screw guide	1
225	Phillips hd. screw, 8-32 x .375"	1
226	Shakeproof washer, #8	2
227	Speeder screw pin	1
228	Speed droop lever	1
229	Drilled straight pin	1
230	Cotter pin, .030" x .375"	2
231	Speed droop link	1
232	Washer, .375" O.D.	1
233	Cotter pin, .030" x .375"	1
234	Flexloc stop nut	1
235	Speeder gear	1
236	Speeder screw	1
237	Extension spring	1

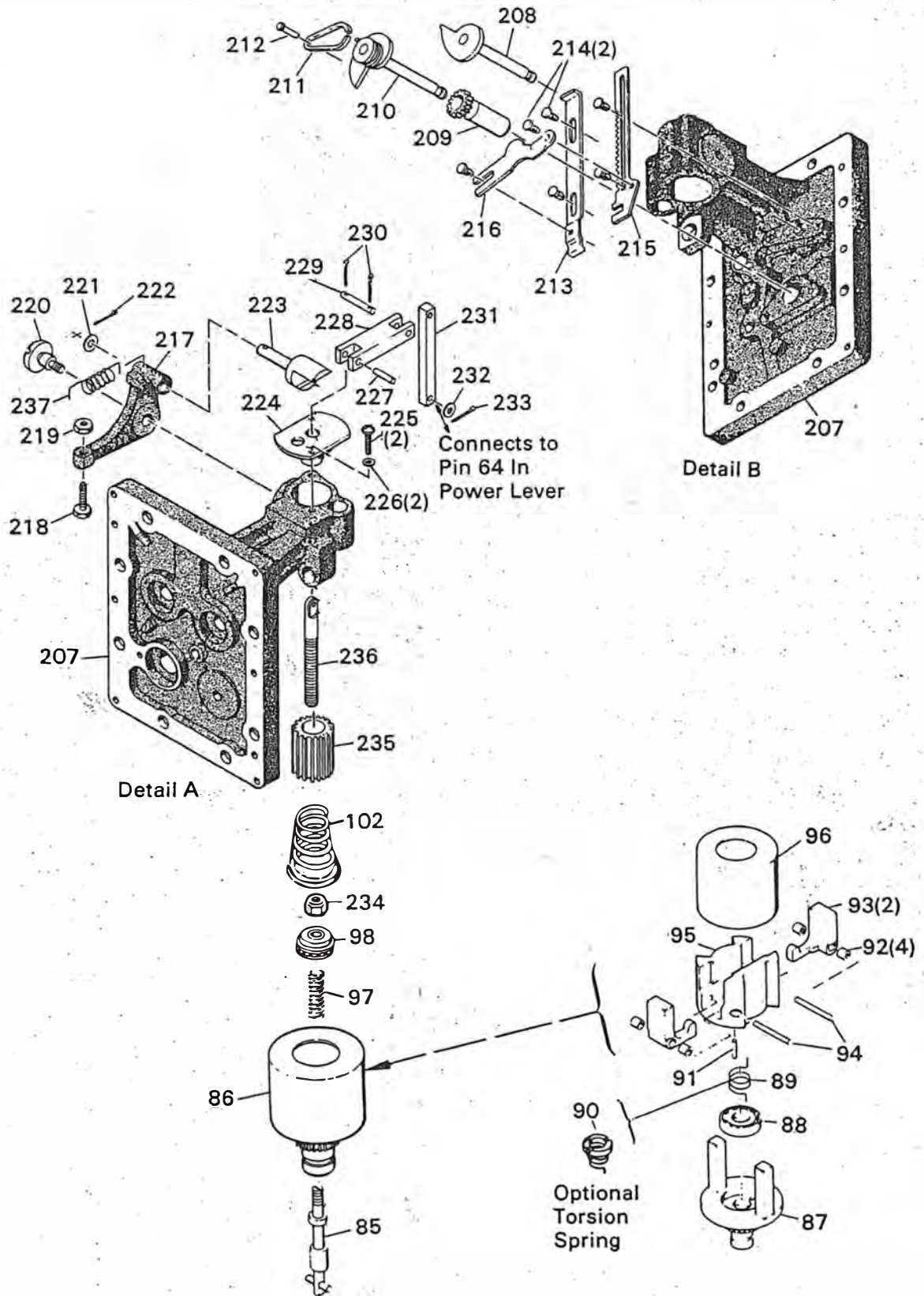


Figure 9. Exploded View of UG8 Dial Governor (Sheet 3 of 4)

No.	Part Name	Quantity
238	Knob	1
239	Set screw	4
240	Indicator pointer	2
241	Synchronizer indicator gear	1
242	Synchronizer indicator shaft	1
243	Spring clip	1
244	Idler shaft gear assembly	1
245	Straight pin	1
246	Taper pin, 6/0 x .750"	3
247	Knob	1
248	Knob	1
249	Knob	1
250	Shaft	1
251	Dial plate	1
252	Synch. adj. shaft	1
253	Needle bearing	1
254	Needle bearing	1
255	Horiz. synch. adj. gear	1
256	Taper pin, 6/0	1
257	Needle bearing	1
258	Needle bearing	1
259	Drive plate	1
260	Roll pin, .094" dia. x .500"	1
261	Friction drive case	1
262	Friction drive spring	1
263	Elastic stop nut, .250-28"	1
264	WO SI compression spring	1
265	Friction drive cover	1
266	Retaining ring	1
267	Cover	1

No.	Part Name	Quantity
268	Oil cup	1
269	Motor seal spring	1
270	Motor bracket	1
271	Shakeproof washer, #8	4
272	Phillips rd. hd. screw, 8-32 x .312"	4
273	Phillips fl. hd. screw, 10-32 x .375"	4
274	115V ac/dc Bodine motor	1
275	Load limit comp. spring	1
276	Washer, .365" O.D.	1
277	O-ring, .239" I.D. x .070"	1
278	Bushing	1
279	Bushing	1
280	Oil seal	1
281	Roll pin, .094" dia. x .500"	1
282	Speed droop collar	1
283	Load limit speed droop spring	1
284	Oil seal	1
285	Oil seal	1
286	Terminal shaft (optional)	1
287	Plug	1
288	PM Motor & Shutdown Solenoid Assembly	1

PM Speed Adjusting Motor
(For Exploded View
See Fig 3-2 Manual 03035)

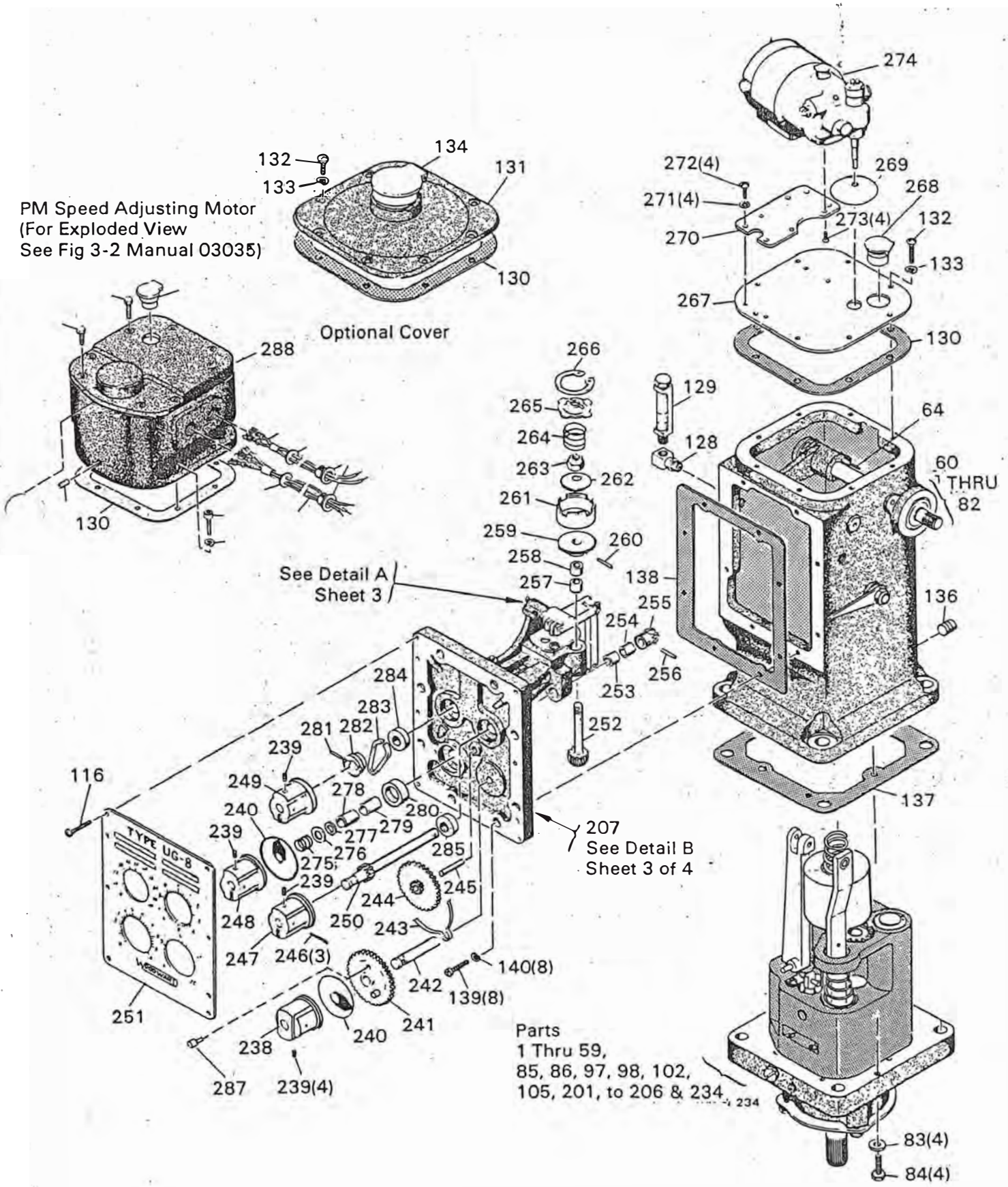


Figure 9. Exploded View of UG8 Dial Governor (Sheet 4 of 4)

Section VII · Auxiliary Equipment

Introduction

A number of optional auxiliary features and devices are available for use with the UG8 Dial governor. These devices permit the governor to perform secondary functions such as initiate a shutdown through an electrical solenoid. Auxiliary equipment should be supplied as original equipment on the governor. It is recommended that the customer contact Woodward Governor Company if field installations are desired.

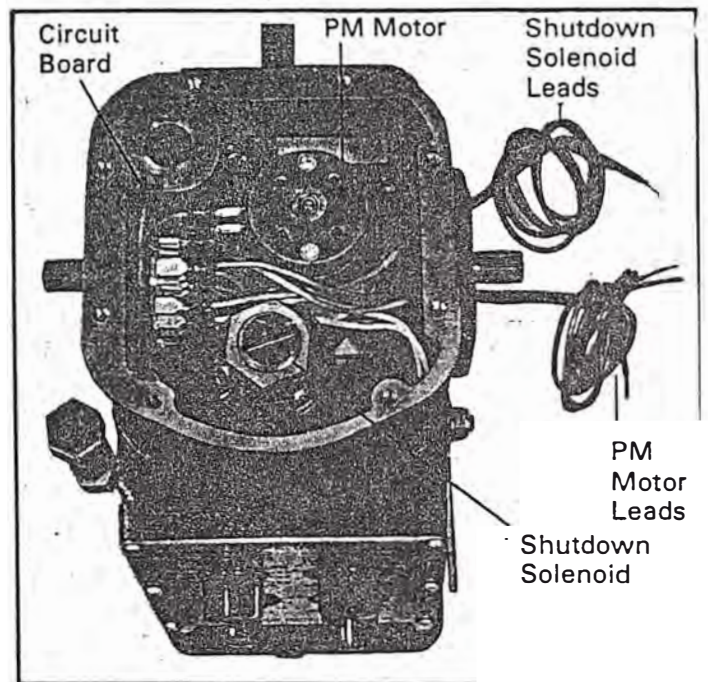
The following paragraphs provide a brief description of the auxiliary equipment available and list the manuals where detailed information may be obtained.

PM Speed Setting Motor and Solenoid Shutdown

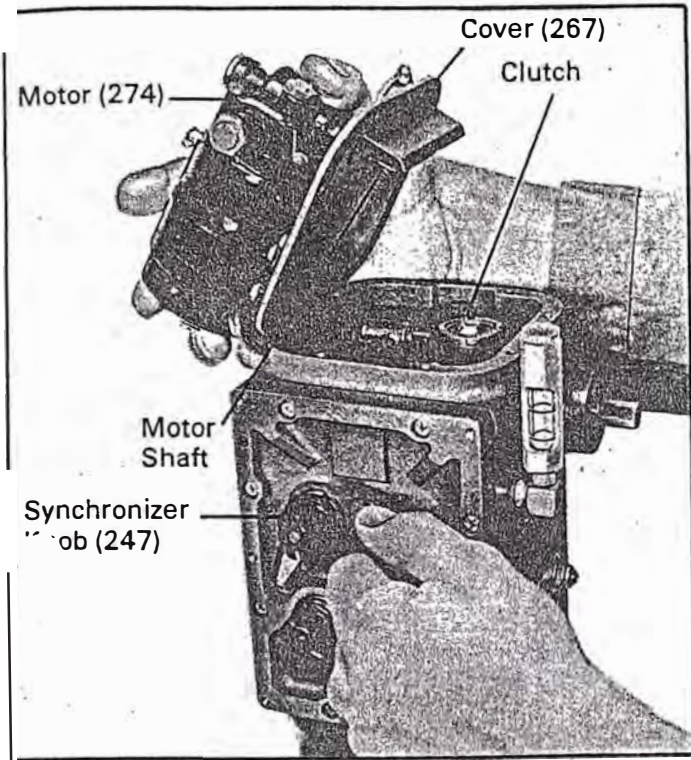
This figure shows a UG8 cover equipped with solenoid shutdown. It also shows the electric speed setting motor as used on the UG8 dial governor.

Two models of the shutdown solenoid are available. One provides shutdown when energized and the other when deenergized. See manual 03013 for set-up procedures and parts breakdown.

The synchronizer motor provides the ability to remotely control the governor's speed setting. Refer to manual 03035 for the parts reference and lubrication guide.



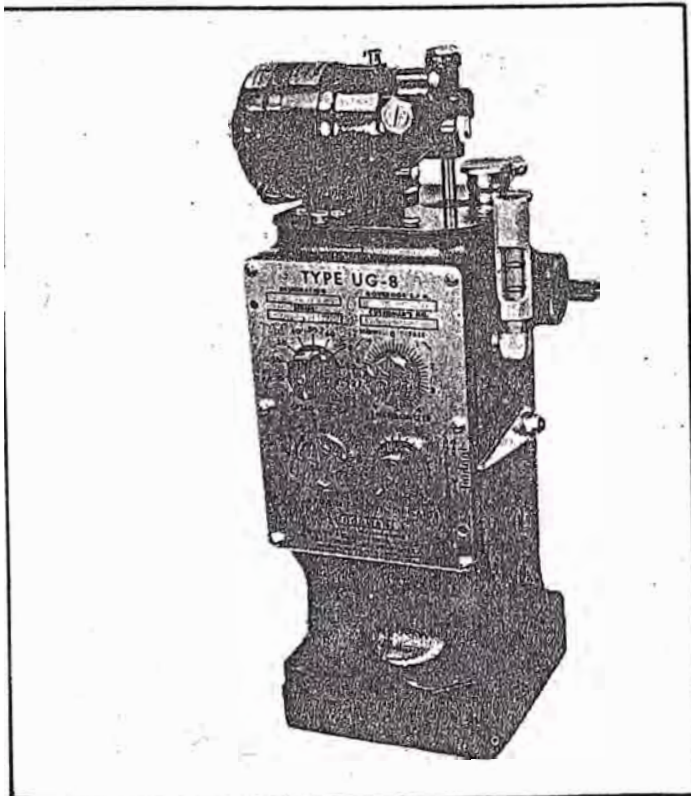
This figure shows the method of installing the cover (267) when equipped with a motor. Turn the synchronizer knob to align the clutch with the motor's shaft as the cover is lowered into position.

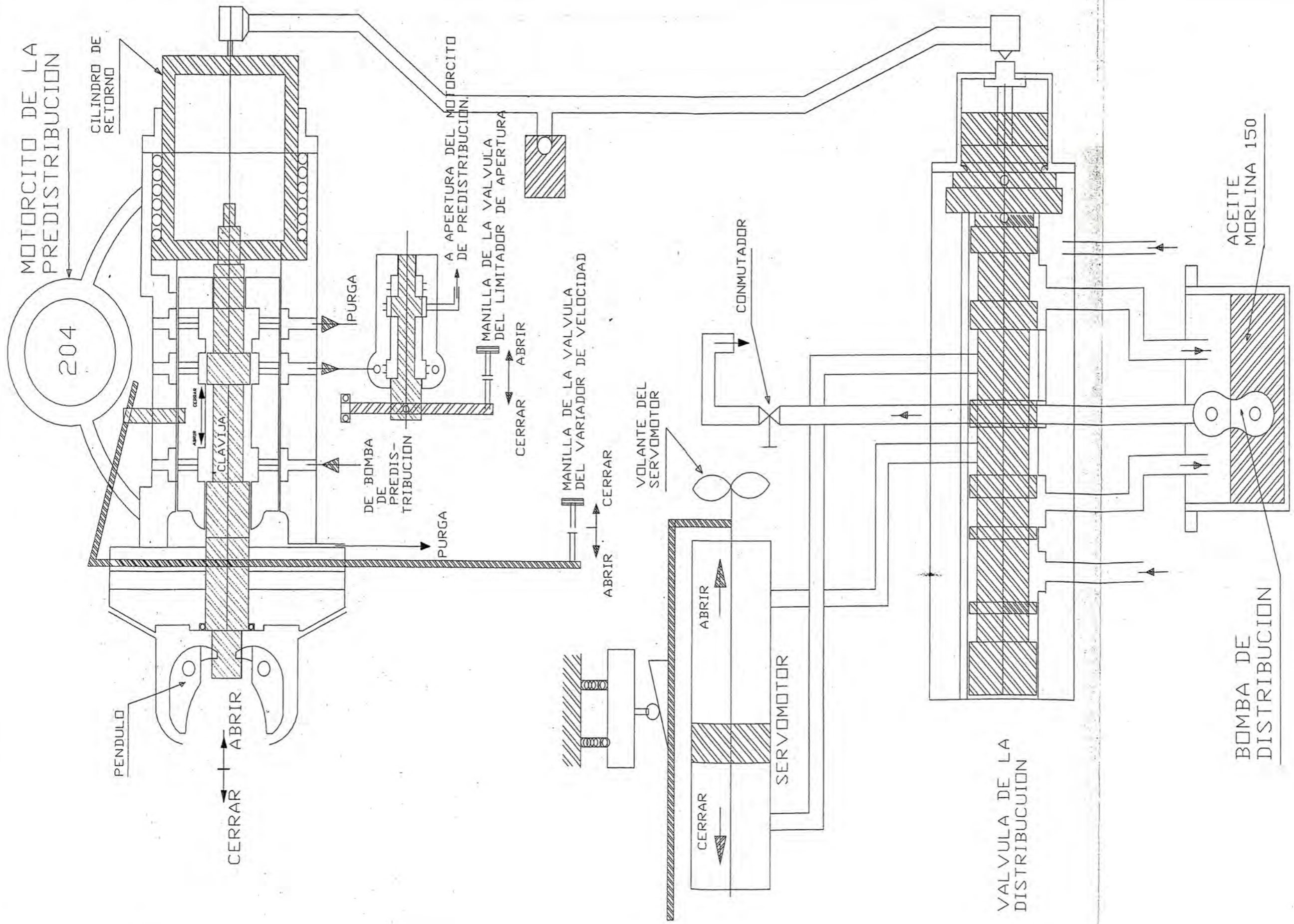


Special Tools

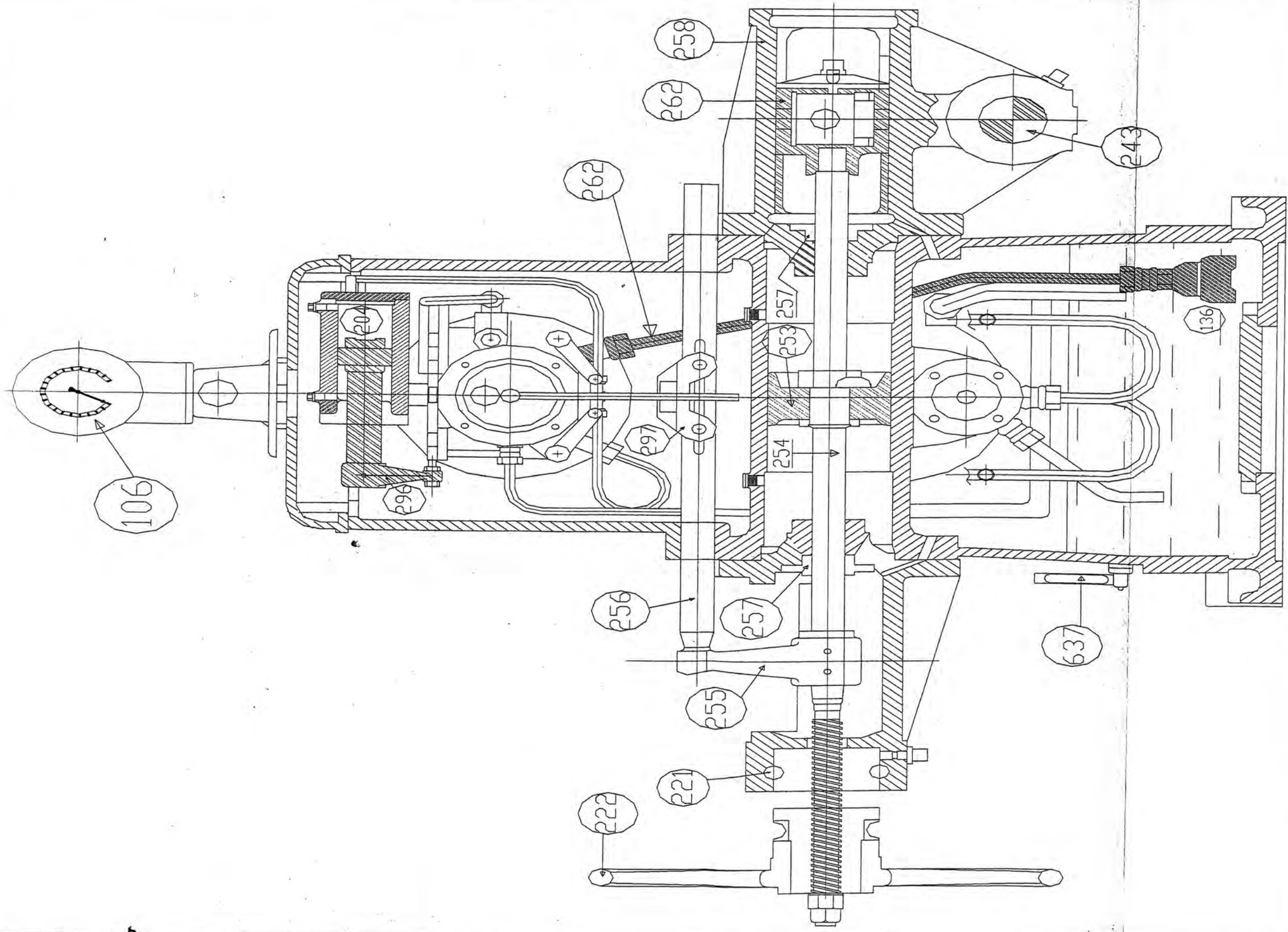
Manual 03504 provides a list of hand tools available for assembling various models of UG8 governors.

This figure shows the completed UG8 dial governor equipped with PM speed setting motor.

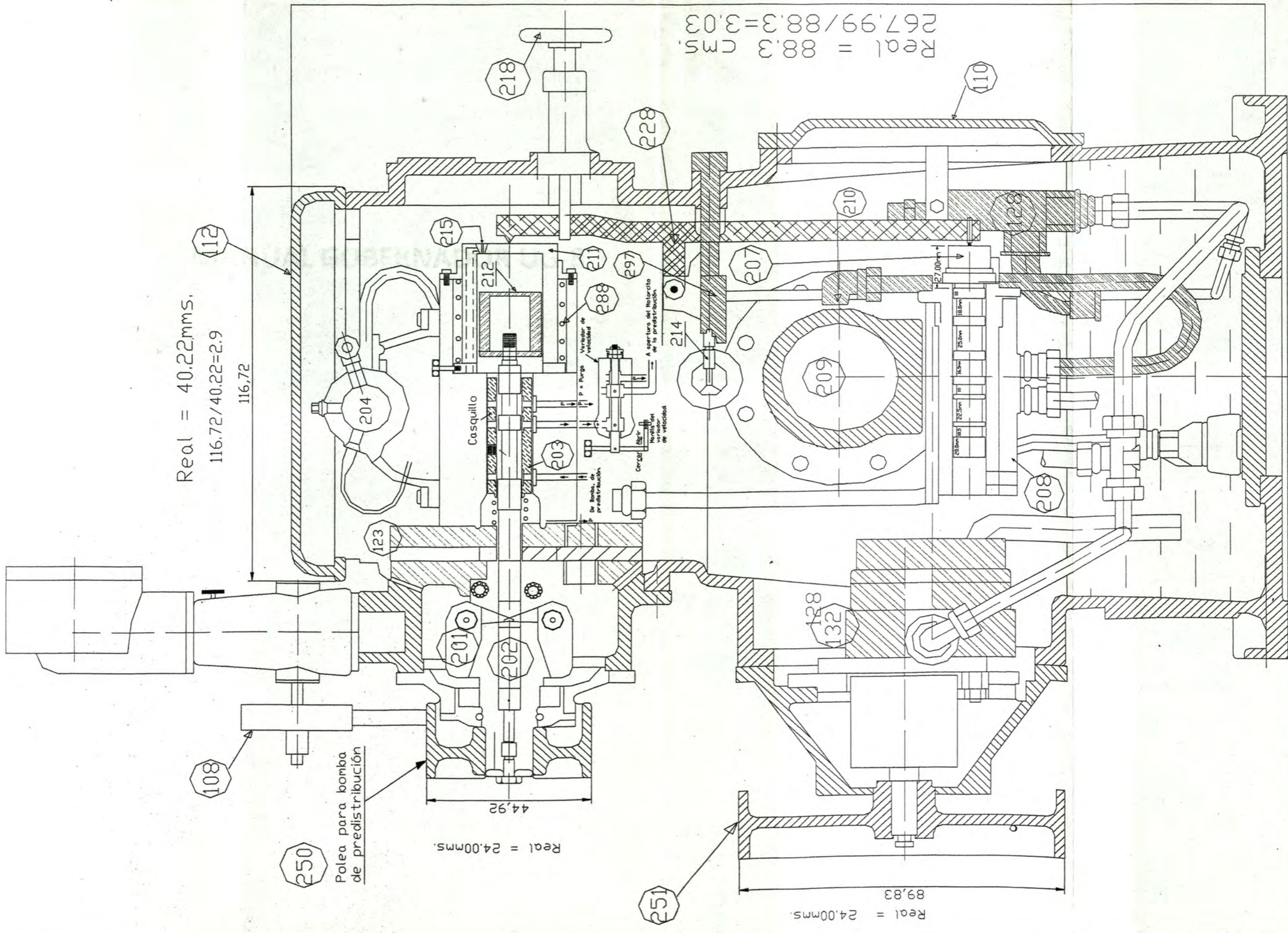




Ampliación de la Figura N°4.1



Ampliación de la Figura N°4.11



Ampliación de la Figura N°4.12